รายงานการวิจัย

เรื่อง

การศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่โดยใช้แพลงก์ตอนเป็นดัชนีชีวภาพ

Study of Water Quality in Ang Kaew Reservoir, Chiang Mai University Using Planktons as Bioindicator

โดย

ยุวดี พีรพรพิศาล

สาคร พรหมขัติแก้ว

โฉมยง ไชยอุบล

มานิดา โชรัมย์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปี 2539 - 2540

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

กิตติกรรมประกาศ

รายงานเรื่องนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ต่อเนื่องเป็นเวลา 2 ปี คือปี 2539 และ 2540 นอกจากนั้นยังได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากบุคคลหลายฝ่าย ที่ให้การช่วยเหลือ การวิจัยมาโดยตลอด อาทิเช่น คุณสุภาพ รอยอินทรัตน์ ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองสวัสดิการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ช่วยกรุณาให้ข้อมูลและให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าทำการวิจัยตลอดมา นักศึกษาทุกคนในหน่วยวิจัยสาหร่ายประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ที่ช่วยในการเก็บตัวอย่างและศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพทั้งในภาคสนามและห้องปฏิบัติการ คุณเสงี่ยม ทองบุญ ในการจัดพิมพ์ต้นฉบับ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวนามมาแล้วเป็นอย่างสูง

ยุวดี พีรพรพิศาล
สาคร พรหมขัติแก้ว
โฉมยง ไชยอุบล
มานิดา โชรัมย์

ศูนย์วิจัยน้ำ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่องโครงการวิจัย การศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยใช้แพลงก์ตอนเป็นดัชนีทางชีวภาพ

ชื่อผู้เขียนรายงานวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี พีรพรพิศาล

การศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยใช้แพลงก์ตอนเป็นดัชนีชีวภาพ ระหว่างเดือนเมษายน 2539-พฤษภาคม 2541 พบว่าสามารถใช้แพลงก์ตอนพืช 4 สปีชีส์ และแพลงก์ตอนสัตว์ 2 สปีชีส์ เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ โดยแพลงก์ตอนพืช 3 สปีชีส์ ได้แก่ *Planktolyngbya limnetica* Lemmerman, *Aulacoseira granalata* (Ehrenberg) Ralfs และ *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg บ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี ส่วน *Dinobryon divergens* Imhof บ่งชี้คุณภาพน้ำดี แพลงก์ตอนสัตว์ที่บ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี ได้แก่ *Polyarthra vulgaris* และบ่งชี้คุณภาพน้ำดี ได้แก่ *Tetramastrix opoliensis* คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วจัดตามมาตรฐานคุณภาพน้ำจืดผิวดินอยู่ในประเภท 2 และเมื่อจัดตามความมากน้อยของสารอาหารจัดเป็น mesotrophic reservoir คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำนี้ยังมีความเหมาะสมที่จะนำมาเป็นน้ำดิบเพื่อทำน้ำประปาแจกจ่ายในมหาวิทยาลัย สามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภค บริโภค โดยต้องผ่านการบำบัดที่เหมาะสมก่อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Abstract

Title Study of Water Quality in Ang Kaew Reservoir, Chiang Mai University Using Planktons as Bioindicator

Author Assistant Professor Dr. Yuwadee Peerapornpisal

The study of water quality in Ang Kaew reservoir, Chiang Mai University using planktons as bioindicator was carried out during April 1996-May 1998. It was found that four species of phytoplanktons and two species of zooplanktons can be used as bioindicator in the reservoir. Three species of phytoplanktons i.e. *Planktolyngbya limnetica* Lemmerman, *Aulacoseira granalata* (Ehrenberg) Ralfs and *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg indicated polluted water quality whilst *Dinobryon divergens* Imhof indicated clean water quality. Two species of zooplankton i.e. *Polyarthra vulgaris* indicated polluted water quality whilst *Tetramastrix opoliensis* indicated clean water quality. Assessment of the water quality as classified by the standard surface water quality was in the second category and relation to the amount of nutrient was mesotrophic . The water quality in the reservoir was suitable for house hold consumption when properly treated.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพประกอบ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร	3
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	18
บทที่ 4 ผลการวิจัย	22
บทที่ 5 อภิปรายผลการวิจัย	61
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	64
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก	70
ประวัติการศึกษาและประสบการณ์ของหัวหน้าคณะวิจัย	78

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ชนิด ขนาด รูปร่างทั่วไป รูปร่างเชิงคณิตศาสตร์และปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	23
2	แพลงก์ตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำแนกตามอนุกรมวิธาน	34
3	ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน	72
4	การจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของสารอาหาร คุณสมบัติน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพบางประการ แพลงก์ตอนพืชที่เป็นชนิดเด่นและแพลงก์ตอนพืชที่พบเห็นโดยทั่วไปในชั้นน้ำระดับต่าง ๆ	74
5	การจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของสารอาหาร คุณสมบัติน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพบางประการ แพลงก์ตอนพืชที่เป็นชนิดเด่นและแพลงก์ตอนพืชที่พบเป็นชนิดเด่นในชั้นน้ำระดับต่าง ๆ	75
6	การจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของฟอสฟอรัสรวม ไนโตรเจน คลอโรฟิลล์ เอ และความลึกที่แสงส่องถึง	76
7	สหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพเคมีและชีวภาพในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	77

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	แผนที่อ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ แสดงจุดเก็บตัวอย่าง 6 จุด	4
2	เปอร์เซนต์จำนวนสปีชีส์ของแพลงก์ตอนพืชแต่ละกลุ่ม ในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม	28
3	ปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	28
4	เปอร์เซนต์ปริมาตรชีวภาพของกลุ่มแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จากจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (บริเวณแสงส่องถึง) และ จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (บริเวณแสงส่องไม่ถึง)	29
5	เปอร์เซนต์ปริมาตรชีวภาพรวมของกลุ่มแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	29
6	แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นและพบทั่วไปในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว	31
7	แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นและพบทั่วไปในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว (ต่อ)	32
8	แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นและพบทั่วไปในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว (ต่อ)	33
9	เปอร์เซนต์ความหนาแน่นของกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	34
10	แพลงก์ตอนสัตว์ชนิดที่เด่นและพบทั่วไปในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว	35
11	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและความหนาแน่น ของแพลงก์ตอนสัตว์ ในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	36
12	ความลึกของอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	36
13	ความลึกที่แสงส่องถึงของอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	38
14	ความขุ่นของน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	38
15	อุณหภูมิของน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	39
16	ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	39
17	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำของน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	41
18	ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	41
19	ค่าความเป็นด่างของน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	42

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
20	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำของน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	42
21	ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) ของน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	44
22	ปริมาณไนเตรท ไนโตรเจนของน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	44
23	ปริมาณแอมโนเนียม ไนโตรเจนของน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	45
24	ปริมาณ soluble reactive phosphorus ของน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	45
25	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำและอุณหภูมิของน้ำ ในรอบวันในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2540	47
26	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำและอุณหภูมิของน้ำ ในรอบวันในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มิถุนายน 2540 - พฤษภาคม 2541	48
27	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	50
28	ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	50
29	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบปีและตามระดับชั้นน้ำในแนวลึก ในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	51
30	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนในรอบปีและตามระดับชั้นน้ำ ในแนวลึกในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	52
31	เปรียบเทียบคุณภาพน้ำและปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช ที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	54
32	เปรียบเทียบคุณภาพน้ำและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ ที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	54
33	ปริมาณไนเตรท ไนโตรเจน จากทางน้ำเข้าทั้ง 3 ทาง และบริเวณลึกสุด ของอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	57

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
34	ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน จากทางน้ำเข้าทั้ง 3 ทาง และบริเวณลึกสุด ของอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	59
35	ปริมาณ soluble reactive phosphorus จากทางน้ำเข้าทั้ง 3 ทาง และบริเวณลึกสุด ของอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 1
บทนำ

อ่างแก้ว เป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สร้างมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2505 เพื่อจัดสร้างระบบประปาของตนเอง อ่างเก็บน้ำนี้เมื่อแรกสร้างมีพื้นที่ประมาณ 40 ไร่ ความจุของอ่างประมาณ 400,000 m^3 รับน้ำมาจากห้วยแก้ว ห้วยกู่ขาว ซึ่งเป็นธารน้ำไหลมาจากดอยสุเทพ-ปุย ดอยบวกห้า ธารน้ำนี้ไหลผ่านบริเวณที่เป็นป่าธรรมชาติ น้ำตก บางส่วนของลำธารไหลผ่านสวนสัตว์เชียงใหม่ และบางส่วนไหลผ่านแหล่งชุมชน รวมแล้วอ่างเก็บน้ำมีพื้นที่รับน้ำประมาณ 13 km^2 ปัจจุบันน้ำจากลำธารทั้งสองแห่งมีปริมาณลดน้อยลง และทางสวนสัตว์เชียงใหม่มีโครงการที่จะขยายงานซึ่งมีกิจกรรมหลายอย่างที่ต้องใช้น้ำเพิ่มขึ้น ประกอบกับความต้องการใช้น้ำประปาได้ขยายตัวมากขึ้นตลอดเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 เป็นต้นมา มีผลให้มหาวิทยาลัยเชียงใหมีประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำดิบในช่วงฤดูร้อนตลอดมา

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ต้องการใช้น้ำดิบเพื่อนำมาผลิตน้ำประปา วันละ 6,000 m^3 โดยประมาณ สำหรับให้ประชากรภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งมีประมาณ 18,000 คน ใช้ในการอุปโภคและบริโภค ทางมหาวิทยาลัยเชียงใหม่จึงได้ทำการสูบน้ำจากคลองชลประทานมาเติมให้กับอ่างแก้วในบางช่วงที่มีปริมาณน้ำน้อย

จะเห็นได้ว่า น้ำในอ่างแก้วนี้ได้ผ่านบริเวณที่เป็นป่าธรรมชาติ น้ำตก บริเวณสวนสัตว์ คลองชลประทานรวมทั้งแหล่งชุมชนที่มีกิจกรรมอันอาจจะทำให้น้ำได้รับการปนเปื้อน คุณภาพน้ำในอ่างแก้วจึงเสี่ยงต่อความเปลี่ยนแปลง และมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนคุณภาพไปในทางที่ไม่ดีได้ง่ายหากไม่ระมัดระวังอยู่ตลอดเวลา อีกประการหนึ่งน้ำดิบที่นำมาทำน้ำประปาซึ่งเป็นน้ำในอ่างแก้ว จะมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อกระบวนการทำน้ำประปา ถ้าได้น้ำที่มีคุณภาพดีก็จะทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำประปาลดลง ตรงข้ามถ้าคุณภาพน้ำไม่ดีก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงขึ้น อย่างไรก็ตามทางงานสาธารณูปการ กองสวัสดิการ สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ตระหนักถึงความสำคัญของคุณภาพน้ำ จึงได้ร่วมมือกับภาควิชาจุลชีววิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตรวจแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคซึ่งเจริญอยู่ในน้ำเป็นประจำ และทางงานสาธารณูปการ กองสวัสดิการ ก็ได้ทำการตรวจความเป็นกรดด่างทุกวัน นอกจากนั้นก็ได้นำน้ำจากอ่างแก้วไปตรวจหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่าความเป็นกรดด่าง เหล็ก ปรอท สังกะสี อลูมิเนียม แคลเซียม ตะกอนแขวนลอยและปริมาณสารอาหารเป็นครั้งคราว

โดยทั่วไปแล้ว การวิเคราะห์คุณภาพน้ำสามารถทำได้ทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ แต่ที่นิยมใช้กันคือ ทางกายภาพและเคมี ซึ่งให้ผลการวิเคราะห์รวดเร็ว แต่จะให้ผลถูกต้องเฉพาะวันและเวลาที่ตรวจวัดเท่านั้น ส่วนการวิเคราะห์ทางด้านชีวภาพยังไม่เป็นที่นิยมกันในอดีต เนื่องจากต้องใช้เวลาและผู้วิเคราะห์ต้องมีความชำนาญในการใช้สิ่งมีชีวิตแต่ละอย่างในการวิเคราะห์เป็นอย่างดี ข้อที่ดีของการวิเคราะห์ทางด้านชีวภาพนี้คือ ให้ผลของคุณภาพน้ำในอดีตไม่เฉพาะเจาะจงในวันที่ทำการตรวจวัดและไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือหรือสารเคมีที่มีราคาแพง ปัจจุบันวิทยาการทางด้านการใช้สิ่งมีชีวิตประเมินคุณภาพน้ำมีความก้าวหน้ามากขึ้นในประเทศไทย มีผู้เชี่ยวชาญแต่ละสาขามากขึ้น จึงมีความเหมาะสมที่จะทำการวิจัยคุณภาพน้ำโดยใช้สิ่งมีชีวิตในการตรวจวิเคราะห์มากขึ้น ในงานวิจัยเรื่องนี้ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วางแผนการวิจัยโดยใช้สิ่งมีชีวิต 2 ประเภทคือ แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เป็นดัชนีที่จะบ่งชี้คุณภาพน้ำ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดใน 2 ประเภทนี้สามารถเจริญได้ในน้ำที่มีคุณภาพแตกต่างกัน การศึกษาโดยดูชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิตทั้ง 2 ประเภท ในระยะเวลานานถึง 2 ปี และในน้ำที่มีคุณภาพเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละรอบปี ย่อมจะเป็นข้อมูลนำสิ่งมีชีวิตทั้ง 2 ประเภท มาบ่งชี้คุณภาพของน้ำได้

อย่างไรก็ตามงานวิจัยเรื่องนี้จะศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีร่วมด้วย เพื่อจะเป็นข้อมูลเสริม ผลงานวิจัยนี้สามารถนำมาประเมินคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วได้อย่างต่อเนื่อง เป็นระยะเวลา 2 ปี ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่รับผิดชอบทางคุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำนี้ และกับประชากรในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่โดยส่วนรวม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ
2. เพื่อศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วเพื่อใช้เป็นข้อมูลเสริมการใช้แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เป็นดัชนีชี้คุณภาพน้ำ
3. เพื่อศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ซึ่งเป็นทรัพยากรในแหล่งน้ำของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 2
ทบทวนเอกสาร

ความเป็นมาของอ่างแก้วและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อ่างแก้วตั้งอยู่บริเวณ 18°48′15″ - 18°48′15″ เหนือ 98°56′45″ - 98°57′17″ ตะวันออก สร้างขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2505 เพื่อจัดตั้งระบบประปาของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กรมชลประทานได้ช่วยในการสำรวจและก่อสร้างเขื่อนกั้นน้ำบริเวณเชิงดอยสุเทพ กั้นน้ำจากลำน้ำห้วยแก้วและห้วยกู่ขาว อ่างเก็บน้ำนี้เมื่อแรกสร้างมีพื้นที่ประมาณ 40 ไร่ ความจุของอ่างประมาณ 400,000 m^3 สภาพภูมิประเทศที่ธารน้ำทั้งสองไหลผ่านมีทั้งบริเวณที่เป็นสภาพป่าธรรมชาติ แหล่งชุมชนต่างๆ และสวนสัตว์เชียงใหม่ รวมมีพื้นที่รับน้ำประมาณ 13 km^3

ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับพื้นที่รับน้ำ

สภาพภูมิประเทศ ลักษณะโดยทั่วไปของพื้นที่รับน้ำประกอบด้วยภูเขาที่สลับซับซ้อนเชื่อมต่อกันหลายลูกที่สำคัญได้แก่ ดอยสุเทพ ซึ่งมีความสูง 1,100 m จากระดับน้ำทะเล ดอยบวกห้ามีความสูง 1,400 m จากระดับน้ำทะเล และดอยปุย ซึ่งมีความสูงที่สุดประมาณ 1,685 m จากระดับน้ำทะเล ภูเขาเหล่านี้เป็นแหล่งรับน้ำที่สำคัญของห้วยแก้ว ห้วยกู่ขาว และห้วยช่างเคี่ยน ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำสำคัญของแม่ปิง (นนทรัฐ และ ปภากร, 2537)

สภาพภูมิอากาศ เนื่องจากพื้นที่รับน้ำมียอดภูเขาสูงหลายยอดและสภาพป่าอุดมสมบูรณ์อากาศบริเวณพื้นที่รับน้ำจึงเย็นตลอดปี โดยในฤดูร้อนอากาศจะเย็นสบาย ฤดูหนาวอากาศค่อนข้างหนาว อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีอยู่ระหว่าง 15.5-16.5° C ในฤดูฝนจะมีฝนตกสม่ำเสมอทุกวัน โดยมีฝนตกมากที่สุดในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน และฝนจะค่อยๆ ตกน้อยลงไปเรื่อยๆ จนถึงเดือนพฤศจิกายน ในเดือนธันวาคมจะไม่มีฝนตกเลย (ไพฑูรย์ และ กิตติราช, 2530)

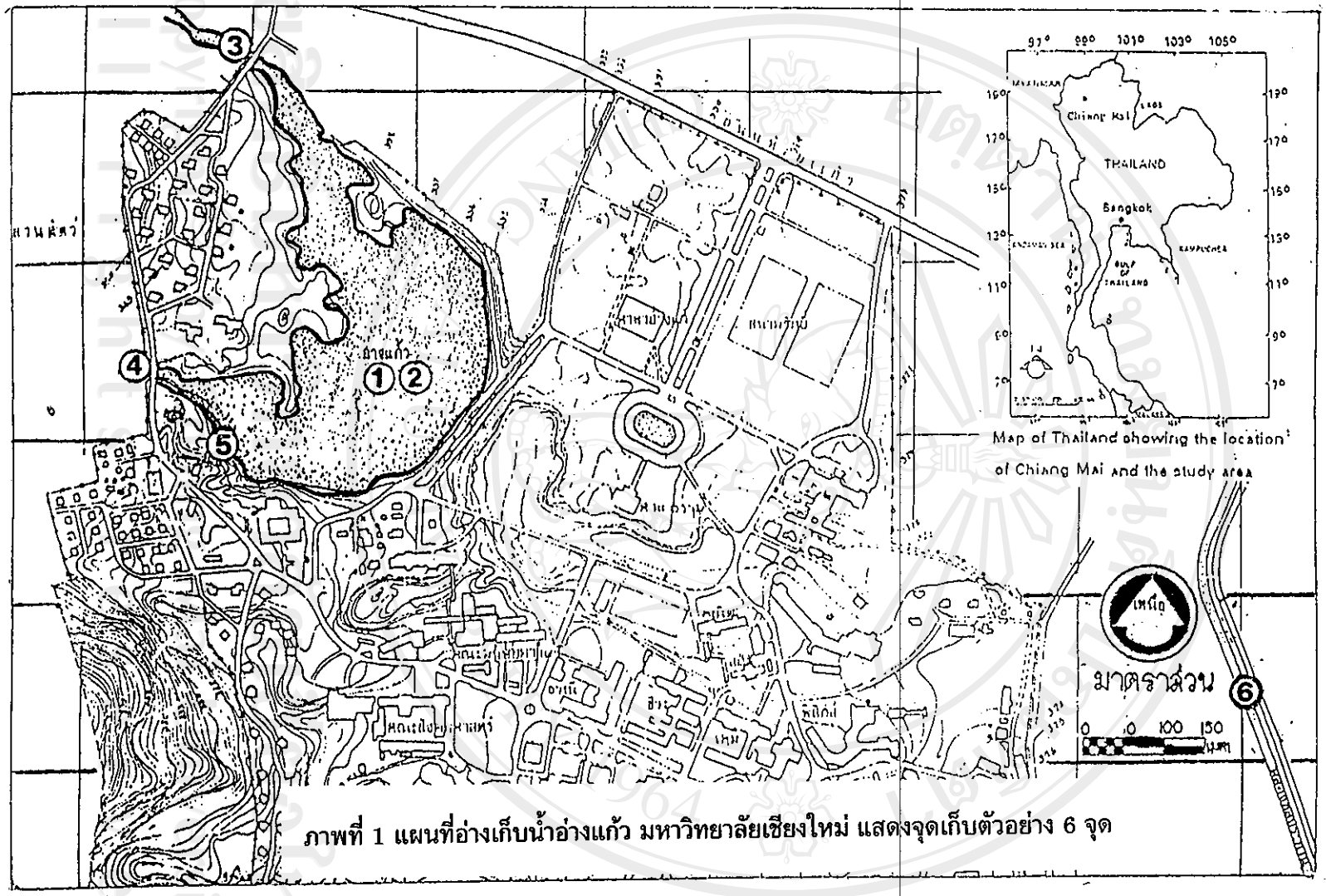
กิจกรรมของทางด้านประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่รับน้ำ

ไพฑูรย์ และ กิตติราช (2530) ได้กล่าวถึงกิจกรรมของประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่รับน้ำอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ดังนี้

การเกษตร มีการแผ้วถางป่าไม้เพื่อทำไร่เลื่อนลอย พืชที่ปลูกเพื่อการบริโภคได้แก่ ข้าวไร่ ข้าวโพด ถั่ว ฝิ่น และกล้วย พืชที่ปลูกเป็นสินค้าได้แก่ ลิ้นจี่ และท้อ ซึ่งมีเป็นจำนวนมาก การท่องเที่ยวบริเวณดอยสุเทพ-ปุย มีทัศนีภาพที่สวยงามประกอบกับมีสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญหลายแห่ง จึงมีประชาชนเดินทางขึ้นไปท่องเที่ยวตลอดทั้งปี การค้าขาย มีการประกอบกิจการร้านขายอาหารของที่ระลึกให้กับนักท่องเที่ยว

นอกจากนี้ ยังมีชุมชนของชาวเขาและหน่วยงานราชการหลายหน่วยงานตั้งอยู่ในเขตพื้นที่รับน้ำดังนี้ ที่ทำการอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย พระตำหนักภูพิงค์ราชนิเวศน์ โรงเรียนชาวเขา สถานีตรวจแผ่นดินไหว สำนักงานบำรุงทางสายพระธาตุดอยสุเทพ สถานีป้องกันไฟป่า สถานีถ่ายทอดโทรทัศน์ช่อง 3 ช่อง 8 ช่อง 9 หอดูดาวมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วัดศรีโสดา และสวนสัตว์เชียงใหม่ เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 1 แผนที่อ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ แสดงจุดเก็บตัวอย่าง 6 จุด

สมชัย และคณะ (2522) อ้างโดย อัษฎางค์ และคณะ (2529) ได้ศึกษาปริมาณน้ำที่อ่างแก้วสามารถเก็บกักได้ 320,000 m^3 ซึ่งลดลงจากเดิมร้อยละ 20 และประมาณว่าจะมีการตกตะกอนปีละ 2,500-3,000 m^3 อัษฎางค์ และคณะ (2529) อ้างถึง สุพร และคณะ, 2527 กล่าวถึงการศึกษาปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำของอ่างแก้ว ได้พบว่าปริมาณน้ำไหลลงสู่อ่างแก้วโดยเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกันยายนและต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์คือ 11,773 และ 1,530 m^3 ตามลำดับ ในขณะที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่มีความต้องการใช้น้ำประปาโดยเฉลี่ยวันละ 4,400 m^3 (เฉพาะบริเวณเชิงดอย) ดังนั้นปริมาณน้ำในเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤษภาคมจึงเหลือใช้ แต่ในระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายนจะไม่พอใช้ นอกจากนี้ยังพบว่าในฤดูฝนมีความขุ่นมากกว่า ฤดูแล้งค่าความเป็นด่างและความกระด้างค่อนข้างน้อย สำหรับน้ำที่ไหลผ่านสวนสัตว์เข้าสู่อ่างแก้วนั้นมีบางช่วงที่น่าสงสัยว่าจะมีสิ่งไม่สะอาดปะปนลงมาด้วย

จากการศึกษาของ นนทรัฐ และ ปภากร (2537) พบว่าน้ำในอ่างแก้วจะได้รับการปนเปื้อนจากหมู่บ้านห้วยแก้ว ร้านอาหาร และสวนสัตว์ ส่วนด้านคลองชลประทานนั้นจากการสำรวจพบว่าที่บริเวณโรงแรมเชียงใหม่ภูคำ ซึ่งอยู่เหนือจุดสูบน้ำของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นจุดที่มีท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือนต่างๆ สองฟากถนนห้วยแก้วลงสู่คลองชลประทาน อย่างไรก็ตามกองสวัสดิการมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้ตระหนักถึงความสำคัญของคุณภาพน้ำและได้ส่งตัวอย่างน้ำดิบไปให้ห้องปฏิบัติการ คณะเทคนิคการแพทย์ทำการตรวจทุกๆ 2 สัปดาห์ เพื่อหาเชื้อต่างๆ อันอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ซึ่งปัจจุบันยังไม่พบเชื้อเหล่านั้น และจากการสำรวจและประมาณปริมาณน้ำที่อ่างแก้วสามารถเก็บกักไว้ได้นั้นมีเพียง 270,000 m^3 และมีความลึกของตะกอนใต้น้ำเฉลี่ยประมาณ 0.50 m ซึ่งปริมาณการกักเก็บลดลงจากแรกสร้างถึงร้อยละ 30

เฟื่องฟ้า และ สีวิกา (2530) ศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในช่วงเดือนพฤษภาคม-สิงหาคม 2530 พบว่า trophic state ของน้ำในอ่างแก้วเป็นแบบ mesotrophic ถึง eutrophic status ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาของคุณภาพน้ำได้ในอนาคต

ความรู้เกี่ยวกับแพลงก์ตอนพืช

แพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำ ส่วนใหญ่มีคลอโรฟิลล์ช่วยในการสังเคราะห์แสง มีขนาดเล็กจนไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า แพลงก์ตอนพืชมีรูปร่างลักษณะหลายแบบด้วยกัน อาจจะเป็นเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่มเซลล์หรือเป็นเส้นสาย (กาญจนภาชน์, 2527 และ ยุวดี, 2532) แพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถเจริญได้ทุกแห่งที่มีความชื้นและสภาพทางกายภาพ เคมีมีความเหมาะสม ซึ่งส่วนมากเจริญได้ดีในน้ำ สามารถเคลื่อนที่ได้โดยกระแสลมและคลื่น (ลัดดา, 2538)

การจัดระเบียบรูปร่างโดยทั่วไปของแพลงก์ตอนพืช อาจจัดได้ 3 แบบด้วยกันคือ แบบที่หนึ่งพวกที่มีเพียงเซลล์เดียว อาจติดอยู่กันเป็นกลุ่ม เช่น 2,4,8 เซลล์หรือมากกว่า เนื่องจากมีการแบ่งเซลล์ใหม่ๆ เมื่อเสร็จจากการแบ่งเซลล์แล้วจะอยู่เป็นอิสระเซลล์เดียวต่อไป รูปร่างเซลล์มีทั้งกลม รี สามเหลี่ยม หรือรูปร่างไม่แน่นอน รวมทั้งพวกที่เคลื่อนที่ได้เอง เช่น *Euglena* spp. แบบที่สอง พวกที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เรียงตัวกันเป็นกลุ่ม แต่ละเซลล์จะมาเรียงกันเป็นกลุ่มทำให้ซับซ้อนยิ่งขึ้น เช่น พวกที่มีแฟลกเจลลาเคลื่อนที่ได้แก่ *Pandorina* spp. พวกที่ไม่มีแฟลกเจลลา เคลื่อนที่ตามกระแสน้ำ ได้แก่ *Scenedesmus* spp. พวกที่มีเมือกห่อหุ้มได้แก่ *Merismopedia* spp. ส่วนอีกแบบหนึ่งคือการจัดเรียงเซลล์ต่อกันเป็นเส้นสาย ได้แก่ พวกที่แตกแขนง เช่น *Cladophora* spp. และพวกที่ไม่แตกแขนง เช่น *Spirogyra* spp., *Spirulina* spp. (Round, 1973)

ลัดดา (2538) ได้กล่าวถึงการจำแนกประเภทแพลงก์ตอนพืชไว้ดังนี้ การจำแนกประเภทเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชในระดับ division, class และ order สามารถใช้หลักเกณฑ์ 5 ประการคือ ชนิดของรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง (type of photosynthesis pigments) ประเภทของอาหารสะสม (type of reserved products) ประเภทขององค์ประกอบของผนังเซลล์ (type of cell wall component) ประเภทของหนวด (type of flagella) และลักษณะพิเศษของโครงสร้างของเซลล์ (special cell structure) แต่ถ้าเป็นการจำแนกประเภทในระดับ family, genus และ species จำเป็นต้องศึกษารายละเอียดของเซลล์ปกติ (vegetative structure) ทั้งที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงและกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน รวมทั้งศึกษาวิธีการสืบพันธุ์ประกอบการพิจารณา

สาหร่ายที่จัดเป็นแพลงก์ตอนพืชมีทั้งหมด 6 division คือ Cyanophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta, Euglenophyta และ Cryptophyta (ยุวดี, 2538 อ้างถึง Bold and Wynne, 1958)

ความสำคัญของแพลงก์ตอนพืช

ยุวดี (2532) อ้างถึง Round (1973) กล่าวว่าแพลงก์ตอนพืชดำรงชีวิตแบบ autotrophic organism จึงมีความสำคัญต่อระบบนิเวศในแง่เป็นผู้ผลิตก๊าซออกซิเจนให้กับแหล่งน้ำและระบบนิเวศใกล้เคียงถึง 50% ของปริมาณออกซิเจนทั้งหมด ซึ่งอัตราเร็วของปฏิกิริยาสังเคราะห์แสงขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแสง อุณหภูมิ คาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณฟอสฟอรัส ไนเตรท และแอมโมเนียม ไนโตรเจน (มั่นสิน, 2536) อีกทั้งแพลงก์ตอนพืชยังเป็นผู้ผลิต (producer) และเป็นส่วนหนึ่งของห่วงโซ่อาหารขั้นต้นๆ ของสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยจะเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์หรือแม้แต่สัตว์น้ำที่โตเต็มที่ ดังนั้นผลผลิต (productivity) ของแหล่งน้ำจึงขึ้นอยู่กับปริมาณของแพลงก์ตอนพืชด้วย (ยุวดี, 2532)

ในด้านการกำจัดน้ำเสีย ศิริเพ็ญ (2537) อ้างถึง Palmer (1977) Wilson and Houghton (1978)และWu and Pound (1981)ซึ่งรายงานว่าการกำจัดน้ำเสียโดยแพลงก์ตอนพืชนั้นนิยมใช้แพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก เช่น *Chlorella* sp. ในการดูดธาตุอาหารจากน้ำเสียก่อนที่จะปล่อยน้ำนั้นลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งจะทำให้คุณภาพน้ำนั้นดีขึ้น โดยการลดปริมาณสารประกอบไนโตรเจน ฟอสฟอรัส BOD (biochemical oxygen demand) COD (chemical oxygen demand) และเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ในด้านการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร โดยแพลงก์ตอนพืชสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดสามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนช่วยในการเพิ่มธาตุอาหารแก่ดินและลดต้นทุนการผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนี้แพลงก์ตอนพืชยังมีความสำคัญในด้านการเป็นอาหารของคนและสัตว์ อุตสาหกรรม การแพทย์ ตลอดจนการศึกษาและทดลองทางวิทยาศาสตร์ ดังที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า แพลงก์ตอนพืชมีประโยชน์ในหลายๆ ด้าน แต่แพลงก์ตอนพืชก็ให้โทษต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ได้เช่นกันในสภาวะที่เกิดยูโทรฟิเคชั่น (eutrophication) ซึ่งหมายถึง การที่แพลงก์ตอนพืชเจริญขึ้นอย่างรวดเร็วเต็มผิวน้ำ เนื่องจากสภาพทางเคมีและทางกายภาพเหมาะสม ทำให้สัตว์น้ำตายหรืออพยพไปอยู่ที่อื่น น้ำขาดออกซิเจน กลิ่น รส และสีของน้ำเปลี่ยนแปลงไป แหล่งน้ำตื้นเขิน ทำให้ทัศนียภาพของแหล่งน้ำเสียไป ซึ่งเป็นการเพิ่มมลพิษของสิ่งแวดล้อมบริเวณนั้นด้วย (บัญญัติ, 2525; นารี, 2529; ศิริเพ็ญ, 2537; ยุวดี, 2538; ลัดดา, 2538; Round, 1973; Bold and Wynne, 1978)

พจนีย์ (2536) อ้างถึง ธีรพร (2530) ซึ่งกล่าวว่า ความเป็นพิษอาจมีการถ่ายทอดผ่านระบบห่วงโซ่อาหารและอาจทำให้เกิดการขยายพิษทางชีวภาพขึ้น (biomagnification) และสภาพ eutrophication ที่เกิดการเจริญของแพลงก์ตอนพืชมากๆ อาจก่อให้เกิดการอุดตันของถังกรองทรายในกระบวนการผลิตน้ำประปา กระบวนการนี้มักเกิดในแหล่งน้ำที่มีขอบเขตการไหลจำกัด เช่น ทะเลสาบ และทะเลใกล้บริเวณชายฝั่ง (สมใจ, 2532)

ยุวดี (2538) กล่าวว่า ความสำคัญอีกประการหนึ่งของแพลงก์ตอนพืชคือ สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพแหล่งน้ำเนื่องจากแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดมีแหล่งที่อยู่อาศัยและช่วงความทนทาน (range of tolerance) ต่อสภาพแวดล้อมไม่เหมือนกัน โดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดไวต่อสภาพรีดิวซ์หรือออกซิไดซ์ในแหล่งน้ำต่างๆ ได้ง่าย ดังนั้นในแหล่งน้ำต่างกันจึงมีแพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโตไม่เหมือนกัน ซึ่งการที่จะนำเอาแพลงก์ตอนพืชมาใช้เป็นดัชนีทางชีวภาพในเบื้องต้นควรทำการวิจัยร่วมไปกับการวิจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีทางชีวภาพมีดังนี้

สุคนธ์ (2534) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำของการประปาเชียงราย พบว่าปริมาณสารอาหารได้แก่ ฟอสฟอรัสทั้งหมด ออร์โธฟอสเฟต ไนโตรเจนทั้งหมด มีความสัมพันธ์กับการเจริญของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำ ในเดือนพฤษภาคมปริมาณสารอาหารดังกล่าวสูงกว่าเดือนอื่นๆ จะพบแพลงก์ตอนพืชทั้งจำนวนและชนิดมากกว่าเดือนอื่นๆ แพลงก์ตอนพืชที่พบเป็นชนิดเด่นในเดือนนี้คือ *Anabaena cylindrica*, *Chlorococcum minutum*, *Gyrosigma attenulatum*, *Microcystic aeruginosa*

พจนีย์ (2536) ศึกษาความสัมพันธ์ของสารอาหารต่อการกระจายของแพลงก์ตอนพืชและผลผลิตเบื้องต้นในอ่างเก็บน้ำบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ฯ พบว่าฟอสฟอรัสรวม ออร์โธ-ฟอสเฟต ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และค่า pH ค่อนข้างสูง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับจำนวนแพลงก์ตอนพืช โดยพบว่าในเดือนพฤษภาคม มีจำนวนแพลงก์ตอนพืชสูงสุด แพลงก์ตอนพืชที่เป็นชนิดเด่น ในอ่างเก็บน้ำบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ฯ คือ *Cylindrospermopsis raciborskii* และ *C. philippinensis* ซึ่งอยู่ใน Division Cyanophyta รองลงมาคือ แพลงก์ตอนพืชใน Division Chlorophyta, Chrysophyta และ Euglenophyta ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Branco and Senna (1994) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของ *C. raciborskii* และ *M. aeruginasa* ใน Paranoa reservoir ประเทศบราซิล พบว่าสภาพของแหล่งน้ำนี้เป็น eutrophic reservoir

ยุวดี และ สาคร (2537) ศึกษาคุณภาพน้ำและการกระจายของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำสำนักงานเกษตรภาคเหนือ เชียงใหม่ พบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชมีความสัมพันธ์กับปริมาณและคุณภาพน้ำอยู่ในระดับ mesotrophic status แพลงก์ตอนพืชที่พบมากคือ *Microcystis* sp. และ *Euglena tuba* ซึ่งบ่งชี้คุณภาพน้ำที่ใกล้จะเสีย

ฉมาภรณ์ (2538) ได้ทำการสำรวจชนิดของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำแม่กวงที่ไหลผ่านจังหวัดลำพูน พบแพลงก์ตอนพืชที่เป็นดัชนีทางชีวภาพ 11 ชนิด ชนิดที่บ่งบอกถึงคุณภาพแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี ได้แก่ ไดอะตอมชนิด *Eunotia lineolata* ชนิดที่บ่งบอกถึงแหล่งน้ำที่มีคุณภาพไม่ดี ได้แก่ Euglenoids ชนิด *Euglena acus*, *Euglena polymorpha*, *Phacus minutus*, *Trachelomonas armata*, *Trachelomonas horrida* กลุ่มไดอะตอมชนิด *Aulacoseira granulata*, *Nitszchia amphibia*, *Synedra ulna* และแพลงก์ตอนพืชสีเขียวแกมน้ำเงินชนิด *Merismopedia* sp. และ *Oscillatoria* sp.

