บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทบทวนเอกสาร

1. ลักษณะทั่วไปของแพลงตอนพืช

แพลงตอนพืช (phytoplankton) เป็นสาหร่ายที่ล่องลอยอยู่ในน้ำ มีขนาดเล็กมากตั้งแต่เซลล์เดียวไปจนถึงหลายเซลล์ ขนาดประมาณ 2-200 ไมครอน ซึ่งจะต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจดูจึงจะสามารถเห็นลักษณะภายนอกและภายในได้ชัด แพลงตอนพืชมักจะล่องลอยอยู่บริเวณผิวน้ำหรือในระดับที่แสงส่องถึง เพราะจะต้องใช้พลังงานจากดวงอาทิตย์มาช่วยในการสังเคราะห์แสง ลักษณะรูปร่างสีสรร หรือขนาดจะแตกต่างกันออกไป บางชนิดก็อยู่โดดเดี่ยว (salinity) บางชนิดก็อยู่กันเป็นเส้นสาย (filamentous form) บางชนิดก็อยู่เป็นกลุ่ม (colony) อาจจะเคลื่อนที่ได้โดยใช้แฟลกเจลลา (flagella) หรือใช้กระแสน้ำช่วยพัดพา สาหร่ายสีแดงหรือสาหร่ายสีน้ำตาลมักจะมีขนาดใหญ่จึงไม่ถือว่าเป็นแพลงตอนพืช (Prescott, 1970) ในแหล่งน้ำบางแห่งจะสังเกตเห็นว่าน้ำเป็นสีเขียว หรือสีออกเขียวแกมน้ำเงิน นั่นแสดงว่าน้ำนั้นมีปริมาณของแพลงตอนพืชอยู่มาก (bloom) อาจจะมีสาเหตุเนื่องจากแหล่งน้ำนั้นมีสารพวกฟอสเฟตและไนเตรทอยู่ในปริมาณที่พอเหมาะ ทำให้แพลงตอนพืชได้รับสารอาหารเหล่านี้และสามารถเพิ่มจำนวนขึ้นได้อย่างรวดเร็วจนเต็มผิวน้ำ ทำให้เรามองเห็นแหล่งน้ำมีสีไปตามสีของแพลงตอนพืชเหล่านั้น สภาวะที่แหล่งน้ำมีสารอาหารเหล่านี้อยู่มากทำให้แพลงตอนพืชเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วจนเต็มผิวน้ำนี้ เราเรียกขบวนการนี้ว่าขบวนการยูโทร-ฟิเคชัน (eutrophication) (Round, 1973) ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหากับแหล่งน้ำได้ เช่น สิ่งมีชีวิตอาจจะตายหรืออาจมีการอพยพไปที่อื่น น้ำขาดออกซิเจนกลิ่นรสหรือสีของน้ำอาจจะเปลี่ยนไป แหล่งน้ำจะตื้นเขิน รวมทั้งเป็นการทำลายสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ

แพลงตอนพืชมีความสำคัญในห่วงโซ่อาหารในแหล่งน้ำ โดยจะเพิ่มปริมาณในน้ำได้มาก ถ้าสภาพแวดล้อมและอาหารเหมาะสม (กาญจนภาชน์, 2527) ผลผลิตเบื้องต้นที่เกิดจากแพลงตอนพืชจะมีปริมาณสูงกว่าสาหร่ายชนิดอื่นๆ มากจนถือได้ว่าผลผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำได้มาจากแพลงตอนพืชเพียงอย่างเดียว (เวียง, 2525)

สิ่งสำคัญที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนของแพลงตอนพืช ได้แก่

1. สภาพแวดล้อมทางกายภาพ (physical environment) ที่สำคัญได้แก่ แสง อุณหภูมิ

2. สภาพแวดล้อมทางเคมี (chemical environment) ที่สำคัญได้แก่ ปริมาณกาซออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) สภาพความเป็นกรดด่าง (pH) ปริมาณสารอาหาร (nutrient) แร่ธาตุต่างๆ ที่สำคัญในแหล่งน้ำ และกระแสน้ำ จะช่วยทำให้เกิดการกระจายของสารอาหาร แร่ธาตุ รวมทั้งทำให้เกิดการกระจายของแพลงตอนพืชได้อีกด้วย (Goldman and Horne, 1973)

Round (1973) ได้จัดระเบียบรูปร่างโดยทั่วๆ ไปของแพลงตอนพืชไว้ดังนี้

1. เซลล์เดียว (unicellular) พวกนี้จะมีเพียงเซลล์เดียว อาจจะอยู่ติดกันเป็นกลุ่ม เช่น 2, 4 และ 8 เซลล์หรือมากกว่า เนื่องจากเป็นตอนที่แบ่งเซลล์ใหม่ๆ เมื่อเสร็จจากการแบ่งเซลล์แล้วก็จะอยู่เป็นอิสระเซลล์เดียวต่อไป รูปร่างของเซลล์อาจจะกลมรี สามเหลี่ยม หรือมีรูปร่างไม่แน่นอน รวมทั้งพวกที่มีแฟลกเจลลาที่สามารถเคลื่อนที่ได้เอง อย่างเช่น *Euglena* spp. เป็นต้น

2. เรียงตัวเป็นกลุ่ม (colony) อาจจะมีรูปร่างหลายแบบ เช่น กลม รูปไข่ รูปลูกบาศก์ หรืออาจจะมีรูปร่างไม่แน่นอน แต่ละเซลล์จะมาเรียงกันเป็นกลุ่มทำให้ซับซ้อนยิ่งขึ้น อาจจะมีเมือก หรือไม่มีเมือกหุ้มก็ได้ แบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ

2.1 พวกมีแฟลกเจลลาเคลื่อนที่ได้เอง ได้แก่ *Pandorina* spp. และ *Gonium* spp.

