นักนี้ได้รับการปนเปื้อนจากภายนอกค่อนข้างสูง อาทิเช่น จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ในฤดูร้อนนี้มีการทิ้งขยะจากหมู่บ้านลงสู่แหล่งน้ำในบริเวณก่อนที่จะถึงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ เช่นเดียวกับจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ซึ่งผ่านชุมชนหมู่บ้านศรีม่วงคำมาก่อน ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ซึ่งผ่านสวนพฤกษศาสตร์ฯนั้น มีการใช้ปุ๋ยในการปลูกไม้ประดับบริเวณหน้าสวนพฤกษศาสตร์ค่อนข้างสูง พบว่าสารอาหารทั้งแอมโมเนียม ไนเตรท และฟอสเฟต ค่อนข้างสูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่น จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ปางช้างแม่สา เป็นจุดที่ได้รับของเสียจากช้างที่นำมาแสดงให้นักท่องเที่ยวชมอยู่ทุกวันอยู่แล้ว ไม่ว่าจะเป็นอุจจาระ ปัสสาวะและการทำความสะอาดให้ช้าง ดังนั้นจุดนี้จะมีสารอาหารพวกแอมโมเนียมสูงกว่าจุดอื่นๆ ประกอบกับฤดูร้อนน้ำไหลเอื่อยกว่าฤดูอื่นๆ คุณภาพน้ำตามจุดเหล่านี้จึงต่ำกว่าในฤดูอื่นๆ

ในฤดูฝน ปี 2540 เป็นปีที่มีฝนตกปานกลางถึงค่อนข้างมาก ฤดูฝนเริ่มจากปลายเดือนพฤษภาคมเป็นต้นมา ปริมาณน้ำฝนค่อนข้างมาก (ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ, 2540) การเก็บตัวอย่างในเดือนกรกฎาคมและเดือนกันยายนซึ่งมีฝนตกชุก จากปริมาณน้ำฝนไหลแรงและปริมาณน้ำมากจึงทำให้คุณภาพดีขึ้น ทำให้คุณภาพน้ำในจุดเก็บตัวอย่างต่าง ๆ ดีขึ้น บางจุดจะเปลี่ยนระดับคุณภาพน้ำจากระดับปานกลางมาเป็นระดับดี ได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างที่ 1, 2, 3 และ 6 จุดที่คุณภาพน้ำเปลี่ยนจากคุณภาพน้ำปานกลางค่อนข้างเสียมาเป็นระดับน้ำปานกลางได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกัน แต่มีจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 น้ำตกแม่สาเปลี่ยนจากคุณภาพน้ำระดับดีมาเป็นคุณภาพน้ำระดับปานกลาง เนื่องจากบริเวณน้ำตกแม่สามีการสร้างร้านอาหารใหม่ในช่วงนี้ ประกอบกับมีผู้ไปท่องเที่ยวน้ำตกในช่วงฤดูฝนมาก เนื่องจากน้ำไหลแรงและสวยงามกว่าฤดูอื่นๆ จึงมีการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำมากขึ้น อย่างไรก็ตามคุณภาพน้ำไม่ได้เปลี่ยนไปมากนัก ส่วนจุดเก็บตัวอย่างอื่นๆ คุณภาพน้ำดีขึ้น แต่ก็ไม่ดีมากจนเปลี่ยนระดับ เช่นในจุดเก็บตัวอย่างที่ 9, 10, 11 และ 12

ในฤดูหนาว ปี 2540-2541 เนื่องจากปีนี้มีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างมาก จึงส่งผลให้คุณภาพน้ำในฤดูหนาวคล้ายคลึงกันในฤดูฝน ระดับของคุณภาพน้ำส่วนใหญ่ยังไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก แต่โดยทั่วไปคุณภาพน้ำจะมีแนวโน้มต่ำลงกว่าในฤดูฝนเพียง 2 จุดเก็บตัวอย่าง คือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 11 สะพานบ้านป่าม่วง และจุดเก็บตัวอย่างที่ 12 หมู่บ้านแม่สาหลวงที่คุณภาพน้ำเปลี่ยนจากระดับปานกลางเป็นระดับปานกลางค่อนข้างเสีย เนื่องมาจาก 2 จุดเก็บตัวอย่างนี้อยู่ในแหล่งชุมชนจึงมีการปนเปื้อนจากบ้านเรือนลงสู่แหล่งน้ำได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไปอย่างชัดเจน

ในช่วงปีที่ 2ถึงปีที่ 3 จุดเก็บตัวอย่างได้เปลี่ยนแปลงไปจาก 12 จุด เหลือเพียง 5 จุด จึงขอกล่าวถึงแต่จะจุดในปีที่ 2 และปีที่ 3 ในช่วง 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-กันยายน 2542) ดังนี้ (ภาพที่ 25)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 หมู่บ้านกองแหะ

เป็นจุดเก็บตัวอย่างบริเวณต้นน้ำของลำน้ำแม่สา เป็นเพียงจุดเดียวในลำน้ำนี้ที่มีคุณภาพน้ำดีที่สุดเกือบตลอดช่วงการวิจัย คืออยู่ในระดับดี มีสารอาหารน้อยจนถึงปานกลาง มีเพียงช่วงเดียวที่คุณภาพลดลงในระดับปานกลางคือในช่วงปลายฤดูหนาวของปี 2541 ต่อกับฤดูร้อนจนถึงฤดูฝน ของปี 2542 อันเนื่องมาจากในระยะเวลานี้ระดับน้ำยังน้อยอยู่ฝนยังตกไม่มาก น้ำยังไหลเอื่อย มีผลให้สารอาหารสะสมกันอยู่มากพอสมควร จึงทำให้คุณภาพน้ำลดลงกว่าในฤดูอื่น ๆ การที่บริเวณต้นน้ำของลำน้ำแม่สามีคุณภาพดีกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่น ๆ ในลำน้ำนี้ มีผลให้พบสิ่งมีชีวิตหลายชนิดเป็นดัชนีบ่งชี้น้ำที่มีคุณภาพดี ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ

คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ปานกลางเกือบตลอดการวิจัยยกเว้นในช่วงฤดูฝนของปี 2541 คือเดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน น้ำมีคุณภาพลดลงจนอยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างเสีย เนื่องจากว่าจุดเก็บตัวอย่างอยู่ห่างออกมาจากชุมชนเล็กน้อย ในบริเวณชุมชนมีการทิ้งขยะลงบริเวณถนนใกล้แหล่งน้ำ ในฤดูอื่นๆ ฝนจะไม่ตกจึงยังไม่มีผลต่อคุณภาพน้ำ แต่เมื่อถึงฤดูฝนปริมาณน้ำมากขึ้นจึงไปชะล้างกองขยะเหล่านั้น ของเสียจากกองขยะจึงลงสู่แม่น้ำ ทำให้น้ำมีคุณภาพต่ำลงในช่วงเวลาดังกล่าว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ปางช้างแม่สา

จุดเก็บตัวอย่างนี้เป็นจุดเก็บตัวอย่างที่กล่าวได้ว่ามีคุณภาพน้ำปานกลางจนถึงค่อนข้างเสียตลอดการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจากของเสียจากช้างที่มีจำนวนเกือบร้อยตัวในปางช้าง เมื่อนำช้างมาแสดงการอาบน้ำในลำน้ำแม่สาให้นักท่องเที่ยวชม และให้นักท่องเที่ยวขึ้นนั่งหลังช้างซึ่งมีช่วงหนึ่งต้องผ่านลำน้ำแม่สา ในช่วงที่ช้างมีกิจกรรมในลำน้ำนี้จะปล่อยอุจจาระและปัสสาวะเป็นจำนวนมาก มองเห็นเรี่ยราดอยู่บริเวณรอบๆ ของลำน้ำ บางส่วนก็เกิดจากการย่อยสลายของเสียในลำน้ำ ด้วยการปนเปื้อนดังกล่าวนี้ทุกวันและเกือบทั้งวัน จึงทำให้คุณภาพน้ำของลำน้ำแม่สาช่วงนี้ไม่ดีตลอดการวิจัย โดยเฉพาะปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนจะสูงมาก (ภาพที่ 24 และ 25 ตารางที่ 17 และ 18 ภาคผนวก ข) ส่วนในฤดูฝนของปี 2542 คุณภาพน้ำในจุดเก็บตัวอย่างนี้ดีขึ้นเล็กน้อย เปลี่ยนจากระดับคุณภาพน้ำปานกลางค่อนข้างเสียมาเป็นคุณภาพน้ำปานกลาง เนื่องจากในปีนี้ฝนตกมาก ปริมาณน้ำฝนมากกว่าทุกๆ ปี จึงทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้นเล็กน้อย

จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 สะพานสุขาภิบาล

จุดเก็บตัวอย่างนี้อยู่เลยชุมชนในเขตสุขาภิบาลแม่ริมมาไม่มาก จึงได้รับน้ำเสียรวมทั้งการปนเปื้อนจากชุมชน ทำให้คุณภาพน้ำอยู่ในภาวะที่ไม่ดีนัก โดยจะอยู่ในระดับปานกลางประมาณครึ่งหนึ่งของช่วงเวลาที่ทำการวิจัย ส่วนช่วงเวลาที่เหลือคุณภาพน้ำจะอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างเสีย ปริมาณสารอาหารสูง ช่วงที่น้ำค่อนข้างเสีย คือ ช่วงฤดูฝนของปี 2541 ต่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กับต้นฤดูหนาว และฤดูร้อนปี 2542 ในฤดูฝน ฝนพัดพาเอาของเสียและสิ่งหมักหมมในชุมชนให้ผ่านลงมากับน้ำฝนลงสู่แม่น้ำได้มาก จึงทำให้คุณภาพน้ำไม่ดีนัก ส่วนในฤดูร้อนน้ำไหลเอื่อย ปริมาณน้ำลดลงมากสารอาหารจะถูกขังอยู่เป็นเวลานาน จึงทำให้คุณภาพน้ำไม่ดี

จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 หมู่บ้านแม่สาหลวง

จุดเก็บตัวอย่างนี้คล้ายกับจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 คือมีชุมชนอยู่ในละแวกจุดเก็บตัวอย่าง จึงทำให้น้ำมีคุณภาพไม่ดีในช่วงฤดูฝน การปนเปื้อนจะลงสู่แหล่งน้ำมาก ส่วนในฤดูอื่นๆ คุณภาพน้ำดีขึ้นแต่ก็อยู่ในระดับปานกลาง

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ในปีที่ 1 (จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ในปีที่2 และ 3) หมู่บ้านกองแหะ

จุดเก็บตัวอย่างนี้เป็นจุดต้นน้ำของลำน้ำแม่สา ลักษณะ substrate เป็นกรวดและทราย มีหินขนาดกลางอยู่เป็นระยะๆ (ภาพที่ 26, 29, 32 และ 35-52) บริเวณที่ลึกเข้าไปจากจุดเก็บตัวอย่างจะเป็นก้อนหินขนาดใหญ่ขึ้น พบว่าจุดนี้ substrate มีการเปลี่ยนแปลงบ้างจากการเคลื่อนย้ายของชาวบ้านในละแวกนั้น เนื่องจากชาวบ้านต้องการน้ำที่มีคุณภาพดีเพื่อนำไปใช้ในการอุปโภคและกิจกรรมอื่นๆ จึงต้องการน้ำจากจุดต้นน้ำนี้ จึงคอยดูแลมิให้มีก้อนหินกีดขวางการไหลของน้ำ มักพบว่ามีก้อนหินขนาดกลางและใหญ่ถูกเคลื่อนย้ายอยู่เสมอ เพื่อให้น้ำไหลลงสู่หมู่บ้านสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม substrate ในบริเวณนี้ก็มิได้เปลี่ยนแปลงไปมากจนทำให้สิ่งมีชีวิตที่ต้องการศึกษาได้รับการกระทบกระเทือนมากนัก

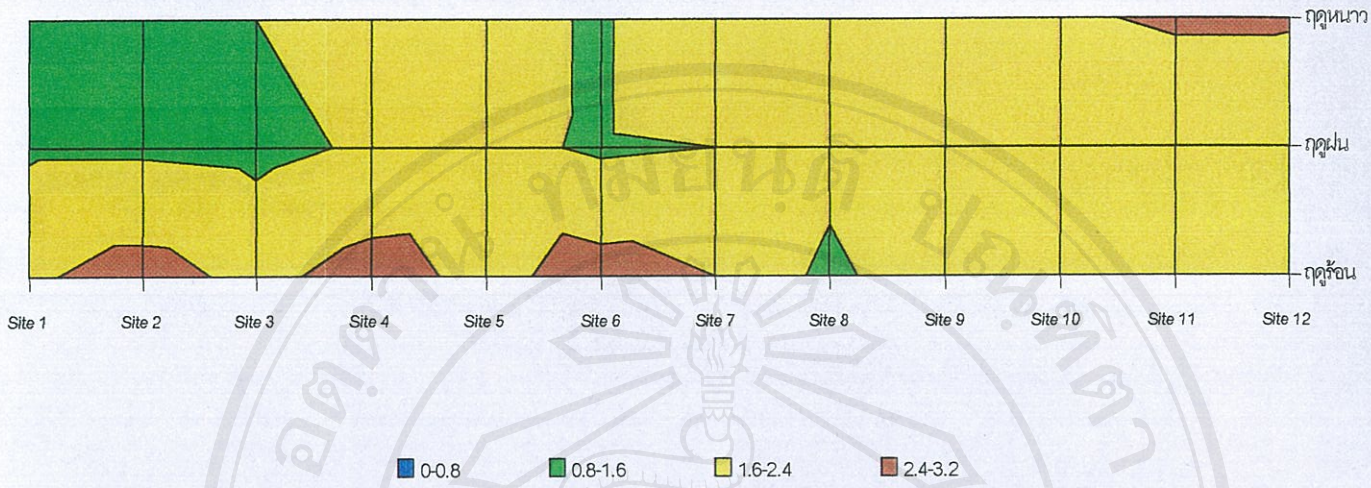
จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ในปีที่ 1 (จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ในปีที่ 2 และ 3) สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ

บริเวณจุดเก็บตัวอย่างเป็นทรายทั้งบริเวณ (ภาพที่ 26, 29, 32 และ 35-52) แต่ก่อนที่จะมาถึงจุดนี้มีก้อนหินใหญ่ขนาดใหญ่มากขวางทางน้ำไหล จึงทำให้น้ำที่ไหลมาสู่บริเวณจุดเก็บตัวอย่างไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำคล้ายน้ำตก ทำให้มีโอกาสได้รับอากาศ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจึงค่อนข้างสูง จากการที่ substrate เป็นทรายโดยตลอด ทำให้ไม่เปลี่ยนแปลงไปมากนักในแต่ละฤดู อาจจะมีกระแสน้ำพัดมาอย่างแรงในฤดูฝน ทำให้ปริมาณทรายท้องน้ำในแต่ละจุดเปลี่ยนแปลงไปบ้าง

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ในปีที่ 1 (ไม่ได้เลือกไว้ศึกษาในปีที่ 2 และ 3)ปางช้างโป่งแยง

จุดเก็บตัวอย่างนี้มีก้อนหินขนาดใหญ่อยู่ระเกะระกะ แต่สวยงามดูเป็นธรรมชาติ (ภาพที่ 26, 29, 32 และ 35-52) บริเวณ substrate แท้ๆ มีกรวดและทราย เนื่องจากส่วนใหญ่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

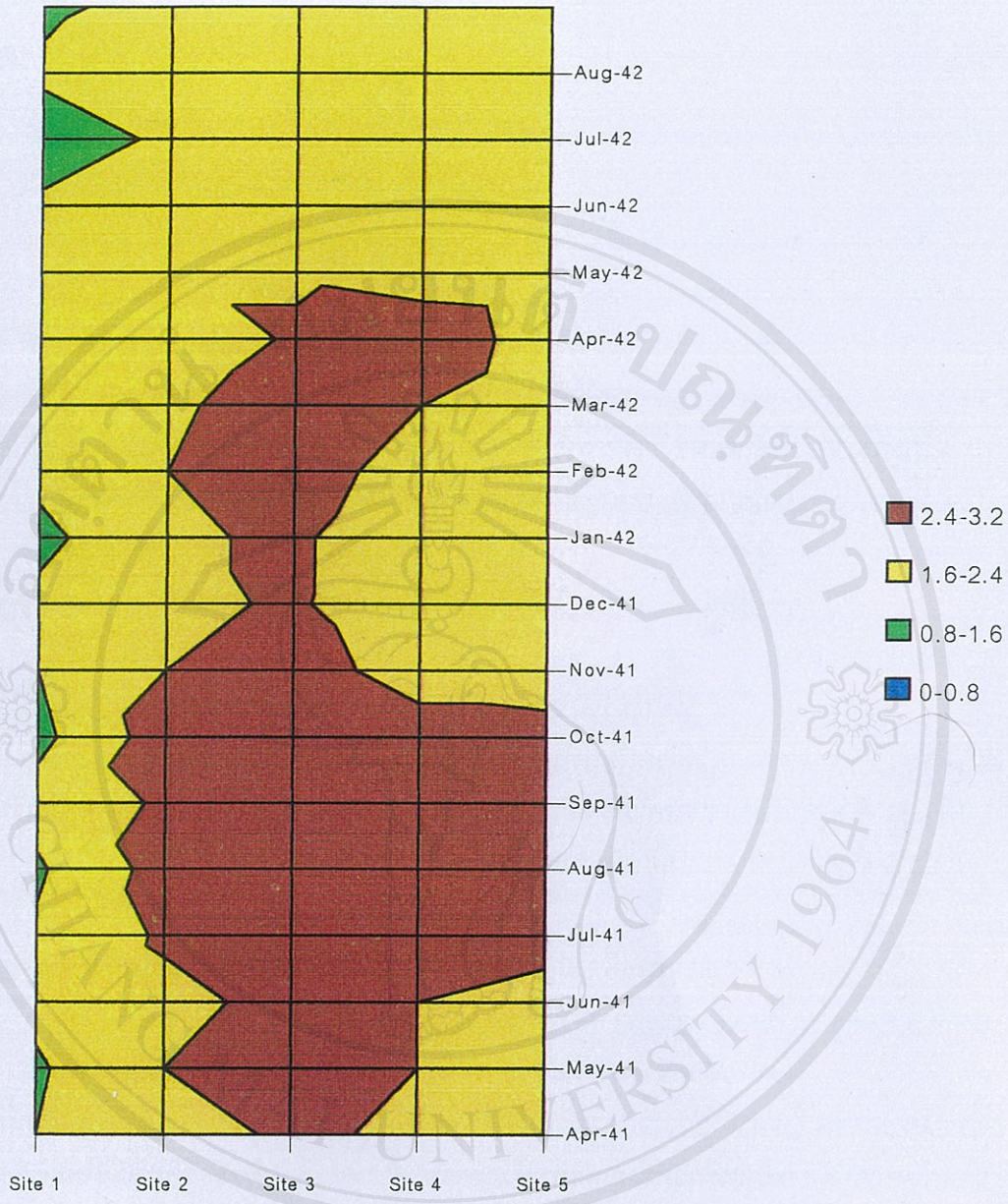


Site 1 : หมู่บ้านกองแหะ
Site2 : สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ
Site 3 : ปางช้างโป่งแยง
Site4 : บ้านศรีม่วงคำ
Site 5 : หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมี
Site6 : สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จฯ
Site 7 : ปางช้างแม่สา
Site8 : น้ำตกแม่สา
Site 9 : สะพานประปาสุขาภิบาลแม่ริม
Site10 : สะพานชลประทาน
Site 11 : สะพานบ้านป่าม่วง
Site12 : หมู่บ้านแม่สาหลวง

ภาพที่ 24 คุณภาพน้ำของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ใน ปีที่ 1 (เมษายน 2540 – มีนาคม 2541)

0 - 0.8	คุณภาพน้ำระดับดีมาก เทียบเท่า oligotrophic status
0.8 - 1.6	คุณภาพน้ำระดับดี เทียบเท่า oligotrophic-mesotrophic status
1.6 - 2.4	คุณภาพน้ำระดับปานกลาง เทียบเท่า mesotrophic status
2.4 – 3.2	คุณภาพน้ำระดับปานกลางค่อนข้างเสีย เทียบเท่า mesotrophic-eutrophic status

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



Site 1 : หมู่บ้านกองแหะ Site 2 : สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ

Site 3 : ปางช้างแม่สา Site 4 : สะพานชลประทาน

Site 5 : หมู่บ้านแม่สาหลวง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 25 คุณภาพน้ำของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในปีที่ 2 และ 3 (เมษายน 2541 – กันยายน 2542)

0 – 0.8	คุณภาพน้ำระดับดีมาก เทียบเท่า oligotrophic status
0.8 – 1.6	คุณภาพน้ำระดับดี เทียบเท่า oligotrophic–mesotrophic status
1.6 – 2.4	คุณภาพน้ำระดับปานกลาง เทียบเท่า mesotrophic status
2.4 – 3.2	คุณภาพน้ำระดับปานกลางค่อนข้างเสีย เทียบเท่า mesotrophic–eutrophic status

เป็นก้อนหินขนาดใหญ่จึงทำให้ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักในฤดูฝน นอกจากมีกระแสน้ำพัดพาบริเวณกรวดและทรายเปลี่ยนแปลงไปบ้างเท่านั้น

จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ในปีที่ 1 (ไม่ได้เลือกไว้ศึกษาในปีที่ 2 และ 3) บ้านศรีม่วงคำ

บริเวณจุดเก็บตัวอย่างเป็นพื้นทรายเกือบทั้งหมด มีกรวดบ้าง (ภาพที่ 26, 29, 32 และ 35-52) แต่บริเวณที่เหนือขึ้นไปมีก้อนหินขนาดใหญ่อยู่กันระเกะระกะ ในฤดูฝนเมื่อมีกระแสน้ำไหลแรง substrate ที่เป็นทรายจะถูกกระแสน้ำพัดพามากองไว้ในบริเวณที่เป็นคุ้งน้ำ แต่ก็ไม่รุนแรงนัก อย่างไรก็ตามลักษณะท้องพื้นน้ำยังไม่เปลี่ยนแปลงไปมากนักในรอบ 2 ปี

จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ในปีที่ 1 (ไม่ได้เลือกไว้ศึกษาในปีที่ 2 และ 3) หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมี

จุดเก็บตัวอย่างนี้มีลักษณะคล้ายจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (ภาพที่ 27, 30, 33 และ 35-52) คือประกอบไปด้วยก้อนหินขนาดใหญ่อยู่กันระเกะระกะบริเวณกลางลำน้ำ ส่วนพื้น substrate เป็นกรวดและทรายทั่วๆ ไป ฤดูฝนที่มีฝนตกมากจะมีผลเฉพาะกรวด และทรายอาจพัดพาไปตามกระแสน้ำบ้าง แต่ก้อนหินขนาดใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ในปีที่ 1 (ไม่ได้เลือกไว้ศึกษาในปีที่ 2 และ 3) สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์

จุดเก็บตัวอย่างบริเวณนี้จะมีลักษณะเป็นแอ่งลึกราว ๆ 1.5-2 เมตร พื้นเป็นทรายและกรวด (ภาพที่ 27, 30, 33 และ 35-52) บริเวณก่อนจะถึงจุดเก็บตัวอย่างนี้มีก้อนหินขนาดใหญ่อยู่กันระเกะระกะคล้ายจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และ 5 แอ่งน้ำที่ลึกนี้ทำให้ฤดูร้อนและฤดูหนาวจะเป็นบริเวณที่ขังน้ำ และน้ำจะนิ่งกว่าบริเวณอื่น ทำให้คุณภาพน้ำไม่ดีนัก ในเรื่องของ substrate จะมีการเปลี่ยนแปลงในฤดูฝนเมื่อมีฝนตกลงมามาก ปริมาณน้ำฝนทำให้พื้นทรายและกรวดมีการเคลื่อนย้ายบ้าง

จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ในปีที่ 1 (จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ในปีที่ 2 และ 3) ปางช้างแม่สา

บริเวณจุดเก็บตัวอย่างนี้คล้ายกับจุดที่ 3 และ 5 (ภาพที่ 27, 30, 33 และ 35-52) โดยส่วนใหญ่เป็นก้อนหินขนาดใหญ่ ซึ่งไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ substrate ที่แท้เป็นทรายส่วนใหญ่จะมีกรวดบ้าง substrate จะเปลี่ยนแปลงไปในฤดูฝนที่มีน้ำไหลแรงเช่นเดียวกันกับจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และ 5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จุดเก็บตัวอย่างที่ 8 ในปีที่ 1 (ไม่ได้เลือกไว้ศึกษาในปีที่ 2 และ 3) น้ำตกแม่สา

จุดเก็บตัวอย่างนี้อยู่เลยบริเวณน้ำตกแม่สาลงมาทางทิศตะวันออก (ภาพที่ 27, 30, 33 และ 35-52) substrate โดยทั่วไปเป็นทรายเกือบทั้งหมด มีบริเวณริมตลิ่งของลำน้ำที่มีลักษณะเป็นโคลน บางส่วนมีก้อนหินขนาดใหญ่วางระเกะระกะเช่นเดียวกันกับจุดเก็บตัวอย่างที่ 3, 5 และ 7 ริมฝั่งเป็นวัชพืชหลายชนิด substrate มีการเปลี่ยนแปลงบ้างในฤดูฝน เนื่องจากกระแสน้ำที่แรงพัดพากรวด ทราย ให้เคลื่อนที่ลงสู่ด้านล่างบ้าง

จุดเก็บตัวอย่างที่ 9 ในปีที่ 1 (ไม่ได้เลือกไว้ศึกษาในปีที่ 2 และ 3) สะพานประปาสุขาภิบาล

จุดเก็บตัวอย่างนี้ใกล้เข้ามาในตัวเมือง substrate เป็นทรายทั้งหมด (ภาพที่ 28, 31, 34 และ 35-52) จะเปลี่ยนแปลงไปบ้างในช่วงฤดูฝนที่มีกระแสน้ำไหลแรง พื้นทรายจะเปลี่ยนทิศทางไปตามกระแสน้ำ

จุดเก็บตัวอย่างที่ 10 ในปีที่ 1 (จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ในปีที่ 2 และ 3) สะพานชลประทาน

จุดเก็บตัวอย่างนี้อยู่ใกล้สะพานชลประทาน (ภาพที่ 28, 31, 34 และ 35-52) จึงมีร่มเงาจากตัวสะพานบ้าง substrate เป็นทรายบริเวณกว้าง มีกรวดแทรกอยู่บางบริเวณ ลักษณะของกรวดมีขนาดใหญ่กว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่นๆ การอัดตัวของ substrate ค่อนข้างอัดแน่น จึงไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงไปมากในแต่ละฤดู ถึงแม้ฤดูฝนน้ำไหลแรงแต่ substrate ก็ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

จุดเก็บตัวอย่างที่ 11 ในปีที่ 1 (ไม่ได้เลือกไว้ศึกษาในปีที่ 2 และ 3) สะพานบ้านป่าม่วง

บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง substrate เป็นทรายเต็มท้องน้ำ (ภาพที่ 28, 31, 34 และ 35-52) และมีลักษณะเป็นทรายละเอียด ส่วนบริเวณที่อยู่ปลายน้ำลงมาจะเป็นกรวดกลมขนาดใหญ่อยู่อัดกันแน่น อย่างไรก็ตามลักษณะท้องน้ำที่เป็นพื้นทรายละเอียดทำให้เปลี่ยนแปลงไปในฤดูฝนเมื่อมีกระแสน้ำไหลแรง

จุดเก็บตัวอย่างที่ 12 ในปีที่ 1 (จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ในปีที่ 2 และ 3) หมู่บ้านแม่สาหลวง

จุดเก็บตัวอย่างนี้ substrate เป็นทรายละเอียดล้วนๆ เช่นเดียวกับจุดเก็บตัวอย่างที่ 11 (ภาพที่ 28, 31, 34 และ 35-52) substrate มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ แต่กลับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

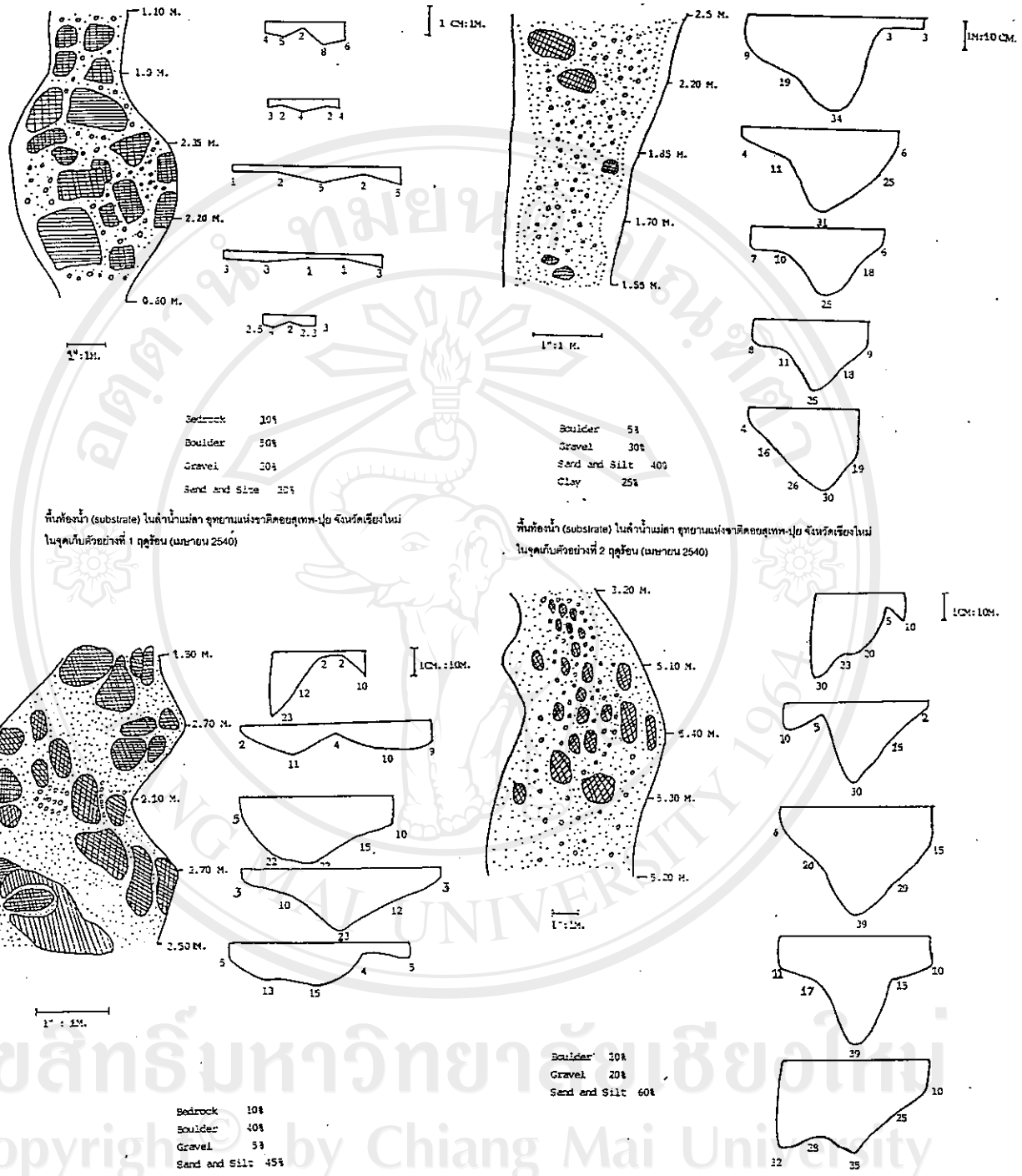
มิใช่เรื่องของกระแสน้ำหรือฤดูกาลเป็นหลัก แต่เกิดจากชาวบ้านพยายามกั้นริมตลิ่งซึ่งอยู่สูงจากลำน้ำมากทำให้ถล่มลงมา แต่ก็ปรากฏว่ามีหลายครั้งที่ตลิ่งซึ่งเป็นทรายเกี่ยวกันถล่มลงมา จึงทำให้ substrate เปลี่ยนแปลงไป อย่างไรก็ตาม substrate ก็ยังคงเป็นทรายละเอียดเช่นเดิม

ผลของ substrate ต่อการกระจายของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายขนาดใหญ่ ไดอะตอมพื้นท้องน้ำ และแพลงตอนสัตว์

จากการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายขนาดใหญ่ ไดอะตอมพื้นท้องน้ำ และแพลงก์ตอนสัตว์ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะพื้นท้องน้ำโดยตรง แต่จะมีความสัมพันธ์กับความเร็วของกระแสน้ำ ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่จะมีความสัมพันธ์กับลักษณะพื้นท้องน้ำอย่างเด่นชัด โดยสาหร่ายขนาดใหญ่ชนิดเส้นสายจะมีการเจริญอยู่บน substrate ที่มีลักษณะแข็ง เช่น *Batrachospermum* spp. และ *Nemalionopsis shawii* ที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 หมู่บ้านกองแหะ จะมี holdfast ที่เกาะติดกับก้อนหินขนาดเล็ก ซึ่ง Sheath *et al.* (1994) ได้อธิบายว่าสาหร่ายสีแดงในน้ำจืดจะเกาะติดกับ substrate ที่อยู่นิ่งกับที่ และทัลลัสจะเจริญยาวไปตามทิศทางการไหลของน้ำ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นท้องน้ำจะมีผลกระทบโดยตรงต่อสาหร่ายสีแดง *Compsopogon coeruleus* ที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที 2 (สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ) จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (สะพานชลประทาน) และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (หมู่บ้านแม่สาหลวง) จะพบในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาว โดยจะเจริญเกาะติดกับกรวดและก้อนหิน แต่หลังจากเข้าสู่ฤดูฝนลักษณะพื้นท้องน้ำจะเปลี่ยนไปเป็นทราย ทำให้ไม่พบ *Compsopogon coeruleus* เจริญในแหล่งอาศัยเดิมเลย จนกระทั่งหมดฤดูฝนแล้วก็ตาม ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ชนิดอื่น ๆ เช่น *Cladophora glomerata*, *Microspora floccosa* และ *Mougeotia scalaris* มีการเจริญเกาะติดบน substrate ที่เป็นหินเช่นเดียวกัน Entwisle (1989) รายงานว่าสาหร่ายขนาดใหญ่สีเขียวจะพบการเจริญในแหล่งน้ำไหล โดยเกาะติดกับ substrate ที่แข็ง เช่นหิน หรือรากไม้เท่านั้น ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ที่เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีลักษณะเป็นเส้นสาย เช่น *Oscillatoria* spp. ที่พบในลำน้ำแม่สา จะเจริญอยู่บนก้อนหินที่มีดินปกคลุมอยู่ ซึ่ง Kovacik and Komarek (1988) รายงานว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะเจริญเกาะติดกับ substrate ที่แข็ง เช่น ก้อนหิน หรืออ่อนนุ่ม เช่นดินได้ ในทำนองเดียวกัน สาหร่ายขนาดใหญ่สีเขียวแกมน้ำเงินที่มีลักษณะการเจริญแบบเป็นเมือก เช่น *Cylindrospermum* spp. จะเจริญอยู่บนดินริมฝั่งที่มีน้ำกระเซ็นถึงเท่านั้น

สำหรับสิ่งมีชีวิตในกลุ่มไดอะตอมพื้นท้องน้ำ ลักษณะของพื้นท้องน้ำมีผลต่อการกระจายของสิ่งมีชีวิตในกลุ่มนี้มาก ไดอะตอมในกลุ่มนี้จะเกาะอยู่กับพื้นท้องน้ำที่ต่างกัน อาจเคลื่อนที่หรือเกาะติดอยู่กับที่ แตกต่างกันตามชนิดของไดอะตอม พื้นท้องน้ำในแหล่งน้ำไหล อาจมีลักษณะเป็นก้อนหินขนาดใหญ่ กรวดก้อนเล็ก ๆ ทราย โคลน เลน หรืออาจมีซากพืชซากสัตว์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ฤดูร้อน (เมษายน 2540)

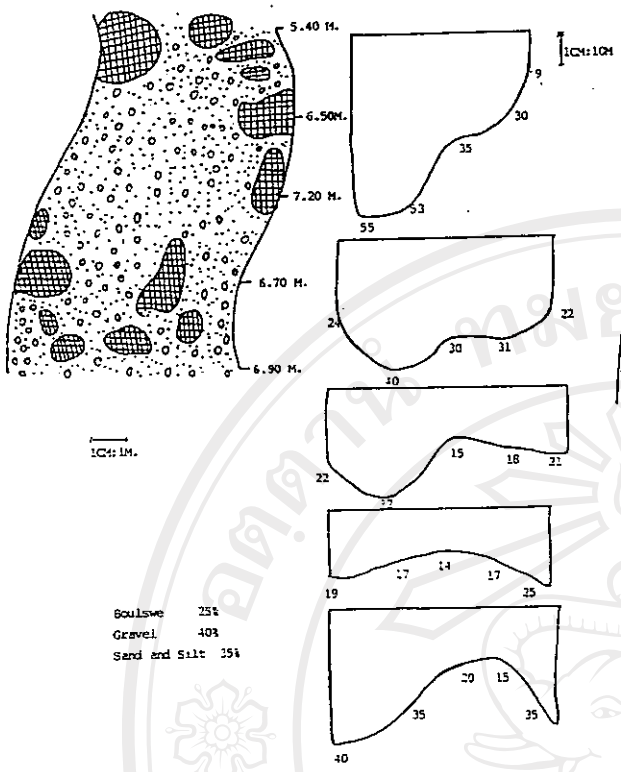
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ฤดูร้อน (เมษายน 2540)

พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ฤดูร้อน (เมษายน 2540)

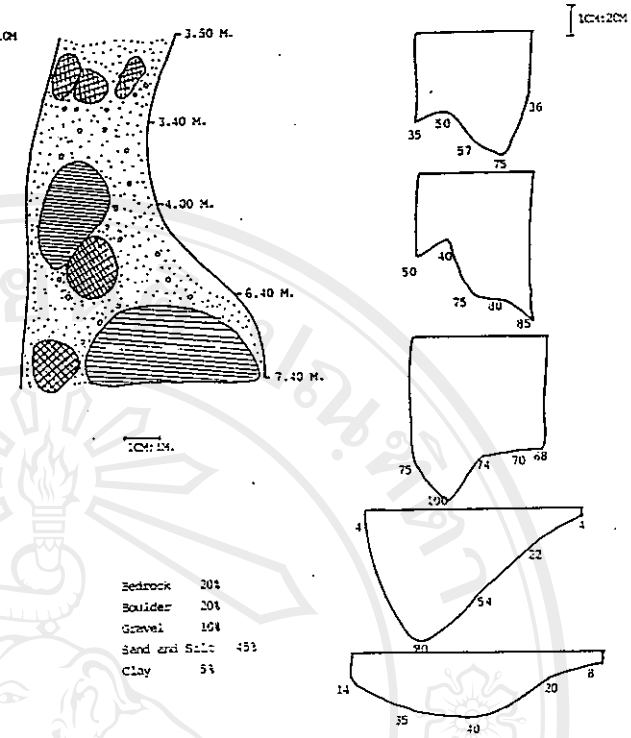
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ฤดูร้อน (เมษายน 2540)

ภาพที่ 26 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างฤดูร้อน

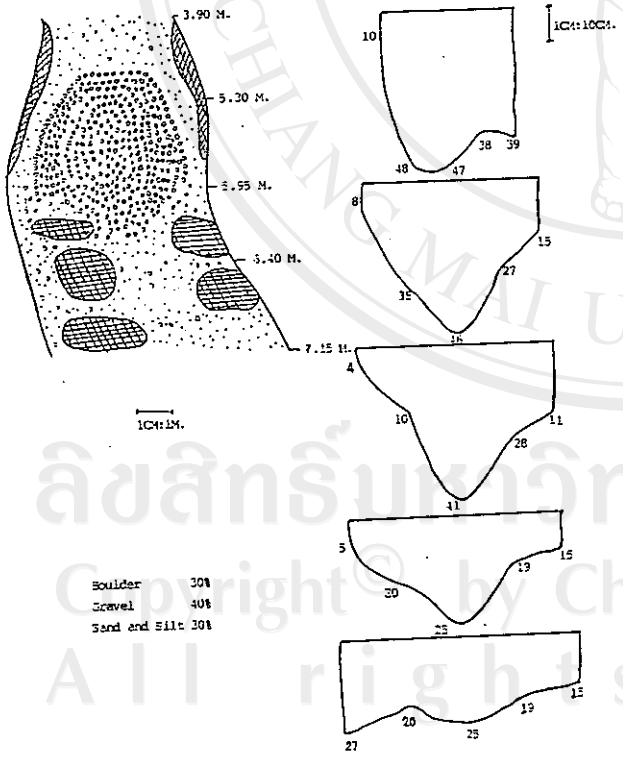
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



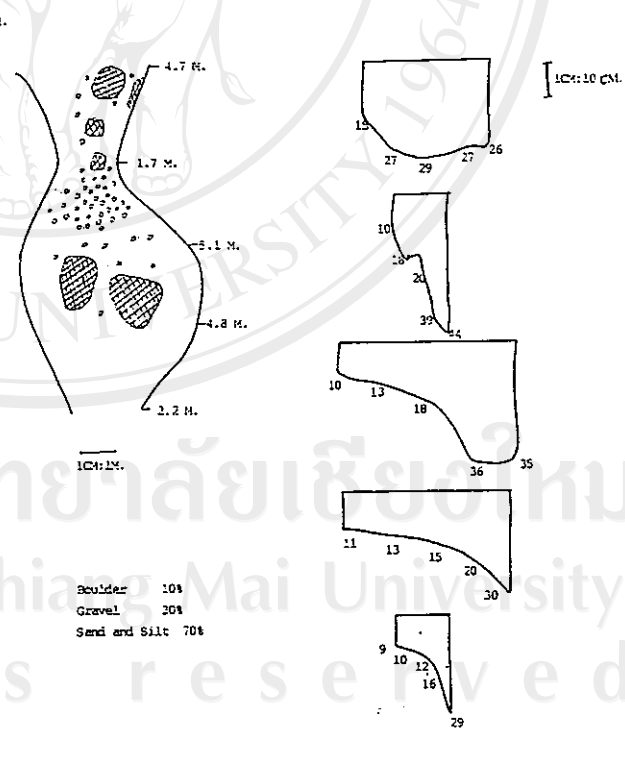
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ฤดูร้อน (เมษายน 2540)



พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ฤดูร้อน (เมษายน 2540)



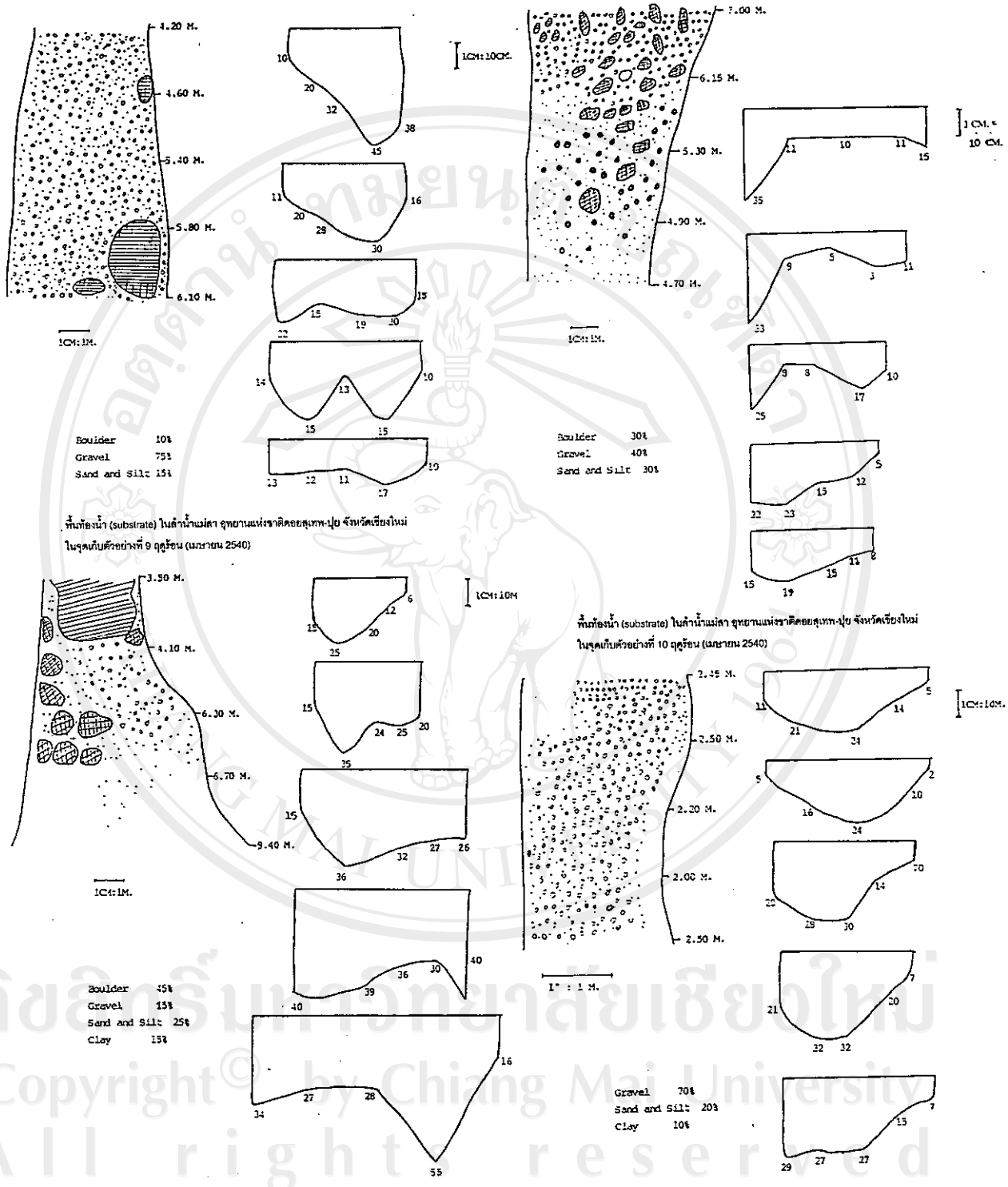
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ฤดูร้อน (เมษายน 2540)



พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 ฤดูร้อน (เมษายน 2540)

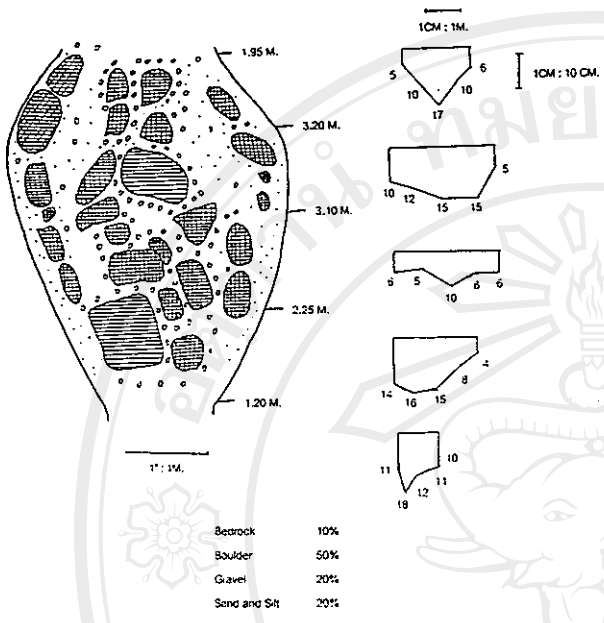
ภาพที่ 27 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างฤดูร้อน (ต่อ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



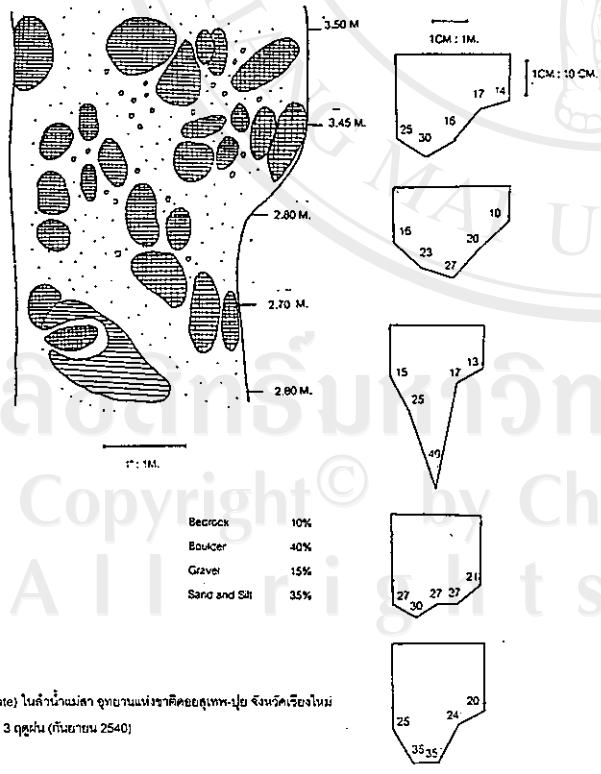
ภาพที่ 28 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างฤดูร้อน (ต่อ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

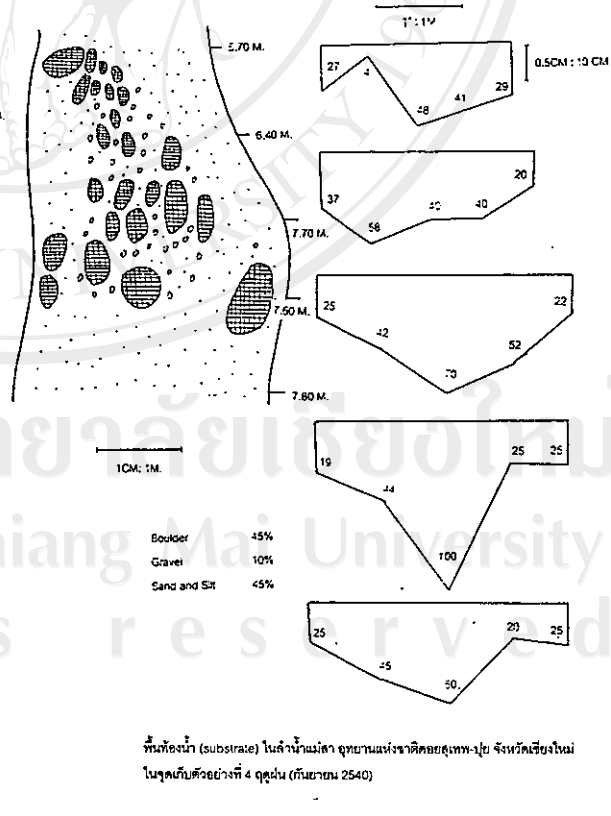


พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ฤดูฝน (กันยายน 2540)

พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ฤดูฝน (กันยายน 2540)



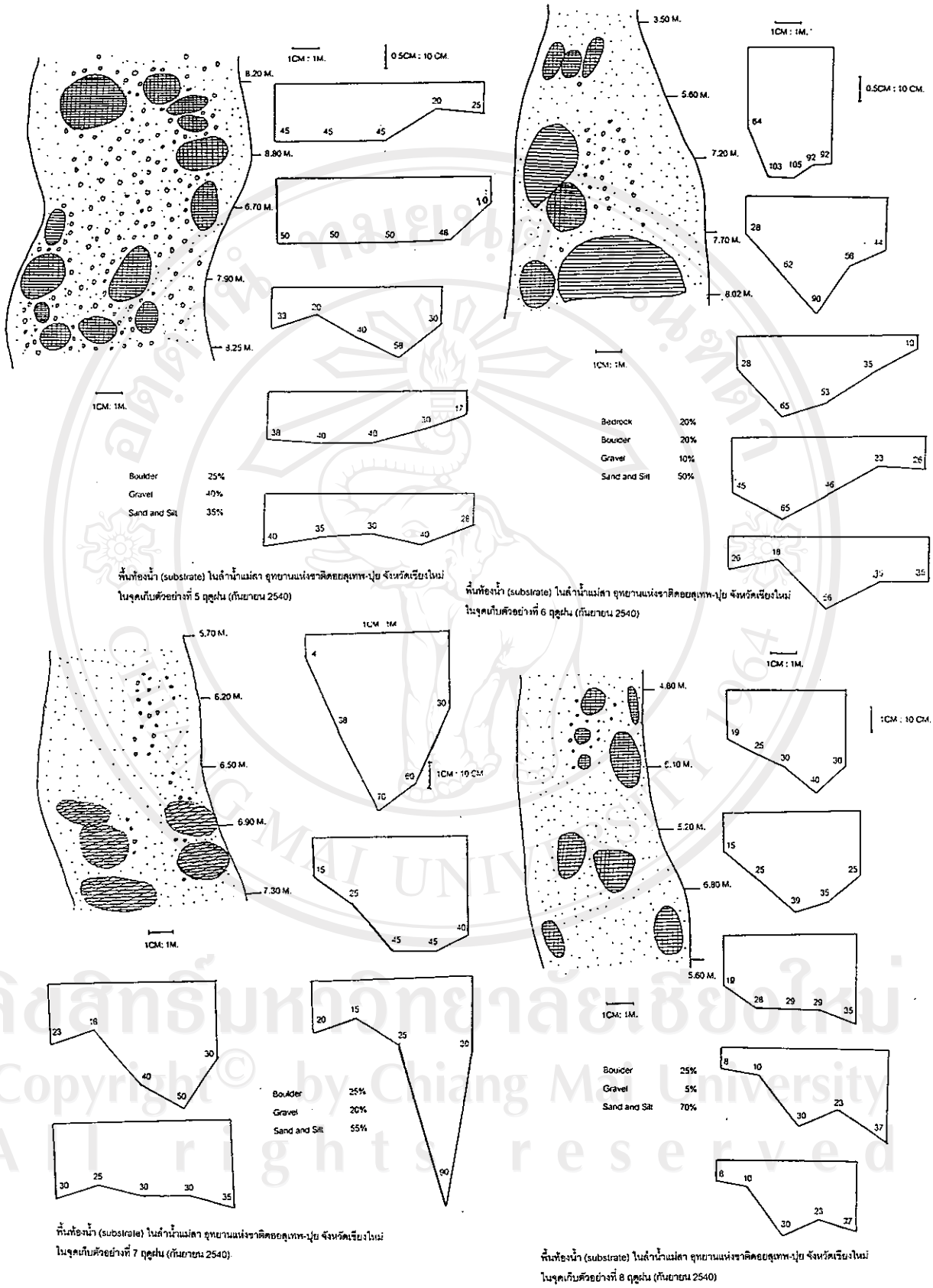
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ฤดูฝน (กันยายน 2540)



พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ฤดูฝน (กันยายน 2540)

ภาพที่ 29 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างฤดูฝน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ฤดูฝน (กันยายน 2540)

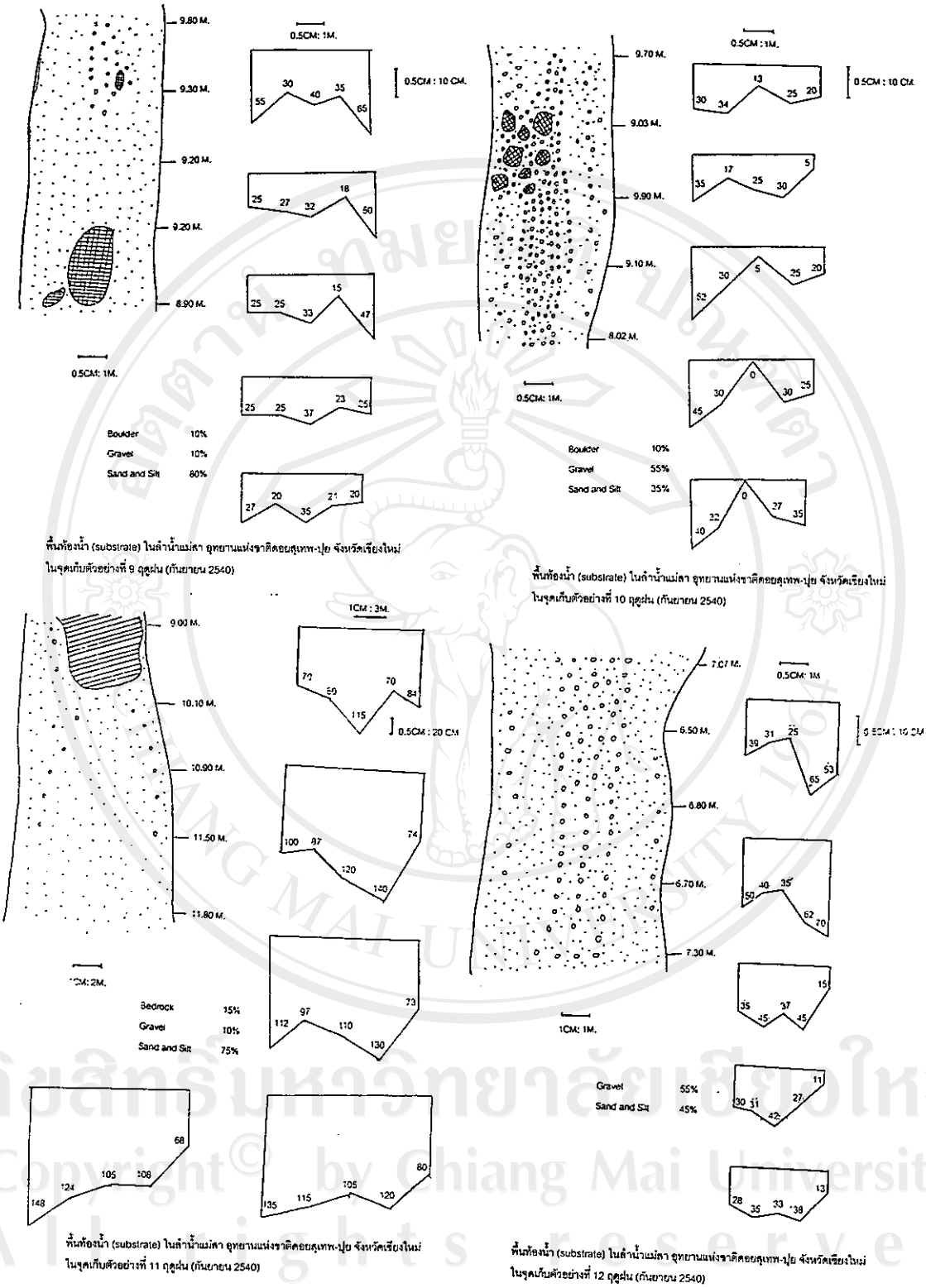
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ฤดูฝน (กันยายน 2540)

พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ฤดูฝน (กันยายน 2540)

พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 ฤดูฝน (กันยายน 2540)

ภาพที่ 30 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างฤดูฝน (ต่อ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 9 ฤดูฝน (กันยายน 2540)

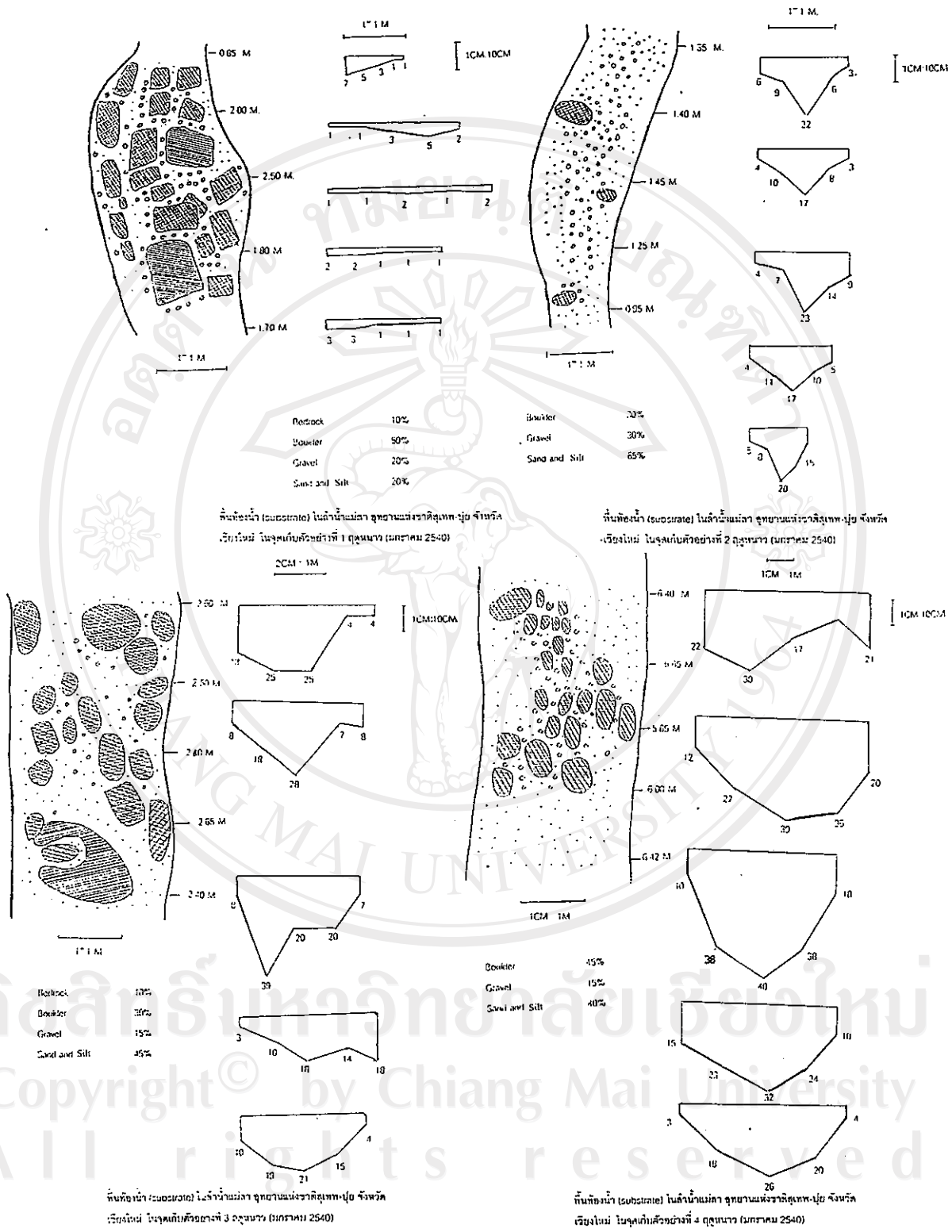
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 10 ฤดูฝน (กันยายน 2540)

พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 11 ฤดูฝน (กันยายน 2540)

พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 12 ฤดูฝน (กันยายน 2540)

ภาพที่ 31 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างฤดูฝน (ต่อ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ฤดูหนาว (มกราคม 2540)

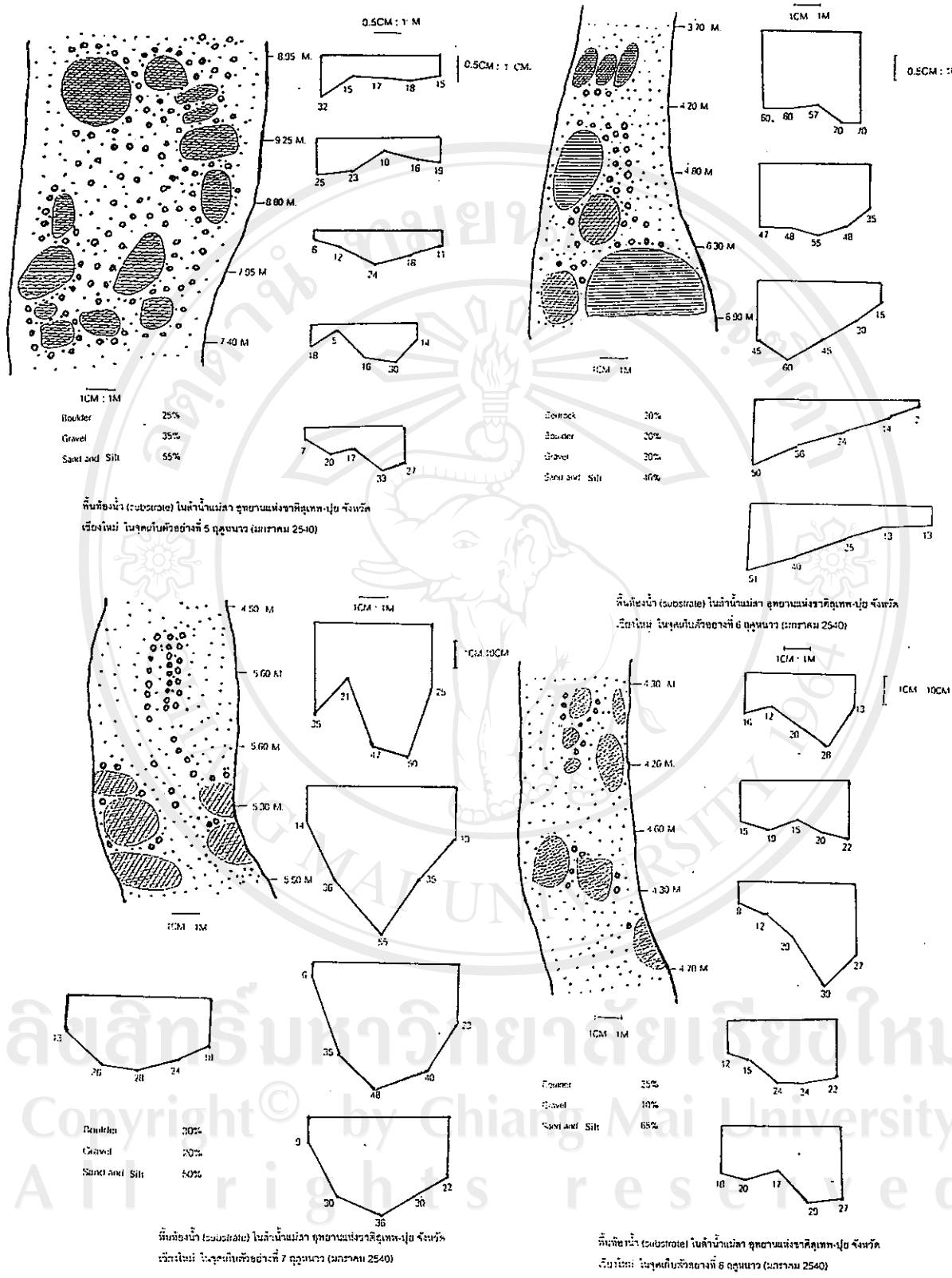
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ฤดูหนาว (มกราคม 2540)

พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ฤดูหนาว (มกราคม 2540)

พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ฤดูหนาว (มกราคม 2540)

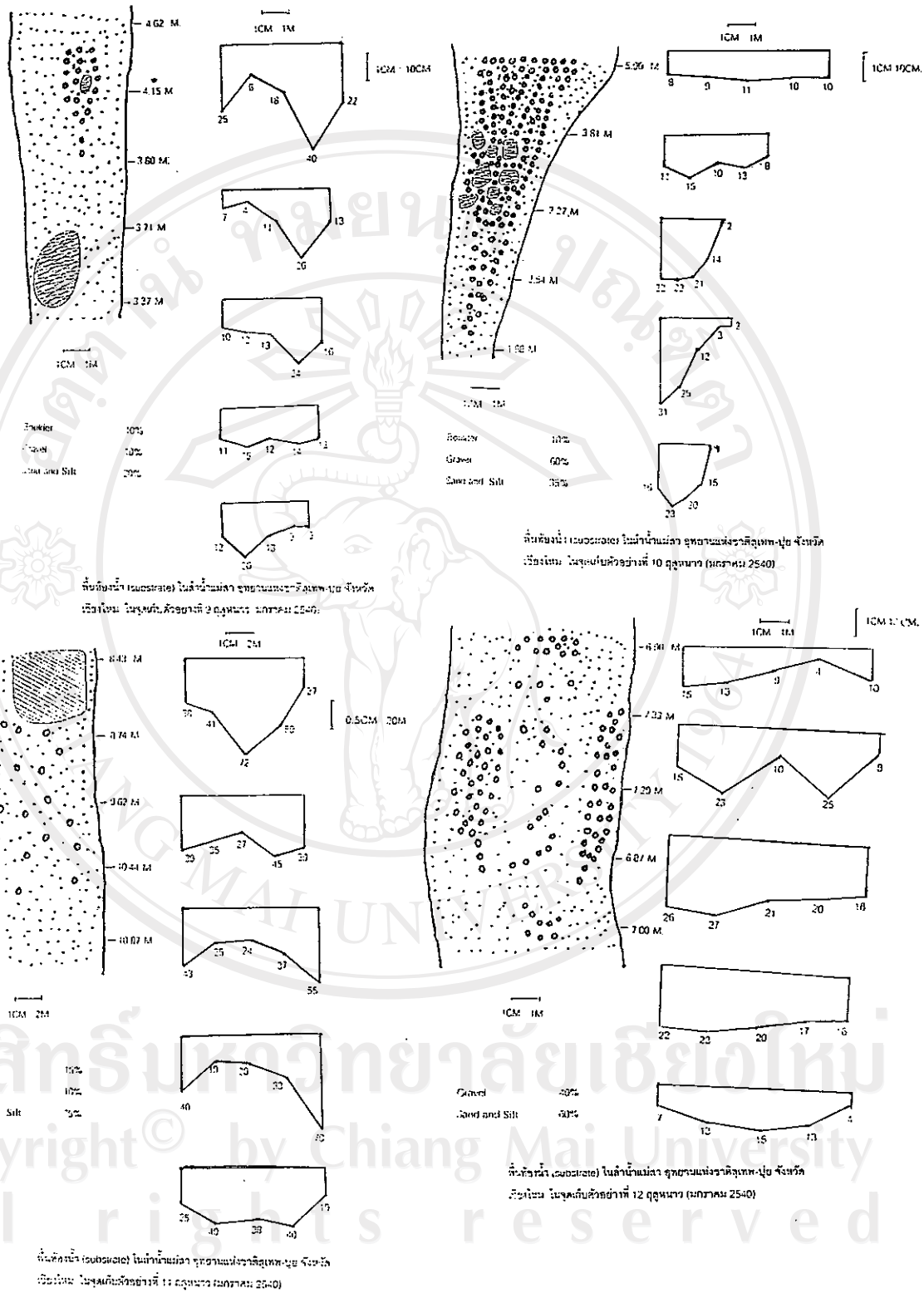
ภาพที่ 32 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างฤดูหนาว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