ประเสริฐ (2539) ศึกษาคุณภาพทางชีวภาพของน้ำและการเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำของสำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าปริมาณ *Pediastrum* sp. และ *Scenedesmus* sp. มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณสารอาหารคือ ออร์โธฟอสเฟต แอมโมเนียมและไนเตรท ไนโตรเจน ในแหล่งน้ำระดับ oligotrophic ถึง mesotrophic status

ตรัย (2539) ศึกษาคุณภาพน้ำ การกระจายของแพลงก์ตอนพืชและแบคทีเรียในอ่างเก็บน้ำ 2 แหล่ง ของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ เชียงใหม่ พบแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำระดับ oligotrophic status ชนิดที่เด่นคือ *Planktolyngbya* sp. รองลงมาคือ *Centritractus belanophorus* และ *Botryococcus braunii* ตามลำดับ ส่วนในแหล่งน้ำระดับ oligotrophic ถึง mesotrophic status แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบคือ *Planktolyngbya* sp. รองลงมาคือ *Cylindrospermopsis raciborskii* และ *Pseudanabaena* sp.

Peerapornpisal (1996) ศึกษาแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำในศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ พบว่าแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นคือ *Cylindrospermopsis raciborskii* ซึ่งมีความสัมพันธ์แบบแปรผันกลับกับปริมาณไนเตรท ไนโตรเจน เนื่องจาก *C. raciborskii* มีเฮทเทอโรซิสต์ ซึ่งเป็นออร์กาเนลที่สามารถตรึงไนโตรเจน แล้วเปลี่ยนมาเป็นแอมโมเนียม หรือไนเตรท ในรูปที่แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ได้ แต่ในช่วงที่มีไนเตรท ไนโตรเจนสูง แพลงก์ตอนพืชชนิดอื่น ๆ สามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่า *C. raciborskii*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความสำคัญของแพลงก์ตอนสัตว์

ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำจืด มักประกอบด้วยกลุ่มของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่สำคัญเพียง 3 กลุ่มคือ โรติเฟอร์ใน Phylum Rotifera, คลาโดเซอแรน ใน Order Cladocera, Class Crustacea, Phylum Arthropoda และ โคพีพอด ใน Order Copepoda

Masundire (1994) ศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ในทะเลสาบคาริบ ประเทศซิมบับเว ซึ่งเป็นทะเลสาบเขตร้อน พบว่าการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลมีผลต่อความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ โดยในฤดูฝนแพลงก์ตอนสัตว์พวก Crustacean จะมีความหนาแน่นสูง ซึ่งก็เป็นช่วงที่ปริมาณสารอาหารออร์โธฟอสเฟตสูงด้วย โดยแพลงก์ตอนสัตว์พวกคลาโดเซอแรนมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มของแพลงก์ตอนพืชพวกไดอะตอม

Uku and Mavuti (1994) กล่าวว่าทะเลสาบในประเทศเคนย่า พบแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของสารอาหารสูงจะมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชสูง ค่าการนำไฟฟ้าในแหล่งน้ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอนพืช โดยค่าการนำไฟฟ้าสูง ปริมาณแพลงก์ตอนพืชก็จะสูงด้วย และปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ก็จะสูงตามมา โดยพบแพลงก์ตอนสัตว์พวก *Brachionus angularis* ในแหล่งน้ำที่มีมลภาวะ

งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำต่าง ๆ มีดังนี้

โอภาส (2523) ได้สำรวจโปรโตซัวในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบโปรโตซัว 62 สปีชีส์ ใน 3 Class คือ Class Ciliata 28 สปีชีส์ Class Mastigophora 18 สปีชีส์ และ Class Sarcodina 16 สปีชีส์ โปรโตซัวที่พบส่วนใหญ่มีรายงานไม่เท่ากับที่มีรายงานมาก่อน

เชิดพันธ์ (2526) ได้สำรวจโปรโตซัวในคูเมืองเชียงใหม่ เป็นเวลา 1 ปี พบโปรโตซัว 70 สปีชีส์ ใน 4 Class คือ Class Ciliata พบ 40 สปีชีส์ Class Masigophora พบ 15 สปีชีส์ Class Sarcodina พบ 14 สปีชีส์ และ Class Suctoria พบ 1 สปีชีส์ โปรโตซัวที่พบมีขนาดทั้งเล็กกว่า ใหญ่กว่า และเท่ากับที่เคยมีรายงานมาก่อน และบางชนิดมีรูปร่างที่แตกต่างออกไป

อินทิรา (2540) สำรวจโปรโตซัวในอ่างเก็บน้ำ สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดเชียงใหม่ พบ 40 สปีชีส์ ใน 4 Class คือ Class Ciliata 20 สปีชีส์ Class Mastigophora 5 สปีชีส์ Class Sarcodina 13 สปีชีส์ และ Class Suctoria 2 สปีชีส์

สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและแพร่กระจายของแพลงก์ตอน

สิ่งมีชีวิตในน้ำ เช่น แพลงก์ตอนพืช ซึ่งจัดเป็นผู้ผลิตของแหล่งน้ำ อาศัยคุณสมบัติต่าง ๆ ของน้ำเพื่อการเจริญเติบโตและแพร่กระจาย (Goldman and Horne, 1983) ดังนั้นการศึกษา แพลงก์ตอนพืชต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมทางกายภาพ เคมีของแหล่งน้ำ ลักษณะของแหล่งน้ำ ความเข้มของแสง การส่องผ่านของแสง ความขุ่น อุณหภูมิของน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ความเป็นด่าง (alkalinity) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolve oxygen) และสารอาหารพวกไนเตรท ฟอสเฟต และแอมโมเนียม ที่มีผลต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพืช (นันทนา, 2536; Wetzel, 1983)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะของแหล่งน้ำ

แหล่งน้ำขนาดเล็กจะมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืชน้อยมาก โดยเฉพาะเขตที่ห่างจากชายฝั่ง แต่ในแหล่งน้ำที่มีขนาดใหญ่และลึก จะมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของชนิดแพลงก์ตอนพืชมากทั้งบริเวณที่ห่างจากชายฝั่งและบริเวณชายฝั่ง โดยเฉพาะองค์ประกอบชนิดในแนวตั้งตามความลึก (vertical strafication) ในช่วงที่มีการแบ่งชั้นน้ำตามอุณหภูมิ (ลัดดา, ไม่ระบุปีที่พิมพ์) แหล่งน้ำที่ไม่ได้รับการปนเปื้อนของสารอาหารจากแหล่งอื่น จะพบสารอาหารปริมาณมากที่ก้นของแหล่งน้ำเนื่องจากการตกตะกอน เมื่อมีกระแสลมแรงทำให้น้ำปั่นป่วนเกิดการหมุนเวียนของน้ำและสารอาหารจากก้นแหล่งน้ำ หมุนเวียนขึ้นมาชั้นผิวน้ำ ทำให้แพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโตได้ดี (Goldman and Horne, 1983)

แสง (light)

กระบวนการสังเคราะห์แสงจะเกิดขึ้นได้ดีในช่วงคลื่นประมาณ 390-710 nm. พลังงานแสงอาทิตย์ส่องมายังผิวน้ำจะแปรผันขึ้นกับมุมที่แสงนั้นส่องลงมา ช่วงเวลา ฤดูกาล และระดับเส้นรุ้ง และยังขึ้นกับการส่องผ่านโมเลกุลของอากาศ ความสูง สภาพภูมิอากาศ แสงอาทิตย์ที่ส่องลึกลงไปในแหล่งน้ำจะถูกดูดซึมโดยมวลน้ำ สารที่ละลายและที่แขวนลอยในน้ำ แสงยังสามารถกระจายโดยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ปริมาณ และความสัมพันธ์ของการส่องแสงผ่านของสารแขวนลอยในน้ำ (นันทนา, 2536) ระยะทางที่แสงสามารถส่องผ่านและสะท้อนกลับในน้ำ ศึกษาได้โดยการวัดความลึกที่แสงส่องถึง (Secchi depth) หรือโดยการวัดความขุ่น (turbidity) ซึ่งค่าที่วัดได้จะขึ้นอยู่กับปริมาณสารที่ดูดซับและขัดขวางการสะท้อนแสง ซึ่งได้แก่ สารแขวนลอยที่เป็นอินทรียสาร อนินทรียสารและสิ่งมีชีวิต ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ เมื่อปริมาณแพลงก์ตอนในน้ำมีมากจะทำให้ความลึกที่แสงส่องถึงลดลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของประเสริฐ (2539) ที่กล่าวว่าความลึกที่แสงส่องถึงจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณแพลงตอนพืช พจนีย์ (2536) อ้างถึงไมตรี (2526) กล่าวว่า ความลึกที่แสงส่องถึงของน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาจะอยู่ในระยะ 30-60 cm. ถ้าความลึกที่แสงส่องถึงมีค่าต่ำกว่า 30 cm. ลงมาอาจทำให้การขาดแคลนออกซิเจนได้ เนื่องจากปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากเกินไป แต่ถ้ามีค่าสูงเกิน 60 cm. แล้วทำให้แสงสว่างส่องลงไปได้มาก เนื่องจากแพลงก์ตอนมีปริมาณน้อย ทำให้แหล่งน้ำไม่ค่อยอุดมสมบูรณ์

อุณหภูมิ (temperature)

ผกาวรรณ (2534) อ้างถึง Reid (1961) และ EPA (1973) กล่าวว่าอุณหภูมิน้ำตามธรรมชาติจะแปรผันไปตามอากาศ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งเส้นรุ้ง ระดับความสูง ฤดูกาล สภาพภูมิประเทศ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่ทำให้อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงได้อีกคือ ต้นกำเนิดของแหล่งน้ำ การระบายน้ำ ความเข้มของแสง ความขุ่นของน้ำและสภาพแวดล้อมบริเวณแหล่งน้ำ เมื่ออุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงจึงมีผลกระทบต่อพืชและสัตว์ในน้ำทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อกระบวนการต่าง ๆ ในแหล่งน้ำจืด ทั้งในเชิงกายภาพ เคมี และชีวภาพมีผลต่อการแพร่กระจายของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สิ่งมีชีวิต ความหนาแน่นของน้ำ การละลายของธาตุและก๊าซต่างๆ ในน้ำ (นันทนา, 2536) เมื่ออุณหภูมิของแหล่งน้ำเพิ่มขึ้นอัตราการเกิดออกซิเดชั่นของสารอินทรีย์จะเพิ่มตามไปด้วย ทำให้ต้องใช้ DO มากขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เปอร์เซนต์ออกซิเจนอิ่มตัวในน้ำจะต่ำลง ในทางตรงกันข้ามการแพร่กระจายของ DO ในน้ำจะดีขึ้น แต่โดยผลรวมแล้วปริมาณ DO ในน้ำจะลดลง (สมใจ, 2532)

มั่นสิน (2536) กล่าวว่า โดยปกติอุณหภูมิของน้ำในอ่างเก็บน้ำหรือสระน้ำแต่ละชั้นจะแตกต่างกันไปและอาจเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งวัน ผิวน้ำที่สัมผัสกับอากาศและได้รับแสงแดดโดยตรงจะมีอุณหภูมิสูงที่สุด อุณหภูมิจะลดลงไปตามความลึกของชั้นน้ำ ความขุ่นของน้ำที่เกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุต่างๆ รวมทั้งแพลงก์ตอน มีส่วนทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิเพิ่มมากขึ้น การเพิ่มอุณหภูมิอย่างกระทันหันที่ผิวน้ำตอนบนทำให้มีความแตกต่างของอุณหภูมิเกิดขึ้นภายในชั้นน้ำ ซึ่งสามารถแบ่งชั้นน้ำได้ 3 ชั้น ชั้นน้ำชั้นกลางเป็นชั้นน้ำที่มีอุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็ว เรียกว่า เทอร์โมไคลน์ (thermocline) ชั้นบนเหนือชั้นเทอร์โมไคลน์เรียกว่า อิพิลิมเนียน (epilimnion) ชั้นนี้มีออกซิเจนละลายพอเพียงและมีแพลงก์ตอนเจริญเติบโตอยู่ได้ดี ชั้นใต้สุดคือ โฮโปลิมเนียน (hypolimnion) เป็นชั้นที่ขาดแคลนออกซิเจนและมีอุณหภูมิต่ำที่สุด ในธรรมชาติเทอร์โมไคลน์ไม่ได้เกิดตลอดเวลา และความแตกต่างของอุณหภูมิของชั้นน้ำก้ไม่คงที่ ความลึกของชั้นต่างๆ ไม่แน่นอน ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารในน้ำ ความลึกของอ่างเก็บน้ำ กระแสลม อุณหภูมิของอากาศ รวมทั้งฤดูกาลต่างๆ สำหรับในบ่อปลา ซึ่งมีความลึกของน้ำเพียง 2-3 m. เทอร์โมไคลน์มักไม่เกิดอย่างเด่นชัด อย่างไรก็ตามสภาวะที่ชั้นน้ำตอนบนมีแพลงก์ตอนอยู่อย่างสมบูรณ์ในบ่อปลาที่เลี้ยงอย่างหนาแน่นอาจทำให้น้ำตอนบนมีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำตอนล่างเป็นอย่างมาก

แหล่งน้ำในเขตร้อนส่วนใหญ่มีการผสมของน้ำปีละครั้ง (monomictic) ทั้งนี้เป็นเพราะว่าอุณหภูมิของระดับผิวน้ำจะไม่ลดต่ำลงจนถึง 4°C ฉะนั้นในฤดูร้อนก็จะเกิดการแบ่งชั้นของน้ำโดยอุณหภูมิตลอดเวลา การผสมของน้ำจะเกิดขึ้นได้หนึ่งครั้งในฤดูหนาว (เปี่ยมศักดิ์, 2538) จากการศึกษาของเฟื่องฟ้า และ สีวิกา (2530) พบว่าน้ำในอ่างแก้วมีการผสมตัวของชั้นน้ำแบบ holomictic ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ก่อให้เกิดการถ่ายเทสารอาหารจากตะกอนมายังชั้นน้ำได้

พจนีย์ (2536) อ้างถึง สถาบันวิจัยสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530 ศึกษาการแบ่งชั้นอุณหภูมิในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิตติ์ พบว่าการแบ่งชั้นอุณหภูมิของน้ำเกิดขึ้นในฤดูร้อน โดยแบ่งออกเป็น 3 ชั้นได้แก่ epilimnion มีความลึกตั้งแต่ผิวน้ำจนถึงความลึก 18 m. themocline เกิดขึ้นที่ชั้นความลึกตั้งแต่ 18-21 m. และจะเป็น transition zone ระหว่างชั้น epilimnion และ hypolimnion

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คาร์บอนไดออกไซด์ (carbondioxide)

เปี่ยมศักดิ์ (2538) กล่าวว่าคาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลผลิตที่เกิดจากการหายใจของพืชและสัตว์ รวมทั้งการย่อยสลายอินทรียสาร โดยแบคทีเรียเป็นแหล่งคาร์บอนที่สำคัญในปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสง ถึงแม้ในบรรยากาศจะมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์น้อย แต่ในน้ำจะมีมาก เนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์สามารถละลายในน้ำได้มากกว่าออกซิเจน 200 เท่า คาร์บอนไดออกไซด์เมื่อละลายในน้ำจะเกิดกรดคาร์บอนิค ซึ่งจะแตกตัวเป็นไบคาร์บอเนต (HCO_3) และคาร์บอเนต (CO_3^{-2}) การแตกตัวจะขึ้นอยู่กับ pH ของน้ำที่ pH 6-8 คาร์บอนจะอยู่ในรูปของไบคาร์บอเนตเป็นส่วนใหญ่ ในช่วงกลางวันที่มีแสงแดดจัด pH และออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น แต่คาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (free CO_2) จะถูกดึงไปใช้ แต่เนื่องจากในน้ำมีไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนตอยู่ จึงทำให้เกิดเป็นคาร์บอนไดออกไซด์อิสระขึ้นมา เพื่อรักษาสมดุลทางเคมี หากมีคาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำมาก ระดับ pH ของน้ำจะยิ่งลดลง คาร์บอนไดออกไซด์เข้มข้น 30 mg/l จะทำให้ pH ลดลงถึง 4.8 อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปมักถือว่า CO_2 จะไม่ทำให้ pH ต่ำกว่า 4.5 ตราบใดที่มีออกซิเจนละลายน้ำอย่างเหลือเฟือ คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำจะไม่เป็นพิษต่อปลา ปลาส่วนใหญ่สามารถมีชีวิตอยู่ได้หลายวันในน้ำที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงถึง 60 mg/l แต่ส่วนใหญ่แล้วถ้า DO มีค่าต่ำ CO_2 ก็มักมีค่าสูงเสมอ ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการหายใจจะเกี่ยวข้องกับ CO_2 และ DO ทำให้พบเสมอว่า CO_2 มีความเข้มข้นสูงในเวลากลางคืน และต่ำในช่วงกลางวัน ซึ่งตรงข้ามกับความเข้มข้นของ DO อย่างไรก็ตามอัตราการสังเคราะห์แสงจะถูกยับยั้งเมื่อมีปริมาณ CO_2 เพิ่มขึ้นมากกว่าที่เคยเป็น

ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen หรือ DO)

ก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมาจากบรรยากาศ หรือมาจากผลิตผลสุดท้ายของกระบวนการสังเคราะห์แสงที่เกิดจากกิจกรรมของพืชน้ำต่างๆ รวมทั้งแพลงก์ตอนพืชด้วย DO ถูกใช้โดยกระบวนการหายใจและปฏิกิริยาเคมีของสารอินทรีย์ โดยทั่วไปความเข้มข้นของ DO ในน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำคือ 5 mg/l และถ้า DO มีค่าต่ำกว่า 3 mg/l จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ (นันทนา, 2536) การละลายของออกซิเจนขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ 3 ประการคือ ความดัน อุณหภูมิ และความเข้มข้นของเหลือที่ละลายน้ำ (salinity) ความดันบรรยากาศที่ลดลงจะลดปริมาณออกซิเจนด้วย นอกจากนี้ลำน้ำในที่สูงก็มีปริมาณออกซิเจนที่อิ่มตัวน้อยกว่าในลำน้ำในที่ลุ่มที่อุณหภูมิมาตรฐาน ในน้ำผิวดินที่ความดัน 1 บรรยากาศที่ 20° C จะมีออกซิเจนอิ่มตัว 9.08 g/m^3 และเมื่ออุณหภูมิเพิ่ม ความเข้มข้นของจุดอิ่มตัวจะลดลง ความเข้มข้นของเกลือที่ละลายน้ำจะลดปริมาณของออกซิเจนอิ่มตัว (ศุวศา, 2538)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความสามารถในการละลายน้ำของออกซิเจนจะลดลงประมาณ 5% ต่อทุก ๆ 5,000 mg/l ของคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น ในแหล่งน้ำที่มีปริมาณของพืชน้ำมาก ๆ DO จะเพิ่มขึ้นมากในเวลากลางวัน DO ลดลงอย่างรวดเร็วในเวลากลางคืน จึงอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำได้ การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนในทะเลสาบเป็นตัวชี้ที่สำคัญที่ใช้บอกระดับ trophic status ของแหล่งน้ำ ถ้าแหล่งน้ำใดเป็น oligotrophic status ความแตกต่างของก๊าซออกซิเจนในน้ำกับปริมาณที่อิ่มตัวจะมีน้อย ในขณะที่แหล่งน้ำที่เป็น eutrophic status อาจมีความแตกต่างถึง 250% ได้เนื่องจากปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสง (สมใจ, 2532)

ความเป็นกรดด่าง (pH = potential of hydrogen ion activity)

ค่า pH เป็นสิ่งที่บ่งบอกให้ทราบถึงความเข้มข้นของสภาพความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย โดยวัดออกมาในรูปของแอคทิวิตีของอิออนไฮโดรเจน (ศิริเพ็ญ, 2537) ในน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 25° C จะมี pH 7.00 พอดี pH ของน้ำในธรรมชาติจะมีค่าอยู่ในช่วง 4.00-9.00 แต่ช่วง pH ที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 6.00-8.00 น้ำธรรมชาติส่วนมากมักจะมีค่า pH มากกว่า 7.00 ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากในน้ำมีปริมาณอิออนพวกไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย (นันทนา, 2536)

Goldman and Horne (1983) ได้กล่าวไว้ว่าทะเลสาบส่วนใหญ่มี pH อยู่ในระหว่าง 6.00-9.00 แต่ถ้าน้ำมีสภาพเป็นกรด pH ก็อาจลดลงถึง 2.00 ในทะเลสาบที่เป็น eutrophic และ sode lakes ค่า pH จะอยู่ใน 10.00-11.50 เมื่อทะเลสาบมี pH ลดลง 4.00-5.00 ชนิดของสิ่งมีชีวิตจะแพร่กระจายได้ในช่วงจำกัดมาก จงจินต์ (2524) ได้กล่าวว่าแพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่จะทนต่อความเป็นกรดด่างระหว่าง 6.80-9.60

มั่นสิน (2536) กล่าวว่าสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่เป็นอาหารของปลามีความไวต่อการเปลี่ยนแปลง pH มากกว่าตัวปลาเอง เช่น *Daphnia magna* และ *Gammarus* ไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ในน้ำที่มี pH ต่ำกว่า 6.00 น้ำที่มี pH สูงกว่า 8.50 จะเป็นด่างเกินไปทำให้ปลาหลายชนิดวางไข่น้อยลง นอกจากนี้น้ำที่เป็นด่างเกินไปยังทำให้เกิดแอมโมเนียอิสระมากขึ้น ซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์น้ำในทางตรงกันข้าม การที่ pH ลดลงเพียง 1.50 ก็จะทำให้พิษของสารประกอบโลหะไซยาไนด์เพิ่มขึ้นเป็นพันเท่า pH ยังมีบทบาทอีกประการหนึ่งคือ ควบคุมการปล่อยสารอาหาร เช่น เหล็ก ฟอสฟอรัสจากดินก้นบ่อให้กับน้ำคือ ถ้าน้ำมี pH สูง น้ำจะขาดแคลนอิออนเหล็กสำหรับการเจริญเติบโตของพืชน้ำ

ความเป็นด่าง (alkalinity)

alkalinity ของน้ำคือ ความสามารถของน้ำที่จะรับ proton หรือ hydrogen ion (H^+) หรืออีกนัยหนึ่งเป็นความสามารถของน้ำที่จะสะเทินกรดได้ดีถึง pH ที่มีค่าเป็นกลาง ความเป็นด่างของน้ำในธรรมชาตินั้นมีสาเหตุใหญ่ ๆ มาจากองค์ประกอบของไอออนสามชนิดด้วยกันคือ ไฮดรอกไซด์ (OH^-) คาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต (เปี่ยมศักดิ์, 2538) นอกจากนี้ยังมี borates, phosphate และ silicates แต่ส่วนใหญ่จะคำนึงถึง 3 ตัวแรก (ศิริเพ็ญ, 2537) เนื่องจาก CO_2 มีอยู่มากมายในรูปของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก๊าซและรูปที่ละลายน้ำ ส่วนไบคาร์บอเนตและคาร์บอเนตเป็นอิออนที่พบมาก ซึ่งทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ในน้ำ ในน้ำธรรมชาติจะพบพวกไบคาร์บอเนตและคาร์บอเนตเป็นส่วนใหญ่ สำหรับไฮดรอกไซด์พบได้น้อยมาก ค่านี้ในน้ำธรรมชาติที่พบโดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 0.20-4.00 meq/l (นันทนา, 2536) น้ำแต่ละตัวอย่างอาจมีสภาพความเป็นด่างแตกต่างกันทั้งๆ ที่มี pH เท่ากัน หรือน้ำต่างตัวอย่างที่มีสภาพด่างเท่ากัน อาจมี pH ต่างกันก็ได้ ทั้งนี้เนื่องจากยังมีพารามิเตอร์อื่น เช่น น้ำผิวดินซึ่งมีแพลงก์ตอนพืชมาก แพลงก์ตอนพืชจะนำเอา CO_2 จากนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ทำให้ pH ของน้ำสูงขึ้นประมาณ 9.00-10.00 น้ำที่มีความเป็นด่างสูง รสจะไม่น่าดื่ม ในกรณีนี้ค่าความเป็นด่างอาจสูงกว่า 10.00 meq/l (กรรณิการ์, 2525)

อัษฎางค์ และคณะ (2529) อ้างถึง สุพร และคณะ, 2527 กล่าวว่าค่าความเป็นด่างและความกระด้างของน้ำในอ่างแก้วมีค่าค่อนข้างต่ำ

คลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a)

แพลงก์ตอนพืชทุกชนิดจะประกอบไปด้วยคลอโรฟิลล์ เอ ในการวัดค่าคลอโรฟิลล์ เอ จึงสามารถหาความสัมพันธ์ของปริมาณแพลงก์ตอนพืชในเชิงของ standing crop ได้ แพลงก์ตอนพืชบางชนิดก็มีคลอโรฟิลล์ บี และซี เป็นองค์ประกอบเสริม ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จะแปรผันตามชนิด สภาพแวดล้อมและปัจจัยทางด้านสารอาหารในแหล่งน้ำนั้นๆ แต่การประเมินค่ามวลชีวภาพ (biomass) จากวิธีประเมินค่าคลอโรฟิลล์ เอ จะให้ผลการวิเคราะห์ไม่ค่อยแม่นยำนัก ในกรณีที่มีการสูญเสียแมกนีเซียมจากโครงสร้างวงแหวนของคลอโรฟิลล์ และทำให้เกิด pheaophytin ซึ่งดูดซับแสงได้ที่ความยาวคลื่นเดียวกับคลอโรฟิลล์ เอ แต่ผลการวิเคราะห์นี้สามารถละเลยได้ถ้าแพลงก์ตอนพืชในขณะนั้นกำลังอยู่ในช่วงที่อุดมสมบูรณ์ ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ นี้จะชี้ให้ทราบถึงลักษณะของอายุและโครงสร้างของกลุ่มแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด คุณสมบัติของ standing crop ของแพลงก์ตอนพืชรวมทั้งอัตราการสังเคราะห์แสง (นันทนา, 2536)

คลอโรฟิลล์ เอ เป็นเม็ดสีในพืชที่มีการสังเคราะห์แสง ส่วนในอนุภาคคอลลอยด์ต่างๆ รวมทั้งแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ที่ตายแล้วจะไม่มีคลอโรฟิลล์ เอ อยู่ จึงมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวแทนผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำ อย่างไรก็ตามปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเซลล์ แพลงก์ตอนพืชจะมีการเปลี่ยนแปลงไปบ้าง ขึ้นกับสปีชีส์และสภาพแวดล้อม (สมใจ, 2532) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่พบในแพลงก์ตอนพืชมีปริมาณ 0.5-1.5 ของน้ำหนักแห้ง และยังเป็นรงควัตถุที่พบมากที่สุดในเซลล์แพลงก์ตอนพืช ดังนั้นจึงนิยมใช้คลอโรฟิลล์ เอ เป็นตัววัดมาตรฐานที่จะชี้ให้เห็นถึงกำลังผลิตของแหล่งน้ำ (ลัดดา, 2538)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารอาหาร (nutrients)

แพลงก์ตอนพืชต้องการธาตุอาหารเพื่อการเจริญเติบโต 20 ชนิดเช่นเดียวกับพืชอื่นๆ ธาตุที่แพลงก์ตอนพืชต้องการในปริมาณมาก (macronutrients) มี 11 ธาตุคือ C H O N P K S Mg Ca Na และ Cl ส่วน Fe Mn Cu Zn B Si Mo V และ Co แพลงก์ตอนพืชต้องการในปริมาณน้อย micronutrients) (ศิริเพ็ญ, 2537) ธาตุอาหารที่สำคัญที่ถือว่าเป็นปัจจัยจำกัดของการเจริญของแพลงก์ตอนพืชได้แก่ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส

ไนโตรเจน (nitrogen)

ธาตุไนโตรเจนที่อยู่ในระดับนิเวศมีหลายรูป เช่น สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ทั้งรูปที่ละลายน้ำ รูปเป็นหยดของเหลวและรูปที่เป็นของแข็ง แหล่งไนโตรเจนในน้ำส่วนใหญ่เกิดขึ้นมาจากจุลินทรีย์ ทั้งพวกที่ใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนในกระบวนการ metabolism (นันทนา, 2536) ในน้ำจืดอนินทรีย์ไนโตรเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น แอมโมเนียม, ไนไตรท์ และไนเตรท ไนโตรเจน จะมีอยู่จำนวนน้อย สารประกอบเหล่านี้อาจใช้เป็นเครื่องชี้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้ เพราะพืชใช้สารประกอบเหล่านี้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง (เปี่ยมศักดิ์, 2538)

พวกแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำในแหล่งน้ำสามารถใช้แอมโมเนียมและไนไตรท์ไนโตรเจนได้ โดยจะเปลี่ยนแป็น amines และ amino acid โดยเฉพาะอย่างยิ่ง aspartic และ glutamic acid ซึ่งจะกลายเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารประกอบไนโตรเจนอินทรีย์ เช่น amide, pyrimidine และ purine ซึ่งสารประกอบไนโตรเจนอินทรีย์นี้จะเป็นแหล่งโปรตีนสำหรับผู้บริโภคอันดับแรก นอกจากนั้นพวกสัตว์น้ำจะปล่อยแอมโมเนียมหรือเกลือแอมโมเนียมออกมา ซึ่งเกิดจากกระบวนการสลายโปรตีน ไนเตรท ไนโตรเจนในน้ำธรรมชาติมีปริมาณค่อนข้างต่ำ มักมีความเข้มข้นไม่เกิน 10.00 mg/l และบ่อยครั้งที่น้อยกว่า 1.00 mg/l ในระหว่างช่วงเวลาที่มีผลผลิตอันดับแรกสูง ถ้าความเข้มข้นของไนเตรท ไนโตรเจนมีมากกว่า 20.00 mg/l จะเป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมวัยอ่อน โดยที่ไนเตรทจะถูก reduced เป็นไนไตรท์ในระบบย่อยอาหารแล้ว ไนไตรท์จะ oxidized haemoglobin เกิดเป็น methamoglobinemia (blue babies) ซึ่งไม่สามารถขนส่งออกซิเจนไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกายได้ ส่วนแอมโมเนียม ไนโตรเจนจะพบในน้ำธรรมชาติปริมาณน้อยกว่า 1 mg/l ซึ่งจัดว่าเป็นสภาพที่ไม่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในสภาพที่ความเข้มข้นของแอมโมเนียม ไนโตรเจนสูง จะทำให้ pH ของน้ำให้สูงขึ้นและเกิดเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต (นันทนา, 2536)

สมใจ (2532) กล่าวว่าสารอินทรีย์ไนโตรเจนในแหล่งน้ำจะถูกย่อยโดยแบคทีเรีย และฟังไจเกิดเป็นไนเตรท ไนไตรท์ แอมโมเนีย และกรดฮิวมิค ซึ่งมีโครงสร้างโมเลกุลซับซ้อน สารอินทรีย์ไนโตรเจนที่ไม่ละลายน้ำบางส่วนจะตกตะกอนลงสู่ก้นทะเลสาบ ซึ่งจะเป็นแหล่งที่สำคัญของไนโตรเจนในแหล่งน้ำนี้ ถ้าแหล่งน้ำใดมีอัตราส่วนปริมาณของสารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำต่อสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำค่อนข้างสูง แหล่งน้ำนั้นมักจะเป็น eutrophic status เพราะสารอินทรีย์ไนโตรเจนที่ไม่ละลายน้ำส่วนใหญ่มาจากเซลล์ของแพลงก์ตอนพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เฟื่องฟ้า และ สิวิกา (2530) กล่าวว่าน้ำในอ่างแก้วมีไนไตรท์และไนเตรท ไนโตรเจนค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน คุณภาพน้ำดิบขององค์การอนามัยโลก ปริมาณแพลงก์ตอนพืชในอ่างแก้วซึ่งดูได้จากปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ขึ้นอยู่กับปริมาณฟอสฟอรัส ไนไตรท์ และไนเตรท ไนโตรเจน นอกจากนี้ไนไตรท์และไนเตรท ไนโตรเจน มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงกับปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่อ่างแก้ว

ฟอสฟอรัส (phosphorus)

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีความสำคัญมากในระบบนิเวศ ทั้งนี้เพราะฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการแปรรูปของพลังงาน เช่น เป็นส่วนประกอบของ deoxyribonucleic acid (DNA) และ ribonucleic acid (RNA) (เปี่ยมศักดิ์, 2538)

ฟอสฟอรัสในน้ำจืดมักอยู่ในรูปอนุภาคตะกอน ซึ่งอยู่ในสิ่งมีชีวิตต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแพลงก์ตอนพืช นอกจากนั้นพวกอนุภาคตะกอนกับอนุภาคหยดของเหลวจะสูญเสียออกจากเขตผลผลิต โดยการตกตะกอนและบางส่วนถูกละลายน้ำเป็นออร์โธฟอสเฟตที่ละลายน้ำ ซึ่งในไม่ช้าก็จะถูกนำไปใช้อย่างรวดเร็วโดยสิ่งมีชีวิตในน้ำ ดังนั้นปริมาณออร์โธฟอสเฟตจึงมีปริมาณต่ำในเขตผลผลิตในน้ำจืด ด้วยเหตุนี้ปริมาณของออร์โธฟอสเฟตจึงไม่เพียงพอสำหรับการเปลี่ยนแปลงวัฏจักรของฟอสฟอรัสในระบบนิเวศได้ แต่ฟอสฟอรัสก็จะถูกแทนที่คืนโดยกระบวนการย่อยสลายหรือการปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกจากดินตะกอนก้นแหล่งน้ำหรือจากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในน้ำหรือจากฟอสฟอรัสจากภายนอกแหล่งน้ำ (น้ำผิวดินที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำและน้ำฝน) หากในแหล่งน้ำมีฟอสเฟตมากเกินไปจะทำให้เกิดสภาวะ eutrophication โดยทั่วไปแล้วในแหล่งน้ำจะมีอัตราเฉลี่ยของธาตุอาหารที่สำคัญ 3 ชนิดคือ 40C : 7N : 1P ต่อน้ำหนักแห้ง 100 ซึ่งอัตรานี้เหมาะสมกับพืชน้ำขนาดใหญ่และแพลงก์-ตอนพืช (นันทนา, 2536)

อัตราส่วนระหว่างไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสที่พบในแพลงก์ตอนพืชเซลล์เดียว ส่วนใหญ่จะมีค่าเฉลี่ย 10:1 (atomic ratio) สำหรับน้ำทะเลมีอัตราส่วนระหว่างไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสเฉลี่ย 15:1 เมื่อนำตัวเลขเหล่านี้มาพิจารณาร่วมกันแล้ว จะเห็นว่าฟอสฟอรัสควรเป็นปัจจัยจำกัดมากกว่าไนโตรเจน อย่างไรก็ดี เปี่ยมศักดิ์ (2538) ได้อ้างถึงรายงานของ Ryther และ Dunstan (1971) ซึ่งได้ทำการศึกษาทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนามทั้งสอง สรุปว่าไนโตรเจนควรเป็นปัจจัยจำกัดมากกว่าฟอสฟอรัส ฟอสเฟตในน้ำนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับฟอสเฟตที่อยู่ในตะกอนหรือดินเลนก้นบ่อ เมื่อฟอสเฟตจากน้ำถูกพืชดึงไปใช้ประโยชน์ ดินเลนจะปล่อยฟอสเฟตให้กับน้ำเพื่อรักษาสมดุล ฟอสเฟตที่อยู่ในดินเลนมักพบอยู่ในรูปของสารประกอบเหล็กฟอสเฟต อลูมินัมฟอสเฟต และแคลเซียมฟอสเฟต

โดยปกติถ้าก้นบ่ออยู่ในสภาวะที่มีออกซิเจน สารประกอบฟอสเฟตต่างๆ ละลายน้ำได้น้อย แต่ถ้าเกิดสภาวะไร้ออกซิเจนที่ก้นบ่อ ฟอสเฟตจำนวนมากจะถูกปล่อยให้กับน้ำ ซึ่งพืชอาจนำมาใช้ประโยชน์ได้ (มั่นสิน, 2536)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว ซึ่งมีการศึกษาทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพดังนี้

อัษฎางค์ และคณะ (2529) อ้างถึง สมชัย และคณะ (2522) ซึ่งศึกษาปริมาณน้ำในอ่างแก้ว พบว่าสามารถเก็บกักได้ 320,000 m^3 ซึ่งลดลงจากเดิมร้อยละ 20 และประมาณว่ามีการตกตะกอนปีละ 2,500-3,000 m^3

ไพฑูรย์ และ กิตติราช (2530) ศึกษาปริมาณสารอาหารในน้ำที่ไหลลงสู่อ่างแก้ว พบว่าปริมาณไนเตรท ไนโตรเจนของน้ำที่ไหลลงสู่อ่างแก้วมีความสัมพันธ์แบบแปรผันโดยตรงกับปริมาณไนเตรท ไนโตรเจนของน้ำในอ่างแก้ว แต่ฟอสฟอรัสรวมในอ่างแก้วมีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับปริมาณฟอสฟอรัสที่ไหลลงสู่อ่างแก้ว

เฟื่องฟ้า และ สีวิกา (2530) ศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่า trophic state ของน้ำในอ่างแก้วเป็นแบบ mesotrophic ถึง eutrophic status ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาคุณภาพน้ำได้ในอนาคต

ฉลวย (2532) ศึกษาคุณภาพน้ำและการหาปริมาณของอิออนบางตัวในน้ำจากอ่างแก้ว พบว่าค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.35-0.52 $mg.l^{-1}$ ฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.09-0.028 $mg.l^{-1}$ สังกาสีอยู่ในช่วง 5-14 $mg.l^{-1}$ ตะกั่วอยู่ในช่วง 7-8 ppb และ แมงกานีสอยู่ในช่วง 19-37 ppb.

สุพร และคณะ (2527) ศึกษาปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำของน้ำในอ่างแก้ว ปริมาณน้ำไหลลงสู่อ่างแก้ว โดยเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกันยายน และต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 11.773 m^3 และ 1,530 m^3 ตามลำดับ และยังพบว่าคุณภาพน้ำ เช่น ค่าความเป็นด่าง ความกระด้าง มีค่าน้อย ความขุ่นของน้ำในฤดูฝนมีมากกว่าฤดูแล้ง

นนทรัฐ และ ปภากร (2537) ศึกษาคุณภาพน้ำจากแหล่งต่างๆ ที่ไหลลงสู่อ่างแก้ว พบว่ามีน้ำที่ไหลผ่านชุมชน กิจกรรมของชุมชนมีผลต่อคุณภาพน้ำ

หทัยทิพย์ (2539) ศึกษาคุณภาพน้ำและการกระจายของแพลงก์ตอนพืชในอ่างแก้ว ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม 2538 พบว่า tropical state อยู่ในระดับ mesotrophic ถึง eutrophic state ส่วนแพลงก์ตอนพืชที่เป็นชนิดเด่นที่พบคือ *Rhodomonas* sp., *Trachelomonas volvocina* และ *Cryptomonas* sp. ซึ่งสามารถบ่งชี้คุณภาพน้ำว่าเป็นระดับ eutrophic state ส่วน *Monoraphidium* sp. บ่งชี้น้ำระดับ mesotrophic status

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

1.1 ขวดโพลีเอสเทอร์ ขนาด 1 และ 2 ลิตร

1.2 water sampler ขนาด 2 ลิตร 1 ชุด พร้อม messenger

1.3 ขวด BOD

1.4 ขวดสีชา ขนาด 100 มิลลิลิตร

1.5 ขวดเก็บตัวอย่างปลอดเชื้อ (medical flat) สำหรับเก็บน้ำเพื่อศึกษาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

1.6 ตาข่ายแพลงก์ตอน ขนาดความถี่ 20 ไมโครเมตร

1.7 สารเคมีที่ใช้ในการเก็บรักษาแพลงก์ตอนพืช ได้แก่ Lugol's solution

1.8 สารเคมีที่ใช้ในการเก็บรักษาแพลงก์ตอนสัตว์ ได้แก่ ฟอร์มาลิน 15%

2. อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพน้ำ

2.1 เครื่องมือตรวจคุณภาพน้ำชุดสนาม (Electrode kit) ของบริษัท WIW ประเทศเยอรมัน ประกอบด้วย

- pH meter สำหรับวัดค่าความเป็นกรดด่าง
- conductivity meter สำหรับวัดค่าการนำไฟฟ้า

2.2 Secchi disc

2.3 ตลับเมตร

2.4 turbidity meter ของบริษัท cole parmer รุ่น 8391-35 ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.5 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ DO ได้แก่ แมงกานีสซัลเฟต อัลคาไลน์ไอโอไดด์-เอไซด์ กรดซัลฟูริกเข้มข้น และโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.021 โมลาร์

2.6 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าความเป็นด่าง ได้แก่ ฟีนอล์ฟธาลีน, เมธิลออเรนจ์, กรดซัลฟูริกเข้มข้น 0.02 นอร์มอล

2.7 ชุดไตเตรท ได้แก่ บิวเรต erlenmeyer flask บิกเกอร์ กระบอกตวง

2.8 ชุดกรองน้ำ

2.9 กระดาษกรอง GF/C (glass fiber filter) และกระดาษกรอง Whattman No.1, กระดาษอะลูมิเนียมฟอยด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.10 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คลอโรฟิลล์ เอ ได้แก่

- Spectrophotometer UV-160 A
- โกร่งบดยา
- water bath
- เอธิลแอลกอฮอล์ 90%
- กรดเกลือ
- automatic micropipette

2.11 อุปกรณ์วิเคราะห์สารอาหาร

- spectrophotometer DR/2000
- pillow สารเคมีสำหรับตรวจสอบไนเตรท แอมโมเนีย และ soluble reactive phosphorus (SRP) หรือ ออร์โธฟอสเฟต

2.12 อุปกรณ์วิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

- หลอดทดลองพร้อมที่ใส่หลอด
- หลอดดักแก๊ส
- Lauryl tryptose broth
- ปิเปต
- ตู้อบเพาะเชื้ออุณหภูมิ 35° C

3. อุปกรณ์ศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์

3.1 กล้องจุลทรรศน์ชนิด Inverted microscope พร้อมอุปกรณ์ตรวจนับสำหรับศึกษาแพลงก์ตอนพืช

3.2 กล้องจุลทรรศน์ชนิดเลนส์ประกอบสำหรับศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์

3.3 กล้องจุลทรรศน์ชนิดถ่ายภาพได้

3.4 สไลด์ กระจกปิดสไลด์ และสไลด์สำหรับตกตะกอน

3.5 กล้องจุลทรรศน์พร้อม occular micrometer สำหรับวัดขนาดแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์

วิธีการวิจัย

1. การหาบริเวณที่จะเก็บตัวอย่างน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว

สำรวจทางน้ำเข้าและน้ำออก รวมทั้งบริเวณที่ลึกที่สุดของอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว แล้วทำเครื่องหมายไว้เพื่อเป็นจุดเก็บตัวอย่างน้ำทุกครั้ง กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 6 จุดดังนี้

จุดที่ 1 บริเวณลึกที่สุดของอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว ส่วนที่แสงส่องถึง

จุดที่ 2 บริเวณลึกที่สุดของอ่างเก็บน้ำ ส่วนที่แสงส่องไม่ถึง

จุดที่ 3 จุดรับน้ำเข้าจากห้วยแก้ว บริเวณทางด้านหน้าสวนสัตว์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จุดที่ 4 จุดรับน้ำเข้าจากห้วยกู่ขาว บริเวณทางด้านข้างสวนสัตว์

จุดที่ 5 จุดทางน้ำออกบริเวณโรงสูบน้ำประปา เพื่อวิจัยคุณภาพน้ำก่อนนำไปทำน้ำประปา

จุดที่ 6 จุดสูบน้ำเข้าจากคลองชลประทาน

<u>หมายเหตุ</u> จุดที่ 6 จะทำการวิจัยเมื่อมีการสูบน้ำจากคลองชลประทานเข้าสู่อ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว

2. ศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีบริเวณอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว

2.1 วัดความลึกของแหล่งน้ำโดยใช้ลูกตุ้มและสายวัดบริเวณจุดลึกสุดของอ่างแก้วที่ทำเครื่องหมายไว้แล้ว

2.2 วัดความลึกที่แสงส่องถึง โดยใช้ Secchi disc หย่อนลงไปในน้ำจนกระทั่งเริ่มมองไม่เห็นความแตกต่างของแถบขาวดำบนจาน

2.3 วัดอุณหภูมิน้ำและอากาศ วัดอุณหภูมิของอากาศโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ส่วนอุณหภูมิของน้ำโดยใช้เครื่องมือตรวจคุณภาพน้ำชุดสนาม ในทุกระดับความลึก 1 m จากระดับผิวน้ำถึงก้นอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว

2.4 สังเกตสีและกลิ่นของน้ำแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

2.5 วัด pH ของน้ำ โดยใช้เครื่องมือตรวจคุณภาพน้ำชุดสนาม ชุด pH meter ของบริษัท GmH Weriheim ประเทศเยอรมันนี โดยวัดทุกระดับความลึก 1 m จากระดับผิวน้ำถึงก้นอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว

2.6 วัดค่าการนำไฟฟ้า โดยใช้เครื่องมือตรวจคุณภาพน้ำชุดสนาม ชุด conductivity meter รุ่น check mate 90 ของ Ciba coring

3. การเก็บตัวอย่างน้ำมาวิจัยคุณภาพทางเคมีที่ห้องปฏิบัติการ

เก็บตัวอย่างน้ำตามจุดเก็บตัวอย่าง สำหรับจุดที่อยู่ในระดับลึกจะเก็บโดยใช้ water sample ตักน้ำตามระดับความลึกที่ต้องการ แยกตัวอย่างน้ำแต่ละจุดใส่ขวดโพลีเอสเทอร์ แล้วนำมาที่ห้องปฏิบัติการ

3.1 วัดค่าความขุ่นของน้ำโดยใช้เครื่องวัดความขุ่น (turbidimeter) ของบริษัท cole parmer รุ่น 8391-35 ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.2 วัดค่าความเป็นด่างของน้ำ (alkalinity) โดยใช้วิธี Phenolphthalein methyl orange indicator (APHA, 1992)

3.3 วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen หรือ DO) โดยวิธี Azide modification (APHA, 1992) โดยวัดทุกระดับความลึก 1 m จากระดับผิวน้ำถึงก้นอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว

3.4 วัดปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอนินทรีย์ (biochemical oxygen demand หรือ BOD) โดยวิธี Azide modification (APHA, 1992)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5 ตรวจวัดปริมาณสารอาหาร ซึ่งได้แก่ ไนเตรท แอมโมเนียม และฟอสเฟต โดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีเฉพาะกับ Spectrophotometer รุ่น DR2000

3.6 ศึกษาจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยวิธี Multiple tube method (MPN; Most Probable Number) (APHA, 1992)

3.7 หาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ โดยวิธีของ Nusch (1980) ดัดแปลงโดย ยุวดี และ ฉมาภรณ์ (2538)

3.8 ศึกษาแพลงก์ตอนพืช โดยการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำด้วยตาข่ายแพลงก์ตอน แล้วเก็บรักษาตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชด้วย Lugol's solution 3-4 มิลลิลิตรต่อตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ใช้ฟอร์มาลิน 5% เติมลงไป วินิจฉัยชนิดของแพลงก์ตอนพืชจากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่น Huber-Pestalozzi (1968), Whitford and Schumacher (1969) และ Prescott (1970) นับจำนวนแพลงก์ตอนพืชโดยวิธีการตกตะกอนและตรวจนับโดยใช้ Inverted Microscope ตามวิธีของ Utermhol (1958) และคำนวณปริมาตรชีวภาพ (biovolume) ของแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดโดยวิธีของ Rott (1981) แล้วนำมาคำนวณปริมาตรชีวภาพรวมโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป "Phyto" Dr. Eveline Pippl, ภาควิชา Hydrobotany มหาวิทยาลัยอินสบรูกส์ ประเทศออสเตรีย ดูได้จากปริญญา (2540) และธีรศักดิ์ (2541)

ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ ทำการวินิจฉัยโดยใช้หนังสือของ Needham and Needham (1962), Mellanby (1963), Kudo (1977) และ Pennak (1989) และนับจำนวนเซลล์ต่อน้ำตัวอย่าง 1 ลิตร โดยใช้กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบ

4. นำข้อมูลวิเคราะห์

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี กับชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Correlation แบบ two tail significance)

5. สถานที่ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูล

1. อ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2. ห้องปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

6. ระยะเวลาในการดำเนินงาน

2 ปี โดยเก็บตัวอย่างทุกเดือน ตั้งแต่เดือนเมษายน 2539-พฤษภาคม 2541

<u>หมายเหตุ</u> ในเดือนมีนาคมและเมษายน 2540 ไม่ได้ศึกษาและเก็บตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 4
ผลการวิจัย

1. แพลงก์ตอนพืช

แพลงก์ตอนพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนเมษายน 2539 ถึงเดือนเมษายน 2541 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 6 divisions 13 orders 25 families 48 genera และ 64 species ดังแสดงในตารางที่ 1 เมื่อจัดตาม Taxonomic group ของ Rott (1981) พบแพลงก์ตอนพืช 9 กลุ่ม กลุ่มที่มีจำนวนชนิดมากที่สุดคือ Chlorophyceae มี 19 species คิดเป็น 29.6% รองลงมาคือ Cyanophyceae มี 14 species คิดเป็น 21.8%, Euglenophyceae มี 9 species คิดเป็น 14%, Diatomophyceae มี 7 species คิดเป็น 10.9%, Zygnemaphyceae มี 6 species คิดเป็น 9.3%, Dinophyceae มี 4 species คิดเป็น 6.2%, Cryptophyceae มี 3 species คิดเป็น 4.6% กลุ่มที่มีจำนวนชนิดน้อยที่สุดคือ Chrysophyceae และ Xanthophyceae มีเพียงกลุ่มละ 1 species คิดเป็น 1.5% (ภาพที่ 2) เมื่อพิจารณามวลชีวภาพจากปริมาตรชีวภาพรวมของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมดพบว่าปริมาตร-ชีวภาพมีลักษณะขึ้นๆ ลงๆ โดยมีปริมาตรชีวภาพสูงในช่วงฤดูฝน ต่ำลงในฤดูหนาวและฤดูร้อนตามลำดับ (ภาพที่ 3) ในปีแรกของการวิจัย (เมษายน 2539-พฤษภาคม 2540) จะมีปริมาตรชีวภาพรวมน้อยกว่าปีที่ 2 ของการวิจัย (มิถุนายน 2540-พฤษภาคม 2541) ในช่วงแรกของการวิจัยจะเพิ่มปริมาณอย่างมากในเดือนพฤษภาคม 2539 หลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดลง และลดลงมากที่สุดในช่วงเดือนมกราคม 2540 จากนั้นจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและสูงสุดในเดือนสิงหาคม 2540 จากนั้นก็จะลดลงเช่นเดียวกันในปีแรก และลดลงมากที่สุดในเดือนเมษายน 2541 จากการศึกษาปริมาตรชีวภาพของ 2 บริเวณคือ บริเวณที่แสงส่องถึงและแสงส่องไม่ถึง

พบว่าในรอบ 2 ปีที่ทำการวิจัย ปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชที่บริเวณแสงส่องถึงมีมากกว่าบริเวณที่แสงส่องไม่ถึงมาก โดยคิดเป็น 74.6% ในขณะที่บริเวณแสงส่องไม่ถึง คิดเป็น 25.4% (ภาพที่ 4) พบว่ากลุ่มที่มีปริมาตรชีวภาพมากที่สุดคือ กลุ่ม Chlorphyceae มีถึง 33.53% รองลงมาคือกลุ่ม Euglenophyceae 25.22%, กลุ่ม Cyanophyceae 12.53%, กลุ่ม Dinophyceae 6.59%, กลุ่มกลุ่ม Chrysophyceae 5.67%, กลุ่ม Zygnemaphyceae 5.62%, กลุ่ม Cryptophyceae 2.57% และกลุ่มที่มีปริมาตรชีวภาพน้อยที่สุดคือกลุ่ม Xanthophyceae 0.21% (ภาพที่ 5)

แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น (dominant species) ในรอบ 2 ปีนี้ มีความแตกต่างกัน โดยในปีแรก (เมษายน 2539-มีนาคม 2540) แพลงก์ตอนพืชที่เป็นชนิดเด่นได้แก่ *Coelastrum reticulatum* แต่ในปีที่ 2 กลับเปลี่ยนเป็น *Aulacoseira granulata* แต่มีแพลงก์ตอนพืชชนิดที่เด่นรองลงไปและพบได้ตลอดการวิจัยได้แก่ *Planktolyngbya limnetica*, *Dictyosphaerium tetrachotonum*, *Phacus* spp., *Euglena* spp. และ *Trachelomonas* spp.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 ชนิด ขนาด รูปร่างทั่วไป รูปร่างเชิงคณิตศาสตร์และปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชที่พบในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

ชนิดของแพลงก์ตอนพืช	ความยาว (µm)		ความกว้างหรือเส้นผ่าศูนย์กลาง (µm)		ความหนา (µm)	ปริมาตร (μm^3)	รูปร่างเชิงคณิตศาสตร์	รูปร่างทั่วไป
	Cell	Filament	Cell	Filament				
Cyanophyceae								
Cylindrospermopsis raciborskii (Wolosz.) Seenayya et Subba Raju		71.3	2.5			350	Cylinder	Filament
Chroococcus sp.	13			10	5	348	Elliptic-Ellipsoid	Cell
Chroococcus minutus (Kütz)	8.7		3.7		2.5	42	Elliptic-Ellipsoid	Cell
Chroococcus dispersus G.M Smith	2.5		2.5		2.5	33	Sphere	Cell
Merismopedia punctata Meyan			2.5			8CE	Sphere	Colony (16 cells)
Oscillatoria subbrevis Schmidle.		227.5	6.25			6,976	Cylinder	Filament
Anabaena verrucosa Boye-Peterson		200	3		3	942	Cylinder	Filament
Anabaena spiroides Klebahm.		81	3		3	575	Cylinder	Filament
Anabaenopsis raciborskii Wol		27.5	1.25		1.25	34	Cylinder	Filament
Planktolyngbya limnetica Lemm.		3	1			40	Cylinder	Filament
Aphanizomenon cf *aphanizomenoids* (Forti) Horecka et Kom.		62.5			5	1,227	Cylinder	Filament
Aphanizomenon gracile Lemm.		138.5	5		5	2,724	Cylinder	Filament

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชนิดของแพลงก์ตอนพืช	ความยาว (µm)		ความกว้างหรือเส้นผ่าศูนย์กลาง (µm)		ความหนา (µm)	ปริมาตร (μm^3)	รูปร่างเชิงคณิตศาสตร์	รูปร่างทั่วไป
	Cell	Filament	Cell	Filament				
Cryptophyceae								
Cryptomonas marsonii Skuja	10.9		9		5	256	Elliptic-Ellipsoid	Cell
Chroomonas sp. 4	20		10		5	523	Elliptic-Ellipsoid	Cell
Rhodomonas sp. 3	10		7.5		2.5	98	Elliptic-Ellipsoid	Cell
Dinophyceae								
Peridinium inconspicuum Lemm.	14		11.7		8.8	755	Elliptic-Ellipsoid	Cell
Ceratium hirundinella O.F. Müller	80.5		45		20	2,4491	Cone+1/2 Elliptic+Cylin	Cell
Gymnodinium sp.	18		15		10	1,413	Elliptic Ellipsoid	Cell
Peridiniopsis sp.						2,305		
Diatomophyceae								
Gomphonema sp.	43		6		4	176	2 Cone Elliptic	Cell
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Ralfs		125	5		5	2,453	Cylinder	Filament
Cyclotella sp. 1		7.5	6.25		6.25	146	Cylinder	Filament

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชนิดของแพลงก์ตอนพืช	ความยาว (µm)		ความกว้างหรือเส้นผ่าศูนย์กลาง (µm)		ความหนา (µm)	ปริมาตร (μm^3)	รูปร่างเชิงคณิตศาสตร์	รูปร่างทั่วไป
	Cell	Filament	Cell	Filament				
Navicula sp.	13		7		3.5	106	Pyramid	Cell
Fragilaria sp.	20.7		3.6		2.5	187	Parallelepiped	Cell
Achnanthes sp.	30		12.5		5	1,875	Parallelepiped	Cell
Chrysophyceae								
Dinobryon divergens Imhof	40		7.5		2.5	1,496	Elliptic Ellipsoid	Cell
Chlorophyceae								
Crucigeniella pulchra Kom.	6.25		3.75		2.5	220	Elliptic Ellipsoid	Colony
Tetrastrum komarekii Hind.	5		4		2	21	Elliptic	Cell
Monoraphidium contortum (Thur) Kom-legn.	8		2		2	17	2 Cones	Cell
Monoraphidium arcuatum (Kors) Hind.	31.5		2		2	66	2 Cones	Cell
Monoraphidium tortile (W. & G.S. West) Kom. - Legn.	10		2		2	20	2 Cones	Cell
Coelastrum cubicum Nag.					12	905	Sphere	Colony
Coelastrum reticulatum (Dang.) Seen					17	2,600	Sphere	Colony
Coelastrum microporum Nag				13.5		1,208C	Sphere	Colony

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 (ต่อ)

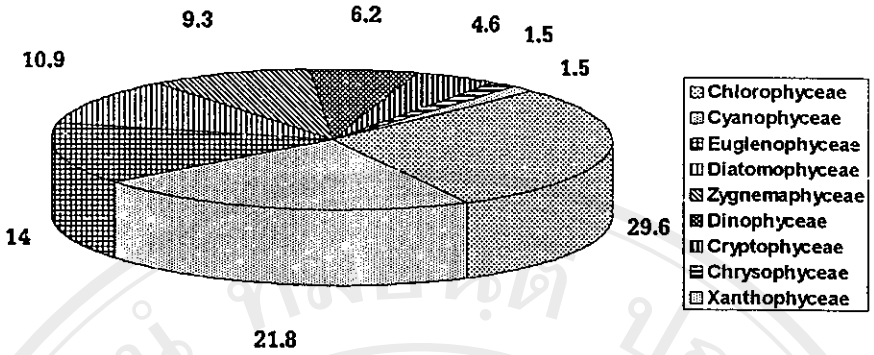
ชนิดของแพลงก์ตอนพืช	ความยาว (µm)		ความกว้างหรือเส้นผ่าศูนย์กลาง (µm)		ความหนา (µm)	ปริมาตร (μm^3)	รูปร่างเชิงคณิตศาสตร์	รูปร่างทั่วไป
	Cell	Filament	Cell	Filament				
Kirchneriella pseudoaperta Kom.	5		3		3	35	2 Paraboroid	Cell
Scenedesmus calyptratus (Comas) Kom.	10		3		3	188	2 Cones	Colony
Didymocystis sp.	8		4		4	134CO	Ellipsoid	Colony
Chlorella sp. 4	3.5		3.5		3.5	22	Sphere	Cell
Elakatothrix viridis (Snow) Printz	10		2.5		2.5	132	Elliptic Ellipsoid	Cell
Pediastrum longecornutum (Gutwinski) Comas						3,478	Trapezoid+ 2 Triangular	Colony
Dictyosphaerium tetrachotonum Kom.	2.5		2		2	20CE	Ellipsoid	Colony
Oocystis marsonii Lemm.	10		7		7	257CE	Ellipsoid	Colony
Chlamydomonas sp.	12		11		10	690	Elliptic Ellipsoid	Cell
Botryococcus braunii Kützing	25.3		17.8		12	6,190C	2 Ellipsoid	Colony
Koliella longiseta (Visch.) Comb	35				3	82	2 Cones	Cell
Zygnemaphyceae								
Closterium parvulum Nag.	38.7		3		3	183	2 Cones	Cell
Staurastrum paradoxum W and G.S. West	20		10		7.5	2,130	2 Ellipsoid+6Truncated	Cell