2.2 พวกที่อยู่เป็นกลุ่มแต่ไม่มีแฟลกเจลลา เคลื่อนที่ได้โดยลอยไปตามกระแสน้ำ ได้แก่ *Scenedesmus* spp.และ *Pediastrum* spp.

2.3 พวกที่อยู่รวมกันมีเมือกห่อหุ้ม ได้แก่ *Merismopedia* spp. เป็นต้น

3. เซลล์มาเรียงต่อกันเป็นเส้นสาย (filament, trichome) แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

3.1 แตกแขนง (branched) ได้แก่ *Cladophora* spp.และ *Scytonema* spp.

3.2 ไม่แตกแขนง (unbranched) ได้แก่ *Spirogyra* spp. และ *Spirulina* spp.

การจำแนกประเภทแพลงตอนพืช (classification of phytoplankton) (ลัดดา, 2538)

การจำแนกประเภทเบื้องต้นของแพลงตอนพืชในระดับ Division หรือ Phylum ชั้น (Class) หรืออันดับ (Order) สามารถใช้หลักเกณฑ์ 5 ประการดังนี้

1. ชนิดของรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง (type of photosynthetic pigments)

2. ประเภทของอาหารสะสม (type of reserved products)

3. ประเภทขององค์ประกอบของผนังเซลล์ (type of cell wall components)

4. ประเภทของหนวด (type of flagella)

5. ลักษณะพิเศษของโครงสร้างของเซลล์ (special cell structure) แต่ถ้าเป็นการจำแนกประเภทในระดับครอบครัวหรือวงศ์ (family) สกุล (genus) และชนิด 6 (specie) จำเป็นต้องศึกษารายละเอียดของเซลล์ปกติ (vegetative structure) ทั้งที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง และกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน รวมทั้งศึกษาวิธีการสืบพันธุ์ประกอบการพิจารณา

สาหร่ายที่จัดเป็นแพลงตอนพืชมีทั้งหมด 6 Division คือ

1. Division Cyanophyta
2. Division Chlorophyta
3. Division Chrysophyta
4. Division Pyrrophyta
5. Division Euglenophyta
6. Division Cryptophyta

(Bold and Wynne, 1978 อ้างโดย ยุวดี, 2538)

คลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll-a)

สาหร่ายทุกชนิดจะประกอบไปด้วยคลอโรฟิลล์ เอ ในการวัดค่าคลอโรฟิลล์ เอ จึงสามารถหาความสัมพันธ์ของปริมาณสาหร่ายในเชิง standing crop ได้ สาหร่ายบางชนิดก็มีคลอโรฟิลล์ บี และซี เป็นองค์ประกอบเสริม ซึ่งปริมาณคลอโรฟิลล์จะแปรผันตามชนิดสภาพแวดล้อมและปัจจัยทางด้านสารอาหารในแหล่งน้ำนั้นๆ (นันทนา, 2536) คลอโรฟิลล์ เอ เป็นรงควัตถุหลักที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงขั้นต้น ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น แอลกอฮอล์ร้อนหรือเย็น อาซีโตนปิโตรเลียมสปิริต หรือส่วนผสมของเมธานอลและปิโตรเลียมอีเธอร์ (ผกาวรรณ, 2534 และ Round, 1973) คลอโรฟิลล์ เอ พบในแพลงตอนพืชทุกชนิด จึงนิยมใช้คลอโรฟิลล์ เอ เป็นตัววัดมาตรฐานที่ให้เห็นถึงกำลังผลิตของแหล่งน้ำ (ลัดดา, 2530)

2. สภาพของระบบนิเวศที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการกระจายของแพลงตอนพืช

ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ อาจจะวิเคราะห์องค์ประกอบทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ซึ่งการจะเลือกวิเคราะห์องค์ประกอบด้านใดนั้นขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ประโยชน์ แต่นิยมศึกษาหลายด้านควบคู่กันไป เพื่อเป็นการยืนยันในผลซึ่งกันและกัน (นภาวรรณ, 2525) ได้มีงานของนักวิจัยหลายคนที่ศึกษาคุณภาพของน้ำโดยใช้องค์ประกอบทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ เช่น Lind (1968) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำและแพลงตอนพืชของแหล่งน้ำต่างๆ ในเคนยา โดยศึกษาจากแพลงตอนพืชชนิดที่เด่น นอกจากนั้นยังศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านเคมี เช่น การนำไฟฟ้า ความเป็นกรดด่าง ความเป็นเบส แคลเซียม โซเดียม คลอไรด์ ซิลิกาออกไซด์ ส่วนในประเทศไทยมีการศึกษาคุณภาพน้ำโดยใช้ปัจจัยหลายอย่างประกอบกันดังเช่น อรัสสา (2524) พบว่า pH ความกระด้างของน้ำ ออกซิเจนอิสระที่ละลายในน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายน้ำและแอมโมเนียมที่ละลายน้ำ อาจเป็นปัจจัยกำหนดการกระจายของแพลงตอนพืช

สภาพแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อการเจริญของแพลงตอนพืช ได้แก่

2.1 สภาพแวดล้อมทางเคมี

2.1.1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen, DO)

ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจืดมีการซึมอิสระมาจากบรรยากาศหรือมาจากผลิตผลสุดท้ายของกระบวนการสังเคราะห์แสงที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของพืชน้ำต่างๆ รวมทั้งแพลงตอนพืชด้วย โดยถูกใช้ในกระบวนการหายใจ ปฏิกิริยาเคมีของสารอนินทรีย์ ความเข้มข้นของออกซิเจนขึ้นกับอุณหภูมิ ความดันบรรยากาศและความเข้มข้นของอิออนต่างๆ ในน้ำ (Wetzel, 1975) โดยทั่วไปนั้นความเข้มข้นของ DO ในน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำคือ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และถ้า DO มีค่าต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ (นันทนา, 2536) นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำยังเป็นดัชนีแสดงคุณภาพน้ำที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งด้วย เพราะออกซิเจนเป็นธาตุที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งจะแสดงให้ทราบว่าน้ำนั้นมีความเหมาะสมเพียงใดต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ (ธงชัย, 2525)

สาหร่ายบางชนิด เช่น *Achnanthes minutissima* ต้องการออกซิเจนสูงในการดำรงชีวิต แต่บางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำที่มีออกซิเจนต่ำ เช่น *Navicula seminulum* และ *Nitzschia*

amphibia (Patrick, 1977) ส่วนในน้ำที่มีมลพิษสูงมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำมากจนไม่อาจวัดค่าเป็นศูนย์ จะไม่พบสาหร่ายเลย (Round, 1973) ยกเว้นไดอะตอม เช่น *Nitzschia* และ *Pleurosigma* สามารถอาศัยอยู่ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนได้โดยการสร้างเมือกหุ้มตัวไว้ (Green, 1968)

2.1.2 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (biochemical oxygen demand, BOD)

ในการวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นของ DO ถือว่าเป็นพื้นฐานเพื่อการหาค่า BOD ซึ่งเป็นค่าบ่งชี้การเกิดปัญหามลพิษของแหล่งน้ำ เพราะเป็นการวัดค่าหาปริมาณความต้องการใช้ออกซิเจนของพวกจุลินทรีย์ที่ใช้ในกระบวนการย่อยสลายในสภาพมีออกซิเจน (นันทนา, 2536) ค่า BOD ที่ใช้เป็นมาตรฐานกำหนดคุณภาพน้ำทิ้งและน้ำในแม่น้ำลำคลอง ถ้ามีค่า BOD เกินกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ถือว่าน้ำนั้นเสีย และจากพระราชบัญญัติน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมกำหนดว่าน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลองต้องมีค่า BOD ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ในแหล่งน้ำธรรมชาติมี BOD ได้ไม่เกิน 6 ppm (ค่ามาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข อ้างโดย วิจิตรและคณะ, 2533)

2.1.3 ความเป็นกรดด่าง (pH)

pH scale จะเป็นเลขลำดับของ negative logarithmic scale ตั้งแต่ 0-14 ซึ่งจะบอกระดับของความเป็นกรดหรือเบส โดยค่าที่ต่ำกว่า 7 เข้าสู่ 0 จะแสดงความเป็นกรดและค่ามากกว่า 7 เข้าสู่ 14 จะแสดงความเป็นเบส pH ของน้ำในธรรมชาติจะมีค่าอยู่ในช่วง 4.0-9.0 แต่ช่วง pH ที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตในน้ำมักจะมีค่าอยู่ในช่วง 6.0-8.0 น้ำธรรมชาติส่วนมากมักจะมีค่า pH มากกว่า 7 ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากในน้ำมีปริมาณไอออนพวกไบคาร์บอเนตและคาร์บอนเนตเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย (นันทนา, 2536) ค่า pH นอกจากจะควบคุมการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำโดยตรงแล้ว ยังเป็นตัวควบคุมสภาวะเคมีของสารอาหาร (nutrients) ในแหล่งน้ำจืดอีกด้วย (ผกาวรรณ, 2534) การเปลี่ยนแปลง pH ในแหล่งน้ำ จะทำให้ธาตุอาหารที่สำคัญเปลี่ยนแปลง ได้แก่ ฟอสเฟต แอมโมเนียม เหล็ก และธาตุอาหารที่จำเป็น trace elements (สวง, 2528) สาหร่ายชนิดต่างๆ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงของความเป็นกรดด่างต่างๆ กัน เช่น *Micrasterias denticulata* และ *M. thomasiana* เจริญได้ดีที่สุดที่ความเป็นกรดด่าง 7.65-8.10 และ 7.70-7.35 ตามลำดับ (Brook, 1981) สาหร่ายบางชนิดพบในน้ำที่เป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.00-6.50) เช่น *Botryococcus braunii*, *Ceratium hirundinella* และพบ *Dinobryon* spp. ในน้ำที่เป็นกรดมาก (pH 4.00-4.80) (Round, 1973) นอกจากนี้สาหร่ายที่มีความสามารถทนทานต่อสภาวะของน้ำที่มีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 3-5 ได้ คือ *Euglena* spp. (Round, 1981) อิสระ (2522) พบว่าสภาพความเป็นกรดด่างอาจเป็นปัจจัยกำหนดจำนวนชนิดของสาหร่ายสีเขียว

