

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

แพลงตอนพืช Division Euglenophyta สกุล *Euglena* และ *Phacus* มีปริมาณมากที่สุดเป็นเวลา 7 เดือน และมีการแพร่กระจายตลอด 3 ฤดูกาล ซึ่งการที่แหล่งน้ำมีแพลงตอนพืชทั้ง 2 สกุลหนาแน่นถือเป็นแนวโน้มว่า น้ำจะต้องมีสารประกอบอินทรีย์อยู่มาก (ศิริเพ็ญ, 2537)

Division อื่นๆ มีปริมาณมากมาแทนที่ (succession) กันบ้าง เช่น *Cyanophyta* และ *Chlorophyta* เมื่อมี *chlorophytes* มากแสดงว่าแหล่งน้ำมีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารทั้งไนโตรเจนและฟอสฟอรัส แต่ถ้าเกิด *cyanophytes* ขึ้นมาแทนที่กัน เมื่อธาตุอาหารบางตัว เช่น ไนโตรเจนลดลงไป เพราะพวกนี้สามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศได้ตรึงได้ที่แหล่งน้ำมีฟอสฟอรัสเพียงพอ (Talling, 1962; Sawyer, 1966; Vasconcelos, 1991 และ มนุญดี, 2532)

เนื่องจากการเก็บตัวอย่างทำเดือนละ 2 ครั้ง จึงไม่สามารถหาความสัมพันธ์ที่เด่นชัดของการเกิดแทนที่ของแพลงตอนพืชได้ชัดเจนเท่าใดนัก โดยแปรไปตามปริมาณธาตุอาหารกับคุณภาพน้ำอื่น ๆ แต่ถ้าพิจารณาจากปริมาณแพลงตอนพืชที่พบทั้งหมด จะเห็นว่าปริมาณแพลงตอนพืชจะแปรผันตามปริมาณธาตุอาหาร (ภาพที่ 32-33) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานในอดีต (Rahim, 1994 และถาวร, 2538)

ความลึกของน้ำและความลึกที่แสงส่องถึง แต่ละเดือนจะผันแปรแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับฤดูกาลและการปล่อยน้ำจากเขื่อนแม่แตงสู่คูเมืองเชียงใหม่ ในขณะที่ทำการสำรวจพบว่า เดือนกุมภาพันธ์ความลึกของน้ำสูงสุด 128.4 เซนติเมตร และเดือนมกราคม ความลึกที่แสงส่องถึงของน้ำสูงสุด 91.4 เซนติเมตร เนื่องจากในช่วง 2 เดือนนี้มีการปล่อยน้ำจากเขื่อนแม่แตงลงสู่คูเมืองในปริมาณมาก จึงทำให้น้ำในคูเมืองลึกมากขึ้นมีผลทำให้ความลึกที่แสงส่องถึงมากขึ้นด้วย ส่วนเดือนที่มีความลึกของน้ำและความลึกที่แสงส่องถึงลดลงต่ำสุด คือ เดือนสิงหาคมและกันยายน 80.7 เซนติเมตร และ 57.2 เซนติเมตร ตามลำดับ เนื่องจากในช่วง 2 เดือนนี้ไม่มีการปล่อยน้ำจากเขื่อนแม่แตงลงสู่คูเมืองเชียงใหม่ คูเมืองจะได้รับน้ำจากน้ำฝนเพียงทางเดียวประกอบกับการระบายน้ำออกจากคูเมือง ความลึกของน้ำและความลึกที่แสงส่องถึงในคูเมืองเชียงใหม่จึงมีค่าลดลง