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

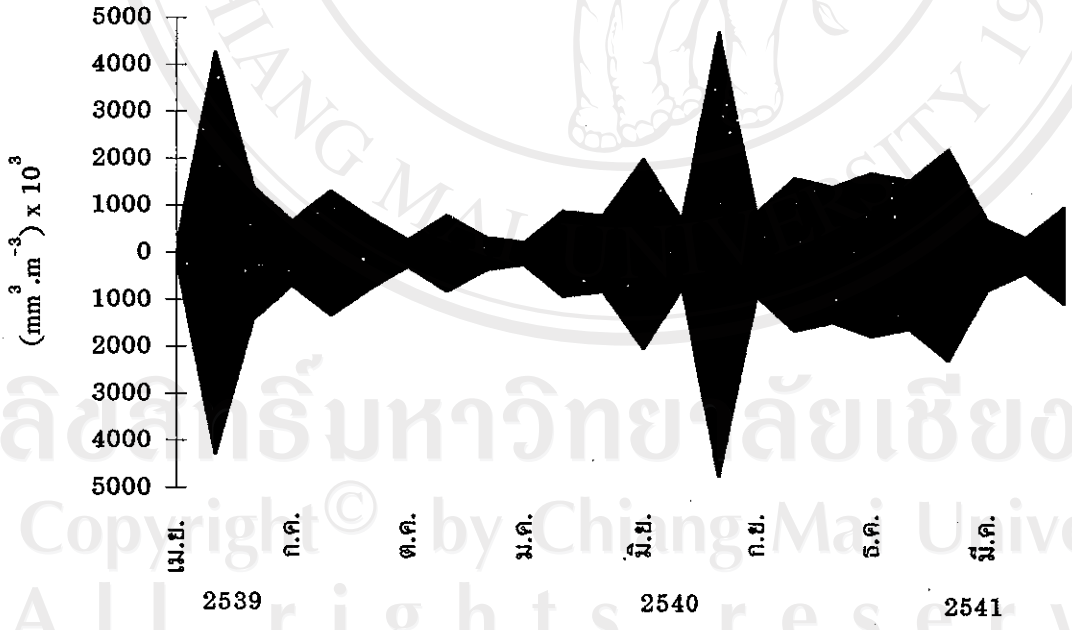
ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชนิดของแพลงก์ตอนพืช	ความยาว (µm)		ความกว้างหรือเส้นผ่าศูนย์กลาง (µm)		ความหนา (µm)	ปริมาตร (μm^3)	รูปร่างเชิงคณิตศาสตร์	รูปร่างทั่วไป
	Cell	Filament	Cell	Filament				
Staurastrum tetracerum Ralfs						2,088	2 Ellipsoid+6Truncated	Cell
Staurodesmus mamillatus (Nordst.) Teil.	38		37		4	1,443	Elliptic Cone	Cell
Euastrum denticulatum (Kirch.) Gay	9.3		15		5	1,279	2 Trapezoid	Cell
Cosmarium nudum (Turner.) Gutawinski	45		43		15	15,190	Elliptic Ellipsoid	Cell
Xanthophyceae								
Centritractus belanophorus Lemm.	35		9		9	2,226	Cylinder	Cell
Euglenophyceae							Cylinder	Filament
Trachelomonas armata Ehr.	17.5		17.5		17.5	2,804	Sphere	Cell
Trachelomonas oblonga Lemm.	17		15		15	1,945	Ellipsoid	Cell
Trachelomonas mucosa Skv.	22.5		17.5		17.5	3,606	Ellipsoid	Cell
Trachelomonas volvocina Ehr.			12			904	Sphere	Cell
Trachelomonas hispida (Perty) Stein			13.46			1,267	Sphere	Cell
Euglena tuberculata Swir.	32.5		12.5		7.5	1,595	Elliptic Ellipsoid	Cell
Euglena acus Ehr.	27.5		7.5		5	540	Elliptic Ellipsoid	Cell
Phacus longicaudatus (Ehr.) Duj.,	70		40		10	1,4653	Elliptic Ellipsoid	Cell
Phacus pleuronectus (Müller) Dujardin	27.35		20		9.5	2,819	Elliptic Ellipsoid	Cell

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

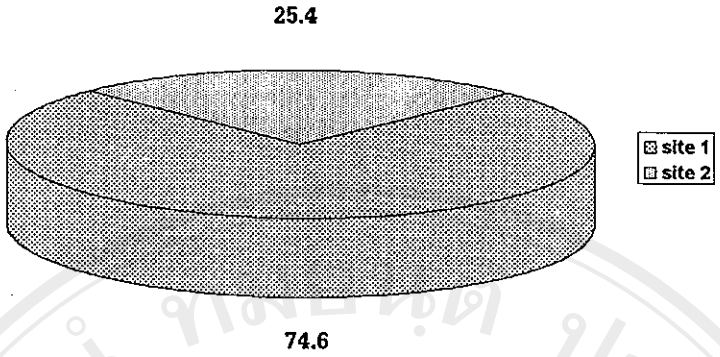


ภาพที่ 2 เปอร์เซนต์จำนวนสปีชีส์ของแพลงก์ตอนพืชแต่ละกลุ่มในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

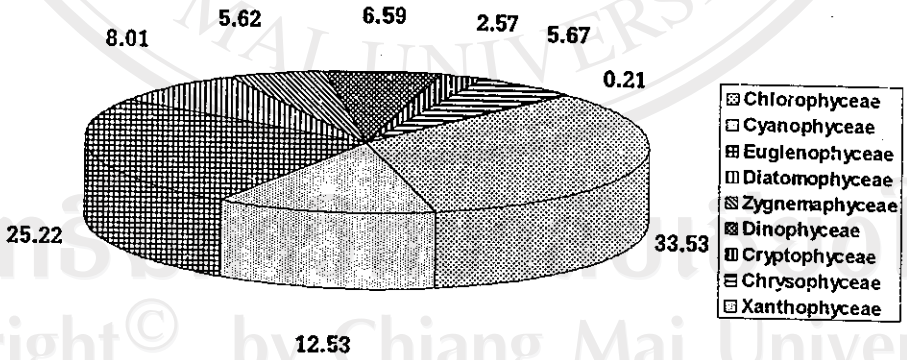


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 3 ปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541



ภาพที่ 4 เปอร์เซนต์ปริมาตรชีวภาพรวมของกลุ่มแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จากจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (บริเวณที่แสงส่องถึง) และจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (บริเวณที่แสงส่องไม่ถึง) เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 5 เปอร์เซนต์ปริมาตรชีวภาพรวมของกลุ่มแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

แพลงก์ตอนพืชที่สามารถนำมาเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วนี้มีอยู่ 3 สปีชีส์ คือ *Planktolyngbya limnetica*, *Aulacoseira granalata*, *Trachelomonas volvocina* และ *Dinobryon divergens* โดยใน 3 สปีชีส์แรกจะบ่งบอกน้ำที่มีคุณภาพไม่ดี ส่วนสปีชีส์หลังจะบ่งบอกน้ำที่มีคุณภาพดี รายละเอียดของความสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ จะได้กล่าวต่อไปในข้อการใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำควบคู่ไปกับคุณภาพน้ำที่เปลี่ยนแปลงต่อไป

ภาพของแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น ชนิดที่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำและชนิดที่พบเห็นได้บ่อย ๆ แสดงในภาพที่ 6-8

2. แพลงก์ตอนสัตว์

งานวิจัยในครั้งนี้ พบแพลงก์ตอนสัตว์ 3 phylum รวม 34 สปีชีส์ เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ใน Phylum Protozoa 9 สปีชีส์ Phylum Rotifera 17 สปีชีส์ และ Phylum Arthropoda 8 สปีชีส์ ใน Phylum Arthropoda จัดอยู่ใน Class Crustacea ทั้งหมด โดยอยู่ใน Order Cladocera 4 สปีชีส์ Order Ostracoda 1 สปีชีส์ และ Order Copepoda 3 สปีชีส์ (ตารางที่ 2) เมื่อศึกษาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์เป็นจำนวนเซลล์ต่อลิตร พบว่าเปอร์เซนต์ของแต่ละ Phylum แตกต่างกันดังนี้ Phylum Protozoa 18.5%, Phylum Rotifera 65.3% และ Phylum Crustacea 16.2% (ภาพที่ 9) แพลงก์ตอนสัตว์ที่เป็นชนิดเด่นจะเป็นพวกโรติเฟอร์ทั้งหมด ได้แก่ *Polyarthra vulgaris*, *Keratella cochlaesis* และ *Tetramastrix opoliensis* แสดงในภาพที่ 10

ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์

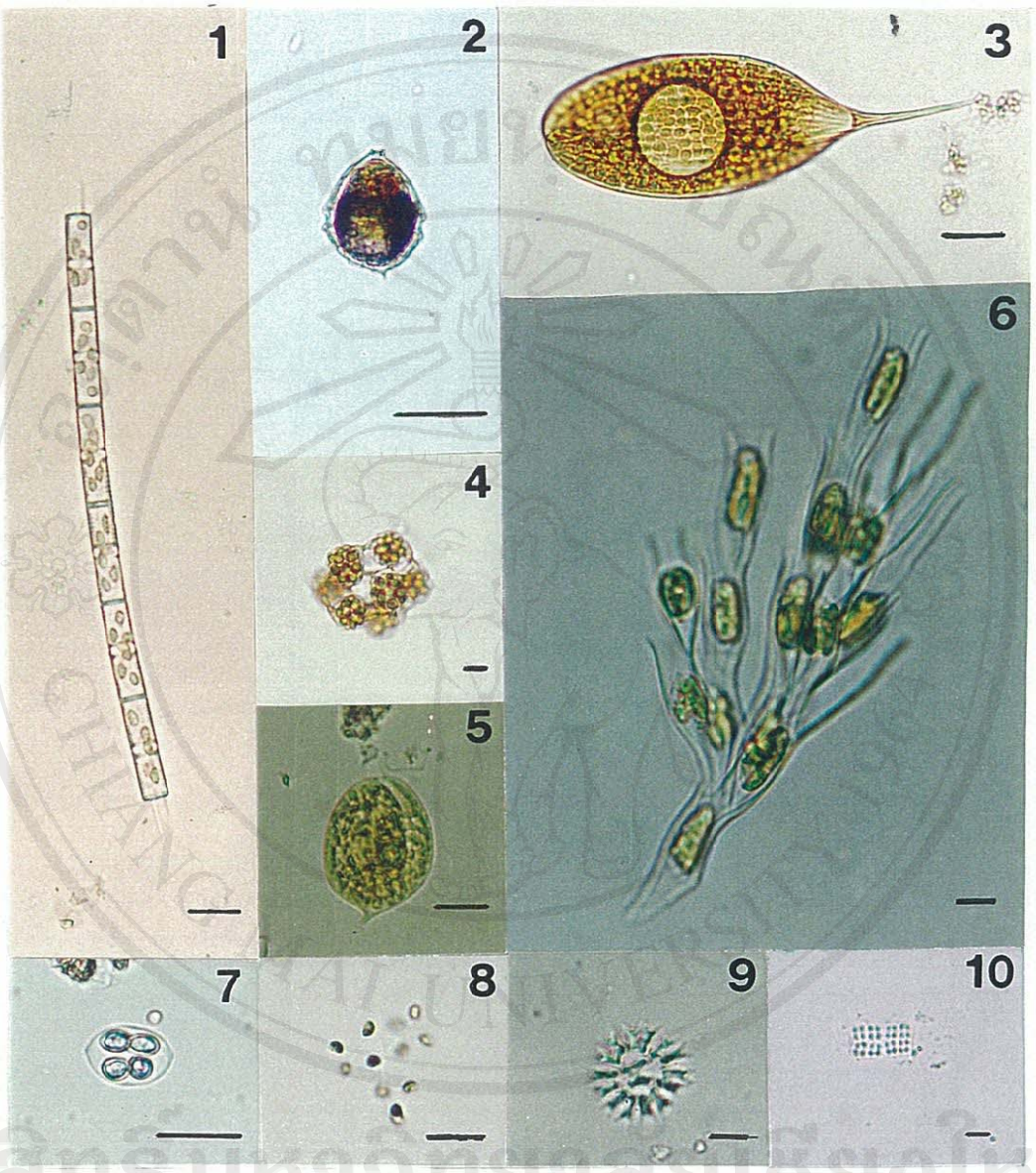
ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ แสดงในภาพที่ 11 จะเห็นว่ามีความสัมพันธ์กันแบบตามกัน กล่าวคือเมื่อแพลงก์ตอนพืชเพิ่มปริมาณขึ้น แพลงก์ตอนสัตว์ซึ่งกินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารก็จะเพิ่มขึ้นตาม หลังจากนั้นแพลงก์ตอนพืชจะลดลง ทำให้แพลงก์ตอนสัตว์ไม่มีอาหารกิน จึงลดปริมาณลงไปด้วย ความสัมพันธ์นี้จะเป็นไปโดยตลอด ซึ่งบางช่วงจะเห็นชัดมาก

3. คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ

3.1 ความลึกของแหล่งน้ำ

ความลึกของแหล่งน้ำสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในอ่างแก้ว (ภาพที่ 12) พบว่าในช่วงปีแรกระดับน้ำจะสูงกว่าปีที่ 2 โดยเฉลี่ย โดยมีปริมาณน้ำสูงสุดในเดือนเมษายน กรกฎาคม และสิงหาคม 2539 จากนั้นก็ลดต่ำลงและเพิ่มขึ้นเป็นบางเดือน เดือนที่มีปริมาณน้ำน้อยที่สุดหรือความลึกของแหล่งน้ำต่ำสุดคือ เดือนพฤศจิกายน 2540 จะเห็นว่าระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วไม่ได้เปลี่ยนไปตามฤดูกาล แต่เปลี่ยนแปลงไปตามการระบายน้ำจากคลองชลประทานเข้ามาเติมในอ่างเก็บน้ำ เมื่อใดก็ตามที่ระดับน้ำลดลงจะมีการระบายน้ำเข้ามาเติมในอ่างแก้วเสมอ จึงทำให้ระดับน้ำในอ่างแก้วค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

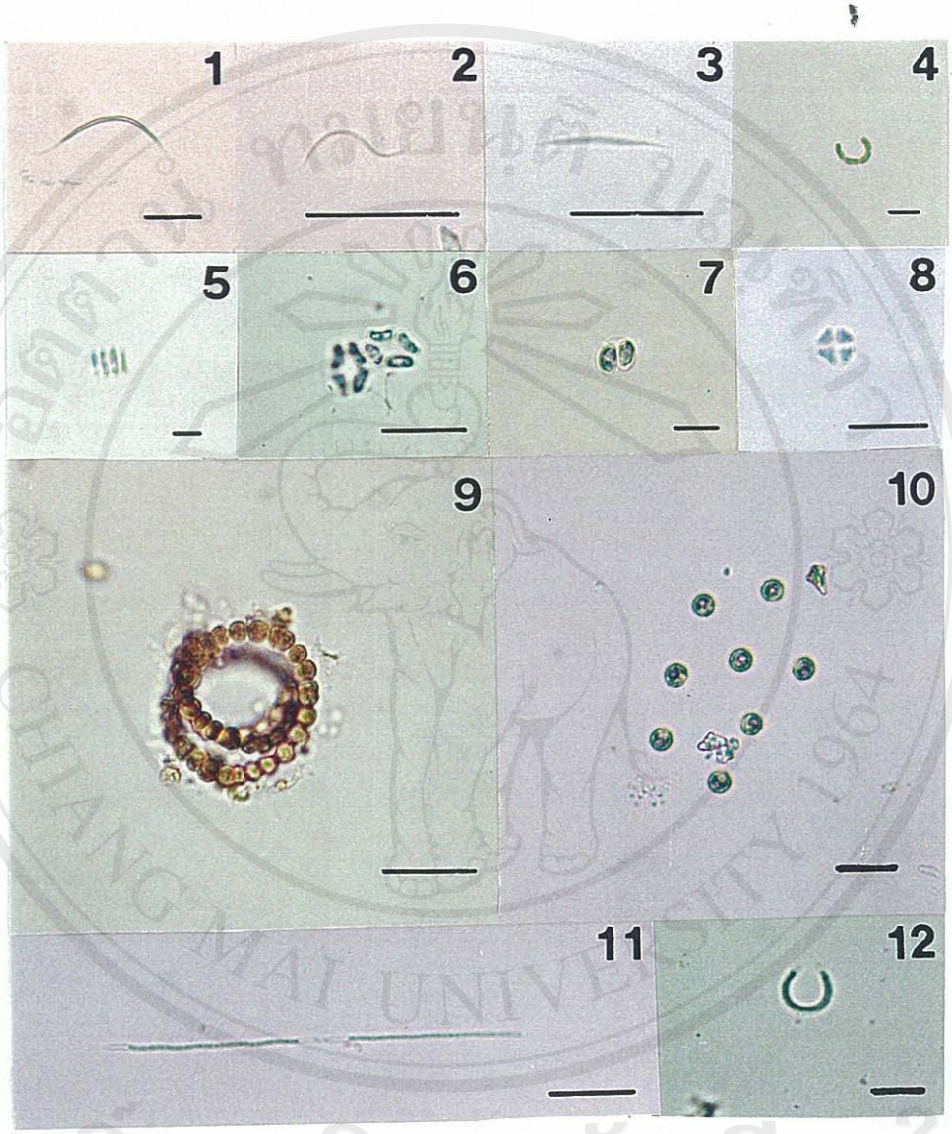


ภาพที่ 6 แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น (1-6) และที่พบทั่วไป (7-10) ในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว

1 - *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Ralfs , 2- *Peridinium inconspiuum* Lemm., 3- *Phacus longicaudatus*. (Ehr.) Duj., 4- Coelastrum reticulatum (Dang.) Senn var. *cubanum* Kom., 5- *Phacus pleuronectus* (Müller) Dujardin , 6- *Dinibryon divergens* Imhof , 7- *Oocystis marsonii* Lemm., 8- *Dictyosphearium tetrachotonum* Kom., 9- *Pediastrum longecornutum* (Gutwinski), 10- *Merismopedia punctata* Lemm.

สเกล = 10 μ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

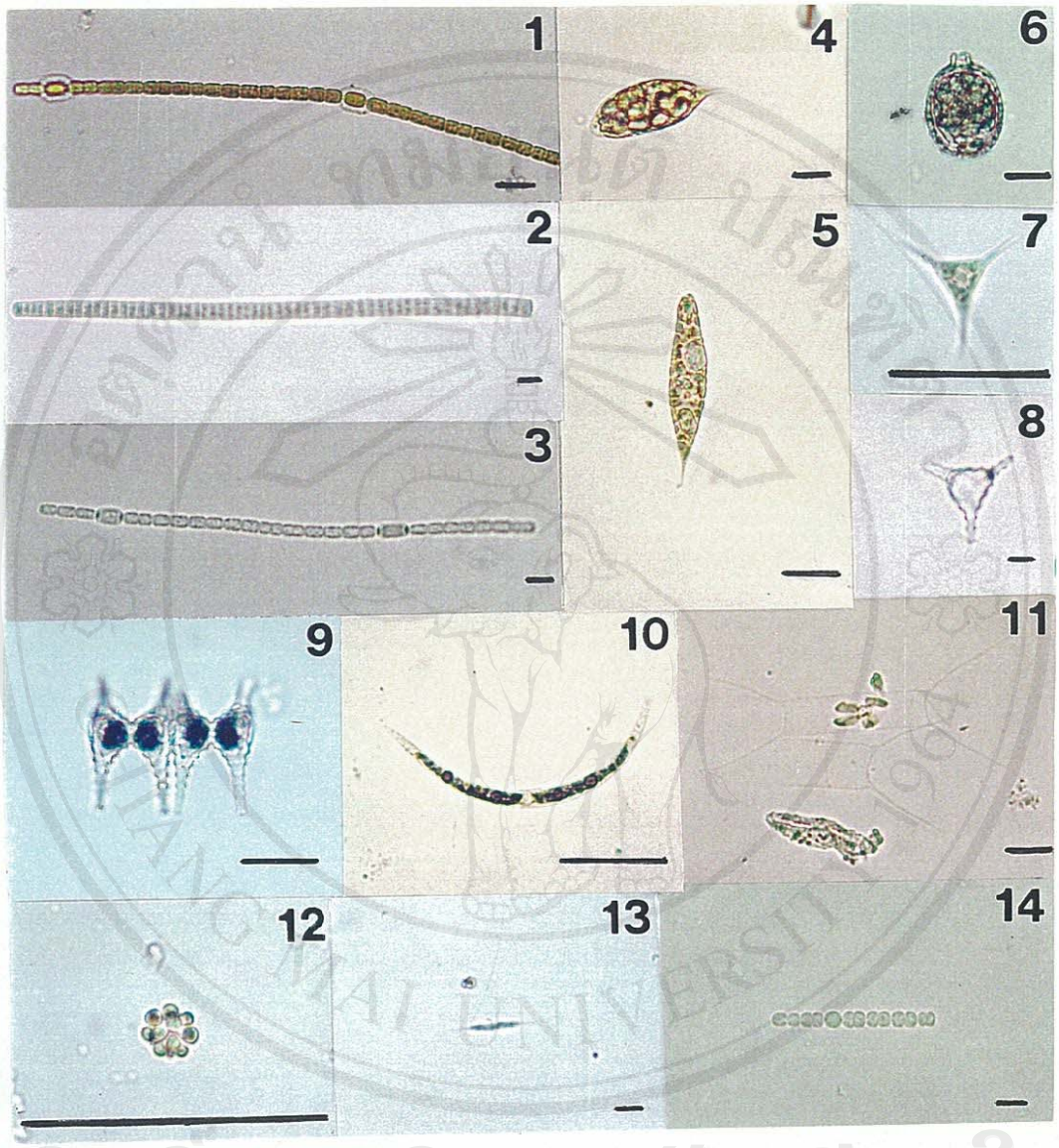


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 7 แพลงก์ตอนพืชชนิดที่พบทั่วไปในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว

1- *Monoraphidium arcuatum* (Kors.) Hind., 2 - *M. contortum* (Thur.) Kom.-legn., 3 - *M. tortile* (W. & G. S. West) Kom.-Legn., 4 - *Synechococcus leopoliensis* (Racib) Kom., 5 - *Scenedesmus calyptratus* (Comas) Kom., 6 - *Cruciginiella pulchra* Kom., 7 - *Chroococcus minutus* (Kütz.), 8 - *Tetrastrum komarekii* Hind., 9 - *Anabaena spiroides* Klebahm., 10 - *Chlorella* sp. 4., 11 - *Planktolyngbya limnetica* Lemm., 12 - *Anabaenopsis raciborskii* Wol.

สเกล = 10 μ



ภาพที่ 8 แพลงก์ตอนพืชชนิดที่พบทั่วไปในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว

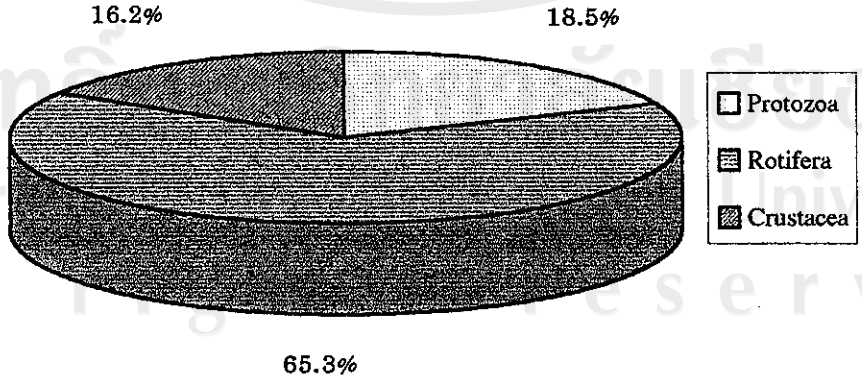
1 - *Aphanizomenon gracile* Lemm., 2 - *Oscillatoria subbrevis* Schmidle., 3 - *Anabaena verrucosa* Boye-Peterson, 4 - *Euglena tuberculata* Swir., 5 - *Euglena acus* Ehr., 6 - *Trachelomonas mucosa* Skv., 7 - *Staurodesmus mumillatus* (Nordst.) Teil., 8 - *Staurastrum parodoxum* var. *cingulum* W. & G. S. West, 9 - *Staurastrum tetracerum* Ralfs, 10 - *Closterium parvulum* Näg., 11 - *Acanthocerus zachariasii* (Bron.) Simonsen, 12 - *Coelastrum microporum* Näg., 13 - *Koliella longiseta* (Visch.) Comb., 14 - *Anabaena* sp.

สเกล = 10 μ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

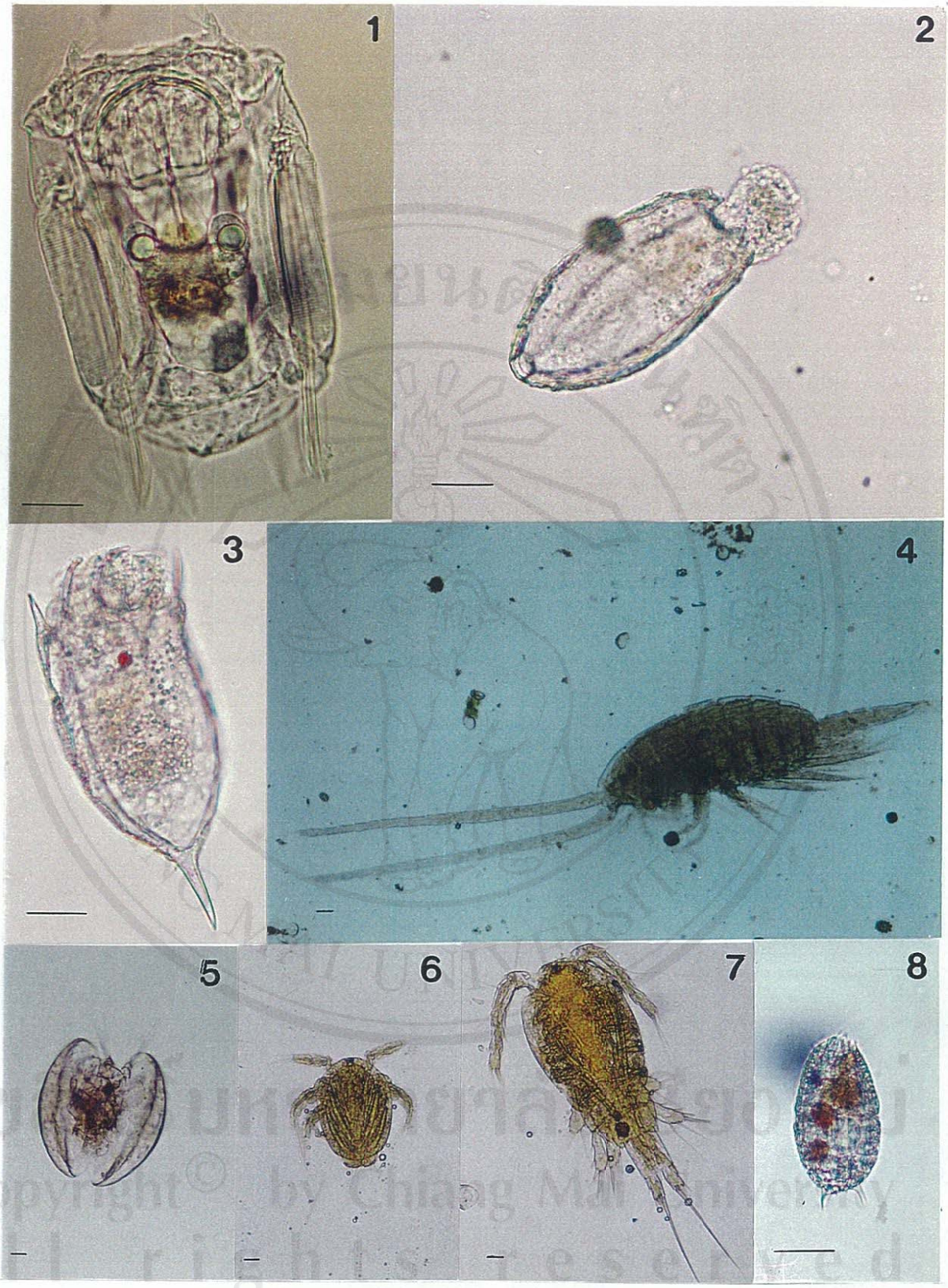
ตารางที่ 2 แพลงก์ตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำแนกตามอนุกรมวิธาน มิถุนายน 2540 - พฤษภาคม 2541

Phylum	Class	Order	Family	Genus or Species
Protozoa	Rhizodina	Amoebida		*Amoeba* sp.
		Testacida		*Assulina* sp.
				Difflugia sp.
	Actinopoda			*Actinophrys sol*
				Acathocystis sp.
	Holotrichia	Gymnostomatida		*Coleps octospinus*
	Peritrichia	Sessilia		*Vorticella* sp.
	Spirotrichia	Hypotrichiada		*Euplotes* sp.
Rotifera	Monogononta	Ploima	Dicranophoridae	*Polyarthra vulgaris*
				Dicranophorus sp.
			Brachionus	*Anuraeopsis* sp.
				Platyias sp.
				Keratella sp.
				Kellicottia sp.
			Gastrodidae	*Chromogaster* sp.
			Trichocera	*Trichocera* sp.
			Epiphanidae	*Epiphanes* sp.
			Euchlanidae	*Euchlanis* sp.
		Floscullariaceae	Filinidae	*Tetramastrix opolienisis*
			Testudinellidae	*Pompholyx* sp.
		Collothecacea	Atrochidae	*Cupelopagis* sp.
Arthropoda	Crustacea	Cladocera	Bosminidae	*Bosmina* sp.
			Daphnidae	*Daphnia* sp.
				Ceriodaphnia sp.
			Chydoridae	*Acroperus* sp.
		Copepoda	larva of Copepod	Nauplius
			Cyclopoida	*Cyclops* sp.
			Diaptomidae	*Diaptomus* sp.
		Ostracoda	Cyprinae	*Cyprıs* sp.



ภาพที่ 9 เปอร์เซนต์ความหนาแน่นของกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



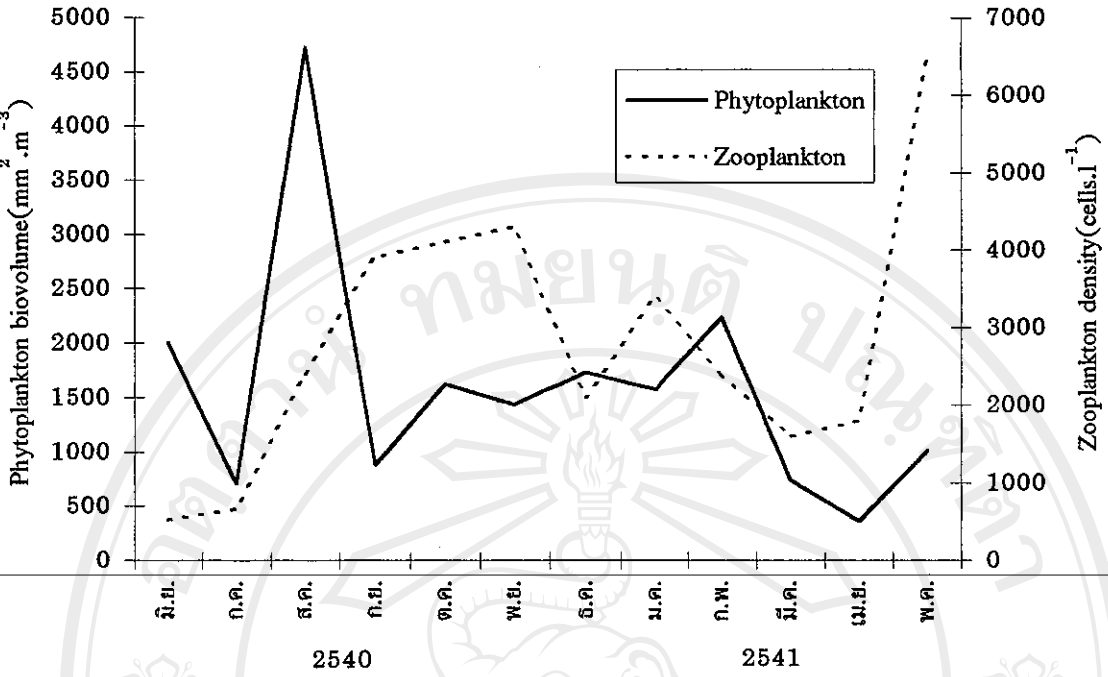
ภาพที่ 10 แพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่น (1-2) และที่พบทั่วไป (3-8) ในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว

1- *Polyarthra vulgaris* , 2- *Keratella* sp1. , 3- *Keratella* sp2. , 4- *Diaptomus* sp.

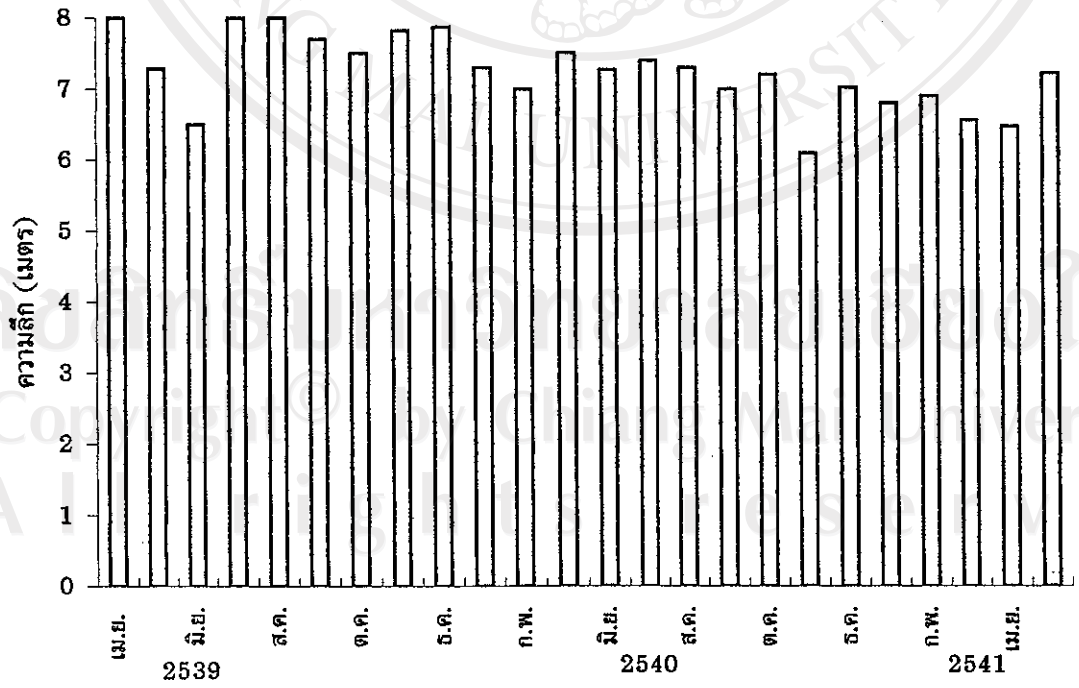
5 - *Cypris* sp. , 6- Nauplius (larva of Copepod) , 7- *Cyclops* sp. , 8- *Coleps* sp.