2.1.4 ความเป็นเบส (alkalinity)

คือ ความสามารถในการรับโปรตอนของน้ำ เพื่อทำให้กรดเป็นกลาง ปริมาณของสภาพด่างมีค่าเท่ากับปริมาณของกรดแก่ (H_2SO_4, HCl) ที่ต้องใช้ในการทำให้ pH ของน้ำลดลงจนถึงค่า 4.3 (มั่นสิน, 2536)

ค่านี้จะเกี่ยวกับปริมาณและชนิดของสารประกอบที่ละลายน้ำ ซึ่งจะทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้นจากสภาพความเป็นกลางสู่สภาพความเป็นเบส คุณสมบัติของความเป็นเบสในน้ำเป็นผลของไบคาร์บอเนต คาร์บอเนต และไฮดรอกไซด์เป็นส่วนใหญ่สำหรับบอเรต ซิลิเกต และฟอสเฟตเป็นส่วนน้อย เพราะว่าคาร์บอนไดออกไซด์มีอยู่เป็นจำนวนมากในรูปของกาซและรูปที่ละลายน้ำ ส่วนไบคาร์บอเนตและคาร์บอเนตเป็นอิออนที่พบมากในน้ำและเป็นตัวที่ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ในน้ำ น้ำในธรรมชาติจะพบพวกไบคาร์-บอเนตและคาร์บอเนตเป็นส่วนมาก สำหรับไฮดรอกไซด์พบได้น้อยมาก ค่าความเป็นเบสที่ประกอบด้วยทั้ง 3 รูป ซึ่งเรียกว่า ความเป็นเบสทั้งหมด (total alkalinity) ซึ่งค่านี้ในน้ำธรรมชาติที่พบโดยทั่วไปจะพบอยู่ในช่วง 10-200 มิลลิกรัมต่อลิตร ในแหล่งน้ำ จะพบว่ามีกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำคือ กระบวนการสังเคราะห์แสง และกระบวนการหายใจ (นันทนา, 2536)

2.1.5 การนำไฟฟ้า (conductivity)

การนำไฟฟ้าเป็นการวัดความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าผ่าน ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของอิออนที่มีอยู่ในน้ำและอุณหภูมิที่ทำการวัดน้ำที่มีอิออนของสารต่างๆอยู่ สามารถนำไฟฟ้าได้ทั้งนั้น การนำไฟฟ้าไม่ได้เป็นค่าเฉพาะอิออนตัวใดตัวหนึ่ง แต่เป็นอิออนทั้งหมดในน้ำ ซึ่งจะสามารถบอกถึงการลดหรือเพิ่มของอิออนที่ละลายในน้ำเท่านั้น ถ้าค่าการนำไฟฟ้าสูงแสดงว่าสารที่แตกตัวในน้ำเพิ่มขึ้น ถ้าค่าการนำไฟฟ้าลดลงแสดงว่าสารที่แตกตัวได้ลดลง น้ำที่กลั่นใหม่ๆ จะมีค่าการนำไฟฟ้า ประมาณ 0.5-2 µs/cm และจะเพิ่มเป็น 2-4 µs/cm หลังเก็บไว้ 2-3 อาทิตย์ ค่าที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการดูดซึมคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ รวมทั้งแอมโมเนียจำนวนเล็กน้อยด้วย (กรรณิการ์, 2525) วิจิตร (2533) กล่าวว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอนินทรีย์ที่ละลายในน้ำ น้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูง แสดงว่ามีสารอนินทรีย์ โดยเฉพาะพวกเกลือต่างๆ ละลายอยู่ในน้ำปริมาณมาก ณรงค์ (2525) รายงานว่าในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีคุณภาพน้ำดี จะมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 150-300 µs/cm ถ้ามีค่าสูงกว่า 300 µs/cm แสดงว่าน้ำเป็นมลพิษมีผลต่อการมีชีวิตอยู่ได้ของพืชน้ำ

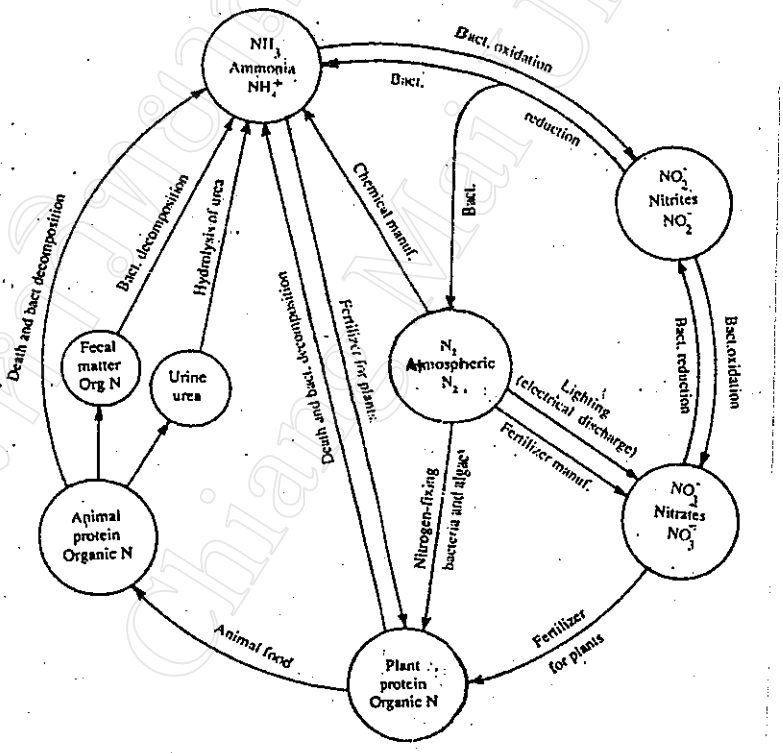
2.1.6 สารอาหาร (nutrients)

สารอาหารมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย (Fogg, 1971) กล่าวว่าในแหล่งน้ำต่างๆจะมีสารอาหารเจือปนอยู่ ซึ่งเป็นปัจจัยเบื้องต้นในการเจริญเติบโตของพืชและแพลงตอนพืช อันเป็นผู้ผลิตเบื้องต้นในห่วงโซ่อาหาร บรรดาสารอาหารต่างๆ ในธรรมชาติได้จากการที่น้ำฝนละลายชะล้างแร่ธาตุ หิน และดิน ซึ่งสารอาหารที่จำเป็นที่สุดต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายได้แก่ ไนเตรท และฟอสเฟต (Talling, 1962) สุคนธ์ (2534) พบว่าปริมาณสารอาหาร ได้แก่ ฟอสฟอรัสรวม ออร์โธฟอสเฟต ไนไตรเจนทั้งหมด มีความสัมพันธ์กับการเจริญของสาหร่ายในอ่างเก็บน้ำ ส่วนพจนีย์ (2536) พบว่าสารอาหารฟอสฟอรัสรวม ออร์โธฟอสเฟต มีความสัมพันธ์กับจำนวนแพลงตอนพืช โดยพบว่าเดือนพฤษภาคมมีจำนวนแพลงตอนพืชสูงสุด

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ไนโตรเจน

เปี่ยมศักดิ์ (2536) กล่าวว่าไนโตรเจนมีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำมาก เพราะเป็นส่วนประกอบของอินทรียสารหลายชนิดที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของพืชและสัตว์ เช่น เป็นส่วนประกอบของโปรตีน และไขมันบางชนิด ฉะนั้นสารประกอบไนโตรเจนจึงเป็นสิ่งจำกัดอย่างหนึ่งของความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ ไนโตรเจนเข้าสู่แหล่งน้ำทั้งทางอากาศและอาจถูกพัดพามาโดยน้ำล้นผิวดินหรือน้ำใต้ดิน สารประกอบไนโตรเจนได้เข้ามาอยู่ในระบบนิเวศวิทยาแล้ว จะมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพจากสารอินทรีย์ไปเป็นสารอนินทรีย์ และจากสารอนินทรีย์ไปเป็นสารอินทรีย์ กระบวนการเหล่านี้เกิดขึ้นได้ทั้งปฏิกิริยาทางเคมีที่ไม่มีและมีสิ่งมีชีวิตเป็นผู้ดำเนินการไนโตรเจนในแหล่งน้ำมีอยู่ในหลายรูป เช่น แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท ศึกษาได้จากวัฏจักรของไนโตรเจนดังนี้



The nitrogen cycle

ภาพที่ 1 วัฏจักรไนโตรเจน (นันทนา, 2536)

วิจิตรและคณะ (2533) กล่าวว่าถ้าปริมาณไนเตรทไนโตรเจนมีมากก็แสดงว่าปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง ถ้ามีไนเตรทไนโตรเจนจะมากเป็นอาหารของพืชทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี โดยมากแล้วแพลงตอนพืชจะใช้ไนเตรทและแอมโมเนียมากกว่ารูปอื่นๆ (Keeney, 1970) ซึ่งพบในแหล่งน้ำธรรมชาติ ไดอะตอมบางชนิด เช่น *Melosira varians, Synedra ulna* และ *Naivcula viridula* สามารถเจริญได้ดีในน้ำที่มีไนเตรทสูง (2-3 มิลลิกรัมต่อลิตร) พวก *Navicula cryptocephala* และ *Nitzschia palea* เจริญได้ดีในน้ำเสีย ซึ่งมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และคาร์บอนสูง (Patrick,1977) สำหรับในแหล่งน้ำจืดที่มีธาตุไนโตรเจนและคาร์บอนสูงกว่าปกติ จะพบสาหร่าย *Tabellaria fenestrata, Synedra acus* และไดอะตอมเจริญเป็นจำนวนมาก (Sze,1975) Aldridge (1993) พบว่าจากการทดสอบแพลงตอนพืชในทะเลสาบ สารอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมีผลต่อการเจริญของแพลงตอนพืชและไนโตรเจนเป็น primary limiting nutrient ชนิดหนึ่ง