อุณหภูมิสูงสุด 30.6° C ในเดือนมิถุนายน อาจเนื่องจากในขณะทำการสำรวจมีแดดจัด ท้องฟ้าโปร่งมีแสงส่องผ่านลงไปแหล่งน้ำมาก ต่อมาเกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้อุณหภูมิสูงสุด (เปี่ยมศักดิ์, 2534) ส่วนเดือนที่มีอุณหภูมิน้ำต่ำสุด คือ มกราคม 21.1° C เนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูหนาว ปริมาณแสงที่ส่องถึงผิวน้ำมีน้อยและยังแปรผันขึ้นกับมุมที่แสงส่องลงมา อีกทั้งยังมีอุณหภูมิก๊าซต่ำ (เปี่ยมศักดิ์, 2534 และนันทนา, 2536) จึงทำให้อุณหภูมิน้ำในเดือนนี้มีค่าต่ำ อุณหภูมิน้ำในคูเมืองเชียงใหม่มีค่า 19.5 - 34.3° C จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติของแหล่งน้ำทั่วไป คือ 20 - 35° C (เกษม, 2530 และสุณี, 2531)

pH ของน้ำสูงสุด 7.9 ในเดือนมิถุนายน 2538 เนื่องจากมีแพลงตอนพืช bloom เป็นจำนวนมาก ซึ่งแพลงตอนพืชจะใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสง ทำให้ค่า pH สูงขึ้นตอนกลางวัน ส่วนเดือนกันยายน 2538 มีค่า pH ต่ำสุด 6.8 เพราะในเดือนนี้ฝนตกชุก น้ำฝนจะไหลบ่าหน้าดินจากพื้นที่ป่าที่เปลี่ยนไปก็จะละลายเอาอินทรีย์สารลงสู่แหล่งน้ำมากขึ้น ซึ่งจะถูกลดโดยจุลินทรีย์ในน้ำ ทำให้ pH ของน้ำลดลง แต่จัดว่าเป็นแหล่งน้ำที่ไม่มีปัญหาในเรื่อง pH (จำเนียร, 2523 และ ไมตรี, 2533) และพบว่า pH ของน้ำมีค่าแปรผันตามค่าการนำไฟฟ้า ความกระด้างของน้ำ ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนและปริมาณไนเตรทไนโตรเจน pH จะมีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะหากมีค่ามากกว่า 9 หรือต่ำกว่า 5 เพราะ pH มีส่วนควบคุมการแตกตัวเป็นไอออนของสารประกอบต่าง ๆ และแร่ธาตุบางชนิด เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต แมกนีเซียมคาร์บอเนต เมื่อละลายน้ำที่มี pH ต่ำจะแตกตัวได้ Ca^{2+} และ Mg^{2+} จะทำให้ pH และค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้น นอกจากนี้ pH ยังมีผลต่อรูปของแอมโมเนีย กล่าวคือ น้ำที่มี pH และอุณหภูมิสูง แอมโมเนียจะอยู่ในรูปของ un-ionized form (NH_3) มาก ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ (พนัส, 2528; ไมตรีและจารุวรรณ, 2528 และศิริเพ็ญ, 2536) แต่ pH ของน้ำของคูเมืองเชียงใหม่มีค่า 6.2 - 9.7 ซึ่งจัดว่าอยู่ในสภาพเกณฑ์ปกติของแหล่งน้ำธรรมชาติ คือ 5.0 - 9.0 (EPA, 1973)

ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ พบว่าเดือนมิถุนายน มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด คือ $308.13 \mu\text{Scm}^{-1}$ ทั้งนี้เนื่องจากในเดือนนี้และเกิดการ bloom ของแพลงตอนพืช ระดับน้ำในคูเมืองลดลงจึงทำให้มีความเข้มข้นของสารประกอบอนินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำมากขึ้น โดยเฉพาะแอมโมเนีย ไนเตรท ออร์โธฟอสเฟต จึงทำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูง (พนัส, 2528) ส่วนเดือนธันวาคมค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด $192.82 \mu\text{Scm}^{-1}$ อาจเนื่องจากเทศบาลเชียงใหม่ได้กักเก็บน้ำเพื่อต้อนรับปีใหม่ จึงทำให้ระดับสูงกว่าสภาพปกติ สารประกอบอนินทรีย์ที่อยู่ในน้ำมีความเจือจางลงและอาจเพราะอยู่ในช่วงฤดูหนาวซึ่งมีอุณหภูมิต่ำ ค่าการนำไฟฟ้าจึงลดต่ำลง (ไมตรี และจารุวรรณ, 2528) ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำคูเมืองเชียงใหม่มีค่าใกล้เคียงกับแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไป คือ $110.3 - 433 \mu\text{Scm}^{-1}$ ซึ่งจัดว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติของแหล่งน้ำธรรมชาติ คือ $150 - 300 \mu\text{Scm}^{-1}$ (ชาญณรงค์, 2532)