สเกล = 20 μ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ ในอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มิถุนายน 2540 - พฤษภาคม 2541



ภาพที่ 12 ความลึกของอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 ความลึกที่แสงส่องถึง

ความลึกที่แสงส่องถึงในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาตรชีวภาพรวมของแพลงก์ตอนพืชและปริมาณคลอโรฟิลล์ แต่กลับขึ้นอยู่กับตะกอนแขวนลอยที่เกิดจากฝนตกแล้วชะหน้าดิน ทำให้เกิดตะกอนดินไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำมากกว่า จะเห็นว่าความลึกที่แสงส่องถึงจะลดลงมากในช่วงฤดูฝน (ภาพที่ 13) หรือปลายฤดูฝนต่อกับฤดูหนาวซึ่งฝนตกหนักเกิดขึ้นก่อนหน้าที่จะทำการตรวจวัด ในปีแรกพบว่าจะมีค่าต่ำในเดือนตุลาคม ซึ่งเกิดฝนตกหนักก่อนจะทำการตรวจวัด ส่วนในรอบปีที่ 2 จะมีค่าต่ำในช่วงฤดูฝนอย่างแท้จริง ซึ่งเห็นชัดในเดือนสิงหาคม กันยายน พฤศจิกายน และมกราคม (ในเดือนพฤศจิกายนและมกราคม เป็นผลมาจากน้ำที่ระบายมาจากคลองชลประทาน) ส่วนในฤดูหนาวโดยทั่วไปน้ำจะใสกว่าฤดูอื่นๆ ความลึกที่แสงส่องถึงจึงมีค่าสูงขึ้น

3.3 ความขุ่น

ความขุ่นจะมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความลึกที่แสงส่องถึงคือ เมื่อความขุ่นสูง ความลึกที่แสงส่องถึงจะลดลง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ก็ได้แสดงผลดังกล่าว (ภาพที่ 14) โดยในฤดูฝนความขุ่นจะสูง และจะลดต่ำลงในฤดูหนาวและฤดูร้อน

3.4 อุณหภูมิ

อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลอย่างเห็นได้ชัด (ภาพที่ 15) โดยในฤดูร้อนและฤดูฝนจะมีค่าสูง (ในฤดูฝน วันที่ฝนไม่ตก อุณหภูมิของน้ำจะใกล้เคียงกับฤดูร้อน) และจะต่ำลงในฤดูหนาว เดือนที่มีอุณหภูมิสูงสุดคือเดือนพฤษภาคมของทุกปี และเดือนที่อุณหภูมิต่ำสุดคือเดือนธันวาคมของทุกปีเช่นกัน

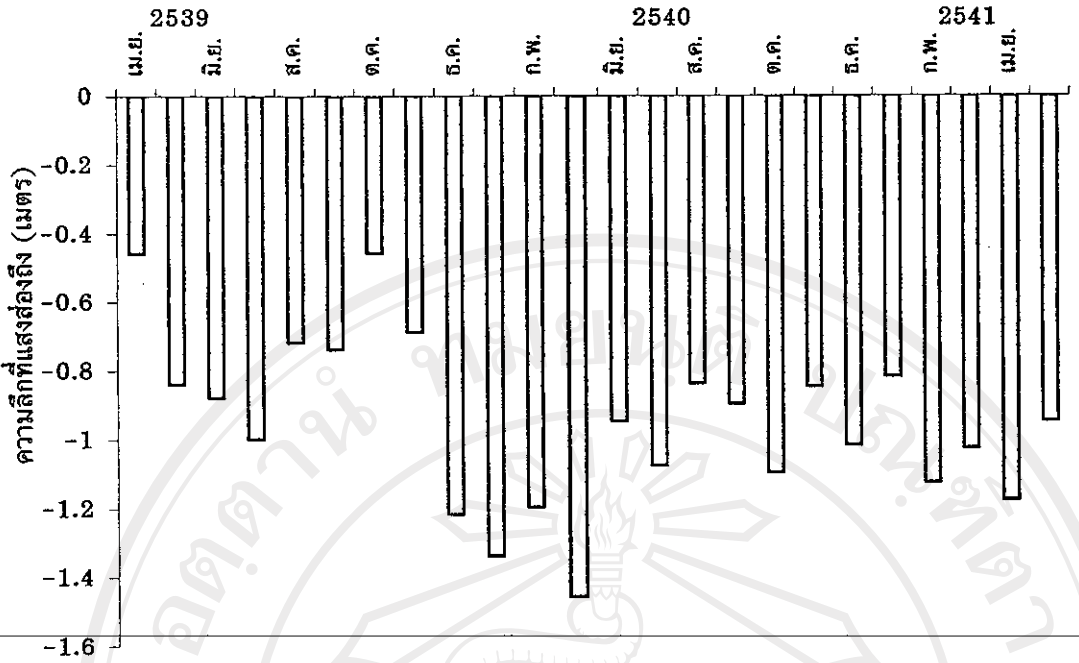
3.5 ค่าการนำไฟฟ้า

ค่าการนำไฟฟ้าจะบ่งบอกถึงปริมาณอิออนบวกและลบในน้ำนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ค่าการนำไฟฟ้าจะมีค่าสูงอยู่ 3 ช่วงคือ ช่วงเดือนเมษายน - พฤษภาคม 2539 เดือนพฤษภาคม - กรกฎาคม 2540 และเดือนกุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2541 (ภาพที่ 16) ส่วนในฤดูหนาวจะมีค่าต่ำกว่าในฤดูอื่นๆ ค่าการนำไฟฟ้าจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน และมีแนวโน้มสัมพันธ์กับปริมาณไนเตรท ไนโตรเจน และปริมาณ soluble reactive phosphos (ภาพที่ 22, 23 และ 24)

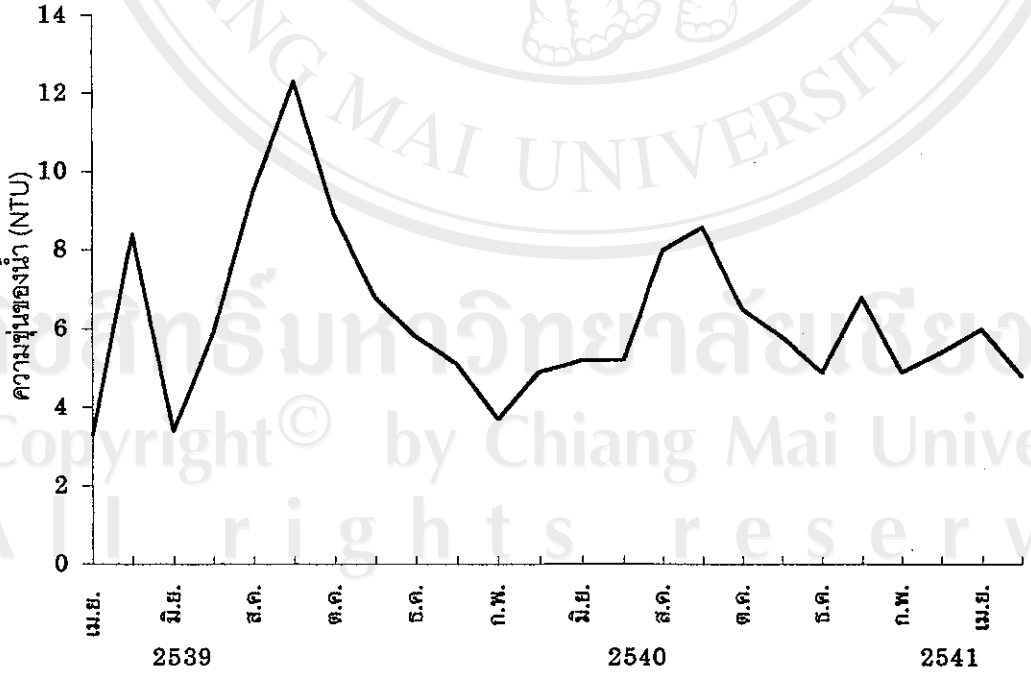
3.6 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าการนำไฟฟ้า โดยปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำจะเป็นครึ่งหนึ่งของค่าการนำไฟฟ้าเสมอ (ภาพที่ 17)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

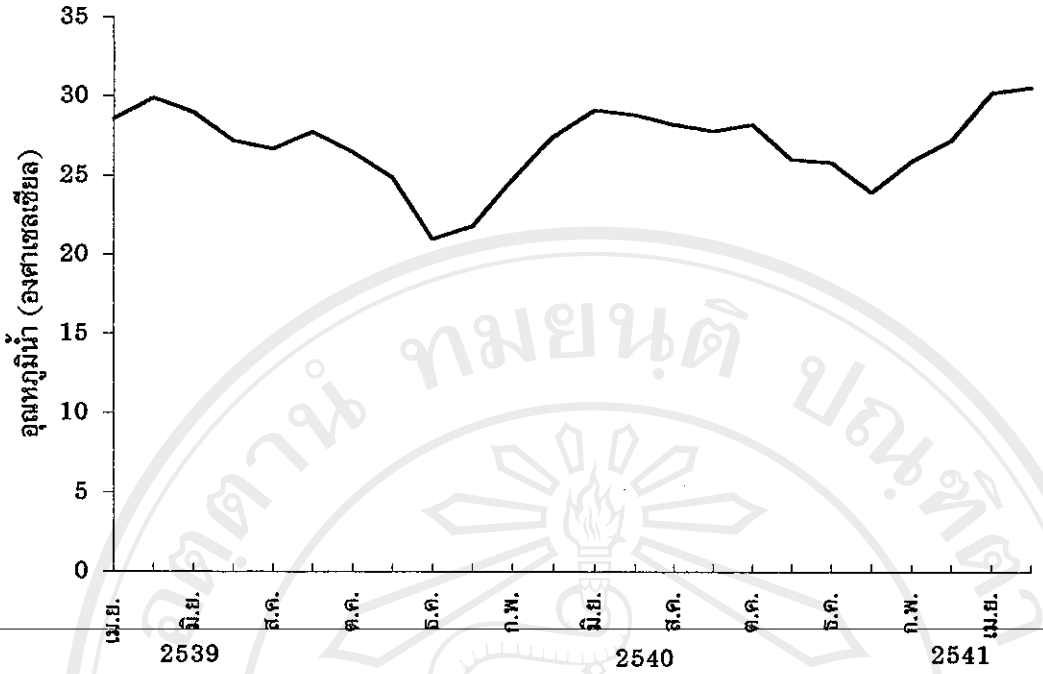


ภาพที่ 13 ความลึกที่แสงส่องถึงของอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

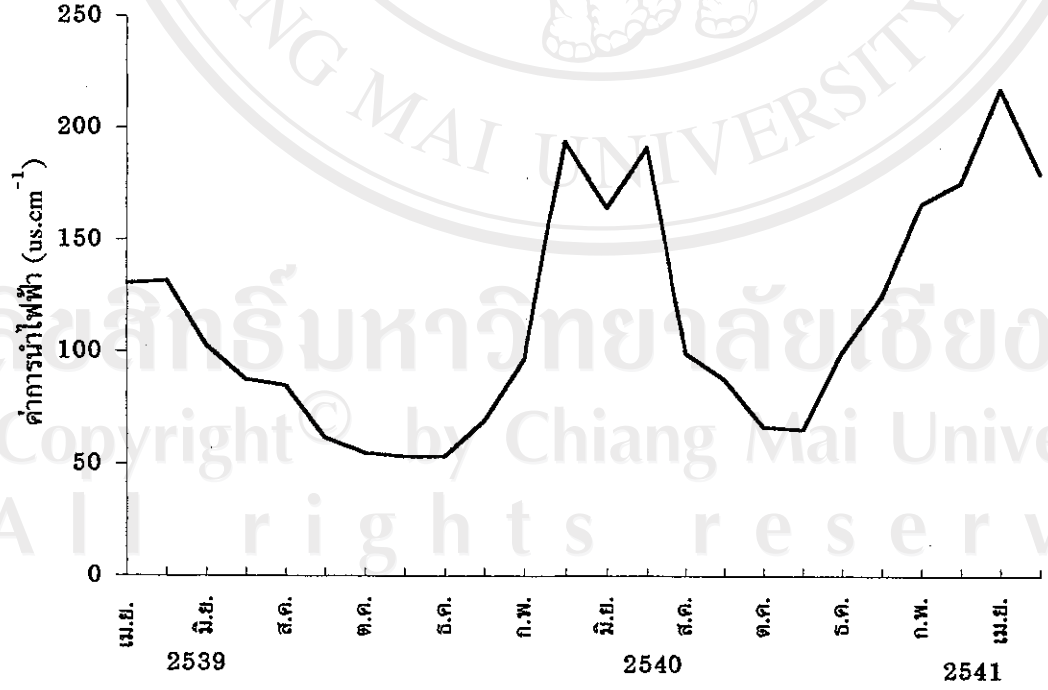


ภาพที่ 14 ความขุ่นของน้ำในอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 15 อุณหภูมิของน้ำในอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541



ภาพที่ 16 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.7 ค่าความเป็นกรดด่าง

ในงานวิจัยครั้งนี้ ค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 6.5 – 9.3 โดยเฉลี่ยแล้วอยู่ในช่วง 7 – 8 ซึ่งเป็นค่าความเป็นกรดด่างปกติในแหล่งน้ำทั่ว ๆ ไป ค่าความเป็นกรดด่างสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนกรกรฎาคม 2540 (ภาพที่ 18) มีค่าถึง 9.3 ซึ่งในระยะเวลาเดียวกันนี้ค่าความเป็นด่าง (ภาพที่ 19) ก็สูงมากเช่นกัน แต่ค่าที่สูงนี้ไม่มีผลกระทบต่อพารามิเตอร์อื่นใด

3.8 ค่าความเป็นด่าง

ค่าความเป็นด่างในงานวิจัยนี้สัมพันธ์กับค่าความเป็นกรดด่างบางช่วงของการวิจัยคือ ช่วงเดือนพฤษภาคม – กรกฎาคม 2540 และช่วงเดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์ 2541 (ภาพที่ 19) ในงานวิจัยนี้ค่าความเป็นกรดด่างจะสูงใน 3 ช่วงคือ ช่วงแรกเดือนเมษายน – พฤษภาคม 2539 และลดลงในช่วงปลายฤดูฝนต่อกับฤดูหนาว และฤดูร้อน และสูงขึ้นอีกในช่วงเดือนพฤษภาคม – กรกฎาคม 2540 จากนั้นก็จะลดลงเรื่อย ๆ และสูงขึ้นอีกครั้งตั้งแต่เดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์ 2541 เป็นที่น่าสังเกตว่าค่าความเป็นด่างมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ

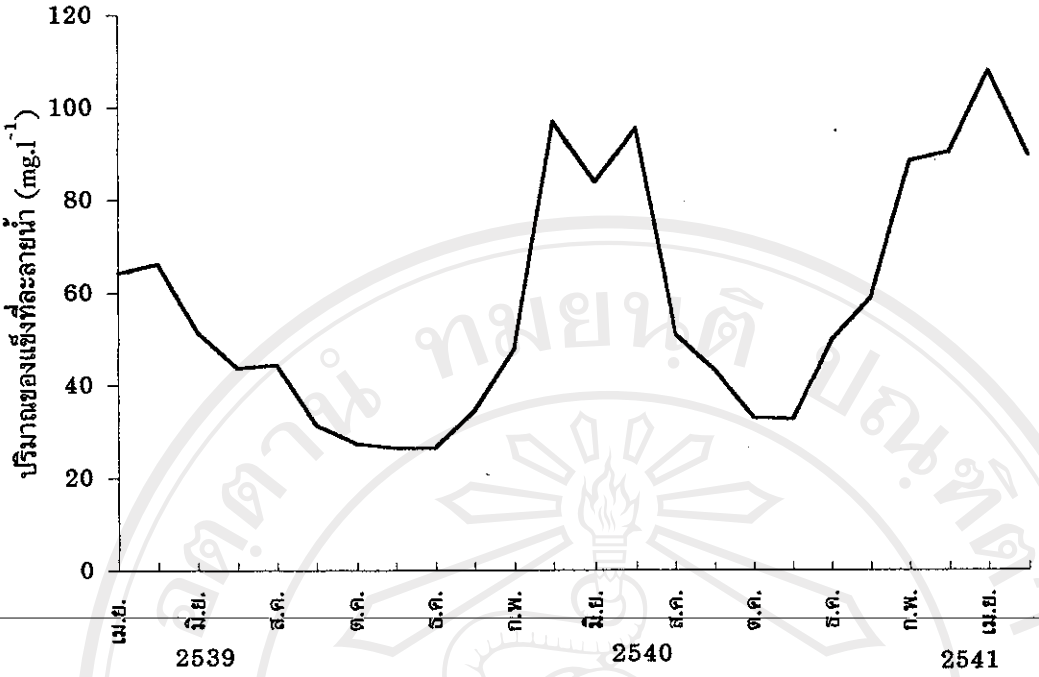
3.9 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในการวิจัยครั้งนี้ มีค่าขึ้น ๆ ลง ๆ ตลอดการวิจัย และมีค่าสูงสุด 10.4 $mg.l^{-1}$ และต่ำสุด 4.8 $mg.l^{-1}$ (ภาพที่ 20) โดยเฉลี่ยแล้วมีค่าประมาณ 7 – 8 $mg.l^{-1}$ ซึ่งก็เป็นภาวะทั่วไปของแหล่งน้ำที่มีคุณภาพปานกลางค่อนข้างดีอย่างเช่นอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วนี้ การขึ้น ๆ ลง ๆ ของค่าที่วัดได้อาจเนื่องมาจากลักษณะของภูมิอากาศ ปริมาณฝนที่ตก และแรงลมในช่วงที่ทำการตรวจวัด มีผลให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเปลี่ยนแปลงไป

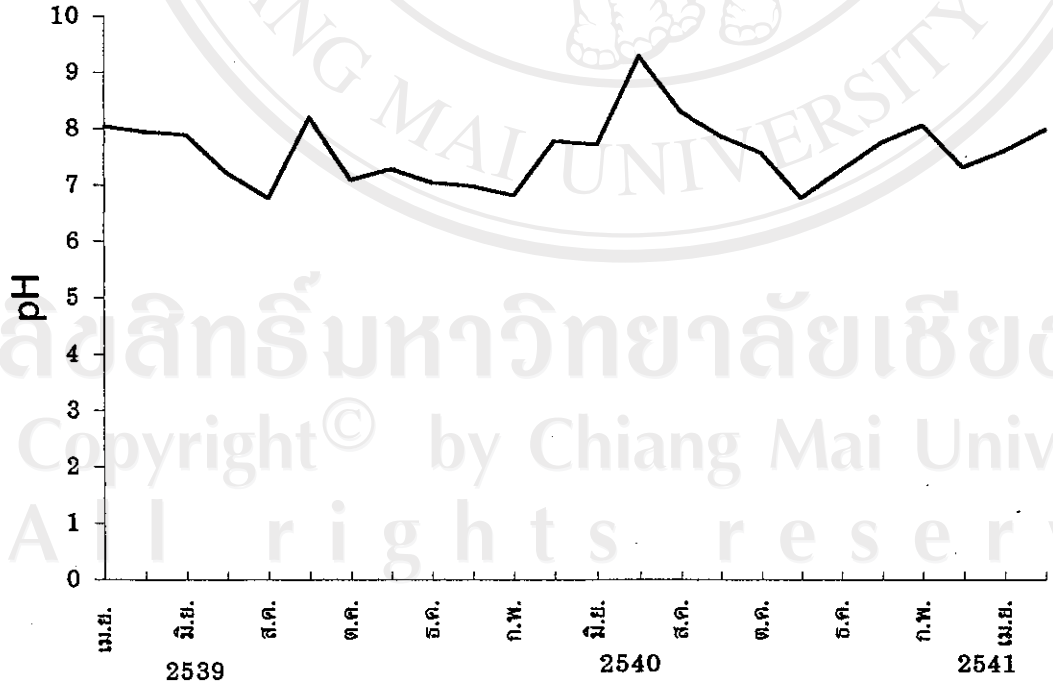
3.10 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD)

ค่า BOD ในการวิจัยครั้งนี้ มีค่าขึ้น ๆ ลง ๆ (ภาพที่ 21) โดยมีค่าสูงในช่วงแรก (เมษายน – กันยายน 2539) และช่วงสุดท้ายของการวิจัย (กุมภาพันธ์ – เมษายน 2541) ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจน ส่วนช่วงกลางของการวิจัยจะมีค่าต่ำลง ปริมาณค่า BOD ที่สูงใน 2 ช่วง มีแนวโน้มสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณสารอาหารโดยเฉพาะแอมโมเนียม ไนโตรเจน ค่าการนำไฟฟ้า และปริมาตรชีวภาพรวม ค่า BOD สูงสุดในเดือนพฤษภาคม 2539 และเดือนเมษายน 2541โดยมีค่าถึง 4.4 $mg.l^{-1}$ และมีค่าต่ำสุด 0.025 $mg.l^{-1}$ ในเดือนมิถุนายน 2540 โดยเฉลี่ยแล้วมีค่าอยู่ในช่วง 1–2 $mg.l^{-1}$ ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย แต่ในช่วงที่สูงขึ้นมากตั้งแต่ 4 $mg.l^{-1}$ ขึ้นไป เป็นจุดที่ควรระมัดระวังเพราะน้ำมีโอกาสเน่าเสียได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

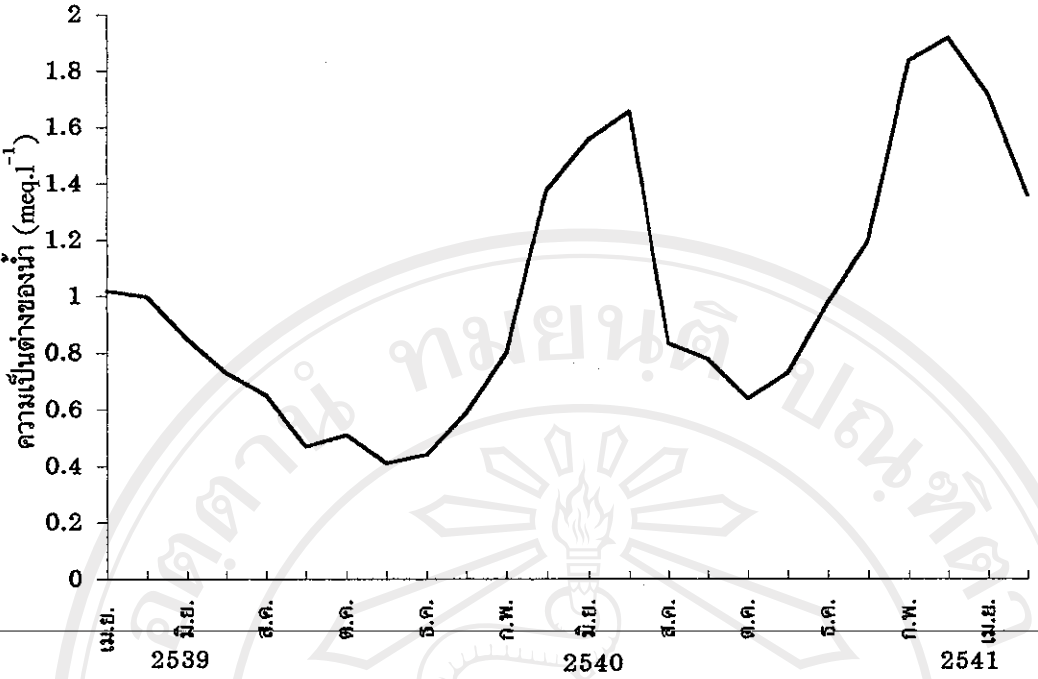


ภาพที่ 17 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำของน้ำในอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

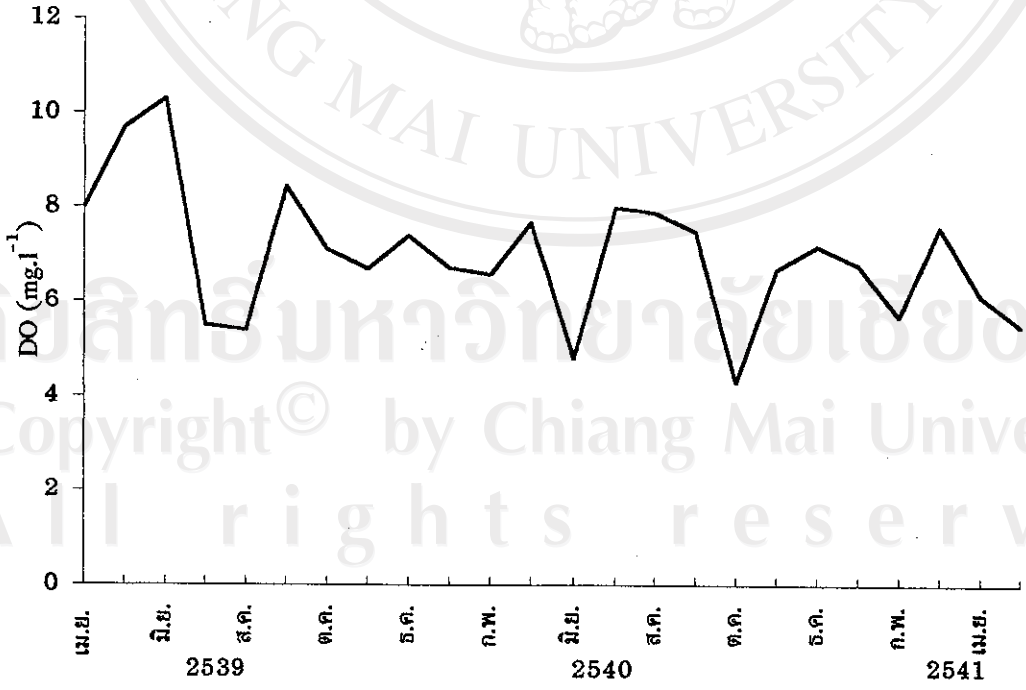


ภาพที่ 18 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของน้ำในอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 19 ค่าความเป็นด่างของน้ำในอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541



ภาพที่ 20 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำของอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.11 ปริมาณไนเตรท ไนโตรเจน

ปริมาณไนเตรท ไนโตรเจนมีลักษณะขึ้นๆ ลงๆ (ภาพที่ 22) โดยจะมีค่าสูงในช่วงแรกของการวิจัย ในช่วงเดือนเมษายน-กรกฎาคม 2539 และช่วงสุดท้ายของการวิจัยในช่วงเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และพฤษภาคม 2541 ค่าสูงสุดอยู่ในเดือนมกราคม 2541 โดยมีค่า 1.18 $mg.l^{-1}$ และมีค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม 2539 โดยมีค่า 0.2 $mg.l^{-1}$ ปริมาณไนตรท ไนโตรเจน มีแนวโน้มสัมพันธ์กับปริมาตรชีวภาพในบางช่วง นอกจากนั้นยังมีแนวโน้มสัมพันธ์กับค่าการนำไฟฟ้าอีกด้วย อย่างไรก็ตามค่าไนเตรท ไนโตรเจนในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วตลอดการวิจัย ยังมีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน ซึ่งกำหนดไว้ไม่ให้เกิน 5 $mg.l^{-1}$

3.12 ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน

ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนของอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วสูงขึ้น 3 ช่วงคือ ช่วงแรกของการวิจัย ในช่วงเดือนเมษายน 2539 ช่วงกลาง ซึ่งตรงกับฤดูฝนในเดือนมิถุนายน 2540 และช่วงปลายในเดือนกุมภาพันธ์ 2541 (ภาพที่ 23) ซึ่งมีแนวโน้มสัมพันธ์กับปริมาตรชีวภาพ ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณ soluble reactive phosphorus ค่าสูงสุดในเดือนมิถุนายนถึง 0.55 $mg.l^{-1}$ ซึ่งค่อนข้างมากในแหล่งน้ำที่นำน้ำไปทำน้ำประปา แต่ก็ไม่อันตรายนักเนื่องจากว่าแอมโมเนียมสามารถเปลี่ยนรูปเป็นไนโตรเจนรูปอื่นได้

3.13 ปริมาณ soluble reactive phosphorus

ในการวิจัยครั้งนี้ปริมาณ SRP ค่อนข้างขึ้นๆ ลงๆ ตลอดการวิจัย (ภาพที่ 24) มีช่วงที่มีค่าสูงอยู่หลายช่วง ซึ่งมักจะตรงกับฤดูหนาวในเดือนธันวาคม ปี 2539 และ 2540 แต่ก็ไม่ได้แสดงปริมาณความมากน้อยสัมพันธ์กับฤดูกาลมากนัก คงเป็นผลจากการปนเปื้อนจากภายนอกสู่แหล่งน้ำเป็นครั้งคราว ปริมาณ SRP ไม่แสดงความสัมพันธ์กับปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชมากนัก

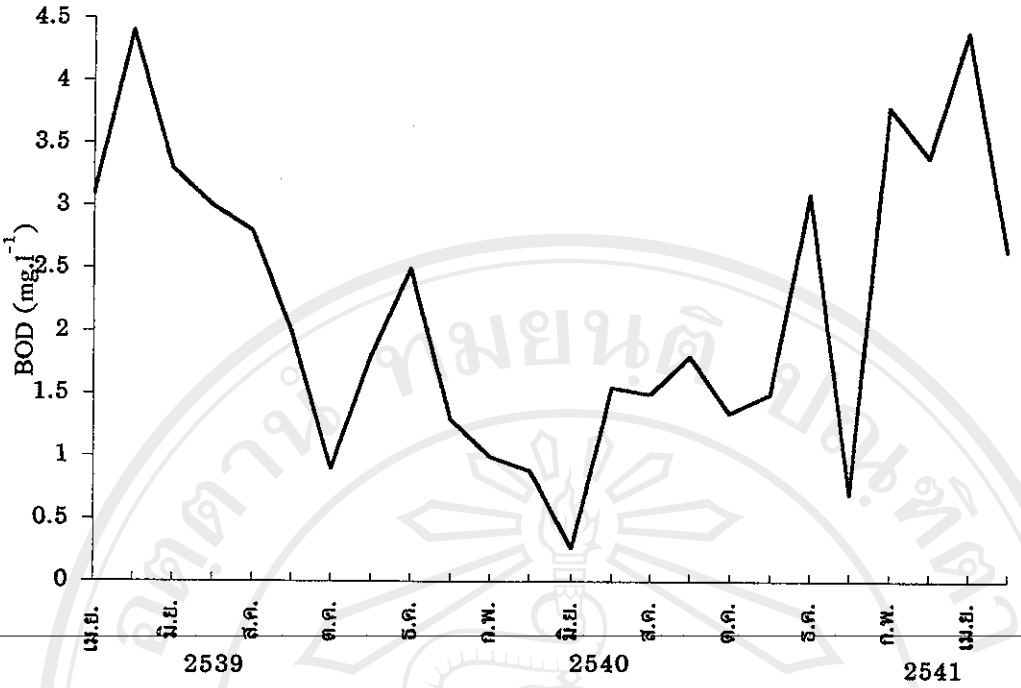
3.14 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในรอบวัน

แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ปี แต่ละปีจะศึกษาทุกฤดู ซึ่งเป็นการศึกษาทั้งหมด 6 ครั้งด้วยกันคือ ปี 2539-2540 ศึกษา 3 ครั้ง และปี 2540-2541 ศึกษาอีก 3 ครั้ง ดังมีรายละเอียดดังภาพที่ 25 และ ภาพที่ 26