ฟอสฟอรัส

นันทนา (2536) กล่าวว่าธาตุฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่สำคัญและจำเป็นอย่างมากในกระบวนการ metabolism ในสิ่งมีชีวิตต่างๆ ธาตุนี้มีอยู่เป็นปริมาณน้อยมากในธรรมชาติ จึงจัดได้ว่าเป็นธาตุที่มีอยู่จำกัดต่ออัตราผลผลิตทางชีวภาพ วัฏจักรของฟอสฟอรัสมีความสลับซับซ้อน ฟอสฟอรัสในน้ำจืดมักจะอยู่ในรูปอนุภาคตะกอน ซึ่งอยู่ในสิ่งมีชีวิตต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแพลงตอนพืชฟอสฟอรัสที่พบในแหล่งน้ำธรรมชาติมีทั้งที่เป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ สารประกอบฟอสฟอรัสที่สำคัญทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็มจะอยู่ในรูปของสารอนินทรีย์ออร์โธฟอสเฟตที่เป็นอิออน (HPO_4^{2-}, HPO_4^{-}) หรืออยู่ในรูปของสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นสารประกอบ biogenic ที่มีขนาดใหญ่ (Reynolds,1986 อ้างโดย พจนีย์, 2536) ฟอสฟอรัสในน้ำมักอยู่ในรูปของออร์โธฟอสเฟต (orthophosphate) หรืออยู่ในรูปของสารอินทรีย์ (Shirota, 1966) Campos (1992) กล่าวว่าฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยที่จำกัดการเจริญเติบโตแพลงตอนพืช ในแหล่งน้ำที่มีสารอนินทรีย์ฟอสเฟตอยู่ในระดับ 4,000 ppb. สาหร่าย *Chlorella pyrenoidosa* จะเจริญสูงกว่าปกติอย่างน้อย 100 เท่า (Grundy, 1971) Goulden และคณะ (1970) รายงานว่าสารประกอบอนินทรีย์ฟอสเฟตเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมลพิษต่อแหล่งน้ำ และทำให้เกิดปรากฏการณ์ eutrophication เกิดขึ้น จะพบสาหร่าย *Oscilatoria rabescus, Aphanizomenon flos-aquae, Anabaena spiroides* และ *Microcystis aeruginosa*

2.2 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ

2.2.1 อุณหภูมิ (temperature)

อุณหภูมิมีความสำคัญในการศึกษาทางระบบนิเวศวิทยาในแหล่งน้ำจืด เพราะอุณหภูมิจะมีผลต่อกระบวนการต่างๆ ในแหล่งน้ำจืด ทั้งในเชิงกายภาพ ชีวภาพ และเคมี ซึ่งอุณหภูมิจะยังมีผลต่อการกระจายของสิ่งมีชีวิต ความหนาแน่นของน้ำและการละลายของธาตุและกาซในน้ำ (นันทนา, 2536) Smith (1950) กล่าวว่าอุณหภูมิมีความสำคัญต่อการเพิ่มหรือลดลงของอัตราการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของสาหร่าย สาหร่ายแต่ละชนิดจะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในช่วงอุณหภูมิที่ต่างกัน เช่น ที่อุณหภูมิ 20-28 องศาเซลเซียส จะมีไดอะตอมมากที่สุด ที่ 30-35 องศาเซลเซียสจะมีสาหร่ายสีเขียวมากที่สุด และที่ 35-45 องศาเซลเซียส จะมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมากที่สุด (Welch, 1952) สนิท (2517) รายงานว่าพวก Pyrrophyta เช่น *Gymnodinium* พบได้ในแหล่งน้ำที่ได้รับแสงแดดจัดและเจริญได้ดีในน้ำที่มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง สาหร่ายทั่วไปเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส (Boney, 1975) สถาบันวิจัยสังคมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2530) พบว่าอุณหภูมิในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ มีการแบ่งชั้นอุณหภูมิของน้ำเกิดขึ้นในฤดูร้อน โดยแบ่งออกเป็น 3 ชั้นคือ epilimnion เป็นชั้นบนสุด ต่อมาจะเกิดชั้น thermocline และ hypolimnion อยู่ด้านล่างสุด นอกจากนั้นเปี่ยมศักดิ์ (2536) ยังกล่าวว่าความร้อนมีอิทธิพลต่อการหมุนเวียนและการผสมกลมกลืนของน้ำในแหล่งน้ำทะเล และมหาสมุทร

2.2.2 แสง (light)

Smith (1950) รายงานว่าแสงเป็นปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย สาหร่ายแต่ละชนิดมีความต้องการแสงในปริมาณที่ต่างกัน โดยปริมาณแสงมีความแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาลและช่วงคลื่นแสงในระดับความลึกที่ต่างกัน เปี่ยมศักดิ์ (2536) กล่าวว่าพืชสามารถดูดกลืนแสงสีน้ำเงินและแสงสีแดงไว้ได้มาก ส่วนแสงสีเขียวพืชดูดกลืนได้น้อย นอกจากนี้พืชยังสามารถดูดกลืน infrared ที่มีช่วงคลื่นยาวได้มากกว่าที่มีช่วงคลื่นสั้น Kuosa (1990) ศึกษาความลึกของน้ำที่แสงส่องถึงพบว่าที่ระดับผิวซึ่งเป็นช่วงแสงส่องถึงพบสาหร่ายมาก Moss (1980)

กล่าวว่าอัตราการสังเคราะห์แสงมีมากที่สุดในบริเวณผิวน้ำ และลดลงตามลำดับเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ถ้าความเข้มแสงพอเหมาะจะมีปริมาณสาหร่ายมาก แต่ถ้าความเข้มแสงมากเกินไปสาหร่ายจะเคลื่อนย้ายหลบลงสู่ที่ลึก (Lorenzen, 1963) ค่าความลึกของการส่องผ่านของแสงมีความผันแปรขึ้นกับปริมาณแพลงตอนหรืออนุภาคสารอนินทรีย์ในน้ำนั้น (นันทนา, 2536)

3. **การประเมินคุณสมบัติของแหล่งน้ำ** (พจนีย์, 2536)

สำหรับการจัดระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ ธีรพล (2530) อ้างถึง Weber (1907) สามารถจัดเป็น 3 ระดับคือ (ตารางที่ 1)

1. แหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (oligotrophic status) คือสภาพที่ขาดแคลนหรือมีสารอาหารน้อย

2. แหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (mesotrophic status) คือสภาพที่มีสารอาหารอยู่ระหว่าง oligotrophic และ eutrophic status

3. แหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง (eutrophic status) คือสภาพที่มีสารอาหารอยู่มาก

ตารางที่ 1 คุณลักษณะที่ใช้ในการกำหนดสถานภาพสารอาหารของแหล่งน้ำ

รายการ	oligotrophy	eutrophy
ผลผลิตพืช	ต่ำ	สูง
ผลผลิตสัตว์	ต่ำ	สูง
ปริมาณออกซิเจนในน้ำชั้นล่าง	มี	ไม่มี
ความลึก	ลึก	ตื้น
ค่าความนำไฟฟ้า	โดยทั่วไปต่ำ	บางแห่งสูง
จำนวนสายพันธุ์ของพืชและสัตว์	มาก	น้อย

(Wood, 1972 อ้างโดยพจนีย์, 2536)

ตารางที่ 2 สถานภาพของแพลงตอนพืชและคุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพบางประการในแหล่งน้ำที่มีสภาพเป็น oligotrophy และ eutrophy

รายการ	oligotrophy	eutrophy
ปริมาณ	น้อย	มาก
ความหลากพันธุ์	มาก	น้อย
การแพร่พันธุ์อย่างรวดเร็ว (bloom)	เกิดขึ้นน้อยมาก	เกิดบ่อยๆ
ชนิด	Chlorophyceae	Cyanophyceae
ค่าความนำไฟฟ้า	โดยทั่วไปต่ำ	บางแห่งสูง
จำนวนสายพันธุ์ของพืชและสัตว์	มาก	น้อย

(Wood, 1972 อ้างโดยพจนีย์, 2536)

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางด้านเคมีและชีวภาพบางประการของแหล่งน้ำ ซึ่งมีสถานภาพของสารอาหารต่างกัน

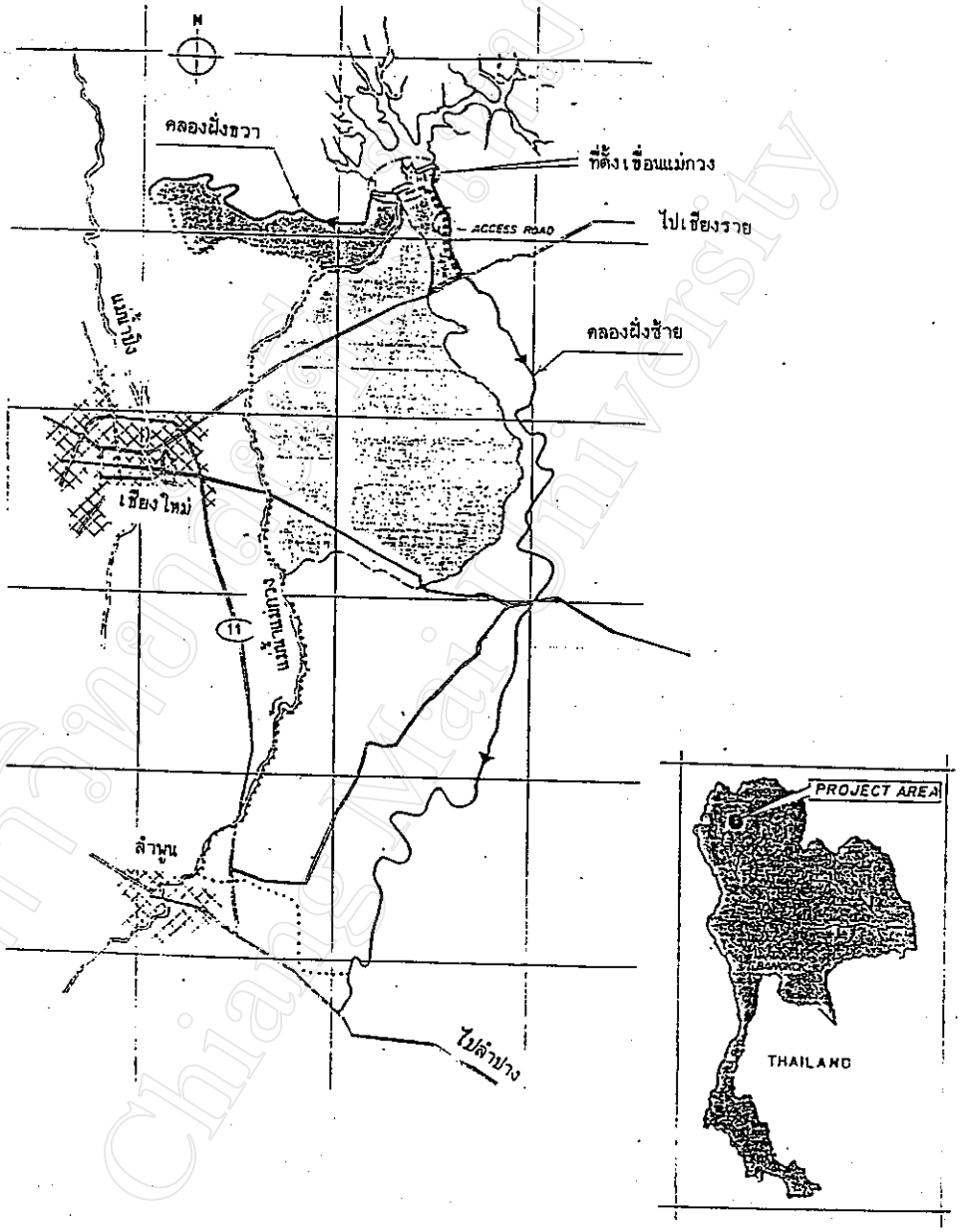
รายการ	oligotrophication	mesotrophication	eutrophication
ผลผลิตแพลงตอนพืช (ug/ml)	0.001-0.005	0.005-0.010	0.010-0.030
คลอโรฟิลล์ เอ (ug/l)	0.3-3	2-15	10-500
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (mg/l)	<0.001-0.005	0.005-0.010	0.010-0.030
อนินทรีย์ไนโตรเจน (mg/l)	<0.001-0.200	0.200-0.400	0.300-0.650

(Wood, 1972 อ้างโดยพจนีย์, 2536)

4. สถานที่ศึกษา (study area)

เขื่อนแม่กวง เกิดจากลำน้ำแม่กวงซึ่งเป็นลำน้ำสาขาใหญ่สาขาหนึ่งของลำน้ำแม่ปิง เขื่อนนี้เป็นเขื่อนเก็บน้ำเพื่อการชลประทานขนาดใหญ่ ความจุ 263 ล้านลูกบาศก์เมตร ประกอบด้วยเขื่อนใหญ่ มีความยาว 610 เมตร ความสูง 73 เมตร และเขื่อนดินปิดช่องเขาขาดอีก 2 เขื่อน มีความลึกที่บริเวณลึกสุดประมาณ 30 เมตร เขื่อนนี้ตั้งอยู่ในอำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ ก่อสร้างสำเร็จและเปิดการระบายน้ำสู่ระบบชลประทาน เมื่อปี 2534 โดยส่งน้ำให้พื้นที่เพาะปลูกฝั่งขวาของเขื่อนในบริเวณอำเภอสันทราย จำนวน 11,560 ไร่ (1,850 เฮกเตอร์) ฝั่งซ้ายของเขื่อนและพื้นที่ชลประทานเดิมในบริเวณอำเภอดอยสะเก็ด อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ อำเภอบ้านธิ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน จำนวน 163,440 ไร่ (26,150 เมตร) นอกจากจะส่งน้ำเข้าสู่ระบบชลประทานซึ่งมีเนื้อที่เพาะปลูกกว้างขวางครอบคลุมทั้งจังหวัดเชียงใหม่และลำพูนแล้ว น้ำจากเขื่อนนี้ยังนำไปใช้ในการอุปโภค บริโภคให้กับประชาชนบริเวณที่คลองส่งน้ำไปถึงใช้ในการอุตสาหกรรม บริเวณนิคมอุตสาหกรรมลำพูน ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน วันละ 8,500 ลูกบาศก์เมตร และที่สำคัญคือส่งน้ำให้แก่การประปาสุขาภิบาล อำเภอดอยสะเก็ด อำเภอสันทราย อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ และการประปาส่วนภูมิภาค อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูน ในอนาคตจะมีการสร้างสถานีผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ขึ้นในบริเวณเขื่อนแม่กวงนี้ นอกจากนี้ยังมีการส่งเสริมการประมงในเขื่อนโดยมีการปล่อยพันธุ์ปลาน้ำจืดหลายชนิดลงสู่อ่างเก็บน้ำ

จะเห็นได้ว่าคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงมีความสำคัญต่อชุมชนอย่างยิ่งโดยเฉพาะการนำน้ำจากแหล่งนี้ไปทำน้ำประกาทั้งในจังหวัดลำพูนในปัจจุบันและจังหวัดเชียงใหม่ในอนาคต การเฝ้าระวังตรวจตรา (minitoring) ซึ่งเป็นเรื่องที่ควรกระทำอย่างต่อเนื่อง อีกประการหนึ่งในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงนี้มีการส่งเสริมการประมง ดังนั้นผลผลิตเบื้องต้นซึ่งเกิดจากแพลงตอนพืชซึ่งจะเป็นอาหารของสัตว์น้ำจึงเป็นอีกจุดหนึ่งที่ควรให้ความสนใจ



ภาพที่ 2 แผนที่โครงการเขื่อนแม่กวง
(ที่มา : กรมชลประทาน 2533)