ออกซิเจนละลายน้ำมากที่สุด 14.14 mg l^{-1} ในเดือนมิถุนายน เนื่องจากเดือนนี้เกิดการ bloom ของแพลงตอนพืช ในตอนกลางวันแพลงตอนพืชสังเคราะห์แสงทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำมากขึ้น ส่วนเดือนสิงหาคมมีออกซิเจนละลายน้ำน้อยที่สุด 3.78 mg l^{-1} อาจเพราะเดือนนี้ฝนตกชุก น้ำขุ่น แพลงตอนพืชไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ และอาจมีปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำสูง เนื่องจากน้ำฝนจะชะล้างอินทรีย์วัตถุจากบริเวณต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำ แบคทีเรียในน้ำจะย่อยสลายอินทรีย์วัตถุโดยใช้ออกซิเจนเท่ากับเป็นการลดปริมาณออกซิเจนในน้ำ (ดวงจิตต์, 2532; มนุวัต, 2532; เปี่ยมศักดิ์, 2534; ศิริเพ็ญ, 2536 และ ณรงค์, 2525) ออกซิเจนที่ละลายในน้ำในคูเมืองเชียงใหม่มีค่า $1.53 - 26.56 \text{ mg l}^{-1}$ จัดว่าบางช่วงมีมลภาวะและบางช่วงเป็นน้ำสะอาดขึ้นอยู่กับฤดูกาล การปล่อยน้ำลงสู่คูเมืองและการ bloom ของแพลงตอนพืช ปกติออกซิเจนละลายน้ำในธรรมชาติมีค่า 4- 6 mg l^{-1} (ณรงค์, 2525)

ส่วนความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีของน้ำคูเมืองเชียงใหม่มีค่าระหว่าง $1.33-23.60 \text{ mg l}^{-1}$ ซึ่งจัดว่าคุณภาพน้ำเป็นได้ทั้งน้ำสะอาดและมีมลภาวะ เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมีค่า BOD ไม่เกิน 6 mg l^{-1} ในแหล่งน้ำ (ณรงค์, 2525) การที่ BOD เฉลี่ยมากที่สุด 8.81 mg l^{-1} ในเดือนมิถุนายน หมายถึงว่าในเดือนนี้มีปริมาณอินทรีย์สารปนเปื้อนอยู่มากที่สุดกว่าเดือนอื่น ๆ จัดระดับคุณภาพน้ำเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 4 ขณะที่ค่า BOD ต่ำสุดพบในเดือนมีนาคม อาจเนื่องจากการระบายน้ำเก่าออกจากคูเมืองและการปล่อยน้ำจากเขื่อนแม่แตงเข้ามามาก จึงทำให้ลดปริมาณอินทรีย์สารลงได้มาก

ความเป็นด่างของน้ำสูงสุด $584.8 \text{ mg l}^{-1} \text{ as CaCO}_3$ ในเดือนมิถุนายน เนื่องจากเดือนนี้ น้ำในคูเมืองเชียงใหม่ลดลงทำให้ความเข้มข้นของสารอนินทรีย์ในน้ำโดยเฉพาะแอมโมเนีย ไนเตรท ออร์โธฟอสเฟตมากขึ้นและเกิดการ bloom ของแพลงตอนพืชเป็นจำนวนมาก พวกแพลงตอนพืชจะใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในแหล่งน้ำสำหรับการสังเคราะห์แสงทำให้ความเข้มข้นของด่างเพิ่มขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นอออนของคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) และไฮดรอกไซด์ (OH^-) (ยงค์, 2530) ส่วนในเดือนกันยายน มีความเป็นด่างต่ำสุด $63.6 \text{ mg l}^{-1} \text{ as CaCO}_3$ เนื่องจาก มีฝนตกหนัก ปริมาณน้ำมากจำนวนแพลงตอนพืชและแอนอออนดังกล่าวข้างต้นมีน้อยลง ซึ่งค่าความเป็นด่างของน้ำในคูเมืองเชียงใหม่มีค่าระหว่าง $38-835.5 \text{ mg l}^{-1} \text{ as CaCO}_3$ จัดว่าบางเดือนค่อนข้างมีมลภาวะ เพราะมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ปกติของค่าความเป็นด่างในแหล่งน้ำในธรรมชาติ ซึ่งมีค่าความเป็นด่างอยู่ระหว่าง $80-100 \text{ mg l}^{-1} \text{ as CaCO}_3$ (ณรงค์, 2525) หรือมีค่าความเป็นด่างอยู่ระหว่าง $25-400 \text{ mg l}^{-1} \text{ as CaCO}_3$ (ไมตรีและจรรวณ, 2528) ส่วนความกระด้างของน้ำในคูเมืองเชียงใหม่มีค่าระหว่าง $26-116 \text{ mg l}^{-1} \text{ as CaCO}_3$ ซึ่งจัดว่าเป็นน้ำที่มีความกระด้างอ่อนกับปานกลาง (moderately hardness) $75-150 \text{ mg l}^{-1} \text{ as CaCO}_3$ (ดวงจิตต์, 2532)

แอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำคูเมืองเชียงใหม่มีค่า $0.10-4.61 \text{ mg l}^{-1}$ จัดว่ามีมลภาวะเพราะว่ามีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของน้ำสะอาดกำหนดให้มีแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำไม่เกิน 0.1 mg l^{-1} และมาตรฐานของน้ำขององค์การอนามัยโลกได้กำหนดปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนไม่เกิน 0.5 mg l^{-1} ในเตรทของน้ำคูเมืองเชียงใหม่ $0.08-1.31 \text{ mg l}^{-1}$ ซึ่งจัดว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติของมาตรฐานน้ำสะอาดกำหนดให้มีปริมาณไนเตรทในน้ำไม่เกิน 4 mg l^{-1} (เปี่ยมศักดิ์, 2534; ณรงค์, 2525) และออร์โธฟอสเฟตมีค่า $0.05-1.77 \text{ mg l}^{-1}$ ซึ่งจัดว่าเป็นคุณภาพน้ำที่มีมลภาวะอาจทำให้เกิด eutrophication ในแหล่งน้ำได้ เพราะมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของแหล่งน้ำธรรมชาติที่กำหนดให้มีฟอสเฟตละลายอยู่ในน้ำ $0.01-0.03 \text{ mg l}^{-1}$ และคุณภาพเฉลี่ยของแหล่งน้ำในประเทศไทยมีฟอสเฟตอยู่ในช่วง $0.1-0.5 \text{ mg l}^{-1}$ (ณรงค์, 2525) ฟอสเฟตสามารถใช้เป็นดัชนีสำหรับจำแนกประเภทของแหล่งน้ำโดยกล่าวว่าถ้าแหล่งน้ำใดมีปริมาณฟอสเฟตมากกว่า 0.01 mg l^{-1} จัดเป็น eutrophic water หรือเป็นแหล่งน้ำที่มีธาตุอาหารมาก (Povani, 1977)

แพลงตอนพืชจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนและออร์โธฟอสเฟตปริมาณมากในแหล่งน้ำ เพราะธาตุ 2 ตัวนี้เป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของแพลงตอนพืช ซึ่งถ้าพบว่ามีในเดือนใดมีธาตุ 2 ตัวนี้ปริมาณน้อย ก็จะทำให้ปริมาณของแพลงตอนพืชในแหล่งน้ำนี้ลดจำนวนลงไปด้วย จึงนับได้ว่าเป็น limiting nutrients ที่สำคัญของแหล่งน้ำ ปริมาณแพลงตอนพืชพวก cyanophytes chlorophytes pyrrhophytes มีค่าแปรผันตามปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ความต้องการปริมาณออกซิเจนทางชีวเคมี ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นด่างของน้ำ pH แอมโมเนียไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟต ส่วนแพลงตอนพืชพวก euglenophytes มีค่าแปรผกผันกลับกับ pH ของน้ำ กล่าวคือ *Euglena* และ *Phacus* เป็นแพลงตอนพืชที่มักพบได้มากในแหล่งน้ำที่มี pH 3 - 5 (Round, 1981)

Species diversity index (SDI) จะต่ำสุด (0.11) ในเดือนมิถุนายน 2538 อาจเนื่องจากชุมชนของแพลงตอนพืชได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับคุณภาพน้ำทางเคมีที่มีค่า BOD₅, Alkalinity, electrical conductivity, NH₃-N, NO₃-N และ PO₄-P สูงกว่าปกติ จึงสามารถประเมินได้ว่า น้ำของคูเมืองเชียงใหม่เดือนนี้ค่อนข้างมีมลภาวะ ส่วนเดือนตุลาคม 2538 พบค่า SDI สูงสุด (0.39) อาจเนื่องจากเป็นช่วงปลายฤดูฝน ปริมาณน้ำในคูเมืองมากทำให้น้ำเสียที่ไหลเข้าสู่คูเมืองเจือจางลง อินทรีย์วัตถุที่เป็นตัวก่อให้เกิดมลภาวะน้อยลง ส่งผลให้ค่าดัชนีความหลากหลายสูง มีจำนวน species เพิ่มขึ้นค่า SDI ก็จะเพิ่มขึ้น ชุมชนนั้นจะมีความมั่นคง (stable) เพิ่มขึ้นซึ่งสามารถประเมินคุณภาพน้ำในเดือนนี้ได้ว่ามีคุณภาพค่อนข้างดีกว่าทุก ๆ เดือน ((ศิริเพ็ญ, 2537; Rahim, 1994)

แพลงตอนพืชในคูเมืองเชียงใหม่ที่มีแนวโน้มใช้เป็นดัชนีชี้คุณภาพน้ำได้แก่ *Chroococcus*, *chlorococcum*, *Oocystis*, *Scenedesmus*, *Chlorella*, *Euglena*, *Phacus*, *Navicula*, *Cyclotella*, *Pinnularia* และ *Gomphonema* เพราะว่าพบในน้ำที่ค่อนข้างมีมลภาวะ มีความหลากหลายของสปีชีส์ต่ำ แต่ละสปีชีส์พบในปริมาณมาก และพบทั่วไปตลอดทั้งแหล่งน้ำ โดยเฉพาะ *Euglena*, *Phacus*, *Chlorococcum* (Palmer, 1969)

ค่า diurnal pH และออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มีค่าเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยมีค่าต่ำสุดในตอนเช้าก่อนดวงอาทิตย์ขึ้น เพราะสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำหายใจแล้วปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมามากในเวลากลางคืน ทำให้น้ำมีกรดคาร์บอนิคมากและส่งผลไปยัง pH และ DO ต่ำลงส่วนในเวลากลางวันแพลงตอนพืชและพืชน้ำใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสง ทำให้ pH และ DO มีค่าสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนสูงสุดในตอนบ่าย (17.00 น.) ดังนั้นจึงกล่าวโดยสรุปว่า การเปลี่ยนแปลงของ pH และ DO ในช่วงกลางวัน-กลางคืน นั้นเนื่องมาจากความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ อัตราการหายใจการสังเคราะห์แสงของแพลงตอนพืชหรือพืชน้ำและจะเชื่อมโยงเป็นลูกโซ่ไปถึง carbonate-bicarbonate system (ศิริเพ็ญ, 2530 และ Goldman and Horne, 1983) จากการเปลี่ยนแปลงของ pH และ DO ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ในแหล่งน้ำคูเมืองเชียงใหม่ อาจกล่าวได้ว่าคูเมืองเชียงใหม่เป็นแหล่งน้ำที่มีความสมบูรณ์สูง