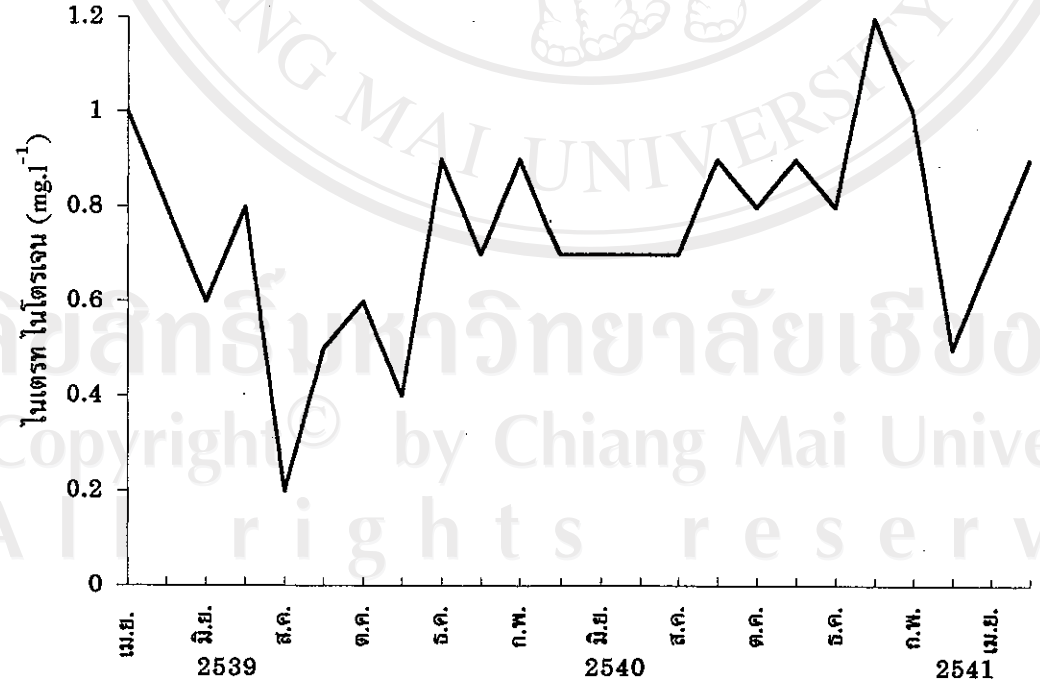
การวิจัยในปี 2539-2540 ได้ผลดังนี้ (ภาพที่ 25)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในฤดูฝน พบว่ามีค่าสูงสุด 8.8 $mg.l^{-1}$ โดยมีช่วงเปลี่ยนแปลงระหว่าง 6.1-8.8 $mg.l^{-1}$ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่เวลา 11.00 น. โดยมีค่า 8.2 $mg.l^{-1}$ และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเวลา 13.00 น. มีค่า 8.6 $mg.l^{-1}$ และเพิ่มสูงสุดเมื่อเวลา 15.00 น. มีค่าเป็น 8.8 $mg.l^{-1}$ จากนั้นค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเริ่มลดลง แต่เมื่อเวลา 19.00 น. ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเพิ่มขึ้นอีก ทั้งนี้เพราะมีฝนตกในช่วง 18.00 น. หลังจากเวลา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

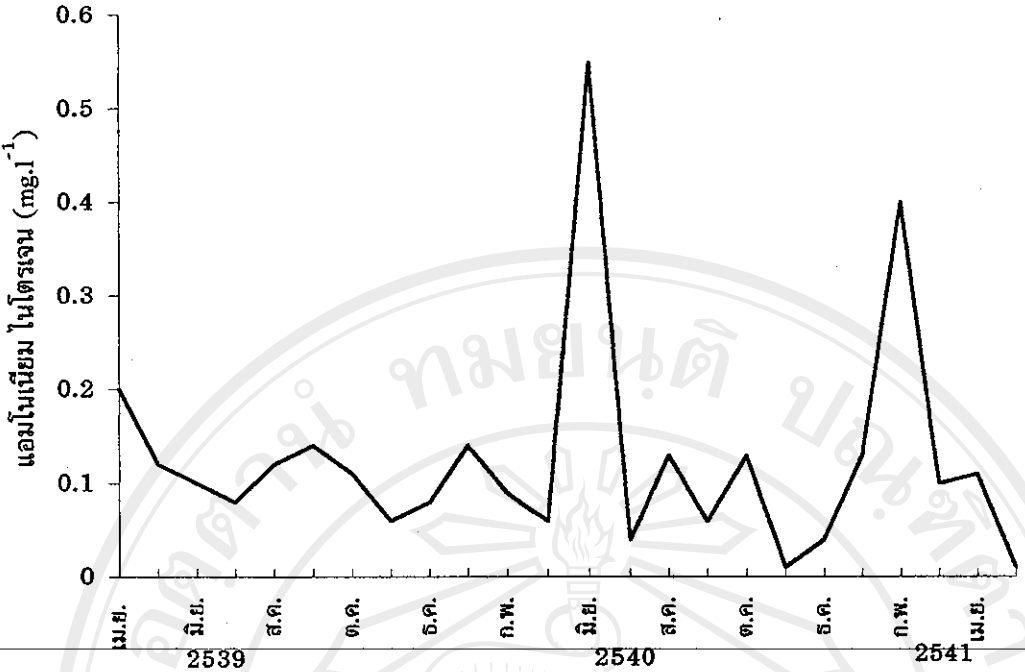


ภาพที่ 21 ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) ของน้ำในอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

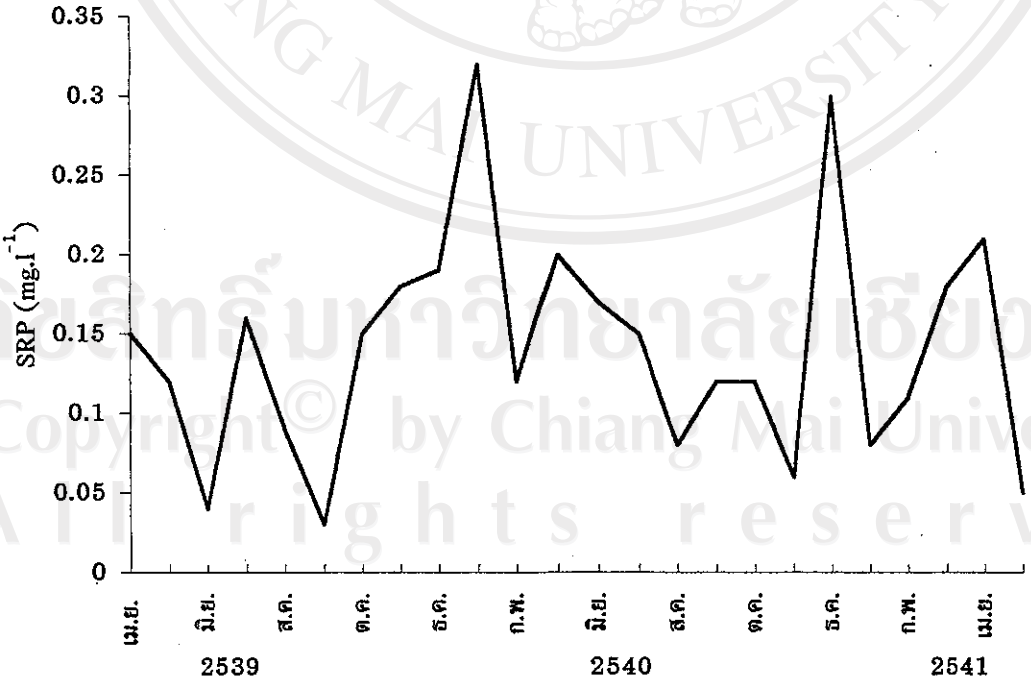


ภาพที่ 22 ปริมาณไนเตรท ไนโตรเจนของน้ำในอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 23 ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนของน้ำในอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541



ภาพที่ 24 ปริมาณ soluble reactive phosphorus ของน้ำในอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

19.00 น. คือช่วงเวลา 21.00-03.00 น. เริ่มลดลงต่ำสุดเมื่อเวลา 03.00 น. มีค่า 6.1 $mg.l^{-1}$ และจากนั้นปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเพิ่มขึ้นอีกในช่วงเช้า ส่วนการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำมีช่วงเปลี่ยนแปลงระหว่าง 26.9-28.4° C อุณหภูมิของน้ำจะเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่เวลา 11.00-19.00 น. และเริ่มลดลงเรื่อยๆ ในเวลากลางคืนและจะต่ำสุดในช่วงเวลา 05.00-07.00 น.

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในฤดูหนาว พบว่ามีช่วงการเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 5.2-7.4 $mg.l^{-1}$ โดยมีค่าสูงสุด 7.4 $mg.l^{-1}$ เมื่อเวลา 12.00 น. หลังจากนั้นเริ่มลดลงเรื่อยๆ จนต่ำที่สุดเมื่อเวลา 06.00 น. ส่วนอุณหภูมิน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 23.4-25.8°C โดยจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเวลา 14.00 น. จากนั้นอุณหภูมิน้ำก็เริ่มลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งต่ำที่สุดเมื่อเวลา 04.00 น. และจะเริ่มมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอีกเมื่อเวลา 06.00 น.

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในฤดูร้อน มีช่วงการเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 4.3-7.0 $mg.l^{-1}$ โดยจะมีค่าสูงช่วง 14.00-16.00 น. ลดต่ำสุดเมื่อเวลา 18.00 น. และมีการเพิ่มขึ้นอีกเมื่อเวลา 20.00 น. ทั้งนี้เพราะว่ามีฝนตกในช่วงเวลา 19.00 น. หลังจากเวลา 20.00 น. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเริ่มลดลง ส่วนการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 23.0-32.6°C โดยจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเวลา 12.00 น. และสูงสุดเมื่อเวลา 16.00 น. จากนั้นอุณหภูมิน้ำเริ่มต่ำลงมาเรื่อยๆ

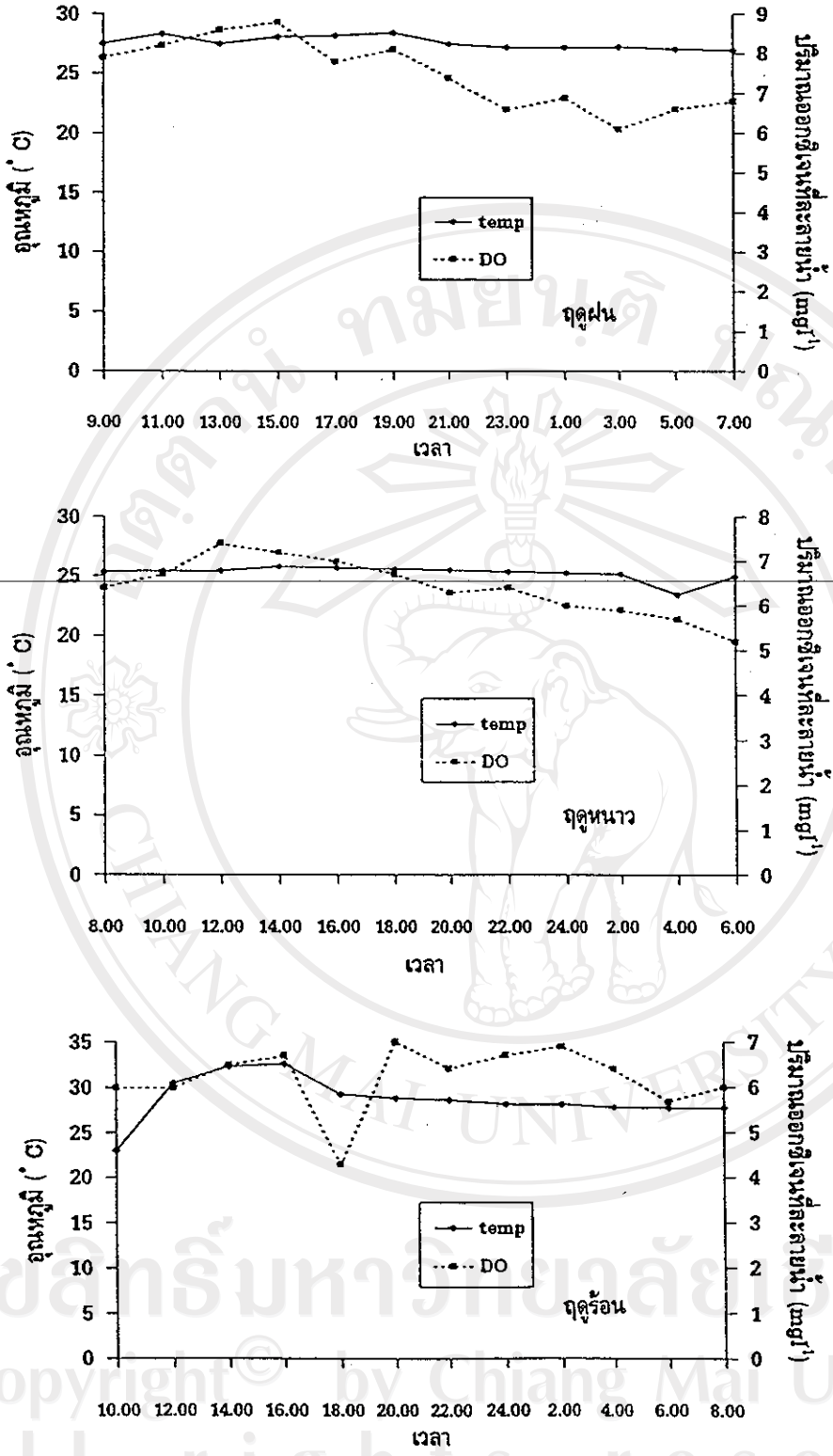
สำหรับในปี 2540-2541 ได้ผลดังนี้ (ภาพที่ 26)

ในฤดูฝนปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในตอนเช้ามีค่าประมาณ 6-7 $mg.l^{-1}$ แต่จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยมีค่าสูงสุด 8.5 $mg.l^{-1}$ ในเวลา 15.00 น. จากนั้นจะค่อยๆ ลดต่ำลง โดยจะมีค่าต่ำสุด 6.5 $mg.l^{-1}$ ในเวลา 06.00 น. ส่วนอุณหภูมินั้นก็แปรเปลี่ยนไปในรอบวัน โดยมีค่าต่ำในเวลาเช้า สูงขึ้นในเวลาสายและสูงสุดในเวลา 13.00 น. คือ 26.2°C จากนั้นอุณหภูมิจะต่ำลงเรื่อยๆ โดยมีค่าต่ำมากในเวลา 04.00 น.

ในฤดูหนาว แบบแผนการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนในรอบวันยังคงเหมือนเดิม เพียงแต่มีปริมาณสูงสุด 7.6 $mg.l^{-1}$ ในเวลา 18.00 น. และต่ำสุดในเวลา 06.00 น. ด้วยค่า 6.6 $mg.l^{-1}$ ส่วนอุณหภูมิในรอบวันมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก อยู่ในช่วง 22-26° C เท่านั้น

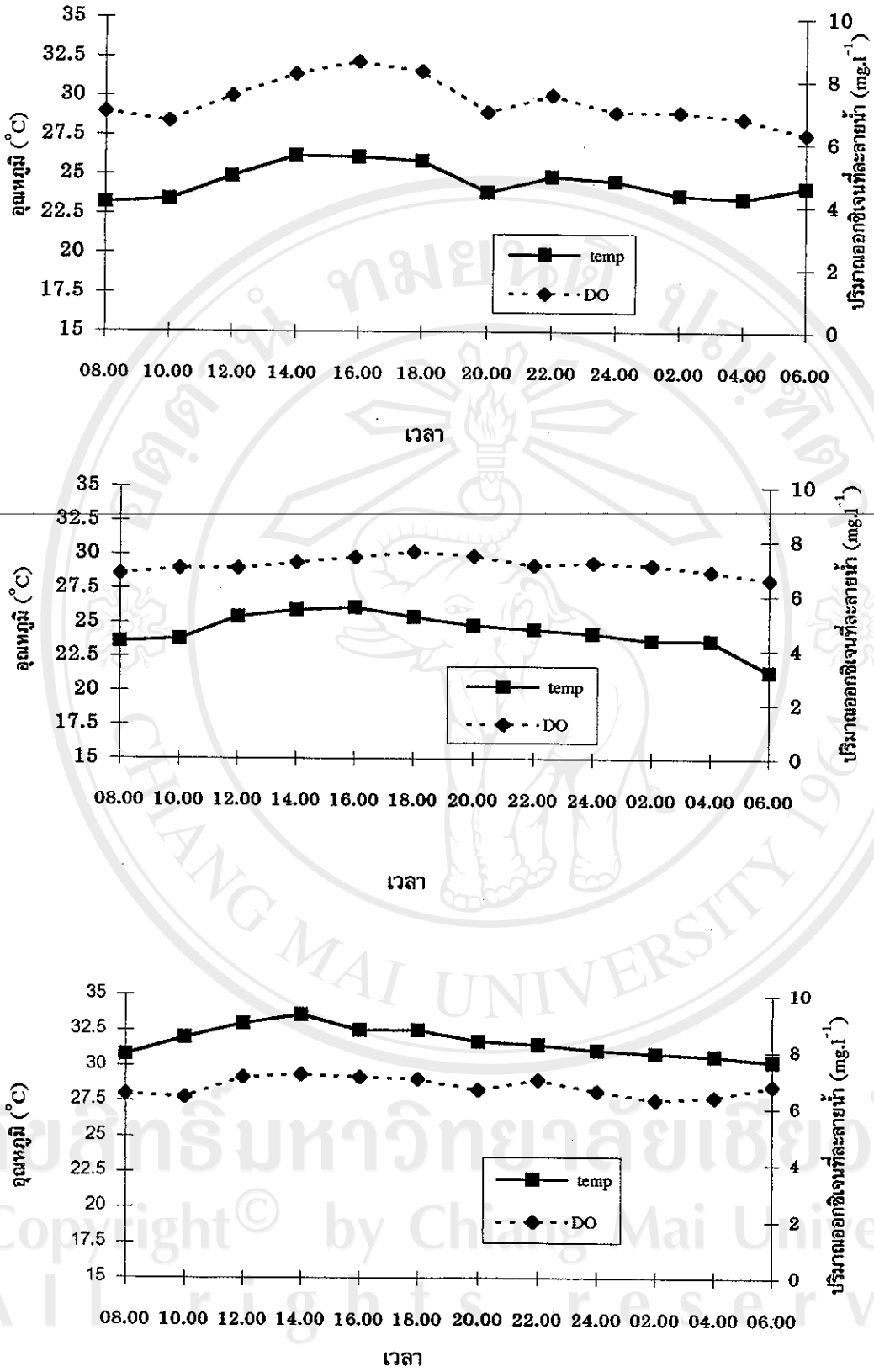
ในฤดูร้อน แบบแผนการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนขึ้นๆ ลงๆ โดยจะมีค่าสูงสุดในเวลา 13.00 น. โดยมีค่า 7.2 $mg.l^{-1}$ และต่ำสุดในช่วง 02.00 น. โดยมีค่า 6.3 $mg.l^{-1}$ ส่วนอุณหภูมิมีค่าค่อนข้างสูงตลอดการตรวจวัดในรอบ 24 ชั่วโมง โดยมีแบบแผนเช่นเดียวกับ 2 ฤดูที่ผ่านมา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 25 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำและอุณหภูมิของน้ำในรอบวัน ในอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2540

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 26 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำและอุณหภูมิของน้ำในรอบวัน ในอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้วมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 – พฤษภาคม 2541

3.15 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วตลอดการวิจัย มีค่าขึ้นๆ ลงๆ เช่นเดียวกับพารามิเตอร์อื่นๆ (ภาพที่ 27) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4-59 $\mu g.l^{-1}$ คลอโรฟิลล์ เอ มีการเพิ่มขึ้น 3 ช่วงคือ ช่วงแรกของการวิจัยในเดือนเมษายน 2539 ซึ่งมีค่าสูงถึง 59 $\mu g/l^{-1}$ ต่อมาลดลงและค่อยๆ เพิ่มขึ้นในช่วงกลางของการวิจัย และมาเพิ่มอีกครั้งหนึ่งในช่วงหลังการวิจัย ซึ่งค่าที่ได้นี้มีแนวโน้มสัมพันธ์สอดคล้องกับปริมาณชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช นอกจากนั้นยังมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับสารอาหารแอมโมเนียม ไนโตรเจน และค่าการนำไฟฟ้าด้วย

3.16 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ได้ทำการตรวจวัดเพียง 6 เดือนคือ เดือนพฤศจิกายน 2539 - เดือนมีนาคม 2540 ได้ผลตามภาพที่ 28 โดยปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในกลางอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วมีค่า 23-1,100 MPN. 100 ml^{-1} บริเวณหน้าสวนสัตว์ ซึ่งเป็นทางน้ำเข้ามีค่าปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย อยู่ในช่วง 210-11,000 MPN. 100 ml^{-1} บริเวณด้านข้างสวนสัตว์มีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย อยู่ในช่วง 11,000 ถึงมากกว่า 24,000 MPN. 100 ml^{-1} คลองชลประทานมีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย อยู่ในช่วง 11,000 ถึงมากกว่า 24,000 MPN. 100 ml^{-1} ซึ่งเห็นได้ว่าปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วมีปริมาณค่อนข้างน้อยกว่าทางน้ำเข้าทุกทาง

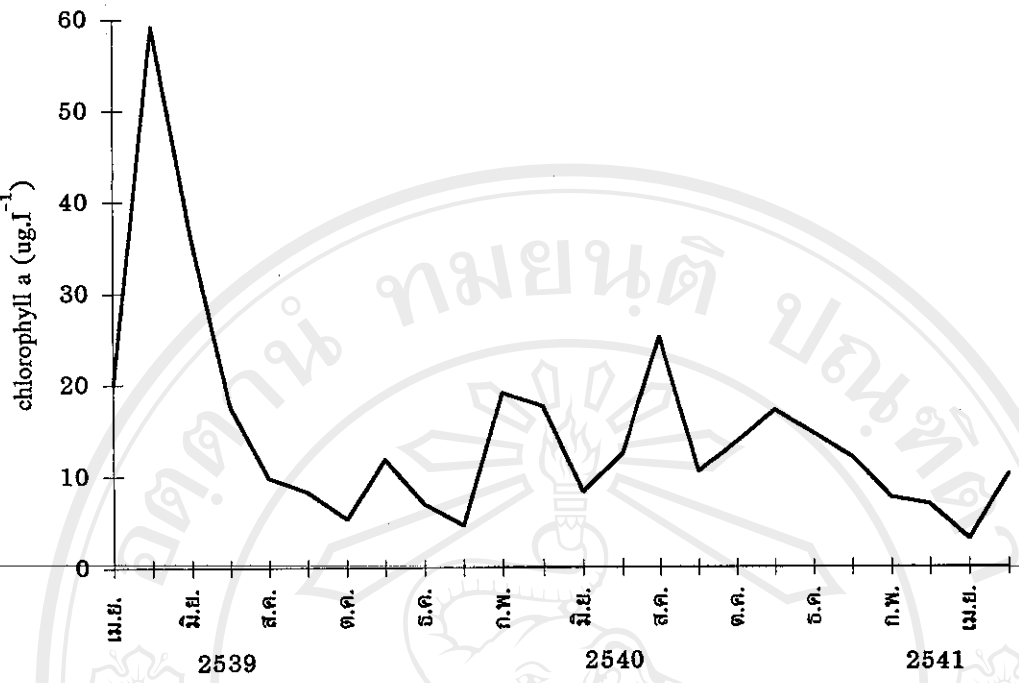
4. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมีตามระดับชั้นน้ำในแนวลึก (vertical stratification)

คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีที่เปลี่ยนแปลงไปตามระดับชั้นน้ำในแนวลึกที่เห็นได้ชัดเจนมี 2 พารามิเตอร์คือ อุณหภูมิ (ภาพที่ 29) และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (ภาพที่ 30)

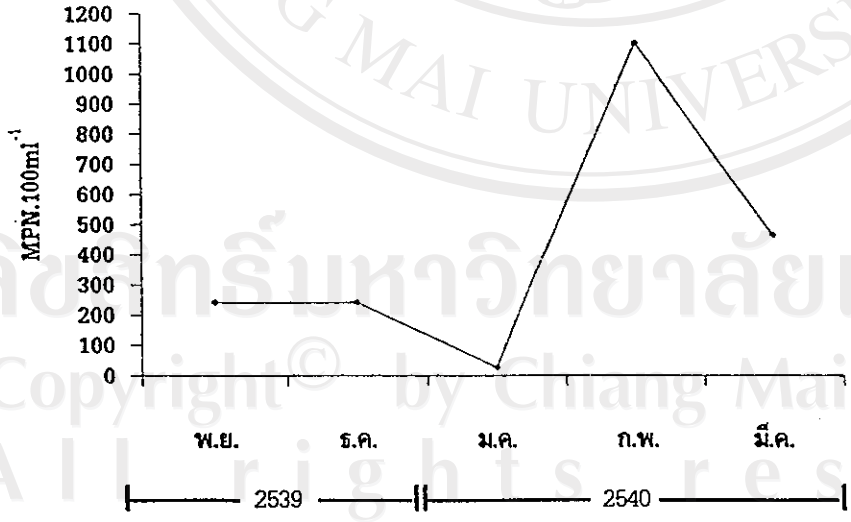
เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามระดับชั้นน้ำในแนวลึก จะพบว่าในระดับผิวน้ำอุณหภูมิของน้ำจะสูงกว่าในระดับที่ลึกลงไป ในฤดูฝนและฤดูร้อนจะเกิดชั้นชัดเจนมาก ส่วนในฤดูหนาวอุณหภูมิของทุกระดับความลึกค่อนข้างใกล้เคียงกันตลอดการวิจัย 2 ปี นอกจากจะแสดงความแตกต่างกันในระดับชั้นน้ำในแนวลึกแล้ว อุณหภูมิของแต่ละฤดูกาลก็แสดงผลอย่างชัดเจน โดยฤดูร้อนและฤดูฝน อุณหภูมิจะสูงกว่าในฤดูหนาว

สำหรับปริมาณออกซิเจนตามระดับชั้นน้ำในแนวลึก ก็แสดงการเปลี่ยนแปลงให้เห็นชัดได้เช่นกัน จะพบว่าบริเวณผิวน้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่าในระดับที่ต่ำลงไปในทุกครั้งที่ทำการตรวจวัด เป็นที่น่าสังเกตว่าในฤดูร้อนและฤดูฝนในช่วงที่อากาศร้อนในระดับน้ำชั้นลึกลงไป โดยเฉลี่ย 5-6 เมตร จะไม่มีออกซิเจนอยู่เลย (เมษายน-ตุลาคม 2539 พฤษภาคม-มิถุนายน 2540 และ มีนาคม-พฤษภาคม 2541) ซึ่งในกรณีนี้อาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในบริเวณระดับลึกของอ่างเก็บน้ำ และอาจจะเกิดการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนบริเวณกับแหล่งน้ำ ก่อให้เกิดกลิ่นและคุณภาพน้ำในด้านอื่นๆ ลดลงในช่วงนี้ แต่ภาวะนี้ก็ยังไม่เป็นอันตรายมากนัก เพราะอ่างเก็บน้ำนี้ไม่ลึกมาก และปริมาณน้ำค่อนข้างมาก มีกระแสลม น้ำเกิดการเคลื่อนที่ จึงไม่เกิดวิกฤติขึ้น

หอสมุดคณะวิทยาศาสตร์ วท. 13743

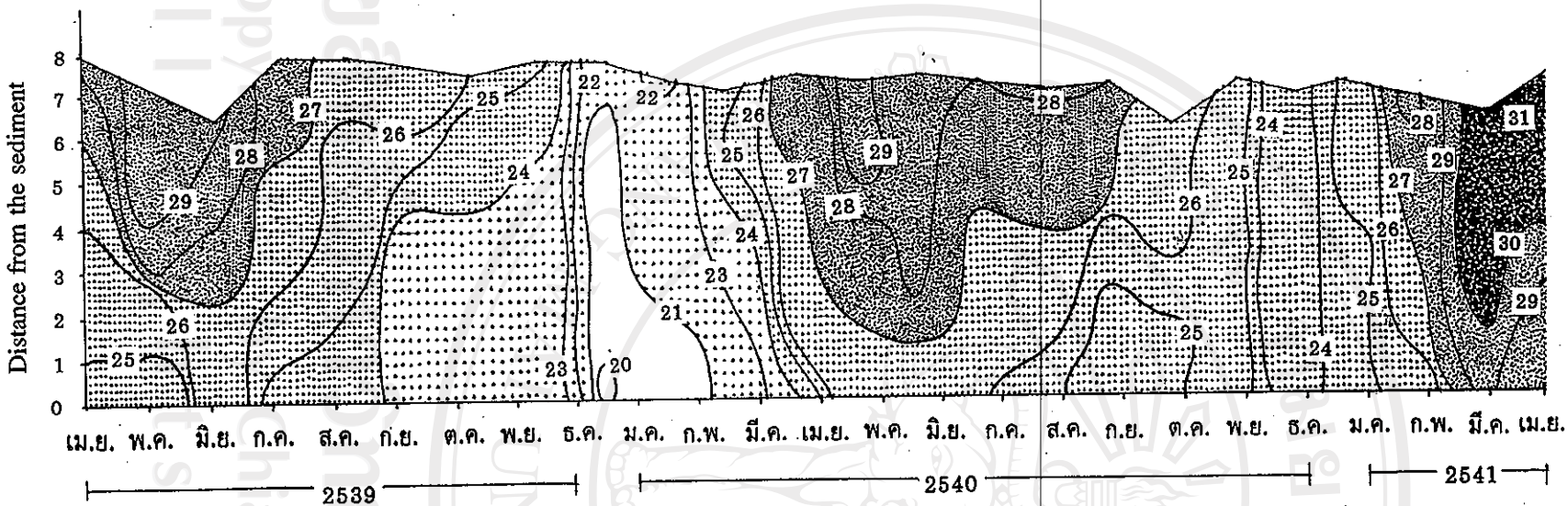


ภาพที่ 27 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

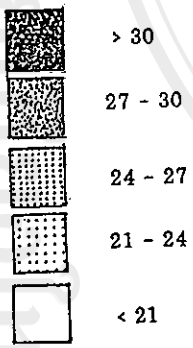


ภาพที่ 28 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พฤศจิกายน 2539 - มีนาคม 2540

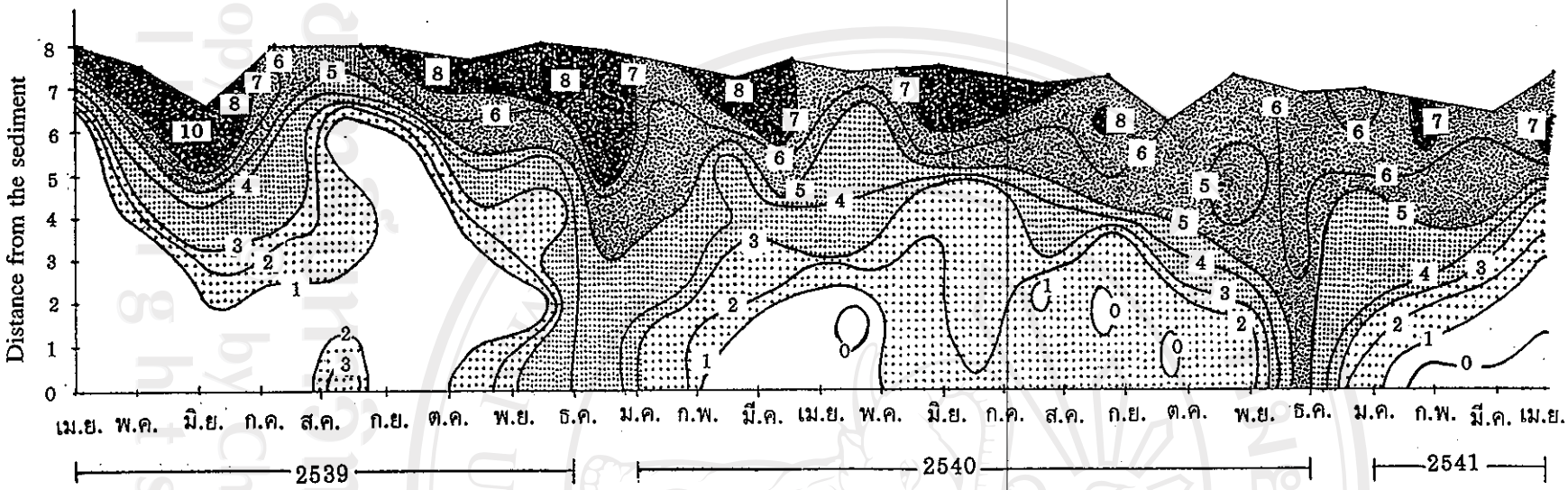
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



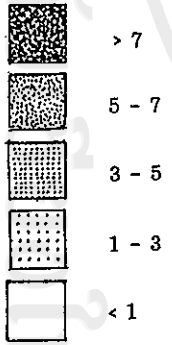
ภาพที่ 29 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบปีและตามระดับชั้นน้ำในแนวลึก อ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 30 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในรอบปีและตามระดับชั้นน้ำในแนวลึก อ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. การจัดชั้นคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว ในช่วงเดือนเมษายน 2539-พฤษภาคม 2541

เมื่อนำน้ำมาจัดคุณภาพน้ำตามความต้องการใช้ประโยชน์จากมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ปี 2537 ดูภาคผนวก) โดยศึกษาจากอุณหภูมิน้ำ ความเป็นกรดด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่า BOD และปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย สามารถจัดเป็นน้ำประเภท 2 ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่สามารถใช้เพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคและกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อน นอกจากนี้ยังสามารถใช้อนุรักษ์สัตว์น้ำประเภทต่าง ๆ ใช้ในด้านการประมง เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ อีกทั้งว่ายน้ำและเล่นกีฬาทางน้ำได้