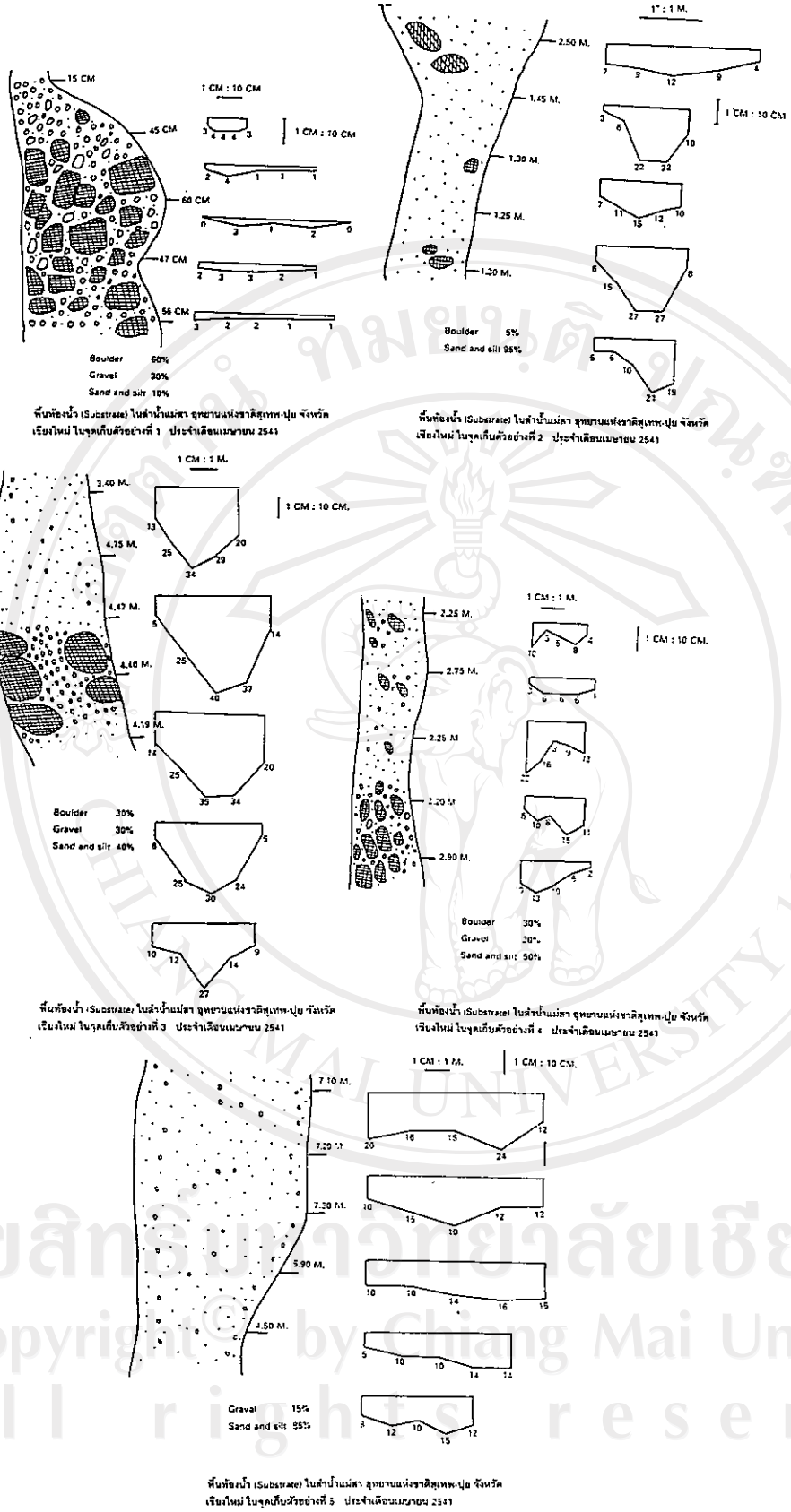
ภาพที่ 33 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างฤดูหนาว (ต่อ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 34 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างฤดูหนาว (ต่อ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



พื้นท้องน้ำ (Substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ประจำเดือนเมษายน 2541

พื้นท้องน้ำ (Substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ประจำเดือนเมษายน 2541

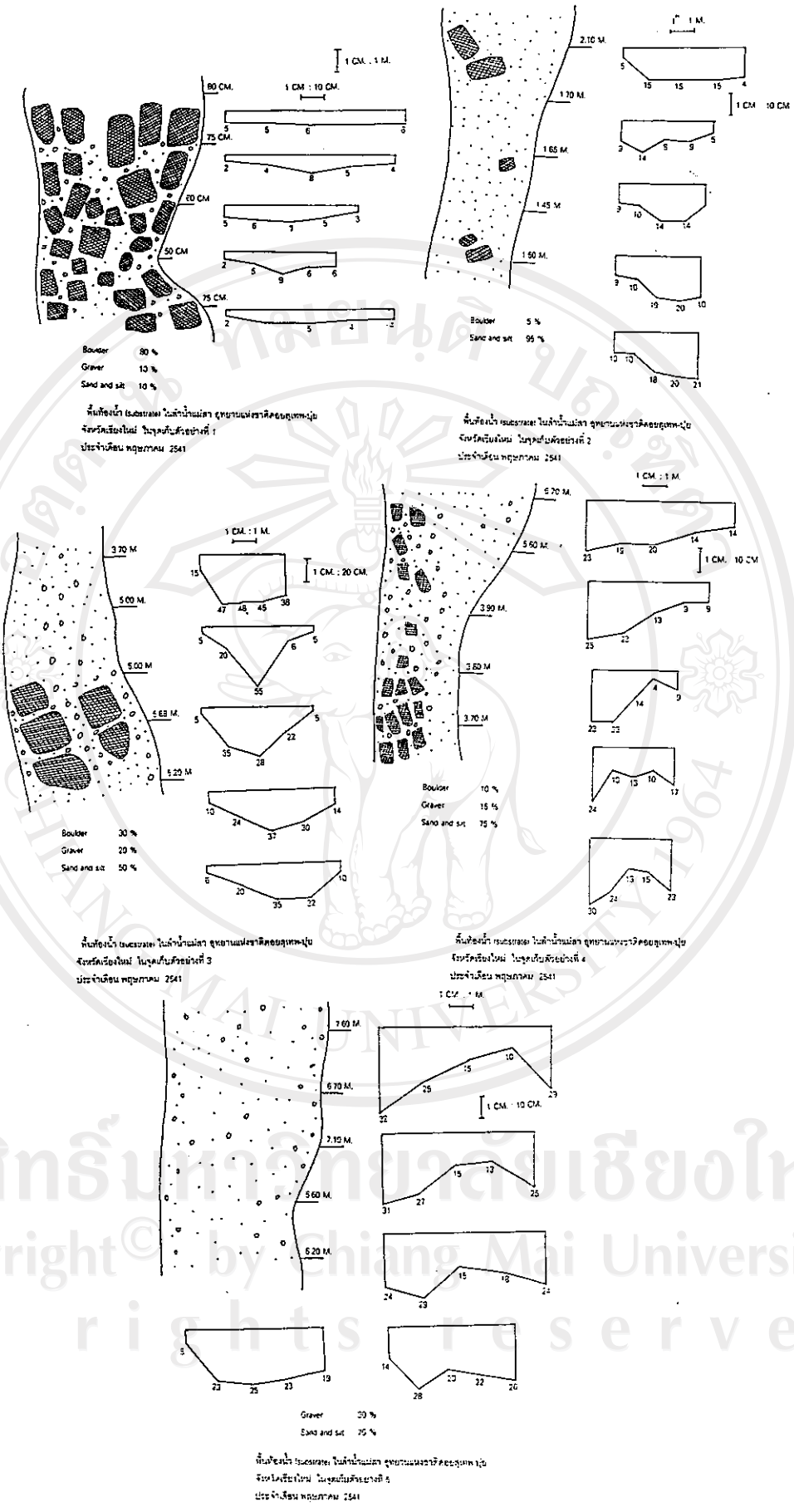
พื้นท้องน้ำ (Substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ประจำเดือนเมษายน 2541

พื้นท้องน้ำ (Substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ประจำเดือนเมษายน 2541

พื้นท้องน้ำ (Substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ประจำเดือนเมษายน 2541

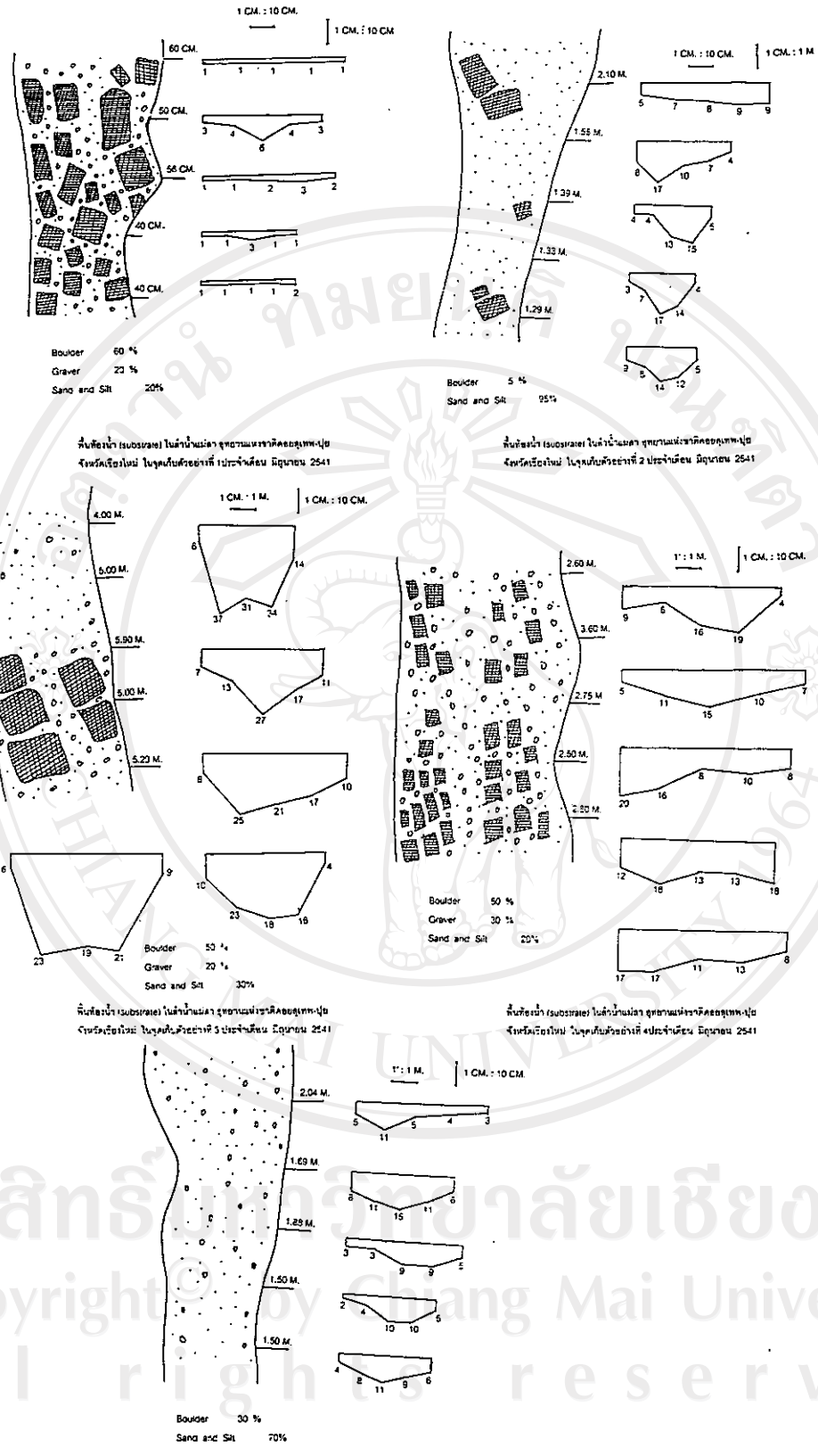
ภาพที่ 35 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนเมษายน 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



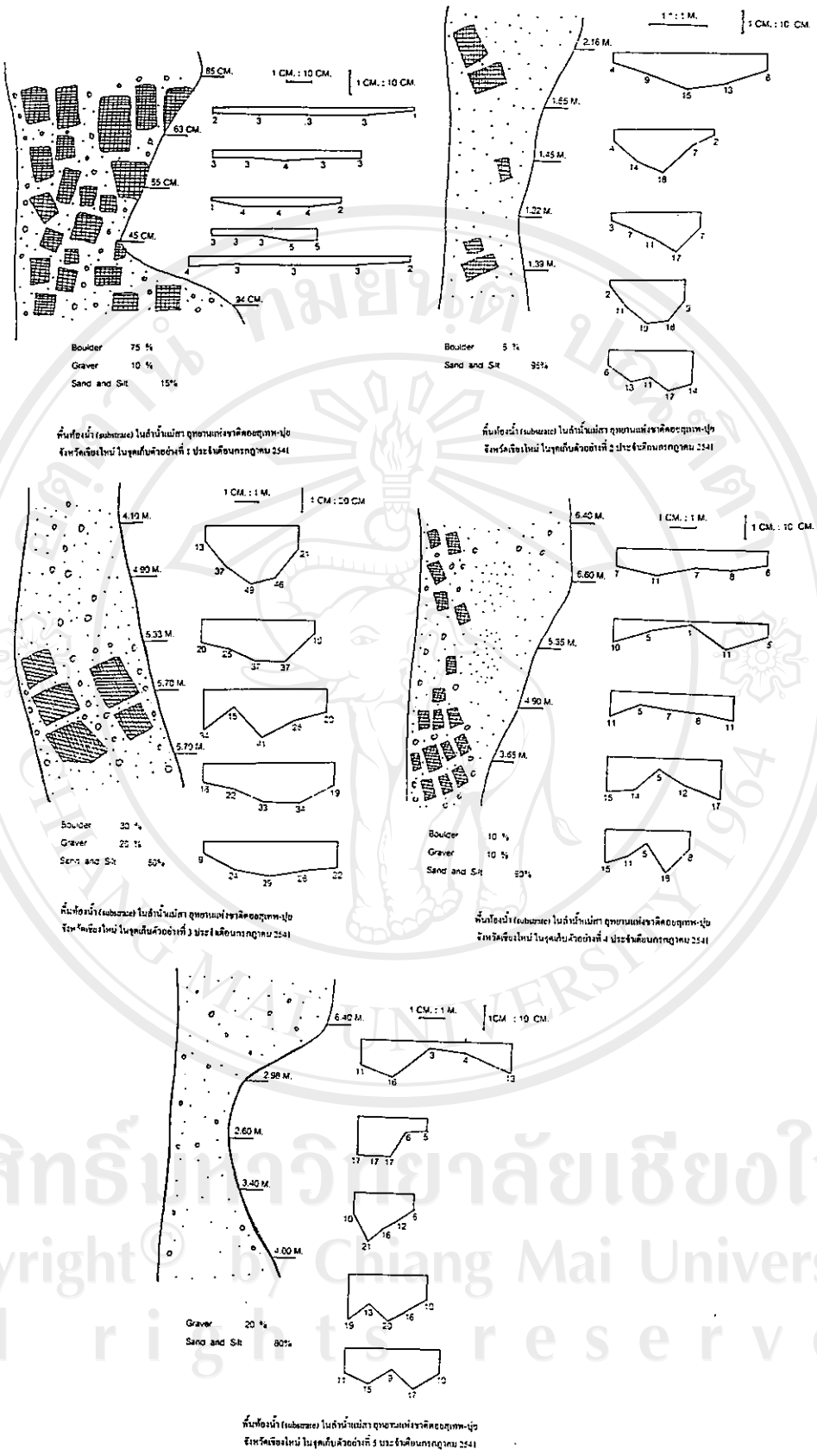
ภาพที่ 36 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนพฤษภาคม 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 37 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนมิถุนายน 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ประจำเดือนกรกฎาคม 2541

พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ประจำเดือนกรกฎาคม 2541

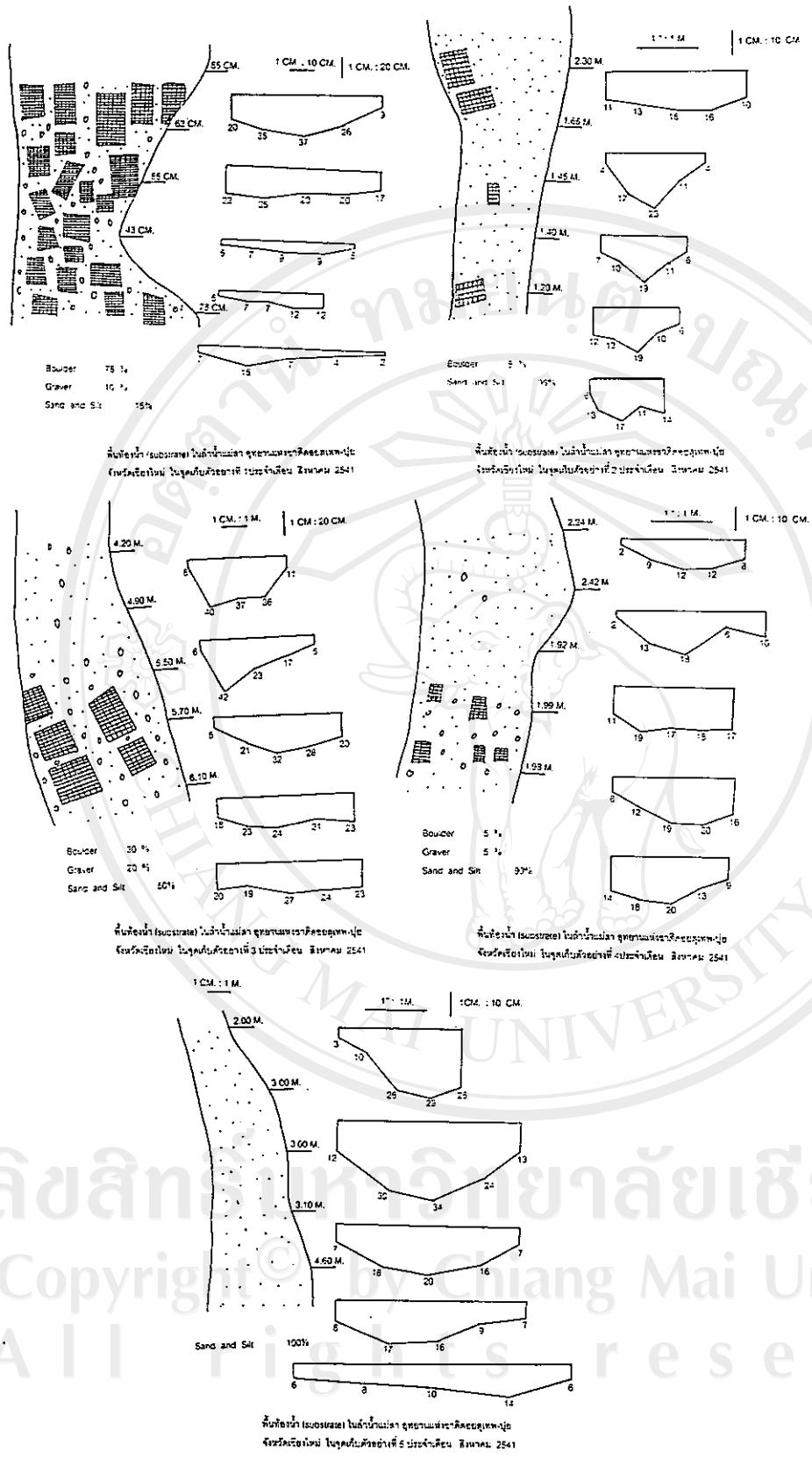
พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ประจำเดือนกรกฎาคม 2541

พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ประจำเดือนกรกฎาคม 2541

พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ประจำเดือนกรกฎาคม 2541

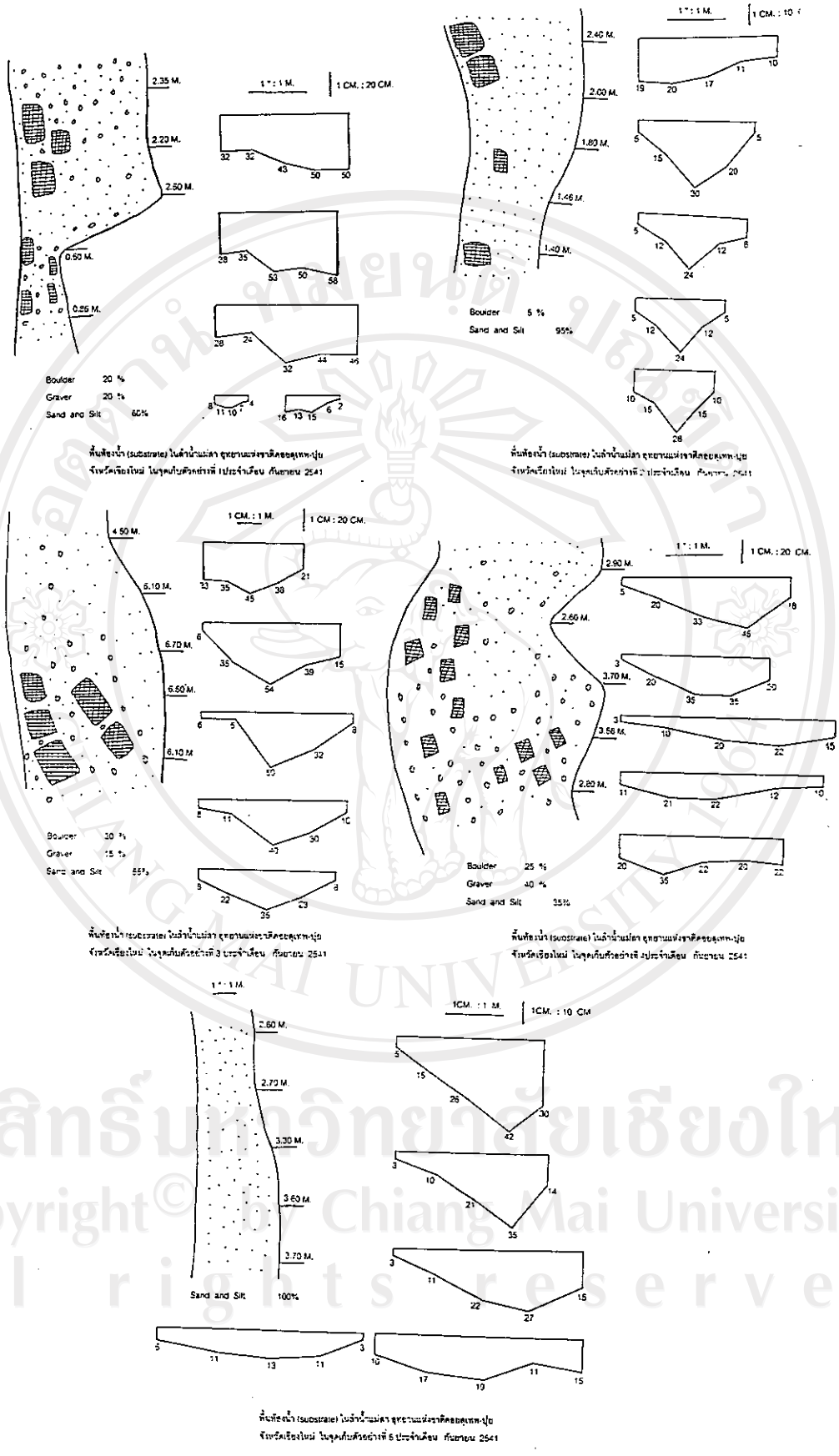
ภาพที่ 38 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนกรกฎาคม 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



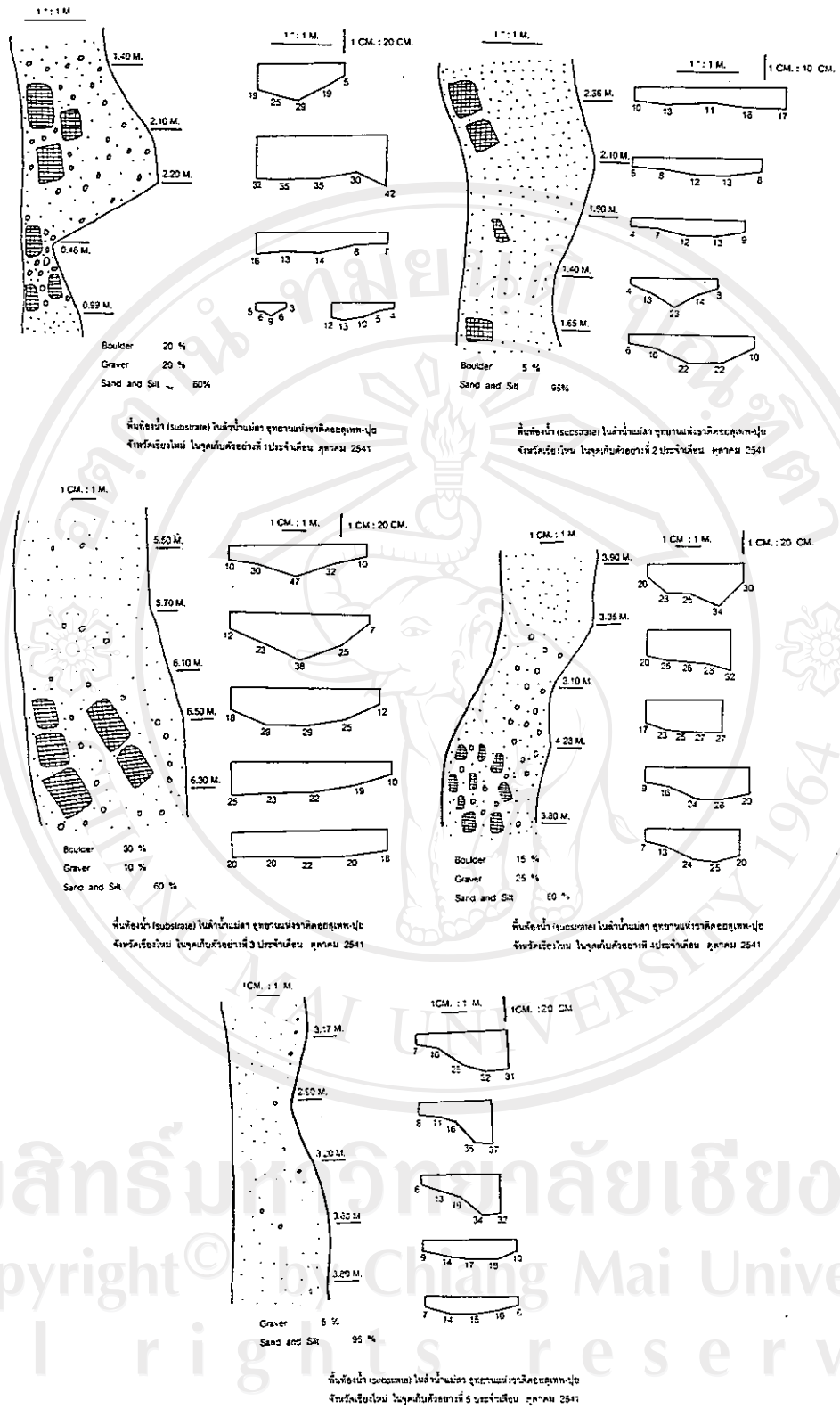
ภาพที่ 39 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนสิงหาคม 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



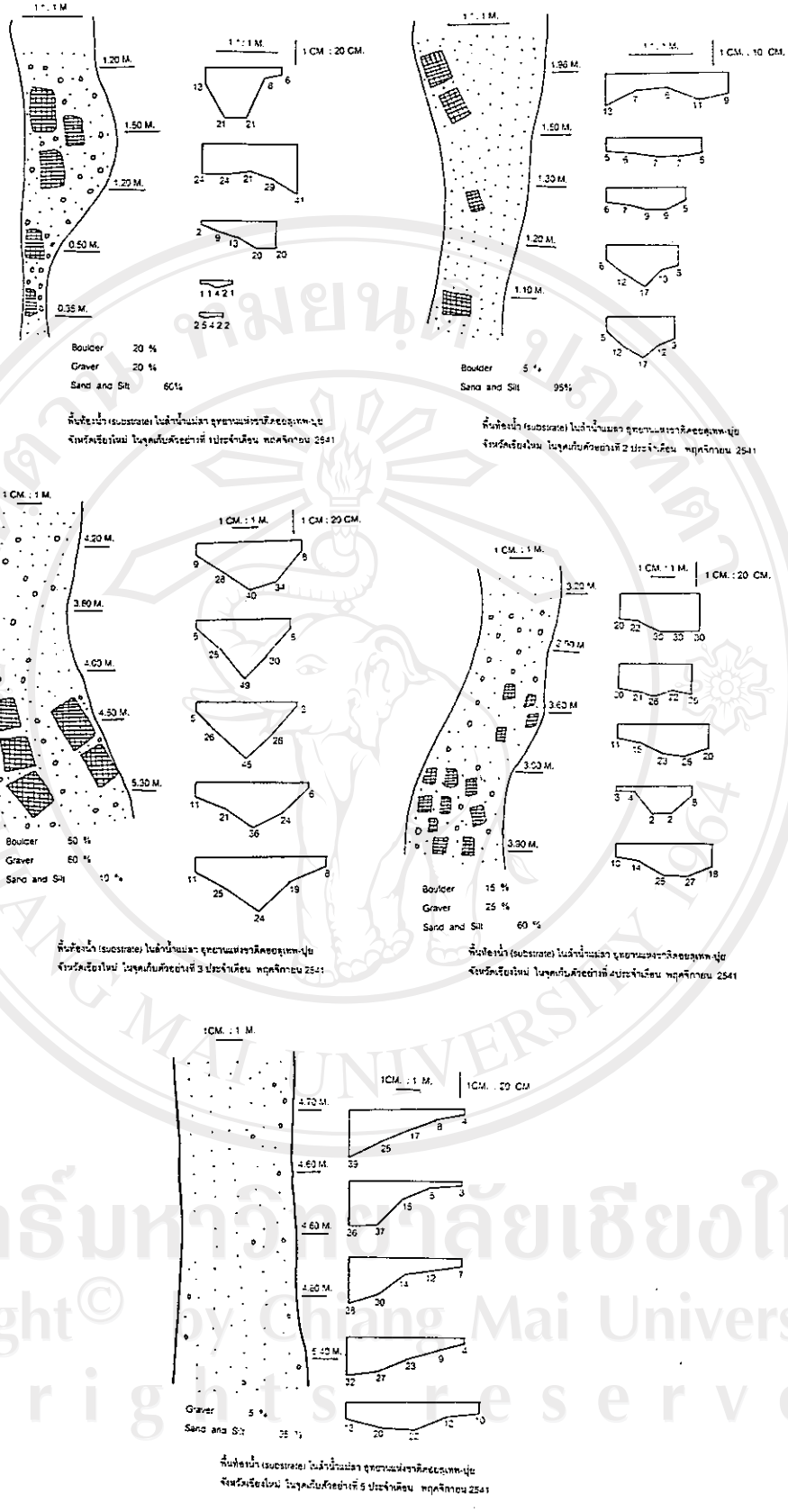
ภาพที่ 40 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนกันยายน 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



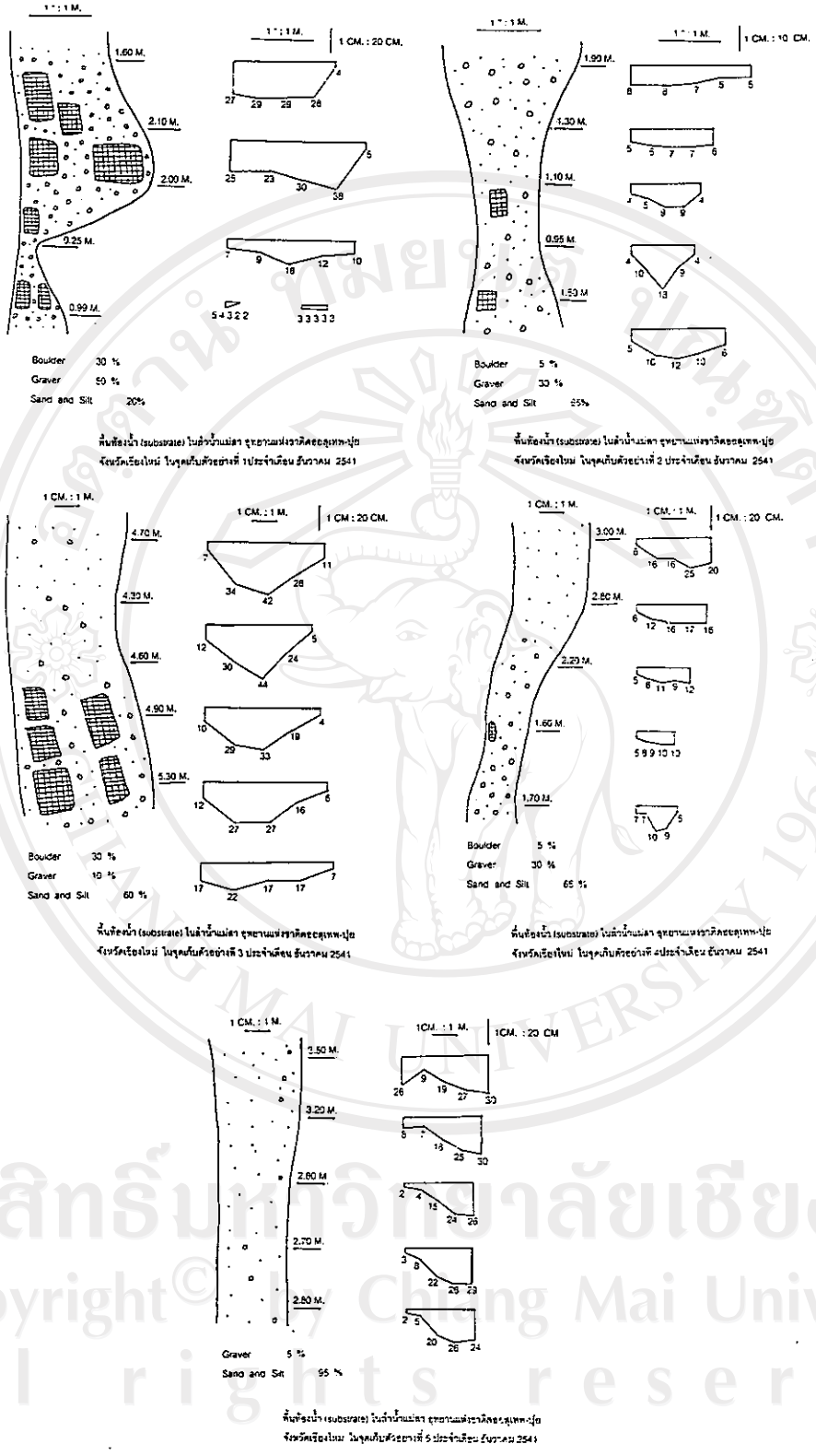
ภาพที่ 41 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนตุลาคม 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 42 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนพฤศจิกายน 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ประจำเดือน ธันวาคม 2541

พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ประจำเดือน ธันวาคม 2541

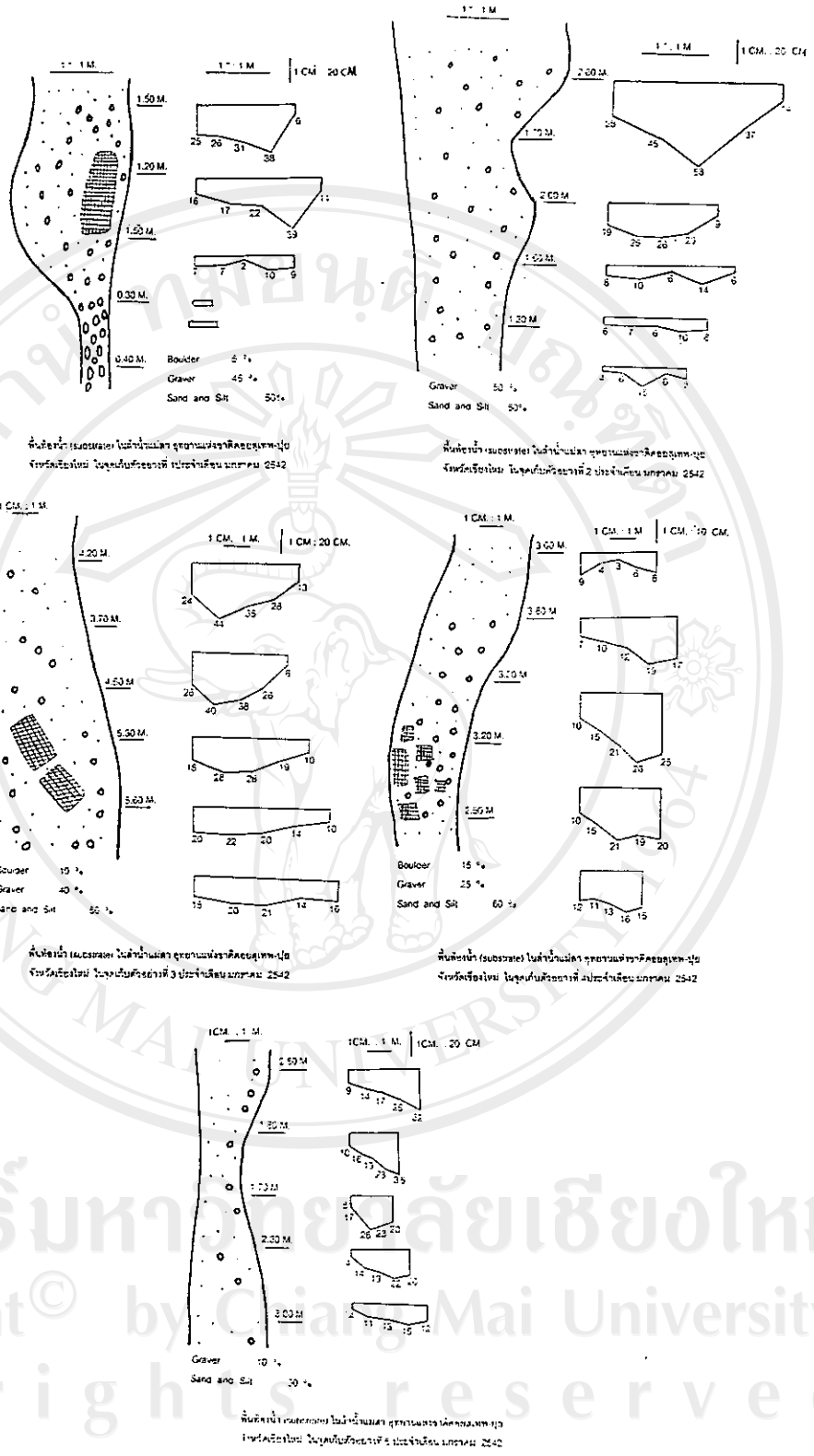
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ประจำเดือน ธันวาคม 2541

พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ประจำเดือน ธันวาคม 2541

พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ประจำเดือน ธันวาคม 2541

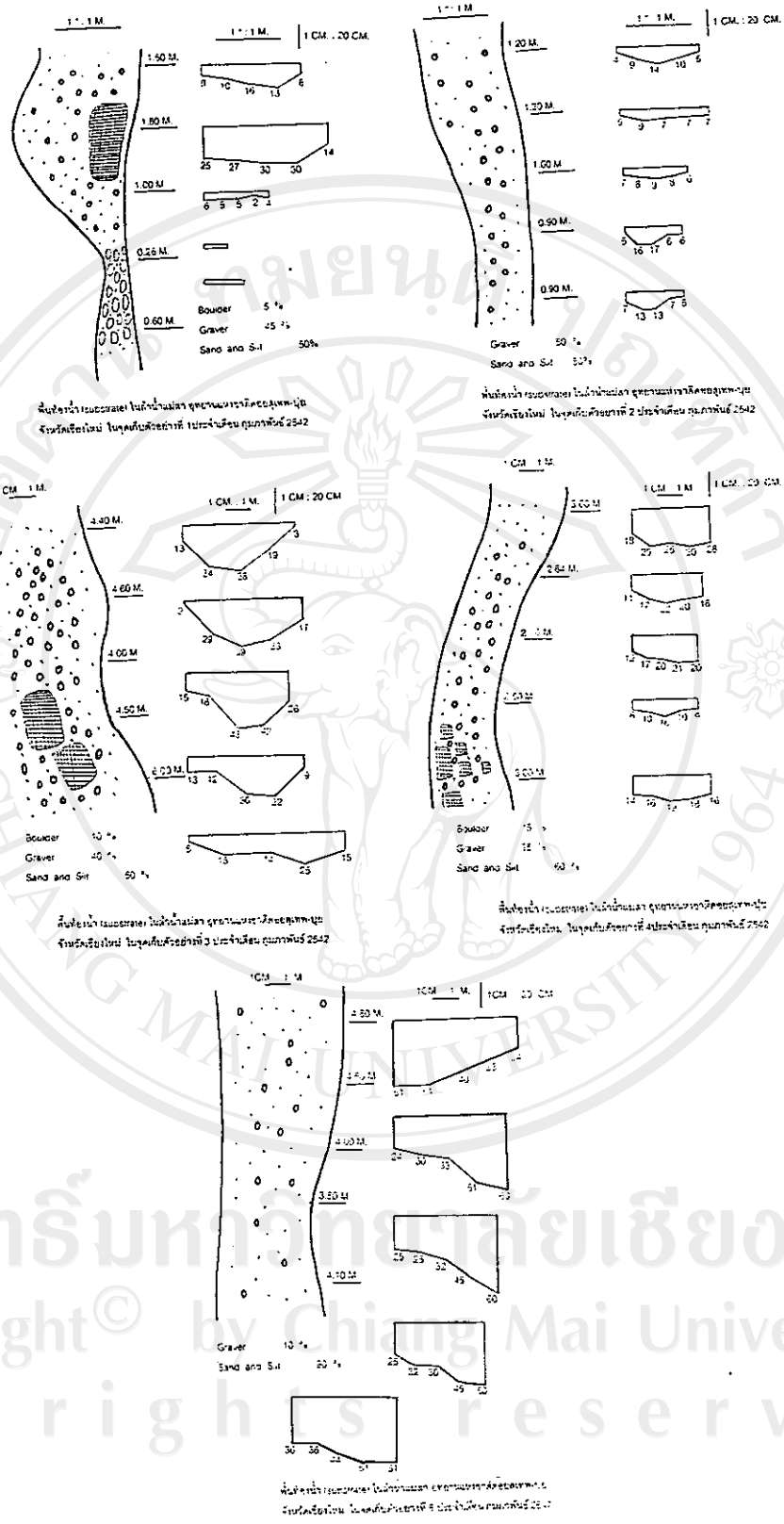
ภาพที่ 43 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนธันวาคม 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



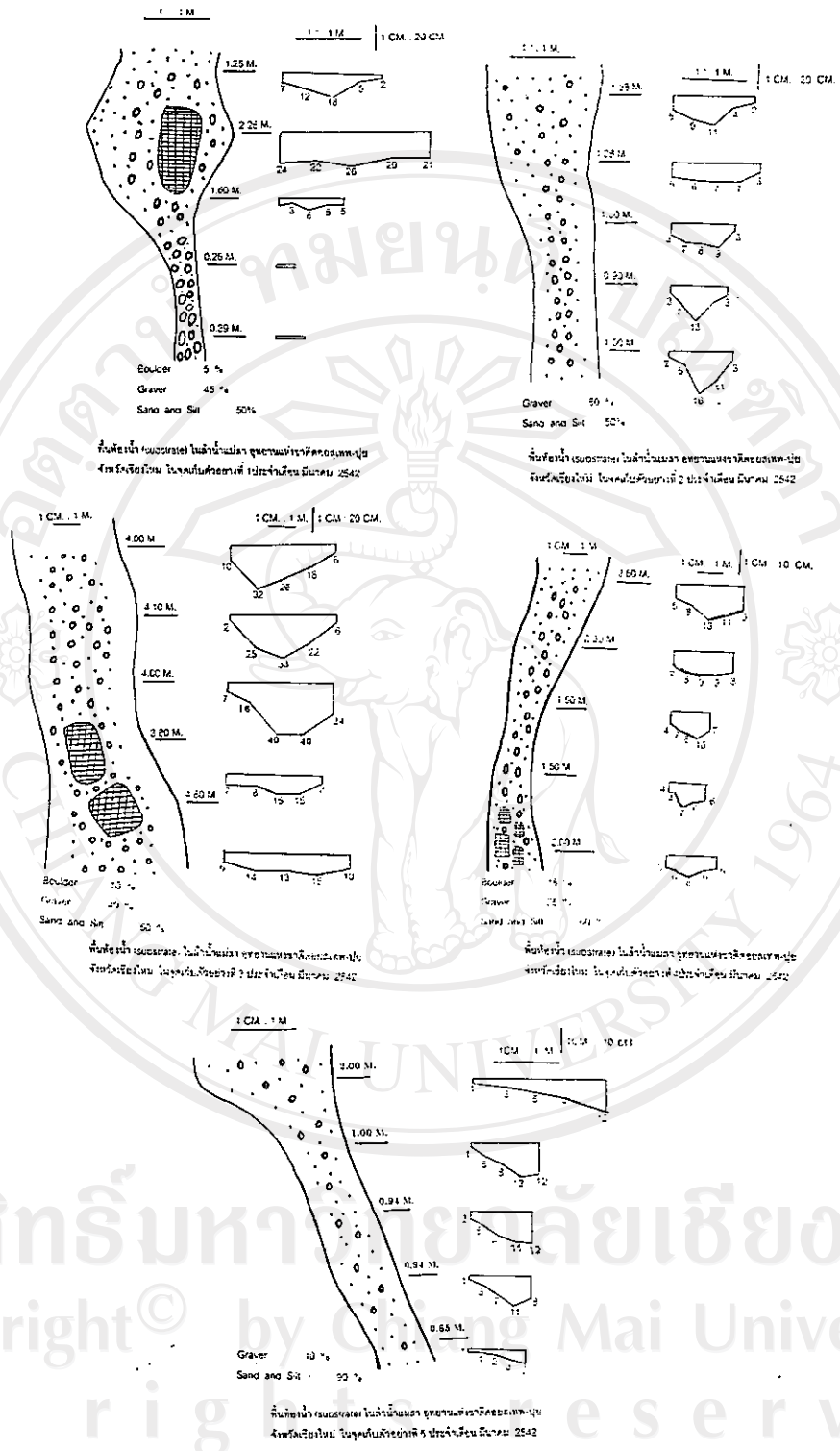
ภาพที่ 44 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนมกราคม 2542

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



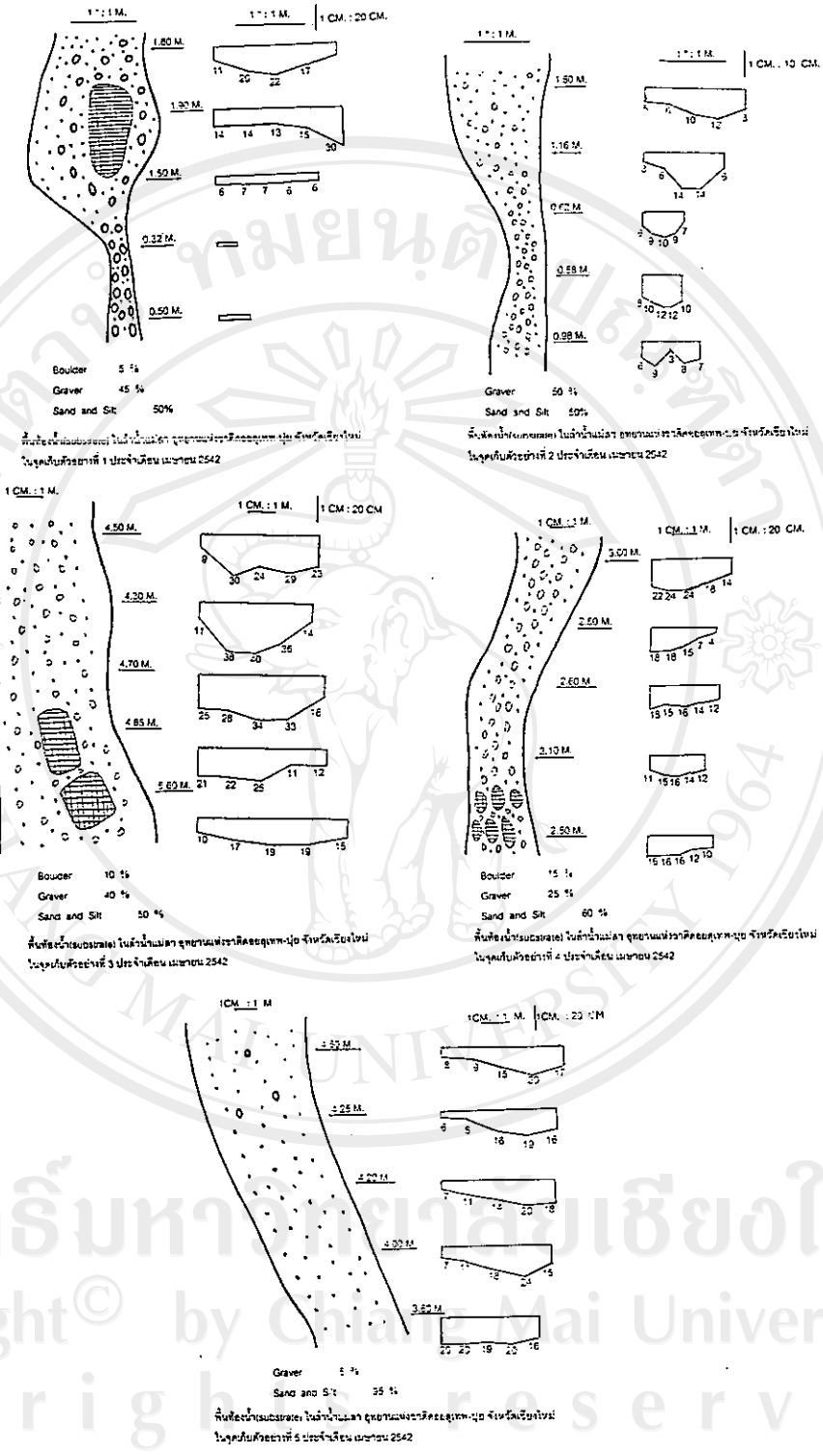
ภาพที่ 45 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนกุมภาพันธ์ 2542

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



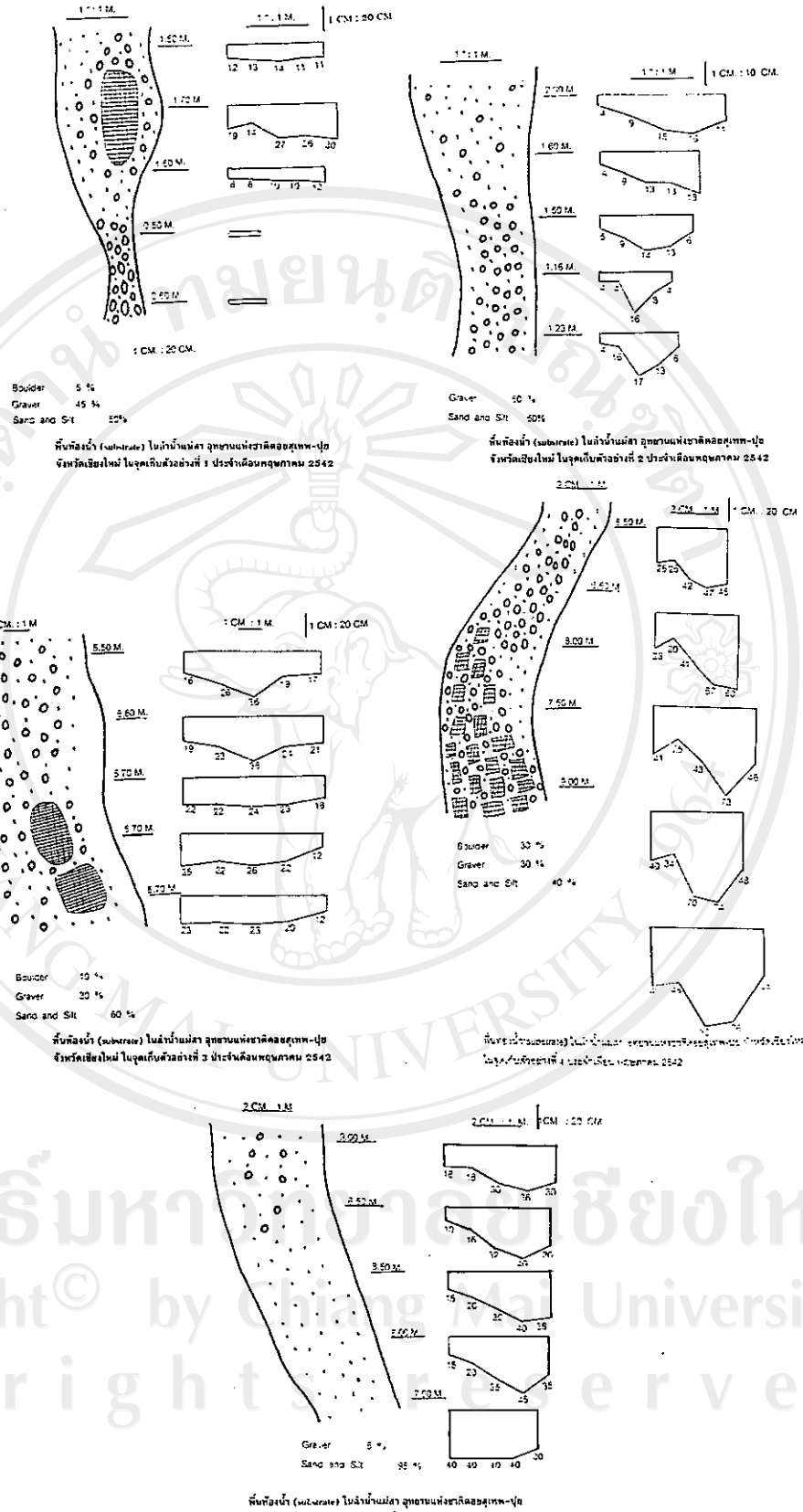
ภาพที่ 46 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนมีนาคม 2542

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



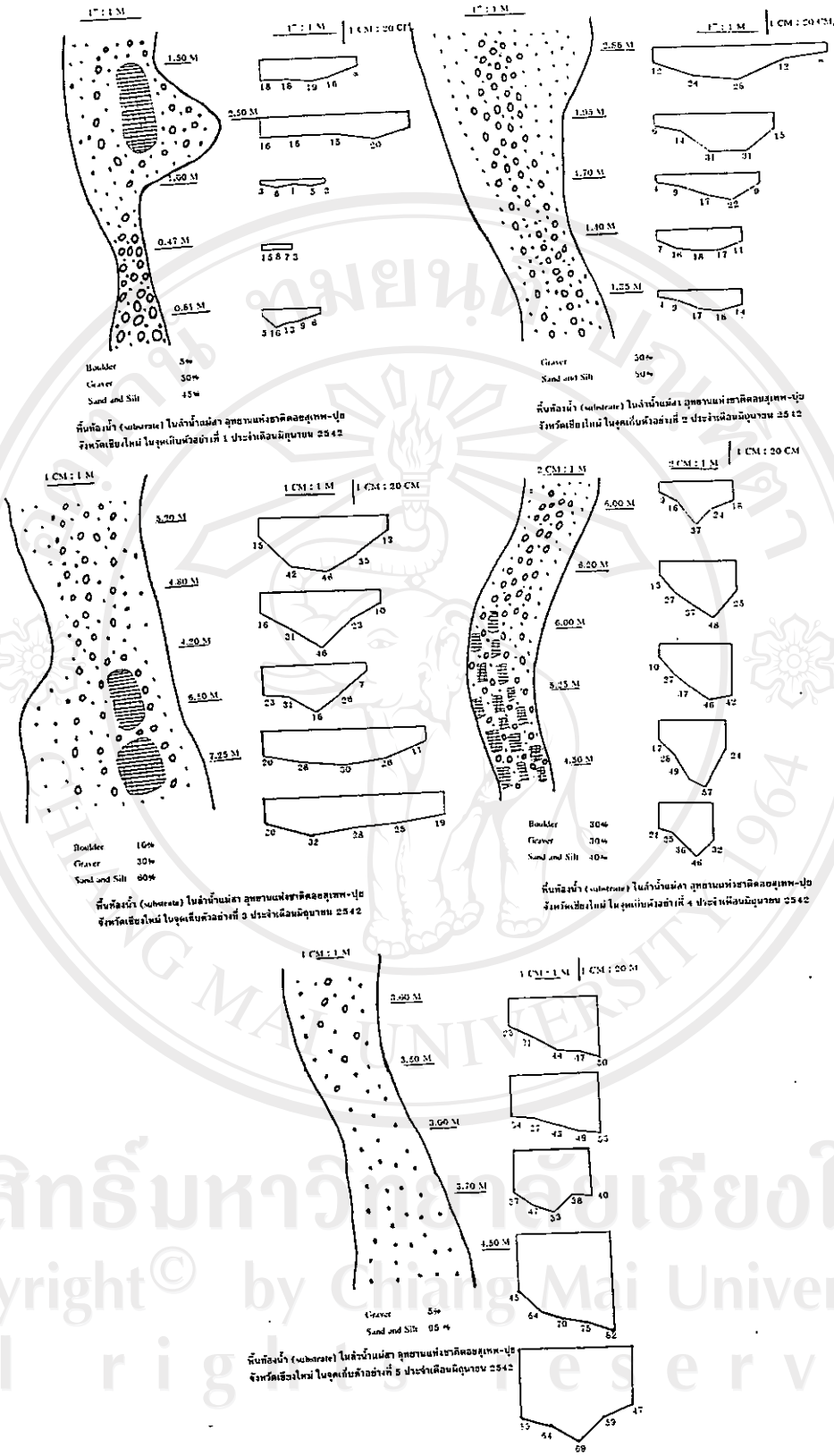
ภาพที่ 47 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนเมษายน 2542

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



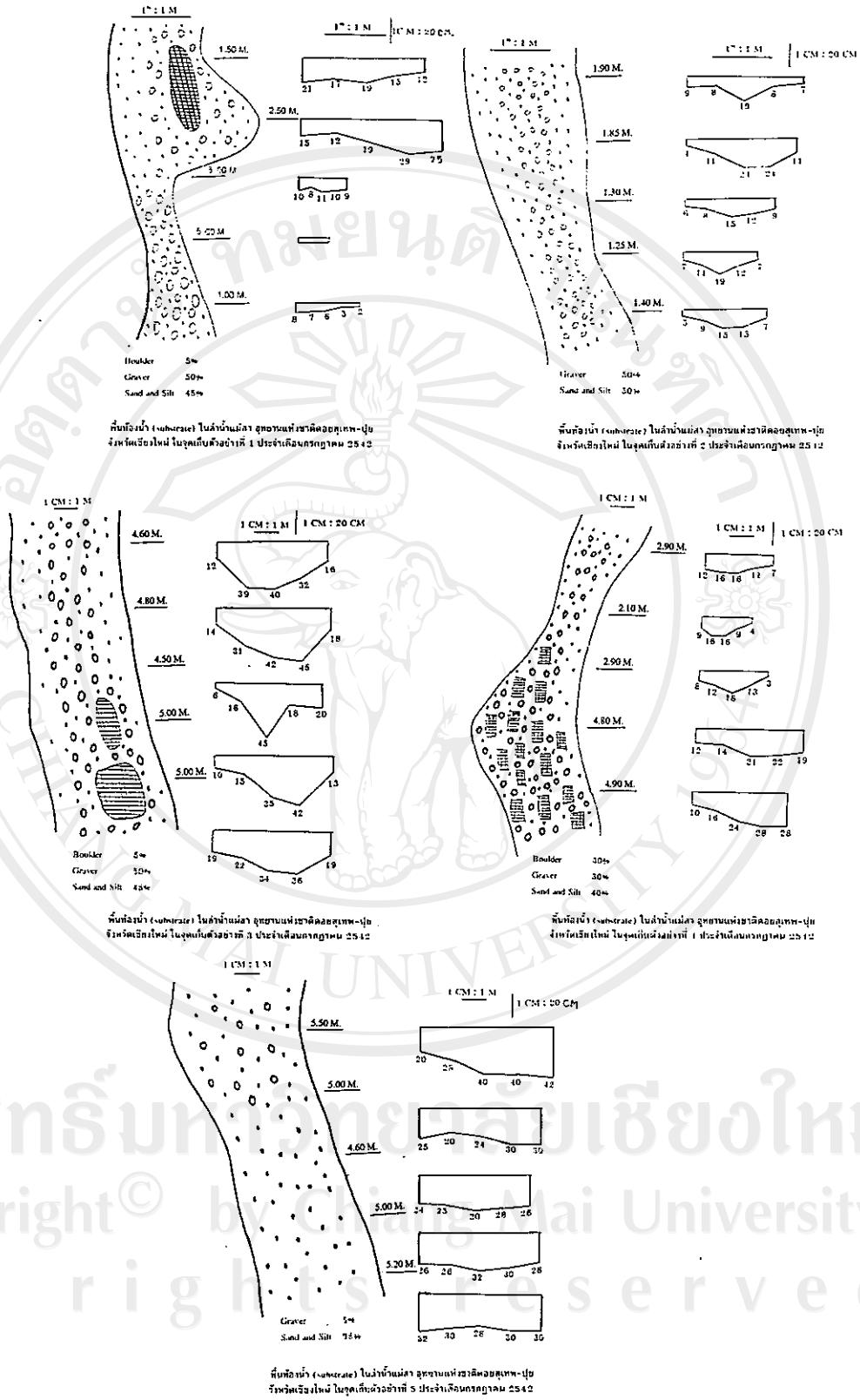
ภาพที่ 48 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนพฤษภาคม 2542

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 49 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนมิถุนายน 2542

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ประจำเดือนกรกฎาคม 2542

พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ประจำเดือนกรกฎาคม 2542

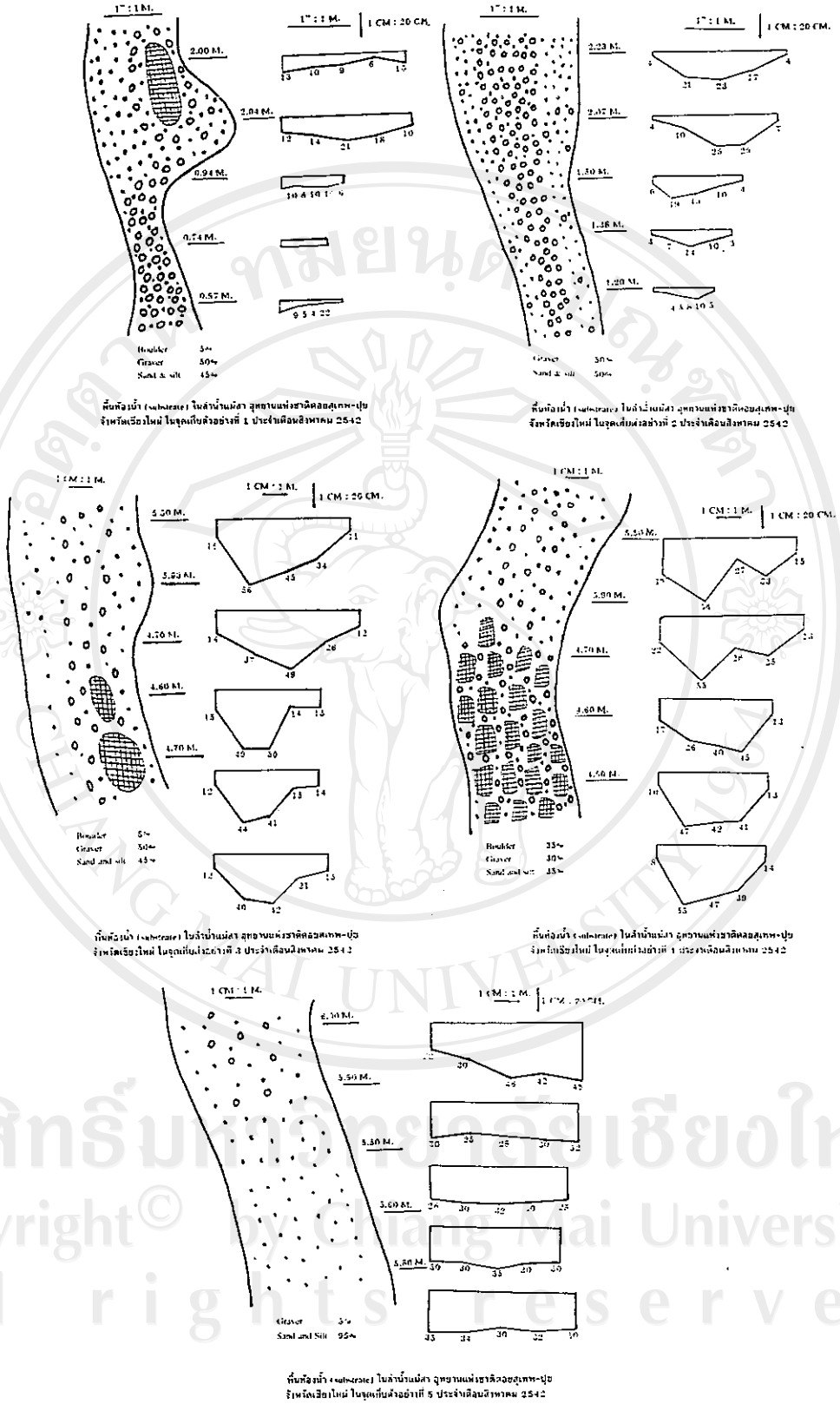
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ประจำเดือนกรกฎาคม 2542

พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ประจำเดือนกรกฎาคม 2542

พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ประจำเดือนกรกฎาคม 2542

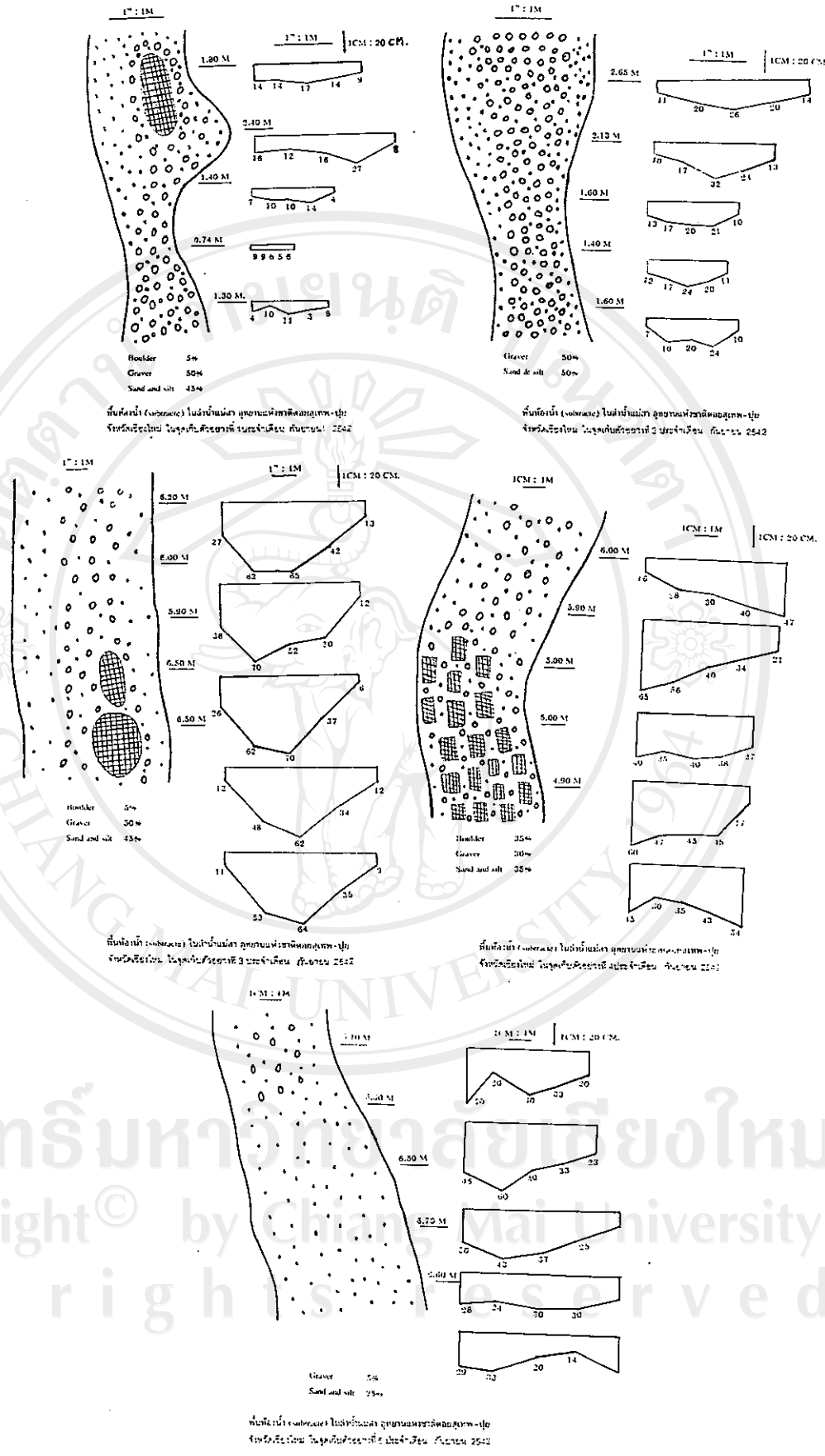
ภาพที่ 50 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนกรกฎาคม 2542

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 51 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนสิงหาคม 2542

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 52 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนกันยายน 2542

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กับก้อนหิน พืชน้ำ ส่วนใหญ่ไดอะตอมที่มีขนาดใหญ่ เช่น *Surirella, Cymatopleura, Hantzschia, Epithemia, Pinnularia, Neidium, Diploneis* และ *Synedra* จะคืบคลานอยู่ตามพื้นท้องน้ำ

5. การใช้สิ่งมีชีวิตที่ศึกษาเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

งานวิจัยในเรื่องนี้แม้จุดมุ่งหมายหลักคือ การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตทั้ง 4 ประเภท คือ แพลงก์ตอนพืช สาหร่ายขนาดใหญ่ ไดอะตอมพื้นท้องน้ำและแพลงก์ตอนสัตว์ แต่จุดประสงค์อีกประการหนึ่งที่สำคัญคือ การใช้สิ่งมีชีวิตที่ศึกษามานี้มาประยุกต์ใช้ในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในลักษณะที่สามารถเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ ซึ่งจะเป็นแนวประยุกต์ให้เป็นประโยชน์ในด้านสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นรูปแบบ

แต่การจะใช้สิ่งมีชีวิตเหล่านี้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ มิใช่เรื่องง่าย และติดสินได้โดยงานวิจัยเรื่องเดียว แต่ต้องอาศัยงานวิจัยหลายเรื่องมายืนยันซ้ำและซ้ำอีกจึงจะสามารถบ่งชี้ได้ ประกอบกับบ้านเราเป็นเขตร้อนซึ่งยังไม่ค่อยมีผู้ศึกษาทางด้านความหลากหลายและการใช้สิ่งมีชีวิตเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำโดยเฉพาะในสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ต้องอาศัยศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์อย่างงานวิจัยเรื่องนี้มากนัก ดังนั้นข้อมูลที่มีมาก่อนจึงน้อยมาก ต้องอาศัยข้อมูลจากเขตอบอุ่นมากสนับสนุนเพิ่มเติมและสิ่งที่สำคัญยิ่ง อีกประการหนึ่งคือ ยังต้องอาศัยข้อมูลคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพบางส่วนมาเสริม เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจว่าสิ่งชีวิตนั้นสามารถเจริญได้ในคุณภาพน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปจริงหรือไม่ ซึ่งจะเป็นแนวทางนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้

งานวิจัยในส่วนที่เกี่ยวกับการใช้สิ่งมีชีวิตเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำนั้น กระทำไปได้ระดับหนึ่ง และได้พอดีพอที่จะเสนอและตีพิมพ์ได้ รายละเอียดของการใช้สิ่งมีชีวิตที่ศึกษามาติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำมีรายละเอียดดังนี้

5.1 แพลงก์ตอนพืช (ตารางที่ 14 ภาพที่ 24 และ 25)

การนำแพลงก์ตอนพืชมาใช้เป็นดัชนีคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่สานี้ไม่ชัดเจนเท่ากับสาหร่ายขนาดใหญ่ และไดอะตอมพื้นท้องน้ำ แต่ก็มีแพลงก์ตอนพืชบางชนิดที่สามารถนำมากล่าวได้ เช่น มีการพบ *Nitzschia* spp. หลายสปีชีส์ ซึ่งเป็นไดอะตอมที่บ่งบอกคุณภาพนักไม่ดีนัก *Oscillatoria* spp. หลายสปีชีส์ และ *Trachelomonas* spp. หลายสปีชีส์ จุดเก็บตัวอย่างที่ 3-5 ในช่วงปีที่ 2 และ 3 ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นสปีชีส์ที่บ่งบอกน้ำไม่ดีอยู่แล้ว และสอดคล้องกับงานวิจัยอื่นๆ ในเรื่องการใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ

5.2 สาหร่ายขนาดใหญ่ (ตารางที่ 15 ภาพที่ 24 และ 25)

ในปีที่ 1 พบสาหร่ายขนาดใหญ่ทั่วๆ ไป ไม่เด่นพอจะเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ ยกเว้นสาหร่ายสีแดง *Compsopogon coeruleus* ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2, 9 และ 10 ซึ่งมีคุณภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำไม่ดีนัก และในปีที่ 2 และ 3 ก็พบสาหร่ายสีแดงชนิดเดียวกันนี้ในจุดเก็บตัวอย่างเดิมในปริมาณที่มากขึ้น ซึ่งกล่าวได้ว่าสาหร่ายสีแดงสปีชีส์นี้บ่งบอกน้ำที่มีคุณภาพปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Wanathong and Peerapornpisal (2000) ซึ่งพบสาหร่ายสีแดงชนิดเดียวกันนี้ในลำน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ในบริเวณน้ำที่มีคุณภาพปานกลาง

สาหร่ายสีแดงอีก 3 สปีชีส์คือ *Batrachospermum macrosporum*, *Batrachospermum vugum* และ *Nemalionopsis shawii* พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ซึ่งมีคุณภาพน้ำดี โดย *B. macrosporum* พบเป็นปริมาณมากและเกือบตลอดปีที่ 2 และ 3 ที่ทำการวิจัย *B. vugum* พบช่วงในช่วงสุดท้ายของการวิจัยคือ ในเดือนกันยายน 2542 ส่วน *N. shawii* พบในช่วงฤดูร้อนเดือนเมษายนและพฤษภาคม 2542 ผลการวิจัยที่ออกมาเป็นที่แน่ชัดว่าสาหร่ายสีแดงทั้ง 2 สปีชีส์บ่งชี้คุณภาพน้ำค่อนข้างดี ซึ่งก็สอดคล้องกับรายงานของ Round (1973); Palmer (1977) และ Wetzel (1983) ซึ่งกล่าวไว้ว่าสาหร่ายสีแดงในน้ำจืดส่วนใหญ่มักพบในบริเวณที่มีคุณภาพน้ำดี แต่ก็ไม่ได้ระบุสปีชีส์ไว้ งานวิจัยเรื่องนี้เป็นงานวิจัยที่ทำให้ยุคที่ความก้าวหน้าในการวินิจฉัยถึงสปีชีส์ดีขึ้นมาก ประกอบกับมีผู้เชี่ยวชาญช่วยตรวจสอบตัวอย่างสาหร่ายสีแดงดังกล่าวมาแล้ว จึงมั่นใจได้ว่าจะสามารถใช้สาหร่ายสีแดงทั้ง 2 ชนิดเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้อย่างดี

ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ที่สามารถบ่งบอกคุณภาพน้ำได้อีกชนิดหนึ่งคือ *Oscillatoria meslini* ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินใน Division Cyanophyta โดยทั่วไปแล้วสาหร่ายในกลุ่มนี้จะบ่งบอกน้ำที่มีคุณภาพไม่ดี (Palmer, 1977; Wetzel, 1983) แต่ปรากฏว่างานวิจัยนี้พบสาหร่ายสปีชีส์นี้ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ที่น้ำมีคุณภาพดีเกือบตลอดการวิจัย และพบเป็นจำนวนมากในลักษณะสปีชีส์เด่น ผลงานจากการวิจัยนี้ทำให้แน่ใจได้ว่าสาหร่ายสปีชีส์นี้บ่งชี้น้ำที่มีคุณภาพดี ซึ่งก็สอดคล้องกับงานวิจัยของนักสาหร่ายอีกหลายคน เช่น Round (1973) ก็พบสาหร่าย *Oscillatoria meslini* ในน้ำที่คุณภาพดี หรือพบ *Calothrix* spp. ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเช่นกันในน้ำที่มีคุณภาพดี ดังนั้นการจะใช้สาหร่ายเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำที่แท้จริงนั้นจะต้องสามารถวินิจฉัยได้ถึงระดับสปีชีส์จึงจะบ่งบอกได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

5.3 ไดอะตอมพื้นท้องน้ำ

เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่จะเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้อย่างดีและชัดเจนกว่าสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่นๆ ผลจากงานวิจัยนี้พบไดอะตอมที่บ่งชี้คุณสมบัติของแหล่งน้ำได้ค่อนข้างละเอียด และสปีชีส์ที่จะนำมากล่าวถึงมีปริมาณมากในลักษณะเป็นสปีชีส์เด่น ดังมีรายละเอียดดังนี้

ไดอะตอมพื้นท้องน้ำที่บ่งบอกคุณภาพน้ำที่มีลักษณะ eutrophication ที่มีสารอินทรีย์สูงและความขุ่นสูง ได้แก่ *Gomphonema parvulum* และ *Nitzschia palea* โดยเฉพาะ สปีชีส์แรกพบเป็นจำนวนมากในจุดเก็บตัวอย่างบริเวณปางช้างแม่สา ซึ่งโดยทั่วไปคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ไม่ดีนัก

ไดอะตอมพื้นท้องน้ำกลุ่มที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม (tolerant group) คือ *Navicula lanceolata*, *Fragilaria capucina*, *Achnanthes lanceolata*, *Surirella ovalis*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และ *Cymbella silesiaca* โดยแต่ละชนิดจะพบในจุดเก็บตัวอย่างตั้งแต่ปางช้างแม่สาไปจนถึงปลายลำน้ำต่อกับแม่น้ำปิง กลุ่มที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมนี้ นัยหนึ่งก็คือเป็นไดอะตอมกลุ่มที่สามารถเจริญอยู่ได้ทุกสภาพแวดล้อมทั้งในน้ำที่คุณภาพดีและไม่ดี จึงเป็นกลุ่มที่ไม่สามารถบ่งชี้ว่าน้ำมี คุณภาพดีหรือไม่ดี แต่ก็เป็นกลุ่มที่น่าสนใจในลักษณะของการนำไปเพาะเลี้ยงเพื่อให้เกิดผลผลิตจำนวนมาก (mass product) คาดว่าจะเพาะเลี้ยงได้ง่ายกว่ากลุ่มอื่น และสามารถนำไปเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อนชนิดที่กินไดอะตอมเป็นอาหาร เช่น หอยบางชนิด ลูกกุ้ง ลูกปลา เป็นต้น

ไดอะตอมพื้นท้องน้ำกลุ่มที่บ่งบอกว่าน้ำไม่มีผลพิษและมีปริมาณของไนโตรเจนต่ำกับทั้งจัดเป็นกลุ่มที่ไม่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ได้แก่ *Achnanthes minutissima, Cocconeis placentula, Cymbella sinuata, Gyrosigma nodiferum, Nitzschia dissipata* และ *Gomphonema augur* โดยเฉพาะ 2 สปีชีส์แรกคือ *Achnanthes minutissima* และ *Cymbella sinuata* จะพบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ในช่วงที่น้ำมีคุณภาพดีเท่านั้น จึงจัดได้ว่าเป็นสปีชีส์ที่บ่งบอกน้ำที่มีคุณภาพดี

ในเรื่องของการศึกษาไดอะตอมพื้นท้องน้ำนั้น ผลงานการวิจัยนี้ได้สิ้นสุดลงตรงการศึกษาความหลากหลาย และดูการปรากฏของไดอะตอมพื้นท้องน้ำตามจุดเก็บตัวอย่างต่างๆ ซึ่งมีคุณภาพน้ำไม่เหมือนกัน ศึกษาความเป็นสปีชีส์เด่น และเทียบกับเอกสารที่มีมาก่อนในเขตอบอุ่นและเขตร้อน จึงได้สปีชีส์ที่เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพน้ำได้พอสมควรและมั่นใจ การศึกษาไดอะตอมเพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในลำน้ำแม่สายังทำต่อไปโดยนายตรัย เป็กทองนักศึกษาปริญญาเอก ในโครงการ BRT ซึ่งศึกษาในลำน้ำแม่สามาโดยตลอด โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุวดี พีรพรพิศาล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา จะกระทำต่อไปอีกเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี โดยจะต้องสร้างดัชนี (index) ขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับแหล่งน้ำในเขตร้อนโดยเฉพาะคณะวิจัยหวังว่างานของตรัย เป็กทอง คงจะตอบปัญหาเกี่ยวกับใช้ไดอะตอมพื้นท้องน้ำเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำไม่เฉพาะในลำน้ำแม่สา แต่กับลำน้ำอื่นๆ ในประเทศเราต่อไปได้อย่างดี

5.4 แพลงก์ตอนสัตว์ (ตารางที่ 16 ภาพที่ 24 และ 25)

ในช่วงเก็บตัวอย่างของงานวิจัย พบแพลงก์ตอนสัตว์ที่สามารถบ่งชี้คุณภาพน้ำดีในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บ้านกองแหะ ซึ่งมีคุณภาพน้ำดีเกือบตลอดการทดลอง โดยพบแพลงก์ตอนสัตว์ใน Phylum Protozoa คือ *Chilodonella cucullulus, Chilodonella, urcinata, Coleps hirtus* และ *Coleps elongatus* ซึ่งเป็นชนิดที่มีรายงานว่าเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่บ่งบอกน้ำที่มีคุณภาพดี การวิจัยและค้นพบในแพลงก์ตอนสัตว์สปีชีส์นี้จึงเป็นข้อมูลสมทบที่ทำให้เชื่อว่าสปีชีส์เหล่านี้บ่งบอกน้ำดีได้อีกระดับหนึ่ง นอกจากนั้นยังพบ Rotifer ใน Phylum Rotifera ในจีนัส *Cephalodella* spp. เกือบทุกครั้งในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 นี้ในช่วง 6 เดือนสุดท้าย จึงมีแนวโน้มที่จะเป็นสปีชีส์ที่บ่งบอกน้ำที่มีคุณภาพดีได้ เป็นที่น่าสังเกตว่าในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ในช่วงที่น้ำมีคุณภาพดี นอกจากที่กล่าวมาแล้ว ยังพบแพลงก์ตอนสัตว์ใน Phylum Gastrotricha ได้แก่ *Chaetonotus* sp. 1 และ 2 จำนวนมาก ซึ่งยังไม่มีรายงานว่าพบในน้ำที่คุณภาพดี แต่ผลจากการวิจัยในเรื่องนี้มีแนว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โน้มว่าแพลงก์ตอนสัตว์ในจีนัสนี้อาจบ่งบอกคุณภาพน้ำดี อย่างไรก็ตามต้องการมีการศึกษาต่อไปและควรจะวินิจฉัยแพลงก์ตอนสัตว์ในสปีชีส์ทั้ง 2 สปีชีส์ให้ได้ในระดับสปีชีส์จึงจะบ่งบอกได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์

ในปีที่ 2 และ 3 ของการวิจัย ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณป่างช้างแม่สา และจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณสะพานชลประทาน ซึ่งมีคุณภาพน้ำไม่ดีนัก จะพบ Rotifers ใน Phylum Rotifera ในกลุ่ม Bdelloid Rotifers ได้แก่ *Philodina* sp. และ *Rotaria* sp. ซึ่งมีรายงานมาก่อนหน้านี้ว่าเป็นสปีชีส์ที่พบในน้ำที่มีคุณภาพไม่ดี นอกจากนั้นยังพบ Arthropods ใน Phylum Arthropoda ใน Order Ostracoda ได้แก่ *Cyprinotus* sp. และ *Cypris* sp. ซึ่งบ่งบอกน้ำที่มีสารอินทรีย์สูง หรือน้ำที่มีคุณภาพไม่ดีนั่นเอง แพลงก์ตอนสัตว์เหล่านี้จึงมีแนวโน้มที่จะบ่งชี้น้ำที่มีคุณภาพไม่ดีนั่นเอง แพลงก์ตอนสัตว์เหล่านี้จึงมีแนวโน้มที่จะบ่งชี้น้ำที่มีคุณภาพไม่ดี

6. การเก็บรวบรวมสายพันธุ์ของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายขนาดใหญ่และไดอะตอมพื้นท้องน้ำ

คณะผู้วิจัยได้พยายามรวบรวมสายพันธุ์ของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายขนาดใหญ่และไดอะตอมพื้นท้องน้ำที่เก็บไว้ในลักษณะมีชีวิตมาเพาะเลี้ยงและแยกให้เป็นสปีชีส์เดียว (axenic culture) โดยวิธี streak plate และวิธีคัดเลือกเซลล์จากกล้องจุลทรรศน์แบบ inverted สำหรับแพลงก์ตอนพืชและไดอะตอมพื้นท้องน้ำ ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นโคโลนีได้นำเส้นสายในโคโลนีมาเพาะเลี้ยงในอาหาร ผลการวิจัยสามารถทำการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชได้ 8 จีนัส คือ

1. *Anabaena* spp.
2. *Ankistrodesmus* spp.
3. *Chlamydomonas* spp.
4. *Chlorella* spp.
5. *Chroococcus* spp.
6. *Monoraphidium* spp.
7. *Oocystis* spp.
8. *Scenedesmus* spp.

ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่สามารถเพาะเลี้ยงได้ 3 จีนัสคือ

1. *Lyngbya* spp.
2. *Chaetophora* spp.
3. *Cylindrospermum* spp.

สำหรับไดอะตอมพื้นท้องน้ำสามารถเพาะเลี้ยงได้ในระยะแรก ๆ แต่ต่อมาจะตายไป แพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ทั้งหมดได้แยกเป็น axenic culture แล้วและเนื่องจากแต่ละจีนัสมีหลายสปีชีส์ซึ่งยังวินิจฉัยถึงระดับสปีชีสได้ไม่เรียบร้อย เมื่อวินิจฉัยเสร็จเรียบร้อยแล้วจะส่งไปเก็บไว้ที่ศูนย์จุลินทรีย์แห่งชาติ ซึ่งมีศักยภาพในการเก็บจุลินทรีย์ทุกชนิดได้ดีกว่าทางภาค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อย่างไรก็ตาม axenic culture ของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ดังกล่าวส่วนหนึ่งจะเก็บไว้ที่ห้องปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

คณะวิจัยคาดหวังว่า axenic culture ของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะเป็นการรบกวนพันธุกรรมของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สาได้ส่วนหนึ่ง ซึ่งพร้อมที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ถ้ามีผู้สนใจนำไปศึกษาวิจัยต่อไปในอนาคต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แพลงก์ตอนพืช สาหร่ายขนาดใหญ่ ไดอะตอมพื้นท้องน้ำและแพลงก์ตอนสัตว์ที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ ณ จุดเก็บตัวอย่างที่มีคุณภาพน้ำแตกต่างกันในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายขนาดใหญ่ ไดอะตอมพื้นท้องน้ำและแพลงก์ตอนสัตว์ ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 3 ปี ตั้งแต่ เดือนเมษายน 2540 ถึง มีนาคม 2543 พบความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตทั้ง 4 ประเภทค่อนข้างสูง โดยพบสิ่งมีชีวิตทั้งหมด 601 สปีชีส์ สามารถจำแนกถึงระดับสปีชีส์ได้ 346 สปีชีส์ ไม่สามารถจำแนกถึงระดับสปีชีส์ 255 สปีชีส์ เป็นชนิดที่พบใหม่ในประเทศไทย 145 สปีชีส์ ไดอะตอมพื้นท้องน้ำเป็นกลุ่มที่พบได้หลากหลายมากที่สุด โดยพบทั้งหมด 244 สปีชีส์ รองลงมาคือแพลงก์ตอนพืช 198 สปีชีส์ แพลงก์ตอนสัตว์ 97 สปีชีส์และสาหร่ายขนาดใหญ่ 62 สปีชีส์

ในกลุ่มไดอะตอมพื้นท้องน้ำ ชนิดเด่นมักพบทุกครั้งที่วิเคราะห์ตัวอย่าง ได้แก่ *Cocconeis placentula*, *Cymbella tumida*, *Navicula viridula*, *Gomphonema parvulum*, *Synedra ulna* var. *aequalis*, *Nitzschia sigmoidae*, *Gyrosigma scalproides* และ *Surirella angusta*

กลุ่มแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นได้แก่ *Melosira varians*, *Fragilaria ulna*, *Cymbella tumida*, *Navicula viridula*, *Nitzschia linearis*, *Planktolyngbya limnetica* และ *Trachelomonas volvocina*

กลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ ชนิดเด่นได้แก่ *Euglypha cristata*, *Trinema lineare* ใน class Sacodina, *Arcella vagaris*, *Arcella dentata*, *Arcella discoides*, *Diffugia corona* และ *Diffugia oblongata* ใน class Ciliata ใน Phylum Protozoa

และกลุ่มสาหร่ายขนาดใหญ่ ชนิดเด่นได้แก่ *Cladophora glomerata* และ *Spirogyra* spp. ใน Division Chlorophyta

สิ่งมีชีวิตที่สามารถนำมาเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้อย่างเด่นชัดคือ สาหร่ายขนาดใหญ่ในกลุ่มสาหร่ายสีแดง Division Rhodophyta ได้แก่ *Batrachospermum macrosporum*, *Batrachospermum vugum* และ *Nemalionopsis shawii* จะบ่งบอกคุณภาพน้ำดีและมีสารอาหารน้อยส่วน *Compsopogon coeruleus* จะบ่งบอกคุณภาพน้ำปานกลาง สาหร่ายสีแดงทั้ง 4 ชนิดนี้เป็นชนิดที่พบใหม่ในประเทศไทยด้วย

ส่วนสิ่งมีชีวิตที่บ่งบอกน้ำที่มีลักษณะเป็น eutrophication และมีสารอินทรีย์สูง คือ ไดอะตอมพื้นท้องน้ำ ได้แก่ *Gomphonema parvulum* และ *Nitzschia palea* ไดอะตอมพื้นท้องน้ำที่บ่งบอกให้ทราบว่าน้ำไม่มีมลพิษ และมีปริมาณของไนโตรเจนต่ำ ได้แก่ *Achnanthes*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

minutissima สปีชีส์ที่ไม่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม คือ *Cocconeis placentula*, *Gyrosigma nodiferum*, *Nitzschia dissipata* และ *Gomphonema augur*

ในงานวิจัยนี้สามารถเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ได้ 11 จีนัส ซึ่งเป็นสาหร่ายใน Division Cyanophyta และ Chlorophyta

ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้จะนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำ monograph ของแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ ไดอะตอมพื้นท้องน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ของแหล่งน้ำบนที่สูงตามรูปแบบสากลนิยมโดยมีชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ประกอบด้วยคำบรรยายลักษณะชนิด (description) เอกสารอ้างอิง และภาพประกอบอย่างชัดเจน รวมทั้งขนาดของเซลล์ แหล่งที่อยู่อาศัย คุณสมบัติของน้ำที่พบชนิดของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ เพื่อที่จะเผยแพร่งานวิจัยนี้ไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับงานทางด้านการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของทรัพยากรชีวภาพ และเพื่อใช้เป็นคู่มือประกอบการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัญหาและอุปสรรค

งานวิจัยในโครงการนี้ดำเนินมาเป็นเวลา 3 ปีเต็ม คณะผู้วิจัยทุกคนได้พยายามทำงานวิจัยในส่วนที่ตนเองรับผิดชอบ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นนับว่าไม่มากนัก แต่ก็เป็นปัญหาที่ยังแก้ไม่ได้ง่ายนัก สำหรับศักยภาพที่มีอยู่ในปัจจุบัน ปัญหาและอุปสรรคดังกล่าวจะขอกล่าวโดยละเอียดดังนี้

1. ปัญหาในการวินิจฉัยสิ่งมีชีวิตจนถึงระดับสปีชีส์ แท้จริงแล้วเรื่องนี้เป็นเรื่องหลักของงานวิจัยและเป็นเรื่องที่ยากที่สุด ผู้วิจัยได้พยายามค้นคว้าหาความรู้ ติดต่อกับผู้เชี่ยวชาญทางสาขาที่กำลังศึกษา ซึ่งก็ได้รับการอนุเคราะห์จากทางโครงการ BRT มาด้วยดีตลอดเวลา ผู้วิจัยมีโอกาสพบปะผู้เชี่ยวชาญในเรื่องสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ในประเทศของเรา เมื่อเขามาเยี่ยมเยียน และมีโอกาสเดินทางไปปรึกษาและอบรมการวินิจฉัยสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ยังต่างประเทศหลายครั้ง รวมทั้งการส่ง specimens ไปตรวจสอบความถูกต้องของสปีชีส์ยังต่างประเทศ ซึ่งก็มีส่วนทำให้การวินิจฉัยสิ่งมีชีวิตถูกต้องแม่นยำสร้างความมั่นใจให้ผู้วิจัยได้มากขึ้น แต่ก็ยังมีสิ่งมีชีวิตอีกมากที่เรายังไม่สามารถวินิจฉัยได้ ทั้งนี้เนื่องจากความรู้ทางด้านสิ่งมีชีวิตด้านนี้ในประเทศเขตร้อนยังมีไม่มากนัก เอกสาร ผลงานที่สามารถค้นคว้าเพื่อนำมาประกอบการศึกษายังมีขีดจำกัด แม้ในต่างประเทศก็ยังมีไม่มากนัก อย่างไรก็ตามผลงานที่ทำมาก็คงเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาสิ่งมีชีวิตด้านนี้ในประเทศของเรามากพอสมควร ในเรื่องนี้การแก้ไขก็คือยังต้องส่งเสริมให้มีการศึกษาวิจัยเรื่องนี้ต่อไปอีกสักระยะหนึ่ง คงจะทำให้วิชาการด้านนี้กว้างขวางขึ้นกว่าเดิม

2. การเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายขนาดใหญ่และไดอะตอมพื้นท้องน้ำ เพื่อเก็บรวบรวมลักษณะทางพันธุกรรมไว้ในลักษณะที่มีชีวิต ยังไม่บรรลุจุดประสงค์เท่าที่ควร อันเนื่องมาจากเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้เพื่อทำ freezed-dry ของสิ่งมีชีวิตที่แยกไว้เป็นสปีชีส์เดียว (axenic culture) ให้อยู่ในลักษณะแข็งและแห้งแต่ยังมีชีวิตอยู่อย่างยาวนาน คือเครื่อง Lyophilizer ของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ชำรุดเป็นเวลายาวนานและปัจจุบันยังไม่สามารถแก้ไขให้ใช้ได้ตามปกติ จึงต้องเก็บตัวอย่างไว้ในวุ้นแข็งซึ่งก็เป็นวิธีการหนึ่งในการเก็บสิ่งมีชีวิตดังกล่าวแต่ต้องเปลี่ยนอาหารบ่อย ๆ ซึ่งสิ่งมีชีวิตบางอย่างที่เป็น axenic culture แล้วได้ตายลง จึงทำให้จำนวนสิ่งมีชีวิตดังกล่าวลดจำนวนลงบ้าง และด้วยเหตุผลที่การดูแลสิ่งมีชีวิตที่เป็น axenic culture เหล่านี้ต้องการความเอาใจใส่มาก คณะผู้วิจัยจึงได้ส่งต่อไปยังศูนย์จุลินทรีย์แห่งชาติ เพื่อนำสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ไปเก็บรักษายังสถานที่ดังกล่าว นอกจากจะมีเจ้าหน้าที่ดูแลอย่างดีแล้ว ยังเป็นการเผยแพร่สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ให้ผู้สนใจนำไปศึกษาวิจัยต่อไป โดยผู้สนใจสามารถติดต่อไปยังศูนย์จุลินทรีย์แห่งชาติดังกล่าวได้อย่างสะดวก อย่างไรก็ตามคณะผู้วิจัยได้เก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ไว้ที่ห้องปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บรรณานุกรม

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2530. สาหร่าย. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เจียมจิต บุญสม. 2531. ความลับของสาหร่ายเกลียวทอง. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

เชิดพันธ์ มูรธานันท. 2526. การสำรวจโปรโตซัวในคูเมืองเชียงใหม่. การวิจัยวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนชีววิทยา) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ตรัย เป๊กทอง. 2541. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคแอลจี ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ระดับความสูง 330 ถึง 550 เมตร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นพรัตน์ ลือชา และยุวดี พีรพรพิศาล. 2528. การสำรวจแพลงก์ตอนพืชในกว๊านพะเยา. เอกสารการประชุมทางวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

นารี ศรีอุตตะมะโยธิน และยุวดี พีรพรพิศาล. 2529. การสำรวจสาหร่ายในคูเมืองเชียงใหม่โดยใช้ตาข่ายแพลงก์ตอน. เอกสารการประชุมวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 12, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, กรุงเทพมหานคร.

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2537). 2537. เรื่องกำหนดมาตร-ฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน. เล่ม 111 ตอนที่ 162 ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537.

พจนีย์ ศรีสุวรรณ. 2536. ความสัมพันธ์ของสารอาหารต่อการกระจายของแพลงก์ตอนพืชและผลผลิตเบื้องต้นในอ่างเก็บน้ำบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2535.คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายเกลียวทอง *Spirulina platensis* ที่เลี้ยงในน้ำกากส่าเหล้า. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2543. เรื่องดีดีของสาหร่าย. จดหมายข่าวนานาสัตว์น้ำ, 3 (5), 12-15.

ยุวดี พีรพรพิศาล ฉมาภรณ์ นิวาศะบุตร และสาคร พรหมขัติแก้ว. 2538. การศึกษาเบื้องต้นถึงผลกระทบในการผันน้ำเมย-สาละวินลงลุ่มน้ำเจ้าพระยา. เอกสารรายงานผลการศึกษาของบริษัทปัญญาคอนซัลแตนท์ ร่วมกับภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ และภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ยุวดี พีรพรพิศาล ธีรศักดิ์ สมดี วันชัย สนธิไชย และ Eugen Rott. 2541. คุณภาพน้ำ การกระจายและผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา เชียงใหม่. เอกสารรายงานผลการศึกษาของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ยุวดี พีรพรพิศาล และสาคร พรหมขัติแก้ว. 2537. คุณภาพน้ำและการเจริญของแพลงก์ตอนพืชบางฤดูกาลในอ่างเก็บน้ำสำนักงานเกษตรภาคเหนือ เชียงใหม่. ศูนย์วิจัยน้ำ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2541. แพลงก์ตอนสัตว์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

สระบุรี ไชยมงคล. 2523. จุลินทรีย์ในน้ำพุร้อนโป่งฮ่อม ตำบลออนหลวย อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนชีววิทยา) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สุคนธ์ คล่องดี. 2534. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับชนิดและปริมาณของสาหร่ายในอ่างเก็บน้ำของการประปาเชียงราย. การค้นคว้าแบบอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ. 2542. ข้อมูลสภาพอากาศจังหวัดเชียงใหม่ ปี 2542. เชียงใหม่.

อิสระ ทับสีสด. 2522. การสำรวจและการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวที่พบในแหล่งน้ำบางแหล่งในเชียงใหม่. การวิจัยวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนชีววิทยา) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อำไพ อาภรณ์ชยานนท์. 2520. โปรโตซัวในน้ำเสียเนื่องมาจากสารอินทรีย์. การวิจัยวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนชีววิทยา) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.

โอภาส วิชชุไตรภพ. 2533. ผลของสาหร่าย *Spirulina* spp. ที่มีต่อการเจริญเติบโตและสีของไข่นกกระทา. การค้นคว้าอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนชีววิทยา) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

โอภาส ศรีนวลละออง. 2523. การสำรวจโปรโตซัวในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. การวิจัยวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนชีววิทยา) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.

Akter N. 1995. Water quality monitoring of Chiang Mai Moat. M. Sc. Thesis of Environmental Risk Assessment for Tropical Ecosystem, Chiang Mai University, Chiang Mai.

American Public Health Association/American Water Works/Water Environment Federation. 1992. Standard method for examination of water and wastewater. , American Public Health Association, Washington DC.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Barber H. G. and E. Y. Haworth. 1981. A guide to the morphology of the diatom frustule. The Freshwater Biological Association, Scientist Publication, Kendal.

Carmichael W. W. 1992. A study report on planktonic cyanobacteria (blue-green algae) and their toxins. Rep. US. Environmental Protection Agency, Washington D.C.

Entwisle T. J. 1989. Macroalgae in the Yarra River Basin: flora and distribution. – Proc. R. Soc. Victoria, 101, 1-76.

Foged N. 1971. Freshwater diatoms in Thailand. Verlag Von J. Kramer, Odense.

Foged N. 1975. Some littoral diatoms from the coast of Tanzania. A.R. Gantner Verlag Kommanditgesllschaft, Vaduz.

Foged N. 1976. Freshwater diatoms in Srilanka (Ceylon).Cantner Verlag Kommanditgesellschaft, Vaduz.

Hirano M. 1987. Phytoplankton from lake Boraphet in central plain of Thailand. Contribution from the Biological Laboratory Kyoto Univ., 24, 187-203.

Huber-Pestalozzi G. 1938. Das phytoplankton des süßwassers : blaoalgen, bakterien, pilze. teil 1: E. Schweizerbart sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Huber-Pestalozzi G. 1983. Das phytoplankton des süßwassers: Chlorophyceae (Grönalgen) Ordnung Chlorococales. teil. 7: E. Schweizerbart sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart,

Hustedt F. 1937. Systematische und ökologische untersuchungen über die diatomeen-flora von Java, Bali und Sumatra. Arch. für Hydrobiologie. Suppl.-Bd. XV, 131-177.

Kovacik L. and J. Komarek. 1988. *Scytonematopsis starmachii*, a new cyanophyte species from the High Tetra Mts. (Czechoslovakia). Arch. Hydrobiol, 80, 303-314.

Krammer K. and H. Lange-Bertalot. 1986. Bacillariophyceae. teil 1: Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Gustav Fisher Verlagsbunchhanlung, Stuttgart.

Krammer K. and H. Lange-Bertalot. 1988. Bacillariophyceae. teil 2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Gustav Fisher Verlagsbunchhanlung, Stuttgart.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Krammer K. and H. Lange-Bertalot. 1991a. Bacillariophyceae. teil 3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Gustav Fisher Verlagsbunchhanlung, Stuttgart.

Krammer K. and H. Lange-Bertalot. 1991b. Bacillariophyceae. teil 4: Achnanthaceae. Kritische Ergünzungen zu Navicula., Süßwasserflora von Mitteleuropa, Gustav Fisher Verlagsbunchhanlung, Stuttgart.

Kudo R. R. 1977. Protozoology. Charles C. Thomus Publishers, Illinois.

Lange-Bertalot H. 1995. Iconographia diatomologica annotated diatom micrographs. Koeltz Scientific Books, Illinois.

Lewmanomont K. , L. Wongrat and C. Supanwanid. 1995. Algae in Thailand. Office of Environmental Policy and Planning, Bangkok.

Lorraine L. J. and Vollenweider R. A. 1981. Summer report : The OECD Corperation Programe on eutrophication. National Water Research Institute, Burlington.

Needham J. G. and P. R. Needham. 1962. A guide to freshwater biology. Holden Day Inc. Publisher, California.

Östrup E. 1902. Freshwater diatoms. In Schmidt, J. (ed.), Flora of Koh Chang Contributions to the knowledge of the vegetation in the Gulf of Siam Part VII, reprinted from Botanik Tidsskrift, 28-41.

Palmer M. C. 1977. Algae and water pollution. Municipal Environment Research Lab Ohio.

Patrick R. 1936. A taxonomic and distributional study of some diatoms from Siam and the federated Malay States. Proc. Acad. Nat. Sci. Philad., 88, 367-470.

Peerapornpisal Y. 1996. Phytoplankton seasonality and limnology of the three reservoirs in the Huai Hong Khrai Royal Development Study Centre, Chiang Mai, Thailand. Ph. D. Thesis , Innsbruck University, Innsbruck.

Pennak W. R. 1989. Freshwater invertebrates of the United States, Protozoa to Mallusca. Wiley – Interscience Publication, New York.

Pfister V. P. 1992. Phytobenthos communities from 2 Tyrolean Mountain Streams. Algological Studies, 66, 35-72.

Prescott G. W. 1951. Algae of the Western Great Lake area. W.M.C. Brown Company Publisher, Iowa.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Prescott G. W. 1970. How to know the freshwater algae. W.M.C. Brown Company Publisher, Iowa.

Podzorski A. C. and H. Hakansson. 1987. Freshwater and marine diatoms from Palawan (a Philippine island). Gebrüder Borntreger Verlagsbuchhandlung Stuttgart.

Round F. E. 1973. The biology of the algae. Edward Arnold Limited, London.

Round F. E., Crawford R. M. and Mann D. G. 1990. The diatoms: biology & morphology of the genera. Cambridge University Press, Great Britain.

Rott E. 1995. Diatoms of the Grand River , Ontario , Canada, restudied after 25 years. Institut für Botanik der Universität Innsbruck, Innsbruck.

Sheath R. G., M. L. Vis and M. C. Kathleen. 1994. Distribution and systematics of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in North America. Phycologia, 33, 404-414.

Smith G. M. 1950. The fresh water algae of the United States. McGraw-Hill Book Company Inc, New York.

Vyverman W. 1991. Diatoms from Papua New Guinea. Gebruder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Wanathong P. and Y. Peerapornpisal. 2000. Water quality, macroalgae and benthic diatom distribution in Mae Chaem Stream, Chiang Mai. 4th International Conference on diffuse Pollution, International Association on Water Quality, Bangkok, p. 554-559.

Wetzel R.E. 1983. Limnology. Saunders College Publishing, Philadelphia.

Whitford L. A. and G. J. Schumacher. 1969. A manual of the freshwater algae in North Carolina. The North Carolina Agricultural Experiment Station, North Carolina.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

การเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายขนาดใหญ่และไดอะตอมพื้นท้องน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. วิธีการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืช

นำแพลงก์ตอนพืชมาเลี้ยงเพื่อให้ได้สปีชีส์เดียว (axenic culture) โดยวิธีการดังต่อไปนี้:-

1. นำแพลงก์ตอนพืชจากการกรองด้วยตาข่ายแพลงก์ตอนมาเลี้ยงบนอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง คือ Joworski's medium (JM) แล้วแยกให้เป็นสปีชีส์เดี่ยวโดยวิธี streak plate ซ้ำหลายๆ ครั้งจนได้เป็น axenic culture
2. นำแพลงก์ตอนพืชที่ได้จากข้อ 1. มาคัดเลือกเซลล์โดยใช้ micropipette ขนาดเล็กดูดเซลล์สาหร่ายเพียง 1 เซลล์หรือ 1 เส้นสาย หรือ 1 โคโลนี จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบ inverted แล้วนำมาเลี้ยงในอาหาร Joworski's medium นำไปวางในตู้แสง รอจนสาหร่ายเจริญในอาหารดังกล่าว

2. การเพาะเลี้ยงไดอะตอมพื้นท้องน้ำ

จากตัวอย่างไดอะตอมพื้นท้องน้ำที่เก็บมา นำมากรองบนกระดาษกรองให้มีปริมาณมากขึ้น แล้วนำไปเลี้ยงบนอาหาร Diatom Medium (DM) แยกให้เป็น axenic culture โดยวิธี streak plate หรือคัดเลือกเซลล์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบ inverted

3. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดใหญ่

จากตัวอย่างสาหร่ายขนาดใหญ่ที่เก็บมาซึ่งสามารถเลี้ยงได้เฉพาะสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นโคโลนี นำโคโลนีของสาหร่ายมาบี้ให้เส้นสายแยกออกจากกัน แล้วเขี่ยให้ได้เส้นสายเดี่ยวมาเลี้ยงในอาหารสูตร Joworski's medium หรืออาจจะใช้เส้นสายของสาหร่ายที่บี้แล้วมา streak plate หลายๆ ครั้งเพื่อให้ได้เป็น axenic culture

อาหารสูตร Joworski's medium (จาก Culture collection of Algae and Protozoa Section, Institute of Freshwater Eology, Windermere ประเทศสหราชอาณาจักร) มีสูตรการเตรียมดังนี้:-

Nutrient	Quantities (g)
1. $Ca(NO_3).4H_2O$	2.000
2. KH_2PO_4	1.240
3. $MgSO_4.7H_2O$	5.000
4. $NaHCo_3$	1.590
5. EDTA FeNa	0.225
EDTA Na_2	0.225

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Nutrient	Quantities (g)
6. H_3Bo_3	0.248
$MnCl_2.4H_2O$	0.139
$(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$	0.100
7. Cyanocobalamin (Vitamin B12)	0.004
Thiamine HCl	0.004
Biotin	0.004
8. $NaNO_3$	8.000
9. $Na_2HPO_4.12H_2O$	3.600

สูตรอาหาร 1-9 ให้เตรียมเป็น Stock solution ในน้ำกลั่น 100 มล. เมื่อจะใช้ให้ดูด Stock solution มาอย่างล่ะ 1 มล. ปรับปริมาตรสุดท้ายน้ำกลั่นให้เท่ากับ 1000 มล. ปรับ pH ให้เท่ากับ 7

อาหารสูตร Diatom medium

Grundgloeodinium II solution (for freshwater forms in acid oligotrophic habitats)

KNO_3	50.55	$mg.l^{-1}$
Na_2HPO_4	1.42	$mg.l^{-1}$
$MgSO_4$	2.47	$mg.l^{-1}$
$CaCl_2.2H_2O$	0.147	$mg.l^{-1}$
SiO_2-Sol	12.01	$mg.l^{-1}$
Na_2EDTA	0.744	$mg.l^{-1}$

Freshwater WC medium (Round *et al.* 1990 อ้างถึง Guillard & Lorenzen, 1972)

$CaCl_2.2H_2O$	36.76	$mg.l^{-1}$
$MgSO_4.7H_2O$	36.97	$mg.l^{-1}$
$NaHCO_3$	12.60	$mg.l^{-1}$
K_2HPO_4	8.71	$mg.l^{-1}$
$NaNO_3$	85.01	$mg.l^{-1}$
$Na_2SiO_3.9H_2O$	28.42	$mg.l^{-1}$

Trace

Na_2EDTA	4.36	$mg.l^{-1}$
$FeCl_3.6H_2O$	3.15	$mg.l^{-1}$
$CuSO_4.7H_2O$	0.01	$mg.l^{-1}$
$ZnSO_4.7H_2O$	0.022	$mg.l^{-1}$
$CoCl_2.6H_2O$	0.01	$mg.l^{-1}$
$MnCl_2.4H_2O$	0.18	$mg.l^{-1}$
$Na_2MoO_4.2H_2O$	0.006	$mg.l^{-1}$
H_3BO_3	1.0	$mg.l^{-1}$

Vitamins

Thaimin.HCl	0.1	$mg.l^{-1}$
Biotin	0.5	$\mu g.l^{-1}$
B_{12}	0.5	$\mu g.l^{-1}$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ช

ข้อมูลวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 17 คุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมีบางประการในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ในปีที่ 1 (เมษายน 2540 - มีนาคม 2541)

	Velocity($m.s^{-1}$)			Conductivity($uS.cm^{-1}$)			Turbidity(NTU)			Temperature (^{o}C)		
จุดเก็บตัวอย่าง	ร้อน	ฝน	หนาว	ร้อน	ฝน	หนาว	ร้อน	ฝน	หนาว	ร้อน	ฝน	หนาว
1.หมู่บ้านกองแหะ	0.18	0.18	0.35	104.5	56.6	82.5	3.7	33	0.89	20.6	22	17
2.สะพานหมู่บ้านกองแหะ	0.18	0.27	0.42	196	155.7	189.1	4.2	5	0.92	21.3	22.3	19
3.ป่างช้างโป่งแยง	0.16	0.59	0.22	161	98.5	159.9	5.8	36	23	24.1	25.8	19.5
4.บ้านศรีม่วงคำ	0.46	0.53	0.32	104.5	256	279	3.2	2	3	23.1	26.2	21.4
5.หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยตีหมี	0.5	0.52	0.7	338	344	316	4.2	11	4.6	23.4	26.7	21.5
6.สวนพฤกศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิตติ์	0.64	0.33	0.45	319	302	278	14.4	18	22	23.6	27.6	22.1
7.ป่างช้างแม่สา	0.65	1.13	0.43	304	218	294	9.5	652	9.2	21.2	23.9	17.8
8.น้ำตกแม่สา	0.28	0.26	0.23	289	208	285	8	2445	8.1	22	23.4	18.1
9.สะพานสุขาภิบาลแม่ริม	0.44	0.86	0.15	260	212	271	7.8	1005	6.2	23.1	24.6	21.3
10.สะพานชลประทาน	0.74	0.99	0.25	285	205	279	40.9	1170	4.9	28	26.7	22.5
11.สะพานบ้านป่าม่วง	0.46	0.31	0.42	288	218	233	8.9	1410	5.3	28.3	25.5	23.3
12.สะพานสถานพินิจเด็กและเยาวชน	0.49	0.52	0.17	199.9	206	216	5.3	1335	14.8	26.4	25.6	22.8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 17 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่าง	pH			DO($mg.l^{-1}$)			BOD($mg.l^{-1}$)		
	ร้อน	ฝน	หนาว	ร้อน	ฝน	หนาว	ร้อน	ฝน	หนาว
1.หมู่บ้านกองแหะ	7.64	7.86	6.33	7.8	6.95	7	0.6	0.35	0.4
2.สะพานหมู่บ้านกองแหะ	7.2	7.41	6.44	7.2	6.75	6.9	0.8	1.35	0.4
3.ปางช้างโป่งแยง	7.79	7.58	7.01	7	6.5	6.8	0.8	4.3	1.6
4.บ้านศรีม่วงคำ	7.81	7.83	7.32	7.2	7.4	7	0.8	1	0.2
5.หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยตีหมี	8.48	8.56	8.32	7.2	7.3	8.4	0.6	1.1	1.6
6.สวนพฤกศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิตติ์	8.56	8.64	8.38	7.4	7.2	7.2	0.2	1	0.4
7.ปางช้างแม่สา	8.36	8.53	8	8.2	7.8	7.6	2	2.4	0.7
8.น้ำตกแม่สา	8.66	8.35	8.48	8	7.8	8.2	0.2	2	1.4
9.สะพานสุขาภิบาลแม่ริม	7.79	8.1	7.78	7.2	7.2	6.8	0.8	2.4	0.6
10.สะพานชลประทาน	7.71	8.13	7.57	6.4	7	7.6	0.3	2	1.2
11.สะพานบ้านป่าม่วง	8.11	7.96	7.52	7.6	7	7	0.4	2.6	0.8
12.สะพานสถานพินิจเด็กและเยวชน	7.63	7.93	7.12	6.9	7.3	7	0.6	1.5	0.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 17 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่าง	Ammonium Nitrogen ($ug.l^{-1}$)			Nitrate Nitrogen ($ug.l^{-1}$)			Soluble Reactive Phosporus ($ug.l^{-1}$)		
	ร้อน	ฝน	หนาว	ร้อน	ฝน	หนาว	ร้อน	ฝน	หนาว
1.หมู่บ้านกองแหะ	10.4	167	125	2070	1670	656	15.6	85	17
2.สะพานหมู่บ้านกองแหะ	25.9	15	20	2590	150	31	62.5	48	48
3.ป่างช้างโป่งแยง	8.6	180	265	8600	180	206	15.6	70	34
4.บ้านศรีม่วงคำ	25.8	92	120	2580	669	925	31.3	142	22
5.หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมี	25.5	67	89	2550	670	631	39	140	24
6.สวนพฤกศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิตติ์	34.5	92	111	3450	920	469	39.5	40	19
7.ป่างช้างแม่สา	90	20	1572	3792	267	2174	40	41	48
8.น้ำตกแม่สา	50	265	1906	3662	940	2739	39	25	75.9
9.สะพานสุขาภิบาลแม่ริม	50	290	1798	2911	252	1594	41	144	78.2
10.สะพานชลประทาน	120	31	1779	4102	238	1420	70	42	52.8
11.สะพานบ้านป่าม่วง	50	128	2757	3002	391	1337	39	48	71.3
12.สะพานสถานพินิจเด็กและเยวชน	50	21	2757	2512	240	1261	47	42	92

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 18 คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมีบางประการ ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ในปีที่ 2 และ 3 (เมษายน 2541 - กันยายน 2542)

velocity ($m.s^{-1}$)

จุดเก็บตัวอย่าง	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
1.หมู่บ้านกองแหะ	0.087	0.3	0.007	0.3	0.113	0.153	0.153	0.193	0.06	0.12	0.007	0.093	0.127	0.173	0.233	0.113	0.06	0.113
2.สะพานหมู่บ้านกองแหะ	0.093	0.273	0.147	0.273	0.253	0.213	0.207	0.24	0.247	0.173	0.22	0.173	0.22	0.113	0.008	0.273	0.16	0.253
3.ปางช้างแม่สา	0.167	0.353	0.14	0.353	0.413	0.447	0.207	0.473	0.347	0.46	0.32	0.213	0.3	0.333	0.56	0.353	0.233	0.26
4.สะพานชลประทาน	0.047	0.233	0.06	0.233	0.233	0.18	0.017	0.44	0.18	0.127	0.2	0.013	0.127	0.473	0.507	0.527	0.32	0.267
5.บ้านแม่สาหลวง	0.12	0.1	0.093	0.1	0.267	0.147	0.073	0.267	0.173	0.073	0.473	0	0.267	0.227	0.24	0.193	0.26	0.613

conductivity ($uS.cm^{-1}$)

จุดเก็บตัวอย่าง	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
1.หมู่บ้านกองแหะ	109.7	77.2	116.1	77.2	60.6	53	61.7	66.5	72.4	37.7	72.1	75.2	83	71.1	35	36	53.3	68.7
2.สะพานหมู่บ้านกองแหะ	201	195.5	225	195.5	179.5	147.6	181.6	184	211	199	225	253	226	191	118.4	120	188.7	149.5
3.ปางช้างแม่สา	297	301	296	301	335	187	310	323	305	314	297	272	321	202	229	280	255	525
4.สะพานชลประทาน	310	300	276	300	293	282	221	312	321	274	186.2	232	328	217	230	220	220	415
5.บ้านแม่สาหลวง	227	288	103	288	281	200	199.9	281	285	207	175.9	203	266	266	192	200	177	594

Turbidity (NTU)

จุดเก็บตัวอย่าง	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
1.หมู่บ้านกองแหะ	2.9	4.5	3	2.9	1.8	7.5	7	4.2	4.7	6.1	1.6	1.5	3.1	2.3	3	1.3	2.1	5.2
2.สะพานหมู่บ้านกองแหะ	3.3	7.5	3.1	9	3.8	11	8.8	8.8	7.8	4.8	2.7	20	3.7	24.5	7.3	5.7	5.3	22
3.ปางช้างแม่สา	19.2	67	17	134	11.5	82.3	5100	45	15	79	20	67	90	82.5	70	55	78	56
4.สะพานชลประทาน	4.4	35	3.5	148	19	34	43	21	13	16.6	7	4.9	30	216	220	13	102	68
5.บ้านแม่สาหลวง	5.6	37	4	57	17	6.2	8.4	16.5	10	19.8	190	14	20	228	254	7.5	146	86

ตารางที่ 18 (ต่อ)

Nitrate nitrogen ($ug.l^{-1}$)

จุดเก็บตัวอย่าง	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
1.หมู่บ้านกองแหะ	427	112	49	887	2426	1883	476	714	399	168	251	53	38	365	158	69	166	174
2.สะพานหมู่บ้านกองแหะ	655	432	89	1573	7373	6534	1440	1657	775	510	721	140	80	635	292	348	317	510
3.ป่างช้างแม่สา	776	279	87	2581	7385	9635	1571	2763	997	618	918	150	401	455	487	269	491	623
4.สะพานชลประทาน	399	487	68	1089	3454	3766	786	1705	265	262	579	281	314	300	240	95	257	393
5.บ้านแม่สาหลวง	491	300	75	1815	3400	2547	475	1496	177	222	325	41	64	240	309	126	238	361

Nitrite nitrogen ($ug.l^{-1}$)

จุดเก็บตัวอย่าง	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
1.หมู่บ้านกองแหะ	2	3	2	3	2.4	2	6	5	7	2	2	4	6	11	6	2	2	5
2.สะพานหมู่บ้านกองแหะ	6	16	8	7	5.7	4	13	11	15	5	9	7	15	25	12	7	4	11
3.ป่างช้างแม่สา	15	9	4	12	10.9	3	19	15	12	3	5	9	22	19	8	8	5	10
4.สะพานชลประทาน	1	7	5	8	12.7	5	18	14	12	4	7	2	29	37	7	6	7	14
5.บ้านแม่สาหลวง	6	6	7	16	14.7	4	11	18	11	2	3	7	24	47	5	10	9	13

Ammonium nitrogen ($ug.l^{-1}$)

จุดเก็บตัวอย่าง	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
1.หมู่บ้านกองแหะ	155	49	0	195	250	200	342	89	101	28	38	85	28	89	62	15	22	25
2.สะพานหมู่บ้านกองแหะ	32	89	2.7	280	310	280	430	134	125	210	340	195	52	256	80	56	65	74
3.ป่างช้างแม่สา	289	87	0	355	260	330	400	198	118	280	482	238	285	150	180	38	78	85
4.สะพานชลประทาน	138	68	3.3	210	180	220	480	110	72	55	180	525	368	200	138	22	50	64
5.บ้านแม่สาหลวง	95	75	0	278	290	310	390	100	68	35	78	95	40	11	220	40	45	50

ตารางที่ 18 (ต่อ)

Soluble Reactive Phosphorus ($ug.l^{-1}$)

จุดเก็บตัวอย่าง	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
1.หมู่บ้านกองแหะ	24	205	1380	24	21.6	25	731	23	49	81	44	567	80	15	60	10	10	36
2.สะพานหมู่บ้านกองแหะ	49	2040	1380	59	90.8	128	922	47	79	268	58	972	85	38	158	15	24	48
3.ปางช้างแม่สา	88	1120	960	47	71.4	192	844	34	42	214	39	411	200	25	90	22	36	69
4.สะพานชลประทาน	20	663	870	25	69.2	82	906	20	36	117	44	446	160	38	120	15	16	45
5.บ้านแม่สาหลวง	49	256	1100	68	58.4	256	876	32	58	78	50	427	120	62	152	12	29	27

Total Phosphate ($ug.l^{-1}$)

จุดเก็บตัวอย่าง	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
1.หมู่บ้านกองแหะ	28	1206	1750	32	28.2	32	752	28	53	98	54	601	83	22	72	15	15	40
2.สะพานหมู่บ้านกองแหะ	53	2830	2470	68	100.4	140	942	53	88	282	63	993	90	45	173	18	30	56
3.ปางช้างแม่สา	88	1430	2150	55	80.2	210	860	37	55	256	47	438	225	30	98	29	42	73
4.สะพานชลประทาน	25	2700	2340	32	75.5	98	932	28	42	150	62	485	172	46	130	20	19	50
5.บ้านแม่สาหลวง	53	1840		79	62.5	272	882	39	65	92	57	469	130	71	176	18	35	31

Iron ($ug.l^{-1}$)

จุดเก็บตัวอย่าง	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
1.หมู่บ้านกองแหะ	167	1190	56	139	100	31	227	231	35	57	125	97	45	100	250	50	188	37
2.สะพานหมู่บ้านกองแหะ	833	1250	208	583	350	156	273	654	334	200	312	161	178	400	350	200	375	290
3.ปางช้างแม่สา	433	1120	26	722	250	125	136	462	135	114	281	64	533	350	150	150	750	111
4.สะพานชลประทาน	933	1520	0	1000	800	94	636	808	500	600	500	194	289	550	400	300	438	300
5.บ้านแม่สาหลวง	367	870	0	750	375	22	364	385	135	201	385	64	111	600	700	100	562	222

ตารางที่ 18 (ต่อ)

Temp. (^{o} C)

จุดเก็บตัวอย่าง	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
1.หมู่บ้านกองแหะ	22.8	22.1	23	22.1	22.3	21.8	20.9	19.5	19	19	20.3	22.8	21.7	22.9	21.6	21.8	21.3	21
2.สะพานหมู่บ้านกองแหะ	22.8	22.3	22.9	22.3	22.8	22.7	21.7	20.8	20	19.6	20.8	22.8	23.4	23.5	22.7	22.8	22.8	22
3.ปางช้างแม่สา	28.7	25	26.5	25	27.6	26.9	24.2	23.4	22.5	24.5	23.8	25.8	25.7	27	25.6	25.6	25.2	23
4.สะพานชลประทาน	33.1	26.8	29.8	26.8	28.4	30.4	29.2	24.4	26.8	26.6	25.7	30.2	26.3	27.3	27.3	29.1	26.7	23.4
5.บ้านแม่สาหลวง	31.5	27.1	29.9	27.1	28.7	30.1	28.7	26.6	24.8	26.6	24.8	30.2	27.3	28.9	27.6	28.4	26.8	24

pH

จุดเก็บตัวอย่าง	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
1.หมู่บ้านกองแหะ	7.65	7.19	6.7	7.19	6.9	6.63	7.15	6.87	7.5	6.66	6.45	6.9	6.98	7.28	7.06	6.84	6.8	7.15
2.สะพานหมู่บ้านกองแหะ	7.55	7.1	6.76	7.1	6.9	6.97	7.5	7.27	7.35	7.18	7.13	7.33	6.84	7.14	7.26	7.36	7.32	7.3
3.ปางช้างแม่สา	8.49	8.6	8.38	8.6	7.61	8.44	8.57	8.4	8	7.16	8.25	8.4	8.16	8.18	7.6	8.46	7.98	8.95
4.สะพานชลประทาน	7.54	7.76	7.1	7.76	7.1	7.33	7.79	7.78	7.5	7.4	7.63	7.61	7.34	7.22	7.22	7.15	7.45	8.28
5.บ้านแม่สาหลวง	7.65	7.76	6.99	7.76	7.2	7.11	7.56	7.43	7.6	7.1	7.63	7.63	7.13	7.4	7.26	7.2	7.63	8.11

DO ($mg.l^{-1}$)

จุดเก็บตัวอย่าง	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
1.หมู่บ้านกองแหะ	5.2	7.5	4.8	7.5	7.6	7.8	8	7.5	7.5	7.3	6.8	7.8	7.2	6.6	6.8	6.8	7.3	7.5
2.สะพานหมู่บ้านกองแหะ	5.2	6.5	5.2	6.5	7.2	7.2	7.5	7	7.1	7.2	6.8	6.2	7.2	6.2	6.2	7	6.2	7.4
3.ปางช้างแม่สา	6.2	7.8	5.2	7.8	7.8	7.4	8	7.9	8	8	7.7	7.8	7	6.8	7	7.6	6.8	7.6
4.สะพานชลประทาน	5.6	7.4	8	7.4	6.2	7.1	7.4	7.2	7.8	7.8	6.5	8.8	5.8	7.6	5.8	5.6	5.6	7
5.บ้านแม่สาหลวง	7.6	6.4	6.4	6.4	6.6	7.8	6.9	7.1	7.6	7.8	7.4	7.5	6.2	7.2	6.2	6.4	6.6	6.9

ตารางที่ 18 (ต่อ)

BOD ($mg.l^{-1}$)

จุดเก็บตัวอย่าง	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
1.หมู่บ้านกองแหะ	0.4	0.3	0.6	0.3	3.2	0.8	0.7	0.7	0.6	0.4	1.1	3.4	1.4	2.9	1.6	0.4	2.8	0.7
2.สะพานหมู่บ้านกองแหะ	0.6	0.3	3.8	0.3	2.8	1.2	1.3	2	1.6	0.8	1.8	0.2	1.2	1.3	1	0.4	1.7	0.9
3.ปางช้างแม่สา	1.2	1.2	2.2	1.2	3.6	0.8	0.4	6.7	5.2	1.1	3	4.5	1.4	2.8	1.6	3.2	0.5	0.4
4.สะพานชลประทาน	0.8	1.8	2	1.8	1.8	1.4	1	0.4	0.4	0.4	1.4	0.8	2.4	1.5	2.2	0.4	0.8	1.1
5.บ้านแม่สาหลวง	0.6	0.6	1.6	0.6	0.8	1	0.8	0.4	0.6	1.6	3		1.8	0.6	1.2	0.6	1.3	0.6

TDS ($mg.l^{-1}$)

จุดเก็บตัวอย่าง	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
1.หมู่บ้านกองแหะ	55.2	38.6	58.2	38.6	30.9	26.9	31.7	33.2	32.2	18.3	36	25.4	26.7	35.5	18	18	26	33.9
2.สะพานหมู่บ้านกองแหะ	81	85.1	114	85.1	90.3	76.1	91	92	109	98	113	124	114	98.5	60	60	94	78.1
3.ปางช้างแม่สา	144	151	162	151	169	101	156	164	163	159	151	135	171	103	115	140	128	246
4.สะพานชลประทาน	158	150	140	150	150	144	116	156	116	139	93.4	116	164	116	116	110	110	206
5.บ้านแม่สาหลวง	87.9	144	51.5	144	143	100	99.9	140	131	115	87.9	103	133	134	98	101	89	290

Alkalinity ($meq.l^{-1}$)

จุดเก็บตัวอย่าง	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
1.หมู่บ้านกองแหะ	41	36	43	34	31.5	31	29	32	34.5	39	42.5	43.8	41.5	26.5	19.5	31.5	29	28
2.สะพานหมู่บ้านกองแหะ	124	74.5	113	93	84	79	76.5	96	107	117	63	138.8	122.5	50.5	55	92	89	50
3.ปางช้างแม่สา	132	132	155	146	156	144	133.5	157	173.5	174.5	94.5	181	172.5	92.5	101.5	156.5	151	137
4.สะพานชลประทาน	128	123.5	142	139	150.5	141	138.5	151	164	160	87.5	172.5	158	42	80	154	127.5	115
5.บ้านแม่สาหลวง	90	119	102	122	126	123.5	122	133	147.5	102	97.5	154.5	121	27.5	75.5	135.5	93.5	117

ภาคผนวก ค

การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ลำดับคะแนนอย่างง่าย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ลำดับคะแนนอย่างง่าย

โดยทั่วไปการประเมินคุณภาพน้ำมักจะใช้พารามิเตอร์เดี่ยวหลายๆ พารามิเตอร์ แล้วนำมาประเมินขั้นสุดท้าย โดยดูความมากน้อยของแต่ละพารามิเตอร์ว่ามีความสอดคล้องกับค่ามาตรฐานที่ใช้เพียงใด โดยวิธีการนี้ทำให้ผู้ประเมินขาดความเชื่อมั่นในบางครั้ง เนื่องจากค่าบางพารามิเตอร์อยู่ในเกณฑ์ที่ควรจะตัดสินใจว่าอยู่ในระดับนั้นๆ ได้ แต่ก็มีบางพารามิเตอร์ที่แตกต่างออกไปอย่างมาก คณะผู้วิจัยได้พยายามคิดวิธีการที่จะนำค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อการจัดคุณภาพน้ำมาหาค่าเฉลี่ยร่วมกัน เพื่อให้ได้เป็นตัวเลขที่ควรจะใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำได้อย่างมั่นใจ

พารามิเตอร์ที่ใช้อาจแปรเปลี่ยนไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาคุณภาพน้ำและลักษณะของแหล่งน้ำ เช่น อาจมีการใช้ปริมาณแบคทีเรีย พวกโคลิฟอร์มมาร่วมด้วย สำหรับในแหล่งน้ำที่ต้องการศึกษาการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ หรือในแหล่งน้ำไหล เช่นแม่น้ำ ลำธาร นั้นปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ อาจไม่เหมาะสมในการใช้ ก็สามารถตัดออกไปได้ หรืออาจจะนำค่าฟอสฟอรัสรวมไนโตรเจนรวมมาคำนวณร่วมก็เป็นไปได้ ดังนั้นคะแนนมาตรฐานที่คำนวณออกมา จากพารามิเตอร์ที่ใช้แต่ละครั้งจึงไม่เท่ากัน

การประเมินคุณภาพน้ำดังกล่าวนี้ได้ใช้พารามิเตอร์ที่เป็นปัจจัยทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพบางประการ โดยประยุกต์มาจากมาตรฐานคุณภาพน้ำของ Lorraine and Vollenweider (1981) Wetzel (1983) และมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2537 มาประเมินร่วมกันโดยจะใช้พารามิเตอร์ที่เป็นพื้นฐานทั่วไปของการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ซึ่งได้แก่

1. ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO)
2. ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD)
3. ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity)
4. ปริมาณสารอาหาร ได้แก่
   - 4.1 ไนเตรทไนโตรเจน
   - 4.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน
   - 4.3 ออร์โธฟอสเฟต หรือ Soluble reactive phosphorus
5. ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ที่ใช้ว่ามีมากน้อยเพียงใด แต่อย่างไรก็ตามในแหล่งน้ำหนึ่งๆ ตลอดการวิจัยควรจะใช้ค่ามาตรฐานจากการคำนวณนี้ให้เหมือนกันทุกครั้ง วิธีการคำนวณ มีดังนี้ จากค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำของ ของ Lorraine and Vollenweider (1981) Wetzel (1983) และมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2537 จะทำให้ทราบว่าในแหล่งน้ำที่ทำการศึกษา แต่ละพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ควรมีค่าสูงสุด และต่ำสุดเท่าใด ในที่นี้อาจใช้ประสบการณ์ของผู้วิจัย หรือสอบถามผู้ที่มีประสบการณ์ในการวิจัยในแหล่งน้ำประเภทนั้นๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หรืออาจใช้ตำราที่เขียนเกี่ยวกับคุณภาพของแหล่งน้ำในประเทศไทย ประเภทต่าง ๆ จะมีความเหมาะสมมาก

เมื่อได้ค่าสูงสุดและต่ำสุดของแต่ละพารามิเตอร์แล้วนำมาจัดเป็นลำดับตัวเลขซึ่งจะใช้เป็นคะแนนมาตรฐาน โดยค่าที่แสดงคุณภาพน้ำด้านที่ดีสูงสุด จะมีคะแนนเป็น 0.1 และค่าที่แสดงคุณภาพน้ำด้านที่เสียต่ำสุดเป็น 1 หรืออาจจะใช้คะแนนมากกว่าคะแนนด้านที่ดีสูงสุดเป็น 0.1 และคะแนนน้อยกว่าคะแนนด้านที่เสียต่ำสุดเป็น 1 ก็ได้ ในกรณีที่มีตัวเลขในแต่ละพารามิเตอร์มาก แต่คะแนนมาตรฐานมีเพียง 10 ชั้น คือ 0.1-1.0 ให้จัดกลุ่มตัวเลขในพารามิเตอร์นั้น ๆ ให้เป็นอันตรภาคชั้นแต่ละชั้น ให้มีความเหมาะสมแล้วจึงจัดคะแนนมาตรฐานของแต่ละอันตรภาคชั้น

ในงานวิจัยครั้งนี้ในแต่ละพารามิเตอร์ที่ใช้ได้จัดเป็นอันตรภาคชั้นและให้คะแนนมาตรฐานตามตารางต่อไปนี้

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ($mg.l^{-1}$)	คะแนนมาตรฐาน
มากกว่า 8	0.1
7-8	0.2
6-7	0.3
5-6	0.4
4-5	0.5
3-4	0.6
2-3	0.7
1-2	0.8
0.5-1	0.9
น้อยกว่า0.5	1.0

ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) ($mg.l^{-1}$)	คะแนนมาตรฐาน
น้อยกว่า 0.25	0.1
0.25-0.5	0.2
0.5-1	0.3
1-2	0.4
2-4	0.5
4-10	0.6
10-20	0.7
20-40	0.8
40-80	0.9
มากกว่า80	1.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu s.cm^{-1}$)	คะแนนมาตรฐาน
น้อยกว่า 10	0.1
10-20	0.2
20-40	0.3
40-70	0.4
70-100	0.5
100-150	0.6
150-230	0.7
230-400	0.8
400-550	0.9
มากกว่า 550	1.0

ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	คะแนนมาตรฐาน
น้อยกว่า 0.05	0.1
0.05-0.1	0.2
0.1-0.3	0.3
0.3-0.8	0.4
0.8-1.5	0.5
1.5-3.0	0.6
3.0-10.0	0.7
10.0-20.0	0.8
20.0-40.0	0.9
มากกว่า 40.0	1.0

ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน ($mg.l^{-1}$)	คะแนนมาตรฐาน
น้อยกว่า 0.1	0.1
0.1-0.2	0.2
0.2-0.4	0.3
0.4-0.8	0.4
0.8-1.5	0.5
1.5-3.0	0.6
3.0-5.0	0.7
5.0-10.0	0.8
10.0-20.0	0.9
มากกว่า 20.0	1.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณ Soluble Reactive Phosphorus ($mg.l^{-1}$)	คะแนนมาตรฐาน
น้อยกว่า 0.05	0.1
0.05-0.2	0.2
0.2-0.4	0.3
0.4-0.8	0.4
0.8-1.5	0.5
1.5-3.0	0.6
3.0-5.0	0.7
5.0-10.0	0.8
10.0-20.0	0.9
มากกว่า 20.0	1.0

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ($\mu g.l^{-1}$)	คะแนนมาตรฐาน
น้อยกว่า 0.05	0.1
0.05-0.2	0.2
0.2-1.0	0.3
1.0-2.5	0.4
2.5-5.0	0.5
5.0-10.0	0.6
10.0-20.0	0.7
20.0-50.0	0.8
50.0-150.0	0.9
มากกว่า 150.0	1.0

จากนั้นจะทำการแบ่งชั้นคุณภาพน้ำ โดยใช้ตัวเลขต่ำสุดที่ควรจะเป็นได้ คือ 0.1 และสูงสุดที่ควรจะเป็นได้ คือ 7.0 มาจัดอันตรภาคชั้นออกเป็น 7 ลำดับ โดยมีความถี่เท่ากัน แล้วจัดคุณภาพน้ำแต่ละลำดับ ดังต่อไปนี้

0.1-0.9 คุณภาพน้ำดีมากเทียบเท่า hyper oligotrophic status
1.0-1.8 คุณภาพน้ำดีเทียบเท่า oligotrophic status
1.9-2.7 คุณภาพน้ำดีปานกลาง เทียบเท่า oligotrophic-mesotrophic status
2.8-3.6 คุณภาพน้ำปานกลาง เทียบเท่า mesotrophic status
3.7-4.5 คุณภาพน้ำปานกลางค่อนข้างเสีย เทียบเท่า mesotrophic-eutrophic status
4.6-5.4 คุณภาพน้ำเสีย เทียบเท่า eutrophic status
มากกว่า 5.5 คุณภาพน้ำเสียมาก เทียบเท่า hypereutrophic status

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หมายเหตุ : จำนวนพารามิเตอร์อาจจะมีมากกว่าหรือน้อยกว่า 7 ก็เป็นได้ ให้นำตัวเลขที่เป็นจำนวนพารามิเตอร์ที่ใช้จริงมาคำนวณ ตัวอย่างเช่น ถ้าใช้พารามิเตอร์ 6 ชนิด ค่าที่จะนำมาจัดลำดับคุณภาพน้ำจะเป็น 0.1 ถึง 6.0 ถ้าใช้ 8 ชนิด จะต้องเป็น 0.1-8.0 เป็นต้น

เมื่อจะใช้ประเมินคุณภาพน้ำที่ทำการวิจัย ให้นำค่าพารามิเตอร์ที่วัดได้มาเทียบกับตารางที่ได้จัดทำไว้แล้ว ดูว่าตรงกับค่ามาตรฐานเท่าใด แล้วนำตัวเลขของค่ามาตรฐานจากทุกพารามิเตอร์มารวมกัน แล้วมาเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำที่จัดไว้ 7 ลำดับ ก็จะทราบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในลำดับใด

ตัวอย่างเช่น ในการศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในเดือนพฤษภาคม 2544 ได้ผลดังนี้

ค่า DO 6.8 $mg.l^{-1}$

ค่า BOD 0.3 $mg.l^{-1}$

ค่าการนำไฟฟ้า 91 $\mu s.cm^{-1}$

ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน 0.25 $mg.l^{-1}$

ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน 0.48 $mg.l^{-1}$

ปริมาณออร์โธฟอสเฟต หรือ Soluble reactive phosphorus 0.19 $mg.l^{-1}$

ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ 7.8 $\mu g.l^{-1}$

เมื่อนำค่าจากพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกับคะแนนมาตรฐานที่จัดทำขึ้น จะได้ดังนี้

คะแนนค่า DO = 0.3

คะแนนค่า BOD = 0.2

คะแนนค่าการนำไฟฟ้า = 0.5

คะแนนปริมาณไนเตรทไนโตรเจน = 0.3

คะแนนปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน = 0.4

คะแนนปริมาณออร์โธฟอสเฟต หรือ Soluble reactive phosphorus = 0.2

คะแนนปริมาณคลอโรฟิลล์เอ = 0.6

เอาคะแนนมาตรฐานทั้งหมดมารวมกัน จะได้ = 2.5

ดังนั้นคุณภาพน้ำในอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จะอยู่ในช่วง 1.9-2.7 นั่นคือคุณภาพน้ำดีปานกลาง เทียบเท่า oligotrophic-mesotrophic status

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

ความสัมฤทธิ์ผลของงานวิจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความสัมฤทธิ์ผลของงานวิจัย

งานวิจัยในโครงการ "ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่" (BRT 139015) ได้รับผลสัมฤทธิ์ดังนี้

1. ผลิตบัณฑิตระดับปริญญาโทได้ 3 คนคือ

1.1 นายประเสริฐ ไวยะกา อดีตนักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (BRT 539033) ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์และเบนทิคแอลจีในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ระดับความสูง 600 -1,050 เมตร" สำเร็จการศึกษาเมื่อปีการศึกษา 2541 ปัจจุบันเป็นอาจารย์อยู่ที่สถาบันราชภัฏเชียงราย จังหวัดเชียงราย สอนวิชาจุลชีววิทยาและสาหร่ายวิทยา และทำวิจัยเกี่ยวกับแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายอีกหลายกลุ่ม

1.2 นายตรัย เป็กทอง อดีตนักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์และเบนทิคแอลจีในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ระดับความสูง 330 – 550 เมตร" สำเร็จการศึกษาเมื่อปีการศึกษา 2541 ในระดับปริญญาโทนี้ได้รับทุนการศึกษาจาก สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช) แต่ได้ทำการวิจัยในโครงนี้ตลอดการศึกษา ปัจจุบันได้ศึกษาปริญญาเอก ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1.3 นายทัตพร คุณประดิษฐ์ นักศึกษาปริญญาโทภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (BRT 541077) ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่"

2. ผลิตบัณฑิตปริญญาเอกได้ 1 คนคือ

2.1 นายตรัย เป็กทอง นักศึกษาปริญญาเอก ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (BRT 541079) ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ความหลากหลายทางชีวภาพของเบนทิคไดอะตอมและการประยุกต์เพื่อติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย เชียงใหม่ : Biodiversity of Benthic Diatoms and Their Application in Monitoring Water Quality of Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai" คาดว่าจะสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษานี้

3. ส่งนักศึกษาไปอบรมการศึกษาทางด้านสาหร่ายยังต่างประเทศ

3.1 นายตรัย เป็กทอง และนายประเสริฐ ไวยะกา ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการ BRT ให้ไปฝึกอบรมเรื่อง "Use of Diatoms for Environmental Monitoring" ณ institute of Botany มหาวิทยาลัยอินสบรูกส์ ประเทศออสเตรีย เมื่อวันที่ 3-11 พฤศจิกายน 2540 เมื่อกลับมาได้นำความรู้มาใช้ในการทำวิทยานิพนธ์และจัด workshop ทางด้านการวินิจฉัยไดอะตอม ที่ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ถึง 2 ครั้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 นายทัตพร คุณประดิษฐ์ และนายคมสัน เรืองฤทธิ์ ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการ BRT ให้ไปฝึกอบรมเรื่อง "Freshwater Algae Identification" ณ University of Durham ประเทศอังกฤษ เมื่อวันที่ 4-11 กรกฎาคม 2542 เมื่อกลับมาได้นำความรู้และเอกสารด้านวินิจฉัยชนิดของสาหร่ายมาใช้ในการทำวิทยานิพนธ์และจัด workshop ทางด้านการวินิจฉัยชนิดสาหร่ายน้ำจืด ที่ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

3.3 นายทัตพร คุณประดิษฐ์ และนายตรัย เป็กทอง ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการ BRT ให้ไปฝึกอบรมเรื่อง "Diatoms Identification" ณ Natural History Museum เรื่อง"Used of Diatom for Environmental Monitoring Index" และ "Nitrogen Cycle in Stream Sediment" ณ University of Essex ประเทศอังกฤษ เมื่อวันที่ 7 มิถุนายน 2544 ถึง 7 กรกฎาคม 2544 เมื่อกลับมาได้นำความรู้และเอกสารด้านวินิจฉัยชนิดของไดอะตอม และการใช้โปรแกรมทางสถิติวิเคราะห์ข้อมูลการกระจายของไดอะตอมเพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ รวมไปถึงการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบไนโตรเจนในรูปต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กับการกระจายของสาหร่ายในระบบนิเวศแบบน้ำไหล ซึ่งความรู้ที่ได้จากการอบรมครั้งนี้มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่องานวิจัยของนักศึกษา และทำให้การพัฒนาองค์ความรู้ด้านนี้ในประเทศไทยก้าวหน้ามากขึ้น ทั้งนี้นักศึกษาทั้ง 2 คน พร้อมที่จะเปิดการฝึกอบรมระยะสั้นเพื่อถ่ายทอดความรู้แก่ผู้ที่สนใจต่อไป

4. การส่งผลงานไปตีพิมพ์

4.1 ผลงานวิจัยเรื่อง Diversity of Phytoplankton and Benthic Algae in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai โดย Yuwadee Peerapornpisal, Trai Pekthong, Prasert Waiyaka and Sakorn Promkutkaew ในวารสารนานาชาติของ Natural History Bulletin of The Siam Society, Vol. 48 : 193-211.

4.2 ผลงานวิจัยเรื่อง Fifty One New Record Species of Freshwater Diatoms in Thailand โดย Trai Pekthong and Yuwadee Peerapornpisal ในวารสารนานาชาติของ Chiang Mai Journal of Science, Vol. 28(2) : 97-112.

4.3 ส่งผลงานวิจัยเรื่อง Distribution of Macroalgae and Water Quality in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai โดย Tatporn Kunpradid and Yuwadee Peerapornpisal เพื่อลงในวารสารนานาชาติของ Tropical Biodiversity ขณะนี้กำลังอยู่ในขั้นตอนการเตรียมต้นฉบับ (in manuscript)

4.4 ส่งผลงานวิจัยเรื่อง Four New Record Species of Red Algae in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai โดย Tatporn Kunpradid and Yuwadee Peerapornpisal เพื่อลงในวารสารนานาชาติของ Natural History Bulletin of The Siam Society ขณะนี้กำลังอยู่ในขั้นตอนการเตรียมต้นฉบับ (in manuscript)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. การเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

5.1 เสนอผลงานวิจัยเรื่อง

5.1.1 Diversity of Phytoplankton and Benthic Algae in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai โดย Trai Pekthong, Prasert Waiyaka and Yuwadee Peerapornpisal

5.1.2 Biodiversity of Phytoplankton in Some Wetlands of the Chiang Mai-Lamphun Basin โดย Tatporn Kunpradid, Prasert Waiyaka and Yuwadee Peerapornpisal

5.1.3 Biodiversity of Phytoplankton and Macroalgae in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai โดย Tatporn Kunpradid and Yuwadee Peerapornpisal

ในการประชุมระดับนานาชาติหัวข้อ International Conference on Water Resources Management in Intermonatae Basins ณ วันที่ 2-6 กุมภาพันธ์ 2542 โรงแรมเชียงใหม่ภูคำ จังหวัดเชียงใหม่ จัดโดย ศูนย์วิจัยน้ำ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

5.2 เสนอผลงานวิจัยเรื่อง

5.2.1 Use of Diatom for Monitoring River in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai, Thailand โดย Trai Pekthong, Yuwadee Peerapornpisal and Sakorn Promkutkaew

5.2.2 Distribution of Macro Algae and Water Quality in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai โดย Tatporn Kunpradid and Yuwadee Peerapornpisal

ในงานประชุมระดับนานาชาติหัวข้อ 4th International Conference on Diffuse Pollution เมื่อวันที่ 16-20 มกราคม 2543 โรงแรมสยามซิตี้ กรุงเทพฯ จัดโดย Department of Land Development Environmental Engineers Association of Thailand ร่วมกับ The Institute of Environmental Research, Chulalongkorn University In cooperation with IAWQ Specialist Group on Diffuse Pollution

5.3 เสนอผลงานวิจัยเรื่อง

5.3.1 Use of Benthic Diatom for Monitoring Mae Sa river in northern Thailand โดย Trai Pekthong and Yuwadee Peerapornpisal

5.3.2 Use of Macroalgae for Water Quality Monitoring in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai, Thailand โดย Tatporn Kunpradid and Yuwadee Peerapornpisal

ในงานประชุมระดับนานาชาติหัวข้อ The 4th Asia-Pacific Conference on Algal Biotechnology ที่จะจัดขึ้นที่ Hong Kong Convention and Exhibition Centre ในวันที่ 3 - 6 กรกฎาคม พ.ศ. 2543 โดย Department of Botany The University of Hong Kong

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.4 เสนอผลงานวิจัยเรื่อง

5.4.1 Diversity and Morphology of Benthic Diatoms in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai โดย Trai Pekthong and Yuwadee Peerapornpisal ในการประชุมประจำปี The Seventeenth Annual Conference of the Electron Microscopy Society of Thailand เมื่อวันที่ 7-9 ธันวาคม 2542 โรงแรมสวนบัวรีสอร์ท จ. เชียงใหม่ จัดโดยคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ร่วมกับสมาคมจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแห่งประเทศไทย

5.5 เสนอผลงานวิจัยเรื่อง

5.5.1 Distribution of Macroalgae in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai, Thailand โดย Tatporn Knpradid and Yuwadee Peerapornpisal ในการประชุมนานาชาติหัวข้อ 7th International Phycological Congress เมื่อวันที่ 18-25 สิงหาคม 2544 ณ Aristotle University of Thessaloniki ประเทศกรีซ จัดโดย The International Organizations Committee for IPC7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Reprint of paper in journal Natural History Bulletin
of The Siam Society

ชื่อเรื่อง Diversity of Phytoplankton and Benthic Algae in Mae Sa Stream,
Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai

โดย Yuwadee Peerapornpisal, Trai Pekthong, Prasert Waiyaka and Sakorn Promkutkaew

Vol. 48 : 193-211

NAT. HIST. BULL. SIAM SOC. 48: 193–211, 2000

DIVERSITY OF PHYTOPLANKTON AND BENTHIC ALGAE IN MAE SA STREAM, DOI SUTHEP–PUI NATIONAL PARK, CHIANG MAI

Yuwadee Peerapornpisal, Trai Pekthong, Prasert Waiyaka and Sakorn Promkutkaew[1]

ABSTRACT

The diversity of phytoplankton and benthic algae in Mae Sa stream, Doi Suthep–Pui National Park, Chiang Mai Province, was assessed from April 1997 to February 1998. Eighty-seven species of phytoplankton were found which could be classified into 5 phyla, 8 orders, 19 families and 31 genera. The majority of the phytoplankton were diatoms in the Order Pennales and the most abundant species were *Melosira varians* Agardh, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck, and *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith.

A total of 172 species of benthic algae were found, of which 68 species had never been recorded in Thailand before. They represented 9 families and 25 genera. The most abundant species were also diatoms in the Order Pennales. The majority of the species belonged to the genera *Navicula* (38 species), *Nitzschia* (23 species), *Fragilaria* (16 species) and *Gomphonema* (15 species).

Key words: benthic algae, biodiversity, diatom, Doi Suthep–Pui, phytoplankton, stream algae

INTRODUCTION

An investigation of the diversity of phytoplankton and benthic algae was carried out in Mae Sa stream, located in Mae Rim District, Chiang Mai, Thailand. The purposes of the study were to investigate the diversity of algae and the species composition of phytoplankton and benthic algae communities in relation to water quality.

Although study of phytoplankton diversity in Thailand commenced at the end of 19th century, the present state of knowledge is unsatisfactory. According to available literature, green algae (Chlorophyceae) have been throughly studied with regard to freshwater phytoplankton. Marine diatoms and dinoflagellates (Bacillariophyceae and Dinophyceae) are considered to be adequately known, in terms of systematic studies. The first publication of a phytoplankton study in Thailand was by SCHMIDT (1900–1916). He published "Flora of Koh Chang," based on materials collected by the Danish Expedition to Siam 1899–1900, in which 161 genera, 1,001 species, 287 varieties and 63 forms of Cyanobacteria, Chlorophyta and Chromophyta were reported (WONGRAT, 1998).

Other forms of algae in streams include benthic algae, the attached form of algae, associated with different types of substrata (COX, 1996). The terms periphyton and aufwuchs are also applied to that community of organisms growing on submerged objects (aquatic plants, rocks, etc.) (BOLD & WYNNE, 1985). Most benthic algae in freshwater habitats are

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand
Received 1 July 2000; accepted 20 November 2000.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

"bluegreen algae" (Cyanobacteria), green algae (Chlorophyta), diatoms (Bacillariophyta), or red algae (Rhodophyta) (HYNES, 1970; PHILIP, 1986; STEVENSON *ET AL.*, 1996).

Diatoms generally have the highest species richness among benthic algal communities. The total number of diatom species worldwide may be at least 20,000, comprising 200 genera; about 50% more than for bluegreen, green and red algae (ROUND, 1973; BOLD & WYNNE, 1985).

The diatom flora of Thailand has been investigated by foreign scientists for a hundred years, according to a checklist of algae in Thailand (LEWMANOMONT *ET AL.*, 1995). A total of 46 genera, 385 species, 144 varieties and 43 forms have been recorded. The diatom flora has been covered by the following papers, published by foreign scientists.

ÖSTRUP (1902) recorded 81 different diatoms from Thailand's second largest island (after Phuket), Koh Chang in the Gulf of Thailand. PATRICK (1936) reported 185 diatom species in the intestinal contents of tadpoles from Thailand and the Federal Malay States. Material collected by the Joint Thai–Japanese Biological Expedition to Southeast Asia 1961–1962 was identified by Hirano. In 1967, he published an account of 143 diatom species, 114 of them from Thailand. Most of these samples were collected in the Chiang Mai area and the others from localities in central and southern Thailand (HIRANO, 1967).

In freshwater material collected by Foged in 1966 in central and northern Thailand, about 378 taxa were published. Among these, 8 new species, 5 new varieties and 2 new forms were additional records for Thailand (FOGED, 1971).

From 1971 to date, Thai scientists have also worked on diatoms but not very intensively. Most work has been done on plankton. Collections have been made from all parts of Thailand but mostly from the North and Northeast (WONGRAT, 1998).

STUDY AREA

Established in 1981, Doi Suthep–Pui National Park is located in Chiang Mai Province, northern Thailand, and has an area of 261 km^2. Doi Suthep (elevation 1,601 m a.s.l.) and Doi Pui (1,685 m a.s.l.) are part of a geologically ancient ridge forming the western boundary of the Ping River Valley. The forests on Doi Suthep–Pui can be divided into deciduous and evergreen forest types. Some 2,000 mm of rain fall on the park each year, mostly from May to October. The dry season comes between November and March. The average annual temperature, recorded near Phuphing Palace, is 20°C with maximum and minimum average temperatures of 24°C and 17°C respectively. The Mae Sa Watershed is situated in Mae Rim District, Chiang Mai Province. Part of the watershed lies within Doi Suthep–Pui National Park, which is one of the world's greatest areas for biodiversity, where natural forests and other wildlife resources are protected. (GRAY *ET AL.*, 1991).

The Mae Sa watershed is becoming heavily impacted by increasing agro-industrialization and tourism development. The results of this survey of diversity of phytoplankton and benthic algae can be applied to monitoring changes in water quality in the future.

Twelve sites were studied once per season over one year from April 1997 to February 1998. The sites were selected along the Mae Sa stream (Fig. 1). The name and details of each site are given in Table 1.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

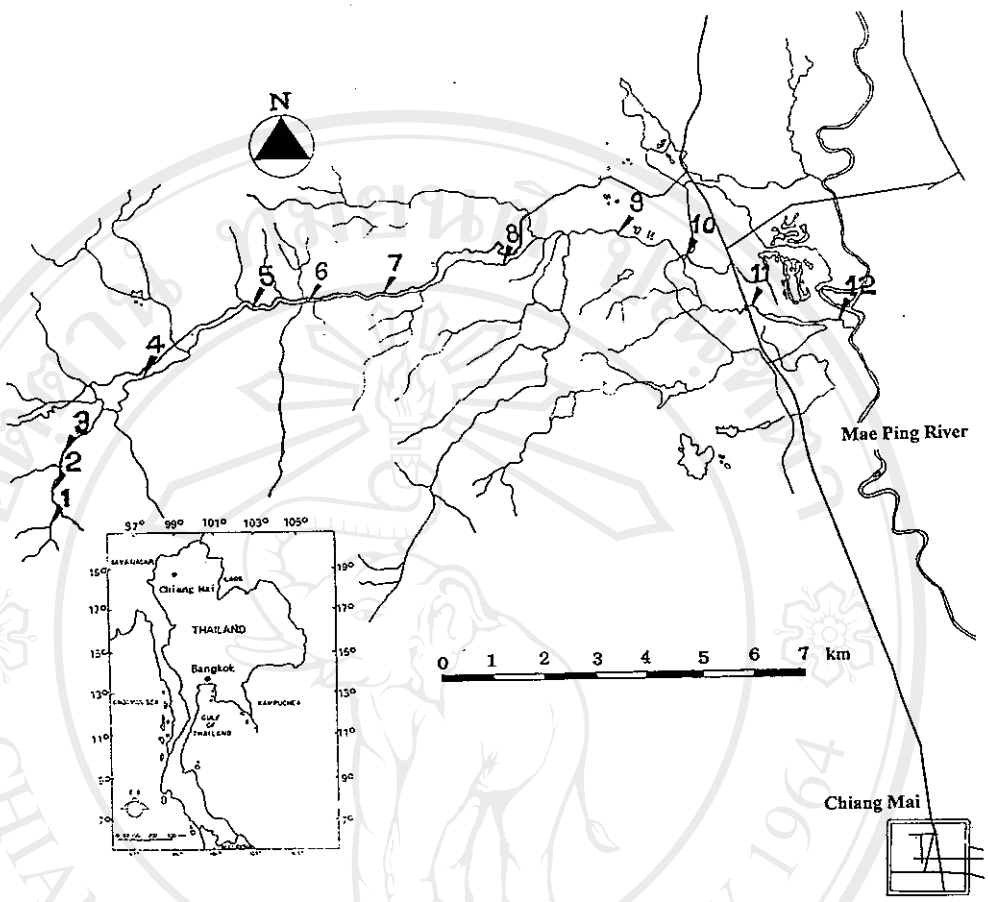


Figure 1. Map of the Mae Sa Stream showing the 12 sampling sites.

Figure 1. Map of the Mae Sa Stream showing the 12 sampling sites.

Table 1. Site names, altitude (m a.s.l.) and descriptions.

Site name	Altitude (m)	Description
1. Kong Hae Village	1,075	agriculture and residential
2. entrance to Kong Hae Village	1,000	agriculture and residential
3. Pong Yang elephant camp	960	tourist attraction
4. Sri Muang Kham Village	760	agriculture and residential
5. Huay Dee Mee	700	residential
6. Queen Sirikit Botanical Garden	650	tourist attraction
7. Mae Sa elephant camp	550	tourist attraction
8. Mae Sa waterfall	390	tourist attraction
9. Mae Rim bridge	340	residential
10. Cholaprathan bridge	330	residential
11. Pa Muang Village	330	residential
12. Mae Sa Luang Village	340	agriculture and residential

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

METHODOLOGY

Sampling and Preparation

Phytoplankton samples were collected for identification using a plankton net of mesh size 10 µm. Samples were preserved with Lugol's solution and were kept cool and dark before observation under a light microscope.

Epilithic diatom samples were scraped from 3–5 stones at each site. In the laboratory, the samples were cleaned by boiling for 15–30 minutes in concentrated HCl or HNO_3 and H_2O_2. Naphrax was used for mounting (BARBER & HAWORT, 1981; ROUND *ET AL.*, 1990). Light micrographs were made with an Olympus BX-40 microscope. Scanning electron micrographs were made with a JEOL JSM-840A microscope, operated at 8–20 KV. Black and white film was used.

Identification

The taxonomic classification systems of the Süβwasserflora Mitteleuropas by KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986, 1988, 1991a, 1991b), KRAMMER (1992, 1997a, 1997b), LANGE-BERTALOT & KRAMMER (1989), LANGE-BERTALOT (1995) and REICHARDT (1984) were followed. In some cases, however, the relevant keys in books or theses of some tropical studies such as FOGED (1971, 1975, 1976), PODZORSKI & HAKANSSON (1987), VYVERMAN (1991) and BENAVIDES (1994) were used.

The features of the diatom frustule are very complex and fine details are hard to see under the light microscope. SEM was used to investigate valve shapes (diameter, length, width), striae patterns (striae frequency in 10 µm) and other features (raphe, puncta, areolae, fibulae, nodule, septa, costae, stigmata, rib, spine, wing and canals) for species that were difficult to identify (BARBER & HAWORT, 1981; ROUND *ET AL.*, 1990).

RESULTS

Phytoplankton Investigation

Eighty-seven species of phytoplankton were found which could be classified into 5 phyla, 8 orders, 19 families and 31 genera. The majority of the phytoplankton species were diatoms in the Order Pennales and the most abundant species were *Melosira varians* Agardh, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck, and *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith. Some cyanobacteria, *Anabaena, Pseudanabaena, Lyngbya, Cylindrospermopsis,* were also found in planktonic form. Some green algae such as *Ankistrodesmus, Closterium, Cosmarium, Isthmochloron, Monoraphidium, Pediastrum, Staurastrum, Tetrastrum* and *Scenedesmus* were also present. The phytoplankton list is presented in Table 2.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 2. Species list of all phytoplankton and benthic algae in Mae Sa Stream, Suthep–Pui National Park, Chiang Mai. (P = Plankton, B = Benthic algae)

Phytoplankton and benthic algae	Form	Site distribution
CYANOBACTERIA		
Order Oscillatoriales, Family Oscillatoriaceae		
Lyngbya circumcreta West, G. S.	P	5,12
Oscillartoria acuminata Gomont	B	1,2,7,10
Oscillartoria spp.	P, B	2,3,6,7,8,9,10,11,12
Planktolyngbya limnetica Lemm.	P	10,11,12
Spirulina major (Gomont) Kützing	P	12
Order Nostocales, Family Nostocaceae		
Anabaena sp.	P	1,3,4,5,6,7,8,10,12
Cylindrospermopsis raciborskii (Wolosz.) Seenayya & Subba	P	10
Nostoc spp.	B	1,2,10,12
Nostochopsis sp.	B	1
Pseudanabaena sp.	P	1,2,4,6,8,10,12
Family Rivulariaceae		
Gleotrichia sp.	P	2
CHLOROPHYTA		
Order Volvocales, Family Volvocaceae		
Gonium sp.	P	2
Order Tetrasporales, Family Tetrasporceae		
Tetraspora sp.	P	11
Order Chlorosphaerales, Family Oocystaceae		
Ankistrodesmus sp.	P	3,4,5,7,10
Monoraphidium sp.	P	11
Family Scenedesmaceae		
Coelastrum sp.	P	7,8
Scenedesmus javanensis Chod.	P	5,7
Scenedesmus spp.	P	1,4,7,9
Tetrastrum sp.	P	12
Family Hydrodictyaceae		
Hydrodictyon reticulatum (Linn.) Lagerheim	B	2
Pediastrum duplex Meyen	P	1,8,9
Pediastrum simplex Meyen	P	1,9,12
Pediastrum sp.	P	10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 2. (continued).

Phytoplankton and benthic algae	Form	Site distribution
Order Chaetophorales, Family Chaetophoraceae		
Stigeoclonium spp.	B	2,10,12
Order Oedogoniales, Family Oedogoniaceae		
Oedogonium spp.	B	2
Order Siphoncladales, Family Cladophoraceae		
Cladophora spp.	B	1-12
Rhizoclonium spp.	B	1,2,7,8,10,12
Order Zygnematales, Family Zygnemataceae		
Spirogyra spp.	B	1,2,3,4,5,7,10,11,12
Family Desmidiaceae		
Closterium sp.	P	1,3,5,10
Cosmarium reniforme var. *compressum* Needst.	P	10,12
Spondylosium panduriforme (Heimerl) Teil. var. *panduriforme* f. *panduriforme*	P	11,12
Staurastrum sp.	P	2,3,7
EUGLENOPHYTA		
Order Euglenales, Family Euglenaceae		
Euglena spp.	P	1,2,3,4,7,10,11,12
Phacus pisciformis Klebs	P	1,3,6,11,12
Trachelomonas volvocina Ehr.	P	3,4,7,9,12
Trachelomonas spp.	P	1,5,11,12
DINOPHYTA		
Order Dinokontae, Family Gymnodiniaceae		
Gymnodinium sp.	P	1,2,3,11
Family Peridiniaceae		
Peridinium cunningtonii Lemm.	P	8
Peridinium sp.	P	1,3,4,5,11
Peridiopsis cunningtonii Lemm.	P	1
Family Ceratiaceae		
Ceratium hirundinella (O.F. Müller) Schrank	P	1,5
RHODOPHYTA		
Family Bratrachospermaceae		
Batrachospermum macrosporum Montague	B	1
Ceramium sp.	B	1,2,10,11,12

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 2. (continued).

Phytoplankton and benthic algae	Form	Site distribution
BACILLARIOPHYTA		
Order Centrales, Family Thalassiosiraceae		
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen	P,B	1,2,3,5,6,7,8,10
Cyclotella stelligera Cleve & Grunow	B	2,5,6,7,8
Cyclotella spp.	P,B	1,3,6
Melosira moniliformis (O.F. Müller) Agardh	P	1,2,4,6,7
Melosira varians Agardh	P,B	1–12
Order Pennales, Family Fragilariaceae		
Fragilaria biceps (Kützing) Lange-Bertalot	B	12
Fragilaria bidens Heiberg	B	6,11
Fragilaria capucina Desmazières	P,B	10,12
Fragilaria elliptica Schumann	B	2
Fragilaria pinnata Ehrenberg var. *pinata*	B	12
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot	P,B	1–12
Fragilaria ulna var. *acus* (Kützing) Lange-Bertalot	B	3
Fragilaria spp.	P,B	1–12
Synedra ulna var. *aequalis* (Kützing) Hustedt	B	12
Family Eunotiaceae		
Eunotia bilunaris (Ehrenberg) Mills var. *bilunaris*	B	1
Eunotia minor (Kützing) Grunow	B	7
Eunotia spp.	P	1,2,4,10,11,12
Family Achnanthaceae		
Achnanthes chlidanos Hohn & Hellermann	B	2,3
Achnanthes crenulata Grunow	B	3,4,5
Achnanthes exigua Grunow var. *exigua*	B	1,2,3,4,11,12
Achnanthes helvetica (Hustedt) Lange-Bertalot	B	7
Achnanthes lanceolata (Brébisson) Grunow	B	1,2,3,4,5,6,7,9,10,12
Achnanthes minutissima Kützing	B	1,2,3,4,5,6
Achnanthes oblongella Oestrup	B	7
Achnanthes spp.	P,B	1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12
Cocconeis placentula Ehrenberg	P,B	1-12
Family Naviculaceae		
Caloneis bacillum (Grunow) Cleve	B	2,4,5
Caloneis lauta Carter & Bailey-Watts	B	12
Caloneis sp.	B	12
Diatoma ehrenbergii Kützing	B	11
Diatoma vulgaris Bory	B	12
Diploneis litoralis (Donk.) Cleve	B	4,5
Diploneis subovalis Cleve	B	2,3,5
Diploneis spp.	P,B	2,12
Frustulia vulgaris (Thwaites) De Toni	B	1,2,3,4,5,6
Frustulia spp.	P,B	1,2,3,4,6,10,11

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 2. (continued).

Phytoplankton and benthic algae	Form	Site distribution
Gyrosigma kützingii (Grunow) Cleve	B	2,3,6
Gyrosigma nodiferum (Grunow) Reimer	B	7
Gyrosigma scalproides (Rabenhorst) Cleve	B	1,2,3,4,5,6
Gyrosigma spencerii (Quekett) Griffith & Henfrey	B	2
Gyrosigma spp.	P	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12
Navicula amphibola Cleve	B	7
Navicula bacillum Ehrenberg	B	11
Navicula cohnii (Hilse) Lange-Bertalot	B	1,2,3,4,5,6
Navicula concentrica Carter	B	1
Navicula cryptocephala Kützing	B	1,2,3,4,5,6,7
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot	P,B	1-12
Navicula disjuncta Hustedt	B	1,2,3,4,5,6,11,12
Navicula exigua (Gregory) Grunow	B	1,2,3,11
Navicula gastrum (Ehrenberg) Kützing	B	11
Navicula gregaria Donkin	B	7
Navicula jaagii Meister	B	3
Navicula laevissima Kützing var. *laevissima*	B	1
Navicula lanceolata (Agardh) Ehrenberg	P,B	7,8,10,12
Navicula microdigituradiata Lange-Bertalot	B	7
Navicula mobiliensis var. *capitata*	B	12
Navicula mutica Kützing	B	12
Navicula mutica Kützing var. *mutica*	B	3
Navicula placentula (Ehrenberg) Grunow	B	7
Navicula pupula Kützing var. *pupula*	B	1,2,3,4,5,6,12
Navicula schroeterii Meister	B	11
Navicula subplacentula Hustedt	B	12
Navicula tripunctata (O. F. Müller) Bory	B	7
Navicula viridula var. *rostellata* (Kützing) Cleve	B	12
Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg	B	1,2,3,4,5,6,10,11,12
Navicula spp.	P,B	1–12
Neidium affine var. *longiceps* (Gregory) Cleve	B	7
Neidium ampliatum (Ehrenberg) Krammer	B	7
Neidium dubium (Ehrenberg) Cleve	B	6
Neidium productum (W. Smith) Cleve	B	7
Neidium sp.	P	1,2,5,6,11
Pinnularia acrosphaeria Rabenhorst	B	7
Pinnularia braunii (Grunow) Cleve	B	12
Pinnularia brevicostata Cleve	B	7
Pinnularia interrupta W.Smith	B	1,2,3,4,5
Pinnularia mesolepta (Ehrenberg) W. Smith	B	2
Pinnularia subgibba Krammer	B	7
Pinnularia viridiformis Krammer	B	3
Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg	B	1,2,3,6
Pinnularia spp.	P,B	1–12
Stauroneis angustevittata	B	12

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 2. (continued).

Phytoplankton and benthic algae	Form	Site distribution
Stauroneis smithii Grunow	P,B	1,2,3
Family Nitzschiaceae		
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow	B	1,2,3,6
Hantzschia distinctepunctata (Hustedt) Hustedt	B	7
Nitzschia bremensis Hustedt	B	7
Nitzschia brevissima Grunow	B	2
Nitzschia coarctata Grunow	B	1
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow	B	1,2,4,5,6,12
Nitzschia fonticola Grunow	B	3,4,12
Nitzschia granulata Grunow	B	3
Nitzschia levidensis (W. Smith) Grunow	B	10
Nitzschia linearis (Agardh) W. Smith	P,B	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12
Nitzschia palea (Kützing) W. Smith	B	1,2,4,7,12
Nitzschia sigmoidae (Nitzsch) W. Smith	B	1,7,8
Nitzschia subacicularis Hustedt	B	3
Nitzschia spp.	P,B	1–12
Family Cymbellaceae		
Amphora coffeaeformis (Agardh) Kützing	B	7
Amphora dusenii Brun	B	2
Amphora libyca Ehrenberg	P,B	1,2,3,4,9,11,12
Amphora montana Krasske	B	1,2,3,4,5,6,11
Amphora ovalis (Kützing) Kützing	B	1,2
Amphora spp.	B	12
Cymbella affinis Kützing	B	7
Cymbella amphicephala Naegeli	B	2
Cymbella aspera (Ehrenberg) Cleve	P,B	1
Cymbella cistula (Ehrenberg) Kirchner	B	5
Cymbella hustedtii Krasske	B	12
Cymbella naviculiformis Auerswald	B	1,2,3
Cymbella silesiaca Bleisch	B	1,3,4,6
Cymbella tumida (Brébisson) Van Heurck	P,B	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12
Cymbella turgidula Grunow	B	1,3,4,5,6,7,12
Cymbella spp.	P,B	1–12
Gomphonema affine Kützing	B	1
Gomphonema augur Ehrenberg	P,B	1,2,3,4,5,6
Gomphonema augur var. *turris* (Ehrenberg) Lange-Bertalot	B	1
Gomphonema carolinense Hagelstein	B	2,3,4,6
Gomphonema clevei Fricke	B	1,2,4,5
Gomphonema contrictum Ehrenberg	P	2,6,10
Gomphonema gracile Ehrenberg	B	1,4,5,6
Gomphonema lanceolatum Ehrenberg	B	2,3,5
Gomphonema micropus Kützing	B	2
Gomphonema minutum (Agardh) Agardh	B	3,4,5,6,7
Gomphonema parvulum var. *lagenula* (Kützing) Frenguelli	B	3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 2. (continued).

Phytoplankton and benthic algae	Form	Site distribution
Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing	B	1,2,3,4,5,6,12
Gonphonema pumilum var. *rigidum*	B	7,12
Gomphonema subclavatum Grunow	B	3,5
Gonphonema spp.	P,B	1–12
Family Bacillariaceae		
Bacillaria paradoxa Gmelin	P,B	6,8,10,11,12
Family Epithemiaceae		
Epithemia sp.	P	1,2,3,4,5
Rhoicosphenia sp.	P	1,3,5,6
Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O. Müller var. *gibba*	B	2,10
Rhopalodia sp.	P,B	2,9,10,11,12
Family Surirellaceae		
Cymatopleura salea var. epicolata (W. Smith) Ralfs	P,B	9,10,12
Surirella angusta Kützing	B	11
Surirella bifrons Ehrenberg	B	11
Surirella biseriata Brébisson	B	2,11,12
Surirella capronii Brébisson	P,B	1,2,3,4,5,6,7,10,12
Surirella elegans Ehrenberg	B	12
Surirella spiralis Kützing	B	7,10
Surirella tenera Gregory	B	2
Surirella spp.	P,B	1-12

Benthic Algae Investigation

A total of 172 species of benthic algae were found (shown in Table 1). The most abundant were also diatoms in the Order Pennales. The majority of the species belonged to the diatom genera *Navicula* (38 species), *Nitzschia* (23 species), *Fragilaria* (16 species) and *Gomphonema* (15 species).

The most abundant species were *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg, *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith, *Fragilaria capucina* Desmazières, *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck, *Gomphonema parvulum* (Kützing) Grunow, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot. The common species were *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Achnanthes lanceolata* (Brébisson) Grunow, *Gomphonema parvulum* (Kützing) Grunow and *Melosira varians* Agardh.

Filamentous macroalgae such as *Oscillatoria* spp. (cyanobacteria) *Hydrodictyon* sp., *Spirogyra* spp., *Cladophora* spp., *Rhizoclonium* spp., *Stigeoclonium* spp. and *Oedogonium* spp. (green algae) and *Batrachospermum macrospermum* Montague and *Ceramium* spp. (red algae) were recorded.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

New Records

Sixty-eight diatom species were considered to be new records for Thailand, belonging to 9 families and 25 genera (Table 3). The species list of diatoms was compared with the checklist of freshwater algae in Thailand by LEWMANOMONT *ET AL.* (1995).

Table 3. New record species of diatoms in Mae Sa Stream, Suthep–Pui National Park, Chiang Mai.

ORDER CENTRALES.	*Frustulia weinholdii* Hustedt
Family Thalassiosiraceae	*Gomphonema affine* Kützing
Cyclotella stelligera Cleve & Grunow	*Gomphonema augur* var. *turris* (Ehrenberg) Lange-Bertalot
Stephanodiscus sp.	*Gomphonema minutum* (Agardh) Agardh
Thalassiosira weissflogii (Grunow) Fryxell & Hasle	*Gonphonema pumilum* var. *rigidum*
Family Hemidiscaceae	*Navicula amphibola* Cleve
Actinocyclus normanii (Gregory) Hustedt	*Navicula cohnii* (Hilse) Lange-Bertalot
ORDER PENNALES	*Navicula concentrica* Carter
Family Fragilariaceae	*Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot
Diatoma ehrenbergii Kützing	*Navicula elginensis* (Gregory) Ralfs var. *elginensis*
Diatoma moniliformis Kützing	*Navicula jaagii* Meister
Diatoma vulgaris Bory	*Navicula laevissima* Kützing var. *laevissima*
Fragilaria biceps (Kützing) Lange-Bertalot	*Navicula mutica* Kützing var. *mutica*
Fragilaria bidens Heiberg	*Navicula subplacentula* Hustedt
Fragilaria elliptica Schumann	*Navicula tripunctata* (O. F. Müller) Bory
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot	*Navicula trivialis* Lange-Bertalot
Family Eunotiaceae	*Neidium ampliatum* (Ehrenberg) Krammer
Eunotia bilunaris (Ehrenberg) Mills var. *bilunaris*	*Pinnularia subgibba* Krammer
Eunotia minor (Kützing) Grunow	*Pinnularia viridiformis* Krammer
Family Achnanthaceae	*Sellaphora pupula* (Kützing) Mereschkowsky
Achnanthes chlidanos Hohn & Hellermann	*Stauroneis producta* Grunow
Achnanthes exigua Grunow var. *exigua*	Family Epithemiaceae
Achnanthes helvetica (Hustedt) Lange-Bertalot	*Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Müller var. *gibba*
Achnanthes lanceolata ssp. *lanceolata* (Brébisson) Grunow var. *haynaldii* (Schaarschmidt) Cleve	Family Bacillariaceae
Achnanthes undata Meister	*Hantzschia distinctepunctata* (Hustedt) Hustedt
Cocconeis placentula var. *pseudolineata* Geitler	*Nitzschia acula* Hantzsch
Family Naviculaceae	*Nitzschia angustatula* Lange-Bertalot
Amphora coffeaeformis (Agardh) Kützing	*Nitzschia bremensis* Hustedt
Amphora dusenii Brun	*Nitzschia brevissima* Grunow
Amphora libyca Ehrenberg	*Nitzschia coarctata* Grunow
	Nitzschia dubia W.Smith
	Nitzschia granulata Grunow

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 3. (continued).

Caloneis lauta Carter & Bailey-Watts	*Nitzschia literalis* Grunow
Caloneis silicula (Ehrenberg) Cleve	*Nitzschia palustris* Hustedt
Cymbella amphicephala Naegeli	*Nitzschia subacicularis* Hustedt
Cymbella hustedtii Krasske	Family Surirellaceae
Cymbella silesiaca Bleisch	*Cymatopleura solea* var. *apiculata* (W. Smith) Ralfs
Cymbella sinuata Gregory	*Surirella bifrons* Ehrenberg
Cymbella turgidula Grunow	*Surirella spiraloides* Hustedt
Cymbellopsis sp.	*Surirella splendida* (Ehrenberg) Kützing
Nitzschia fonticola Grunow	

DISCUSSION

The survey reported here extends our knowledge of biodiversity in Thailand, with regard to phytoplankton and benthic algae as valuable natural resources. Studies of freshwater algae in Thailand started at the end of the 19th century and were carried out by foreign scientists. A checklist of the freshwater *Algae in Thailand* (LEWMANOMONT *ET AL.*, 1995), compiled from 53 publications, lists 161 genera, 1001 species, 287 varieties and 63 forms, reported from the Divisions or Phyla Cyanophyta (Cyanobacteria), Chlorophyta, Chromophyta (divided into four classes: Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Dinophyceae and Cryptophyceae) and Rhodophyta.

Additional studies on freshwater algae have been done by Thai scientists since 1977, but it is obvious that Thailand is making slow progress in freshwater algae biodiversity studies (LEWMANOMONT *ET AL.*, 1995).

At present, the status of phytoplankton and benthic algae diversity in Thailand deserves serious attention. The comparison between the number of algae species known in the world and in Thailand implies that there are many more species waiting for discovery and study in detail (Table 4).

Table 4. The number of algae species known in the world compared with the number known in Thailand (BAIMAI, 1995).

Algae group	No. of species known in the world	No. of species known in Thailand	No. of species expected to be discovered in Thailand
Chlorophyta	7,000	1,500	1,000
Phaeophyta	1,500	300	600
Rhodophyta	4,000	400	400
Chrysophyta	12,500	700	500
Phyrrophyta	1,100	300	600

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

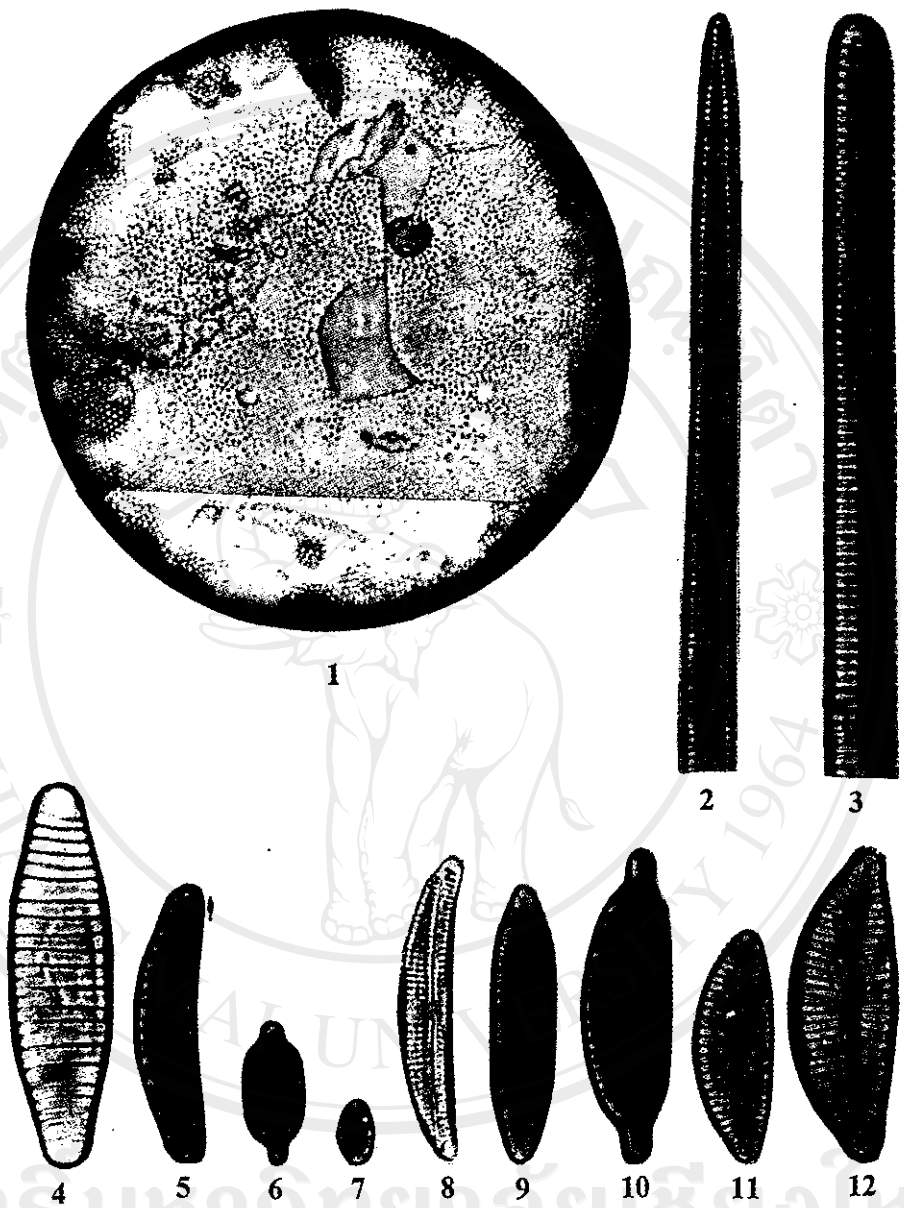


Figure 2. Light micrographs showing some newly recorded species of diatoms in Mae Sa Stream, Suthep–Pui National Park, Chiang Mai (scale bar = 10 μ).
1, *Actinocyclus normanii* (Gregory) Hustedt; 2, *Fragilaria biceps* (Kützing) Lange-Bertalot; 3, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot; 4, *Diatoma vulgaris* Bory; 5, *Eunotia minor* (Kützing) Grunow; 6, *Achnanthes exigua* Grunow var. *exigua*; 7, *Achnanthes helvetica* (Hustedt) Lange-Bertalot; 8, *Amphora libyca Ehrenberg*; 9, *Caloneis lauta* Carter & Bailey-Watts; 10, *Cymbella amphicephala* Naegeli; 11, *Cymbella hustedtii* Krasske; 12, *Cymbella turgidula* Grunow

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

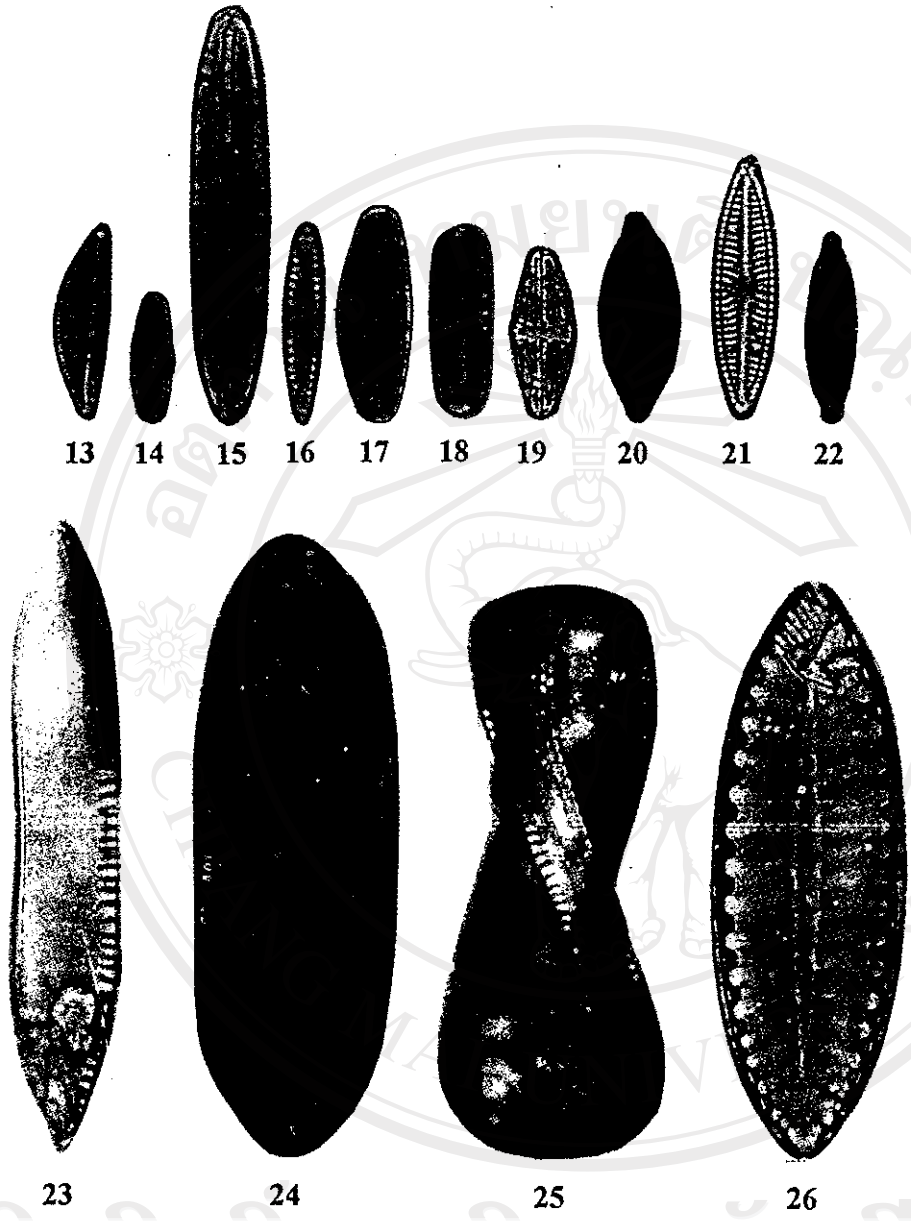


Figure 3. Light micrographs show some newly recorded species of diatom in Mae Sa Stream, Suthep–Pui National Park, Chiang Mai (scale bar = 10 μ).
13, *Cymbella silesiaca* Bleisch; 14, *Cymbella sinuata* Gregory; 15, *Frustulia weinholdii* Hustedt; 16, *Gonphonema pumilum* var. *rigidum*; 17, *Navicula cohnii* (Hilse) Lange-Bertalot; 18, *Navicula laevissima* Kützing var. *laevissima*; 19, *Navicula mutica* Kützing var. *mutica*; 20, *Navicula subplacentula* Hustedt; 21, *Navicula tripunctata* (O. F. Müller) Bory; 22, *Stauroneis producta* Grunow; 23, *Nitzschia bremensis* Hustedt; 24, *Cymatopleura solea* var. *apiculata* (W. Smith) Ralfs; 25, *Surirella spiraloides* Ehrenberg; 26, *Surirella splendida* (Ehrenberg) Kützing

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

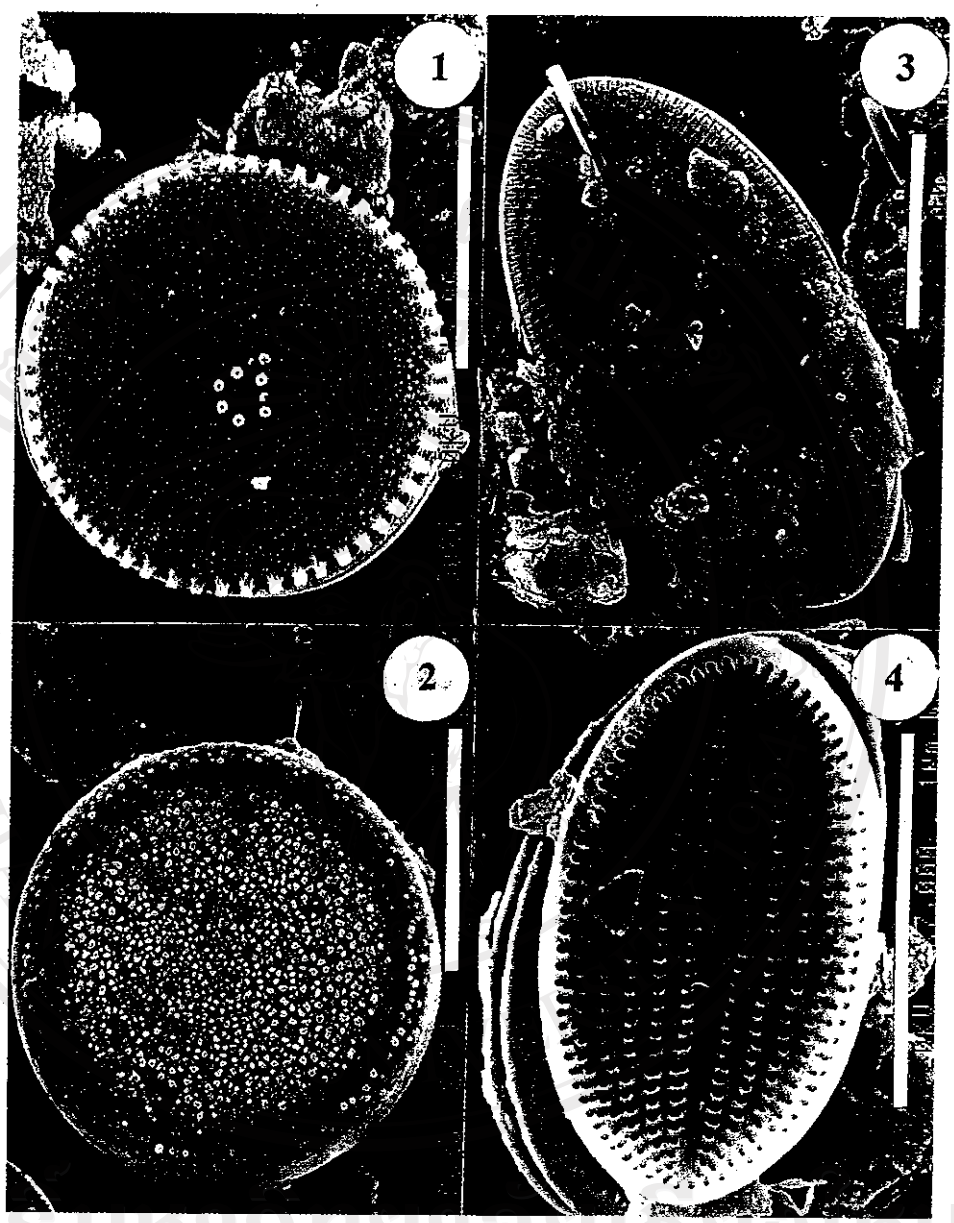


Figure 4. SEM Micrographs (scale bars = 10 μ)
1, *Thalassiosira weissflogii* (Grunow) Fryxell & Hasle; 2, *Melosira varians* Agardh (valve view); 3, *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow; 4, *Cocconeis placentula* var. *pseudolineata* Geitler

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

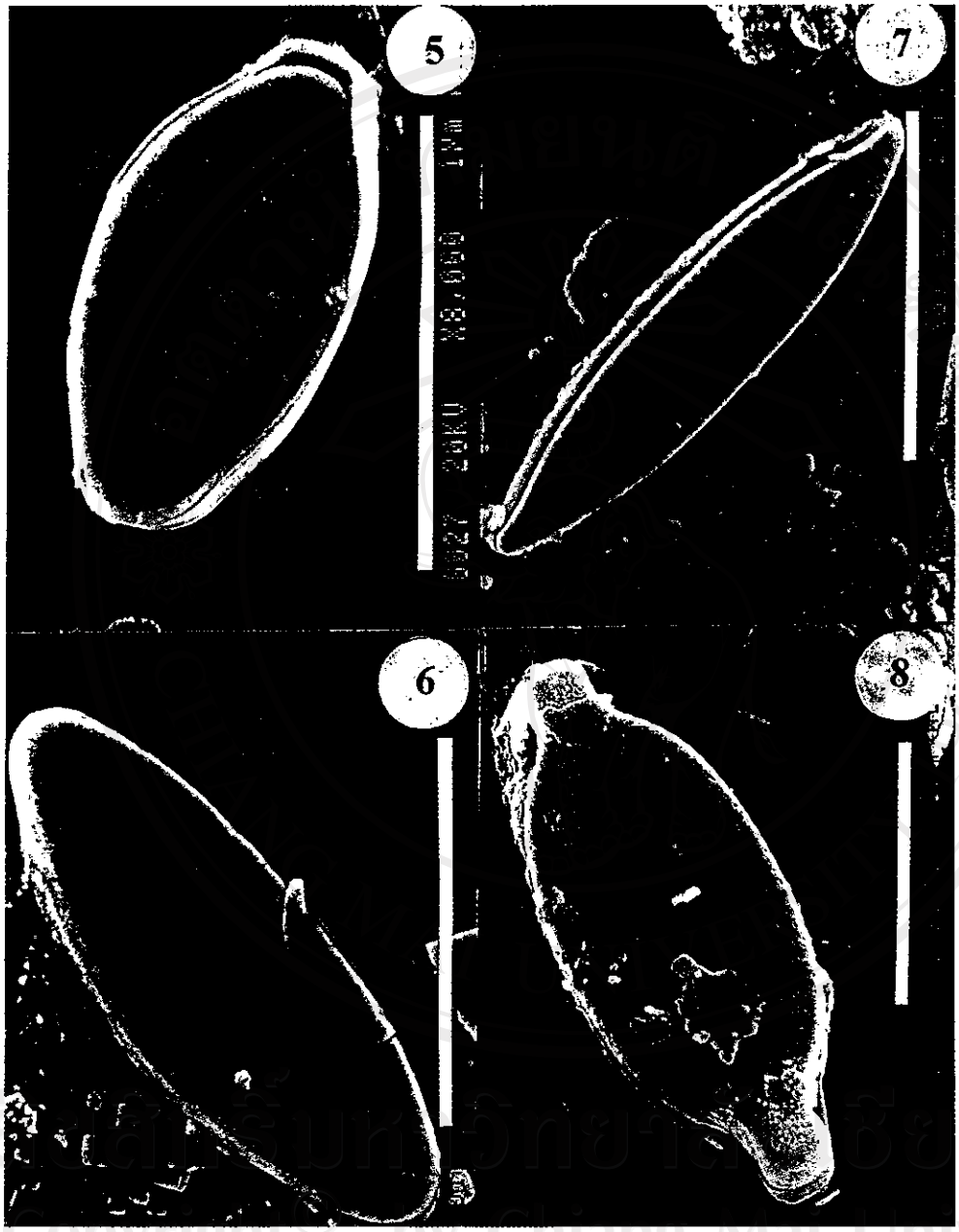


Figure 5 SEM Micrographs (scale bars = 10 μ)
5, *Achnanthes lanceolata* (Brébisson) Grunow? (rapheless valve); 6, *Achnanthes lanceolata* (Brébisson) Grunow (raphae valve); 7, *Nitzschia* sp.; 8, *Navicula elginensis* (Gregory) Ralfs var. *elginensis*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

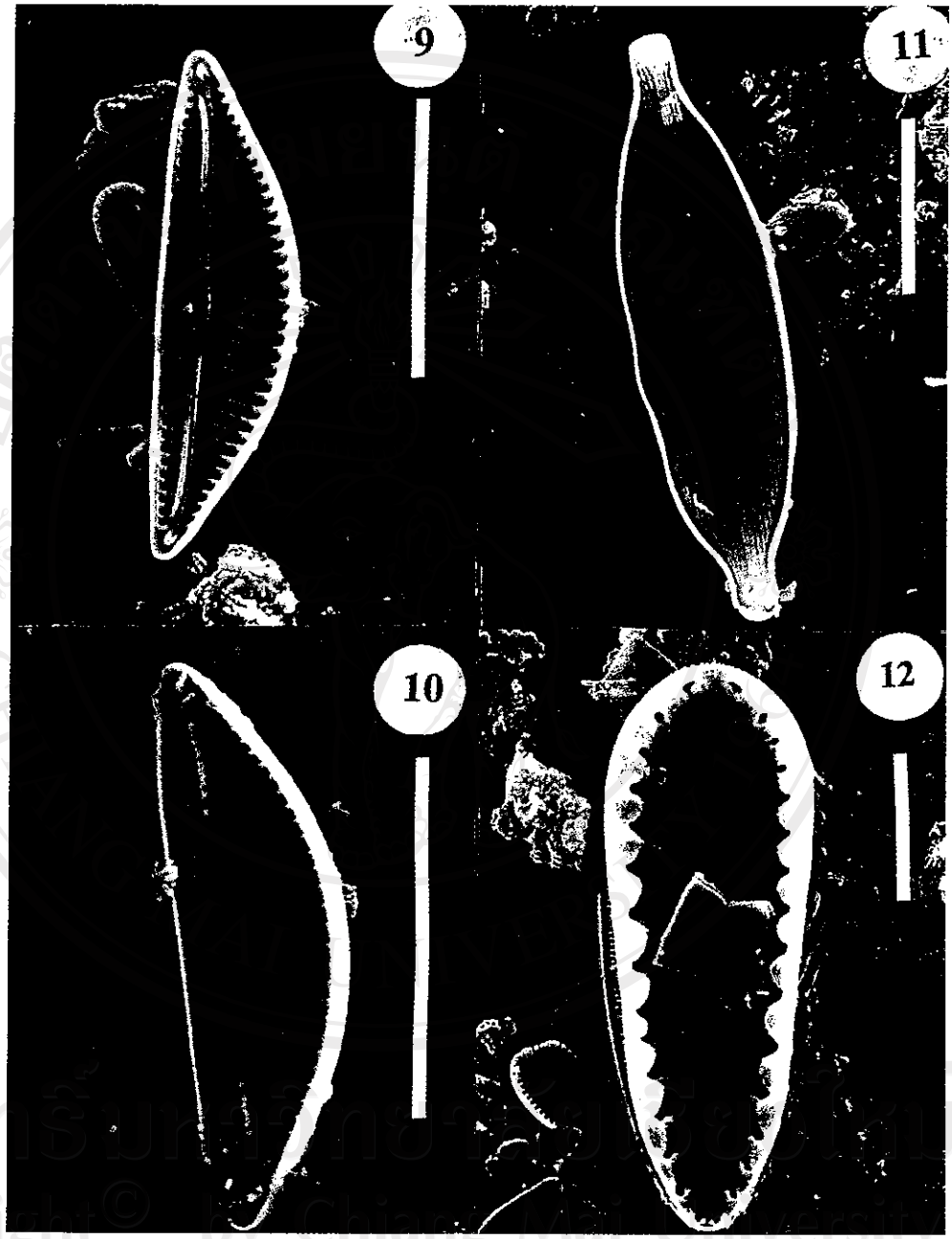


Figure 6. SEM Micrographs (scale bars = 10 μ)
9–10, *Cymbellopsis* sp.; 11, *Navicula* sp.; 12, *Surirella* sp.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Most work in Thailand is on plankton and most research has been done in lakes and reservoirs. Benthic algae are more significant in river than in lakes. This work was done on both phytoplankton and benthic algae. The present study reports a total of 87 phytoplankton species and 172 benthic diatom species. Among these, 68 new diatom species records have been added for Thailand.

ACKNOWLEDGEMENTS

We sincerely thank Assoc. Prof. Dr. Eugen Rott and Dr. Peter Pfister, Institut für Botanik der Universität Innsbruck, Austria, for his interest and advice during the workshop "Use of Diatoms for Environmental Monitoring" held on the institute during 3–11 November 1997. I am deeply grateful to Prof. Dr. Erwin Reichardt for help with checking identification. I also thank Dr. Stephen Elliott for giving some comments on writing the manuscript.

This work was supported by TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT139015.

REFFERENCES

BAIMAI, V. 1995. The Status of Biodiversity in Thailand. Department of Biology, Faculty of science, Mahidol University, Bangkok. (in Thai).

BARBER, H. G. and E. Y. Haworth. 1981. *A Guide to the Morphology of the Diatom Frustule.* The Freshwater Biological Association, Scientist Publication.

BENAVIDES, M. S. 1994. *Algal Periphyton in Two Rivers in Costa Rica with Special Reference to Diatoms Organic Pollution and Altitudinal Differentiation.* Ph. D.Thesis. Institute of Botany, InnsbruckUniversity, Austria.

BOLD, H. C. AND M. J. WYNNE. 1985. *Introduction to the Algae Structure and Reproduction.* Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

COX, E. J. 1996. *Identification of Freshwater Diatoms from Live Material.* Chapman & Hall, London.

DIXIT, S. S. 1992. *Diatoms: Powerful Indicators of Environmental Change.* Environ. Sci. Technol., 26 (1): 23–32.

GRAY, D., C. PIPRELL AND M. GRAHAM. 1991. *National Parks of Thailand.* Communications Resources (Thailand) Ltd., Bangkok.

FOGED, N. 1971. *Freshwater Diatoms in Thailand.* Odense Publisher, Denmark.

FOGED, N. 1975. *Some Littoral Diatoms from the Coast of Tanzania.* A. R. Gantner Verlag Kommanditgesllschaft.Vaduz.

FOGED, N. 1976. *Freshwater Diatoms in Srilanka (Ceylon).* Odense Publisher, Denmark.

HIRANO, M. 1967. *Freshwater Algae Collected by the Joint Thai–Japanese Biological Expedition to Southeast Asia 1961–1962.* Nature and Life in Southeast Asia I.

HYNES, H. B. N. 1970. *The Ecology of Running Waters.* Liverpool University Press, Liverpool.

KRAMMER, K. 1992. *Pinnularia eine Monographie der europäischen Taxa.* Gebrüder Borntreger Verlagsbuchhandlung.

KRAMMER, K. 1997a. *Die cymbelloiden Diatomeen Eine Monographie der weltweit bekanuten Taxa Teil 1. Allgemeines und Encyonema Part.* Gebrüder Borntreger Verlagsbuchhandlung. Sturrgart.

KRAMMER, K. 1997b. *Die cymbelloiden Diatomeen Eine Monographie der weltweit bekanuten Taxa Teil 2. Encyonema Part., Encynopsis and Cymbekkopsis.* Gebrüder Borntreger. Verlagsbuchhandlung. Sturrgart.

KRAMMER, K. AND H. LANGE-BERTALOT. 1986. *Bacillariophyceae. Teil 1. Naviculaceae.* Süβwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 2, berg. Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

KRAMMER, K. AND H. LANGE-BERTALOT. 1988. *Bacillariophyceae. Teil 2.Bacillariophyceae, Epithemiaceae, Surirellaceae.* Süβwasserflora von Mitteleuropa, Bd.2, berg. Von. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

KRAMMER, K. AND H. LANGE-BERTALOT. 1991a. *Bacillariophyceae. Teil 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae.* Süβwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 2, berg. Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

KRAMMER, K. AND H. LANGE-BERTALOT. 1991b. *Bacillariophyceae. Teil 4. Achnanthaceae. Kritische Ergünzungen zu Navicula.* Süβwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 2, berg. Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

LANGE-BERTALOT, H. 1995. *Iconographia Diatomologica Annotated Diatom Micrographs.* Koeltz Scientific Books, Germany.

LANGE-BERTALOT, H. and K. KRAMMER. 1989. *Achnanthes eine Monographie der Gattung.* Gebrüder Borntreger Verlagsbuchhandlung.

LEE, R. E. 1980. *Phycology.* Cambridge University Press. London.

LEWMANOMONT, K., L. WONGRAT AND C. SUPANWANID. 1995. *Algae in Thailand.* Office of Environmental Policy and Planning, Ministry of Science, Technology and Environment, Bangkok.

ÖSTRUP, E. 1902. Freshwater diatoms. *In: Flora of Koh Chang Contributions to the knowledge of the vegetation in the Gulf of Siam.* Schmidt, J. (ed.). Part VII, reprinted from Botanik Tidsskrift.

PATRICK, R. 1936. A taxonomic and distribution study of some diatoms from Siam and the Federated Malay States. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia,* 88.

PHILIP, S. 1986. *A Biology of the Algae.* Wm. C. Brown Publishers, Dubuque. Iowa.

PODZORSKI, A. C. AND H. HAKANSSON. 1987. *Freshwater and Marine Diatoms from Palawan (a Philippine island).* Gebrüder Borntreger Verlagsbuchhandlung.

REICHARDT, E. 1984. *Die Diatomeen der Altmühl.* A. R. Gantner Verlag Kommanditgesllschaft. Vaduz.

ROUND, F. E. 1973. *The Biology of the Algae,* 2nd Edition, Edward Arnold Ltd.. London.

ROUND, F. E., R. M. CRAWFORD AND D. G. MANN. 1990. *The Diatoms: Biology & Morphology of the Genera.* Cambridge University Press, Great Britain.

SCHMIDT, J. 1900–1916. *Flora of Koh Chang. Contributions to the vegetation in the Gulf of Siam.* Copenhagen.

STEVENSON, R. J., L. B. MAX AND L. L. REX. 1996. *Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems.* Academic Press, San Diego, California.

VYVERMAN, W. 1991. *Diatoms from Papua New Guinea.* Gebruder Borntraeger Verlagsbuchhandlung.

WONGRAT, L. 1998. *The status of phytoplankton diversity in Thailand.* Advances in Microalgal and Protozoal Studies in Asia, Global Environmental Forum, Tsukuba.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Reprint of Paper in Chiang Mai Journal of Science

ชื่อเรื่อง Fifty One New Record Species of Freshwater Diatoms in Thailand

โดย Trai Pekthong and Yuwadee Peerapornpisal

Vol. 28 (2) : 97-112

Chiang Mai J. of Sci. 28(2):97-112, 2001

Fifty One New Record Species of Freshwater Diatoms in Thailand

Trai Pekthong and Yuwadee Peerapornpisal
Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.
(Received : 4 May 2001; accepted : 1 October 2001)

ABSTRACT

Diversity of benthic diatoms in Mae Sa stream, Doi Suthep–Pui National Park, Chiang Mai was carried out from April 1998 to September 1999. Two hundred and twenty two species of benthic diatoms were found, fifty one species of these have never been recorded in Thailand before. They were classified into 9 families and 24 genera and were described. The species list of diatoms was compared with the checklist of freshwater algae in Thailand published in 1995.

INTRODUCTION

Diatoms are microscopic unicellular algae which range in size from approximately 5 µm to 500 µm and live in any moist habitat, even on soils. The division Bacillariophyta belongs to the diatoms and is characterized by an exquisitely sculptured part of the cell wall composed of silica, which is highly resistant, usually remaining long after the death of the cell and decay of its organic contents [1].

Diatoms are interesting organisms, the first described of diatoms occurred in the latter half of the 18th century and given Latin binomials. The work of O. F. Müller is worth a special mention because it was one of his species *Vibrio paxillifer*, that served as the type of the first diatom genus *Bacillaria* Gmelin. To Müller, *V. paxillifer* and the other *Vibio* species were animals; he called them animalcula infusoria. Along with ciliates, amoeba, *Volvox*, dinoflagellates and others [2]. The serious study of diatoms began early in the 19th century, with work by Ehrenberg (1838,1840), Ralfs (1843), Kützing (1833,1844) and William Smith (1853–1856), and was continued by numerous others, including Grunow (1860,1884), Cleve (1894), Schmidt (1873–1959), van Heurck (1880–1885) and Cleve-Euler (1934, 1951–1955) [1]. During the 20th century Hustedt published many works concerning freshwater diatom floras, mainly in German; only two of his publications are in English [3]. Foged has also produced numerous works identifying diatoms, including "Freshwater Diatoms in Thailand" in 1971 [4].

The diatom flora of Thailand has been investigated by foreign scientists for a hundred years from a checklist of algae in Thailand by Lewmanomont *et al.* in 1995 . The checklist of algae has been prepared through compilation of various publications include survey reports, scientific papers to results from the Environment Impact Assessment supported by Office of Environmental Policy and Planning (OEPP) and Danish Cooperation on Environment and Development (DANCED) [5].

The checklist of the Algae in Thailand compiled from 53 publications, lists 161 genera, 1001 species, 287 varieties and 63 forms. The checklist reported marine algae and freshwater algae separately. The diatom flora was reported in Division Chromophyta Class Bacillariophyceae. A total of 46 genera, 385 species, 144 varieties and 43 forms have been recorded. The diatom flora has been covered by the following papers published by foreign scientists.

Östrup in 1902 recorded 81 different diatoms from the island, Koh Chang in the Gulf of Thailand [6]. The material was collected by the Danish Expedition to Thailand during 1899–1900.

Ruth Patrick in 1936 reported a total of 185 diatom species in intestinal contents from tadpoles from Thailand and the Federal Malay States [7].

In 1961–1962 the material collected by the Joint Thai-Japanese Biological Expedition to Southeast Asia was identified by Hirano. In 1967, he published an account of 143 diatom species, 114 of them were found in the samples from Thailand. Most of these samples were collected in Chiang Mai area and the others from localities in central and southern part of Thailand [8].

In freshwater material collected by Foged in 1966 in central and northern parts of Thailand, about 378 taxa were published. Among these, 8 new species, 5 new varieties and 2 new forms were additional records for Thailand [4].

From 1971 to date, Thai scientists also worked on diatoms but not as intensively as

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

before. Most work has been done on plankton and reported in "The status of phytoplankton diversity in Thailand" by Wongrat (1998) [9]. The material studied was collected from all parts of Thailand but mostly from the northern and northeastern parts of the country.

Further more, there are some works in Thai about the used of diatoms in aquaculture for feeding molluscs and crustacean, report by Powtongsook (2000) and published in the report submitted to the Thailand Research Fund in the title "Ultilisation of Algae: A Research and Development Potential in Thailand". They use *Chaetoceros muelleri* Lemmermann, *Chaetoceros calcitrans* Paulsen, *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve, *Thalassiosira pseudonana* Hasle & Heimdal, many species of *Nitzschia* spp. and *Navicula* spp. to feed molluscs and crustacean [10].

Several ongoing projects on diversity of phytoplankton are presently underway in Thailand. Most projects are supported by Research Organizations in Thailand, particularly Program for Biodiversity Research & Training (BRT) financed by National Center for Engineering & Biotechnology. These research will extend the knowledge on diversity of freshwater algae in Thailand by Thai scientists.

Site Characteristic

The Mae Sa Watershed is situated in Mae Rim District, Chiang Mai Province. Part of the watershed lies within Doi Suthep–Pui National Park, which is one of the world's greatest areas for biodiversity; where natural forests and other wildlife resources are protected [11].

Doi Suthep–Pui National Park is established in 1981 and has an area of 261 km². Doi Suthep (elevation 1,601 m a.s.l.) and Doi Pui (1,685 m a.s.l.) are part of a geologically ancient ridge forming the western boundary of the Ping River Valley. The forests on Doi Suthep–Pui can be divided into deciduous and evergreen forest types. Some 2,000 mm of rain fall on the park each year, mostly from May to October. The dry season comes between November and March. The average annual temperature, recorded near Phuphing Palace is 20°C with maximum and minimum average temperatures of 24°C and 17° C respectively.

Five sites were studied once per month over 18 months from April 1998 to September 1999. The sites were selected along the Mae Sa stream (Figure 1). The name and details of each site are given in Table 1.

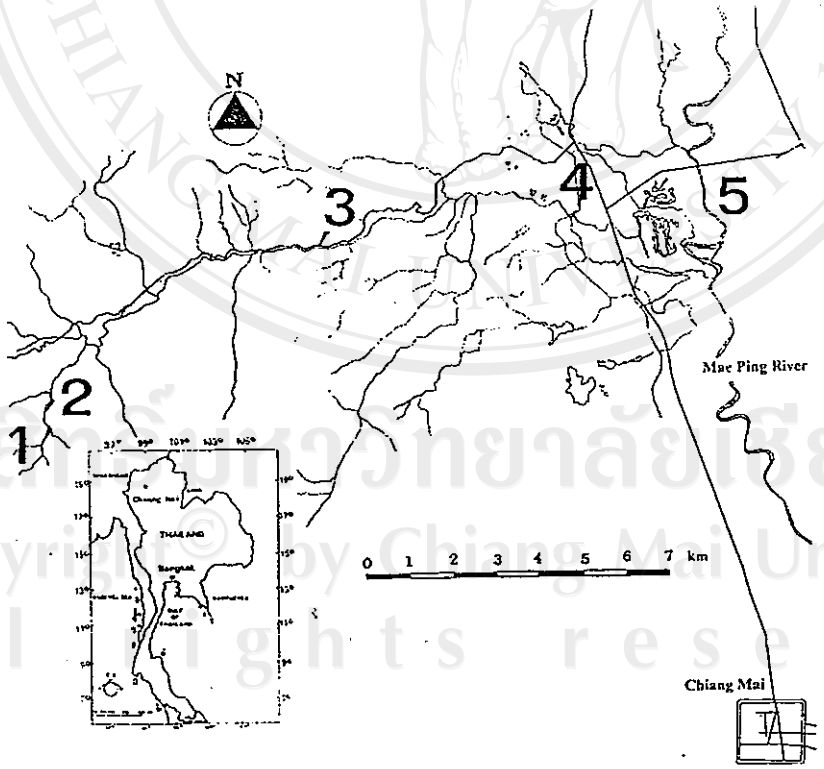


Figure 1. Map of the Mae Sa Stream showing the sampling sites (1–5).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 1. Site names, altitude (m a.s.l.) and descriptions.

Site name	Altitude (m)	Description
1. Kong Hae Village	1,075	agriculture and residental
2. entrance to Kong Hae Village	1,000	agriculture and residental
3. Mae Sa elephant camp	550	tourist attraction
4. Cholaprathan bridge	330	residental
5. Mae Sa Luang Village	340	agriculture and residental

MATERIALS AND METHODS

Diatoms Collection and Preparation

Epilithic diatom samples were scraped from 3–5 stones at each site. In the laboratory, the samples were centrifuged for separated diatom cells from gravel and sand. The diatom frustules were cleaned by boiling for 15–30 minutes in concentrated acid, HCl or HNO_3 and H_2O_2 . Mounting agent, Naphrax and Dyrax, weres used for mounting in permanent slide preparation. Light micrographs were made with an Olympus BX-40 microscope. Scanning electron micrographs were made with a JEOL JSM-840A microscope, operated at 8–20 KV. Black and white film was used (Kodak Verichromepan ISO 125).

Diatoms identification

The taxonomic classification system of the Süßwasserflora Mitteleuropa by Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b) [12-15], Krammer (1986, 1992, 1997a, 1997b) [16-19], Lange-Bertalot & Krammer (1989) [20], Lange-Bertalot (1993, 1995) [21-22] and Reichardt (1984) [23], Huber-Pestalozzi (1942) [24], Hustedt (1937) [3] were followed. In some cases, however, the relevant keys in the books or theses of some tropical studies such as Foged (1971,1974, 1975, 1976) [4,25-27], Podzorski & Hakansson (1987) [28], Vyverman (1991) [29] and Benavides (1994) [30] were used. Some small *Gomphonema* species were followed Reichardt (1997) [31]. Hand-drawings were followed Barber & Carter (1996) [32]. Fresh material of some species were investigate follow Cox (1996) [33]. The features of the diatom frustules were described in English follow Barber & Haworth (1981) [1] and Kelly (2000) [34]. Structural data presented such as diameter, length, width, striae, striae frequency in 10 µm and other features (raphe, puncta, areolae, fibulae, nodule, septa, costae, stigmata, rib, spine, wing and canals) were observed under light and scanning electron microscopes.

RESULTS AND DISCUSSION

Taxonomic Notes

The diatom description of each new record species was described. The diatom list was shown in table 2. The structural data are abbreviated as follows, D: Diameter, L: Length, W: Width, Str: Striae, Cs: Costae, Li: Lineolae, Pt: Puncta and Fb: Fibulae.

Order Centrales

Family Thalassiosiraceae

Cyclotella stelligera Cleve & Grunow (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1991a, Figure 49: 1a–4,9). Figure 7:1

D: 9.3 µm, Cs: 10–14/10 µm. Valve circular, flat and with shallow mantle (seen in girdle view), valve margin without spines, valve face with outer zone of striae (alveoli) and central area unmarked. Distribution cosmopolitan.

Thalassiosira weissflogii (Grunow) Fryxell & Hasle (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1991a, Figure 77: 3–4). Figure 6:1

D: 17 µm. Cells discoid, valve circular. Areolae polygonal, arranged in radial rows. Valve mantle with spine. Most species of this genus are marine, although *Thalassiosira weissflogii* has been recorded in freshwater it is described to be a halophile freshwater species. This is a genus where most of the morphology has been determined by electron microscopy.

Family Hemidiscaceae

Actinocyclus normanii (Gregory) Hustedt (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1991a, Figure 81: 1–5; 82: 1–7). Figure 2:1

D: 68 µm. Centric form with shallow mantle, valve domed, mantle or margin of valve appearing striate (in valve view). Marginal tubules (strutted processes) visible, without spines. Small refractive area usually visible at or near the valve margin. Hexagonal areolae are equally spaced in straight rows of variable length. This is a freshwater species.

Order Pennales

Family Fragilariaceae

Diatoma ehrenbergii Kützing (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1991a, Figure 97: 2). Figure 7:4

L: 52.3 µm, W: 8.1 µm, Cs: 9–10/10 µm. Cells elongate, rectangular in girdle view, valves narrowly linear with broadly rounded slightly

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

capitate apices (truncated). Distribution cosmopolitan.

Diatoma moniliformis Kützing (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1991a, Figure 96: 17). Figure 2:4

L: 26 µm, W: 5 µm, Cs: 8/10 µm . Valve isopolar, cells elongate, outline linear elliptic or linear without capitate ends.

Diatoma vulgaris Bory (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1991a, Figure 93: 10). Figure 2:5

L: 28.2–72 µm, W: 7.9–12 µm, Cs: 7/10 µm . Valve elliptic lanceolate with capitate ends. Isopolar and isobilateral. Thickened transapical costae, striae fine. Axial area (pseudoraphe) present on both valves.

Fragilaria biceps (Kützing) Lange-Bertalot (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1991a, Figure 121: 1–5). Figure 2:2

L: 125 µm, W: 4 µm, Str: 16/10 µm. Shape needle-like, valve linear, isopolar, with rostrate ends. Striae parallel and absent from the central area. Distribution cosmopolitan especially in oligotrophic habitat.

Fragilaria bidens Heiberg (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1991a, Figure 111: 20–21). Figure 7:2

L: 20.9 µm, W: 3.5 µm, Str: 15/10 µm. Valve linear, isopolar, with rostrate ends. Central area a wide rectangular, obviously swollen on both sides. Axial area narrow Distribution cosmopolitan.

Fragilaria elliptica Schumann (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1991a, Figure 130: 31–32). Figure 7:3

L: 3–10 µm, W: 3–6 µm, Str: 11–16/10 µm. Valve round to linear elliptic with small spine on margin. Distribution cosmopolitan in freshwater and brackish.

Family Eunotiaceae

Eunotia bilunaris (Ehrenberg) Mills var. *bilunaris* (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1991a, Figure 137: 9). Figure 7:6

L: 23 µm, W: 6 µm, Str: 15/10 µm. Valve arcuate or crecentic with almost straight ventral margin, convex dorsal margin and slightly protected apices. End broadly rounded. Shortened raphe present on each mantle. Striae transapical, punctate.

Eunotia minor (Kützing) Grunow (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1991a, Figure 142: 8). Figure 2:6

L: 40 µm, W: 9.5 µm, Str: 7–9/10 µm . Valve crecentic with almost straight ventral margin, convex dorsal margin and slightly protected apices. End broadly rounded. Shortened raphe present on each mantle. Striae transapical, punctate.

Family Achnanthaceae

Achnanthes chlidanos Hohn & Hellermann (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1991b, Figure 12: 25–26). Figure 7:7

L: 18 µm, W: 6 µm, Str: 22/10 µm. Valve linear elliptic, isopolar. Central area an acute-angled sub-fascia. Striae fine.

Achnanthes exigua Grunow var. *exigua* (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1991b, Figure 23: 3–7). Figure 2:9

L: 12.8–15 µm, W: 4.6–7 µm, Str: 17–24/10 µm. Valve broadly linear elliptic with distinct broadly rostrate apices. Central area a wide transverse fascia.

Achnanthes helvetica (Hustedt) Lange-Bertalot (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1991b, Figure 10: 12–15). Figure 2:10

L: 7 µm, W: 7.3 µm, Str: 23/10 µm. Valve linear elliptic. Axial area linear. Central area an acute-angled fascia. Distribution cosmopolitan.

Achnanthes lanceolata var. *boyei* (Oestrup) Lange-Bertalot (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1993, Figure 41: 11–13). Figure 2:7–8

L: 20–22 µm, W: 8 µm, Str: 9–11/10 µm. Valve linear lanceolate with horse-shoe shape thickening in one side of rapheless valve. Valve with raphe, central area an acute-angled sub-fascia. Striae radiate throughout.

Achnanthes undata Meister (H. Lange-Bertalot, 1993, Figure 35: 8–10). Figure 3:11–13

L: 45–55 µm, W: 13–16 µm, Str: 9/10 µm. Pt: 10/10 µm. Valve lanceolate. Edge crenate, central area a narrow transverse fascia.

Cocconeis placentula var. *pseudolineata* Geitler (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1993, Figure 35: 4). Figure 6:2

L: 15 µm, W: 9 µm, Str: 22 /10 µm. Pt: 18/10 µm. Valve oval to elliptic lanceolate, isopolar and isobilateral. Apical axis straight, transapical axis bent (as seen in girdle view). Striae patterns radiate. Puncta coarse.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Distribution cosmopolitan. Forms attached to plants or rock material.

Family Naviculaceae

Amphora coffeaeformis (Agardh) Kützing var. *coffeaeformis* (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 151: 2). Figure 7:8

L: 40 µm, W: 15 µm, Str: 22/10 µm. in end and Str: 20/10 µm. in central of dorsal side. Valve semicircular or crecentic in valve view. In girdle view they are wider on the dorsal side than the ventral one. Isopolar and dorsiventral (bilateral). Ends capitate. Raphe threadlike, slightly curved, lying close to the ventral edge. Axial area narrow.

Amphora dusenii Brun (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 152: 7–8). Figure 7:9

L: 20 µm, W: 8 µm, Str: 22/10 µm. in central of dorsal side. Valve semi lanceolate, isopolar and dorsiventral. Ends rostrate. Raphe threadlike, slightly curved, lying close to the ventral edge. Axial area narrow.

Amphora libyca Ehrenberg (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 149: 4,7). Figure 3:14

L: 25–32.4 µm, W: 6 µm, Str: 12–15/10 µm. in central of dorsal side. Valve cresentic, isopolar and dorsiventral. Ends round. Raphe threadlike, slightly curved. Slightly finer striae interrupted at the centre on the dorsal side of the valve. Central area an acute-angled fascia. Distribution cosmopolitan.

Caloneis lauta Carter & Bailey-Watts (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 173: 2). Figure 3:15

L: 28.5 µm, W: 6.7 µm, Str: 20/10 µm. Valve lanceolate, isopolar and isobilateral. Ends rounded. Raphe straight, central and treadlike slit. Central area a wide transverse fascia. Striae fine and parallel throughout.

Caloneis silicula (Ehrenberg) Cleve (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 172: 7). Figure 7:17

L: 18 µm, W: 9 µm, Str: 20/10 µm. Valve linear elliptic, isopolar and isobilateral. Central area lanceolate. Striae fine and parallel throughout.

Cymbella amphicephala Naegeli (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 142: 7). Figure 3:16

L: 34.3 µm, W: 10 µm, Str: 10/10 µm in dorsal side and 16/10 µm in ventral side. Valve semilanceolate, isopolar and dorsiventral. Ends capitate.

Cymbella hustedtii Krasske (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 140: 15–17). Figure 3:17

L: 23.2 µm, W: 7.9 µm, Str: 12–14/10 µm in dorsal side and 14–15/10 µm in ventral side. Pt: 25/10 µm. Valve semi lanceolate, isopolar and dorsiventral, dorsal convex, ventral slightly convex. Distribution cosmopolitan. Present in oligotrophic habitat.

Cymbella turgidula Grunow (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 126: 4–7). Figure 3:21

L: 28–40 µm, W: 10.7–13 µm, Str: 7–13/10 µm. Pt: 22/10 µm. Valve dorsiventral, dorsal convex, ventral convex, elliptic lanceolate, ends cunate to rostrate.

Cymbellopsis cf. *lanceolata* Krammer (Krammer, K., 1997b, Figure 195: 10, 197: 9–13). Figure 6:3–4

L: 13–19 µm, W: 4–5 µm, Str: 14–19/10 µm. Valve semicircular, isopolar and dorsiventral, dorsal convex, with the outline raphe structure, near the ventral margin, straight and threadlike. Ends of the raphe curve to ventral side (opposite to *Cymbella*).

Encyonema silesiacum (Bleisch) D.G. Mann (Krammer, K., 1997a, Figure 4: 11–12, Round, F.E., R.M. Crawford and D.G. Mann, 1990, Page 490-491). Figure 3:18–19

L: 19–23 µm, W: 6 µm, Str: 14–18/10 µm in dorsal side and 15–19/10 µm in ventral side. Pt: 25/10 µm. Valve strongly dorsiventral. Raphe parallel to ventral margin. *Encyonema* are small group recognised by Krammer (1982) [2] as a subgenus within *Cymbella,* were prefer to separated at the generic level. Live cells are easily identified because of the ventral plastid and dorsal nucleus. The whole cell interior and the orientation of the raphe system are opposite in *Encynema* and *Cymbella* relative to the dorsiventrality of the cell.

Frustulia weinholdii Hustedt (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 97: 12–14). Figure 4:22

L: 32–60 µm, W: 6.5–10 µm, Str: 30/10 µm. Shape narrow elliptic, isopolar and isobilateral. Ends rounded. Raphe central, straight and treadlike, set on a thickened ridge differentiated from the narrow axial area which is produced at the apices. Striae parallel and fine.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Gomphonema affine Kützing (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 161:1–3). Figure 7:10

L: 52 µm, W: 8 µm, Str: 12/10 µm. Valve heteropolar, clavate to rhombic but isobilateral. Raphe central, central area one-side with one stigma. Distribution in Trophic-subtrophic region.

Gomphonema augur var. *turris* (Ehrenberg) Lange-Bertalot (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 158: 6). Figure 7:11

L: 32 µm, W: 11 µm, Str: 13/10 µm. Valves markedly heteropolar, tapering evenly to the rather acute foot pole, broadening towards the head pole which often bears a bluntly rounded apical projection.

Gomphonema minutum (Agardh) Agardh (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 159: 5). Figure 7:16

L: 15–20 µm, W: 5–6 µm, Str: 10–15/10 µm. Valves narrowly heteropolar with bluntly rounded apices, foot pole only slightly narrower than head pole. Striae more widely spaced at centre of valve. Stigma one one-side.

Gomphonema pumilum var. *rigidum* E. Reichardt et Lange-Bertalot (Reichardt, E.,1997, Figure 1:7, 3:1–41, 4: 24–25). Figure 4:23

L: 21 µm, W: 4.2 µm, Str: 12/10 µm. Valve linear to linear lanceolate. Central area a wide transverse fascia with one stigma separated from the central nodule. Typically with broadly lanceolate axial area. Striae transapical, slightly radiate.

Navicula cohnii (Hilse) Lange-Bertalot (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 63: 1). Figure 4:24

L: 22.6 µm, W: 7.8 µm, Str: 20/10 µm. Pt: 15/10 µm. Valve broad elliptic to linear elliptic. Central area an acute-angled fascia with central pore. Distribution cosmopolitan.

Navicula concentrica Carter (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 36: 10–12). Figure 7:13

L: 45 µm, W: 10 µm, Str: 9/10 µm. Valve lanceolate with sharp ends, isopolar, isobilateral. Axial area narrow. Striae radiate. Raphe line a little lateral.

Navicula cryptotenella Lange-Bertalot (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 33: 9–11). Figure 4:25, Figure 6:6

L: 26.7–34.3 µm, W: 5.8–7 µm, Str: 14–15/10 µm. Valve lanceolate to rhombic lanceolate, tapering to acutely rounded apices which are only very slightly drawn out. Striae radiating in the central part, parallel at the poles. Distribution cosmopolitan.

Navicula elginensis (Gregory) Ralfs var. *elginensis* (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 35:5). Figure 6:5

L: 20 µm, W: 8 µm, Str: 20/10 µm. Pt: 60/10 µm. Valve broad linear to broad elliptic. Ends stump. Striae radiate.

Navicula jaagii Meister (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 79: 18–21). Figure 6:12

L: 25 µm, W: 5 µm, Str: 32/10 µm. Valve broad linear to linear elliptic. Ends capitate to rounded. Axial area narrow linear, central area elliptic to rhombic. Striae fine.

Navicula laevissima Kützing var. *laevissima* (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 67: 6–10). Figure 4:26

L: 20 µm, W: 6.7 µm, Str: 21/10 µm. Valve linear, isopolar, isobilateral. End broadly rounded. Axial area narrow, central area rhombic. Striae fine and curved around the central area.

Navicula mutica Kützing var. *mutica* (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 61: 1). Figure 4:27

L: 19–20 µm, W: 7.3–7.8 µm, Str: 18–21/10 µm. Pt: 15/10 µm. Valve rhombic elliptic to broad elliptic. Axial area linear. Central area an acute-angled fascia. Striae radiate.

Navicula subplacentula Hustedt (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 50: 5–8). Figure 4:28

L: 23.8–25.9 µm, W: 9.6 µm, Str: 9–12/10 µm. Valve elliptic lanceolate. Ends stump. Axial area linear, central area elliptic. Striae radiate. Distribution Africa, Europe and Asia.

Neidium ampliatum (Ehrenberg) Krammer (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 105: 2). Figure 4:29

L: 127 µm, W: 24 µm, Pt: 16–24/10 µm. Valve broadly linear with bluntly cuneate to broadly rostrate apices more than one-third valve width. Striae fine parallel. Ends stump. Central area elliptic. Distribution cosmopolitan.

Reimeria sinuata (Gregory) Kociolek & Stoermer (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Figure 148:10–17, Round, F.E., R.M. Crawford and D.G. Mann, 1990, Page 500-501). Figure 3:20

L: 15 µm, W: 5 µm, Str: 12/10 µm. Pt: 45/10 µm. Valve slightly dosiventral with a slight unilateral expansion. Dorsal convex, ventral slightly convex. Valve linear to linear-lanceolate, subcapitate asymetrical about the apical axis. Striae distant biseriate, absent from the ventral swelling, opening internally between prominent ribs. Between the central raphe endings, or slightly to the dorsal side of them, is a single isolated pore (stigma), which is unoccluded both internally and externally. This recently erected genus differs from *Cymbella* in the unusual shape of the valve and the ventrally displaced apical pore field. The simple stigma, central internal raphe endings and pore field are also very reminiscent of many *Gomphonema* species. This described species was trasfer from *Cymbella sinuata* Gregory [2]. Distribution cosmopolitan, fresh-water, associated with stone surfaces particularly in rivers.

Sellaphora pupula (Kützing) Mereschkowsky (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 68: 1–21). Figure 4:30

L: 27 µm, W: 8 µm, Str: 20–22/10 µm. Valve linear elliptic to lanceolate, usually with bluntly rounded or capitate poles. Valve face flat, curveing fairly gently into shallow or moderately deep mantles; often grooved near the raphe externally. Striae uniseriate, containing small round poroids occluded near their internal apertures by hymenes. Raphe system central, straight. A large genus, containing many of the small naviculoid diatoms placed by Hustedt (1927-1966) in *Navicula* sect. *Bacillares* and *Minusculae*. Examples of species transferred to *Sellaphora* are *S. pupula*, *S. bacillum*, *S. laevissima*, *S. seminulum*, *S. disjuncta*. Plastid structure must be examined before a species can be reliably allocated using light microscope to this genus, or indeed to the other genera we have split from *Navicula*. *Sellaphora* is easily separated from *Navicula sensu stricto* by the plastid, areola and raphe structure. Plastid and cell division have been described in detail by Mann (1984a, 1985) [2].

Family Epithemiaceae

Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O. Müller var. *gibba* (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1986, Figure 111: 1–13). Figure 4:31–32

L: 60–74 µm, W: 18–22 µm, Str: 9/10 µm. Valve linear with crescentic cunate ends. Isopolar and dorsiventral with dorsal edge slightly gibbous. Raphe system situated along the dorsal margin of the valve. External central raphe endings expanded, sometimes deflected slightly towards the ventral side, internal endings simple. Axial area very narrow, central area absent. Transapical costae present.

Family Bacillariaceae

Hantzschia distinctepunctata (Hustedt) Hustedt (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1988, Figure 88: 8–10). Figure 4:33

L: 45 µm, W: 6 µm, Str: 12/10 µm. Valve slightly asymmetrical with respect to the apical plan, valves are either dorsiventral or slightly arc shaped. Striae fine and parallel. Raphe on ventral concave margin of valve supported by prominent fibulae. Distribution cosmopolitan.

Nitzschia brevissima Grunow (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1988, Figure 22: 1–6). Figure 7:14

L: 37.5 µm, W: 5 µm, Str: 32/10 µm, Fb: 10/10 µm. Valve broad linear, slightly sigmoid. Striae fine and paraellel along the transapical axis. Distribution cosmopolitan.

Nitzschia coarctata Grunow (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1988, Figure 38: 14–15). Figure 7:15

L: 50 µm, W: 12 µm, Str: 10/10 µm, Pt: 15/10 µm. Fb: 6/10 µm. Valve panduriform, isopolar, isobilateral with cunate ends. Striae coarse in central area and slightly curve in the ends. Distribution cosmopolitan.

Nitzschia hantzschiana Rabenhorse (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1988, Figure 73: 18). Figure 5:34

L: 17 µm, W: 3 µm, Str: 20/10 µm, Fb: 7/10 µm. Valve elliptic linear lanceolate, isopolar. Ends stump. Distribution cosmopolitan.

Family Surirellaceae

Cymatopleura salea var. *apiculata* (W. Smith) Ralfs (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1988, Figure 118:4 –8). Figure 5:35

L: 62–67.5 µm, W: 22.5–27.5 µm, Fb: 9/10 µm. Valve linear, often constricted about the central portion, isopolar and isobilateral. Ends apiculate. Valve surface undulate. Raphe system on peripheral wing (ala) developed from the valve margin and supported by ribs. Striae very finely punctate, the patterns sometime varying from apical to transapical in direction, corresponding to the undulations.

Surirella roba Leclercq (Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, 1988, Figure 148:8). Figure 5:36

L: 37 µm, W: 9 µm, Fb: 50/100 µm. Valve linear lanceolate, isopolar. Ends stump.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Surirella spiraloides Hustedt (Huber-Pestalozzi, G.,1942, Figure 617). Figure 5:37

L: 60–62 µm, W: 25–27 µm, Fb: 15/100 µm. Valve spirally twisted, heteropolar. Raphe system peripheral on a wing (ala) extension of the valve margin, supported by rib-like undulations. Striae fine, difficult to resolve.

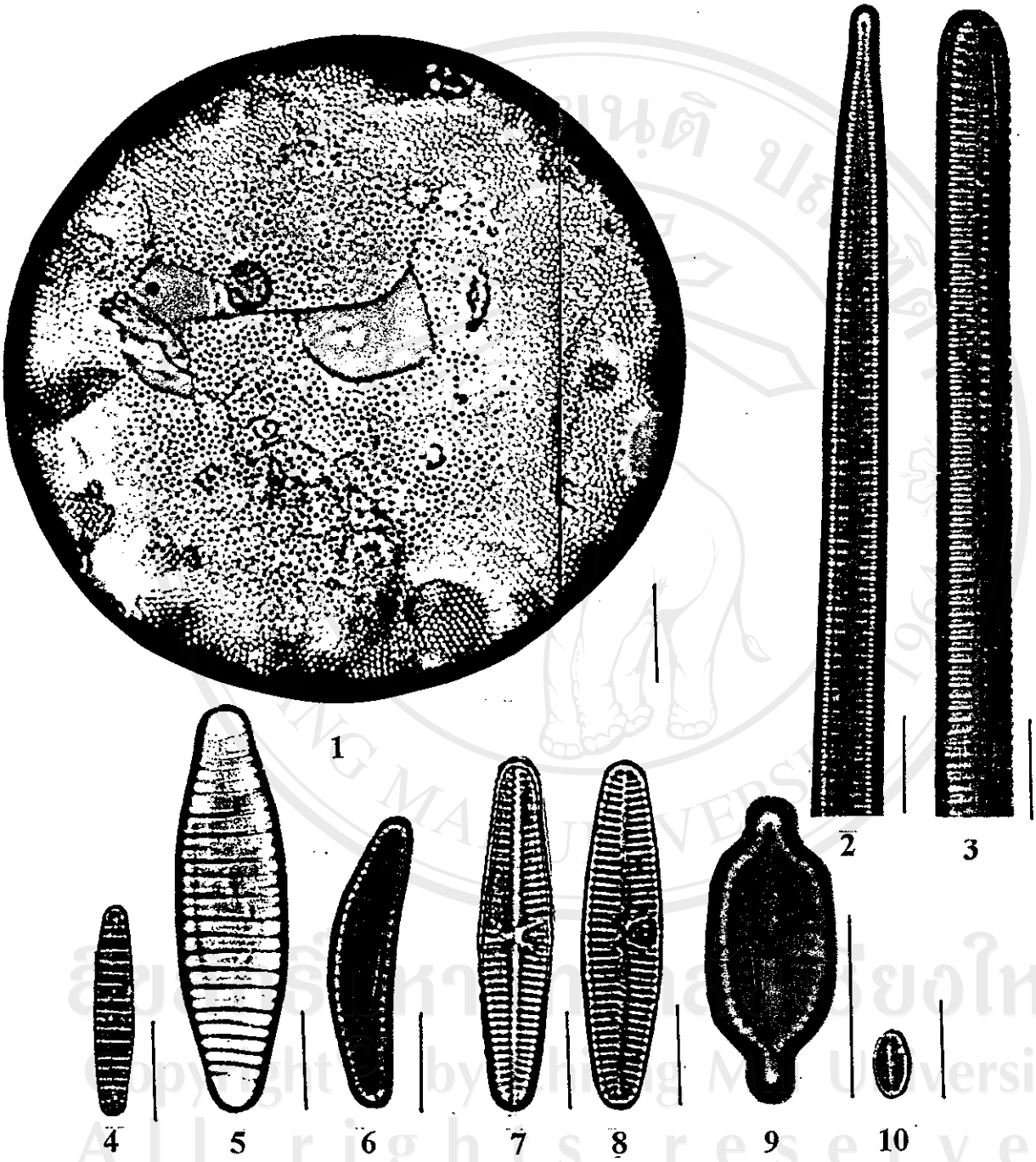
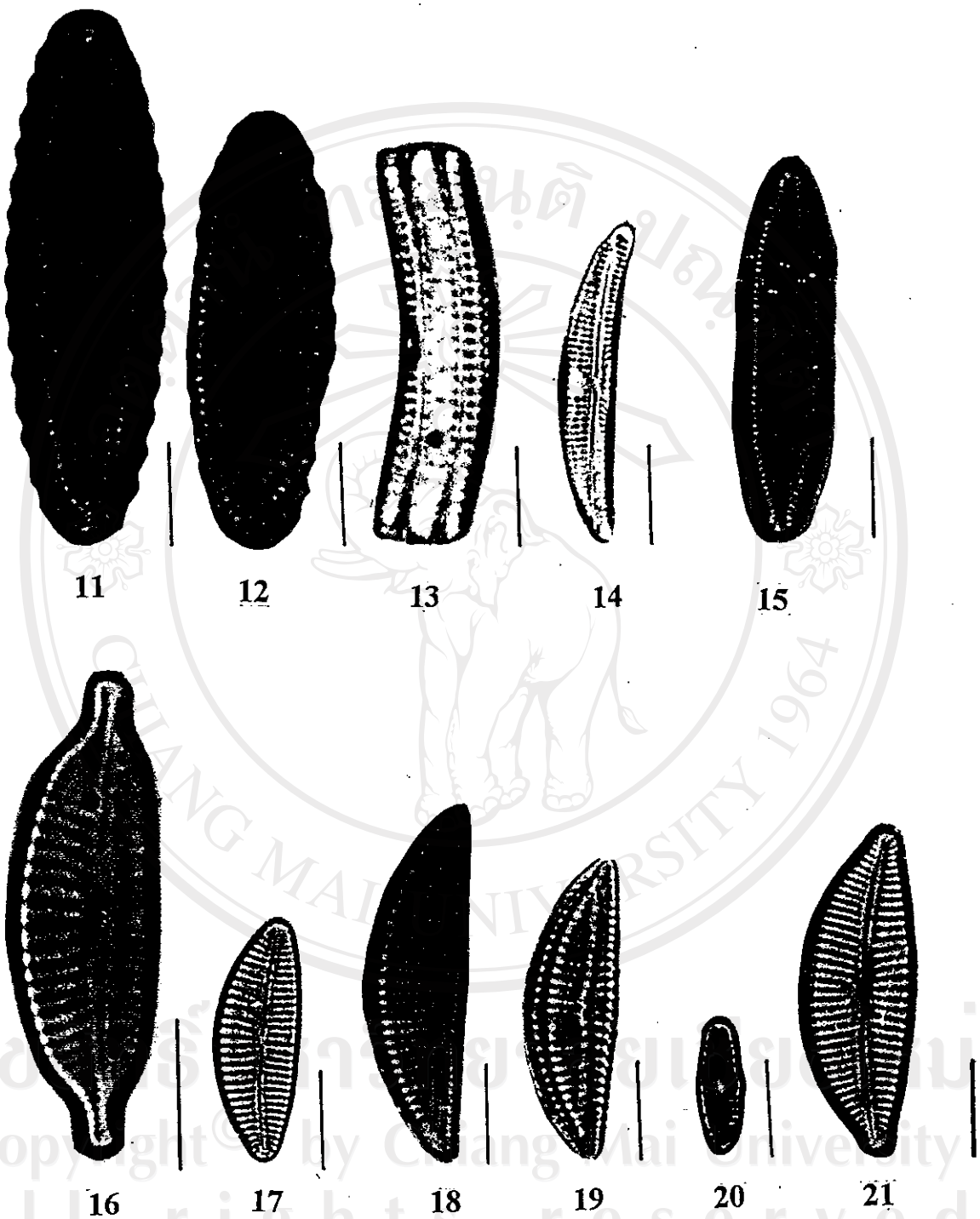


Figure 2. New record species of diatoms in Mae Sa Stream, National Park, Chiang Mai, Thailand. (scale = 10µm)
1- *Actinocyclus normanii* (Gregory) Hustedt, 2- *Fragilaria biceps* (Kützing) Lange-Bertalot, 3- *Fragilaria ulna* var. *ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, 4- *Diatoma moniliformis* Kützing, 5- *Diatoma vulgaris* Bory, 6- *Eunotia minor* (Kützing) Grunow, 7-8- *Achnanthes lanceolata var.* boyei (Oestrup) Lange-Bertalot, 9- *Achnanthes exigua* Grunow var. *exigua*, 10- *Achnanthes helvetica* (Hustedt) Lange-Bertalot

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Figure 3. New record species of diatoms in Mae Sa Stream, National Park, Chiang Mai, Thailand. (scale = 10μm)
11-13-*Achnanthes undata* Meister, 14- *Amphora libyca* Ehrenberg, 15- *Caloneis lauta* Carter & Bailey-Watts, 16- *Cymbella amphicephala* Naegeli, 17- *Cymbella hustedtii* Krasske, 18-19- *Encyonema silesiacum* (Bleisch) D.G. Mann, 20- *Reimeria sinuata* Gregory, 21- *Cymbella turgidula* Grunow

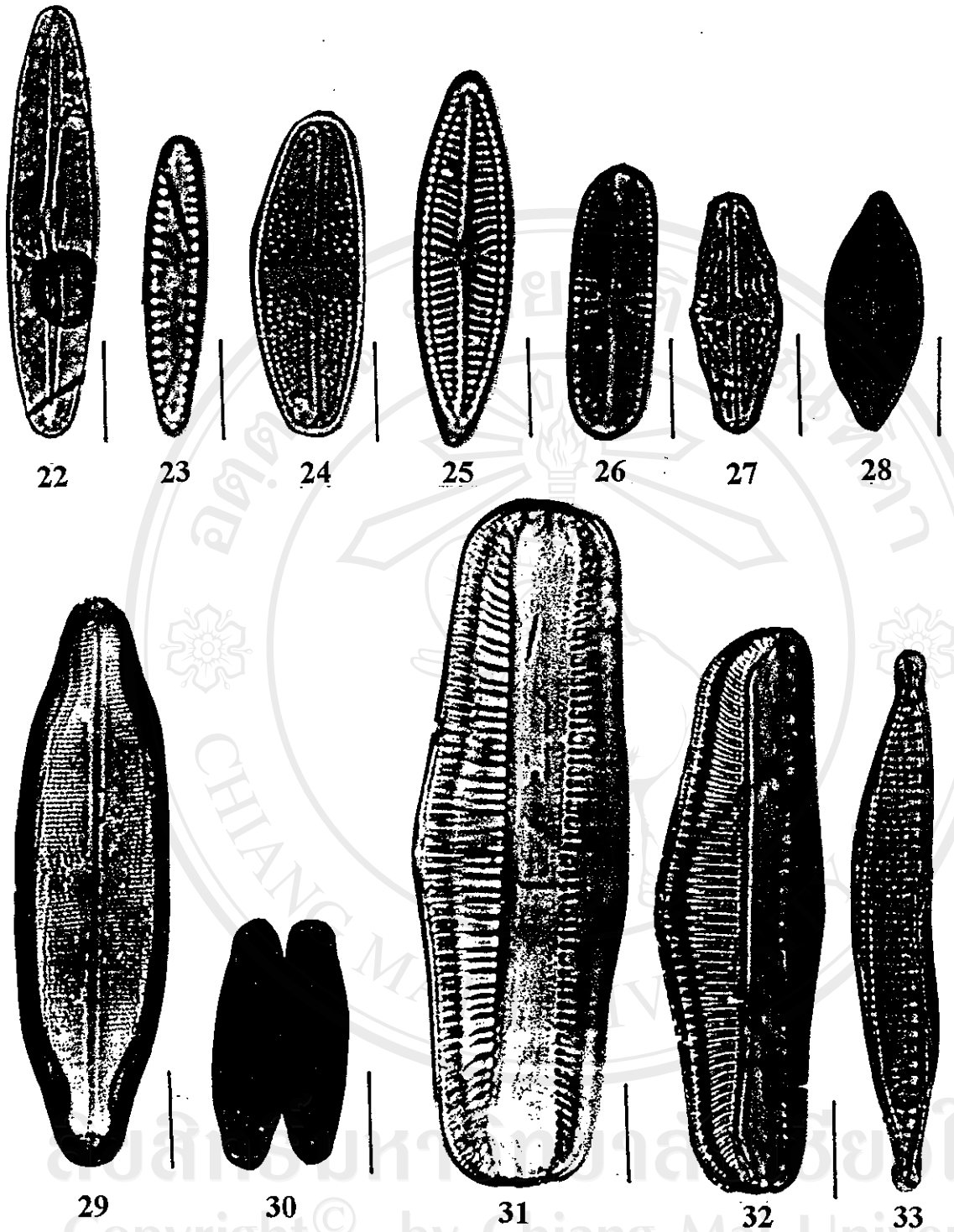
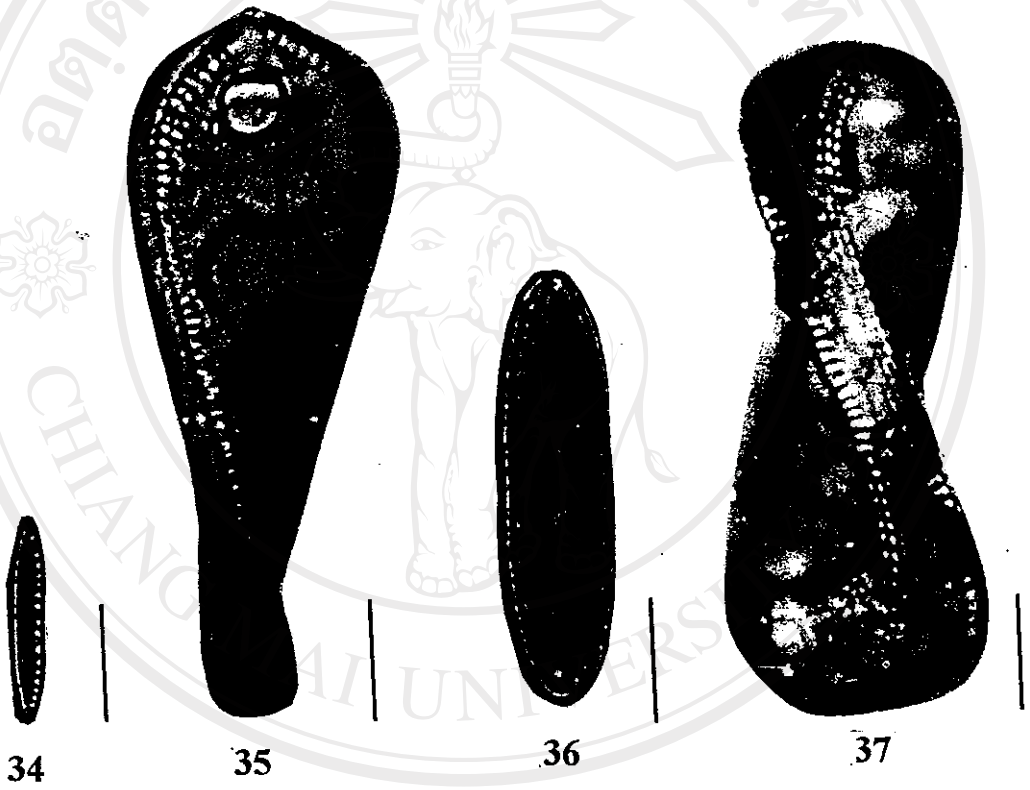


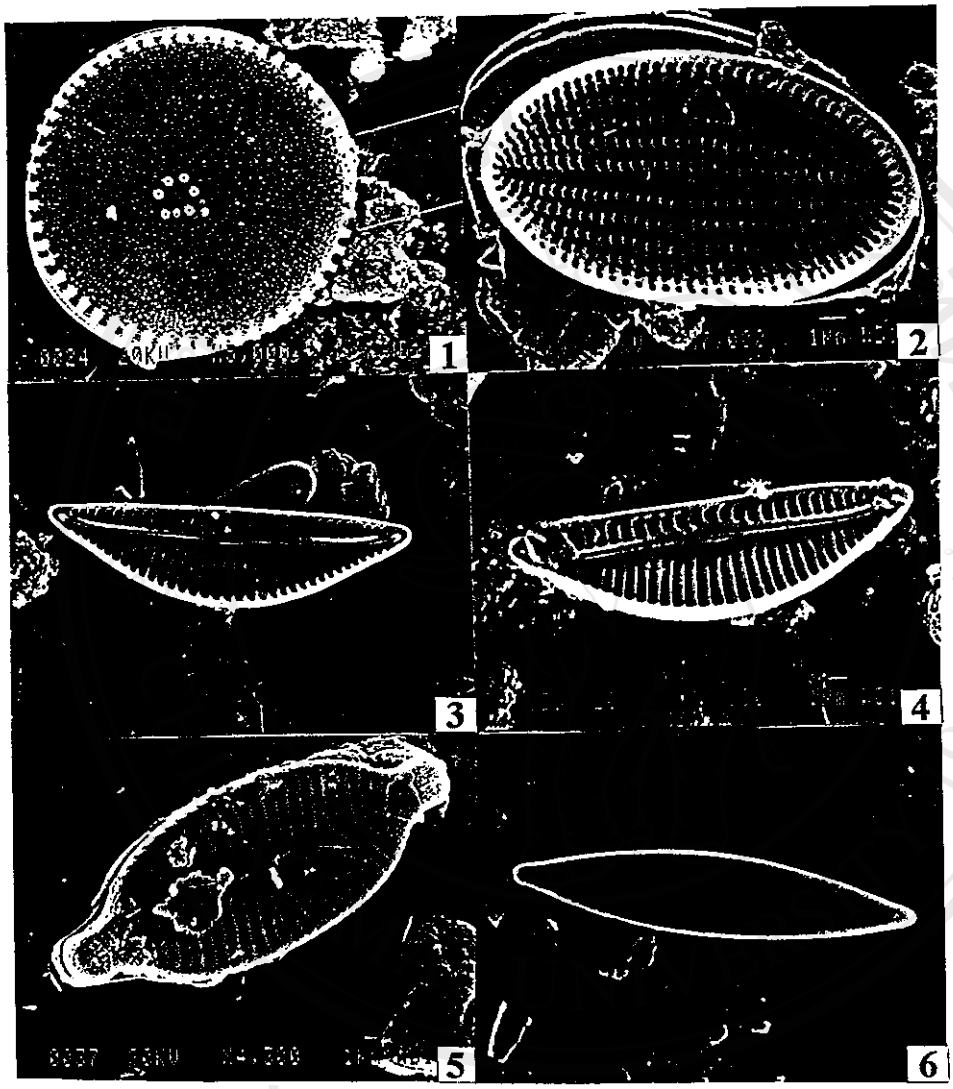
Figure 4. New record species of diatoms in Mae Sa Stream, National Park, Chiang Mai, Thailand. (scale = 10μm)
22- *Frustulia weinholdii* Hustedt, 23- *Gomphonema pumilum* var. *rigidum* E. Reichardt et Lange-Bertalot, 24- *Navicula cohnii* (Hilse) Lange-Bertalot, 25- *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot, 26- *Navicula laevissima* Kützing var. *laevissima*, 27- *Navicula mutica* Kützing var. *mutica*, 28- *Navicula subplacentula* Hustedt, 29- *Neidium ampliatum* (Ehrenberg) Krammer, 30- *Sellaphora pupula* (Kützing) Mereschkowsky, 31-32-*Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Müller var. *gibba*, 33- *Hantzschia distinctepunctata* (Hustedt) Hustedt

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Figure 5. New record species of diatoms in Mae Sa Stream, National Park, Chiang Mai, Thailand. (scale = 10μm)
34- *Nitzschia hantzschiana* Rabenhorse, 35- *Cymatopleura solea* var. *apiculata* (W.Smith) Ralfs,
36- *Surirella roba* Leclercq, 37- *Surirella spiraloides* Hustedt



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Figure 6. Scanning Electron Micrograph (SEM) of new record species of diatoms in Mae Sa Stream, National Park, Chiang Mai, Thailand.
1- *Thalassiosira weissflogii* (Grunow) Fryxell & Hasle, *2- Cocconeis placentula* var. *pseudolineata* Geitler,
3-4- Cymbellopsis *cf.* lanceolata *Krammer*, 5- *Navicula elginensis* (Gregory) Ralfs var. *elginensis*,
6- *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot

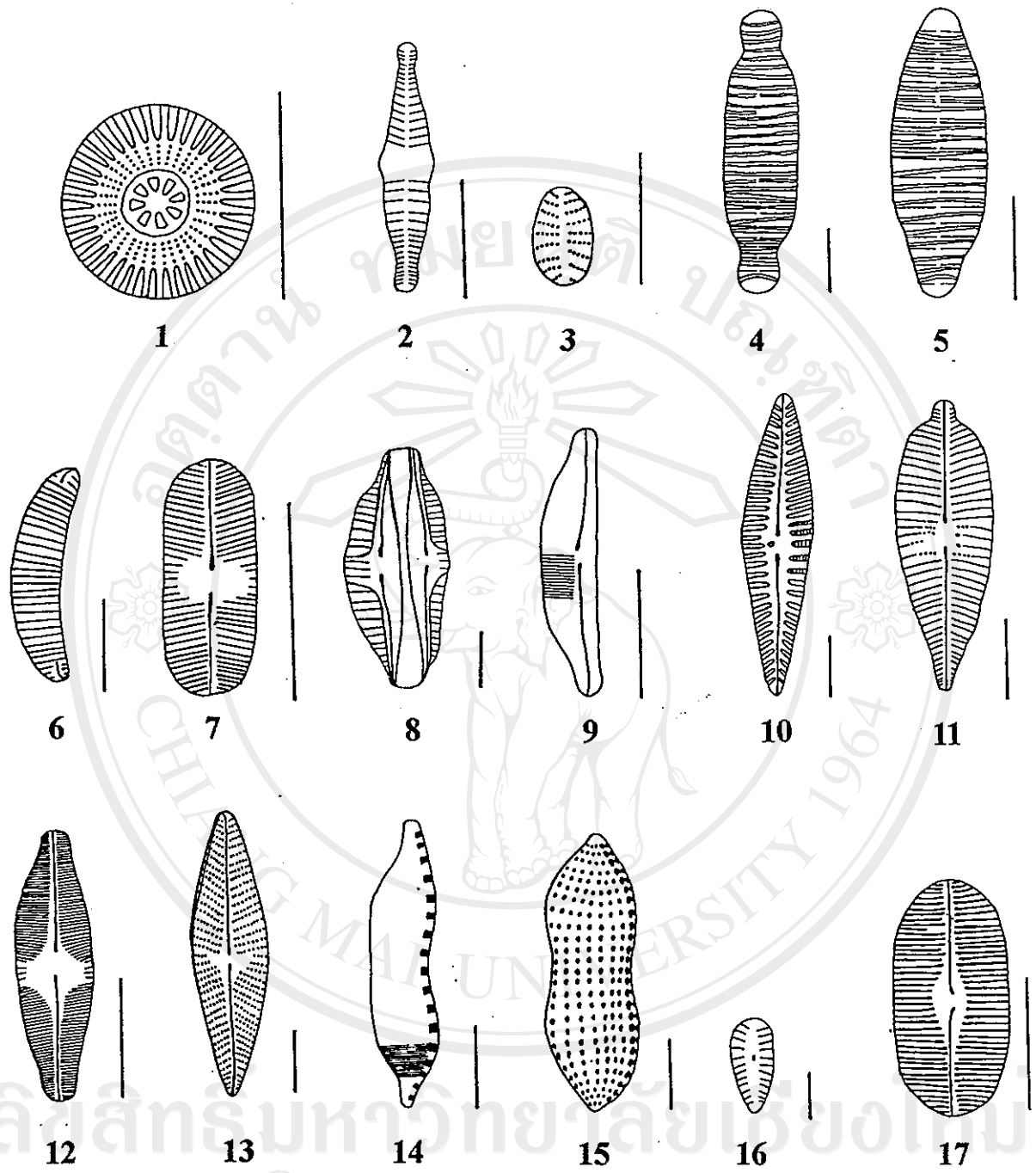


Figure 7. Hand-drawing of new record species of diatoms in Mae Sa Stream, National Park, Chiang Mai, Thailand. (scale = 10μm)
1- *Cyclotella stelligera* Cleve & Grunow, 2- *Fragilaria bidens* Heiberg, 3- *Fragilaria elliptica* Schumann,
4- *Diatoma ehrenbergii* Kützing, 5- *Diatoma vulgaris* Bory,
6- *Eunotia bilunaris* (Ehrenberg) Mills var. *bilunaris*, 7- *Achnanthes chlidanos* Hohn & Hellermann,
8- *Amphora coffeaeformis* (Agardh) Kützing var. *coffeaeformis*, 9- *Amphora dusenii* Brun,
10- *Gomphonema affine* Kützing, 11- *Gomphonema augur* var. *turris* (Ehrenberg) Lange-Bertalot,
12- *Navicula jaagii* Meister, 13- *Navicula concentrica* Carter, 14- *Nitzschia brevissima* Grunow,
15- *Nitzschia coarctata* Grunow, 16- *Gomphonema minutum* (Agardh) Agardh,
17- *Caloneis silicula* (Ehrenberg) Cleve

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 2. New records of diatom species found in Mae Sa Stream, Suthep-Pui National Park, Chiang Mai .

Order Centrales	
Family Thalassiosiraceae	*Cymbella amphicephala* Naegeli
Cyclotella stelligera Cleve & Grunow	*Cymbella hustedtii* Krasske
Thalassiosira weissflogii (Grunow) Fryxell & Hasle	*Cymbella turgidula* Grunow
Family Hemidiscaceae	*Cymbellopsis* cf. *Lanceolata* Krammer
Actinocyclus normanii (Gregory) Hustedt	*Encyonema silesiacum* (Bleisch) D. G. Mann
Order Pennales	*Frustulia weinholdii* Hustedt
Family Fragilariaceae	*Gomphonema affine* Kützing
Diatoma ehrenbergii Kützing	*Gomphonema augur* var. *turris* (Ehrenberg) Lange-Bertalot
Diatoma moniliformis Kützing	*Gomphonema minutum* (Agardh) Agardh
Diatoma vulgaris Bory	*Gomphonema pumilum* var. *rigidum* E. Reichardt et Lange-Bertalot
Fragilaria biceps (Kützing) Lange-Bertalot	*Navicula cohnii* (Hilse) Lange-Bertalot
Fragilaria bidens Heiberg	*Navicula concentrica* Carter
Fragilaria elliptica Schumann	*Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot
Family Eunotiaceae	*Navicula elginensis* (Gregory) Ralfs var. *elginensis*
Eunotia bilunaris (Ehrenberg) Mills var. *bilunaris*	*Navicula jaagii* Meister
Eunotia minor (Kützing) Grunow	*Navicula laevissima* Kützing var. *laevissima*
Family Achnanthaceae	*Navicula mutica* Kützing var. *mutica*
Achnanthes chlidanos Hohn & Hellermann	*Navicula subplacentula* Hustedt
Achnanthes exigua Grunow var. *exigua*	*Neidium ampliatum* (Ehrenberg) Krammer
Achnanthes helvetica (Hustedt) Lange-Bertalot	*Reimeria sinuata* (Gregory) Kociolek & Stoermer
Achnanthes lanceolata var. *boyei* (Oestrup) Lange-Bertalot	*Sellaphora pupula* (Kützing) Mereschkowsky
Achnanthes undata Meister	**Family Epithemiaceae**
Cocconeis placentula var. *pseudolineata* Geitler	*Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Müller var. *gibba*
Family Naviculaceae	**Family Bacillariaceae**
Amphora coffeaeformis (Agardh) Kützing var. *Coffeaeformis*	*Hantzschia distinctepunctata* (Hustedt) Hustedt
Amphora dusenii Brun	*Nitzschia brevissima* Grunow
Amphora libyca Ehrenberg	*Nitzschia coarctata* Grunow
Caloneis lauta Carter & Bailey-Watts	*Nitzschia hantzschiana* Rabenhorse
Caloneis silicula (Ehrenberg) Cleve	**Family Surirellaceae**
	Cymatopleura solea var. *apiculata* (W. Smith) Ralfs
	Surirella roba Leclercq
	Surirella spiraloides Hustedt

Discussion

The survey reported in this publication extends our knowledge of biodiversity in Thailand, with regard to freshwater diatoms as valuable natural resources. Additional studies to the freshwater algae that have been done by Thai scientists.

At present, the status of phytoplankton and benthic algae diversity in Thailand deserves serious attention. The comparison between the number of algal species known in the world and in Thailand implies that there are many more species waiting for discovery and study in details.

Studies of the diatoms in Thailand have started since the latest year of the nineteenth century. Most of early taxonomic studies were done by foreign scientists. The checklist reported about the papers of diatom flora published by foreign scientists such as Östrup (1902), Patrick (1936), Hirano (1967) and Foged (1971). Among the additional records for Thailand from 1971 to date, works on diatoms have been carried out by Thai scientists in various universities and

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

institutions, but not deep in details. Most works are the studies on planktonic diatoms.

The results from the study of diversity of benthic diatoms in Mae Sa stream, Suthep-Pui National Park, Chiang Mai, gives a total of 222 diatom taxa. Of these fifty one species have never been recorded in Thailand before. According to the reports, it is obvious that Thailand has slow progress in the studies of freshwater algae biodiversity and include marine algae. If we consider the aquatic environment more intimately, we will see that the most important producers are algae either planktonic or benthic forms. Therefore, extensive biodiversity of freshwater algae is urgently needed as supporting knowledge for all biological sciences and for the development of the country as well.

Diatoms especially benthic diatoms possess a number of attributes which contribute to their suitability as biological indicators in the running water because of the highly sensitive to water chemistry changes, abundant in aquatic environments, largely cosmopolitan in distribution and have a well-studied taxonomy and ecology. Application of the use of benthic diatoms have to intend in taxonomic study along with the ecological studies. Measurements of physical and chemical parameters should have been investigated to assess the water quality. Furthermore to looking for relationships between benthic diatoms and quality of the water are necessary.

About the situation of environmental risk crisis for extinction species. The Convention on Biological Diversity (CDB) has encouraged governments to focus attention on the conservation of biodiversity. Currently more than 127 countries have ratified the convention. Although Thailand is preparing to ratify the convention, it has not yet done so. Preparation for eventual ratification of the CDB, however, has encouraged the government of Thailand to establish several institutions to implement biodiversity conservation, including monitoring programmes of phytoplankton, although progress has been slow. Such programmes include the Biodiversity Research and Training Program (BRT), financed by the National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, which has supported several projects to monitor phytoplankton. The Biodibersity Research and Training Program was established joinly by the Thailand Research Fund (TRF) and BIOTEC. The aim is to provide support and funding for research into and management of Thailand's biodiversity resources. This work was also supported from BRT grant. The results from this work may be expand our knowledge, at least to record the discovered species in the checklist.

ACKNOWLEDGEMENTS

We sincerely thank Prof. Dr. Erwin Reichardt Bubenheim, Germany for help with checking identification and also Prof. Ladda Wongrat for giving the available documents to write this paper. I also thank Associate Prof. Dr. Ookeow Prakobvitayakit and Lecturer Dr. Amnat Rojanapaibul my Ph.D. Co-advisors. This work is support by TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT541079. The publication preparation is support by Graduate School, Chiang Mai University.

REFERENCES

[1] Barber, H.G., and Haworth, E.Y. *A Guide to the Morphology of the Diatom Frustule.* Kendal: The Freshwater Biological Association, Scientist Publication, 1981.

[2] Round, F. E., Crawford, R. M. and Mann, D. G. *The Diatoms: Biology & Morphology of the Genera.* Great Britain: Cambridge University Press, 1990.

[3] Hustedt, F., Systematische und Ökologische Untersuchungen über die Diatomeen-Flora von Java, Bali und Sumatra. *Arch für Hydrobiologie.* 1937; Suppl.-Bd.XV: 131–177.

[4] Foged, N. *Freshwater Diatoms in Thailand.* Denmark: Odense Publisher, 1971.

[5] Lewmanomont, K., Wongrat L. and Supanwanid, C. *Algae in Thailand.* Bangkok: Office of Environmental Policy and Planning, Ministry of Science Technology and Environment, 1995.

[6] Östrup, E. *Freshwater Diatoms. In: Flora of Koh Chang Contributions to the Knowledge of the Vegetation in the Gulf of Siam.* Copenhagen: Schmidt, J. (ed.), 1902.

[7] Patrick, R. A Taxonomic and Distribution Study of some Diatoms from Siam and the Federated Malay States, Philadelphia: *Proc. Acad. Nat. Sci.*, 1936.

[8] Hirano, M. *Freshwater Algae Collected by the Joint Thai–Japanese Biological Expedition to Southeast Asia 1961–1962.* Nature and Life in Southeast Asia V, 1967.

[9] Wongrat, L., The Status of Phytoplankton Diversity in Thailand; in Watanabe, M. M. and Kunimitsu, K. eds. *Advances in Microalgal and Protozoal Studies in Asia,* Tsukuba: Global Environmental Forum, 1998:70-80.

[10] Powtongsook, S. *Utilisation of Algae: A Research and Development Potential in Thailand.* Bangkok: Final Report submitted to the Thailand Research Fund, 2000. (in Thai)

[11] Gray, D., Collin, P. and Graham, M. *National Parks of Thailand.* Bangkok: Communications Resources (Thailand) Ltd., 1991.
[12] Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. *Bacillariophyceae. Teil 1: Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa.* Jena: Gustav Fisher Verlagsbuchhandlung, 1986.
[13] Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. *Bacillariophyceae. Teil 2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa.* New York: Gustav Fisher Verlagsbuchhandlung, 1988.
[14] Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. *Bacillariophyceae. Teil 3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa.* Jena: Gustav Fisher Verlagsbuchhandlung, 1991a.
[15] Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. *Bacillariophyceae. Teil 4: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula. Süßwasserflora von Mitteleuropa.* Jena: Gustav Fisher Verlagsbuchhandlung, 1991b.
[16] Krammer, K. *Kieselalgen.* Stuttgart: Gebrüder Franckh'sche Verlagshandlung, 1986.
[17] Krammer, K. *Pinnularia eine Monographie der Europäischen Taxa.* Stuttgart: Gebrüder Borntreger Verlagsbuchhandlung, 1992.
[18] Krammer, K. *Die Cymbelloiden Diatomeen Eine Monographie der Weltweit bekannten Taxa Teil 1: Allgemeines und Encyonema Part.* Stuttgart: Gebrüder Borntreger Verlagsbuchhandlung, 1997a.
[19] Krammer, K. *Die Cymbelloiden Diatomeen Eine Monographie der Weltweit bekannten Taxa Teil 2: Encyonema Part., Encynopsis and Cymbellopsis.* Stuttgart: Gebrüder Borntreger Verlagsbuchhandlung, 1997b.
[20] Lange-Bertalot, H. and Krammer, K. *Achnanthes eine Monographie der Gattung.* Stuttgart: Gebrüder Borntreger Verlagsbuchhandlung, 1989.
[21] Lange-Bertalot, H. *85 New Taxa.* Stuttgart: Gebruder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, 1993.
[22] Lange-Bertalot, H. *Iconographia Diatomologica Annotated Diatom Micrographs.* Königstein: Koeltz Scientific Books, 1995.
[23] Reichardt, E. *Die Diatomeen der Altmühl.* Vaduz: Gantner Verlag Kommanditgesellschaft, 1984.
[24] Huber-Pestalozzi, G. *Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie.* Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1942.
[25] Foged, N. *Freshwater Diatoms in Iceland.* Vaduz: GantnerVerlag Kommanditgesellschaft, 1974.
[26] Foged, N. *Some Littoral Diatoms from the Coast of Tanzania.* Vaduz: GantnerVerlag Kommanditgesellschaft, 1975.
[27] Foged, N. *Freshwater Diatoms in Srilanka (Ceylon).* Vaduz: Cantner Verlag Kommanditgesellschaft,. 1976.
[28] Podzorski, A. C. and Hakansson, H. *Freshwater and Marine Diatoms from Palawan (a Philippine island).* Stuttgart: Gebrüder, Borntreger Verlagsbuchhandlung, 1987.
[29] Vyverman, W. *Diatoms from Papua New Guinea.* Stuttgart: Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, 1991.
[30] Benavides, M. S. *Algal Periphyton in Two Rivers in Costa Rica with Special Reference to Diatoms Organic Pollution and Altitudinal Differentiation.* PhD Thesis, Institute of Botany, Innsbruck University, Austria, 1994.
[31] Reichardt, E. Taxonomische Revision des Artenkomplexs um *Gomphonema pumilum* (Bacillariophyceae), *J. Nova Hedwigia*, 1997; 65: 99–129.
[32] Barber, H.G. and Carter, J.R. *An Atlas of British Diatoms.* Great Britain: Henry Ling Ltd., 1996.
[33] Cox, E.J. *Identification of Freshwater Diatoms from Live Material.* London: Chapman & Hall, 1996.
[34] Kelly, M.G. Identification of Common Benthic Diatoms in Rivers. *J. Field Studies*, 2000; 9: 583–700.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Manuscript for Tropical Biodiversity

ชื่อเรื่อง Distribution of Macroalgae and Water Quality in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai

โดย Tatporn Kunpradid and Yuwadee Peerapornpisal

DISTRIBUTION OF MACROALGAE AND WATERQUALITY IN MAE SA STREAM, DOI SUTHEP-PUI NATIONAL PARK, CHIANG MAI PROVINCE

T. Kunpradid and Y. Peerapornpisal*

**Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200 Thailand*

ABSTRACT

A study of the distribution of macroalgae and the water quality in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai province was carried out from March 1998 to April 1999. The samples were collected from five different sites along the stream. Forty species of macroalgae were found and classified into 3 divisions: Cyanophyta, Chlorophyta and Rhodophyta. The most abundant species were *Cladophora glomerata* Kützing, *Spirogyra* spp., *Rhizoclonium* spp. and *Oscillatoria* spp. At the water resource, macroalgae in Division Rhodophyta; *Batrachospermum macrosoprum* Montague and *Nemalionopsis shawii* Skuja were found indicating clean water quality. The assessments of water quality of the stream revealed that it was oligotriphic to mesotrophic.

KEY WORDS :

Mae Sa stream, macroalgae, water quality, bioindicator, oligotrophic, mesotrophic, freshwater red algae

INTRODUCTION

Algae are the main primary producers of most aquatic ecosystems. This research intended to study the distribution and identification of macroalgae to obtain a database for biodiversity and the correlation of species with the water quality. The Mae Sa stream was chosen for the study site, as it is the major running water in the Doi Suthep – Pui National Park. The stream is economically very important especially for tourist industry including mountain resorts and elephant camps. It was anticipated that the activity around the stream would be direct impact to water quality of Mae Sa stream.

Each section of Mae Sa stream had different characteristics. The impact of domestic effluent, runoff from agricultural areas, degraded land and wastes from elephant camps effected the water downstream. The different water characteristics not only appeared as physico-chemical factors, but also biological factors . Algae are the first group of organisms effected by the contamination. There have been many proposals to use algae for environmental monitoring. The macroalgae are the principal recipient of such impact in the stream ecosystem thus the composition and diversity of macroalgal communities are related to water quality and some of them can used as bioindicators. An understanding of the local and seasonal variation in macroalgae is essential therefore biological monitoring programs.

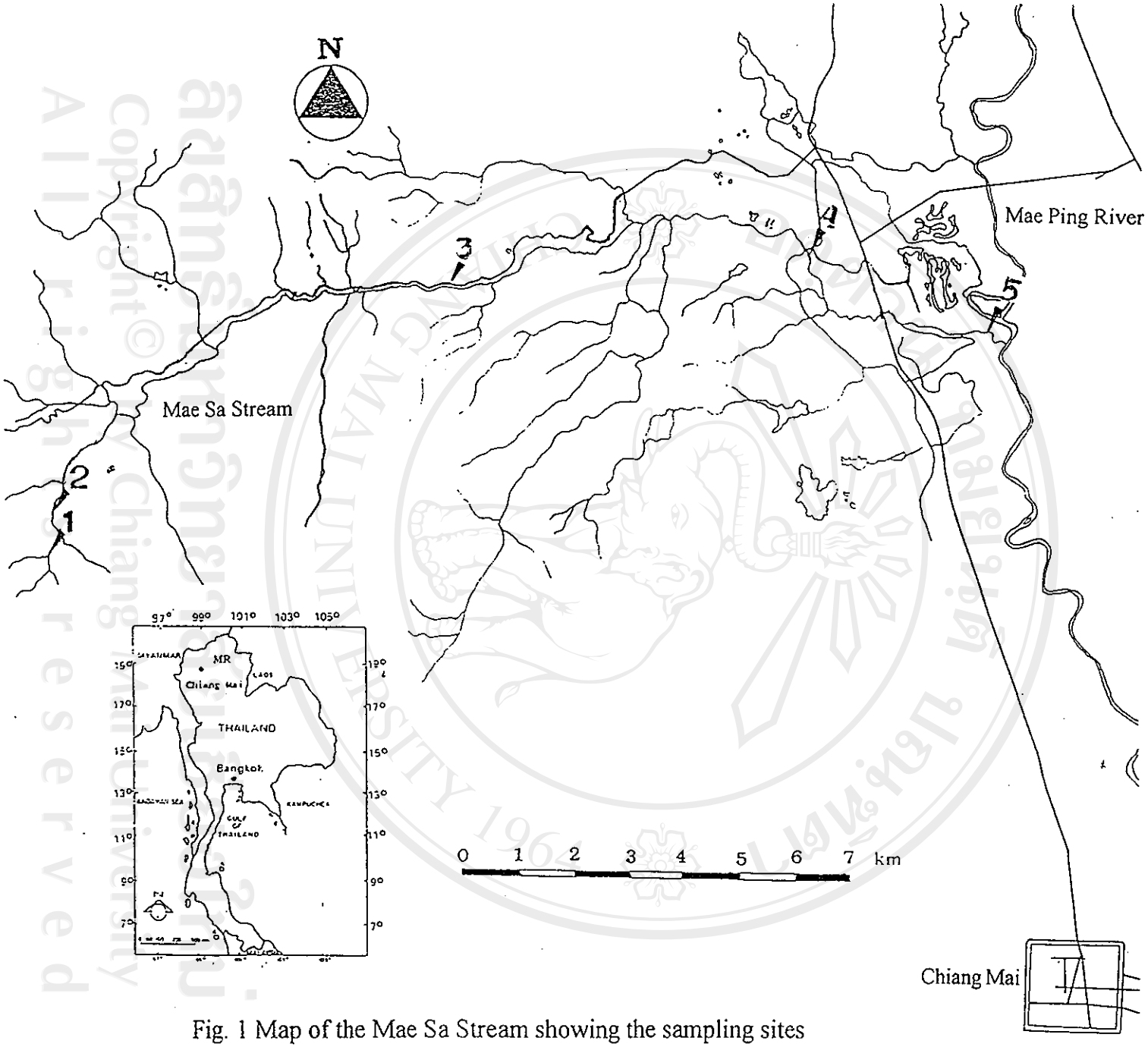


Fig. 1 Map of the Mae Sa Stream showing the sampling sites

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

MATERIAL AND METHOD

Site characteristics

The Mae Sa stream is one of the major water resources in the Doi Suthep-Pui national park.This stream receives water from Kunsa watershed. The stream is twenty - six kilometers long and includes 16 small streams in Mae Rim, Mae Tang, Sa Moeng and Hang Dong districts. Five sites were studied monthly over a 12 month period from March 1998 to April 1999. The sites were selected to cover the stretches of river which from previous studies by Pektong(1998) and Wiyaka(1998) had indicated the highest diversity of the algae. The 5 sampling sites (Fig.1) and there elevation were as follow.

Site 1 Kong Hae Village 1075 m
Site 2 Kong Hae bridge 1000 m
Site 3 Mae Sa elephant camp 550 m
Site 4 Mae Sa irrigation bridge 330 m
Site 5 Youth Retention Center bridge 300 m

Physico-chemical parameters analysis

The conductivity of the water was measured in the field by a conductivity meter while temperature and pH were measured with a pH meter kit. Chemical analyses of the water were done according to the method in APHA (1992) as follows. The quantity of dissolved oxygen in the individual samples was measured using the azide modification method. Total alkalinity was measured in the laboratory by endpoint titration with Methyl-orange as an indicator, nitrate-nitrogen by the cadmium reduction method and ammonium nitrogen by the phenate method. In addition, soluble reactive phosphorus and total phosphorus (after acid hydrolysis) were analyzed by the ascorbic acid method. For colorimetric detection, the spectrophotometer "Generys 5" of Spectronic Instruments USA was used.

Sampling and preparation of macroalgae

Stream macroalgae can be defined as those species occurring in flowing freshwaters and having a mature thallus which is benthic and recognizable by the naked eye. Morphological forms include mats, colonies, gelatinous and free filaments, tissue-like thalli, tufts and crusts (Sheath *et. al.*, 1996). Macroalgae samples were scraped from the stone in the water and from the bank of the stream around the sampling sites, and kept in plastic boxes at low temperature (5-10°C). In the laboratory, the samples were separated for fresh sample identification and preserved with 2 % of glutalaldehyde. The macroalgae were identified systematically for each division and photographed using an Olympus BX-40 microscope.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

RESULT AND DISCUSSION

Water quality

The water quality in Mea Sa stream Doi Suthep - Pui National Park, Chiang Mai province undertaken during March 1998 to April 1999 was slightly different in each month. Site 1 was found to be very clean, but Site 2,3,4 and 5 the had significally higher nutrition than site 1(see Table. 1).

Table 1 the average of physico-chemical and trophic status in Mae Sa stream(March 1998- April 1999

Sampling sites	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	pH	Conductivity (us/cm)	Alkalinity (meq/l)	Turbidity (NTU)	Nitrate-N (mg/l)	Ammonia-N (mg/l)	SRP (mg/l)	Trophic status*
Site1	6.5	1.2	7.4	78.6	0.8	2.1	0.8	0.25	0.02	Oligotrophic
Site2	6.2	1.1	7.1	105.2	1.3	5.7	4.2	0.28	0.1	Oligo-mesotrophic
Site3	7.5	2.1	8.3	310.6	2.76	48	5.1	0.39	0.4	Mesotrophic
Site4	7.6	1.2	7.5	298.5	2.7	14	2.9	0.21	0.09	Mesotrophic
Site5	6.9	0.9	7.5	270.5	2.44	59	3.1	0.16	0.6	Mesotrophic

* According to Lorrine and Vollenweider (1981)

At the site 1, the water resource is on the a higher level than the villages around the stream and it was not disturbed by human activities. The second, forth and fifth sites, the stream runs through the large communities and effected by the domestic waste water. At third site (elephant camps), there was plenty of waste from the elephant and tourist garbage. After rain, the wastes on the ground were discharged into the stream. However, the assessments of water quality indicated that the stream was oligotrophic to mesotrophic status. According to the standard surface water quality (Announcement of National Environmental Committee 1994), the Mae Sa stream was in the second to third category, the water being relatively clean for household consumption when it was properly treated.

Distribution of Macroalgae

A study on the diversity macroalgae in Mae Sa stream revealed 3 division (Chlorophyta, Cyanophyta and Rhodophyta) and 40 species. The macroalgae was different in each site. The red algae (Rhodophyta) were found only at site 1 but ***Compsopogon coeruleus*** (Balbis) Montague was present at all sites. At sites 2,3,4 and 5 thirty seven species of green, bluegreen and red algae macroalgae were found (see Table 2.).

The relation between distribution of macroalgae and water quality

Almost of red algae only found in site 1, the Mae Sa stream resource. The majority of red algae species were the marine algae and the minority was the fresh water algae. Fresh water red algae was then very rare species. The red algae that were found in the water of oligotrophic status, and could be used as indicator for the clean water (Prescott, 1970 ; Round, 1973). Thus some species of freshwater red macroalgae could be used as indicator of water quality in Mae Sa stream especially ***Batrachospermum***

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 2. Distribution of maceoalgae in Mae Sa stream (March 1998 - September 1999)

Taxon	Loction*	Substrate**	R***
Division Cyanophyta			
Calothrix sp.	1,2	s	+++
Cylindrospermum majus Kützing	4,5	r,g,s	+
Cylindrospermum stagnale Agardh	4,5	r,g,s	+
Gleotrichia sp.1	2,4	r,g,s	+
Lyngbya aeruginosa Gomont	2,3,4,5	r,g,s	+
Nostoc carnium Agardh	1,2,3,4,5	r,g,s	+
Nostoc commune Vaucher	1,2,4,5,	r,g,s	+
Nostoc muscorum Agardh	1,2,4,5,	r,g,s	+
Nostochopsis lobatus Wood	1,2,3,4,5	r	++
Oscillatoria lacustris Geitlur	2,3,4,5	r,g,s	+
Oscillatoria meslini Fremmy	1	r,g,s	+++
Oscillatoria princeps Vaucher	5	r,g,s	++
Oscillatoria quadripunctulata Kützing	4,5	r,g,s	+
Oscillatoria sp.1	3,4,5	r,g,s	+
Oscillatoria sp.2	3,4,5	r,g,s	+
Division Chlorophyta			
Cladophora fracta (Dillw.) Kützing	3	r,g,s,sd	+
Cladophora glomerata Kützing	2,3,4,5	r,g,s,sd	+++
Hydrodictyon recticulatum (L.) Lagerhium	2	r,g,s	+++
Mougeotia scaralis Kützing	2	r,g,s,sd,b	++
Mougeotia sp.1	2,4	r,g,s,sd,b	++
Microspora pachyderma (Wille)Lagerhium	2	r,g,s,sd,b	+
Oedogonium kjallmanii Prescott	2,4,5	r,g,s,sd,b	+
Oedogonium sp.1	2	r,g,s,sd,b	+
Palmella mucosa Kützing	4,5	r,g,s,sd	+
Rhizoclonium crassipelitum West & West	2,3,4,5	r,g,s,sd	+
Rhizoclonium sp.	2,3,4,5	r,g,s,sd	+
Spirogyra sp.1	1,2,3,4,5	r,g,s,sd	+
Spirogyra sp.2	2,3,4	r,g,s,sd	+
Spirogyra sp.3	2,3,4,5	r,g,s,sd	+
Spirogyra sp.4	2,3,4,5	r,g,s,sd	+
Spirogyra sp.5	4,5	r,g,s,sd	+
Stigeoclonium flagelliferum Kützing	4,5	r,g,s,sd	++
Stigeoclonium lubricum (Dillw.)Kützing	4,5	r,g,s,sd	+++
Tetraspora cylindrica C.A. Agardh	4,5	r,g,s,sd	+
Ulothrix sp.	1,2	r,g	+++
Division Rhodophyta			
Batrachospermun macrosporum Montague	1	r,g	+++
Compsopogon coeruleu (Balbis) Montague	2,4,5	r,g,s,sd,b	++
Nemalionopsis shawii Skuja	1	r,g	+++

* sampling site

*** Type of substrate
- r = rock
- g = gravel
- s = soil
- sd = sand
- b = bryophyte

**** reliblity of indicator
- +++ = very good
- ++ = good
- + = fair

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

macrosporum Montague and ***Nemalionopsis shawii*** (Balbis) Montague, found only in olgotrophic water (Palmer, 1977). ***B. macrosporum*** and ***N. shawii*** could be found in site 1 in the winter season eventhough the water quality in site 1. was very clean all years because these species require low light and low temperature(15-20 °C) for growing (Dillard, 1966). In addition to the 2 species of red algae, ***Calothrix*** sp., blue green algae (Division Cyanophyta) was recorded, this is a species of macroalgae that could be found especially in clean water.(Round, 1973). The green algae, ***Cladophora glomerata*** Kü tzing, ***Ulothrix*** spp. and ***Stigeoclonium lubricum*** (Dillw) Kützing (Division Chlorophyta), were found in every site indicating oligotrophic and mesotrophic status (Wetzel, 1983). ***Hydrodictyon reticulatum*** Langerhium appeared frequently on the bank of the stream at site 2 in winter and summer seasons. ***H. reticulatum*** could be grown in mesotrophic water and indicate low alkalinity and low nutrients(Entwilse, 1989) In the Division Cyanophyta, the most diverses species were ***Nostoc*** spp. and ***Oscillatoria*** spp. In the present work, 6 species of ***Nostoc*** were found. Their growths were mainly in the subliteral zone where the gelatinious colony could be seen. ***Oscillatoria*** spp., blue green algae was also recorded in every site. Some species of ***Oscillatoria*** has been used as the dirty water, but in present investigation ***Oscillatoria meslini*** Fremy was found only in site 1. Therefore algae indicators for water quality were different in the individual species. Some species in the same genus were not used equal as water quality indicators. The algae used for environmental monitoring and water quality indication need to be identified to species level. Generally the species composition, high species number and abundance of macroalgae in Mae Sa stream were directly related to the turbidity, slow velocity of water running and attachment to rocky substrate.

CONCLUSIONS

A study on the distribution of macroalgae and water quality in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai province was carried out from March 1998 to April 1999. Forty species of macroalgae were found and classified into 3 divisions: Cyanophyta, Chlorophyta and Rhodophyta. The most abundant species were *Cladophora glomerata* Kützing, *Spirogyra* spp., *Rhizoclonium* spp. and *Oscillatoria* spp. Macroalgae in Division Rhodophyta; *Batrachospermum macrosoprum* Montague and *Nemalionopsis shawii* Skuja were indicating clean water quality. The assessments of water quality of the stream revealed that it was oligotriphic to mesotrophic status.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 541077. The authors would like to thank the BRT for providing the research grant.

REFERENCES

Dillard G. E. (1966) The seasonal periodicity of *Batrachospermum macrosporum* Mont. And *Audouinella violacea* (Kuetz.) Ham. In Turkey creek, Moore county, North Carolina. *The Journal of the Mitchell Society*. 36, 132-140

Entwisle T. J. (1989). Phenology of the *Cladophora-Stigeoclonium* community in two urban creeks of Melbourne. *Freshwater Res.* 40, 471- 489

Hynes H.B.N (1971). *The Ecology of Running Waters*. Liverpool University Press, Liverpool.

Huber- Pestalozzi G.(1938). *Das Phytoplankton des SuBwassers: Blaualgen, Bakterien, Pilze*. 1. Teil. E. Schweizerbart sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Irvine M.S.B. (1994). *Algal Periphyton in Two Rivers in Costa Rica with Special Reference to Diatoms Organic Pollution and Altitudinal Differentiation.* Ph.D.thesis, Institute of Botany, Innsbruck University, Austria.

Lewmanomon K. , Wongrat L. and Suprawinit C.(1995). *Algae in Thailand.* Office of Environmental Policy and Planning, Bangkok.

Lohman K., and Piscu J.C. (1992). Physicological indicators of nutrient difficiency in *Cladophora* (Chlorophyta) in the Clake fork of the Columbia river, Montana. *Journal of Phycology*, 28, 443-448.

Lorrine L.J. and Vollenweider R.A. (1981) *Summary Report, the OECD Cooperative programe on eutriphication.* National Water Research Institute, Burlington.

Nusch E.A.E. (1980). Comparision of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination . *Arch. Hydrolobiol .Ergebn.Limnol.*14: 14-36.

Palmer M.C. (1977). *Algae and Water Pollution.* Municipal Environment Research Laboratory, Cincinnati, Ohio.

Peerapornpisal Y. (1996). *Phytoplankton Seasonality and Limnology of the Three Reservoirs in the Huai Hong Khrai Royal Development Study Centre, Chiang Mai, Thailand.* Ph.D.thesis, Institute of Botany, Innsbruck University, Austria.

Pektong T. (1998) . *Diversity of Phytoplankton and Benthic Algae in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui National Park, Altitude 330-550 Meter.* MS.c. thesis, (Biology).Department of Biology, Faculty of Science ,Chiang Mai University.

Prescott G.W.(1970). *How to Know the Freshwater Algae.* Wm.C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa.

Round F.E. (1973). *The Biology of Algae*. Edward Arnold Limited , Great Britain.

Sheath R.G and Kathleen M. C.(1992). Biogeogaphy of stream macroalgae in North America. *Journal of Phycology*, 28, 448-460

Sheath R.G., Vis M. L., Hambrook J.A. and Kathleen M. C.(1996). Tundra stream macroalgae of North America: composition, distribution and physiological adaptations. *Hydrobiologia,* 336, 67-82.

Announcement of National Environmental Committee of Thailand. 1994. *Standard Surface Freshwater of Thailand.* vol 4, 111, Section 162 at 24 th. February 1994.

American Public Health Association/American Water Works/Water Environment Federation. 1994. *Standard method for examination of water and waste water.* 17th edn, Washington DC.

Wetzel R.G. (1983). *Limnology* . Saunders Collage Publishing , Philadelphia.

Whithford L. A. and Schumacher G. J.(1995). *A mamual of the fresh-water algae in North Carolina.* Argricultural Experimant Station, North Carolina.

Wiyaka P. (1998). *Diversity of Phytoplankton and Benthic Algae in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui National Park, Altitude 550-1075 Meter.* MS.c. thesis, (Biology).Department of Biology, Faculty of Science ,Chiang Mai University.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Manuscript for Natural History Bulletin of The Siam Society

ชื่อเรื่อง Four Species of Freshwater Red Macroalgae in Mae Sa Stream,
Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai

โดย Yuwadee Peerapornpisal and Tatporn Kunpradid

4 species of fresh water red macroalgae in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park Chiang Mai, Thailand

Yuwadee Peerapornpisal and Tatporn Kunpradid

Department of Biology, Faculty of Science,
Chiang Mai University Chiang Mai Thailand

Abstract

A study on the biodiversity of fresh water macroalgae in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai province was carried out from March 1998 to April 1999. The samples were collected from five different sites along the stream. Fourty species of macroalgae were found and classified into 3 divisions: Cyanophyta, Chlorophyta and Rhodophyta. At the water resource, the 3 species of Division Rhodophyta, *Batrachospermum macrosporum* Montague, *B. vugum* and *Nemalionopsis shawii* Skuja were found. *Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montague was found all the stream . The 4 species of red algae had never been reported and collected in Thailand.

Introduction

Red algae (Rhodophyta) is one of major division, red algae were a eukaryotic but they had a some cycle and component different from the others. Red algae was not flagellate stage and allmost pigment were phycobilin, photosynthetic lemella. Fresh water red algae have the typical characteristics of the division Rhodophyta Member process chloroplasts with single thylakoids covered with phycobilisomes, floridean starch and cell wall containing cellulose oxylan fibrils embedded in an amorphors metrix of sulfated gelactans (Sheath, 1984). More than 4,000 species of red algae were marine algae but a few were fresh water red algae.

The marine red algae have ability to growth at greater ocean dept than other algae. Such an ability has been attributed to presence of the red pigment, which absorb the shorter wavelength (Flint, 1960). The light is seem to be the regulation of red algae growth not only marine red algae but also fresh water algae. The appropriate condition for fresh water red algae is the zone where canopy surrounding, the stream open up but the water is not to deep or turbid to support growth.

Mathodology

Site Characteristics

The Mae Sa stream is one of major running water in Doi Suthep-Pui national park. This stream received water from Kunsa watershed. Mae Sa stream is twenty-six kilometers long and include 16 small tributary in Amphur Mae Rim, Mae Tang, Sa Moeng and Hang Dong. Five sites were studied monthyl over a 8 month period from March 1998 to Sep. 1999. The sites were selected to cover the stretches of river which from previous studies by Pektong (1998) and Wiyaka (1998) had indicated highest diversity of macroalgae. The 5 sampling sites (Fig. 1) were as follow;
Site 1 Kong Hae Village 1075 m (asl.) Site 2 Kong Hae bridge 1000 m (asl.)
Site 3 Mae Sa elephant camp 550 m (asl.) Site 4 Mae Sa irrigation bridge 330 m (asl.)
Site 5 Child's confine area bridge 300 m (asl.)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Physico-chemical parameters analysis

Conductivity of water was measured in the field by a conductivity meter while temperature and pH were measured in the field using a pH meter. Chemical analyses of the water was according to American Publics Health association (1992) as follow; The quantity of dissolved oxygen and biological orange demand in the individual samples was measured using the iodometric titration method with azide modification. Total alkalinity was measured in the laboratory by endpoint titration with an indicator (Methyl-orange). Nitrate-nitrogen by the cadmium reduction method and ammonium nitrogen by the phenate method. In addition soluble reactive phosphorus and total phosphorus (after acid hydrolysis) were analyzed by the ascorbic acid method. For colorimetric detection, the spectrophotometer "Generys 5" of Spectronic Instruments USA was used.

Sampling and Preparation of macroalgae

Stream red macroalgae can be defined as those species occurring in flowing freshwaters and having a mature thallus which is benthic and discrete structure recognizable with the naked eye the rocky substrate the red macroalgae were almost growth. Morphological forms include mats, colonies, gelatinous and free filaments, tissue-like thalli, tufts and crusts (Sheat et al., 1996). Red macroalgae samples were scraped from substrate and kept in a plastic box at low temperature (20°C). In the laboratory, the samples were separate for fresh sample identification and preserve for permanent samples (with 2% of glutalaldehyde). The macroalgae were identified follow the systematic for each division and photographed by light micrographs using an Olympus BX-40 microscope.

Result

A study on the diversity of macroalgae in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Pakr was carried out from March 1998 to September 1999. From 5 sampling site along the stream found the 4 species of red algae. The red algae was not appered in the same time and place. *Batrachosperman macrosporium* Montagae, *Batrachospermum vugum* Agardh and *Nemalionopsis shawii* were Found in only site 1 and *Compsopogon coeralens* (Balbis) Montague were found in site 2, 4 and 5. The characteristic of water quality of site 1 (up stream) was very clean, low nutrient low temperature and the bank environment were still the bracket, then the part of stream were cover by the canopy. At site 2, the stream runs trough the hill tribe village but the stream was not effect from the drainge water from the village. From site the stream were discharge from many waste water such as the elephant camp in site 3, the large communities at site 4 and 5. The average of some physical and chemical parameter were in table 1.

Table 1 the average of physico-chemical and trophic status in Mae Sa stream(March 1998- April 1999

Sampling Sites	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	pH	Conductivity (us/cm)	Alkalinity (meq/l)	Turbidity (NTU)	Nitrate-N (mg/l)	Ammonia-N (mg/l)	SRP (mg/l)	Trophic status*
Site1	6.5	1.2	7.4	78.6	0.8	2.1	0.8	0.25	0.02	Oligotrophic
Site2	6.2	1.1	7.1	105.2	1.3	5.7	4.2	0.28	0.1	Oligo-mesotrophic
Site3	7.5	2.1	8.3	310.6	2.76	48	5.1	0.39	0.4	Mesotrophic
Site4	7.6	1.2	7.5	298.5	2.7	14	2.9	0.21	0.09	Mesotrophic
Site5	6.9	0.9	7.5	270.5	2.44	59	3.1	0.16	0.6	Mesotrophic

* According to Lorrine and vollenweider (1981)

Table 2. Distribution of macroalgae in Mae Sastream (April 1998-March 1999)

Taxon	Location*	substrate***
Division Rhodophyta		
Batrachospermun macrosporum Montague**	1	r,g
Batrachospermun vugum Agardh	1	r,g
Compsopogon coeruleus (Balbis) Montague	1,2,4,5	r,g,sd,b
Nemalionopsis Shawii Skuja.**	1	r,g

* sampling site

** dominant species

*** Type of substrate

r = rock s = soil

g = gravel sd = sand

b = bryophyte

Disscussion

Fourth species of red macroalgae were benthic from all most of them growth on the gravel and the velocity of water about the red algae were *the Batrachospermum macrosporum* Mantague were dominant species in rainy and winter season. When the late winter *B macrosporun* was decrease and *Nemaliopsis shawii* were in state of B. macrosporum also. Normally the appropiate condition for *B. macrosporum* were 10-15 C and not bright light (Entswisle, 1989). The light intensity is the one major factors affect the distribution and seasonalily of fresh water Rhodophyta (Witthon, 1995; Sheath, 1984). Not only the light intensity in different season but also the canopy of tree was important. At site 1 the stream were cover by tree canopy all year but in the late winter the climb plant would died then the light can be let to the water. But if the stream had a unappropiate condition such as brown water or high turbidity *B. macrosporum* and *B. vugum* were found in high intensity. Another limit factor for fresh water red algae were temperature, the temperature were influence altitude and altitude (Sheath, 1984).

Some specis of fresh water red algae are restricted to tropical and subtropical regions such as *Compsopogen* spp. and *Batrachespermum* spp. (Kumano, 1993; Sheath, 1974). Mae Sa stream resource (site 1) were 1,075 mater high above the sea level then the average water temperature were not more than 20 C. The cool water temperature was encouraging the *Batrachospermum* spp. growth. In contrast

Compsopogon coruleus (Balbis) Montague had a high photosynthetic rate at 30-35 C (Sheath, 1984) and *C. coerulus* found as dominant species species in site 4 (330 meter above sea level) Kramer (1983) suggested that the relationship between temperature and net photosynthesis was one of the major factors affecting distribution and seasonally of fresh water Rhodophyta (Sheath, 1984). Another factor that import the distribution of macroalgae were chemical factors. Firstable is the dissolved oxygen, DO were fluctuate each season from water level and velocity. Some species of fresh water red algae were increase in occurrence with increasing concentration of DO. Conductivity were directly to the solubility of nutrient in the stream. The conductivity can be assume for the nutrient soluble and could be indicate to from the soil element. Fresh water red algae can be found at the nutrient concentration, such as less than 1 mg/l SRP (Martin and Witton, 1987 and 1981; Sheath *et. al.*, 1992; Goldman and Horn, 1983). At resource of the stream (site 1) the water quality were very clean and low nutrient, the 3 species of red algae were found and one of them *Batrachospermum macrosporun*, *B. vagum* and *Nemaliunopsis shawii* skuja had been reported for a clean waterqualily indicater (palmer, 1970)

Four species of Red algae had never been report to Found in Thailand Before.

REFERENCES

*Standard method for examination of water and waste water.*1992 17th edn,American Public Health association/Amarican Water Workss/Water Environment Federation, Washington DC.

Benson-Evans K., P.F. Willam, H.M Griffith, S.E. Anthony AND Ehso R.T. 1985. Method of processing biological data and expressing results . *Aquatic Ecology And Pollute. Ball. Cardiff University. College Cardiff.* No.5 : 6-33.

Entwisle T. J. 1989. Phenology of the *Cladophora-Stigeoclonium* community in two urban creeks of Melbourne. *Freshwater Res.* 40 : 471- 89

Flint .L.H. 1960. Freshwater Red Algue of North America. Vamtage Press . New York

Hynes H.B.N .1971. *The ecology of running waters.* Liverpool University, Liverpool.

Huber- Pestalozzi G.1938. *Das phytoplankton des suBwassers: Blaualgen, Bakterien, Pilze.* 1. Teil. E. Schweizerbart sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Kann V.E. 1985. Benthic cyanophyte-associations in streams and lakes. Arch. Hydrobiol ,71, 307-310.

Keeney D.R. 1970. Nitrates in Plants and Water. Journal of Milk and Food Technology, 33, 425-432.

Kumano N. 1993. Taxonomy of the Family Batrachospermaceae (Batrachospermales, Rhodophyta). Japan Journal of Phycology,23,138-146.

Lewmanomon K. , L. Wongrat and Suprawinit C.1995. *Algae in Thailand.* Office of environmental policy and planning, Bangkok.

Lorrine L.J. , vollenweider R.A. 1981. Summary Report, the OECD Cooperative programe on eutroplication. National Water Research Institute, Burlington.

Martin T.G. , Whitton B.A.1987. In fluence of phosphorus on Morphology and physiology of freshwater *Chaetophora, Draparnaldia* and *Stigeoclonium* (Chaetophorales ,Chlorophyta) .Phycologia ,26, 59-69.

Necchi O.J. 1990. Bibliotheca Phycologia; Revision of the genus Batrachospermum

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Roth (Rhodophyta, Batrachospermales) in Brazil. J. Cramer Berlin, Stuttgart.
Necchi O., Pascoalot D. 1995. Morphometry of *Compsopogon Coeruleus* (Compsopogonaceae, Rhodophyta) Populations in a tropical river basin of southeastern Brazil. Phycologia ,32, 150-168.
Nusch E.A.E. 1980. Comparision of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination . *Arch. Hydrolobiol .Ergebn.Limnol.*14: 14-36.
Palmer M.C. 1970. *Algae and water pollution.* Municipal Environment Research laboratory, Cincinnati, Ohio.
Peerapornpisal Y. 1996. *Phytoplankton seasonality and limnology of the three reservoirs in the Huai Hong Khrai Royal Development Study Centre, Chiang Mai, Thailand.* Ph.D.thesis. Institute of Botany, Innsbruck University, Austria.
Prescott G.W.1970. *How to know the freshwater algae.* Wm.C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa.
Round F.E. 1973. *The Biology of Algae.* Edward Arnold Limited , Great Britain.
Sheath R.G and Kathleen M. C.1992. Biogeogaphy of stream macroalgae in North Amarica. *Jornal of Phycology*, 28, 448-460
Sheath R.G. 1984. The Biology of Fresh water Red Algae. Progressin Phycological Research, 3 ,89-157.
Sheath R.G. , Kathleen M.C. 1992. Biogeogaphy of stream macroalgae in North Amarica. Journal of Phycologia, 28 , 448-460.
Sheath R.G., Vis M.L., Kathleen M.C.1994. Distribution and Systematics of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in North America. Phycologia ,33, 404-414.
Wetzel R.G. 1983. *Limnology* . Saunders Collage Publishing , Philadelphia.
Whithford L. A. and Schumancher G. J.1995. *A mamual of the fresh-water algae in North Carolina.* Argricultural Experimant Station, North Carolina.
Witthon B.A.,Rott E., Friedrich G. 1991. Use of Algae for Monitoring Rivers. Institut fur Botanik AG Hydrobotanik Universitut Innsbruck Austria.
Whitton B.A. , Martyn G.K. 1995. Use of Algae and Other Plants for Monitoring Rivers. Australian Journal of Ecology, 20, 45-56.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่อง Diversity of Phytoplankton and Benthic Algae in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai

โดย Trai Pekthong, Prasert Waiyaka and Yuwadee Peerapornpisal

ในการประชุมระดับนานาชาติหัวข้อ International Conference on Water Resources Management in Intermonatane Basins ณ วันที่ 2-6 กุมภาพันธ์ 2542 โรงแรมเชียงใหม่ภูคำ จังหวัดเชียงใหม่

จัดโดยศูนย์วิจัยน้ำ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Diversity of Phytoplankton and Benthic Algae in Mae Sa Stream Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai.

TRAI PEKTHONG, PRASERT WAIYAKA AND YUWADEE PEERAPORNPISAL

Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

ABSTRACT. This study of the diversity of phytoplankton and benthic algae in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui National Park was carried out from April 1997 to February 1998. Eighty seven species of phytoplankton were found which could be classified into 5 divisions, 8 orders, 19 families and 31 genera. The majority of the phytoplankton were diatoms in the Order Pennales and the most abundant species were *Melosira varians* Agardh, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck and *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith. There were 172 species of benthic algae found. The most abundant were also diatoms in the Order Pennales. The majority of the species belonged to the genera *Navicula* (38 species), *Nitzschia* (23 species), *Fragilaria* (16 species) and *Gomphonema* (15 species). The most abundant species were *Navicula lanceolata* (Agardh) Kützing, *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow, *Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith, *Fragilaria capucina* Desmazieres, *Gyrosigma scalproides* (Rabh.) Cleve, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Achnanthes lanceolata* (Brébisson) Grunow, *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck, *Gomphonema augur* Ehrenberg, *Gomphonema parvulum* (Kützing) Grunow, *Surirella capronii* Brébisson, *Surirella ovalis* Brébisson and *Surirella spiralis* Kützing.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

This work was supported by NSTDA (National Science and Technology Development Agency)

INTRODUCTION

Established in 1981, Doi Suthep-Pui National Park is located in Chiang Mai Province, northern Thailand, and has an area of 261 Km^2. Doi Suthep-Pui (elevation 1,601 metres) and Doi Pui (1,685 metres) are part of a geologically ancient ridge forming the western boundary of the Ping River Valley. The forest in Doi Suthep-Pui are deciduous and evergreen forests. Some 2,000 millimetres of rain fall on the park each year, mostly from May to October. The dry season comes between November and March. The average annual temperature, recorded near Phuphing Palace is 20°C, with maximum and minimum average temperature of 24°C and 17 °C respectively. The Mae Sa Watershed is situated at Mae Rim district, Chiang Mai Province. Part of the watershed belongs to Doi Suthep-Pui National Park, which is one of the world's greatest area of biodiversity; where natural forests and other wildlife resources are being preserved and protected. Doi Suthep-Pui has beautiful scenery and good climatic conditions and is considered to be one of the famous tourist destinations in Thailand and a productive area for high value crops like vegetables, cut flowers and fruits. Mae Sa watershed is expected to increase of affects due to the increasing activities leading towards agro-industrialization and tourism development. The results from the survey on biodiversity of phytoplankton and benthic algae can apply to use in monitoring the changing of water quality in the future.

MATERIALS AND METHODS

Site Characteristics

Twelve sites were studied once in each season over a year period from April 1997 to February 1998. The sites were selected along the Mae Sa river (Fig. 1). The site's name and details of each site are as follow:

site 1 Kong Hae Village: Altitude 1075 a.m.s.l, Agriculture and Residental
site 2 Entrance of the Kong Hae Village: Altitude 1000 a.m.s.l, Agriculture and Residental
site 3 Pong Yang elephant camp: Altitude 960 a.m.s.l, Tourist spot
site 4 Sri Muang Kham Village: Altitude 760 a.m.s.l, Agriculture and Residental
site 5 Huay Dee Mee: Altitude 700 a.m.s.l, Residental
site 6 Queen Sirikit Botanical Garden: Altitude 650 a.m.s.l, Tourist spot
site 7 Mae Sa elephant camp: Altitude 550 a.m.s.l, Tourist spot
site 8 Mae Sa waterfall: Altitude 390 a.m.s.l, Tourist spot
site 9 Mae Rim bridge: Altitude 340 a.m.s.l, Residental
site 10 Cholaprathan bridge: Altitude 330 a.m.s.l, Residental
site 11 Pa Muang Village: Altitude 330 a.m.s.l, Residental
site 12 Mae Sa Luang Village: Altitude 340 a.m.s.l, Agriculture and Residental

Measurement of Chemical and Physical Parameters

Water samples were collected for Chemical and Physical parameters for example BOD_5, Alkalinity, Turbidity, Nitrate-nitrogen, Nitrite-nitrogen, Ammonium-nitrogen, Soluble Reactive Phosphate (SRP) and Total Phosphorus (TP) (APHA, 1992). About temperature, Conductivity, pH, DO and Total Dissolved Solids (TDS) were measured among the field (APHA, 1992).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

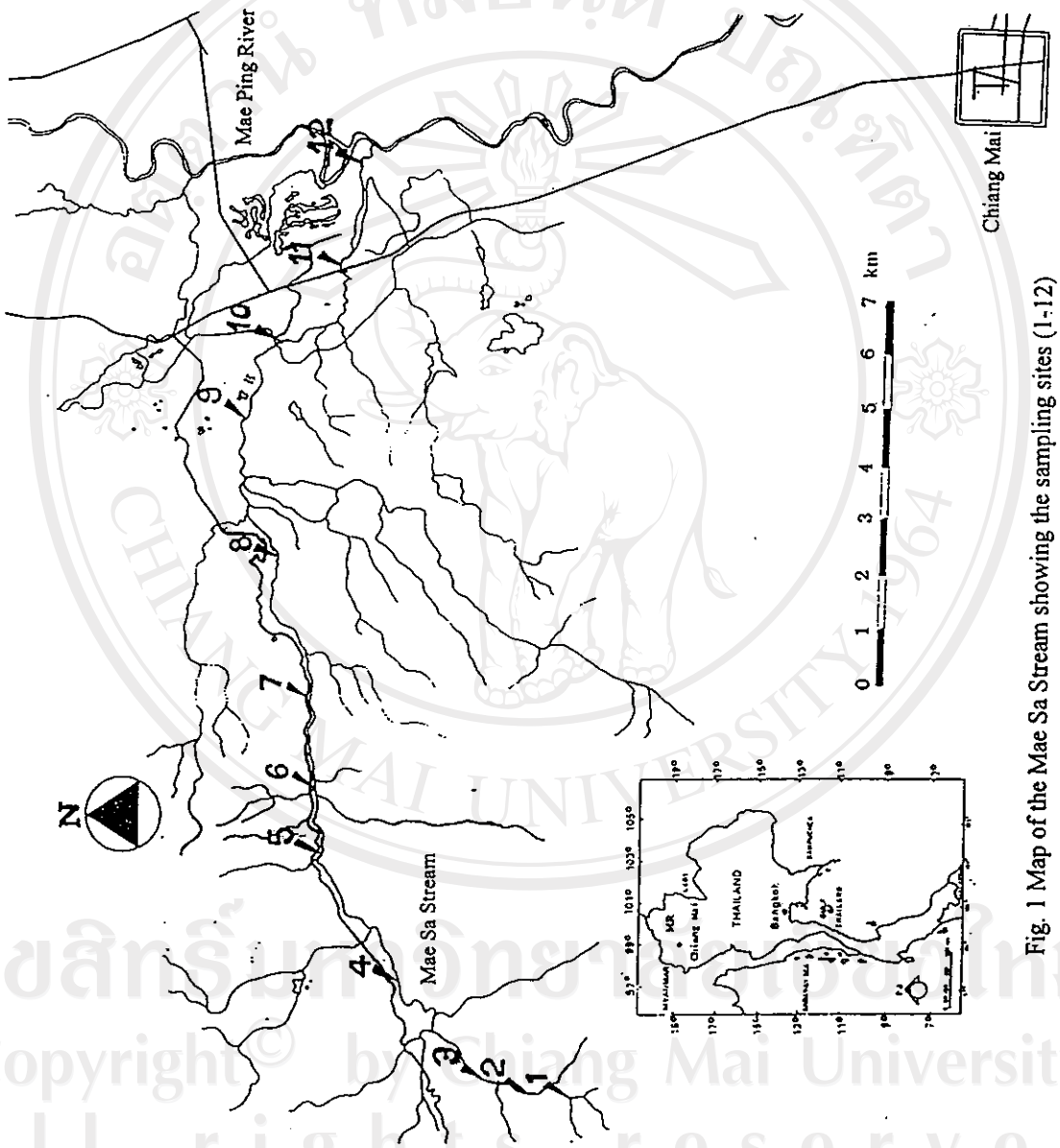


Fig. 1 Map of the Mae Sa Stream showing the sampling sites (1-12)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Sampling and Preparation

A plankton net, mesh size 10 μm was use to collect phytoplankton samples for identification. Preserve the samples with Lugol's solution. Keep the samples cool and dark before observe under light microscope.

Epilithic samples were scraped from 3 - 5 stones at each site. In the laboratory, the samples were cleaned by boiling 15 - 30 minutes in concentrated H_2O_2. Naphrax was used for mounting. The light micrographs were made with a Olympus BX-40 microscope. Scanning electron micrographs were made with a JEOL JSM-840A microscope, operated at 8-20 KV. The black and white film used was a Kodak Verichromepan ISO 125.

RESULTS

Diatoms identification

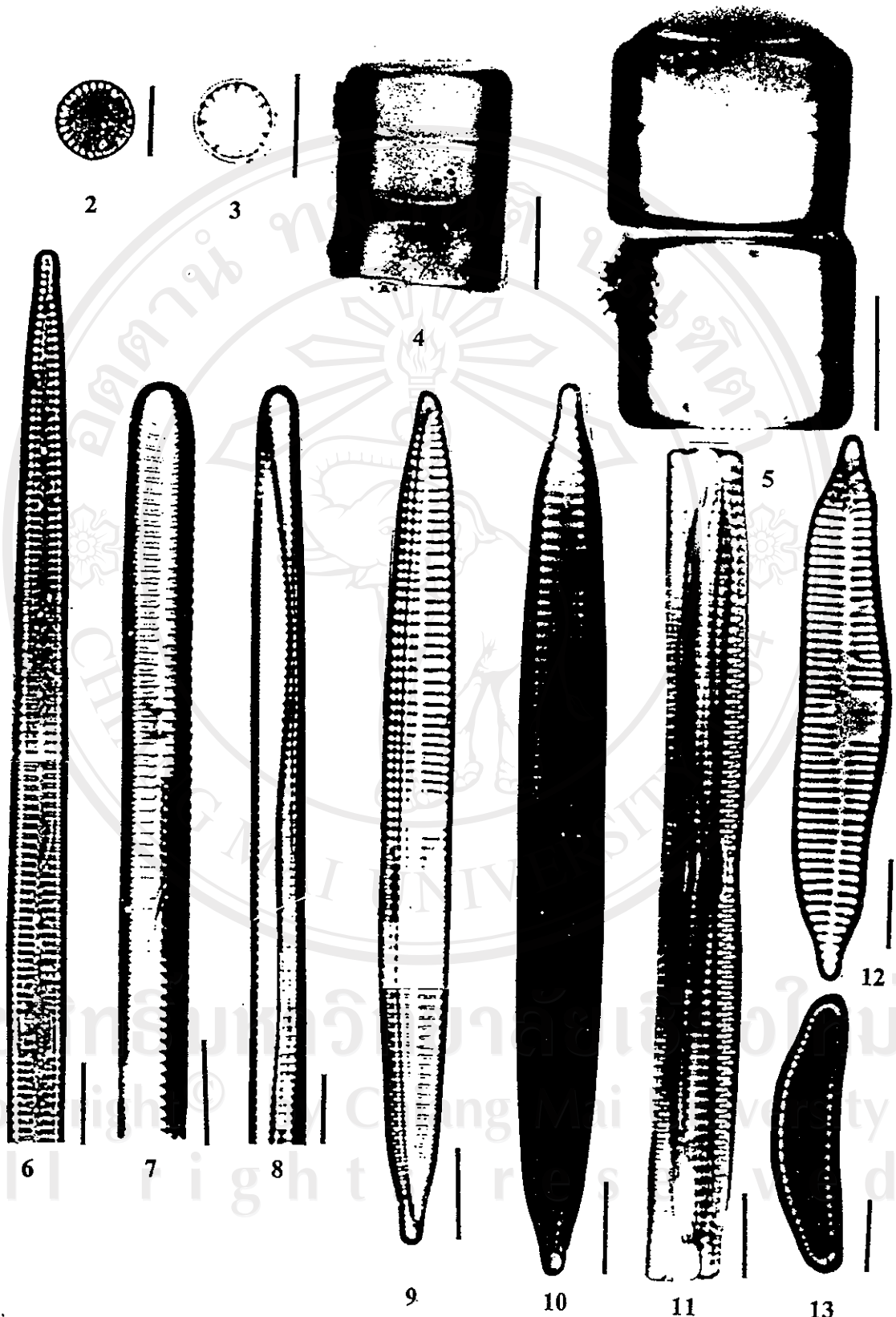
The taxonomic concept follows the Süßwasserflora Mitteleuropas by Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991, 1991a). However in some cases the key book or thesis of some tropical studies such as Foged (1971, 1975, 1976) Vyverman (1991) and Margarita (1994) were used. The structural data such as diameter, length, width, striae, striae frequency in 10 μm and the others features are observed under light and scanning electron microscope.

Phytoplankton Investigation

Eighty seven species of phytoplankton were found which could be classified into 5 divisions, 8 orders, 19 families and 31 genera. The majority of the phytoplanktons were diatoms in the Order Pennales and the most abundant species were *Melosira varians* Agardh , *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot , *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck and *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith. Some bluegreen algae, *Anabaena, Pseuanabaena, Lyngbya, Cylindrospermopsis,* were also found in planktonic form. There were some green algae such as *Ankistrodesmus, Closterium, Cosmarium, Isthmochloron, Monoraphidium, Pediastrum, Staurastrum, Tetrastrum* and *Scenedesmus.* The only diatoms list is shown in Table 1. Filamentous macroalgae such as *Spirogyra* spp. , *Cladophora* spp. *Rhizoclonium* spp.(green algae) *Ceramium* spp. (red algae) and *Oscillatoria spp.* (bluegreen algae) were also found.

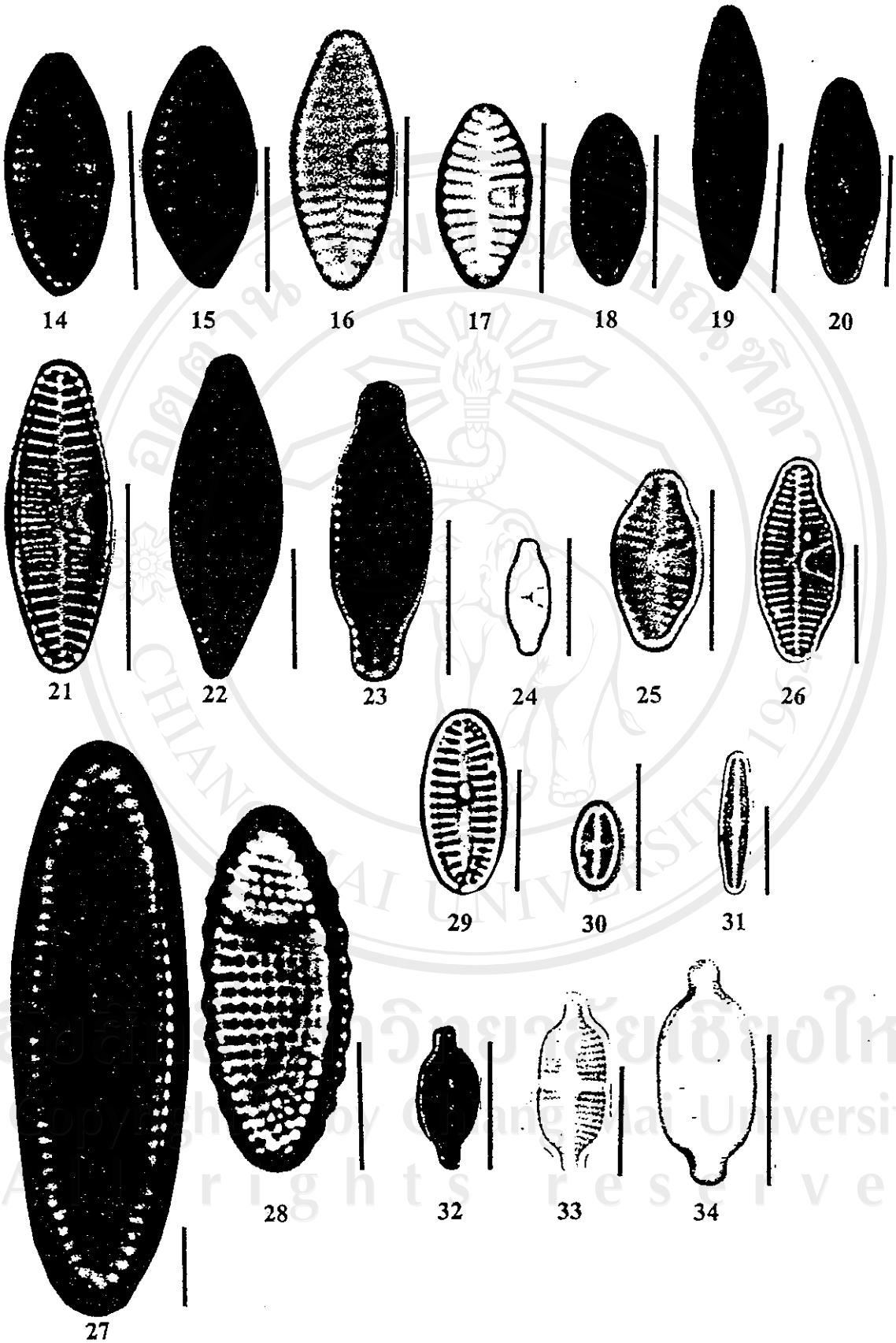
Benthic algae Investigation

There were 172 species of benthic algae found. The most abundant were also diatoms in the Order Pennales. The majority of the species belonged to the genera *Navicula* (38 species) , *Nitzschia* (23 species) , *Fragilaria* (16 species) and *Gomphonema* (15 species). The most abundant species were *Navicula lanceolata* (Agardh) Kützing, N*itzschia dissipata* (Kützing) Grunow, *Nitzschia palea*(Kützing) W.Smith, *Fragilaria capucina* Desmazieres, *Gyrosigma scalproides* (Rabh.) Cleve, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Achnanthes lanceolata* (Brébisson) Grunow, *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck, *Gomphonema augur* Ehrenberg, *Gomphonema parvulum* (Kützing) Grunow, *Surirella capronii* Brébisson, *Surirella ovalis* Brébisson and *Surirella spiralis* Kützing



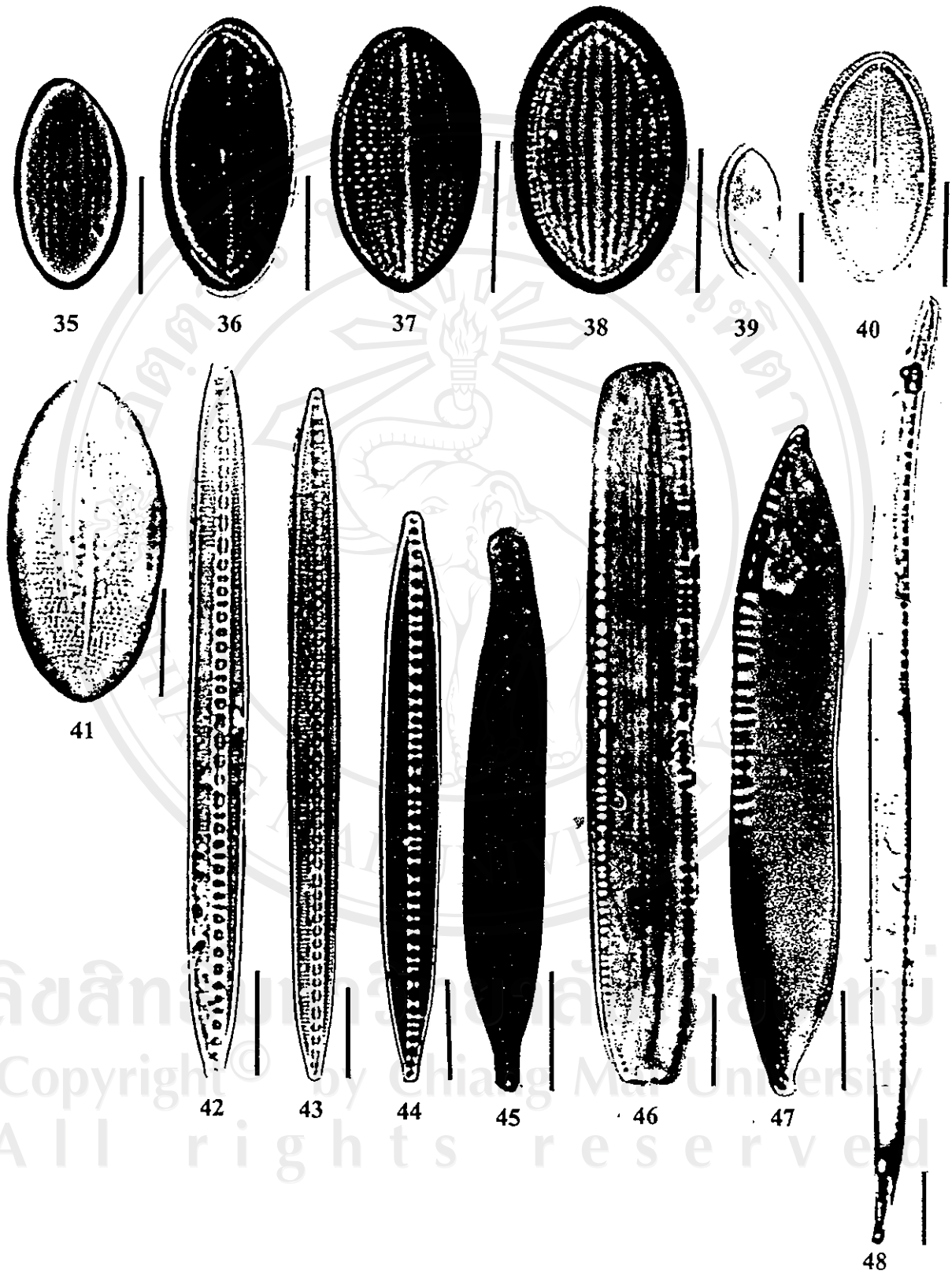
Figs. 2-13- Light micrographs. Figs.2-5- Centrales : 2-3- *Cyclotella* sp. , 4-5- *Melosira varians* , Figs. 6-12- Fragilariaceae : 6- *Fragilaria biceps* , 7-8- *Fragilaria ulna* var. aequalis , 9-11- *Fragilaria capucina* , 12- *Synedra ulna* , Figs.13- Eunotiaceae : 13- *Eunotia minor*
Scale bars equal 10 μ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



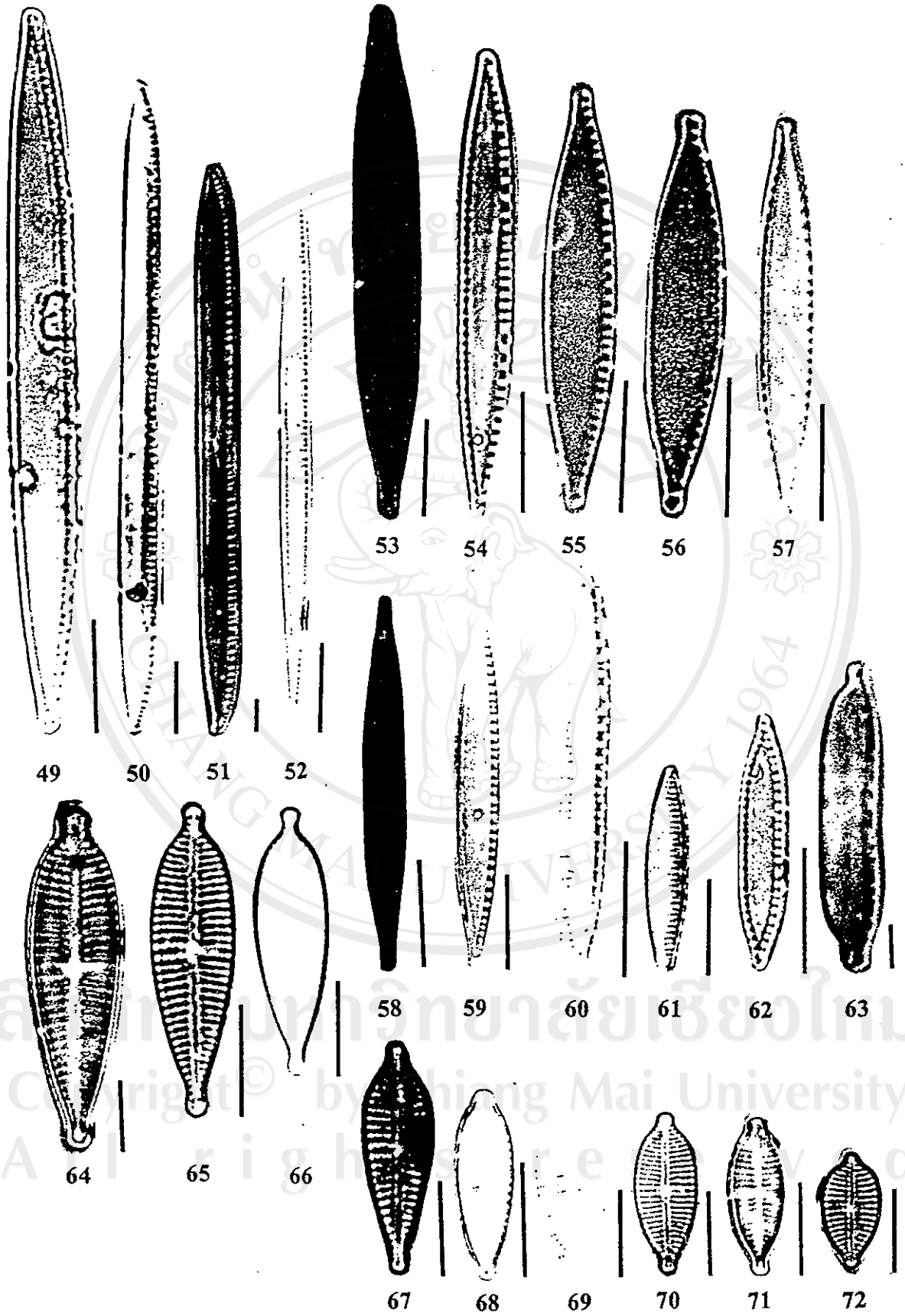
Figs. 14-34- Light micrographs. Figs.14-34- Achnanthaceae : 14-26- *Achnanthes lanceolata* , 27- *Achnanthes sp.*, 28- *Achnanthes crenulata* ,29- *Achnanthes oblongella* , 30- *Achnanthes helvetica?* , 31- *Achnanthes sp.* , 32-34- *Achnanthes exigua*
Scale bars equal 10 μ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



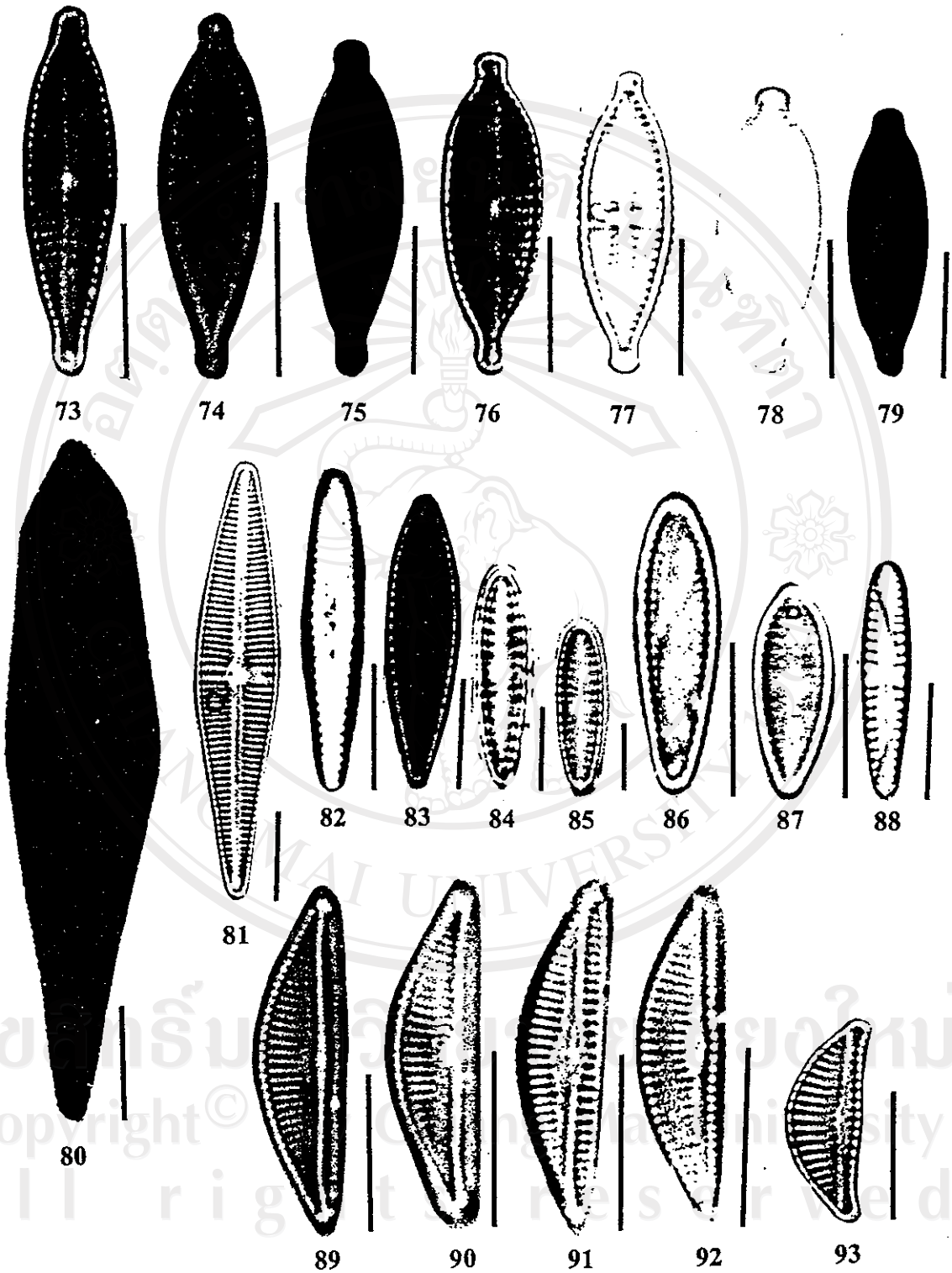
Figs. 35-48- Light micrographs. Figs. 35-41- Achnanthaceae: 35-40- *Cocconeis placentula* , 41 - *Cocconeis* sp. , Figs. 42-48- Nitzschiaceae: 42-43-*Bacillaria paradoxa* , 44- *Nitzschia dissipata* , 45-48- *Nitzschia sp.* Scale bars equal 10 μ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



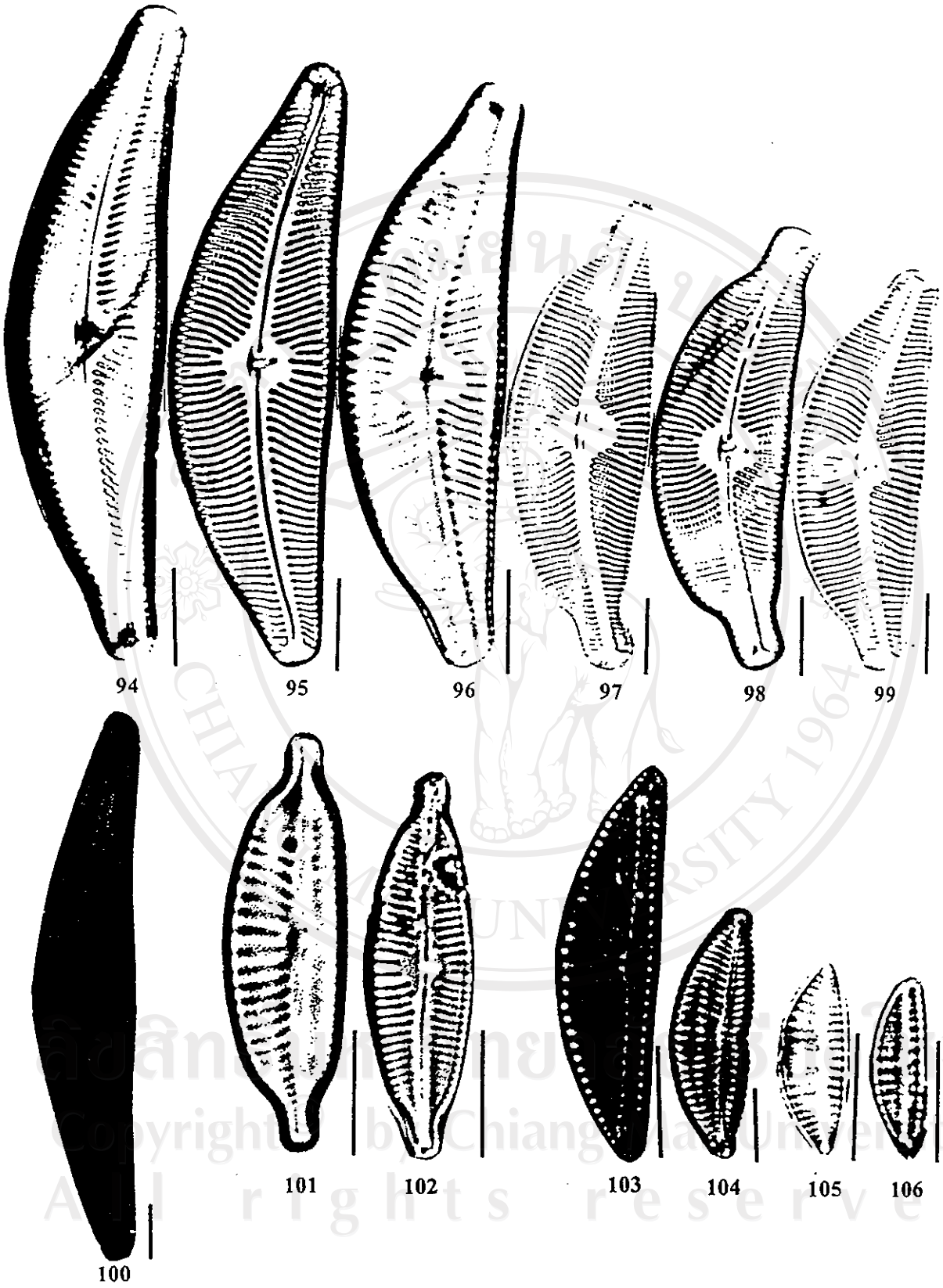
Figs. 49-72- Light micrographs. Figs. 49-63- Nitzschiaceae: 49-62- *Nitzschia* sp. , 63 - *Hantzschia sp.* , Figs. 64-72- Cymbellaceae: 64-72- *Gomphonema parvulum* sensu lato. Scale bars equal 10 μ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



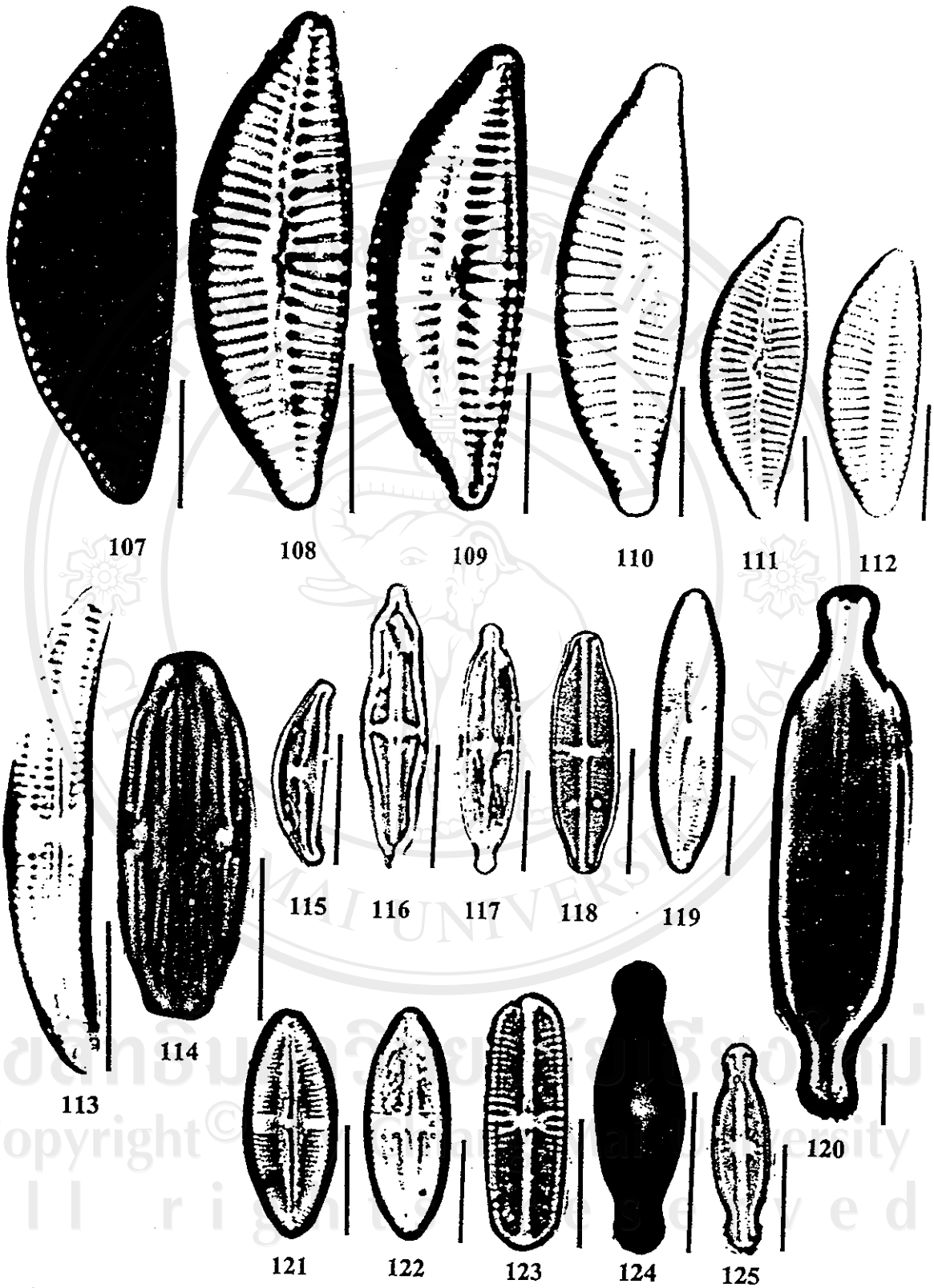
Figs. 73-93- Light micrographs. Figs. 73-93- Cymbellaceae: 73-79- *Gomphonema parvulum* sensu lato. , 80-81- *Gomphonema gracile* , 82-87- *Gomphonema sp.* , 88- *Gomphonema pumilum* var.rigidum , 89-92- *Cymbella silesiaca* , 93- *Cymbella sp.* Scale bars equal 10 μ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



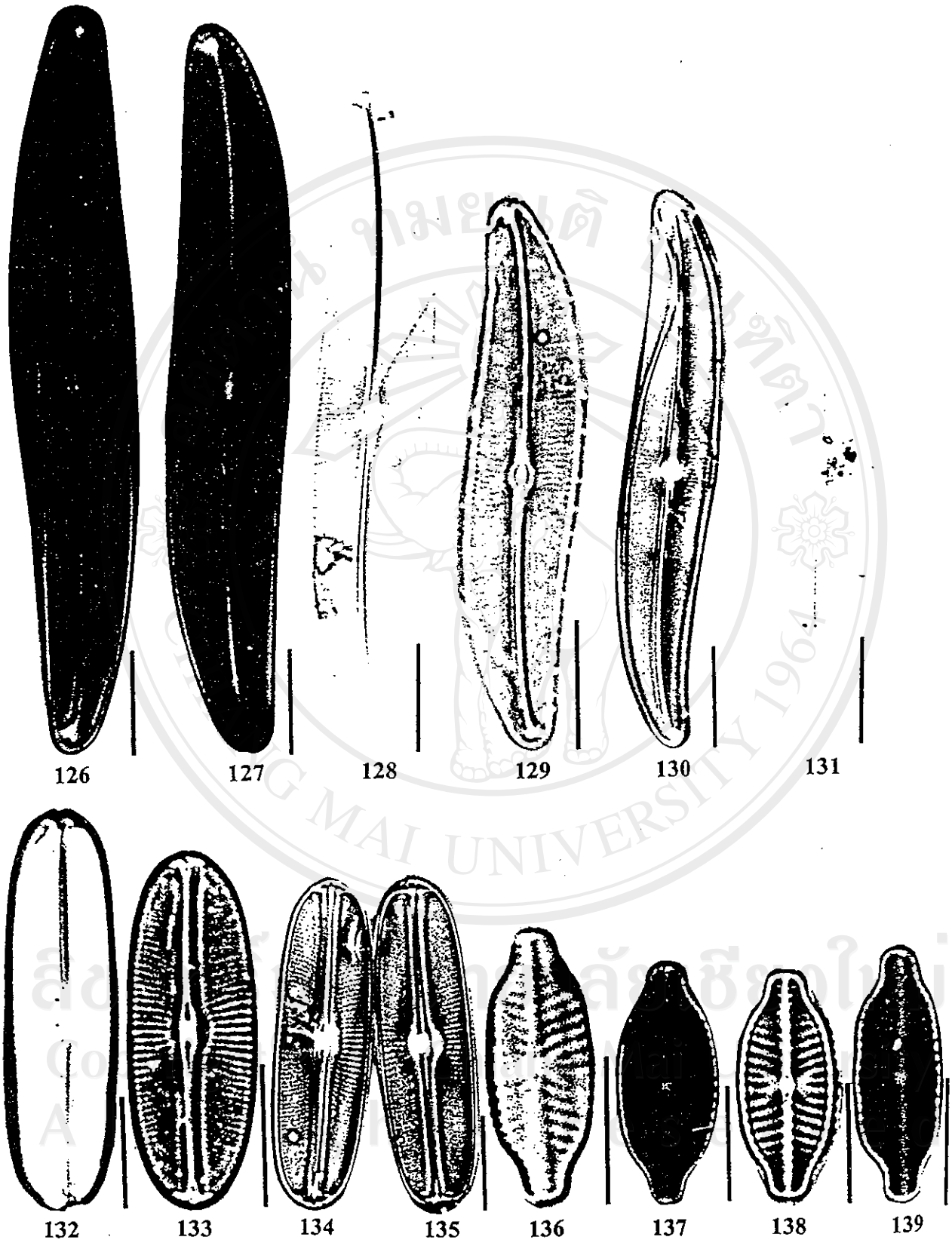
Figs. 94-106- Light micrographs. Figs. 94-106- Cymbellaceae: 94-99- *Cymbella tumida* , 100- *Cymbella aspera* , 101 - *Cymbella amphicephala* , 102- *Cymbella naviculoformis* , 103-106-*Cymbella sp.* Scale bars equal 10 μ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

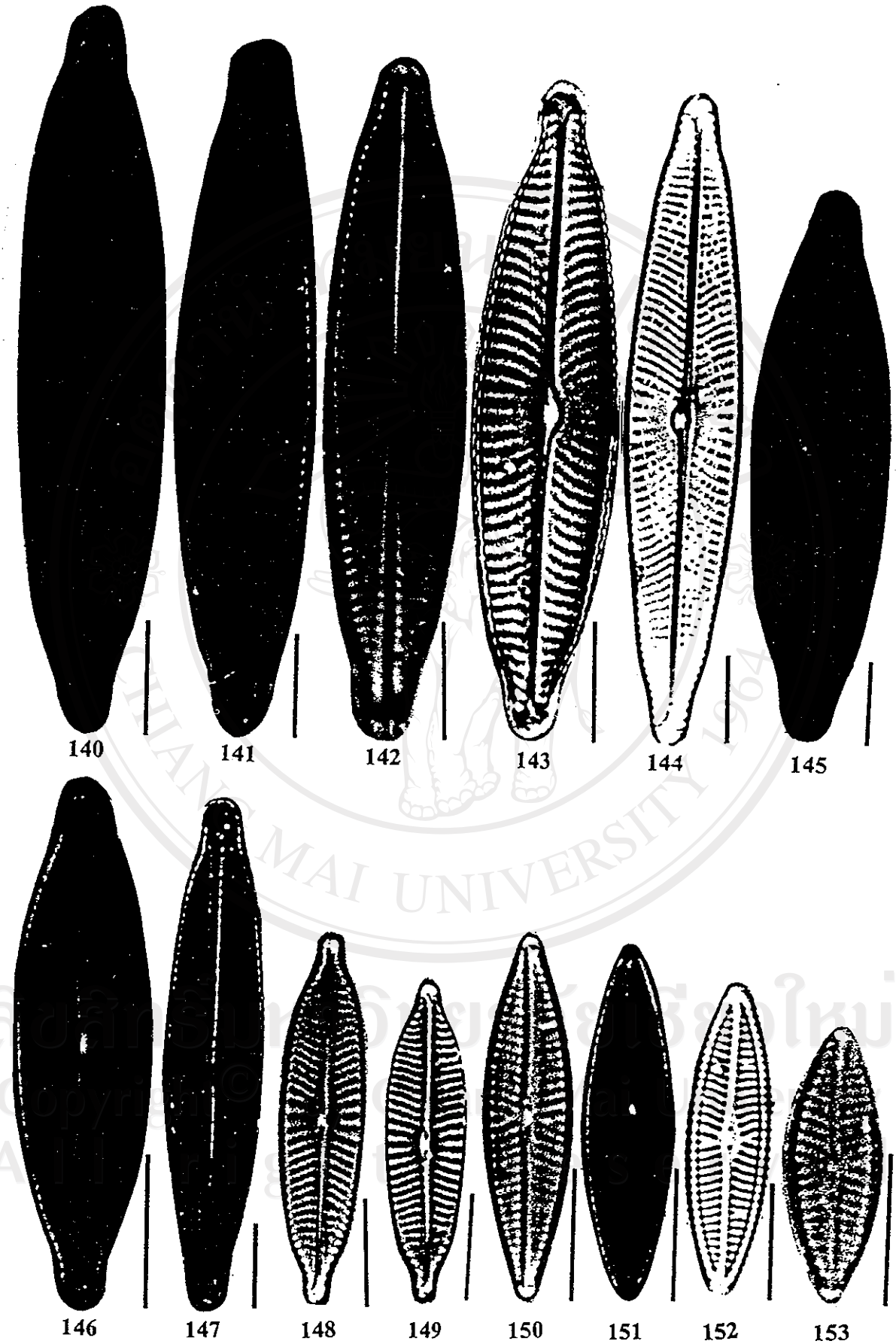


Figs. 107-125- Light micrographs. Figs. 107-115- Cymbellaceae: 107-111- *Cymbella turgidula*, 112- *Cymbella hustedtii*, 113- *Amphora libyca*, 114- *Amphora dusenii*, 115- *Amphora sp.*, Figs. 116-125- Naviculaceae: 116- *Stauroneis smithii*, 117- *Stauroneis angustevittata*, 118- *Stauroneis sp.*, 119- *Caloneis lauta*, 120- *Neidium sp.*, 121-122- *Caloneis bacillum*, *123-Navicula laevissima* var. *laevissima*, 124-125- *Navicula disjuncta* Scale bars equal 10 μ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

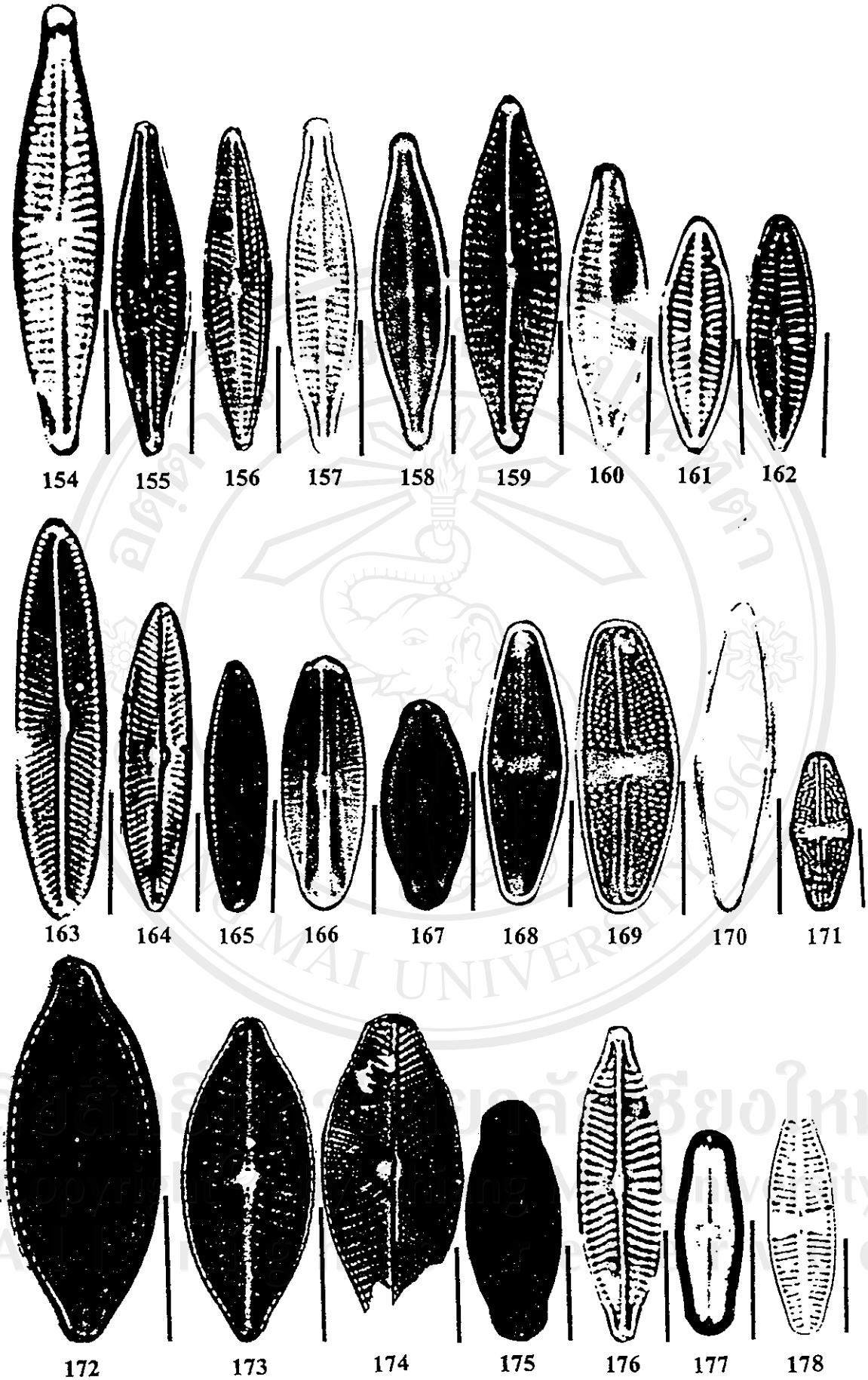


Figs. 126-139- Light micrographs. Figs. 126-139-Naviculaceae: 126-131- *Gyrosigma scalproides*, 132-135- *Navicula bacillum*, 136-138- *Navicula exigua*, 139-*Navicula sp.* Scale bars equal 10 μ



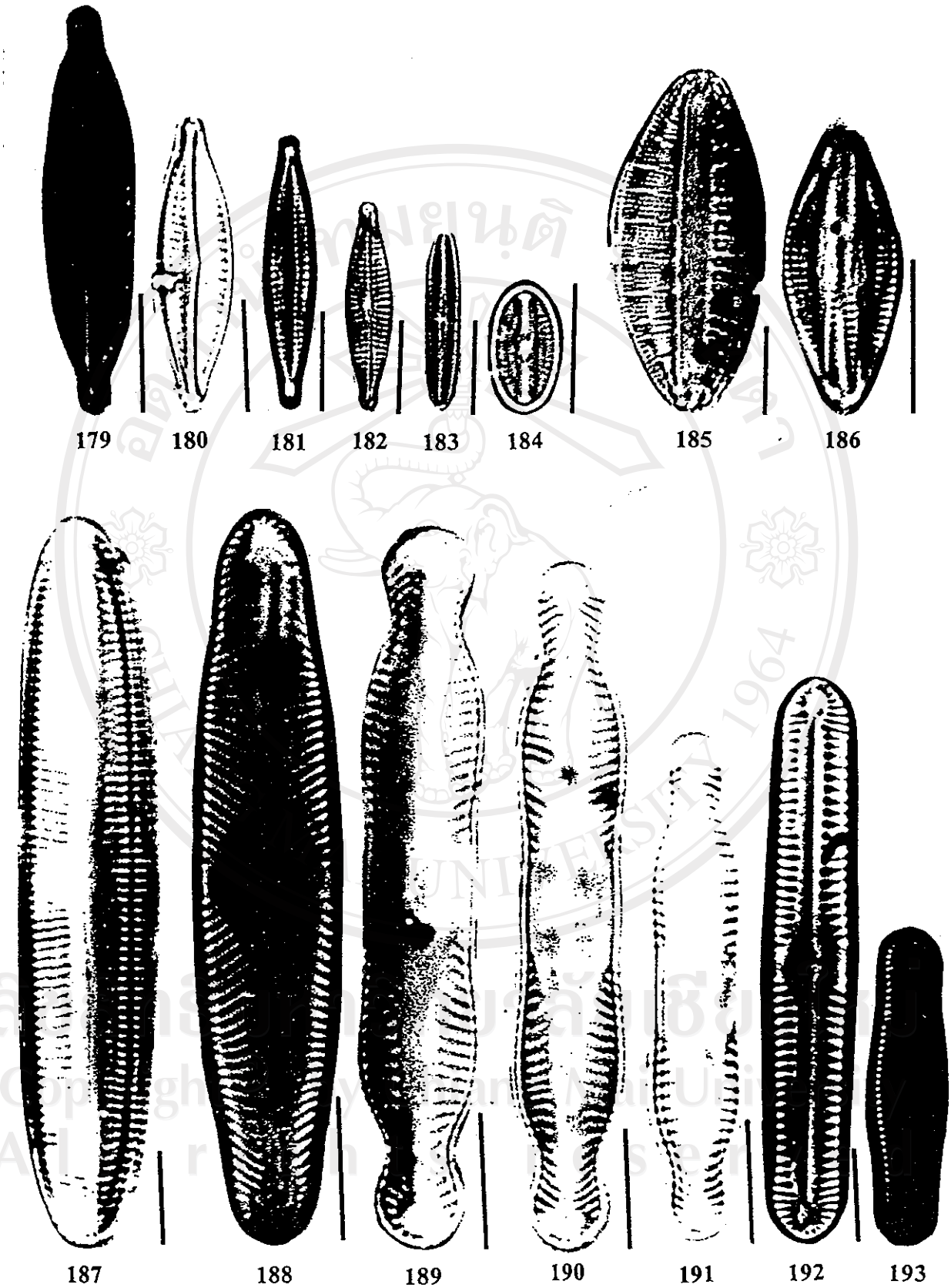
Figs. 140-153- Light micrographs. Figs. 140-153- Naviculaceae: 140-149- *Navicula viridula* , 150-152- *Navicula cryptotenella* , 153- *Navicula sp.* Scale bars equal 10 μ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

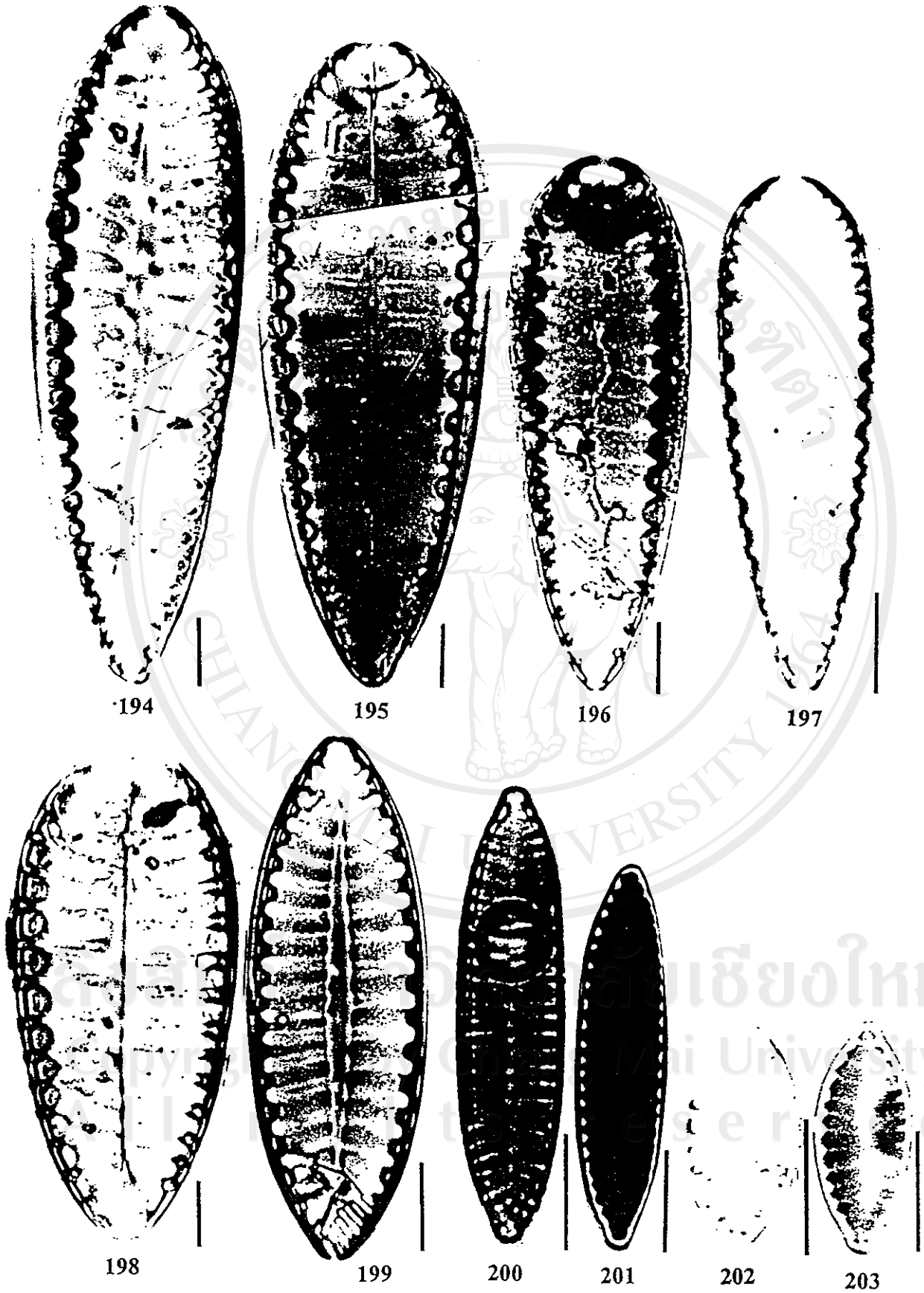


Figs. 154-178- Light micrographs. Figs. 154-178- Naviculaceae: 154-162- *Navicula spp.* , 163-164- *N. schroeteri* var. symmetrica , 165- *Navicula sp.* , 166-167- *N. pupula* var.pupula , 168- *Navicula sp.* , 169- *N. cohnii* , 170-171- *N. mutica* var.mutica , 172-173- *N. subplacentula* , 174- *N. gastrum* , 175- *N. mobiliensis* var.capitata , 176-178- *Navicula spp.* Scale bars equal 10 u

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

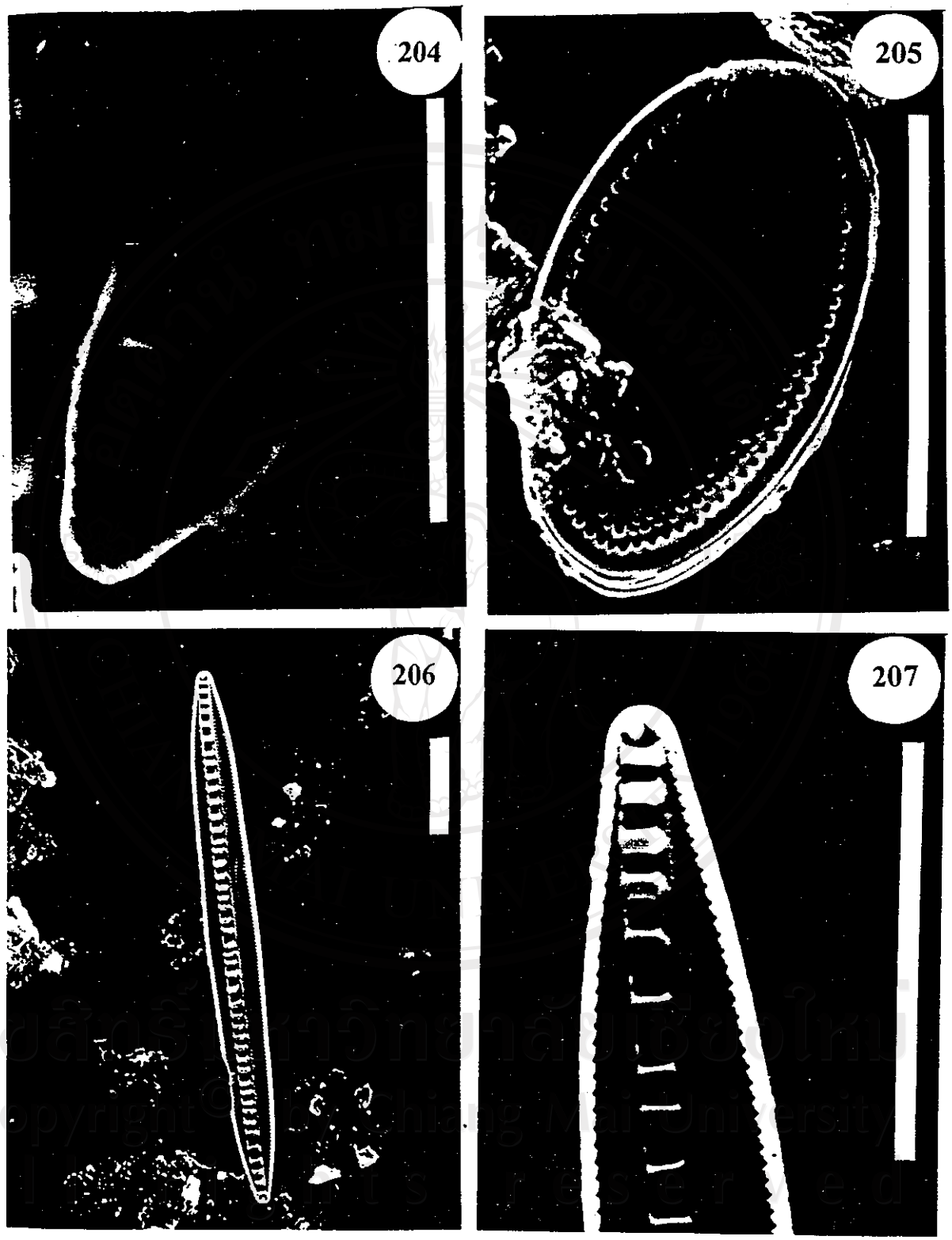


Figs. 179-193- Light micrographs. Figs. 179-184- Naviculaceae: 179-184- *Navicula spp.*, Figs. 185-186- Epithemiaceae: 185- *Epithemia sp.*, 186- *Rhopalodia sp.*, Figs. 187-193- Naviculaceae: 187-188- *Pinnularia spp.*, 189-191- *Pinnularia mesolepta*, 192-193- *Pinnularia spp.* Scale bars equal 10 μ



Figs. 194-203- Light micrographs. Figs. 194-203- Surirellaceae: 194-197- *Surirella biseriata* , 198- *Surirella capronii* , 199- *Surirella bifrons* , 200-203-*Surirella angusta*
Scale bars equal 10 μ

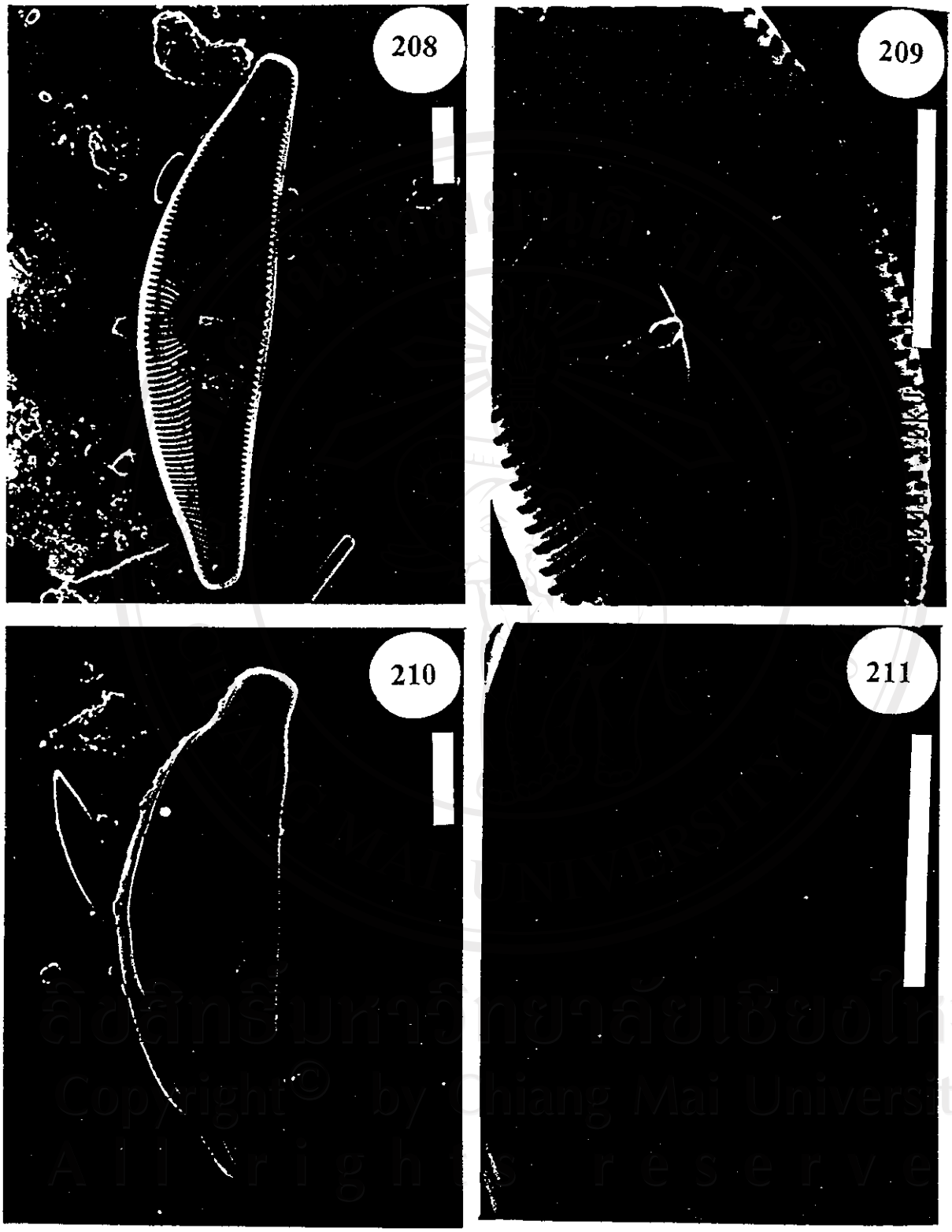
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



Figs. 204-207- Scanning electron micrographs. 204-*Achnanthes lanceolata* (rapheless valve showing the horseshoe-shaped thickening), 205- *Cocconeis placentula*, 206-207- *Bacillaria paradoxa* (showing central keel or fibulae).

Scale bars equal 10 μ

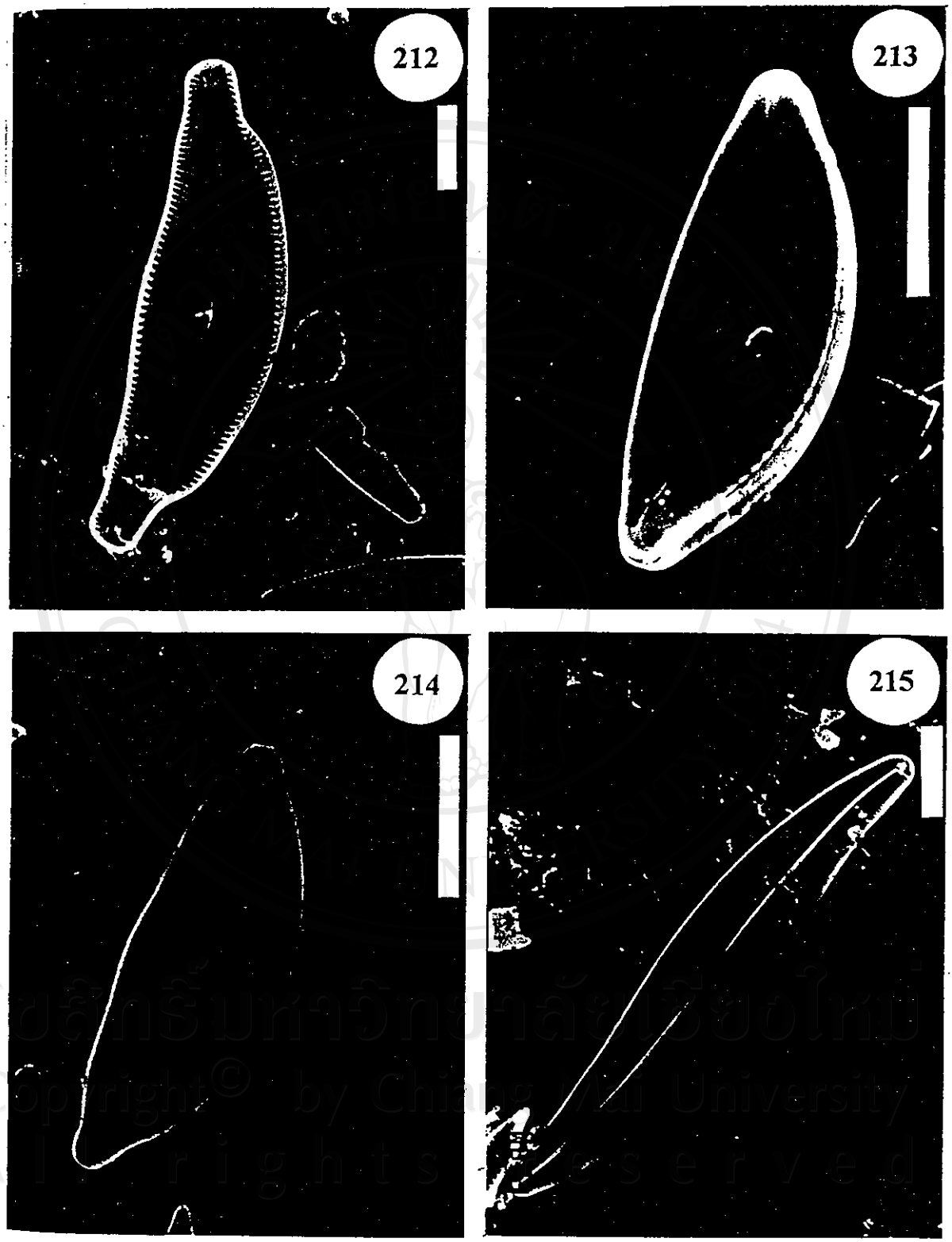
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



Figs. 208-211- Scanning electron micrographs. 208-211- *Cymbella tumida* (208- showing rounded or rostrated ends , 210- showing capitate ends , 209 and 211- showing isolated puncta and circular central area)

Scale bars equal 10 μ

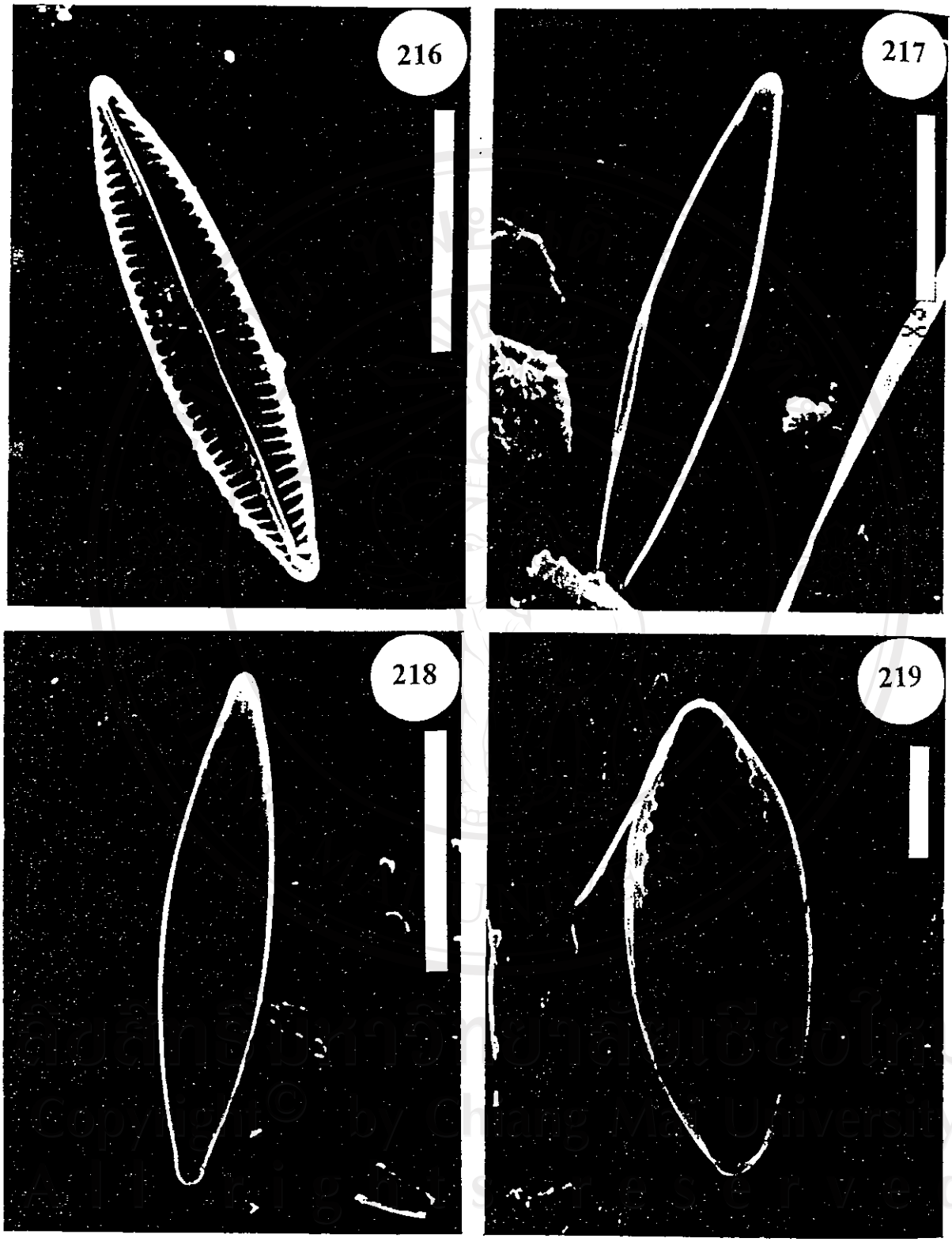
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



Figs. 212-215- Scanning electron micrographs. 212- *Cymbella tumida*, 213- *Cymbella cistula*?, 214- *Cymbella affinis*?, 215- *Gyrosigma scalproides* (lanceolated sigmoid valve with fine parallel striae)

Scale bars equal 10 µ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



Figs. 216-219- Scanning electron micrographs. 216- *Navicula margalithii*, 217-218- *Navicula cryptotenella*, 219- *Surirella biseriata* (showing wing canal or ribs)
Scale bars equal 10 μ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Species List

Table 1. Species List of diatoms found in Mae Sa Stream

Centrales

Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen
Cyclotella stelligera Cleve&Grunow
Melosira varians Agardh

Fragilariaceae

Fragilaria biceps (Kützing) Lange-Bertalot
Fragilaria bidens Heiberg
Fragilaria capucina Desmazieres
Fragilaria elliptica (Schumann sensu) Lange-Bertalot
Fragilaria mazamaensis (Sovereign) Lange-Bertalot
Fragilaria pinnata Ehrenberg var.pinata
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange - Bertalot
Synedra ulna var.aequalis (Kützing) Hustedt

Eunotiaceae

Eunotia bilunaris (Ehrenberg) Mill var.bilunaris sensulato
Eunotia minor (Kützing) Grunow

Achnanthaceae

Achnanthes chlidanos Hohn & Hellerman
Achnanthes crenulata Grunow
Achnanthes exigua Grunow var. exigua
Achnanthes helvetica(Hustedt) Lange-Bertalot
Achnanthes lanceolata (Brébisson) Grunow
Achnanthes minutissima Kützing
Achnanthes oblongella Oestrup
Cocconeis placentula Ehrenberg

Penales

Naviculaceae

Caloneis bacillum (Grunow) Cleve
Caloneis lauta Carter&Bailey-Watts
Diatoma ehrenbergii Kützing
Diatoma vugaris Bory
Gyrosigma nodiferum (Grunow) Reimer
Gyrosigma scalproides (Rabh.) Cleve
Gyrosigma spencerii (Quekett) Griffith&Henfrey
Navicula mobiliensis var.capitata
Navicula mutica Kützing
Navicula mutica Kützing var. mutica
Navicula placentula (Ehrenberg) Grunow
Navicula pupula var.pupula
Navicula schroeteri var.symmetrica
Navicula sellaphora ?
Navicula subplacentula Hustedt
Navicula tripunctata(O. F. Müller) Bory
Navicula viridula var.rostellata (Kützing) Cleve
Navicula viridula Kützing
Neidium affine var. longiceps
Neidium ampliatum (Ehrenberg) Krammer?
Neidium dubium (Ehrenberg) Cleve
Neidium productum (W.Smith) Cleve
Pinnularia acrosphaeria W.Smith
Pinnularia braunii (Grunow)
Pinnularia brevicostata Cleve
Pinnularia interrupta W.Smith?
Pinnularia mesolepta (Ehrenberg) W. Smith
Pinnularia subgibba Krammer
Pinnularia viridiformis Krammer?
Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg
Stauroneis angustevittata
Stauroneis smithii Grunow

Nitzschiaceae

Hantzschia amphioxys (Ehrenberg)
Hantzschia distinctepunctata (Hustedt) Hustedt
Nitzschia bremensis Hustedt
Nitzschia brevissima Grunow
Nitzschia coaractata Grunow
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow
Nitzschia fonticola Grunow
Nitzschia granulata Grunow
Nitzschia levidensis (W.Smith) Grunow
Nitzschia linearis (Agardh)
Nitzschia palea (Kützing)
Nitzschia sigmoidae (Nitzsch) W.Smith
Nitzschia subacicularis Hustedt?

Cymbellaceae

Amphora coffeaeformis (Agardh) Kützing
Amphora dusenii Brun
Amphora libyca Ehrenberg
Amphora montana Krasske
Cymbella affinis Kützing
Cymbella amphicephala Naegeli
Cymbella aspera (Ehrenberg) Cleve
Cymbella cistula (Ehrenberg) Kirchne
Cymbella hustedtii Krasske

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 1. (continued)

Cymbella naviculoformis Auerswald *Cymbella silesiaca* Bleisch *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck *Cymbella turgidula* Grunow *Gomphonema affine* Kützing? *Gomphonema augur* Ehrenberg *Gomphonema augur var. turris* (Ehrenberg) Lange - Bertalot? *Gomphonema gracile* Ehrenberg *Gomphonema micropus* Kützing *Gomphonema minutum* (C. Agardh) C. Agardh *Gomphonema parvulum var.lagenula* (Kützing) Frenguelli? *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing *Gonphonema pumilum* var.rigidum	**Bacillariaceae** *Bacillaria paradoxa* Gmelin **Epithemiaceae** *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Müller var. *gibba* **Surirellaceae** *Cymatopleura salea var.epicolata* (W.Smith) Ralfs *Surirella angusta* Kützing *Surirella bifrons* Ehrenberg *Surirella biseriata* Brébisson *Surirella capronii* Brébisson *Surirella scalproides* (Rabenhorst) Cleve *Surirella tenera* Gregory *Surirella spiralis* Kützing

DISCUSSION AND CONCLUSION

The diatom flora of Thailand were investigated by foreign scientist for a hundred year from a checklist of algae in Thailand (Lewmanomont et al., 1995). A total of 46 genera, 385 species, 144 varieties and 43 forms have been recorded. About the diatoms flora the following papers published by foreign scientists are as follows: E. Ostrup (1902) recorded 81 different diatom from the small island, Koh Chang in the Gulf of Thailand. R. Patrick (1936) published a total of 185 diatom species in intestinal contents from tadpoles from Thailand and the Federal Malay States. The material collected by the Joint Thai-Japanese Biological Expedition to Southeast Asia 1961-1962 was identified by M. Hirano. In 1967, he published a total of 143 diatom flora, 114 of them were found in the samples from Thailand. Most of these samples (7 of 12) were collected in Chiang Mai area in the northern part, and the others from other localities in the central and southern part of Thailand.

In freshwater material of which N. Foged collected in 1966 in the central and northern part of Thailand, about 378 taxa were published 5 year later in Nova Hedwigia. Among these, 8 new species, 5 new varieties and 2 new forms were additional records for Thailand.

From 1971 to date works on diatom have been made by Thai scientists but not as intensive as before. Most works are plankton studies . The materials studies were collected from all parts of Thailand, mostly from the northern and northeastern parts of the country.

The present study gives a total of 172 diatoms taxa. One hundred and twelve taxa that could be classified into species were shown in the species list (Table 1)

Planktonic community in running water was much discuss in many studies and it was general dominated by diatoms. The phytoplankton genera found in river occur also in still water, that many of them are of benthic origin, and that those that are true plankters must originate from still waters in the drainage basin. The truly planktonic diatoms such as *Melosira* and *Fragilaria* were presented and dominated in this studied.

Benthic algae which are frequently found in large numbers include the genera *Synedra, Nitzschia, Navicula, Diatoma land* and *Surirella.*

Diatoms especially benthic diatom possess a number of attributes which contribute to their suitability as biological indicators in the running water because of the highly sensitive to water chemistry changes, abundant in aquatic environments, largely cosmopolitan in distribution and have a well-studied taxonomy and ecology.

Measurement of physical and chemical parameters has been investigate to assess the water quality. Furthermore to looking for the relation between benthic diatoms and quality of the water. From this study benthic diatom which are characterised as tolerant towards eutrophication , organic pollution and high turbidity are *Gomphonema parvulum* (Kützing) Grunow and *Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith. The tolerant groups are *Navicula lanceolata* (Agardh) Kützing , *Fragilaria capucina* Desmazieres , *Achnanthes lanceolata* (Brébisson) Grunow and *Surirella ovalis* Brébisson. The sensitive groups are *Cocconeis placentula* Ehrenberg , *Gyrosigma nodiferum* (Grunow) Reimer , *Nitzschia dissipata* (Kü tzing) Grunow and *Gomphonema augur* Ehrenberg. The specie that is characterised for unpolluted waters with a low concentration of nitrogen is *Achnanthes minutissima* Kützing. Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991, 1991a) and Margarita (1994)

ACKNOWLEDGEMENTS

I sincerely thank Assoc. Prof. Dr.Eugen Rott and Dr.Peter Pfister, Institut für Botanik der Universität Innsbruck Austria for his interest and his advice during the workshop " Use of Diatoms for Environmental Monitoring" held on the institute during 3-11 November 1997. I am deeply grateful to Prof. Dr.Erwin Reichardt Bubenheim 136 , D-91757 Treuchtlingen German for help with checking identification.

REFFERENCES

Gray, D., Collin P. and Graham, M. 1991. *National Parks of Thailand.* Communications Resources (Thailand) Ltd., Bangkok.

ERA for Tropical Ecosystems. 1997. *Environmental Management of the Terrestrial and Aquatic Ecosystems of the Mae Sa Watershed (A Case Study).* Faculthy of Science, Chaing Mai University.

Foged , N. 1971. *Freshwater Diatoms in Thailand.* Odense Publisher, Denmark.

Foged , N. 1975. *Some Littoral Diatoms from the Coast of Tanzania.* A.R. GantnerVerlag Kommanditgesllschaft.Vaduz.

Foged , N. 1976. *Freshwater Diatoms in Srilanka (Ceylon).* Odense Publisher, Denmark.

Horace, G.B. and E.Y.Haworth. 1981. *A Guide to the Morphology of the Diatom Frustule.* The Freshwater Biological Association.

Hynes. 1971. *The Ecology of Running Waters.* Liverpool University, Liverpool.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Krammer , K. 1992. *Pinnularia eine Monographie der europäischen Taxa.* Gebrüder Borntreger Verlagsbuchhandlung.

Krammer , K. and H. Lange-Bertalot. 1986. *Bacillariophyceae. Teil 1. Naviculaceae.* Süßwasserflora von Mitteleuropa ,Bd.2 ,berg. Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag , Stuttgart.

Krammer , K. and H. Lange-Bertalot. 1988. *Bacillariophyceae. Teil 2.Bacillariophyceae, Epithemiaceae, Surirellaceae.*Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd.2, berg. Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

Krammer , K. and H. Lange-Bertalot. 1991a. *Bacillariophyceae. Teil 3. Centrales, Fragilariaceae,Eunotiaceae.*Süßwasserflora von Mitteleuropa ,Bd.2 , berg.Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag , Stuttgart.

Krammer , K. and H. Lange-Bertalot. 1991b. *Bacillariophyceae. Teil 4. Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula.* Süßwasserflora von Mitteleuropa ,Bd.2 , berg.Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag , Stuttgart.

Lange-Bertalot , H. 1995. *Iconographia Diatomologica Annotated Diatom Micrographs.* Koeltz Scientific Books , Germany.

Lange-Bertalot , H. and K. Krammer. 1989. *Achnanthes eine Monographie der Gattung.* Gebrüder Borntreger Verlagsbuchhandlung.

Lee , R. E. 1980. *Phycology.* Cambridge University Press. London.

Lewmanomont , K. , L. Wongrat and C. Suprnwanid. 1995. *Algae in Thailand.* Office of Environmental Policy and Planning , Bankok.

Margarita, S.B. 1994. *Algal Periphyton in Two Rivers in Costa Rica with Special Reference to Diatoms Organic Pollution and Altitudinal Differentiation.* Ph.D.Thesis. Institute of Botany, Innsbruck University, Austria.

Pfister , V. P. 1992. *Phytobenthos Communities from 2 Tyrolean Mountain Streams.* Arbeitsgemeinschaft Limnologie , Telfs , Österreich.

Podzorski , A. C. and H. Hakansson. 1987. *Freshwater and Marine Diatoms from Palawan (a Philippine island).* Gebr ü der Borntreger Verlagsbuchhandlung.

Rott , E. 1995. *Diatoms of the Grand River , Ontario , Canada Restudied After 25 years.*Institut für Botanik der Universität Innsbruck, Austria.

Vyverman , W. 1991. *Diatoms from Papua New Guinea.* Gebruder Borntraeger Verlagsbuchhandlung.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่อง Biodiversity of Phytoplankton in Some Wetlands of the Chiang Mai–Lamphun Basin

โดย Taiporn Kunpradid, Prasert Waiyaka and Yuwadee Peerapornpisal

ในการประชุมระดับนานาชาติหัวข้อ International Conference on Water Resources Management in Intermonatane Basins ณ วันที่ 2–6 กุมภาพันธ์ 2542 โรงแรมเชียงใหม่ภูคำ จังหวัดเชียงใหม่

จัดโดยศูนย์วิจัยน้ำ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Biodiversity of Phytoplankton in Some Wetlands of The Chiang Mai - Lamphun Basin

TATPORN KUNPRADID , PRASERT WIYAKA and YUWADEE PEERAPORNPISAL

Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

ABSTRACT The biodiversity of phytoplankton in some wetlands of Chiang Mai - Lamphun basin was studied during September to December 1997. The water samples were collected from 12 reservoirs at : Mae Taeng(1), Nong Kee poh(2), Nong Jog(3), Nong Mae Yuak(4), Nong Bua(5), Huai Lan(6), Num Ti(7), Mae Teeb(8), Ban Nong Hoi(9), Huai Huag(10), Huai Pok (11) and Wang San(12). One hundred and twenty eight phytoplankton species belonging to 6 divisions, i.e. Chlorophyta, Cyanophyta, Cryptophyta, Euglenophyta, Chrysophyta, and Pyrrhophyta were found, the most widely distributed was Chlorophyta. The most diversified site was Wang San where 65 species were found followed by 59 species in Nong Mae Yuak, 50 species in Huai Pok, 38 species each in Nong Bua and in Huai Huag, 37 species in Nong Kee Poh, 36 species in Huai Lan, 32 species in Nong Jog, 30 species in Mae teeb, 28 species in Num Ti, 14 species in Mae Tang and 12 species in Ban Huai Huag. The dominant species varied at each sampling site *i.e. Navicula* sp.3 at site 1, *Planktolyngbya limnetica* Lemm. at site 2, *Staurastrum gracile* Ralfs at site 3, *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg at site 4, *Dinobryon sertularia* Ehrenberg at site 5, *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenayya and Subba at site 6, 7, 8 and 9, *Tetraedron caudatum* (Corda.) Hansg. at site 10, *Cosmarium contractum* Kirch. at site 11 and *Dictyosphaerium* sp.1 at site 12. Assessment of the water quality indicated that the twelve sampling sites were mesotrophic to eutrophic. Considering the water quality according to the standard surface water quality, the twelve reservoirs were in the second to the third category, the water being relatively clean for household consumption when it was properly treated.

INTRODUCTION

Plants, animals and microorganism are used in daily life, but without good management these may be losses of these living things to which it is hard to assign an economic value. So the study of biodiversity is very important for preservation and to find the way for maximum utilization. In this research we are focused on the diversity of phytoplankton, the microscopics plants which float in the water. By the way some of phytoplankton are found in everywhere, but some are found in temperate and tropical area. However the study on phytoplankton diversity in tropical area is very famous which similar or different from to temperate area.

This study investigated the phytoplankton of the Chiang Mai – Lamphun wetland basin. This basin has a variety different habitats for phytoplankton, due to a range nutrients, physical factors and chemical factors.

The Chiang Mai – Lamphun basin is located between the Thanontongchai mountain range and the Peepunnum mountain range. This wetland basin is very important for people in Chiang Mai and Lamphun provinces. The main river in the basin is the Ping river. The waters of the tributaries flow into the Ping river at different samples site, the important tributaries are Mae Tang, Mae Cham, Mae Ngad, Mae Kuang, Mae Ta, and Mae Lee rivers. The territory of Chiang Mai – Lamphun wetland basin is in Amphurs Meung, Doi Saket, San-sai, Sankumpang and Amphur Ban Ti Lamphun province. These are natural reservoirs that are used for agricultural supply, irrigation and household usage.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

STUDY SITE

Twelve reservoir were collected in Chiang Mai wetland basin area. Each sampling site is follow ;

1.Mae Taeng reservoir (Chiang Mai province)
2.Nong Kee Poh reservoir (Chiang Mai province)
3.Nong Jog reservoir (Chiang Mai province)
4. Nong Mae Yuak (Chiang Mai province)
5.Nong Bua reservoir (Chiang Mai province)
6. Huai Lan reservoir (Chiang Mai province)
7.Num Ti reservoir (Lamphun province)
8. Mae Teeb reservoir (Lamphun province)
9. Ban Nong Hoi reservoir (Chiang Mai province)
10. Huai Huag reservoir (Chiang Mai province)
11.Huai Pok reservoir (Chiang Mai province)
12. Wang San reservoir (Lamphun province)

Climate of the study area

The northern part of Thailand is situated in the Indochina Peninsula within the monsoonal belt. There are 3 seasons: the rainy season (June-September), the cool dry season (October-February), and the hot dry season (March-May).

METHODS

Collection of water and net samples

Water samples for chemical analysis and phytoplankton studies were collected from the shore of the reservoir. All phytoplankton samples were taken as 10 l of water from the surface and filltrated throught the plankton net. A plankton net (mesh size 10 μm) was used to collect phytoplankton samples for identification. Plankton samples were preserved with 3-6 drops of Lugol 's solution per 100 ml sample.

Physico-chemical parameters analysis

Secchi depth was measured with a black and white disk, and pH and temperature were measured in the field using a pH meter. Conductivity of water was measured in the field by a conductivity meter (WTW company). Chemical analyses of the water was according to APHA (1992) as follows. The quantity of dissolved oxygen in the individual samples was measured using the azide modification method. Alkalinity was measured in the laboratory by endpoint titration with an indicator (Methyl-orange). Nitrate nitrogen by the cadmium reduction method and ammonium nitrogen by the phenate method. In addition soluble reactive phosphorus and total phosphorus were analysed by the ascorbic acid. For colorimetric detections, the spectophotometer "Generys 5" of Spectronic Instrument, USA was used.

Phytoplankton investigation

Identification of phytoplankton from the net samples was based on relevant texts (Huber-Pestalozzi, 1938, 1955, 1968, 1983 & Prescott, 1970). For detailed identification of the genera and species, several special publications from tropical environments were mostly used(see Peerapornpisal 1996). For counting and biovolume estimation the samples were fixed with Lugol's solution, and sedimented were studied with a Lund chamber and compound microscope (Benson-Evans and Griffiths, 1985). The chlorophyll content was determined by the ethanol method (ISO 10260 1992).

RESULT AND DISCUSSION

From the samples of the 12 sites, the physical and chemical parameters lie with the standard of water Quality as defined by the standard surface water quality of Thailand by the National Enviromental Committee(1994). The 12 reservoirs were in the second to third categories, that is the water is sufficiently clean for house hold consumption when properly treated. The average water quality of the 12 sites as mesotrophic(see table 1). The physico-chemical parameters in each site were different and related to the comunities of phytoplankton .

Site 1, Mae Tang Reservoir was mesotrophic water quality status, and 14 species of phytoplankton in Cyanophyceae and Diatomophyceae were recorded. The majority group in this site is Diatomophyceae (96 %) and the dominant species were *Navicular* sp., *Fragilaria* sp.4, *Gymnodinium* sp. and *Cymbella* sp.

Site 2, Nong Kee Poh reservoir was pure water and was not effected by the community thus the status of this site is oligotrophic. Thirty-seven species of phytoplankton in the Cyanophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae, Diatomophyceae, Chrysophyceae, Chlorophyceae and Euglenophyceae were recorded. The dominant species is desmids e.g. *Staurastrum chaetoceeras* (Shrod) G.M. Smith, *Staurastrum* sp.6 .Both of the desmids usually found in clean water (Round, 1973).We found the more number of *Planktolyngbya limnetica* Lemn., that usually found in mesotrophic to eutrophic status (Wetzel, 1983), however the number of *P. limnetica* is less than the desmids.

Site 3, Nong Jog reservoir was a mesotrophic status. Thirty-seven species of phytoplankton in the Cyanophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae, Diatomophyceae, Chrysophyceae, Chlorophyceae and Euglenophyceae were found. The dominant species were *Staurastrum gracile* Ralfs, Peridinium sp.5, *Planktolyngbya limnetica* Lemn and *Dinobryon sertularia* Ehrenberg.

Site 4, Nong Mae Yuak reservoir was also eutrophic status. However this site was greater diversity of phytoplankton, The species recorded were distributed from these clean water quality indicators to the opposite. Fifty - nine species of phytoplankton in the Cyanophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae, Diatomophyceae, Xanthophyceae, Chlorophyceae and Euglenophyceae were found. The dominant species in the Euglenophyta were *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg and *Euglena pisciformis* Klebs., and in the Chlorophyta was *Dictyospherium* sp.

Site 5, Nong Bua reservoir was oligo - mesotrophic status. Thirty - eight species of phytoplankton in Cyanophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae, Diatomophyceae, Chrysophyceae, Chlorophyceae and Euglenophyceae were found. The dominant species is

Table 1 Some physico-chemical parameters and trophic type in each site in Chiang Mai - Lamphun wetland basin

Sampling Sites	pH	Conductivity (*u* S/cm)	Temp (c)	Secchi D (cm)	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Nitrate-N (mg/l)	Amonium-N (mg/l)	Ortho-P (mg/l)	Coliform MPN/100ml	Trophic type
Mae Tang	7.77	89.90	24.00	7	7.20	1.65	7.98	1.20	0.64	0.43	4600	Mesotrophic status
Nong Kee Poh	7.35	10.30	30.50	131	6.90	1.10	7.98	0.50	0.29	0.14	4	Oligo-mesotrophic status
Nong Jog	8.00	67.00	29.10	-	7.10	1.85	7.98	0.40	0.41	0.53	4600	Mesotrophic status
Nong Mae Yuak	6.95	176.10	28.80	37	3.00	8.00	59.88	0.60	0.52	0.49	2400	Eutrophic status
Nong Bue	7.68	83.80	31.20	90	6.10	0.90	11.98	0.40	0.81	1.68	24000	Mesotrophic status
Hui Lan	7.35	66.10	32.40	185	7.10	1.13	15.97	0.30	2.28	1.09	93	Mesotrophic status
Num Ti	7.43	92.20	31.10	-	6.80	3.40	23.95	0.40	0.63	0.37	2400	Mesotrophic status
Mae Teeb	7.46	116.70	32.90	-	6.30	2.10	19.96	0.40	0.57	0.20	11000	Mesotrophic status
Ban Nong Hoi	6.50	110.50	21.90	-	6.70	1.35	19.76	0.13	0.10	1.09	23	Mesotrophic status
Hui Huag	7.05	147.80	25.30	-	6.15	0.80	11.85	0.01	0.30	0.22	9	Mesotrophic status
Hui Pok	7.20	51.70	26.60	-	6.30	1.00	15.80	0.20	0.70	0.01	21	Oligo-mesotrophic status
Wang San	7.35	116.20	26.80	-	7.60	1.40	23.71	0.07	0.60	0.01	15	Mesotrophic status

- = non measured

ลิขสิทธิ์© by Chiang Mai University
All rights reserved

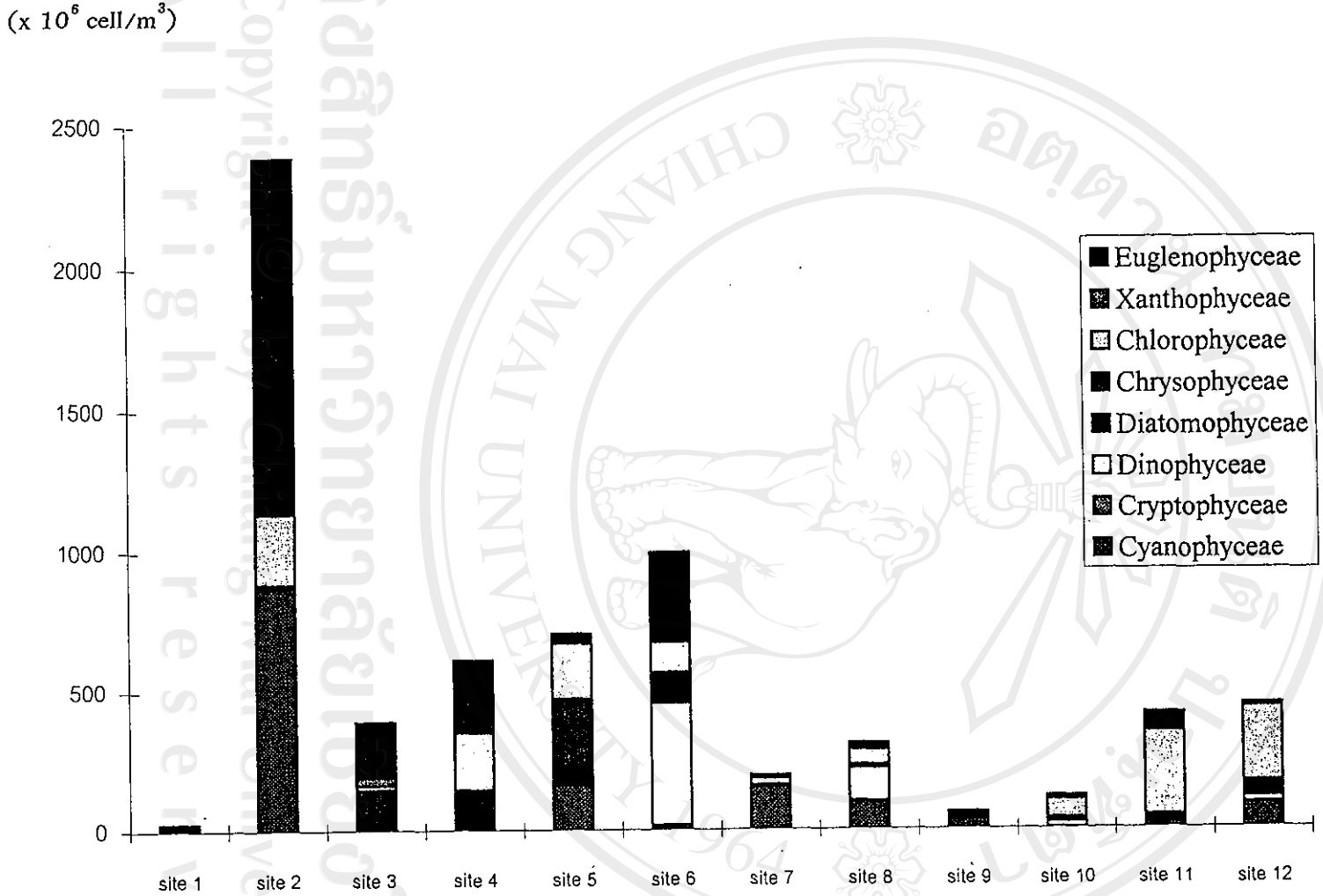


Fig. 1 The species composition of phytoplankton in each sampling reservoirs Chiang Mai - Lamphun wetland basin.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

in the Chlorophyceae i.e. *Staurastrum* sp.3, *Dinobryon sertularia* Ehrenberg. and *Planktolyngbya limnetica* Lemn. In Cyanophyceae.

Another oligo – mosotrophic reservoir, site 6, Huai Lan reservoir, is a famous recreational area in Aumpher Sankumpang. Thirty - six species of phytoplankton in Cyanophyceae, Dinophyceae, Diatomophyceae, Chlorophyceae and Euglenophyceae were found. The dominant species, *Staurastrum gracile* Ralfs. Desmid group in the Chlorophyceae is the oligotrophic status indicator (Wetzel, 1983). However the we found the a greater number of *Planktolyngbya limnetica* Lemn and *Cylidrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenayya and Subba of Cyanophyceae, although the physico-chamical factors indicated that the water quality was oligo-mesotrophic status.

Site 7, Nam Ti reservoir was mesotrophic status. Twenty - eight species of phytoplankton in the Cyanophyceae, Dinophyceae, Diatomophyceae, Chlorophyceae and Euglenophyceae were found. The dominant species is in the Cyanophyceae, *Cylndrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenayya and Subba, *Planktolyngbya limnetica* Lemn.

Site 8, Mae Teeb reservoir, has a mesotrophic status. Thirty species of phytoplankton in the Cyanophyceae, Dinophyceae, Diatomophyceae, Chlorophyceae and Euglenophyceae were found. The dominant species is in the Cyanophyceae, *Cylndrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenayya and Subba and *Cylidrospermopsis philippinensis* (Taylor.) Ka.

Site 9, Ban Nong Hoi reservoir, was mesotrophic status. Twelve species of phytoplankton in the Cyanophyceae, Dinophyceae, Diatomophyceae, Chlorophyceae and Euglenophyceae were found. The dominant species are *Planktolyngbya limnetica* Lemn and *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenayya and Subba in the Cyanophyceae. The low number of species in Nam Ti reservoir is due to the turbidity of the reservoir .The turbidity of the water prevents transmission of the light, which is the critical limiting factor for growth of phytoplankton.

Site 10, Huai Huag reservoir, was mesotrophic status. Thirty - eight species of phytoplankton in the Cyanophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae, Diatomophyceae, Chrysophyceae, Chlorophyceae and Euglenophyceae were found. The dominant species in the Chlorophyceae were *Tetraedron candatum* and *Dinobryon sertularia* Ehrenberg.

Site 11, Huai Pok reservoir, was oligo - mesotrophic status. Fifty species of phytoplankton in the Cyanophyceae, Dinophyceae, Diatomophyceae, Chlorophyceae and Euglenophyceae were found. The dominant species is desmids, *Cosmarium contractum* Kirch.

Site 12, Wang San reservoir, was mesotrophic status. Wang San reservoir is a famous recreational area in south Chiang Mai. This site has many rafting and tourist operating (restaurant and camping) to the waste and this activity may be an effecting the water quality and the diversity of phytoplankton. Sixty - four species of phytoplankton in the Cyanophyceae, Dinophyceae, Diatomophyceae, Cryptophyceae, Diatomophyceae, Chrysophyceae, Chlorophyceae and Euglenophyceae were found. The dominant species are in Cyanophyceae, *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenayya and Subba and *Dictyospherium* sp1. In Chlorophyceae.

In sites 1, 3, 4, 7, 8, 9 and 12, mesotrophic status (Table 1), many species of Cyanophyceae can be found. Also the phytoplankton *Planktolyngbya* spp., and *Cylindrospermopsis* spp. that are usually recorded in moderate of water quality (Round,

1973). In sites 2, 5, 6,10 and 11 which are oligotrophic, groups of desmid (clean water indicator)(Round, 1973 and Wetzel,1983)were found. In this research, covering 12 sites in the Chiang Mai - Lumphun basin, 128 phytoplankton species were recorded belonging to 6 divisions, Chlorophyta, Cyanophyta, Cryptophyta, Euglenophyta, Chrysophyta, and Pyrrhophyta. The phytoplankton varied in both diversity and abundance between site, because of the differances in water quality and enviromental factors (Fig.1). Water quality change from waste discharge and correlated to the distribution of phytoplankton .

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the Faculty of Science for funding to support of this research.

REFFERENCES

APHA, AWWA & WPCF. 1992. *Standard method for examination of water and waste water.* American Public Health Association, Washington DC.

Benson-Evans, K. ; P.F. Willam ; H.M. Griffiths ; S.E. Anthony and R.T. Esho . 1985 . *Method of processing biological data and expressing results* . Aquatic Ecol. And Pollute . Ball. Cardiff Univ. Collage Cardiff. 5 : 6-33.

Huber-Pestalozzi, G. 1938. *Das Phytoplankton des Süßwassers: Blaualgen, Bakterien, Pilze.* 1. Teil. E. Schweizerbart' sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Huber-Pestalozzi, G. 1955. *Das Phytoplankton des Süßwassers: Euglenophyceen.* 4. Teil. E. Schweizerbart' sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Huber-Pestalozzi, G. 1968. *Das Phytoplankton des Süßwassers: Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae.* 3. Teil. E. Schweizerbart' sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Huber-Pestalozzi, G. 1983. *Das Phytoplankton des Süßwassers: Chlorophyceae (Grü nalgen) Ordnung Chlorococcales..*7. Teil. 1. Halfte. E. Schweizerbart' sche Verlags-buchhandlung, Stuttgart.

ISO 10260. 1992. *Water quality - measurement of biochemical parameters - spectrometric determination of the chlorophyll-a concentration.* International standard, technical committee ISO/TC 147, water quality, sub-committee SC2. International Organization for Standardization, Case Postale 56, CH - 1211 Genéve, Switzerland.

Palmer, M.C. 1977 . *Algae and water Pollution.* Municiple Enviroment Research Lab, Cincinnati, Ohio.

Peerapornpisal, Y. 1996. *Phytoplankton seasonality and limnology of the three reservoirs in the Huai Hong Khrai Royal Development Study Centre, Chiang Mai, Thailand.* Ph.D. thesis, Inst.of Botany, Univ. of Innsbruck.

Prescott, G.W. 1970. *How to know the freshwater algae.* Wm.C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa.

Rott, E. 1984. Phytoplankton as biological parameter for the trophic characterization of lakes. *Verh. int. Ver. Limnol.* 22: 1078 - 1085.

Round, F.E. 1973. *The Biology of Algae 2nd edition* . Edward Arnold Limited , Great Britain.

Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplanktonmethodik. *Verh. int.. Ver. Limnol.* 9: 1-38.

Wetzel, R.G. 1983. *Limnology* . Saunders Collage Publishing , Philadelphia.

Whithford, L. A. and G. J. Schumacher .1995 . *A Mamual of the Fresh-Water Algae in North Carolina.* Argricultural Experimant Station, North Carolina.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่อง Biodiversity of Phytoplankton and Macroalgae in Mae Sa Stream,
Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai
โดย Taipom Kunpradid and Yuwadee Peerapornpisal
ในการประชุมระดับนานาชาติหัวข้อ International Conference on Water Resources Management in Intermonatane Basins ณ วันที่ 2-6 กุมภาพันธ์ 2542 โรงแรมเชียงใหม่ภูคำ จังหวัดเชียงใหม่
จัดโดยศูนย์วิจัยน้ำ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Biodiversity of Phytoplankton and Macroalgae in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai Province

TATPORN KUNPRADID AND YUWADEE PEERAPORNPISAL

Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

ABSTRACT Study on biodiversity of phytoplankton and macroalgae in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai province was carried out from March 1998 to September 1998. The samples were collected from five different sites along the stream. Fifty-nine species of phytoplankton were found and could be classified into 5 divisions : Cyanophyta, Cryptophyta, Chlorophyta, Chrysophyta and Euglenophyta. The majority of the phytoplankton were diatoms and the most abundant species were *Fragilaria* spp., *Nitzschia* spp. and *Navicula* spp. Twenty-two species of macroalgae were found and could be classified into 3 divisions: Cyanophyta, Chlorophyta and Rhodophyta. The most abundant species were *Cladophora glomerata* Kütz, *Spirogyra* spp., *Rhizoclonium* spp. and *Oscillatoria* spp. At the top of the stream, *Bratrachospermun monifliforme* Roth in division Rhodophyta was found, which was reported and collected once in Thailand by West and West in 1902 .

INTRODUCTION

Phytoplankton and macroalgae are useful natural resources which can apply in many ways.This research intended to study the distribution and identification of phytoplankton and macroalgae use to produce a database for further studying. We chosed the Mae Sa stream for the study site, as it is the major running water in Doi Suthep – Pui National Park. The stream is economically versy important especially for tourism trip (e.g. mountain resorts and elephant camps). It was anticipated from the activity around the stream and poor land use management, that there would be direct impact to water quality in Mae Sa stream. The Mae Sa stream had different characteristics in each section of stream. The impact of domestic effluent, runoff from agricultural land, degraded land solid wastes and waste from elephant camps affected the water downstream. The different water characteristics not only appear as physico-chemical factors, but also biological factors. The phytoplankton and macroalgae are the principally impacted in the stream ecosystem thus composition and diversity of phytoplankton and macroalgal communities is related to water quality and some of them can used as bioindicators.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

MATERIALS AND METHODS

Site Characteristics

The Mae Sa stream is one of major running water in Doi Suthep-Pui national park.This stream received water from Kunsa watershade. Mae Sa stream is twenty - six kilometers long and include 16 small stream in Amphur Mae Rim, Mae Tang, Sa Moeng and Hang Dong. Five sites were studied monthly over a 6 months period from March 1998 to September 1998. The sites were selected to cover the stretches of river indicated as having highest diversity from previous studies (Pektong, 1998 and Wiyaka, 1998). The 5 sampling sites were;

Site 1 Kong Hae Village 1075 m(asl.) Site 2 Kong Hae bridge 1000 m(asl.)
Site 3 Mae Sa elephant camp 550 m(asl.) Site 4 Mae Sa irrigation bridge 330 m(asl.)
Site 5 Child 's confine area bridge 300 m(asl.) .These sites as shown in Fig.1

Sampling and Preparation

All phytoplankton samples were taken as 10 l of water from the surface and filtered through a plankton net(mesh size 20 μm) for identification. Plankton samples were preserved with 2 ml of Lugol 's solution per 100 ml sample ; Identification of phytoplankton from the net samples was based on relevant texts(i.e. Huber-Pestalozzi, 1938 and Prescott, 1970). For detailed identification of the genera and species, several special publications from tropical environments were mostly used (Peerapornpisal, 1996). For counting and biovolume estimation the samples were fixed with Lugol's solution, and sediments were studied with a Lund chamber and compound microscope (Benson-Evans and Griffiths, 1985). The chlorophyll content was determined by the ethanol method (Nusch, 1980).

Macroalgae samples were scraped from around the sampling site. The macroalgae were kept in a plastic box and at low temperature (20° c). In the laboratory, the samples were identified and photographed by light micrographs using an Olympus BX-40 microscope.

Physico-chemical parameters analysis

Conductivity of water was measured in the field by a conductivity meter(WTW company). Temperature and pH were measured in the field using a pH meter. Chemical analyses of the water was according to APHA (1992) as follows. The quantity of dissolved oxygen in the individual samples was measured using the azide modification method. Alkalinity was measured in the laboratory by endpoint titration with an indicator (Methyl-orange). Nitrate nitrogen by the cadmium reduction method and ammonium nitrogen by the phenate method. In addition soluble reactive phosphorus and total phosphorus (after acid hydrolysis) were analysed by the ascorbic acid method. For colorimetric detections, the spectrophotometer "Generys 5" of Spectronic Instruments USA was used.

RESULT AND DISSCUSSION

A study on the diversity of phytoplankton and macroalgae in Mae Sa stream, Doi Suthep - Pui National Park, Chiang Mai province was undertaken during March 1998 to July 1999. Five divisions and 44 species of phytoplankton, and 3 division, and 27 species of macroalgae were found(Result as shown in Table 1 and Table 2). Majority of phytoplankton were diatoms, however green algae and blue green algae were also present.

The macroalgae were green and red algae. Several species might be indicators of water quality especially ***Bratrachospermum monifliforme*** Roth., the red algae that is found in water of oligotrophic status(Round, 1973 and Prescott, 1970), and can be used as an indicator of the clean water. ***B. monifliforme*** was reported by Lewmanomont(1995) as being found only once in Thailand on Chang island, Trad province in 1902. In addition to ***B. monifliforme***, *Calothrix* sp. were recorded, this is a species of macroalgae that can found especially in clean water.(Round, 1973). Another interesting macroalgae is *Cladophora glomerata* Kutz, which found in every site in oligotrophic and mesotrophic status. *Ulothrix* spp.

Site 1 Kong Hae Village 1075 m(asl.) Site 2 Kong Hae bridge 1000 m(asl.)
Site 3 Mae Sa elephant camp 550 m(asl.) Site 4 Mae Sa irrigation bridge 330 m(asl.)
Site 5 Child 's confine area bridge 300 m(asl.) .These sites as shown in Fig.1

Sampling and Preparation

All phytoplankton samples were taken as 10 l of water from the surface and filtered through a plankton net(mesh size 20 μm) for identification. Plankton samples were preserved with 2 ml of Lugol 's solution per 100 ml sample ; Identification of phytoplankton from the net samples was based on relevant texts(i.e. Huber-Pestalozzi, 1938 and Prescott, 1970). For detailed identification of the genera and species, several special publications from tropical environments were mostly used (Peerapornpisal, 1996). For counting and biovolume estimation the samples were fixed with Lugol's solution, and sediments were studied with a Lund chamber and compound microscope (Benson-Evans and Griffiths, 1985). The chlorophyll content was determined by the ethanol method (Nusch, 1980).

Macroalgae samples were scraped from around the sampling site. The macroalgae were kept in a plastic box and at low temperature (20° c). In the laboratory, the samples were identified and photographed by light micrographs using an Olympus BX-40 microscope.

Physico-chemical parameters analysis

Conductivity of water was measured in the field by a conductivity meter(WTW company). Temperature and pH were measured in the field using a pH meter. Chemical analyses of the water was according to APHA (1992) as follows. The quantity of dissolved oxygen in the individual samples was measured using the azide modification method. Alkalinity was measured in the laboratory by endpoint titration with an indicator (Methyl-orange). Nitrate nitrogen by the cadmium reduction method and ammonium nitrogen by the phenate method. In addition soluble reactive phosphorus and total phosphorus (after acid hydrolysis) were analysed by the ascorbic acid method. For colorimetric detections, the spectrophotometer "Generys 5" of Spectronic Instruments USA was used.

RESULT AND DISSCUSSION

A study on the diversity of phytoplankton and macroalgae in Mae Sa stream, Doi Suthep - Pui National Park, Chiang Mai province was undertaken during March 1998 to July 1999. Five divisions and 44 species of phytoplankton, and 3 division, and 27 species of macroalgae were found(Result as shown in Table 1 and Table 2). Majority of phytoplankton were diatoms, however green algae and blue green algae were also present.

The macroalgae were green and red algae. Several species might be indicators of water quality especially ***Bratrachospermum monifliforme*** Roth., the red algae that is found in water of oligotrophic status(Round, 1973 and Prescott, 1970), and can be used as an indicator of the clean water. ***B. monifliforme*** was reported by Lewmanomont(1995) as being found only once in Thailand on Chang island, Trad province in 1902. In addition to ***B. monifliforme***, *Calothrix* spwere recorded, this is a species of macroalgae that can found especially in clean water.(Round, 1973). Another interesting macroalgae is *Cladophora glomerata*, which found in every site in oligotrophic and mesotrophic status. *Ulothrix* spp.

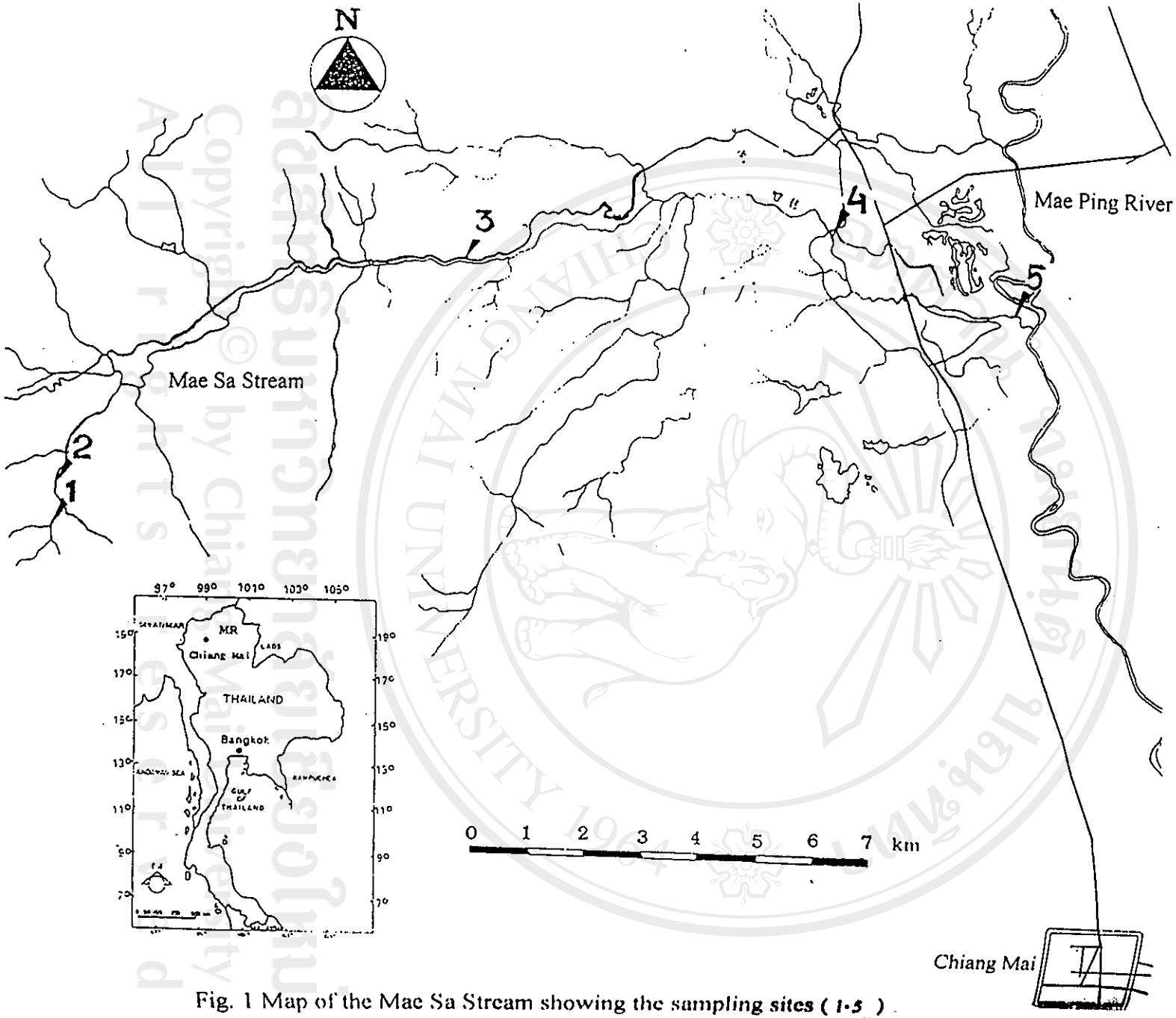


Fig. 1 Map of the Mae Sa Stream showing the sampling sites (1-5)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 1 Some physico-chemical parameters and trophic type in Mae Sa stream

Sampling site	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	pH	Cond ($\mu S.cm^{-1}$)	Alkalinity (meq./l)	Turbidity (NTU)	Nitrate-N ($\mu g/l$)	Amonium-N (mg/l)	Ortho-P (mg/l)	Trophic Type
Site 1	6.5	1.2	7.36	78.6	0.80	2.1	0.8	0.25	0.02	Oligotrophic status
Site 2	6.2	1.1	7.12	105.2	1.30	5.7	4.2	0.28	0.1	Oligo-Mesotrophic status
Site 3	7.5	2.1	8.25	310.6	2.76	48	5.1	0.39	0.4	Mesotrophic status
Site 4	7.6	1.2	7.54	298.5	2.70	14	2.9	0.21	0.09	Mesotrophic status
Site 5	6.9	0.9	7.48	270.2	2.44	59	3.1	0.16	0.6	Mesotrophic status

Table 2 Species list of macroalgae found in each sites of Mae Sa stream.

	Species of macroalgae	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5
D. Chlorophyta						
	Cladophora fracta	+	+	+		
	Cladophora glomerata Kutz.	+	+++	+++	++	++
	Hydrodictyon sp1.		++			
	Microspora sp1.		+++			
	Mugeotia crassipellitum		+++			
	Oedogonium inclusum Hirn.		++			
	Rhizoclonium sp.		+++			
	Spirogyra sp1	+	++	+	+++	+
	Spirogyra sp2		+	+	+	+
	Spirogyra sp3	+	+	+	+	+
	Spirogyra sp4		+++	+	++	+
	Stigeoclonium lubricum (Dillw) Kütz.		++		++	+
	Stigeoclonium sp1		++			++
	Ulothrix aegualii Kütz.		+++			
Division Cyanophyta						
	Calotrix sp1.		++			
	Nostoc coeruleum Lyngb.	+	+			
	Nostoc sp1.		+	+	+	
	Nostoc sp2.		+	+		+
	Nostochopsis lobatus Wood.	+				
	Oscillatoria sp1			+++	+	+
	Oscillatoria sp2			++	+	+
	Oscillatoria sp3		++			
Division Rhodophyta						
	Bratrachospermum monifliforme Roth.	++				

+++ frequency species ++ moderate species + rare species

and *Stigeoclonium tenue* were found frequently in site 2. *Oscillatoria* spp. is a macroalgae in Cyanophyceae, and was recorded in sites 3, 4 and 5.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 3 Species list of phytoplankton found in each sites of Mae Sa stream.

Species of phytoplankton	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5
Division Chrysophyta			+		
Achnanthes sp.				+	
Aphanisomenon sp.				+	+
Asterionella sp.			+		+
Aulacosira granulata		+++	+++	+++	++
Cyclotella sp.			+		
Cymbella sp.			+	+	+
Epithemia sp.				+	
Fragilaria sp.		+++	++	+++	++
Gomphonema sp.		+			
Gyrosigma sp.				+	
Hantzschia sp.					+
Navicular sp.	+	+	+	+	+
Nitzschia sp.			+	+	+
Pinularia sp.				+	
Surirella sp1.			+		
Surirella sp2.			+		
Synedra sp.				+	
Division Chlorophyta					
Ankistrodesmus sp.		+			+
Botryococcus sp.			+		
Chlorella sp.				+	
Clamydomonas sp.			+	+	+
Cosmarium sp.		+++			
Closterium sp.		+++			
Monoraphidium sp.			+		
Oocystis sp.		+	+	+	
Pediastrum sp.			+	+	+
Scenedesmus sp.		+	+	+	
Staurastrum sp.		+			
Staurodesmus sp.		+			
Tetrastrum sp.			+		
Tetraspora sp.			+		
Division Euglenophyta					
Phacus sp.			+	+	
Euglena sp.				+	+
Strombomonas sp.				+	
Trachelomonas sp.			+	+	+
Division Pyrrhophyta					
Peridinium sp.		+	+	+	
Division Cryptophyta					
Rhodomonas sp.				+	
Crytomonas sp.				+	
Chroomonas sp.				+	
Division Cyanophyta					
Lyngbya sp.			+	+	+
Merismopedia sp.					+
Oscillatoria sp.	+	+	+++	++	+
Pseudoanabeana sp.		+			

+++ frequency species ++ moderate species + rare species

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

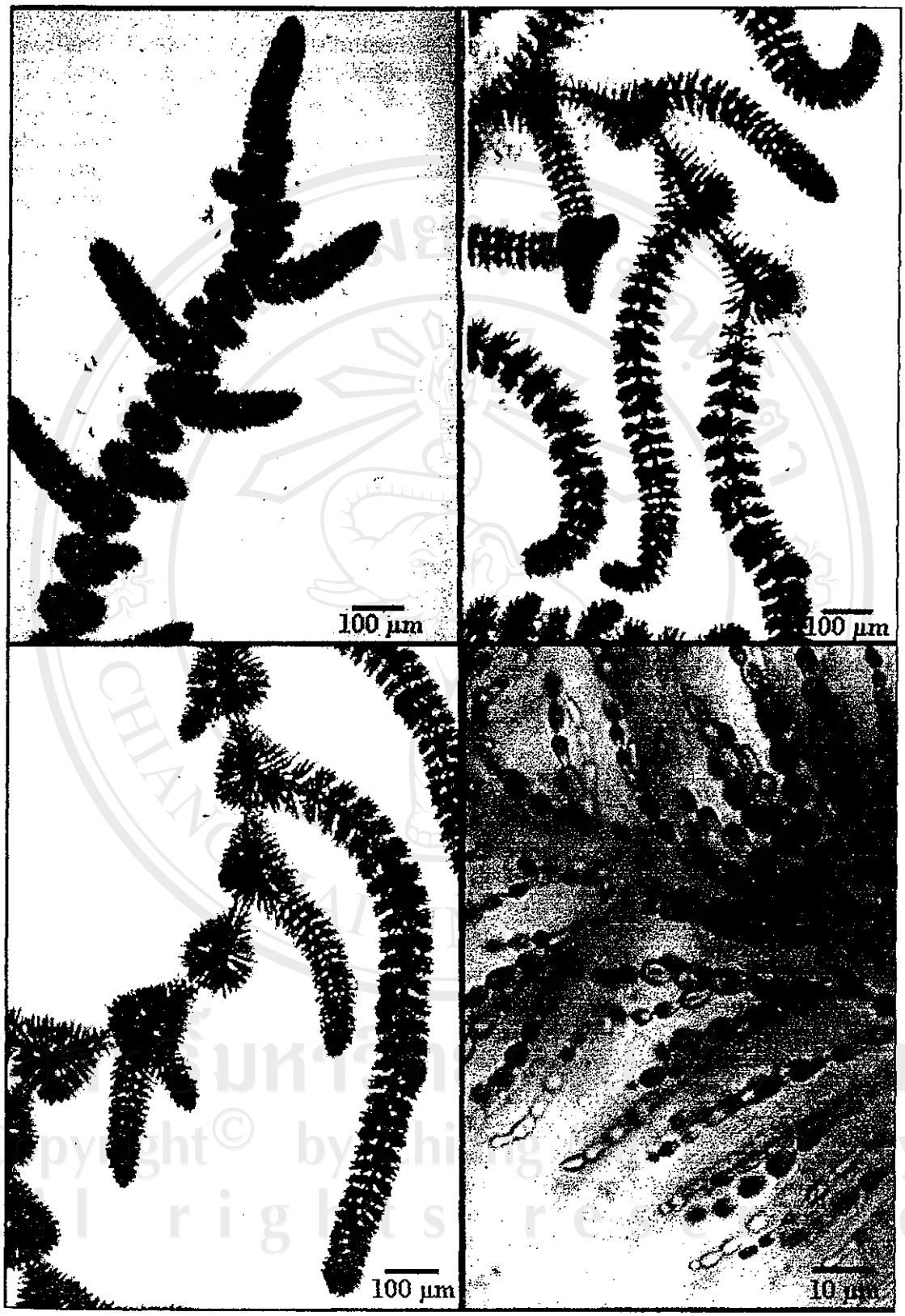


Fig. 2 *Bratrachospermun monifliforme* Roth in division Rhodophyta found in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui national park, Chiang Mai, Thailand.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

The Mae Sa stream investigations found 6 Division and 44 species of phytoplankton. The majority of phytoplankton in the stream are diatoms and green algae. The dominant species of diatom were *Fragilaria* sp. and *Navicular* spp. which were found in every sampling site. The green algae of Mae Sa stream were found in some samples, in sites 1 and 2 which have clean water quality. In these 2 sites, desmids, *Closterium* spp. and *Staurodesmus* spp. were found, they can be indicators to the oligotrophic status (Palmer, 1977). In sites 3, 4 and 5 in down stream can be found the several species of phytoplankton. (Table 3) but in less of number than lake and reservoir similar to report of Hynes(1971).

ACKNOWLEDGMENTS

This Work was supported by TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 541077

REFERENCES

Akter, N. 1995 . *Water Quality Monitoring of Chiang Mai Moat* . M.Sc. Thesis of Environment Risk Assessment For Tropical Ecosystem , Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University .

APHA, AWWA & WPCF. 1992. *Standard method for examination of water and waste water*. American Public Health Association, Washington DC.

Benson-Evans, K. ; P.F. Willam ; H.M. Griffiths ; S.E. Anthony and R.T. Esho . 1985 . *Method of processing biological data and expressing results* . Aquatic Ecol. And Pollute . Ball. Cardiff Univ. Collage Cardiff. No5. 6-33.

Comas, A. 1989. Taxonimicsche Uberscicht der zonobialen Chlorokokkalagen von Kuba. III. Fam. Hydrodictyaceae. Algological Studies 55: 129-151.

Hynes, H.B.N.1971.*The Ecology of Running waters*.Liverpool University ,Liverpool.

Huber-Pestalozzi, G. 1938. *Das Phytoplankton des Süßwassers: Blaualgen, Bakterien, Pilze*. 1. Teil. E. Schweizerbart' sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Lewmanomont, K. , L. Wongrat and C. Suprawinit. 1995. *Algae in Thailand.* Office of Environmental Policy and Planning , Bangkok.

Magarita, S.B. 1994. *Algal Periphyton in Two Rivers in Costa Rica with Special Reference to Diatoms Organic Pollution and Altitudinal Differentiation.* Ph.D.Thesis. Institute of Botany, Innsbruck University, Austria.

Nusch, E.A.E. 1980 . *Comparision of Different Methods for Chlorophyll and Phaeopigment Determination* . Arch. Hydrolobiol . Ergebn.Limnol.14: 14-36.

Palmer, M.C. 1977 . *Algae and water Pollution.* Municiple Enviroment Research Lab, Cincinnati, Ohio.

Peerapornpisal, Y. 1996. *Phytoplankton seasonality and limnology of the three reservoirs in the Huai Hong Khrai Royal Development Study Centre, Chiang Mai, Thailand.* Ph. D. Thesis, Inst.of Botany, Univ. of Innsbruck.

Pektong, T. 1998 . *Diversity of phytoplankton and benthic algae in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui national park, altitude 330-550 meter.* Thesis of Master Degree (Biology).Department of Biology ,Faculty of Science ,Chiang Mai University.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Prescott, G.W. 1970. *How to know the freshwater algae.* Wm.C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa.

Rott, E. 1984. Phytoplankton as biological parameter for the trophic characterization of lakes. *Verh. int. Ver. Limnol.* 22: 1078 - 1085.

Round, F.E. 1973. *The Biology of Algae.* Edward Arnold Limited , Great Britain.

Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplanktonmethodik. *Verh. int.. Ver. Limnol.* 9: 1-38.

Wetzel, R.G. 1983. *Limnology* . Saunders Collage Publishing , Philadelphia.

Whithford, L. A. and G. J. Schumancher .1995 . *A Mamual of the Fresh-Water Algae in North Carolina.* Argricultural Experimant Station, North Carolina.

Wiyaka, P. 1998 . *Diversity of phytoplankton and benthic algae in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui national park, altitude 550-1075 meter* . Thesis of Master Degree (Biology). Department of Biology ,Faculty of Science ,Chiang Mai University.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่อง Use of Diatom for Monitoring River in Mae Sa Stream,
Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai, Thailand
โดย Trai Pekthong, Yuwadee Peerapornpisal and Sakorn Promkutkaew
ในงานประชุมระดับนานาชาติหัวข้อ 4th International Conference on Diffuse Pollution
เมื่อวันที่ 16–20 มกราคม 2543 โรงแรมรอยัลซิตี้ กรุงเทพฯ จัดโดย Department of Land
Development Environmental Engineers Association of Thailand
ร่วมกับ The Institute of Environmental Research, Chulalongkorn University In cooperation with
IAWQ Specialist Group on Diffuse Pollution

USE OF DIATOM FOR MONITORING RIVER IN MAE SA STREAM, DOI SUTHEP-PUI NATIONAL PARK, CHIANG MAI, THAILAND

T. Pekthong, Y. Peerapornpisal and S. Promkutkaew

Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

ABSTRACT

The study of diversity and their application in monitoring water quality of diatom in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui National Park was carried out from April 1997 to February 1998. The purposes of the study are to investigate biodiversity and the species distribution of benthic diatoms and to apply the diatom index for assessing the trophic status of the stream for the water monitoring. Two hundred and twenty two species of benthic diatom were found. The most abundant species were diatoms in the Order Pennales. The majority of the species belonged to the genera *Navicula*, *Nitzschia*, *Fragilaria* and *Gomphonema*. Benthic diatom those are characterised as tolerant towards eutrophication, organic pollution and high turbidity were found. The tolerant groups, the sensitive groups and the specie that is characterised for unpolluted waters with low concentration of nitrogen were also found.

KEYWORDS

Bacillariophyta; biodiversity; biomonitoring; diatom; Mae Sa streams

INTRODUCTION

Benthic diatoms could be used successfully in practical work. The diatom indices are based on diatom composition. These give more precise and valid predictions than benthic macroinvertebrates because they react directly to organic pollutants (Whitton *et al.*, 1991).
The first and most essential criteria in using benthic diatom to monitor the water quality in the river is the group of organisms used. The suitable group of organisms should be present throughout the river, grow in a specific well-defined habitat, easily sampled and present in abundance, found in the river at all stages of life cycle, highly sensitive and rapidly react to water chemistry changes, largely cosmopolitan in distribution and have a well-studied taxonomy and ecology. (Round, 1991)

Site Characteristics

Mae Sa Stream which is situated in Doi Suthep-Pui National Park, is selected for this research. The watershed of Mae Sa stream is located in Chiang Mai province, northern Thailand, and has an area of 261 Km^2. Doi Suthep-Pui (1,601 m.asl.) and Doi Pui (1,685 m.asl.) are parts of a geologically ancient ridge, forming the western boundary of the Ping River valley. The forests in Doi Suthep-Pui National Park are deciduous and evergreen forests. Some 2,000 millimetres of rain fall on the park each year, mostly fall from May to October. The dry season comes between November and March. The average annual temperature, recorded near Phuphing Palace is 20°C, with maximum and minimum average temperature of 24°C and 17 °C respectively.

The Mae Sa watershed is situated in Mae Rim district, Chiang Mai Province. Part of the watershed belongs to Doi Suthep-Pui National Park, which is one of the world's largest area of biodiversity, where natural forests and other wildlife resources are being preserved and protected. Doi Suthep-Pui has beautiful scenery and good climatic conditions and is considered to be one of the famous tourist destinations in Thailand and a productive area for high value crops like vegetables, cut flowers and fruits. Due to the increasing activities leading towards agro-industrialization and tourism development, Mae Sa watershed is expected to be increasingly affected. Basic information on benthic diatom diversity may be applicable in assessing the change of water quality .

Twelve sites were studied once per season over a one year period from April 1997 to February 1998. The sites were selected along the Mae Sa river. The name and details of each site were as follow:

Site 1, Kong Hae Village:altitude 1,075 a.m.s.l, agriculture and residental
Site 2, entrance to Kong Hae Village:altitude 1,000 a.m.s.l, agriculture and residental
Site 3, Mae Sa elephant camp:altitude 550 a.m.s.l, tourist attraction
Site 4 Cholaprathan bridge:altitude 330 a.m.s.l, residental
Site 5 Mae Sa Luang Village:altitude 340 a.m.s.l, agriculture and residental

METHODS

Sampling and Preparation

Epilithic diatom samples were scraped from 3 - 5 stones at each site. In the laboratory, the samples were cleaned by boiling for 15 - 30 minutes in concentrated HCl or HNO_3 and H_2O_2 . Naphrax was used for mounting. Light micrographs were made with an Olympus BX-40 microscope. Scanning electron micrographs were made with a JEOL JSM-840A microscope, operated at 8-20 KV. Black and white film was used (Kodak Verichromepan ISO 125).

Measurement of Chemical and Physical Parameters

Water samples were collected for Chemical and Physical parameters for example BOD_5, Alkalinity, Turbidity, Nitrate-nitrogen, Nitrite-nitrogen, Ammonium-nitrogen, Soluble Reactive Phosphate (SRP) and Total Phosphorus (TP) (APHA, 1992). About temperature, Conductivity, pH, DO and Total Dissolved Solids (TDS) were measured among the field (APHA, 1992).

Diatom Identification

The taxonomic classification system of the SuBwasserflora Mitteleuropas by Krammer&Lange-Bertalot (1986,1988,1991,1991a) was followed. However in some cases, the relevant books of some tropical studies such as Foged (1971,1975,1976), Vyverman (1991) and Benavides (1994) were used. Structural data presented such as diameter, length, width, striae, striae frequency in 10 μm and the other features were observed under light and scanning electron microscopes.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

RESULTS

Diatom Diversity

Two hundred and twenty two species of benthic algae were found. The most abundant were also diatoms in the Order Pennales. The majority of the species belonged to the genera *Navicula* (38 species), *Nitzschia* (23 species), *Fragilaria* (16 species) and *Gomphonema* (15 species). The most abundant species were *Navicula lanceolata* (Agardh) Kuetzing, *Nitzschia dissipata* (Kuetzing) Grunow, *Nitzschia palea* (Kuetzing) W.Smith, *Fragilaria capucina* Desmazieres, *Gyrosigma scalproides* (Rabh.) Cleve, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Achnanthes lanceolata* (Brebisson) Grunow, *Cymbella tumida* (Brebisson) Van Heurck, *Gomphonema augur* Ehrenberg, *Gomphonema parvulum* (Kuetzing) Grunow, *Surirella capronii* Brebisson, *Surirella ovalis* Brebisson and *Surirella spiralis* Kuetzing. The species list of benthic diatom have shown in Table 1. SEM micrograph of some diatoms have shown in Plate 1.

Species List

Table 1. Species List of diatoms in Mae Sa Stream Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai, Thailand.

ORDER CENTRALES

Family Thalassiosiraceae
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen
Cyclotella stelligera Cleve&Grunow
Melosira varians Agardh

ORDER PENNALES

Fragilariaceae
Fragilaria biceps (Kuetzing) Lange-Bertalot
Fragilaria bidens Heiberg
Fragilaria capucina Desmazieres
Fragilaria elliptica Schumann
Fragilaria mazamaensis (Sovereign) Lange-Bertalot
Fragilaria pinnata Ehrenberg var.pinata
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange - Bertalot
Synedra ulna var.aequalis (Kuetzing) Hustedt

Eunotiaceae
Eunotia bilunaris (Ehrenberg) Mill var.bilunaris sensulato
Eunotia minor (Kuetzing) Grunow

Achnanthaceae
Achnanthes chlidanos Hohn & Hellermann
Achnanthes crenulata Grunow
Achnanthes exigua Grunow var. exigua
Achnanthes helvetica(Hustedt) Lange-Bertalot
Achnanthes lanceolata (Brebisson) Grunow
Achnanthes minutissima Kuetzing
Achnanthes oblongella Oestrup
Cocconeis placentula Ehrenberg

Naviculaceae
Caloneis bacillum (Grunow) Cleve
Caloneis lauta Carter&Bailey-Watts
Diatoma ehrenbergii Kuetzing
Diatoma vugaris Bory
Gyrosigma nodiferum (Grunow) Reimer
Gyrosigma scalproides (Rabenhorst) Cleve
Gyrosigma spencerii (Quekett) Griffith&Henfrey
Navicula amphibola Cleve
Navicula bacillum Ehrenberg
Navicula cohnii (Hilse) Lange-Bertalot
Navicula concentrica Carter
Navicula cryptocephala Kuetzing
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot
Navicula disjuncta Hustedt

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 1. (continued)

Naviculaceae
Navicula exigua (Gregory) Grunow
Navicula gastrum (Ehrenberg) Kuetzing
Navicula gregaria Donk
Navicula jaagii Meister
Navicula laevissima Kuetzing var.laevissima
Navicula lanceolata (Agardh) Ehrenberg
Navicula microdigituradiata Lange-Bertalot
Navicula mobiliensis var.capitata
Navicula mutica Kuetzing
Navicula mutica Kuetzing var. mutica
Navicula placentula (Ehrenberg) Grunow
Navicula pupula Kuetzing var.pupula
Navicula schroeterii Meister
Navicula sellaphora
Navicula subplacentula Hustedt
Navicula tripunctata(O. F. Mueller) Bory
Navicula viridula var.rostellata (Kuetzing) Cleve
Navicula viridula (Kuetzing) Ehrenberg
Neidium affine var. longiceps (Gregory) Cleve
Neidium ampliatum (Ehrenberg) Krammer
Neidium dubium (Ehrenberg) Cleve
Neidium productum (W.Smith) Cleve
Pinnularia acrosphaeria Rabenhorst
Pinnularia braunii (Grunow) Cleve
Pinnularia brevicostata Cleve
Pinnularia interrupta W.Smith
Pinnularia mesolepta (Ehrenberg) W. Smith
Pinnularia subgibba Krammer
Pinnularia viridiformis Krammer
Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg
Stauroneis angustevittata
Stauroneis smithii Grunow

Nitzschiaceae
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow
Hantzschia distinctepunctata (Hustedt) Hustedt
Nitzschia bremensis Hustedt
Nitzschia brevissima Grunow
Nitzschia coarctata Grunow
Nitzschia dissipata (Kuetzing) Grunow
Nitzschia fonticola Grunow
Nitzschia granulata Grunow
Nitzschia levidensis (W.Smith) Grunow
Nitzschia linearis (Agardh) W. Smith
Nitzschia palea (Kuetzing) W. Smith
Nitzschia sigmoidae (Nitzsch) W. Smith
Nitzschia subacicularis Hustedt

Cymbellaceae
Amphora coffeaeformis (Agardh) Kuetzing
Amphora dusenii Brun
Amphora libyca Ehrenberg
Amphora montana Krasske
Cymbella affinis Kuetzing
Cymbella amphicephala Naegeli
Cymbella aspera (Ehrenberg) Cleve
Cymbella cistula (Ehrenberg) Kirchne
Cymbella hustedtii Krasske
Cymbella naviculiformis Auerswald
Cymbella silesiaca Bleisch
Cymbella tumida (Brebisson) Van Heurck
Cymbella turgidula Grunow
Gomphonema affine Kuetzing
Gomphonema augur Ehrenberg
Gomphonema augur var. turris (Ehrenberg) Lange - Bertalot
Gomphonema gracile Ehrenberg
Gomphonema micropus Kuetzing
Gomphonema minutum (Agardh) Agardh
Gomphonema parvulum var.lagenula (Kuetzing) Frenguelli
Gomphonema parvulum (Kuetzing) Kuetzing
Gonphonema pumilum var.rigidum

Bacillariaceae
Bacillaria paradoxa Gmelin

Epithemiaceae
Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O. Mueller var. gibba

Surirellaceae
Cymatopleura salea var.epicolata (W.Smith) Ralfs
Surirella angusta Kuetzing
Surirella bifrons Ehrenberg
Surirella biseriata Brebisson
Surirella capronii Brebisson
Surirella spiralis Kuetzing
Surirella tenera Gregory

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

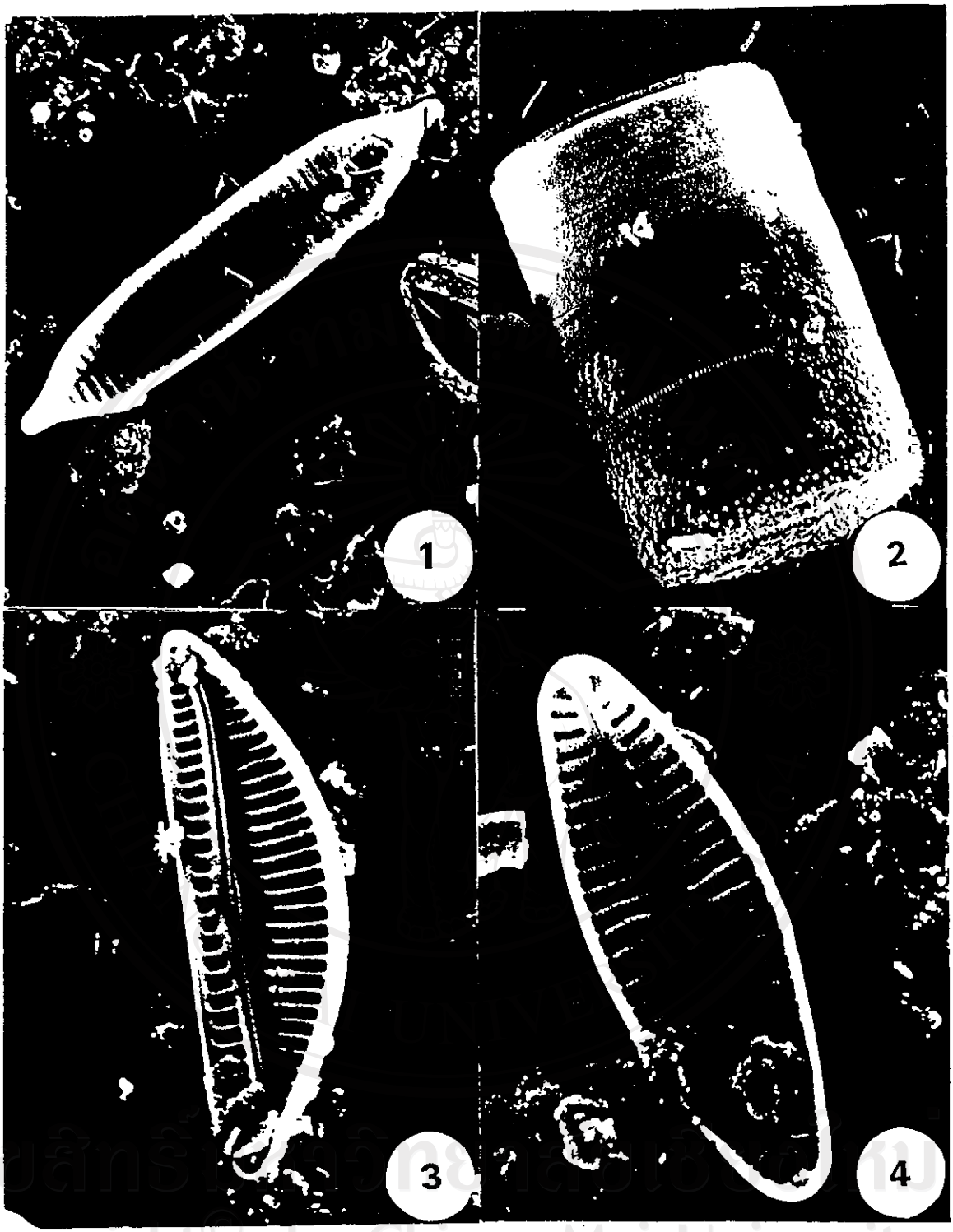


Plate 1. SEM micrograph of some diatoms in Mae Sa Stream Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai, Thailand. (1- *Fragilaria lanceolata* (Kuetzing) Reichardt, 2- *Melosira varians* Agardh, 3- *Cymbella silesiaca* Bleisch, 4- *Achnanthes lanceolata* (Brebisson) Grunow

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Diatom Index

Index systems are based on indicator species lists, which contain information on the autecological preferences of species towards one ecological variable (e.g. pH, organic pollution, nutrient concentration). Information on the autecological preferences of species is based either on the analysis of a large number of samples (several hundreds of samples) of diatom species composition and environmental variables e.g. Schiefele & Kohmann (1993) or on a review of a large number of publications and personal experience with algal ecology e.g. Van Dam et al. (1994) and Rott et.al. (1997).

The attempt to applied the diatom index of Schiefele & Kohmann (1993), Van Dam et al. (1994) and Rott et.al. (1997) were done. The investigate of benthic diatom those are characterised as tolerant towards eutrophication, organic pollution and high turbidity were found. The tolerant groups, the sensitive groups and the specie that is characterised for unpolluted waters with low concentration of nitrogen were also found. The results of the trophic status of Mae Sa stream are mesotrophic.

DISCUSSION

Studies of the diatom of Thailand has started since the latest year of the nineteenth century. Most of early taxonomic studies were done by foreign scientists. Lewmanomont , *et al.* (1995) reported about the papers of diatom flora published by foreign scientists such as Ostrup whom recorded 81 different diatom from material from the Chang island in the Gulf of Thailand, Patrick published a total of 185 diatom species in intestinal contents from tadpoles from Thailand and the Federal Malay States in 1936 and Hirano published a total of 143 diatom flora in 1967, 114 of them were found in the samples from Thailand. Most of these samples were collected in Chiang Mai area in the northern part, and the others from other localities in the central and southern part of Thailand.

Among the additional records for Thailand from 1971 to date, works on diatom have been carried out by Thai scientists in various universities and institutions, but not deep in details. Most works are plankton studies made by Lewmanomont , *et al.* (1995). However the sample were collected from all parts of Thailand, mostly from the northern and north eastern parts of the country. There were also some studies about phytoplanton and benthic algae from Chiang Mai. Pekthong (1998) reported 87 species of phytoplankton and 172 species of benthic algae in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai. Waiyaka (1998) report 102 species of phytoplankton and 106 species of benthic algae in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai. Diatoms were found to be the majority of phytoplankton and benthic algae of both studies. According to the reports, it is obvious that Thailand makes slow progress in freshwater algae biodiversity studies. If we consider the aquatic environment more intimately, we shall see that most important producers are algae either planktonic or benthic forms. Therefore, extensive biodiversity of freshwater algae is urgently needed as supporting knowledge for all biological sciences and for the development of the country as well.

There are many applications of the taxonomic information of the algae especially diatoms group. As the bioindicators, algae were used to indicate the trophic status of the lake and river. Biological methods are used for monitoring water quality for a variety of reasons, most of which have been well documented (e.g. Hellawell, 1978 cited by Whitton *et al.*, 1991). Routine biological monitoring is carried out in many rivers to complement or supplement chemical monitoring in order to assess pollution. For instance, straightforward use of the saprobien system provides data about organic pollution parallel to that from water chemistry. Saprobic index

values are available for most common algae of flowing waters. Benthic diatoms have the advantage over most other algal groups in that their taxonomy is better studied. The diatom index based on benthic diatom composition give more precise and valid predictions because they react directly to organic pollutants. Diatoms have been extensively used as indicators of environmental changes e.g. eutrophication, acidification, metal contamination, salinification, thermal effluents, forest fires and land use changes. (Dixit, 1992)

Being the main primary producers of most rivers in temperate regions, so the algae have been used for monitoring environmental contamination or long term change. Many countries such as Austria, Denmark, Finland, France, Germany, Hungary, Italy, Netherlands, Norway, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom use algae to monitor environmental change. (Whitton *et al.* , 1991).

There are some studies on the biodiversity of diatom and their applications for monitoring the water quality such as Pfister (1992) studied on the phytobenthos of 2 natural, fast flowing mountain streams in Tyrol. The main subject covered in this paper is the taxonomy of diatoms as the group of algae with the highest number of species, 163 taxa of diatoms have been found. The largest part of the species is well known from oligosaprobic, nutrients poor, fast flowing mountian streams in the Alps. Schiefele and Kohmann (1993) assessed the trophic state of running waters and developed a trophic index with chemical, physical and biological data from 31 different sampling sites of 5 western German. In total 389 different diatom taxa were found. It was possible to classify 105 of them according to their tolerance of ammonia, nitrate, phosphate and total phosphorus. Applying these classified algae it is possible to value the trophic state of rivers and streams. Aim of this new index is to complement the German Saprobic System, which indicates the degree of organic pollution in running water and the biological oxygen demand. The Trophic Diatom Index (TDI) is the trophic counterpart of the Saprobic Index (SI).

ACKNOWLEDGMENTS

We sincerely thank Assoc. Prof. Dr.Eugen Rott and Dr.Peter Pfister, Institute of Botany Innsbruck University, Austria for his interest and advice during the workshop " Use of Diatoms for Environmental Monitoring" held on the institute during 3-11 November 1997 and Prof. Dr. Erwin Reichardt Bubenheim 136, D-91757 Treuchtlingen German for help with checking identification.

This work was supported by TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT541079

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

REFERENCES

Benavides M.S. (1994). *Algal Periphyton in Two Rivers in Costa Rica with Special Reference to Diatoms Organic Pollution and Altitudinal Differentiation.* Ph.D.Thesis. Institute of Botany, Innsbruck University, Austria.

Dixit S. S. (1992). *Diatoms: Powerful Indicators of Environmental Change.* Environ. Sci. Technol., 26 (1) : 23 - 32.

Foged N. (1971). *Freshwater Diatoms in Thailand.* Odense Publisher, Denmark.

Foged N. (1975). *Some Littoral Diatoms from the Coast of Tanzania.* A.R. GantnerVerlag Kommanditgesllschaft.Vaduz.

Foged N. (1976). *Freshwater Diatoms in Srilanka (Ceylon)*. Odense Publisher, Denmark.

Krammer K. and Lange-Bertalot H. (1986). *Bacillariophyceae. Teil 1. Naviculaceae.* SuBwasserflora von Mitteleuropa, Bd.2, berg. Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

Krammer K. and Lange-Bertalot H. (1988). *Bacillariophyceae. Teil 2.Bacillariophyceae, Epithemiaceae, Surirellaceae.*SuBwasserflora von Mitteleuropa, Bd.2, berg. Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

Krammer K. and Lange-Bertalot H. (1991a). *Bacillariophyceae. Teil 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. SuBwasserflora von Mitteleuropa ,Bd.2 , berg. Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag,Stuttgart.

Krammer K. and Lange-Bertalot H. (1991b). *Bacillariophyceae. Teil 4. Achnanthaceae. Kritische Erganzungen zu Navicula.* SuBwasserflora von Mitteleuropa ,Bd.2 , berg.Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

Lewmanomont K., Wongrat L. and Supanwanid C. (1995). *Algae in Thailand.* Office of Environmental Policy and Planning, Bangkok.

Pekthong T. (1998). *Diversity of Phytoplankton and Benthic Algae in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Altitude 330 - 550 Metre*. M.Sc. Thesis, Biology Department, Faculty of Science, Chiang Mai University, Thailand.

Pfister V. P. (1992). *Phytobenthos Communities from 2 Tyrolean Mountain Streams.* Arbeitsgemeinschaft Limnologie , Telfs, Austria..

Rott E. (1995). *Diatoms of the Grand River, Ontario, Canada Restudied After 25 years*. Institute of Botany, Innsbruck University, Austria.

Rott E. , Pfister P. and Pipp E. (1997). *Use of Diatoms for Environmental monitoring.* Institute of Botany, Innsbruck University, Austria.

Round F. E. (1973). *The Biology of the Algae*. Edward Arnold Limited, Great Britain.

Round F. E. (1991).*Use of Diatoms for Monitoring Rivers.* In: *Use of Algae for Monitoring Rivers*. Proceeding on International Symposium of Use of Algae for Monitoring Rivers. Dusseldorf, Germany, 26-28 May 1991.

Schiefele , S. and Kohmann. F. (1993). *Bioindikation der Trophie in Flie Bgewassern.* Bayerisches Landesamt fur Wasserwirtschaft, Amtsleiter.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1992). 19th edn, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC, USA.

Van Dam H., Mertens A. and Sinkeldam J. (1994). *A Code Checklist and Ecological Indicator values of Freshwater Diatoms from the Netherlands.* Neth. J. Aquat. Ecol. 28, 117-33.

Vyverman W. (1991). *Diatoms from Papua New Guinea.* Gebruder Borntraeger Verlagsbuchhandlung.

Waiyaka P. (1998). *Diversity of Phytoplankton and Benthic Algae in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Altitude 550 – 1,050 Metre*. M.S. Thesis, Biology Department, Faculty of Science, Chiang Mai University, Thailand.

Whitton B.A., Rott E. and Friedrich G. (1991). *Use of Algae for Monitoring Rivers*. Proceeding on International Symposium of Use of Algae for Monitoring Rivers. Dusseldorf, Germany, 26-28 May 1991.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่อง Distribution of Macro Algae and Water Quality in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai

โดย Tatporn Kunpradid and Yuwadee Peerapornpisal

ในงานประชุมระดับนานาชาติหัวข้อ 4th International Conference on Diffuse Pollution

เมื่อวันที่ 16–20 มกราคม 2543 โรงแรมสยามซิตี้ กรุงเทพฯ จัดโดย Department of Land Development Environmental Engineers Association of Thailand

ร่วมกับ The Institute of Environmental Research, Chulalongkorn University In cooperation with IAWQ Specialist Group on Diffuse Pollution

DISTRIBUTION OF MACROALGAE AND WATER QUALITY IN MAE SA STREAM, DOI SUTHEP-PUI NATIONAL PARK, CHIANG MAI PROVINCE

T. Kunpradid and Y. Peerapornpisal*

**Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50000 Thailand*

ABSTRACT

A study on the distribution of macroalgae and water quality in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai province was carried out from March 1998 to April 1999. The samples were collected from five different sites along the stream. Forty species of macroalgae were found and classified into 3 divisions: Cyanophyta, Chlorophyta and Rhodophyta. The most abundant species were *Cladophora glomerata* Kuetzing, *Spirogyra* spp., *Rhizoclonium* spp. and *Oscillatoria* spp. At the water resource, macroalgae in Division Rhodophyta were found indicating clean water quality. The assessments of water quality of the stream revealed that it was oligotriphic to mesotrophic.

KEY WORDS

Mae Sa stream, macroalgae, water quality, bioindicator, oligotriphic, mesotrophic

INTRODUCTION

Algae are the main primary producers of most aquatic ecosystem, such as lake, pond, river and stream. This research intended to study the distribution and identification of macroalgae to obtain a database for biodiversity and a correlation of some species with the water quality. Mae Sa stream was chosen for the study site, as it is the major running water in Doi Suthep – Pui national park. The stream is economically very important especially for tourist industry such as mountain resorts and elephant camps. It was anticipated from the activity around the stream and because of poor land use management, that there would be direct impact to water quality of Mae Sa stream.

Each section of Mae Sa stream had different characteristics. The impact of domestic effluent, runoff from agricultural area, degraded land and wastes from elephant camps effected the water downstream. The different water characteristics not only appeared as physico-chemical factors, but also biological factors . Algae are the first living group of organisms effected by the contamination. So there have been many proposals to use algae for environmental monitoring. The macroalgae are the principal recipient of such impact in the stream ecosystem thus the composition and diversity of macroalgal communities are related to water quality and some of them can used as bioindicators. An understanding of the local and seasonal variation in macroalgae is essential for biological monitoring programs.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

METHODOLOGY

Site characteristics

Mae Sa stream is one of the major running water in Doi Suthep-Pui national park.This stream receives water from Kunsa watershed. The stream is twenty - six kilometers long and includes 16 small streams in Mae Rim, Mae Tang, Sa Moeng and Hang Dong districts. Five sites were studied monthly over a 12 month period from March 1998 to April 1999. The sites were selected to cover the stretches of river which from previous studies by Pektong(1998) and Wiyaka(1998) had indicated the highest diversity of the algae. The 5 sampling sites(Fig.1) were as follow.

Site 1 Kong Hae Village 1075 m(asl.) Site 2 Kong Hae bridge 1000 m(asl.)
Site 3 Mae Sa elephant camp 550 m(asl.) Site 4 Mae Sa irrigation bridge 330 m(asl.)
Site 5 Youth Retention Center bridge 300 m(asl.).

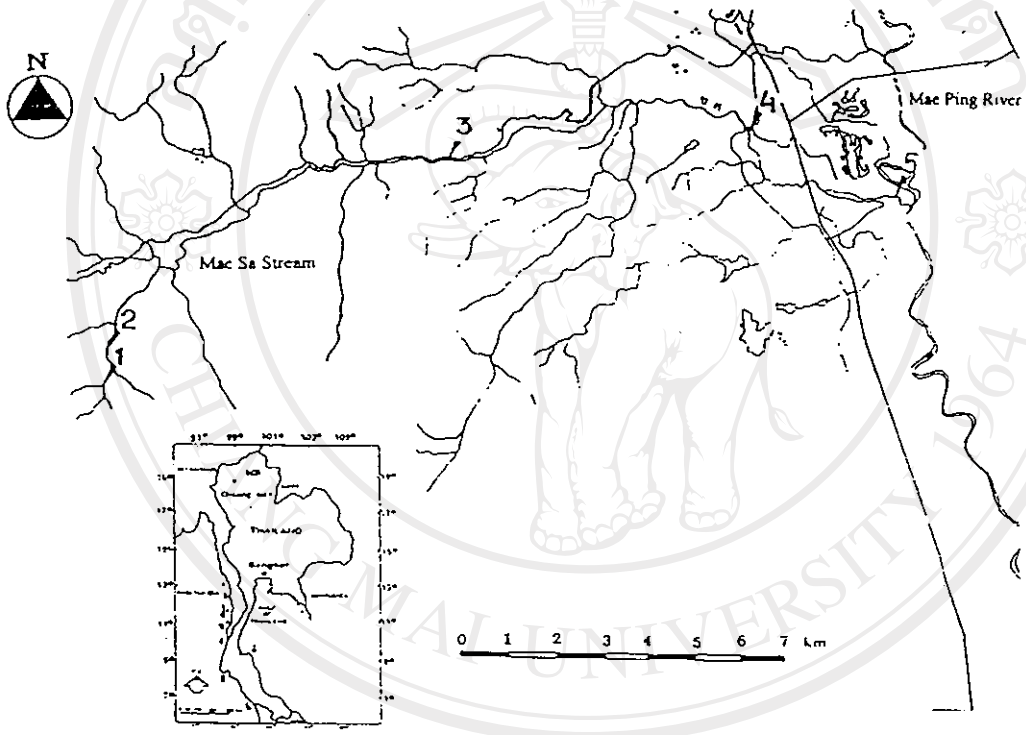


Figure 1. Map of the Mae Sa stream showing the sampling sites

Physico-chemical parameters analysis

Conductivity of water was measured in the field by a conductivity meter while temperature and pH were measured with a pH meter kit. Chemical analyses of the water were done according to the method in APHA (1992) as follows. The quantity of dissolved oxygen in the individual samples was measured using the azide modification method. Total alkalinity was measured in the laboratory by endpoint titration with Methyl-orange as an indicator, nitrate-nitrogen by the cadmium

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

reduction method and ammonium nitrogen by the phenate method. In addition, soluble reactive phosphorus and total phosphorus (after acid hydrolysis) were analyzed by the ascorbic acid method. For colorimetric detection, the spectrophotometer "Generys 5" of Spectronic Instruments USA was used.

Sampling and preparation of macroalgae

Stream macroalgae can be defined as those species occurring in flowing freshwaters and having a mature thallus which is benthic and discrete structure recognizable with the naked eye. Morphological forms include mats, colonies, gelatinous and free filaments, tissue-like thalli, tufts and crusts (Sheat *et. al.*, 1996). Macroalgae samples were scraped from the stone in the water and from the bank of the stream around the sampling sites, and kept in plastic boxes at low temperature (5-10°C). In the laboratory, the samples were separated for fresh sample identification and preserved with 2 % of glutalaldehyde. The macroalgae were identified systematically for each division and photographed using an Olympus BX-40 microscope.

RESULT AND DISCUSSION

Water quality

The water quality in Mea Sa stream Doi Suthep - Pui National Park, Chiang Mai province undertaken during March 1998 to April 1999 was slightly different in each month. Site 1 was found to be very clean and Site 2,3,4 and 5 the water quality was worse than that of site 1(see Table. 1).

Table 1 the average of physico-chemical and trophic status in Mae Sa stream (March 1998- April 1999)

Sampling sites	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	pH	Conductivity (us/cm)	Alkalinity (meq/l)	Turbidity (NTU)	Nitrate-N (mg/l)	Ammonia-N (mg/l)	SRP (mg/l)	Trophic status*
Site1	6.5	1.2	7.4	78.6	0.8	2.1	0.8	0.25	0.02	Oligotrophic
Site2	6.2	1.1	7.1	105.2	1.3	5.7	4.2	0.28	0.1	Oligo-mesotrophic
Site3	7.5	2.1	8.3	310.6	2.76	48	5.1	0.39	0.4	Mesotrophic
Site4	7.6	1.2	7.5	298.5	2.7	14	2.9	0.21	0.09	Mesotrophic
Site5	6.9	0.9	7.5	270.5	2.44	59	3.1	0.16	0.6	Mesotrophic

* According to Lorrine and Vollenweider (1981)

At the first site, the water resource is on the a higher level than the villages around the stream and it was not disturbed by human activities. The second, forth and fifth sites, the stream runs through the large communities and effected by the domestic waste water. At third site (elephant camps), there was plenty of waste from the elephant and tourist garbage. After the rain, the wastes on the ground were discharged into the stream. However, the assessments of water quality indicated that the stream was oligotriphic to mesotrophic status. According to the standard surface water quality, the Mae Sa stream was in the second to third category, the water being relatively clean for household consumption when it was properly treated. 540

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 2 Distribution of macroalgae in Mae Sa stream(April 1998-March 1999)

Taxon	Location*
Division Cyanophyta	
Calothrix sp.	1,2
Cylindrospermum majus Kuetzing	1
Lyngbya retzii (Ag.) Gom	2,3
Nostoc carneum C.A. Agardh	1,2
Nostoc commune Vaucher**	1,2,4,5
Nostoc linckia (Roth) Bornet & Thuret*	1,2,4,5
Nostoc muscorum Agardh	2
Nostoc sp.1	2,4
Nostoc sp.2	1
Nostochopsis lobatus Dillw.	1
Oscillatoria acuminata Gomont**	1,2,3,4
Oscillatoria meslini Fremmy**	1
Oscillatoria sp.1	3,4,5
Oscillatoria sp.2**	3,4
Division Chlorophyta	
Cladophora glomerata Kuetzing**	1,2,3,4,5
Cladophora fracta (Dillw.) Kuetzing **	1,2,3,4,5
Cladophora sp.1	2,4,5
Gloeocystis ampla (Kuetzing) Lagerheim	2,4
Gloeocystis echinulata (J.E.)Smith P. Richler	2,4
Hydrodictyon recticulatum (L.) Lagerh.	2
Palmella mucosa Kuetzing	4,5
Rhizoclonium crassipellitum West & west	2
Chaetophora sp.	1,2,4
Microspora pachyderma (Wille) Lagerheim	5
Mougeotia scalaris Hassall*	2
Mougeotia sp.1	2
Oedogonium inclusum Wittr.	2
Oedogonium sp.1	2
Rhizoclonium sp.1**	1,2,4,5
Spirogyra sp.1**	1,2,3,4,5
Spirogyra sp.2**	1,2,3,4,5
Spirogyra sp.3	1,2
Spirogyra sp.4	2
Spirogyra sp.5	1
Spirogyra sp.6	1,2,4,5,
Stigeoclonium lubricum (Dillw.) Kuetzing**	1,2,4,5
Stigeoclonium sp.1	2
Stigeoclonium subsecundum Kuetzing	2,5
Ulothrix sp.	1,2,4,5
Division Rhodophyta	
Batrachospermun macrosporum Montague**	1
Compsopogon coeruleus (Balbis) Montague	1,2,4,5
Nemalionopsis Shawii Skuja.**	1

** dominant species

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Distribution of Macroalgae

A study on the diversity macroalgae in Mae Sa stream revealed 3 division (Chlorophyta, Cyanophyta and Rhodophyta) and 40 species. The macroalgae was different in each site. Almost of red algae (Rhodophyta) were found in site 1 except ***Compsopogon coeruleus*** (Balbis) Montague. At sites 2,3,4 and 5 thirty seven species of macroalgae found were green, bluegreen and red algae(see Table 2.).

The relation between distribution of macroalgae and water quality

Almost of red algae only found in site 1, the Mae Sa stream resource. The majority of red algae species was the marine algae and the minority was the fresh water algae. The fresh water red algae was then very rare species. The red algae (Division Rhodophyta) that were found in the water of oligotrophic status (Round, 1973 ; Prescott, 1970), and could be used as indicator for the clean water. Thus some species of freshwater red macroalgae could be used as indicator of water quality in Mae Sa stream especially ***Batrachospermum macrosporum*** Montague and ***Nemalionopsis shawii*** (Balbis) Montague, found only in olgotrophic water (Palmer, 1977). In addition to the 2 species of red algae, ***Calothrix*** sp., blue green algae (Division Cyanophyta) was recorded, this is a species of macroalgae that could be found especially in clean water.(Round, 1973). The green algae, ***Cladophora glomerata*** Kuetzing, ***Ulothrix*** spp. and ***Stigeoclonium lubricum*** (Dillw) Kuetzing (Division Chlorophyta), were found in every site indicating oligotrophic and mesotrophic status (Wetzel, 1983). ***Oscillatoria*** spp., blue green algae was also recorded in every site. Some species of ***Oscillatoria*** has been used as the dirty water, but in present investigation ***Oscillatoria meslini*** Fremy was found only in site 1. Therefore algae indicators for water quality were different in the individual species. Some species in the same genus were not used equal as water quality indicators. The algae used for environmental monitoring and water quality indication need to be identified to species level. Generally the species composition, high species number and abundance of macroalgae in Mae Sa stream were directly related to the turbidity, slow velocity of water running and attachment to rocky substrate.

CONCLUSIONS

A study on the distribution of macroalgae and water quality in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai province was carried out from March 1998 to April 1999. Forty species of macroalgae were found and classified into 3 divisions: Cyanophyta, Chlorophyta and Rhodophyta. The assessments of water quality of the stream revealed that it was oligotriphic to mesotrophic status.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 541077. The authors would like to thank the BRT for providing the research grant.

REFERENCES

Entwisle T. J. (1989). Phenology of the *Cladophora-Stigeoclonium* community in two urban creeks of Melbourne. *Freshwater Res.* 40, 471- 89

Hynes H.B.N (1971). *The Ecology of Running Waters.* Liverpool University Press, Liverpool.

Huber- Pestalozzi G.(1938). *Das Phytoplankton des SuBwassers: Blaualgen, Bakterien, Pilze.* 1. Teil. E. Schweizerbart sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Irvine M.S.B. (1994). *Algal Periphyton in Two Rivers in Costa Rica with Special Reference to Diatoms Organic Pollution and Altitudinal Differentiation.* Ph.D.thesis, Institute of Botany, Innsbruck University, Austria.

Lewmanomon K. , Wongrat L. and Suprawinit C.(1995). *Algae in Thailand.* Office of Environmental Policy and Planning, Bangkok.

Lohman K., and Piscu J.C. (1992). Physicological indicators of nutrient difficiency in *Cladophora* (Chlorophyta) in the Clake fork of the Columbia river, Montana. *Journal of Phycology*, 28, 443-448.

Lorrine L.J. and Vollenweider R.A. (1981) *Summary Report, the OECD Cooperative programe on eutriphication.* National Water Research Institute, Burlington.

Nusch E.A.E. (1980). Comparision of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination . *Arch. Hydrolobiol .Ergebn.Limnol.*14: 14-36.

Palmer M.C. (1977). *Algae and Water Pollution.* Municipal Environment Research Laboratory, Cincinnati, Ohio.

Peerapornpisal Y. (1996). *Phytoplankton Seasonality and Limnology of the Three Reservoirs in the Huai Hong Khrai Royal Development Study Centre, Chiang Mai, Thailand.* Ph.D.thesis, Institute of Botany, Innsbruck University, Austria.

Pektong T. (1998). *Diversity of Phytoplankton and Benthic Algae in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui National Park, Altitude 330-550 Meter.* MS.c. thesis, (Biology).Department of Biology, Faculty of Science ,Chiang Mai University.

Prescott G.W.(1970). *How to Know the Freshwater Algae.* Wm.C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa.

Round F.E. (1973). *The Biology of Algae.* Edward Arnold Limited , Great Britain.

Sheat R.G and Kathleen M. C.(1992). Biogeogaphy of stream macroalgae in North America. *Journal of Phycology*, 28, 448-460

Sheat R.G., Vis M. L., Hambrook J.A. and Kathleen M. C.(1996). Tundra stream macroalgae of North America: composition, distribution and physiological adaptations. *Hydrobiologia*, 336, 67-82.

*Standard Surface Freshwater of Thailand(1994).*Announcement of Thailand Environmental Committee vol 4, 111, Section 162 at 24 th. February 1994.

Standard method for examination of water and waste water(1992). 17th edn, American Public Health Association/American Water Works/Water Environment Federation, Washington DC.

Wetzel R.G. (1983). *Limnology* . Saunders Collage Publishing , Philadelphia.

Whithford L. A. and Schumacher G. J.(1995). *A mamual of the fresh-water algae in North Carolina.* Argricultural Experimant Station, North Carolina.

Wiyaka P. (1998). *Diversity of Phytoplankton and Benthic Algae in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui National Park, Altitude 550-1075 Meter.* MS.c. thesis, (Biology).Department of Biology, Faculty of Science ,Chiang Mai University.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่อง Use of Benthic Diatom for Monitoring Mae Sa River in Northern Thailand

โดย Trai Pekthong and Yuwadee Peerapornpisal

เพื่อร่วมเสนอผลงานในหัวข้อ The 4th Asia-Pacific Conference on Algal Biotechnology ที่จะจัดขึ้น

ที่ Hong Kong Convention and Exhibition Centre ในวันที่ 3 – 6 กรกฎาคม พ.ศ. 2543

โดย Department of Botany The University of Hong Kong

USE OF BENTHIC DIATOM FOR MONITORING MAE SA RIVER IN NORTHERN THAILAND

Trai Pekthong , Yuwadee Peerapornpisal
Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University,
Chiang Mai 50200, THAILAND

ABSTRACT

The study of diversity and their application in monitoring water quality of diatom in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui National Park was carried out from April 1997 to February 1998. The purposes of the study are to investigate biodiversity and the species distribution of benthic diatoms and to apply the diatom index for assessing the trophic status of the stream for the water monitoring. Two hundred and twenty two species of benthic diatom were found. The most abundant species were diatoms in the Order Pennales. The majority of the species belonged to the genera *Navicula*, *Nitzschia*, *Fragilaria* and *Gomphonema*. Benthic diatom those are characterised as tolerant towards eutrophication, organic pollution and high turbidity were found. The tolerant groups, the sensitive groups and the specie that is characterised for unpolluted waters with low concentration of nitrogen were also found.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

USE OF MACROALGAE FOR MONITORING MAE SA STREAM, DOI SUTHEP-PUI NATIONAL PARK,CHIANG MAI THAILAND

Tatporn Kunpradid, Yuwadee Peerapornpisal, Sakorn Promkatkaew
Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University,
Chiang Mai 50200, THAILAND

ABSTRACT

A study on the distribution of macroalgae for monitoring Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai province was carried out from March 1998 to April 1999. The samples were collected from five different sites along the stream. Fourty species of macroalgae were found and classified into 3 divisions: Cyanophyta, Chlorophyta and Rhodophyta. The most abundant species were *Cladophora glomerata* Kutzing, *Spirogyra* spp. and *Oscillatoria* spp. At the water resource, macroalgae in division Rhodophyta were found, which has been clean water quality indicators. Some species of macroalgae correlate with the water quality and the assessments water quality of stream were oligotriphic to mesotrophic status.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่อง Diversity and Morphology of Benthic Diatoms in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai

โดย Trai Pekthong and Yuwadee Peerapornpisal

ในการประชุมประจำปี The Seventeenth Annual Conference of the Electron Microscopy Society of Thailand เมื่อวันที่ 7-9 ธันวาคม 2542 โรงแรมสุพันนิวาร์รีสอร์ท จ. เชียงใหม่

จัดโดยคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ร่วมกับสมาคมจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแห่งประเทศไทย

T. Pekthong
Y. Peerapornpisal

PP35
Diversity and Morphology of Benthic Diatoms in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai

Department of Biology, Faculty of Science,
Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

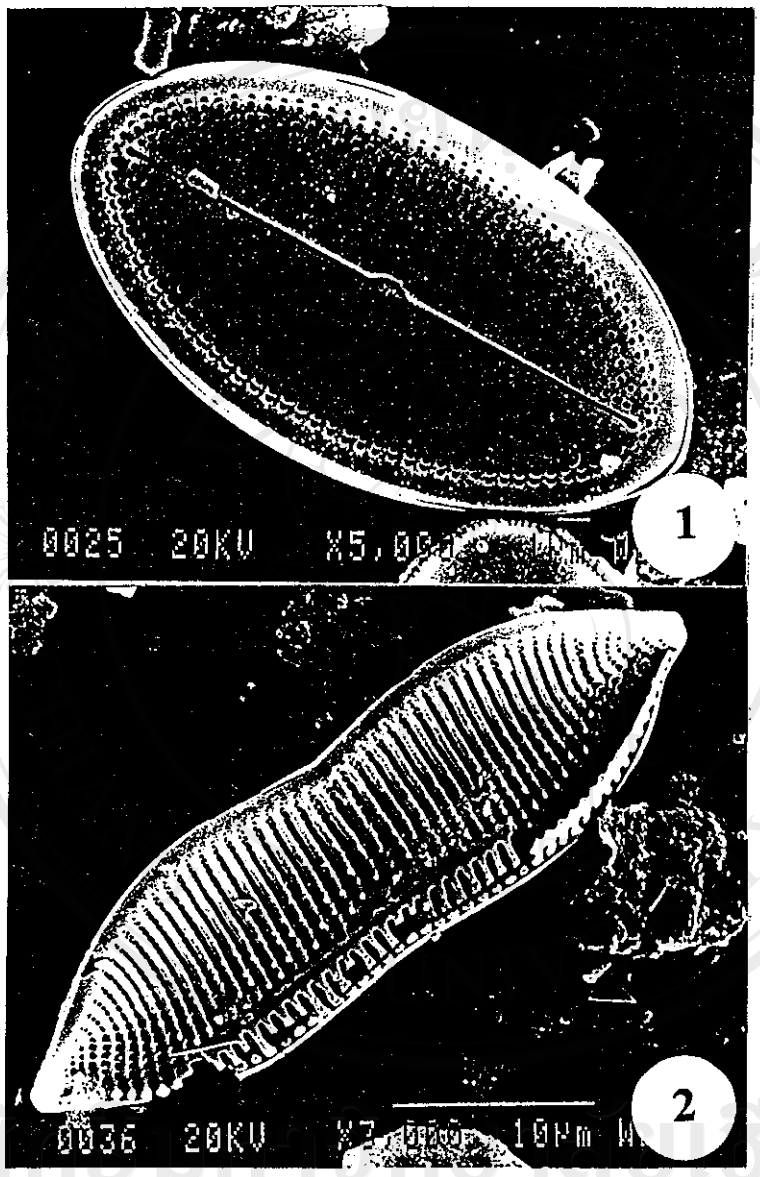
Most benthic algae in freshwater habitats are bluegreen algae, green algae, diatoms or red algae. Benthic diatoms are the most varied in species among the benthic algae group. The total number of diatom species worldwide may be at least 20,000 comprising 200 genera. They are about 50% much higher than bluegreen, green and red algae.

The features of the diatom frustule are very complex, hard to see the fine details under the light microscope. The attempt to use the SEM to investigate through valve shapes, striae patterns and the others features (raphe, puncta, areolae, fibulae, nodule, septa, costae, stigmata, rib, spine, wing and canals) were done.

Silica cell wall morphology of diatoms was investigated under the scanning electron microscope (SEM, JEOL JSM 840A). The samples of benthic diatoms were collected from Mae Sa Stream, Suthep-Pui National Park, Chiang Mai. The samples were air drying, mounting on stub, coating with gold 5 minutes.

This work was supported by TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT541079

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1- *Cocconeis placentula* Ehrenberg var. placentula (The striae are the series of line occurring on the valve, they vary from coarse to very fine, sometimes too fine for resolution under the light microscope)

2- *Nitzschia bremensis* Hustedt (The perforation s on the valves were not merely holes but were formed by quite complex structures within the valve walls, although an electron microscope is necessary if one is to understand these structures correctly)