เมื่อนำมาจัดคุณภาพน้ำตามความมากน้อยของสารอาหาร (trophic status) โดย Wetzel (1983) และ Lorrain and Vollenweider (1981) (ภาคผนวก) จากการศึกษาปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช ค่าคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณของแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น สามารถจัดอยู่ในระดับ oligotrophic mesotrophic โดยคุณภาพของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ในฤดูร้อนต่อกับช่วงฤดูฝนคุณภาพน้ำจะต่ำ จัดอยู่ในช่วง mesotrophic ถึง eutrophic และในฤดูหนาวคุณภาพน้ำจะดีขึ้น จัดอยู่ในช่วง oligotrophic ถึง mesotrophic แต่ไม่ได้เปลี่ยนแปลงชัดเจนในช่วงเดือนของแต่ละปี อย่างไรก็ตามโดยเฉลี่ยแล้วคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำนี้อยู่ในระดับ mesotrophic reservoir

ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถแบ่งคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วเป็น 3 ช่วงด้วยกันคือ ช่วงที่น้ำมีคุณภาพไม่ได้ จะอยู่ในช่วงแรกของการวิจัย (เมษายน-พฤษภาคม 2539) ช่วงที่ 2 อยู่ในช่วงกลางของการวิจัย (พฤษภาคม-สิงหาคม 2540) และช่วงสุดท้ายเป็นช่วงปลายของการวิจัย (กุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2541) ส่วนช่วงเวลาที่น้ำมีคุณภาพดีนั้นจะอยู่ในช่วงเดือนกันยายน 2539-มกราคม 2540 และอีกช่วงหนึ่งอยู่ในช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน 2540

6. การใช้แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เป็นดัชนีชี้คุณภาพน้ำ

การใช้แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในงานวิจัยนี้ กล่าวในแต่ละสิ่งมีชีวิตออกได้ดังนี้

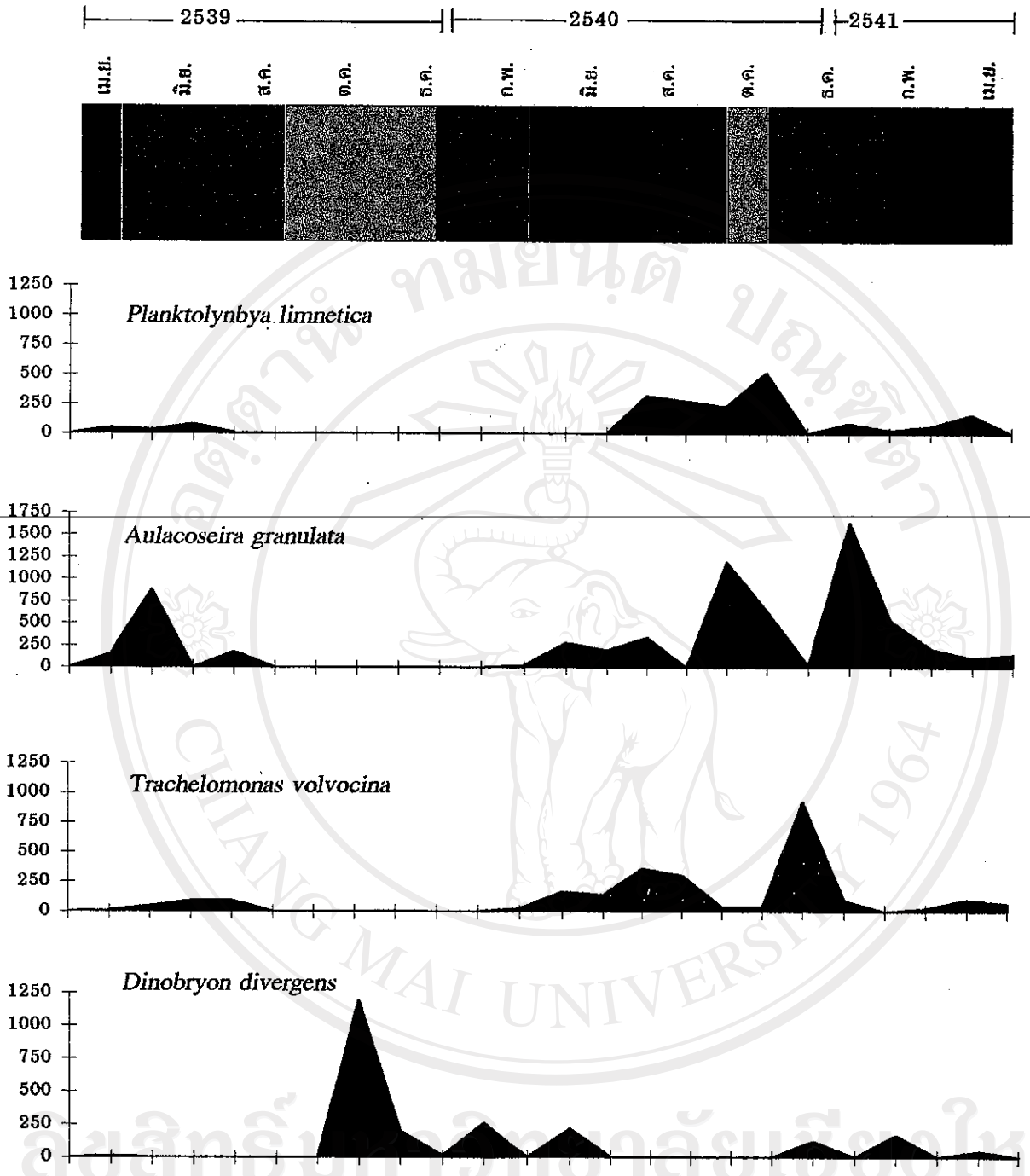
6.1 แพลงก์ตอนพืช สามารถใช้แพลงก์ตอนพืช 3 สปีชีส์บ่งบอกคุณภาพของน้ำเสีย และอีก 1 สปีชีส์บ่งบอกคุณภาพน้ำดี (ภาพที่ 31) โดยมีรายละเอียดดังนี้

คุณภาพน้ำไม่ดี

Trachelomonas volvocina จะเพิ่มปริมาณในช่วงแรกของการวิจัย ซึ่งมีคุณภาพน้ำไม่ดีนัก แต่เมื่อคุณภาพน้ำดีขึ้น กลับลดจำนวนลง และเพิ่มขึ้นใหม่เมื่อน้ำเริ่มมีคุณภาพไม่ดี แต่ช่วงสุดท้ายแสดงผลไม่ชัดเจนนัก แต่ก็ยังมีความแตกต่างของปริมาณระหว่างน้ำที่มีคุณภาพดีและไม่ดี

Planktolyngbya limnetica แสดงผลค่อนข้างชัดเจนว่ามีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ ยกเว้นในช่วงกลางของการวิจัย (ตุลาคม-ธันวาคม 2540) ซึ่งยังมีปริมาณมากอยู่ในช่วงที่น้ำเริ่มมีคุณภาพดีแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 31 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำและปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

น้ำมีคุณภาพไม่ดี

น้ำมีคุณภาพปานกลาง

น้ำมีคุณภาพดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Aulacoseira granulata แสดงผลค่อนข้างชัดเจนเช่นเดียวกับ *P. limnetica* ยกเว้นในช่วงเดือนตุลาคม-ธันวาคม 2540 ซึ่งยังมีปริมาณมากอยู่ ถึงแม้น้ำจะมีคุณภาพดีแล้ว

คุณภาพน้ำดี

Dinobryon divergens จะปรากฏเป็นจำนวนมาก เมื่อน้ำมีคุณภาพค่อนข้างดีในช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม 2539 จากนั้นจะลดลงเมื่อคุณภาพน้ำต่ำลง แต่ในช่วงหลังที่น้ำมีคุณภาพดีขึ้น (ตุลาคม-พฤศจิกายน 2540) จะปรากฏไม่ชัดเจน

6.2 แพลงก์ตอนสัตว์ การศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์เพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในครั้งนี้ศึกษาในปีที่ 2 ในช่วงเดือนมิถุนายน-พฤษภาคม 2541 พบว่ามีแพลงก์ตอนสัตว์ 2 สปีชีส์ ซึ่งอยู่ใน Phylum Rotifera สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ (ภาพที่ 32) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้คือ

คุณภาพน้ำไม่ดี

Polyarthra vulgaris จะเพิ่มปริมาณในช่วงเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2540 โดยจะสูงมากในช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม ซึ่งเป็นช่วงที่น้ำมีคุณภาพไม่ดี จากนั้นจะลดต่ำลงในช่วงที่น้ำมีคุณภาพดี และจะไปเพิ่มปริมาณอย่างมากในช่วงท้าย ๆ ของการวิจัยคือ ในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน 2541 แต่จะมีต่ำเป็นบางเดือน

คุณภาพน้ำดี

Tetramastrix opoliensis จะมีความหนาแน่นสูงมากในช่วงที่น้ำมีคุณภาพดี และจะมีเป็นปริมาณน้อย เมื่อน้ำมีคุณภาพไม่ดี

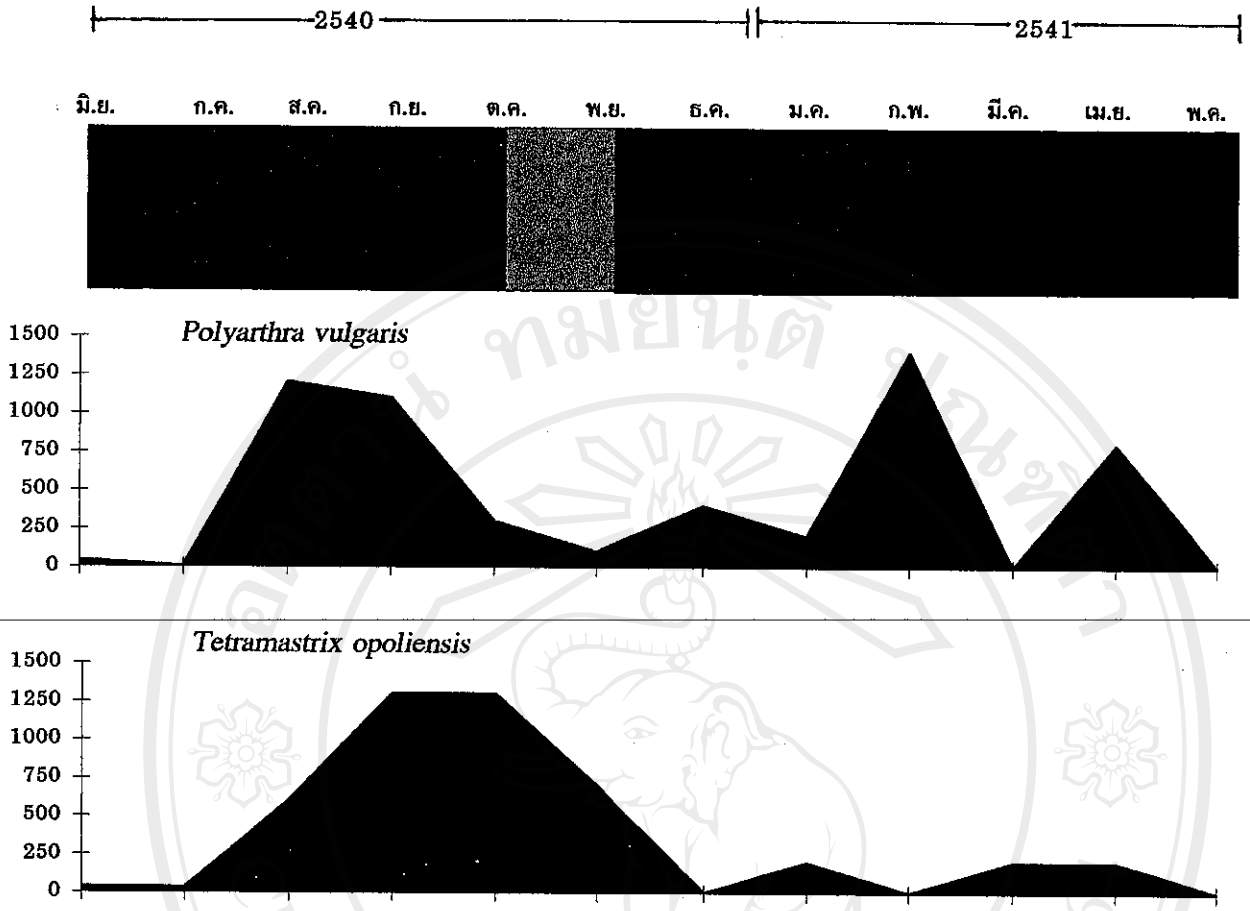
7. ปริมาณสารอาหารจากภายนอกที่ปนเปื้อนเข้าสู่อ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว

ศึกษาปริมาณสารอาหาร 3 ประเภทคือ ไนเตรท ไนโตรเจน แอมโมเนียม ไนโตรเจน และฟอสเฟตในรูป soluble reactive phosphate ปรากฏผลดังนี้

7.1 ไนเตรท ไนโตรเจน (ภาพที่ 33)

โดยเฉลี่ยแล้วปริมาณไนเตรท ไนโตรเจนภายในอ่างเก็บน้ำจะมีปริมาณน้อยกว่าจุดรับน้ำเข้าและจุดสูบน้ำ แต่บางครั้งภายในอ่างเก็บน้ำอาจจะมากกว่าเล็กน้อย เนื่องจากเพราะว่ามีการย่อยสลายขึ้นภายในอ่างหรืออาจจะเกิดจากการเปลี่ยนรูปจากแอมโมเนียมและไนโตรเจนในอากาศสลับไปมาก อย่างไรก็ตามปริมาณสารอาหารชนิดนี้เกิดจากการปนเปื้อนเข้าสู่อ่างแก้วอย่างชัดเจน โดยจะเห็นว่าปริมาณสารอาหารจากจุดรับน้ำเข้าและจุดสูบน้ำจะสูงกว่าในอ่าง จุดรับน้ำเข้า 2 จุดคือ จุด 3 และ 4 จากด้านหน้าและด้านข้างสวนสัตว์จะมีค่าสูงในฤดูฝน เนื่องจากฝนตกชะเอาของเสียจากสวนสัตว์และบ้านเรือนเข้าสู่แหล่งน้ำ ส่วนจุดสูบน้ำจากคลองชลประทานมักจะสูงเมื่อมีการสูบน้ำเข้าสู่อ่างในฤดูแล้ง ในภาพมีค่าสูงสุดในเดือนมกราคม 2541 ถึง 4.7 $g.l^{-1}$ ซึ่งเป็นปริมาณที่ต้องพึงระมัดระวังสารอาหารเหล่านี้ซึ่งมากับของเสียจากชุมชนที่ระบายสู่คลองชลประทาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



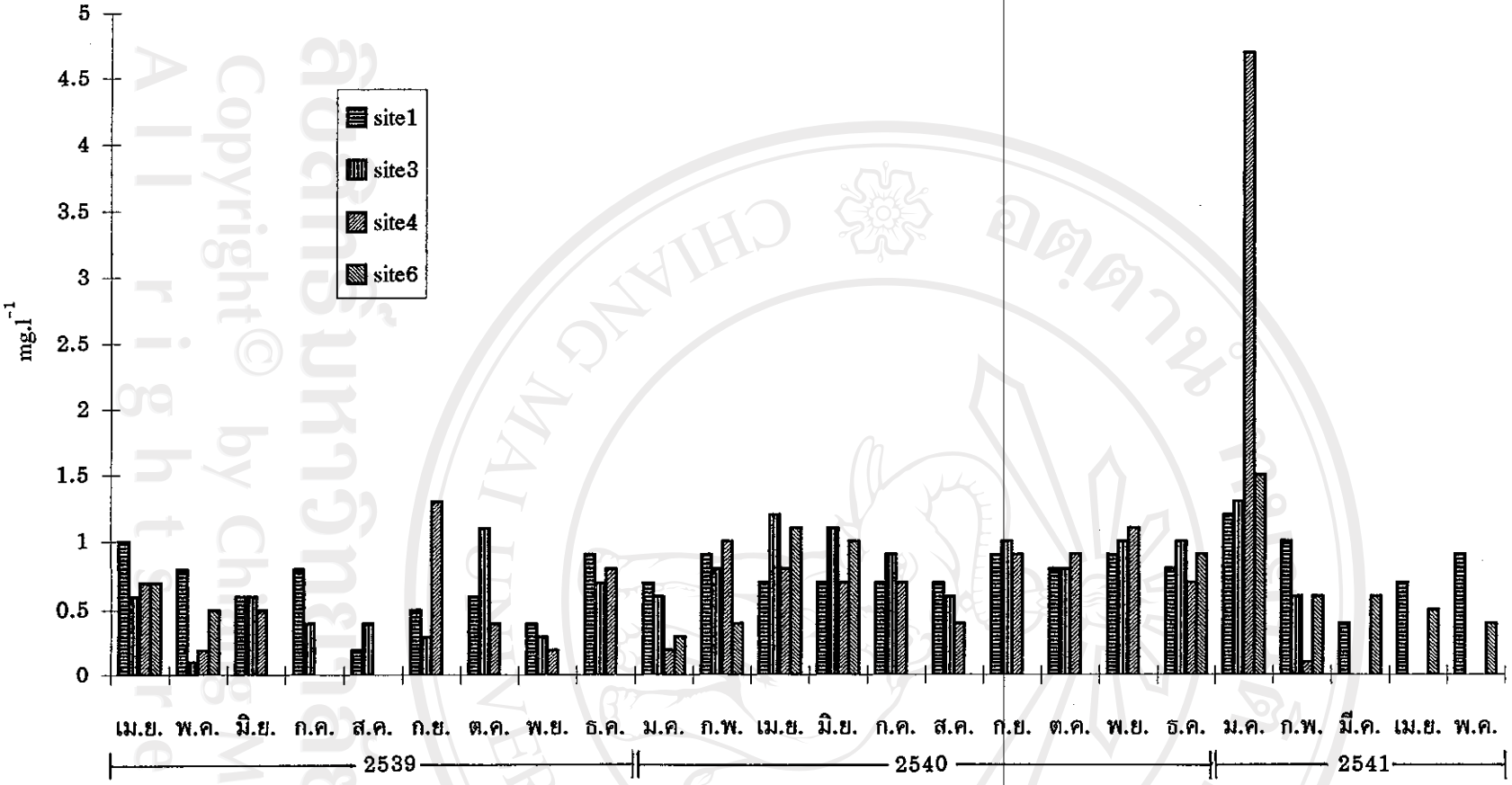
ภาพที่ 32 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำ อ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มิถุนายน 2540 - พฤษภาคม 2541

น้ำมีคุณภาพไม่ดี

น้ำมีคุณภาพปานกลาง

น้ำมีคุณภาพดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 33 ปริมาณไนเตรท ไนโตรเจน จากทางน้ำเข้าทั้ง 3 ทางและบริเวณลึกสุดของอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

หมายเหตุ : ข้อมูลส่วนที่ขาดหายไปแสดงว่าในช่วงที่ศึกษาไม่มีน้ำไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ

site 1 บริเวณลึกที่สุดของอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว
site 3 จุดรับน้ำเข้าจากห้วยแก้ว บริเวณทางด้านหน้าสวนสัตว์
site 4 จุดรับน้ำเข้าจากห้วยกู่ขาว บริเวณทางด้านข้างสวนสัตว์
site 6 จุดสูบน้ำเข้าจากคลองชลประทาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

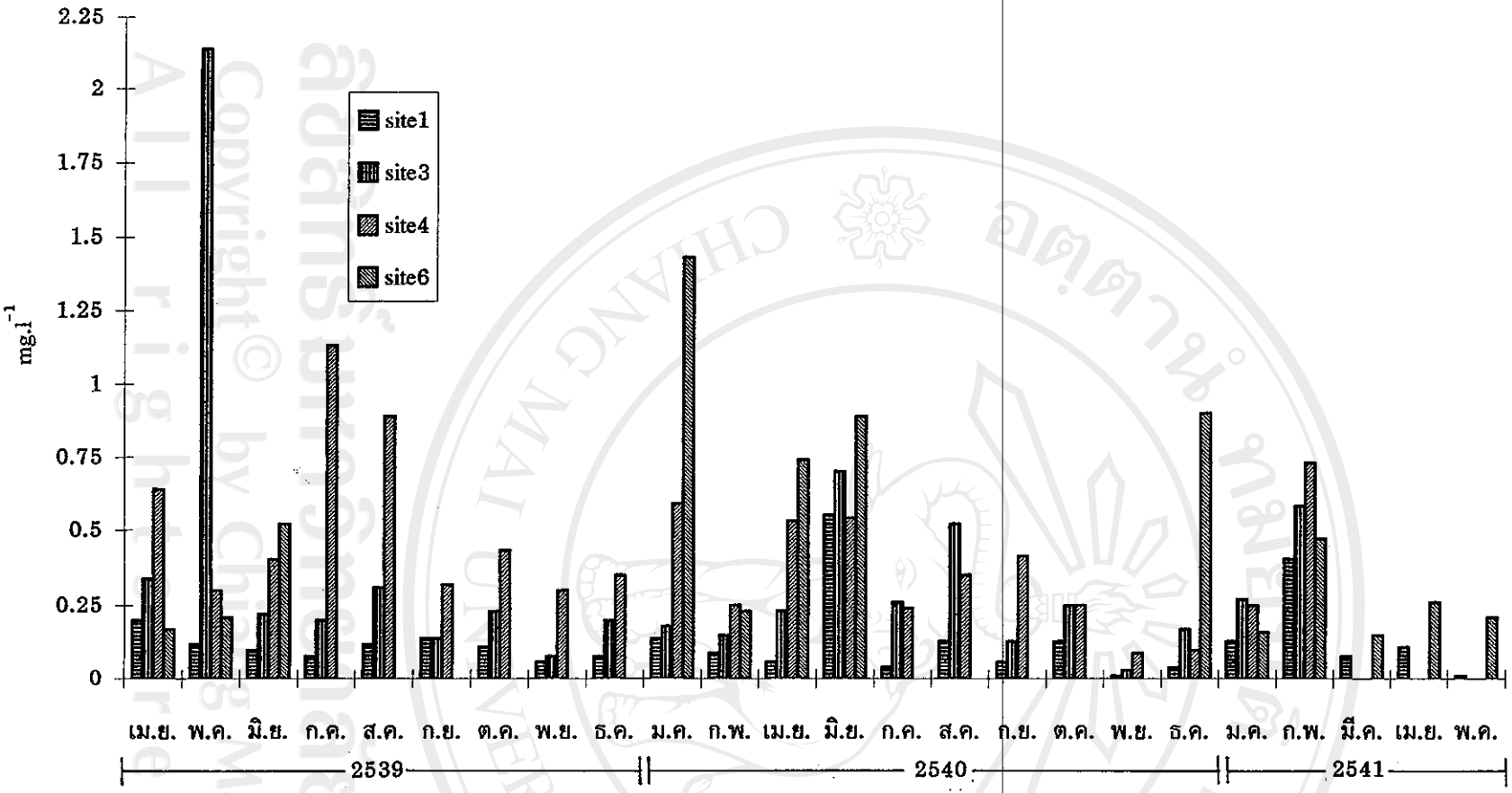
7.2 แอมโมเนียม ไนโตรเจน (ภาพที่ 34)

ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนจากทุกจุดที่ศึกษา แสดงชัดเจนว่าเกิดการปนเปื้อนจากภายนอกเข้าสู่ระบบอย่างแท้จริง ไม่ว่าจะเป็นจุดรับน้ำเข้าจากทางด้านหน้าและด้านข้างสวนสัตว์เชียงใหม่หรือจุดสูบน้ำจากคลองชลประทาน จึงเป็นสิ่งที่ควรพึงระมัดระวัง

7.3 Soluble resetive phosphorus (ภาพที่ 35)

ปริมาณ SRP แสดงผลเช่นเดียวกับแอมโมเนียม ไนโตรเจนอย่างชัดเจน โดยมีการปนเปื้อนจากภายนอกเข้าสู่อ่างเก็บน้ำอย่างเต็มที่ในทุกจุดที่ทำการศึกษา ยังนับว่าโชคดีที่ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำมีมากพอ จึงทำให้เจือจางลงอย่างมากดังจะเห็นได้จากปริมาณสารอาหารชนิดนี้ในอ่างเก็บน้ำลดลงกว่าจุดรับน้ำและจุดสูบน้ำอย่างเห็นได้ชัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 34 ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน จากทางน้ำเข้าทั้ง 3 ทางและบริเวณลึกสุดของอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

หมายเหตุ : ข้อมูลส่วนที่ขาดหายไปแสดงว่าในช่วงที่ศึกษาไม่มีน้ำไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ

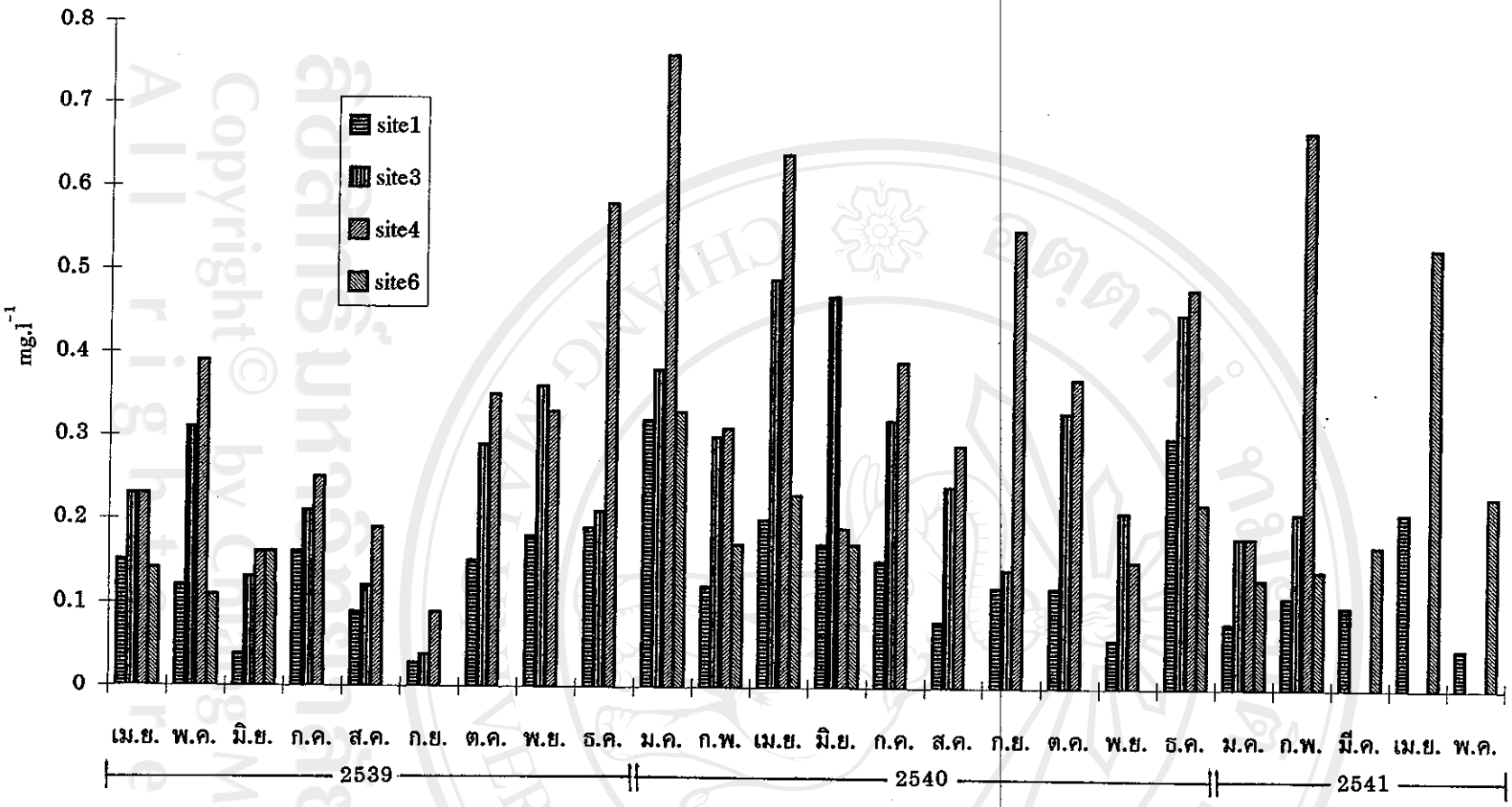
site 1 บริเวณลึกที่สุดของอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว

site 3 จุดรับน้ำเข้าจากห้วยแก้ว บริเวณทางด้านหน้าสวนสัตว์

site 4 จุดรับน้ำเข้าจากห้วยกู่ขาว บริเวณทางด้านข้างสวนสัตว์

site 6 จุดสูบน้ำเข้าจากคลองชลประทาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 35 ปริมาณ soluble reacetive phosphorus จากทางน้ำเข้าทั้ง 3 ทางและบริเวณลึกสุดของอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

หมายเหตุ : ข้อมูลส่วนที่ขาดหายไปแสดงว่าในช่วงที่ศึกษาไม่มีน้ำไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ

site 1 บริเวณลึกที่สุดของอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว
site 3 จุดรับน้ำเข้าจากห้วยแก้ว บริเวณทางด้านหน้าสวนสัตว์
site 4 จุดรับน้ำเข้าจากห้วยกู่ขาว บริเวณทางด้านข้างสวนสัตว์
site 6 จุดสูบน้ำเข้าจากคลองชลประทาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 5
อภิปรายผลการทดลอง

ผลการศึกษาการใช้แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในงานวิจัยนี้ได้ผลตามจุดประสงค์ที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง สามารถพบสปีชีส์ที่สามารถใช้เป็นดัชนีได้พอสมควร โดยแพลงก์ตอนพืชพบ 4 สปีชีส์ ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์พบ 2 สปีชีส์ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับคุณภาพของน้ำแล้ว ปรากฏว่าอาจจะไม่ได้บ่งชี้ชัดเจนถึง 100% แต่อย่างน้อยที่สุดก็บ่งชี้ได้ 75% เมื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยเดือนต่อเดือน ทั้งนี้เป็นเพราะว่าเมื่อคุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไปในทันทีนั้นยังไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสปีชีส์และจำนวนของแพลงก์ตอนโดยทันทีทันใด แต่เมื่อคุณภาพน้ำเปลี่ยนไปสักช่วงหนึ่ง ผลของสิ่งมีชีวิตจึงจะปรากฏชัดเจนในเวลาต่อมา ดังนั้นจึงทำให้ระยะเวลาของความสัมพันธ์นั้นอาจไม่ตรงกันทีเดียวนัก

แพลงก์ตอนพืชที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในครั้งนี้มี 3 ชนิดที่บ่งชี้น้ำที่มีคุณภาพไม่ดีคือ *Planktolyngbya limnetica*, *Aulacoseira granulata*, *Trachelomonas volvocina* ส่วนดัชนีที่บ่งชี้น้ำที่มีคุณภาพน้ำดีคือ *Dinobryon divergens* ซึ่งตรงกับงานของ Wetzel (1983) และ Palmer (1977) ซึ่งได้กล่าวถึงแพลงก์ตอนพืชที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ แต่งานของทั้งสองได้กล่าวไว้เฉพาะจีนัสเท่านั้น ไม่ได้บ่งถึงสปีชีส์ ซึ่งในการศึกษาเรื่องของดัชนีทางชีวภาพในระยะหลังๆ นี้ควรจะต้องระบุถึงระดับสปีชีส์ด้วย ดังที่ Peerapornpisal (1996) ได้กล่าวไว้ว่าการระบุถึงสปีชีส์ของแพลงก์ตอนพืชที่นำมาบ่งชี้คุณภาพน้ำเป็นสิ่งที่จำเป็นมาก เพราะในจีนัสเดียวกัน แต่คนละสปีชีส์ อาจบ่งชี้คุณภาพน้ำแตกต่างกันอย่างมากก็เป็นได้ การศึกษาแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วนี้ ทัยทิพย์ ได้ศึกษาเมื่อปี 2539 และพบว่าชนิดเด่นที่มีแนวโน้มว่าจะเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำคือ *Rhodomonas* sp., *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg และ *Cryptomonas* sp. ซึ่งแสดงว่าคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วในช่วง 1-2 ปีที่ผ่านมาเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก จึงทำให้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นเปลี่ยนแปลงไปเช่นนี้

ส่วนการใช้แพลงก์ตอนสัตว์เป็นดัชนีบ่งชี้นั้น นับว่าได้จำนวนน้อย ควรจะได้สปีชีส์มากกว่านี้ แต่การศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์นั้นค่อนข้างได้ผลน้อยกว่าแพลงก์ตอนพืช เนื่องจากแพลงก์ตอนสัตว์มีวงจรชีวิตที่ค่อนข้างสั้น บางครั้งการตายของแพลงก์ตอนสัตว์อาจเนื่องมาจากวงจรชีวิตมิใช่มาจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม จึงทำให้การศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์เพื่อเป็นดัชนีค่อนข้างยากและได้ผลไม่ชัดเจน ซึ่ง Bailey-Watts (1997) ได้กล่าวไว้ในการอภิปรายการใช้สิ่งมีชีวิตเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ ณ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อเดือนมีนาคม 2541 อีกประการหนึ่งแพลงก์ตอนสัตว์ค่อนข้างไว (sensitive) ต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมสูง โดยเฉพาะในระยะตัวอ่อนจึงทำให้ภาวะการเป็นดัชนีไม่คงที่ ทำให้ยากต่อการศึกษา

ทางด้านคุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว อาจกล่าวได้ว่าอยู่ในขั้นดีสำหรับการนำมาทำน้ำประปาแจกจ่ายให้ประชากรในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จัดอยู่ในน้ำที่มีคุณสมบัติเป็นน้ำประเภทที่ 2 ซึ่งในแหล่งน้ำทั่วๆ ไปที่ไม่มีการปนเปื้อนจากภายนอกมากนัก ก็จัดอยู่ในประเภท 2-3 และการจัดตามระดับความมากน้อยของสารอาหารจะเป็นประเภทที่มีสารอาหารปานกลาง (mesotrophic status) ซึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คล้ายคลึงกับงานวิจัยของ ทัยทิพย์ ซึ่งศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว เมื่อปี 2539 นี้เช่นกัน ในขณะนี้ยังไม่มีปัญหาอย่างไรสำหรับคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว ถึงแม้ว่าจะมีสารอาหารประเภท แอมโมเนียม ไนโตรเจน ไนเตรท ไนโตรเจน หรือฟอสเฟตประเภท soluble reactive phosphorus มากในบางช่วงจากฝนที่ตกและชะล้างบริเวณชุมชน อาคารบ้านเรือน สถานที่ราชการ และสวนสัตว์ น้ำที่ชะล้างดังกล่าวนี้เข้ามาสู่อ่างเก็บน้ำทางบริเวณน้ำเข้าคือ ห้วยกู่ขาว และห้วยแก้ว และอีกด้านหนึ่งจากคลองชลประทาน ซึ่งผ่านชุมชนของเขตอำเภอแม่แตง อำเภอแม่ริม และอำเภอเมือง ซึ่งเป็นชุมชนใหญ่ มีทั้งอาคารบ้านเรือน ร้านค้า และโรงแรม ซึ่งมีสารอาหารปนเปื้อนในน้ำจากคลองชลประทานสู่อ่างเก็บน้ำอ่างแก้วเป็นปริมาณสูง แต่เนื่องจากปริมาณน้ำในอ่างแก้วมีมาก จึงทำให้ปริมาณสารอาหารเจือจางลง มีผลให้คุณภาพน้ำในอ่างแก้วยังไม่ถึงจุดวิกฤตินัก อย่างไรก็ตามคุณภาพน้ำที่นำมาเติมในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วทางด้านคลองชลประทานนี้ก็สมควรที่จะให้ความสนใจต่อไปอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งบริเวณน้ำเข้าทางด้านสวนสัตว์เชียงใหม่ด้วย เพราะนับวันความสกปรกจากการปนเปื้อนจะมีสูงขึ้น โดยเมื่อเปรียบเทียบกับของ ทัยทิพย์ (2539) จะเห็นว่าสารอาหารในจุดที่น้ำเข้านี้ในปีที่ทำการศึกษานี้สูงกว่าในปีที่ทัยทิพย์ทำการศึกษาโดยเฉพาะในปีที่ 2 ของการวิจัย แต่การที่คุณภาพน้ำยังดีอยู่นั้นเนื่องจากปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วมีปริมาณสูงและอยู่ในระดับที่สม่ำเสมอตลอดทั้ง 2 ปีที่ทำการศึกษา ซึ่งต่างกันในอดีตเมื่อสัก 10 ปีที่แล้ว ที่ในฤดูร้อน ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วจะลดลงอย่างมาก เนื่องจากไม่มีการเติมน้ำจากทางด้านคลองชลประทาน เมื่อปริมาณน้ำลดลง ปริมาณสารอาหารจะเข้มข้นขึ้น อุณหภูมิน้ำสูงขึ้น การย่อยสลายของแบคทีเรียจะดีขึ้น ทำให้สารอินทรีย์เปลี่ยนเป็นสารอนินทรีย์ได้มาก จึงมีผลให้แพลงก์ตอนพืชได้อาหารเป็นจำนวนมาก เกิดการเจริญเต็มอ่างเก็บน้ำ เกิดภาวะที่เรียกว่า ยูโทรฟิเคชั่น (eutrophication) คุณภาพน้ำไม่ดีในเวลากลางคืน อาจขาดออกซิเจนซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ แต่เป็นที่น่ายินดีที่ภาวะเหล่านี้ไม่เกิดขึ้นในอ่างแก้วในรอบ 2 ปีที่ผ่านมา อย่างไรก็ตามจากการสังเกตการณ์ของคณะผู้วิจัยในช่วงเวลาที่ทำการวิจัยพบว่า บางช่วงมีการเจริญของแพลงก์ตอนพืชชนิดหนึ่งคือ *Euglena haematoides* ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนพืชพวกยูกลีนอยด์ใน Division Euglenophyta เจริญเป็นฝ้าสีน้ำตาลเขียวเต็มบริเวณบางส่วนของอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว ซึ่งแสดงว่าน้ำในอ่างเก็บน้ำนี้มีปริมาณสารอาหารมากพอที่แพลงก์ตอนพืชชนิดนี้จะเจริญได้ในช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่ยังควรตระหนักอยู่เสมอสำหรับคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจะรักษาปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วให้สม่ำเสมอตลอดปีเช่นที่ผ่านมา ในฤดูหนาวและฤดูร้อนต้องระมัดระวังปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ และควรมีการเติมน้ำจากคลองชลประทานลงสู่อ่างเก็บน้ำเมื่อน้ำถูกใช้ไป การสูบน้ำไปใช้เพื่อการทำน้ำประปา ควรควบคุมปริมาณไม่ให้มากเกินไปอันจะทำให้ปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำลดลง

2. ควรมีการศึกษาปริมาณของสารอาหาร (ไนเตรท ไนโตรเจน แอมโมเนียม ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในรูปฟอสเฟต) ทั้งทางน้ำเข้าทางด้านสวนสัตว์เชียงใหม่ และด้านคลองชลประทาน เพื่อที่จะได้หาทางป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนที่มากเกินไปจากภายนอกเข้าสู่แหล่งน้ำ

3. ควรจะมีการลอกท้องน้ำของอ่างเก็บน้ำบ้าง เนื่องจากเกิดการตื้นเขินมากขึ้นทุกปี จากเดิมที่มีความลึกถึง 12 เมตร ในปัจจุบันเหลือความลึกในจุดที่ลึกที่สุดเพียง 8 เมตรจากระดับน้ำถึงก้นอ่าง ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำลดลงอยู่างมาก และน้ำจะเน่าเสียได้ง่ายขึ้น

4. ควรเข้มงวดกิจกรรมที่จะมีการปนเปื้อนในแหล่งน้ำ เช่น การตกปลา การให้อาหารปลา การทิ้งขยะลงในแหล่งน้ำ ซึ่งขณะนี้ก็จัดว่าอยู่ในขั้นที่น่าพอใจ และควรกระทำต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยใช้แพลงก์ตอนเป็นดัชนีทางชีวภาพ ระหว่างเดือนเมษายน 2539-พฤษภาคม 2541 สรุปผลได้ดังนี้

สามารถใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ 4 สปีชีส์คือ *Planktolyngbya limnetica*, *Aulacoseira granulata*, *Trachelomonas volvocina* บ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี ส่วน *Dinobryon divergens* บ่งชี้คุณภาพน้ำดี ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์มี 2 สปีชีส์คือ *Polyarthra vulgaris* บ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี ในขณะที่ *Tetramastrix opoliensis* บ่งชี้คุณภาพน้ำดี ในงานวิจัยพบแพลงก์ตอนพืช 6 division 13 orders 25 families 48 genera และ 64 species เมื่อจัดตาม taxonomic group ของ Rott (1981) จะได้ 9 กลุ่ม กลุ่มที่พบจำนวนสปีชีส์มากที่สุดคือ Chlorophyceae 19 species รองลงมาคือ Cyanophyceae 14 species, Euglenophyceae 9 species, Diatomophyceae 7 species, Zygnemaphyceae 6 species, Dinophyceae 4 species, Cryptophyceae 3 species และจำนวนสปีชีส์น้อยสุดคือ Chrysophyceae และ Xanthophyceae ซึ่งมีกลุ่มละ 1 สปีชีส์ แต่เมื่อคิดเป็นปริมาตรชีวภาพรวมแล้วจะได้ลำดับดังต่อไปนี้ กลุ่มที่มีปริมาตรชีวภาพรวมมากที่สุดคือ Chlorophyceae 35.53% รองลงมาคือ Euglenophyceae 25.22%, Cyanophyceae 12.53%, Diatomophyceae 8.01%, Dinophyceae 6.59%, Chrysophyceae 5.67%, Zygnemaphyceae 5.62%, Cryptophyceae 2.57% และ Xanthophyceae 0.21% ตามลำดับ

คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพทั่วไปยังคล้ายกับแหล่งน้ำทั่ว ๆ ไปที่ไม่มีการปนเปื้อนมากนัก การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีตามระดับชั้นน้ำในแนวลึกพบว่าอุณหภูมิและปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำแสดงผลความแตกต่างอย่างชัดเจน โดยระดับผิวน้ำจะมีปริมาณมากกว่าในระดับที่ลึกลงไป ส่วนการศึกษาปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำและอุณหภูมิในรอบ 24 ชั่วโมง ทั้ง 3 ฤดูใน 2 ปี แสดงผลตามเวลาในรอบวันอย่างชัดเจนคือ ในเวลาช่วงบ่ายจะมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำสูงกว่าช่วงเวลาอื่น ๆ ซึ่งเป็นผลจากการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช ส่วนในเวลากลางคืนจะลดลง แต่ก็ยังไม่ถึงขั้นเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ

คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว เมื่อจัดตามมาตรฐานคุณภาพน้ำจืดผิวดินอยู่ในประเภท 2 สามารถนำมาอุปโภค บริโภคได้โดยผ่านกระบวนการบำบัดที่เหมาะสมก่อน เมื่อจัดตามความมากน้อยของสารอาหาร จัดเป็นอ่างเก็บน้ำที่มีสารอาหารปานกลาง (mesotrophic reservoir) อย่างไรก็ตามในขณะนี้คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วยังมีความเหมาะสมทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพที่จะนำมาทำเป็นน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปาให้กับประชากรในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บรรณานุกรม

กรรณิการ์ สิริสิงห. 2525. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์.** คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2527. **สาหร่าย .** คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จงจินต์ ศิวะศิลป์. 2524. **สาหร่ายวิทยา.** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ฉมาภรณ์ นิวาศะบุตร. 2538. **การสำรวจชนิดของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำแม่กวงที่ผ่านจังหวัดลำพูน.** การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ฉลวย เสาวคนธ์. 2532. **การศึกษาคุณภาพและการหาปริมาณของไอออนบางตัวในน้ำจากอ่างแก้ว ในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เชิดพันธ์ มูรธานันท. 2526. การสำรวจโปรโตซัวในคูเมืองเชียงใหม่. การค้นคว้าอิสระเชิงวิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนชีววิทยา) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ตรัย เป็กทอง. 2539. **คุณภาพน้ำ การกระจายของแพลงก์ตอนพืชและแบคทีเรียในอ่างเก็บน้ำ 2 แหล่งของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ เชียงใหม่.** ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธีรศักดิ์ สมดี. 2541. **การกระจายของแพลงก์ตอนพืช *Microcystis aeruginosa* Kutz ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา ปี 2539-2540.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นนทรัฐ อินยิ้มและปภากร เปาลานวัฒน์. 2537. **การศึกษาคุณภาพน้ำของลุ่มน้ำห้วยแก้ว.** ปัญหาพิเศษวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นันทนา คชเสนี. 2536. **คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด .** สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นารี ศรีอุตตะมะโยธิน. 2529. **การสำรวจสาหร่ายในคูเมืองเชียงใหม่ โดยใช้ตาข่ายแพลงก์ตอน.** การค้นคว้าอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2525. **จุลชีววิทยาทั่วไป.** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพมหานคร.

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537). 2537. **มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ.** ฝ่ายแหล่งน้ำจืดและฝ่ายแหล่งน้ำทะเล กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประเสริฐ ไวยะกา. 2539 . **คุณภาพทางชีวภาพของน้ำและการเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำของสำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดเชียงใหม่.** ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปริญญา มูลสิน. 2540. **ปริมาตรชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเชื่อนแม่กวง เชียงใหม่ ปี 2538-2539.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2538. **แหล่งน้ำกับปัญหามลภาวะ.** โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร.

ผกาวรรณ จุฬ้ามณี. 2534. **ผลกระทบการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำต่อศักยภาพการเพาะเลี้ยงสัตว์ในอ่างเก็บน้ำบริเวณศูนย์การศึกษาพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พจนีย์ ศรีสุวรรณและยุวดี พีรพรพิศาล . 2536. **ความสัมพันธ์ของสารอาหารต่อการกระจายของแพลงก์ตอนพืชและผลผลิตเบื้องต้นในอ่างเก็บน้ำบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ.** เอกสารการประชุมทางวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 18 , มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

ไพฑูรย์ นวะมะวัฒน์ และ กิตติราช ชนะนิธิธรรม. 2530. **การศึกษาปริมาณสารอาหารที่ไหลลงสู่อ่างแก้ว.** ปัญหาพิเศษวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมสภาวะแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เฟื่องฟ้า บุญรัตน์ และ สีวิกา สีหหาชีวะ. 2530. **การศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างแก้วมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.** ปัญหาพิเศษวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสภาวะแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์. 2536. **การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ เล่ม 1 การจัดการคุณภาพน้ำ.** ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2532. **สาหร่าย: ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสาหร่าย สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สาหร่ายสีเขียว.** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ยุวดี พีรพรพิศาล และสาคร พรหมขัติแก้ว. 2537. **คุณภาพน้ำและการเจริญของแพลงก์ตอนพืชบางฤดูกาล ในอ่างเก็บน้ำสำนักงานเกษตรภาคเหนือ เชียงใหม่.** ศูนย์วิจัยน้ำ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2538. **สาหร่าย: ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสาหร่าย สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สาหร่ายสีเขียว.** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ยุวดี พีรพรพิศาลและฉมาภรณ์ นิวาศะบุตร. 2538. **คู่มือปฏิบัติการสาหร่ายวิทยา.** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2538. **แพลงก์ตอนพืช.** ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2537. **สาหร่ายวิทยาประยุกต์.** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศุวศา กานตวนิชกูร. 2538. **การบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยา.** ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมใจ กาญจนวงศ์. 2532. **การจัดการคุณภาพน้ำ.** ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุคนธ์ คล่องดี. 2534 . **ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับชนิดและปริมาณของสาหร่ายในอ่างเก็บน้ำของการประปาเชียงราย** .การค้นคว้าอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุพร คุตะเทพ, วิไลลักษณ์ ตันรัตนกุล, เสนีย์ กาญจนวงศ์ และสมคิด วงศ์ไชยสุวรรณ. 2527. **การสำรวจแหล่งน้ำและการศึกษาคุณภาพน้ำประปาของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.** ภาควิชาวิศวกรรมสภาวะแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

หทัยทิพย์ ใครบุตร. 2539. **คุณภาพน้ำและการกระจายของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบันทิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อัษฎางค์ โปราณานนท์ และคณะ. 2529. **แผนพัฒนาระบบสาธารณูปโภค.** มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อินทิรา ปรุงเกียรติ. 2540. **การสำรวจโปรโตซัวในอ่างเก็บน้ำ สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัด เชียงใหม่.** การค้นคว้าอิสระ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

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

APHA, AWWA and WPCF. 1992. **Standard Method for Examination of Water and Waste Water.** American Public Health Association . Washington DC.

Barilay- Watts, T. 1998. **Biological Indicators of Water Quality.** Proceeding of 5 th WRC Workshop on Sampling and Analytical Techniques in Environmental Monitors, 23-27 March 1998, Faculty of Science, Chiang Mai University.

Bold, H.C. J.J. Wyne. 1978. **Introduction to The Algae: Structure and Reproduction.** New Delhi: Prentice-Hall.

Branco, C.W.C. and P.A.C. Senna. 1994,b. **Phytoplankton Composition, Community Structure and Seasonal Changes in a Tropical Reservoir (Paranoa Reservoir, Brazil).** *Algolocial Studies* 81 : 69-84.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Goldman, C.R. and A.J. Horne. 1983. **Limnology.** McGrow Hill Book Company, New York.

Higgins, P.R. and H. Thiel. 1988. **Introduction to the Study of Meiofauna.** Smithsonian Institution Press Washington, DC.

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

Kudo, R. R. 1977. **Protozoology.** Charles C. Thomas Publishers, Illinois.

Lorrine, L. J. and R. A. Vollenweider. 1981. **Summary Report.** The OECD Cooperative Programme on Eutrophication. National Water Research Institute, Burlington.

Masundire, H. M. 1994. **Seasonal Trends in Zooplankton Densities in Sanyati Basin Lake Kariba.** Dumont, H.I.; J. Green and H. Masundire (eds.) in Developments in Hydrobiology : Studies on the Ecology of Tropical Zooplankton. Kluwer Academic Publishers, London.

Mellanby, H. 1963. **Animal life in Fresh Water, A Guide to Fresh-Water Invertebrates.** Chapman and Hall Ltd. Publishers, London.

Needham, J.G. and P.R. Needham. 1962. **A Guide to the Study of Fresh-Water Biology.** Holden-Day Inc. Publisher, San Francisco.

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

Palmer, M. C. 1977. Algae and Water Pollution. Municipal Environment 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.** Dissertation of the Ph.D. degree. Institute of Botany University of Innsbruck, Austria.

Pennak, W.R. 1989. **Fresh-Water Invertebrates of the United States, Protozoa to Mallusca.** Wiley-Interscience Publication, New York.

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

Rott, E. 1981. **Some Results from Phytoplankton Counting Intercalibrations.** *Schweiz. Z. Hydrol.* 43(1) : 34-62.

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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Uku, J.N. and K.M. Mavuti. 1994. **Comparative limnology, Species Diversity and Biomass Relationship of Zooplankton and Phytoplankton in Five Fresh-water Lakes in Kenya.** Dumont, H.I.; J. Green and H. Masundire (eds.) in Developments in Hydrobiology : Studies on the Ecology of Tropical Zooplankton. Kluwer Academic Publishers, London.

Utermöhl, H. 1958. **Zur Vervolkommung der Quantitativen Phytoplankton Methodik.** *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 9 : 1-38.

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

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

มาตรา 32 (1) แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ให้คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ มีอำนาจประกาศในราชกิจจานุเบกษา กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแม่น้ำ ลำคลอง หนองบึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำสาธารณะอื่นๆ ที่อยู่ในพื้นแผ่นดิน

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ได้แบ่งประเภทของแหล่งน้ำผิวดินเป็น 5 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติ โดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน

(2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน

(3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ

(3) การประมง

(4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

(2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ[1/]	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
				ประเภท				
				1	2	3	4	5
1.	สี กลิ่นและรส		-	ธ	ธ	ธ	ธ	-
2.	อุณหภูมิ		°ซ	ธ	ธ[2/]	ธ[2/]	ธ[2/]	-
3.	ความเป็กรดเป็นด่าง (pH)		-	ธ	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0	-
4.	ออกซิเจนละลาย (DO)	P 20	มก./ล.	ธ	< 6.0	< 4.0	< 2.0	-
5.	บีโอดี (BOD)	P 80	"	ธ	> 1.5	> 2.0	> 4.0	-
6.	แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	P 80	เอ็ม.พี.เอ็น/100 มล.	ธ	> 5,000	> 20,000	-	-
7.	แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Faecal Coliform Bacteria)	P 80	"	ธ	> 1000	> 4000	-	-
8.	ไนเตรต (NO_3) ในหน่วยไนโตรเจน		มก./ล.	ธ	มีค่าไม่เกินกว่า		5.0	-
9.	แอมโมเนีย (NH_3) ในหน่วยไนโตรเจน		"	ธ	"		0.5	-
10.	ฟีนอล (Phenols)		"	ธ	"		0.005	-
11.	ทองแดง (Cu)		"	ธ	"		0.1	-
12.	นิคเกิล (Ni)		"	ธ	"		0.1	-
13.	แมงกานีส (Mn)		"	ธ	"		1.0	-
14	สังกะสี (Zn)		"	ธ	"		1.0	-
15	แคดเมียม (Cd)		"	ธ	"		0.005* 0.05**	-
16.	โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Cr Hexavalent)		"	ธ	"		0.05	-
17.	ตะกั่ว (Pb)		"	ธ	"		0.05	-
18.	ปรอททั้งหมด (Total Hg)		"	ธ	"		0.05	-
19.	สารหนู (As)		"	ธ	"		0.01	-
20.	ไซยาไนด์ (Cyanide)		"	ธ	"		0.005	-
21.	กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)							
	- ค่ารังสีแอลฟา (Alpha)		เบคเคอเรล/ล.	ธ	"		0.1	-
	- ค่ารังสีเบตา (Beta)		"	ธ	"		1.0	-
22.	สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Tatal Organochlorine Pesticides)		มก./ล.	ธ	"		0.05	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ 1/	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
				ประเภท				
				1	2	3	4	5
23.	ดีดีที (DDT)		ไมโครกรัม/ล.	ธ	มีค่าไม่เกินกว่า		1.0	-
24.	บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha BHC)			ธ	"		0.02	-
25.	ดิลดริน (Dieldrin)			ธ	"		0.1	-
26.	อัลดริน (Aldrin)			ธ	"		0.1	-
27.	เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีปอกไซด์ (Heptachor & Heptachlor epoxide)			ธ	"		0.2	-
28.	เอนดริน (Endrin)			ธ	ไม่สามารถตรวจพบได้ ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด			

แหล่งที่มาของข้อมูล : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537

หมายเหตุ

1/ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 - 4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติและแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ′ อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติ เกิน 3 องศาเซลเซียส

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัม/ลิตร

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ เกินกว่า 100 มิลลิกรัม/ลิตร

< ไม่น้อยกว่า > ไม่มากกว่า

\- ไม่ได้กำหนด

°ซ องศาเซลเซียล

P 20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทลที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P 80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทลที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร มล. = มิลลิลิตร

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4 การจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของสารอาหาร คุณสมบัติน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ บางประการ แพลงก์ตอนพืชที่เป็นชนิดเด่นและแพลงก์ตอนพืชที่พบเห็นได้ทั่วไป ในชั้นน้ำระดับต่าง ๆ

GENERAL LAKE TROPHY	WATER CHARACTERISTICS	DOMINANT ALGAE	OTHER COMMONLY OCCURRING ALGAE
Oligotrophic	Slightly acidic; very low salinity	Desmids *Staurodesmus*, *Staurastrum*	*Sphaerocystis*, *Gloeocysis*, *Rhizosolenia*, *Tabellaria*
Oligotrophic	Neutral to slightly alkaline; nutrient-poor lakes	Diatoms, especialy, *Cyclotella* and *Tabellaria*	Some *Asterionella* spp., some *Melosira* spp., *Dinobryon*
Oligotrophic	Neutral to slightly alkaline; nutrient-poor lakes or more productive lakes at seasons of nutrient reduction	Chrysophycean algae, especially *Dinobryon*, some *Mallomonas*	Other Chrysophyceans, e.g., *Synura*, *Uroglena*; diatom *Tabellaria*
Oligotrophic	Neutral to slightly alkaline; nutrient-poor lakes	Chlorococcal *Oocystis* or Chrysophycean *Botryococcus*	Oligotrophic diatoms
Oligotrophic	Neutral to slightly alkaline; generally nutrient poor; common in shallow Arctic lakes	Dinoflagellates, especially some *Peridinium* and *Ceratium* spp.	Small chrysophytes cryptophytes, and diatoms
Mesotrophic or Eutrophic	Neutral to slightly alkaline; annual dominants or in eutrophic lakes at certain seasons	Dinoflagellates, some *Peridinium* and *Ceratium* spp.	*Glenodinium* and many other algae
Eutrophic	Usually alkaline lakes with nutrient enrichment	Diatoms much of year, especially *Asterionella* spp., *Fragilaria crotonensis*, *Synedra*, *Stephanodiscus*, and *Melosira granulata*	Many other algae, especially green and blue-greens during warmer periods of year; desmids of dissolved organic matter is fairly high
Eutrophic	Usually alkaline; nutrient enriched; common in warmer periods of temperate lakes or perennially in enriched tropical lakes	Blue-green algae, especially *Anacystis* (= *Microcystis*), *Aphanizomenon*, *Anabaena*	Other blue-green; euglenophytes if organically enriched or polluted

(Wetzel, 1983)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 5 การจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของสารอาหาร คุณสมบัติน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ บางประการ และกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชที่พบเป็นชนิดเด่นในชั้นน้ำระดับต่าง ๆ

TROPHIC TYPE	MEAN PRIMARY PRODUC-TIVITY (mg C m^{-2} DAY^{-1})	PHYTO-PLANKTON DENSITY (cm^3 m^{-3})	PHYTO-PLANKTON BIOMASS (mg C m^{-3})	CHORO-PHYLL a (mg m^{-3})	DOMINANT PHYTO-PLANKTON	LIGHT EXTINCTION COEFFI-CIENTS (ηm^{-1})	TOTAL ORGANIC CARBON ($\mu g.l^{-1}$)	TOTAL P ($\mu g.l^{-1}$)	TOTAL N ($\mu g.l^{-1}$)	TOTAL INORGANIC SOLIDS ($\mu g.l^{-1}$)
Ultraoligotrophic	< 50	< 1	< 50	0.01-0.5		0.03-0.8		< 1-5	< 1-250	2-15
Oligotrophic	50-300		20-100	0.3-3	Chrysophyceae Cryptophyceae	0.05-1.0	< 1-3			
Oligomesotrophic		1-3			Dinophyceae, Bacillariophyceae			5-10	250-600	10-200
Mesotrophic	250-1000		100-300	2-15		0.1-2.0	< 1-5			
Mesoeutrophic		3-5						10-30	500-1100	100-500
Eutrophic	> 1000		> 300	10-500	Bacillariophyceae, Cyanophyceae	0.5-4.0	5-30			
Hypereutrophic		> 10			Chlorophyceae, Euglenophyceae			30->5000	500->15000	400-60000
Dystrophic	< 50-500		< 50-200	0.1-10		1.0-4.0	3-30	< 1-10	< 1-500	5-200

(Wetzel, 1983)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 6 การจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของฟอสฟอรัสรวม ไนโตรเจน คลอโรฟิลล์ เอ และความลึกที่แสงส่องถึง

Variable (Annual Mean Values)		Oligotrophic	Mesotrophic	Eutrophic	Hyper-eutrophic
Total phosphorus mg./m.^{3}	$\overline{X}$	8.0	26.7	84.4	
	X ± 1 SD	4.85 - 13.3	14.5 - 49	38 - 189	
	X ± 2 SD	2.9 - 22.1	7.9 - 90.8	16.8 - 424	
	Range	3.0 - 17.7	10.9 - 95.6	16.2 - 386	750 - 1200
	n	21	19 (21)	71 (72)	2
Total nitrogen mg./m.^{3}	$\overline{X}$	661	753	1875	
	X ± 1 SD	371 - 1180	485 - 1170	861 - 4081	
	X ± 2 SD	208 - 2103	313 - 1816	395 - 8913	
	Range	307 - 1630	361 - 1387	393 - 6100	
	n	11	8	37 (38)	
Chlorophyll a mg./m.^{3}	$\overline{X}$	1.7	4.7	14.3	
	X ± 1 SD	.8 - 3.4	3.0 - 7.4	6.7 - 31	
	X ± 2 SD	.4 - 7.1	1.9 - 11.6	3.1 - 66	
	Range	0.3 - 4.5	3.0 - 11	2.7 - 78	100 - 150
	n	22	16 (17)	70 (72)	2
Chlorophyll a Peak Value mg./m.^{3}	$\overline{X}$	4.2	16.1	42.6	
	X ± 1 SD	2.6 - 7.6	8.9 - 29	16.9 - 107	
	X ± 2 SD	1.5 - 13	4.9 - 52.5	6.7 - 270	
	Range	1.3 - 10.6	4.9 - 49.5	9.5 - 275	
	n	16	12	46	
Secchi Depth m.	$\overline{X}$	9.9	4.2	2.45	
	X ± 1 SD	5.9 - 16.5	2.4 - 7.4	1.5 - 4.0	
	X ± 2 SD	3.6 - 27.5	1.4 - 13	.9 - 6.7	
	Range	5.4 - 28.3	1.5 - 8.1	.8 - 7.0	0.4 - 0.5
	n	13	20	70 (72)	2

$\overline{X}$ = geometric mean

SD = standard deviation

( ) = value in bracket refers to the number of variables (n) employed in the first calculation.

Lorraine and Vollenweider (1981)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 7 สหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ ในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมษายน 2539 - พฤษภาคม 2541

		AMMONI	BIOVOLUM	CHLORO	NITRATE	SRP	ALK	BOD	CONDUC	DEPTH	DO	PH	SECCHI	TUR
Pearson Correlation	AMMONI	1.000	.224	-.121	.101	.019	.347	-.091	.222	.047	-.307	.136	-.032	-.069
	BIOVOLUM	.224	1.000	.635**	.085	-.294	.082	.115	.048	-.162	.176	.268	-.086	.191
	CHLORO	-.121	.635**	1.000	.089	-.278	-.108	.310	-.014	-.055	.596**	.195	-.154	-.088
	NITRATE	.101	.085	.089	1.000	-.036	.191	-.067	.153	-.230	-.095	.191	.189	-.429*
	SRP	.019	-.294	-.278	-.036	1.000	.080	.019	.076	.132	-.140	-.277	.438*	-.317
	ALK	.347	.082	-.108	.191	.080	1.000	.270	.938**	-.420*	-.094	.450*	.324	-.279
	BOD	-.091	.115	.310	-.067	.019	.270	1.000	.277	-.102	.256	.073	-.032	.004
	CONDUC	.222	.048	-.014	.153	.076	.938**	.277	1.000	-.286	-.025	.509*	.349	-.304
	DEPTH	.047	-.162	-.055	-.230	.132	-.420*	-.102	-.286	1.000	-.097	.030	-.231	.203
	DO	-.307	.176	.596**	-.095	-.140	-.094	.256	-.025	-.097	1.000	.341	-.183	.056
	PH	.136	.268	.195	.191	-.277	.450*	.073	.509*	.030	.341	1.000	-.047	.026
	SECCHI	-.032	-.086	-.154	.189	.438*	.324	-.032	.349	-.231	-.183	-.047	1.000	-.381
	TUR	-.069	.191	-.088	-.429*	-.317	-.279	.004	-.304	.203	.056	.026	-.381	1.000
Sig. (2-tailed)	AMMONI	.	.292	.572	.639	.931	.097	.672	.298	.827	.144	.527	.883	.748
	BIOVOLUM	.292	.	.001	.693	.163	.704	.591	.823	.451	.411	.206	.689	.372
	CHLORO	.572	.001	.	.680	.189	.616	.140	.949	.798	.002	.360	.474	.682
	NITRATE	.639	.693	.680	.	.868	.371	.756	.476	.279	.657	.371	.377	.037
	SRP	.931	.163	.189	.868	.	.709	.928	.724	.540	.513	.190	.032	.131
	ALK	.097	.704	.616	.371	.709	.	.203	.000	.041	.663	.027	.122	.188
	BOD	.672	.591	.140	.756	.928	.203	.	.189	.636	.228	.736	.883	.986
	CONDUC	.298	.823	.949	.476	.724	.000	.189	.	.175	.909	.011	.095	.149
	DEPTH	.827	.451	.798	.279	.540	.041	.636	.175	.	.653	.889	.277	.340
	DO	.144	.411	.002	.657	.513	.663	.228	.909	.653	.	.103	.392	.796
	PH	.527	.206	.360	.371	.190	.027	.736	.011	.889	.103	.	.826	.902
	SECCHI	.883	.689	.474	.377	.032	.122	.883	.095	.277	.392	.826	.	.066
	TUR	.748	.372	.682	.037	.131	.188	.986	.149	.340	.796	.902	.066	.

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

ประวัติการศึกษาและประสบการณ์ของหัวหน้าคณะวิจัย

ชื่อ นางยุวดี พีรพรพิศาล
สถานที่ทำงาน ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์
การศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา) จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา) จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Ph. D. (Biology) จากมหาวิทยาลัยอินสบรูกส์ ประเทศออสเตรีย

ประสบการณ์ในงานวิจัย

การวินิจฉัยสาหร่ายในแหล่งน้ำจืด
การเพาะเลี้ยงสาหร่ายประเภท single cell protein
การศึกษาการนำแพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ
การศึกษาแพลงก์ตอนพืชที่สร้างสารพิษในแหล่งน้ำ
การศึกษา thermophillic blue green algae ในแหล่งน้ำพุร้อน ที่สามารถผลิตไฮโดรเจนและตรึงคาร์บอนไดออกไซด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved