BRT 541077

ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

กัลยา ดุลประดิษฐ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เมษายน 2543

ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

ทัตพร คุณประดิษฐ์

วิทยานิพนธ์นี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เมษายน 2543

ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่
ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

ทัตพร คุณประดิษฐ์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี พีรพรพิศาล

..... กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นริทธิ์ สีตะสุวรรณ

..... กรรมการ
อาจารย์ ดร.อุราภรณ์ สอาดสุด

วันที่ 26 เดือน เมษายน พ.ศ. 2543

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี พีรพรพิศาล เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้ความรู้ ให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางการทำวิจัย ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องงานวิจัยและวิทยานิพนธ์ คอยดูแลตักเตือนผู้วิจัยอย่างดียิ่งเสมอมา ทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นริทธิ์ สีตะสุวรรณ อาจารย์ ดร.อุราภรณ์ สอาดสุด และอาจารย์ฉัตรชัย กิติพรชัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์มรกต สุกโชติรัตน์ ที่ช่วยดูแลให้คำแนะนำการแก้ไขงานวิจัยให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ Prof. Dr.B.A. Whitton แห่งภาควิชา Biological Science มหาวิทยาลัย Durham ประเทศอังกฤษ, Dr. D.M. John แห่ง National History Museum ประเทศอังกฤษ และ Prof. Dr. R.G. Sheath แห่งภาควิชา Biological Science มหาวิทยาลัย Guelph ประเทศแคนนาดา ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบสปีชีส์ของสาหร่ายและแนะนำการวินิจฉัยสาหร่ายบางชนิดในงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์สมร คลื่นสุวรรณ อาจารย์ฉมาภรณ์ นิวาศะบุตร ขอขอบคุณ คุณสาคร พรหมขัติแก้ว คุณสมเกียรติ สุวรรณคีรี และสมาชิกห้องปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำและให้ความช่วยเหลือในการออกเก็บตัวอย่าง ขอขอบคุณ คุณศิริลักษณ์ เจริญรัตน์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเขียนข้อมูล และเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยเสมอมา ขอขอบคุณ คุณรำพึง ไชยคำหล้า ที่ได้ช่วยเหลือในการจัดพิมพ์ต้นฉบับ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อเจริญ คุณแม่อรทัย คุณประดิษฐ์ ผู้ให้กำเนิดและเป็นผู้ให้กำลังใจอันสำคัญยิ่งต่อผู้วิจัยตลอดมา

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (Biodiversity Research and Training Program, BRT) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย จนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ทัตพร คุณประดิษฐ์

BRT 541077

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

ชื่อผู้เขียน นาย ทัตพร คุณประดิษฐ์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี พีรพรพิศาล	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นริทธิ์ สีตะสุวรรณ	กรรมการ
อาจารย์ ดร.อุราภรณ์ สอาดสุด	กรรมการ

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช และสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนเมษายน 2541 ถึงเดือนกันยายน 2542 โดยแบ่งจุดเก็บตัวอย่างออกเป็น 5 จุดตลอดลำน้ำ พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 163 สปีชีส์ จัดอยู่ใน 6 ดิวิชั่นคือ Cyanophyta, Chlorophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta, Pyrrhophyta และ Cryptophyta ซึ่งแพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่จะเป็น diatom ชนิดที่เด่นคือ *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot., *Fragilaria capucina* Desmazieres, *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow, *Navicula cryptolenella* Lange-Bertalot, *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg, *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck และ *Melosira varians* Agardh พบสาหร่ายขนาดใหญ่ 57 สปีชีส์ จัดอยู่ใน 4 ดิวิชั่นคือ Cyanophyta, Chlorophyta, Rhodophyta และ Xanthophyta ชนิดที่เด่นคือ *Cladophora glomerata* Kützing, *Spirogyra* spp., *Stigeoclonium lubricum* (Dillw.)Kützing, *Mougeotia scaralis* Hassall และ *Microspora floccosa* West & West นอกจากนี้ยังพบสาหร่ายสีแดง 4 สปีชีส์คือ *Batrachospermum macrosporum* Montague, *Batrachospermum vugum* Agardh, *Nemalionopsis shawii* Skuja และ *Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montague ซึ่งเป็นสาหร่ายขนาดใหญ่ที่ยังไม่มีรายงานการพบในประเทศไทย

BRT 541077

Thesis Title	Biodiversity of Phytoplankton and Macroalgae in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai Province
Author	Mr. Tatporn Kunpradid
M.S.	Biology

Examining Committee

Asst. Prof. Dr. Yuwadee Peerapornpisal	**Chairman**
Asst. Prof. Dr. Narit Sitasuwan	**Member**
Lecturer Dr. Uraporn Sardsud	**Member**

Abstract

A study on the biodiversity of phytoplankton and macroalgae in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui national park, Chiang Mai province was carried out from April 1998 to September 1999. The samples were collected from five different sites along the stream. One hundred and sixty three species of phytoplankton were found and classified into 6 divisions: Cyanophyta, Chlorophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta, Pyrrhophyta and Cryptophyta. The majority of the phytoplankton was diatoms and the most abundant species were *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot., *Fragilaria capucina* Desmazieres, *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow, *Navicula cryptolenella* Lange-Bertalot, *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg, *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck and *Melosira varians* Agardh. Fifty seven species of macroalgae were found and classified into 4 divisions: Cyanophyta, Chlorophyta, Rhodophyta and Xanthophyta. The prominent species were *Cladophora glomerata* Kützing, *Spirogyra* spp., *Stigeoclonium lubricum* (Dillw.) Kützing, *Mougeotia scaralis* Hassall and *Microspora floccosa* West & West. Four species of red algae : *Batrachospermum macrosporum* Montague, *Batrachospermum vugum* Agardh, *Nemalionopsis shawii* Skuja and *Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montague were also found. They were the macroalgae which had never been reported in Thailand.

สารบาญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบาญ	ฉ
สารบาญตาราง	ช
สารบาญภาพประกอบ	ช
สารบาญแผ่นภาพ	ฏ
บทที่ 1 บทนำและวัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร	4
บทที่ 3 วิธีวิจัย	13
บทที่ 4 ผลการวิจัย	19
บทที่ 5 อภิปรายผลการวิจัย	93
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	100
บรรณานุกรม	101
ภาคผนวก ก. วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการ	108
ภาคผนวก ข. การประเมินคุณภาพน้ำในลักษณะ diagram	114
ภาคผนวก ค. การจัดชั้นน้ำตามคุณสมบัติของน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการ	119
ภาคผนวก ง. คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีในลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่	123
ประวัติผู้เขียน	129

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ชนิดและจำนวนของแพลงก์ตอนพืชที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-กันยายน 2542)	23
2	ชนิดและจำนวนสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-กันยายน 2542)	26
3	บัญชีรายชื่อแพลงก์ตอนพืชที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-กันยายน 2542)	27
4	บัญชีรายชื่อสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยจังหวัดเชียงใหม่ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-กันยายน 2542)	32
5	บัญชีรายชื่อแพลงก์ตอนพืชที่พบใหม่(new record)ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยจังหวัดเชียงใหม่ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-กันยายน 2542)	89
6	บัญชีรายชื่อสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบใหม่(new record)ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยในจังหวัดเชียงใหม่รอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-กันยายน 2542)	91
7	การจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของฟอสฟอรัสรวม ไนโตรเจน คลอโรฟิลล์ เอ และความลึกที่แสงส่องถึง	120
8	การจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของสารอาหาร คุณสมบัติน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพบางประการ แพลงก์ตอนพืชชนิดที่เด่นและแพลงก์ตอนพืชชนิดที่พบได้ทั่วไป ในชั้นน้ำระดับต่าง ๆ	121
9	คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีบางประการของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ในรอบ 1 ปี 6 เดือน(เมษายน 2541-กันยายน 2542)	124

สารบาญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	แผนที่แสดงลำน้ำแม่สาและจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด	18
2	เปอร์เซ็นต์ของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละดิวิชั่นที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-กันยายน 2542)	22
3	เปอร์เซ็นต์ของสาหร่ายขนาดใหญ่ในแต่ละดิวิชั่นที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-กันยายน 2542)	22
4	ภาพวาดสาหร่ายสีแดง *Batrachospermum macrosporum* Montague	45
5	ภาพวาดสาหร่ายสีเขียว *Chaetophora elegans* (Roth) Agardh	46
6	ภาพวาดสาหร่ายสีเขียว *Cladophora glomerata* Kützing	47
7	ภาพวาดสาหร่ายสีแดง *Compsopogon coerulues* Montague	48
8	ภาพวาดสาหร่ายสีเขียว *Microspora floccosa* West & West	49
9	ภาพวาดสาหร่ายสีเขียว *Mougeotia scarlaris* Hasell	50
10	ภาพวาดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Nostoc commune* Vaucher	51
11	ภาพวาดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Nostochopsis lobatus* Wood.	52
12	ภาพวาดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน Oscillatoria princeps Vaucher	53
13	ภาพวาดสาหร่ายสีเขียว *Rhizoclonium* sp.	54
14	ภาพวาดสาหร่ายสีเขียว *Spirogyra* sp.	55
15	ภาพวาดสาหร่ายสีเขียว *Sitgeoclonium lubricum* (Dillw.) Kützing	56
16	ภาพวาดสาหร่ายสีเขียว *Ulothrix* sp.	57
17	ภาพวาดสาหร่าย *Vaucheria* sp.	58
18	ความเร็วของของกระแสน้ำ (เมตร/วินาที) ของจุดเก็บตัวอย่าง 5 จุดในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-เดือนกันยายน 2542)	62
19	อุณหภูมิของน้ำ ($^{\circ}$ C) ของจุดเก็บตัวอย่าง 5 จุด ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-เดือนกันยายน 2542)	62
20	ค่าการนำกระแสไฟฟ้า ($\mu S.cm^{-1}$) ของจุดเก็บตัวอย่าง 5 จุด ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-เดือนกันยายน 2542)	63

สารบาญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
21	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ($mg.l^{-1}$) ของจุดเก็บตัวอย่าง 5 จุด ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-เดือนกันยายน 2542)	63
22	ค่าความขุ่น (NTU) ของจุดเก็บตัวอย่าง 5 จุด ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-เดือนกันยายน 2542)	64
23	ความเป็นกรด-ด่าง ของจุดเก็บตัวอย่าง 5 จุด ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-เดือนกันยายน 2542)	64
24	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ($mg.l^{-1}$) ของจุดเก็บตัวอย่าง 5 จุด ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-เดือนกันยายน 2542)	65
25	ปริมารออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ BOD ($mg.l^{-1}$) ของจุดเก็บตัวอย่าง 5 จุด ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-เดือนกันยายน 2542)	65
26	ค่าความเป็นด่าง ($meq.l^{-1}$) ของจุดเก็บตัวอย่าง 5 จุด ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติ ดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-เดือนกันยายน 2542)	66
27	ปริมาณไนเตรท ไนโตรเจน ($\mu g.l^{-1}$) ของจุดเก็บตัวอย่าง 5 จุด ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติ ดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-เดือนกันยายน 2542)	66
28	ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน ($\mu g.l^{-1}$) ของจุดเก็บตัวอย่าง 5 จุด ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-เดือนกันยายน 2542)	67
29	ปริมาณ Soluble Reactive Phosphorus ($\mu g.l^{-1}$) ของจุดเก็บตัวอย่าง 5 จุด ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-เดือนกันยายน 2542)	67
30	คุณภาพน้ำของของจุดเก็บตัวอย่าง 5 จุด ในลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541-เดือนกันยายน 2542)	68

สารบาญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
31	พื้นท้องน้ำของลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 5 จุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนเมษายน 2541	69
32	พื้นท้องน้ำของลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 5 จุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนพฤษภาคม 2541	70
33	พื้นท้องน้ำของลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 5 จุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนมิถุนายน 2541	71
34	พื้นท้องน้ำของลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 5 จุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนกรกฎาคม 2541	72
35	พื้นท้องน้ำของลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 5 จุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนสิงหาคม 2541	73
36	พื้นท้องน้ำของลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 5 จุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนกันยายน 2541	74
37	พื้นท้องน้ำของลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 5 จุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนตุลาคม 2541	75
38	พื้นท้องน้ำของลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 5 จุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนพฤศจิกายน 2541	76
39	พื้นท้องน้ำของลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 5 จุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนธันวาคม 2541	77
40	พื้นท้องน้ำของลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 5 จุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนมกราคม 2542	78
41	พื้นท้องน้ำของลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 5 จุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนกุมภาพันธ์ 2542	79
42	พื้นท้องน้ำของลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 5 จุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนมีนาคม 2542	80
43	พื้นท้องน้ำของลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 5 จุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนเมษายน 2542	81
44	พื้นท้องน้ำของลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 5 จุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนพฤษภาคม 2542	82
45	พื้นท้องน้ำของลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 5 จุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนมิถุนายน 2542	83

สารบาญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
46	พื้นท้องน้ำของลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 5 จุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนกรกฎาคม 2542	84
47	พื้นท้องน้ำของลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 5 จุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนสิงหาคม 2542	85
48	พื้นท้องน้ำของลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 5 จุดเก็บตัวอย่าง ในเดือนกันยายน 2542	86

สารบาญแผ่นภาพ

แผ่นภาพที่		หน้า
1	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงของแพลงก์ตอนพืช Division Cyanophyta ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่	35
2	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงของแพลงก์ตอนพืช Division Chlorophyta ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่	36
3	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงของแพลงก์ตอนพืช Division Bacillariophyta ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่	37
4	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงของแพลงก์ตอนพืช Division Bacillariophyta ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่	38
5	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงของแพลงก์ตอนพืช ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่	39
6	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงของสาหร่ายขนาดใหญ่ Division Cyanophyta ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่	40
7	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงของสาหร่ายขนาดใหญ่ Division Cyanophyta ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่	41
8	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงของสาหร่ายขนาดใหญ่ Division Chlorophyta ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่	42
9	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงของสาหร่ายขนาดใหญ่ Division Chlorophyta ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่	43
10	ภาพถ่ายสาหร่ายขนาดใหญ่ Division Rhodophyta ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่	44

บทที่ 1
บทนำ และ วัตถุประสงค์

ประเทศไทย เป็นประเทศหนึ่งในขวานทองหรือแหลมอินโดจีน ซึ่งมีประวัติศาสตร์อันน่าภูมิใจมาช้านาน ในการที่เราสามารถดำรงเอกราช มีความสมัครสมานกลมเกลียวกันในชาติ ทำให้ประเทศไทยผ่านพ้นวิกฤตต่างๆ ในอดีต ดังที่เราทราบกันดี การที่เราสามารถผ่านพ้นวิกฤตต่างๆ มาได้นั้นส่วนหนึ่งก็เนื่องมาจากประเทศไทยมีทรัพยากรธรรมชาติที่ถือว่าเป็นกำลังสำรองของประเทศที่ทำให้คนไทยทุกคนอุ่นใจ แต่นับวันทรัพยากรดังกล่าวลดลงไปเรื่อยๆ จนอยู่ในสถานการณ์ที่น่าเป็นห่วง เราจึงเริ่มตระหนักที่จะทำการรักษาหวงแหนไว้ แต่ดูเหมือนว่าจะเป็นเรื่องที่ยากยิ่ง เช่น กรณีของตัดไม้ทำลายป่า เป็นต้น

จากการที่มีบทเรียนเหล่านี้เกิดขึ้น ทำให้มีการตื่นตัวที่จะรักษาหวงแหนทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งมิอาจประมาณค่าได้ ทำให้มีการศึกษาทรัพยากรชีวภาพในแขนงต่างๆ รวมทั้งศึกษาระบบนิเวศของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นด้วย นับตั้งแต่สิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่จนถึงจุลินทรีย์ขนาดเล็ก ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่สำคัญและถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นของห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ และถือว่าเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อทรัพยากรชีวภาพในระบบนิเวศทางน้ำ คือสาหร่ายหรือ algae หลายคนอาจจะมองข้ามความสำคัญของสาหร่ายไป แต่เมื่อพินิจพิจารณาดูก็จะเห็นได้ว่าผู้ผลิตขนาดเล็กนี้เป็นทรัพยากรชีวภาพที่มีความสำคัญอย่างมาก สาหร่ายเหล่านี้ที่มีอยู่ทั่วประเทศและเป็นทรัพยากรที่ต้องการการดูแลและปกป้องอย่างเร่งด่วนและจริงจัง แต่ในความเป็นจริงเรายังขาดความรู้ทางด้านนี้ ต่างกับประเทศทางตะวันตก โดยเฉพาะยุโรปและอเมริกา ซึ่งมีการศึกษาหาความรู้ทางด้านสาหร่ายมาเป็นระยะเวลายาวนาน ซึ่งเราสามารถที่จะนำมาเป็นแบบแผนในการศึกษาวิจัยได้ แต่อย่างไรก็ตามประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อน ซึ่งลักษณะทางภูมิศาสตร์จะแตกต่างออกไป ทำให้การวินิจฉัยสาหร่ายบางชนิดไม่สามารถนำเอกสารจากประเทศตะวันตกมาใช้อ้างอิงได้ ดังนั้นความต้องการเร่งด่วนที่จะทำในตอนนี้คือการศึกษาหาความรู้พื้นฐานที่จะนำมาใช้ในการขยายผลการศึกษาทางด้านสาหร่ายให้เป็นรูปธรรม

การศึกษาครั้งนี้จะเป็นการศึกษาถึงความหลากหลาย การแพร่กระจายและอนุกรมวิธานของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นลุ่มน้ำไหล (stream) มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 300-1200 เมตร โดยมีต้นกำเนิดมาจากดอยขุนสา มีพื้นที่รับน้ำ (catchment area) ประมาณ 125 ตารางกิโลเมตร และเกิดจากการไหลรวมจากพื้นที่รับน้ำ 16 ลำห้วยที่สำคัญในท้องที่อำเภอแม่ริม อำเภอหางดง และ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ไหลจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก และเป็นลำน้ำสาขาที่สำคัญของแม่น้ำปิงมีความยาว 26 กิโลเมตร ซึ่งมีความพอเหมาะในการศึกษา ติดตาม ตรวจสอบความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช และสาหร่ายขนาดใหญ่ รวมทั้งความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ในระบบนิเวศของแหล่งน้ำได้อย่างสมบูรณ์ ลุ่มน้ำแม่สาเป็นลุ่มน้ำที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจอย่างมากโดยเฉพาะเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญแห่งหนึ่งของจังหวัดเชียงใหม่ มีการสร้างที่พัก สถานที่ท่องเที่ยว 2ฝั่งของลำน้ำแม่สา นอกจากนี้ยังมีปางช้างตั้งอยู่ถึง 2 แห่งด้วยกัน รวมไปถึงสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้า

สิริกิตต์ ซึ่งเป็นแหล่งรวบรวมพันธุ์ไม้ที่มีชื่อเสียง ทำให้ลำน้ำแม่สามีประชาชนนิยมมาท่องเที่ยวสถานที่เหล่านี้อย่างมากมาย นอกจากการใช้ประโยชน์พื้นที่บริเวณลุ่มน้ำในด้านการท่องเที่ยวแล้ว ลำน้ำแม่สายังมีความสำคัญในด้านเกษตรกรรมต่อประชากรในพื้นที่สองฝั่งลำน้ำ ซึ่งมีการใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลงอย่างไม่มีการควบคุม สารเคมีเหล่านี้จะถูกชะล้างลงในลำน้ำแม่สา ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพน้ำและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในลำน้ำ โดยสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกที่จะได้รับผลกระทบจากมลพิษนี้คือสาหร่ายในแหล่งน้ำ และต่อเนื่องไปยังสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในระบบนิเวศต่อไป

การศึกษาครั้งนี้เลือกศึกษาถึงความหลากหลาย การแพร่กระจาย อนุกรมวิธานและการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา โดยจะทำการศึกษาคุณภาพน้ำรวมไปถึงลักษณะสภาพแวดล้อมควบคู่กันไปด้วย เพื่อที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายของสิ่งมีชีวิตที่ศึกษากับสภาพแวดล้อม เพื่อหาแนวโน้มที่สามารถนำมาเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ รวมทั้งสามารถนำผลการวิจัยทางด้านคุณภาพน้ำไปใช้ในการจัดการลุ่มน้ำได้ต่อไป

วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1. เพื่อศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช และสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย

2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลง species composition ของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ ตามสภาพระบบนิเวศที่เปลี่ยนไป และสามารถนำไปใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้

บทที่ 2
ทบทวนเอกสาร

สิ่งมีชีวิตที่ได้อุบัติขึ้นมาในโลกมีความมหัศจรรย์ในความแตกต่างกันของแต่ละชนิด ซึ่งเกิดจากการที่แต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงตัวเองให้เข้ากับการดำเนินชีวิตหรือสิ่งแวดล้อมที่อยู่อาศัย สิ่งมีชีวิตที่ปรากฏในโลกปัจจุบันมีประมาณ 3-5 ล้านชนิด ซึ่งก่อให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพซึ่งมีความน่าสนใจที่จะศึกษาอย่างยิ่ง โดย ศาสตราจารย์วิสุทธิ์ ใบไม้ ได้ให้นิยามความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) ไว้ว่ามีความกว้างขวางครอบคลุมถึงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตนานาชนิด (species diversity) ไม่ว่าจะเป็นพวกจุลินทรีย์ พืช สัตว์รวมทั้งมนุษย์ สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดล้วนแต่มีองค์ประกอบทางพันธุกรรมที่แตกต่างแปรผันกันออกไปมากมาย (genetic diversity) เพื่อให้เกิดความสอดคล้องเหมาะสมกับสภาพแหล่งที่อยู่อาศัยในแต่ละท้องถิ่นอันเป็นระบบนิเวศที่ซับซ้อนและหลากหลายในบริเวณต่าง ๆ ของโลก (ecological diversity) ความหลากหลายทางชีวภาพเป็นผลที่เกิดจากกระบวนการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีความสำคัญต่อมนุษย์ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม การที่เราทำลายสภาพธรรมชาติ จากการรุกล้ำเพื่อทำการเพาะปลูก อยู่อาศัย รวมไปถึงการปล่อยขยะสารพิษ ของเสียต่าง ๆ ลงสู่สภาพแวดล้อม ถือได้ว่าเป็นการทำลายความหลากหลายทางชีวภาพโดยตรง ผลจากการขาดความรู้เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ อาจจะดูว่าไม่มีผลกระทบต่อคนโดยตรง แต่สิ่งมีชีวิตที่สูญพันธุ์ไปแล้วนั้นอาจมีประโยชน์ต่อมวลมนุษย์ชาติอย่างมหาศาล นอกจากนี้การที่เราสูญเสียสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งจากระบบนิเวศ ยังส่งผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ เช่นกัน

สาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตหนึ่งที่มีการปรับตัวให้มีการดำรงชีวิตที่ดีขึ้น แต่ละสปีชีส์จะมีการวิวัฒนาการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนไปตั้งแต่สมัย Paleozoic สมัยเริ่มต้นของยุค Precambriam ซึ่งนับกาลเวลายังไม่ได้ โดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน จัดได้ว่าเป็นสิ่งมีชีวิตแรกที่กำเนิดบนโลกในช่วงระยะที่พื้นผิวของโลกมีภูเขาไฟระเบิดอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นก็มีวิวัฒนาการไปตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ทำให้แต่ละสปีชีส์มีความต่างกัน มีผลให้สาหร่ายมีความหลากหลายทางชีวภาพสูงมาก โดยที่ปัจจัยที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสาหร่ายมีด้วยกันมากมายตามแต่สภาพแวดล้อมหรือระบบนิเวศที่ต่างกันโดยเฉพาะสาหร่ายที่เจริญในน้ำไหลและน้ำนิ่งจะมีความแตกต่างกันในด้านรูปร่างลักษณะอย่างชัดเจน(ยุวดี, 2542)

ปัจจัยที่มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำมีด้วยกันมากมายหลายปัจจัย ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของลำน้ำ ยากที่จะจัดจำแนกออกได้อย่างชัดเจน และส่วนใหญ่จะเนื่องมาจากน้ำมีการเคลื่อนตัวก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในน้ำนั้น (Goldman and Horne, 1983) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องอาจแบ่งออกได้เป็น 3 ทาง หลัก ๆ ได้แก่ ด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ซึ่งปัจจัยทั้งหมดที่มีในระบบนิเวศ จะมีความสัมพันธ์กันเพื่อให้เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตในระบบนิเวศนั้น (นันทนา, 2536;Kann, 1985)

ในระบบนิเวศแบบน้ำไหล (lolic system) กระแสน้ำ มีผลต่อประชากรของแพลงก์ตอนพืชโดยตรง โดยแพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำไหล จะมีชนิดคล้ายกับที่พบในน้ำนิ่งแต่ปริมาณที่พบจะน้อย

กว่าอย่างมาก และส่วนใหญ่จะเป็นพวก diatom (Hynes, 1970;ยุวดีและคณะ, 2538) ซึ่งเนื่องมาจาก diatom บางชนิดเป็นสาหร่ายจำพวก benthic algae ทำให้เกาะติดกับพื้น substrate ได้ ดังที่กล่าวมาแล้วว่าในระบบนิเวศน้ำไหลสาหร่ายส่วนใหญ่จะเป็นพวกเกาะติด ซึ่งสาหร่ายขนาดใหญ่ก็เป็นสาหร่ายพวก benthic algae ดังนั้นสิ่งสำคัญต่อการกระจายของสาหร่ายคือ ลักษณะของ substrate ที่ต่างกัน เช่น หิน กรวด ทราย หรือโคลน ต่างก็มีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ทั้งสิ้น (สมสุข, 2538) และลักษณะของท้องน้ำยังเกี่ยวเนื่องไปถึงกระแสน้ำ และปริมาณน้ำอีกด้วย ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะเป็นองค์ประกอบของลักษณะลำธารและการที่ลักษณะลำธารเปลี่ยนแปลงไปก็มีผลกระทบโดยตรงต่อการกระจายของปริมาณสาหร่าย (Chapman and Chapman, 1973) ลักษณะของ substrate เป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งที่มีผลต่อการกระจายของสาหร่ายขนาดใหญ่ โดยจะเห็นได้ว่าลักษณะของพื้นท้องน้ำที่เป็นกรวดและก้อนหินขนาดเล็ก จะพบความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่สูง เนื่องจากสาหร่ายขนาดใหญ่เจริญบน substrate ชนิดนี้ได้ดีซึ่ง Niiyama (1989)พบว่า สาหร่ายขนาดใหญ่ *Cladophora* spp. จะมีการเจริญเกาะติดบน substrate ที่เป็นทรายหยาบ และ substrate ที่แข็งในระบบนิเวศแบบน้ำไหล ส่วนในระบบนิเวศแบบน้ำนิ่ง จะพบว่า *Cladophora* spp. จะจับกลุ่มกันเป็นลูกบอล เรียกว่า lake ball ต่างกับสาหร่ายขนาดใหญ่ใน Division Cyanophyta ที่ส่วนใหญ่จะพบบนก้อนหินหรือริมของฝั่งน้ำที่มีความชุ่มชื้น ซึ่งสาหร่ายขนาดใหญ่จะพบเจริญเป็นเมือกอยู่บน substrate ที่เป็นก้อนหินหรือดินริมฝั่งแม่น้ำ และที่สำคัญจะต้องมีความชุ่มชื้นสูง (Kovacik and Komarek, 1988) ซึ่งในปี1988 Mollenhauer รายงานไว้ว่า *Nostoc* spp. จะเจริญริมฝั่งที่น้ำกระเซ็นถึง เมื่อระดับน้ำลดลงหรือไม่มีน้ำก็จะไม่พบการเจริญของ *Nostoc* spp.

Goldman and Horne (1983) กล่าวว่า ฤดูกาลก็มีผลทำให้ลักษณะสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ในฤดูร้อนน้ำจะมีน้อยและมีแสงแรงตลอดวัน ทำให้แสงที่ตกสู่แหล่งน้ำมีมาก แต่กลับกันในฤดูฝนปริมาณน้ำจะมากและท้องฟ้ามีเมฆบัง ทำให้ปริมาณแสงน้อย อุณหภูมิของน้ำก็จะต่ำ ซึ่งเหล่านี้จะเป็นการคัดเลือกการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นๆ เช่น ความสัมพันธ์สาหร่ายสีแดง *Batrachospermum macrosporum* และ *Audoniella violacae* พบว่า *B. macrosporum* จะเจริญก่อนในหน้าร้อนที่มีแสงมากและอุณหภูมิน้ำสูง เมื่อเข้าสู่ฤดูฝน *A. violacae* จะเจริญแทนที่เนื่องจากสภาพและอุณหภูมิน้ำเปลี่ยนไป (Dillard, 1966)

ปัจจัยต่อมาที่มาจากสภาพแวดล้อมของลำน้ำและฤดูกาลคือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen : DO) โดยในแหล่งน้ำนิ่ง ค่า DO จะเกิดจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายที่ล่องลอยในน้ำในช่วงกลางวัน (ยุวดี, 2538) ซึ่งจะต่างจากในระบบน้ำไหล ซึ่งออกซิเจนที่ละลายในน้ำส่วนใหญ่จะได้มาจากการแพร่ของอากาศลงสู่น้ำจากการไหล ซึ่งในระบบนิเวศปกติปริมาณออกซิเจนในน้ำไหลจะมากกว่าในน้ำนิ่งเสมอ (ประมาณ, 2531) ซึ่งออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำคือมากกว่า 5 mg/l (Wetzel, 1983) แต่สาหร่ายในแหล่งน้ำก็จะมีความต้องการออกซิเจนละลายต่างกัน บางชนิดต้องการปริมาณออกซิเจนน้อย เช่น *Phacus* spp., *Trachelomonas* spp. และ *Oscillatoria* spp. จะเจริญได้ดีในสภาพน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายต่ำ (นารี, 2539) และ

Nitzschia spp.และ *Pleurosigma* spp. จะเจริญได้ในน้ำที่มีค่าออกซิเจนละลายน้อยมาก (Round, 1973)

ในระบบนิเวศแบบน้ำไหล (lolic ecosystem) น้ำจะมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา เมื่อน้ำเกิดการเคลื่อนตัว จะก่อให้เกิดการละลายของอนุภาคต่างๆ ลงสู่แหล่งน้ำ (Alochthonous source) ซึ่งทำให้เกิดการปนเปื้อนในแหล่งน้ำ นอกจากนี้ยังอาจเกิดอนุภาคแร่ธาตุภายในลำน้ำเอง โดยไม่ได้รับจากระบบภายนอก (Autothonous) ซึ่งเหล่านี้ล้วนเป็นแร่ธาตุที่พบอยู่ในแหล่งน้ำทั้งสิ้น (Goldman and Horne, 1983;สาครและคณะ, 2539 อ้างถึงวิจิตร, 2538)

ในแหล่งน้ำที่มีการละลายของสสารมาก แหล่งน้ำนั้นจะแสดงทั้งปริมาณประจุบวกและประจุลบในแหล่งน้ำ ทำให้เกิดความสามารถที่จะให้กระแสไฟฟ้าผ่าน ดังนั้นการที่มีสสารละลายในน้ำมากหรือน้อยเพียงไร สามารถแสดงได้โดยการวัดความสามารถที่จะนำไฟฟ้านั่นเอง (กรรณิการ์, 2525) เมื่อน้ำมีการละลายของสสารลงไปมาก สสารเหล่านั้นอาจเป็นแร่ธาตุอนินทรีย์ที่สามารถแตกตัวได้ หรืออาจจะเป็นบางสารที่แตกตัวไม่ได้ เช่น สารอินทรีย์ เป็นต้น (ชลินดา, 2539 อ้างถึง วิจิตร 2538)

ดังนั้นในแหล่งน้ำเราจึงควรพิจารณาถึงสสารที่อยู่ในน้ำที่เป็นอินทรีย์สารด้วย ซึ่งได้แก่ การศึกษาค่า BOD หรือค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยจะบ่งชี้ถึงความรุนแรงของการปนเปื้อนหรือเน่าเสียของน้ำที่เกิดจากสารอินทรีย์ ทั้งนี้เนื่องจากถ้าน้ำมีค่า BOD สูง หมายถึงมีสารอินทรีย์อยู่สูง ซึ่งต้องใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสูงตามไปด้วย (วิไลลักษณ์, 2538)

จากการที่แหล่งน้ำมีสสารต่างๆ ละลายอยู่ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นสารที่สนับสนุนการเจริญของสาหร่ายทั้งสิ้น โดยสาหร่ายต้องการธาตุอาหารเพื่อการเจริญเติบโตถึง 20 ชนิด เช่นเดียวกับพืชอื่นๆ ธาตุที่ต้องในปริมาณมาก (macronutrients) คือ C H O N P K S Mg Ca Na และ Cl ส่วน Fe Mn Cu Zn B Si Mo V และ Co สาหร่ายต้องการในปริมาณน้อย (micronutrient) (ศิริเพ็ญ, 2537) ซึ่งธาตุเหล่านี้จำเป็นต่อการเจริญของสาหร่ายอย่างยิ่ง บรรดาสารอาหารต่างๆ ในธรรมชาติที่ได้จากการที่น้ำฝนละลายชะล้างแร่ธาตุและดิน ซึ่งธาตุอาหารที่จำเป็นที่สุดต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ ได้แก่ ไนเตรท และฟอสเฟต (Foged, 1971) ซึ่งสุคนธ์ (2534) พบว่าปริมาณสารอาหาร ได้แก่ ฟอสฟอรัสรวม ออร์โธฟอสเฟต ไนโตรเจนทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับการเจริญของสาหร่ายในอ่างเก็บน้ำและชลินดา (2539) พบว่าแพลงก์ตอนพืชที่กระจายในอ่างเก็บน้ำ เขื่อนแม่กวง จังหวัดเชียงใหม่ มีความสัมพันธ์กับไนเตรทไนโตรเจนมากที่สุด รองลงมาคือออร์โธฟอสเฟต ส่วนงานวิจัยต่อมาโดย ปริญญา (2540) และ ธีรศักดิ์ (2541) พบว่าการกระจายของแพลงก์ตอนพืช *Microcystis aeruginosa* ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณฟอสฟอรัส นอกจากปริมาณสารอาหารจะมีความสัมพันธ์กับชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนในแหล่งน้ำแล้ว ยังมีผลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสาหร่ายด้วย เช่น *Cladophora* spp. ซึ่งเป็นสาหร่ายขนาดใหญ่ชนิดหนึ่งจะมีรูปร่างที่เปลี่ยนไปเมื่อปริมาณสารอาหารเพิ่มขึ้นหรือลดลง

ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับไนโตรเจนคือแพลงก์ตอนพืชสามารถใช้สารประกอบไนโตรเจนได้หลายรูป เช่น แอมโมเนียม ไนเตรท และไนไตรท์อิออน โดยแอมโมเนียมไนโตรเจนเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่ถูกนำไปใช้มาก ประมาณ 79% ของปริมาณสารประกอบไนโตรเจนทั้งหมด รองลงมาคือไนเตรทและไนไตรท์ตามลำดับ แพลงก์ตอนพืชสามารถนำแอมโมเนียมไปสร้างกรดอะมิโนได้โดยตรง ต่อเมื่อปริมาณแอมโมเนียมลดลงถึงจะใช้ไนเตรทและไนไตรท์ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าถ้าปริมาณแอมโมเนียมเกิน 0.5-1.0 ไมโครกรัมต่อลิตร จะยับยั้งการใช้ประโยชน์ของไนไตรท์และไนเตรทในสาหร่าย (Darley, 1982) ซึ่งสอดคล้องกับ Keeney (1970) ที่กล่าวว่าแอมโมเนียมเป็นไนโตรเจนตัวแรกที่แพลงก์ตอนพืชจะเลือกใช้ก่อนไนโตรเจนตัวอื่นๆ เพราะมันเอาแอมโมเนียมไปสร้างกรดอะมิโนได้โดยตรง แต่ถ้าใช้ไนเตรทหรือไนไตรท์ต้อง reduce ไนเตรทและไนไตรท์ก่อนเซลล์จึงจะนำไปใช้ได้ ซึ่งการ reduce ไนไตรท์ต้องอาศัยแสงสว่าง โดยใช้ ferredoxin ที่ถูก reduce โดยกระบวนการสังเคราะห์แสงแล้วไป reduce ไนไตรท์ไปเป็นแอมโมเนียมอีกที ส่วนไนเตรทถูก reduce โดยอาศัยเอนไซม์ nitrate reductase ซึ่งไม่ขึ้นกับแสงสว่าง ศิริเพ็ญ (2537) กล่าวว่า ไนเตรทเป็นสารประกอบของไนโตรเจนที่พบได้มากที่สุดในลำธารและทะเลสาบ เนื่องจากไนเตรทเป็นสารประกอบที่สามารถถูกชะล้างไปได้ง่ายเมื่อมีการไหลผ่านของน้ำไปบนพื้นดิน ทำให้ปริมาณไนเตรทไหลลงสู่แหล่งน้ำได้มากขึ้นเมื่อมีการพังทลายของดินมาก

ฟอสฟอรัสก็เป็นธาตุที่มีผลต่อการเจริญและการกระจายของสาหร่ายด้วยเช่นกัน โดยฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการแปรรูปพลังงานในระบบและเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำและแพลงก์ตอนพืช โดยจะเกี่ยวเนื่องกับกระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์โดยเฉพาะกระบวนการถ่ายเทพลังงาน การสร้างกรดนิวคลิอิก (ลัดดา, 2538) ฟอสฟอรัสที่ปรากฏอยู่ในแหล่งน้ำในรูปของออร์โธฟอสเฟตและอยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟต ฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำมีอยู่ปริมาณน้อยในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ยกเว้นในแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อน (Round, 1973) กรรณิการ์ (2525) กล่าวว่า ฟอสฟอรัสในน้ำธรรมชาติและในน้ำโสโครกจะอยู่ในรูปต่างๆ ของฟอสเฟต เช่น ออร์โธฟอสเฟต อินทรีย์ฟอสเฟต ฟอสเฟตเหล่านี้อาจอยู่ในรูปที่ละลายน้ำหรือในรูปของซากพืช ซากสัตว์ ฟอสเฟตรูปต่างๆ เข้ามาปะปนในน้ำธรรมชาติและน้ำโสโครกได้หลายทาง เช่น มาจากน้ำที่ใช้ผงซักฟอก (detergent) (รูปฟอสเฟตหรือโพลีฟอสเฟต) หรือจากปุ๋ยที่ใช้ในการเกษตร (ในรูปออร์โธฟอสเฟต) ที่ถูกชะล้างมากับน้ำฝน ซึ่งสารประกอบพวกอินทรีย์ฟอสเฟตที่ละลายลงสู่น้ำเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดภาวะ eutrophication ในแหล่งน้ำและจะพบสาหร่าย *Oscillatoria rabescas*, *Aphanizomeron flosaquae*, *Anabaena spiroides* และ *Microcystis aeruginosa* (Goulden *et. al.*, 1970) ซึ่ง Martin and Whitton (1987) ได้ทำการศึกษาผลของฟอสฟอรัสต่อสาหร่ายขนาดใหญ่บางชนิด พบว่า ฟอสเฟตในรูปต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งออร์โธฟอสเฟตมีผลโดยตรงต่อความยาวของทัลลัสของสาหร่าย *Chaetophora* spp., *Draparnaldia* spp. และ *Stigeoclonium* spp.

ประโยชน์ของสาหร่ายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

สาหร่ายขนาดใหญ่ที่เป็นสาหร่ายทะเลได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างมากมายและแพร่หลายกันมานานแล้ว ยุวดี (2538) กล่าวว่า สาหร่ายทะเลขนาดใหญ่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านการเป็นอาหารของมนุษย์ รวมไปถึงการสกัดสารต่างๆ จากสาหร่ายทะเล เพื่อนำมาใช้ในทางด้านอุตสาหกรรม เช่น สาหร่ายสีแดง *Gracilaria* เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสารที่สามารถสกัดได้จากสาหร่ายทะเลอีกมากมาย ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ที่เป็นสาหร่ายน้ำจืดก็ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์เช่นเดียวกัน โดยอักษร (2532) กล่าวว่า สาหร่ายมีความสำคัญอย่างมากต่อชีวิตประจำของคนเรา ยกตัวอย่างเช่น การนำเอามาประกอบอาหารโดยมีการนำเอา สาหร่ายสีเขียว (Division Chlorophyta) *Spirogyra* มีชื่อเรียกว่า เทา เทาน้ำ เตาน้ำ หรือผักไกโดยนำมายำ พบในแหล่งน้ำทั่วไปที่เป็นน้ำนิ่ง สะอาด หรือไหลเอื่อยๆ คนอีสานนิยมรับประทานมาก นอกจากนี้ยังมีการนำสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Division Cyanophyta) *Nostochopsis* หรือมีชื่อสามัญว่า ไข่หิน หรือดอกหิน พบที่เชียงใหม่และจันทบุรี โดยขึ้นเกาะอยู่บนก้อนหินในลำธารน้ำไหลหรือบริเวณน้ำตก ยุวดี (2543) ยังพบว่ามีรายงานการนำเอา *Nostochopsis* มาใช้เป็นสมุนไพรแก้ร้อนในและนำมาเป็นของหวานอีกด้วย นอกจากนี้ในประเทศต่างๆทั่วโลกมีการนำเอาสาหร่ายขนาดใหญ่มาประกอบอาหารมากมาย เช่น *Nostoc* ชาวจีนนำมาตากแห้งชงน้ำร้อนดื่ม *Phormidium* และ *Chroococcus* ชาวเม็กซิกัน นำมาผสมกันเป็นอาหาร นอกจากนี้ Baker และ Holton (1973) ได้ทำการสกัดโปรตีนจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ชื่อ *Schizothrix colcicola, Oscillatoria lutia* และ *Microcoleus vaginatus* ได้ ซึ่งอาจใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอนาคตได้ สาหร่ายสีแดงในน้ำจืดก็ได้มีผู้นำเอามาทำเป็นอาหารในประเทศอินเดีย โดย Sheath (1984) อ้างถึง Khan (1973) รายงานว่า *Lemanea mamillasa* ได้ถูกนำมารับประทาน โดยประชาชน 2 ฝั่งของแม่น้ำ Imphal และ Chakpi ซึ่งรับประทานโดยการนำมาทำให้แห้งมีชื่ออาหารว่า Nungham ซึ่งแปลว่า อาหารจากผมของหิน

สาหร่ายขนาดใหญ่ยังมีประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรม มนุษย์เรารู้จักนำเอาสาหร่ายมาใช้เป็นปุ๋ยตั้งแต่ศตวรรษที่ 12 เนื่องจากสาหร่ายทะเลมีคุณสมบัติช่วยดูดซับน้ำและรักษาความชุ่มชื้นของดิน ให้แร่ธาตุต่างๆแก่ดิน สาหร่ายน้ำจืดก็มีประโยชน์ทางเกษตรกรรม โดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหลายจีนัสมีคุณสมบัติตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศแล้วเปลี่ยนเป็นสารประกอบไนเตรทที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น *Nostoc* spp., *Anabaena* spp., *Calothrix* spp., *Cylindrospermum* spp. และ *Tolypothrix* spp. เป็นต้น

สาหร่ายไฟที่เจริญในน้ำจืดบางชนิด เช่น *Chara* สามารถดึงสารประกอบพวกหินปูนจากน้ำได้ จึงช่วยทำให้ความกระด้างของน้ำลดลง *Nitella* สามารถสะสมธาตุโปแตสเซียมได้มากกว่าในสิ่งแวดล้อมที่ขึ้นอยู่ สาหร่ายที่ขึ้นอยู่ตามพื้นดิน ช่วยทำให้อนุภาคของดินเกาะกันเป็นก้อน ทำให้ดินอุ้มน้ำได้ดีและป้องกันมิให้ผิวดินถูกกัดเซาะได้ง่าย ซากของสาหร่ายพวกนี้จะกลายเป็นสารอินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช อักษร (2532) อ้างถึง Gupta และ Agarval (1973) ว่าได้สกัดสารชนิดหนึ่งจาก *Phormidium foveolarum* สารนี้มีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมน gibberellin ในพืชเมื่อนำมาใช้กับพืชทำให้มีการสะสมโปรตีนในพืชมากขึ้น

ส่วนทางด้านประโยชน์ทางด้านการแพทย์ ประเทศไทยยังไม่ได้มีการนำสาหร่ายมาใช้ทางการแพทย์เลย แต่ชาวจีนโบราณได้นำสาหร่ายสีน้ำตาลจีนัส *Sargassum* และ *Laminaria* ตากแห้งแล้วต้มน้ำดื่ม แก้ร้อนใน แก้ไข้ ฟอกเลือด แก้โรคคอพอก และต่อมน้ำเหลืองอักเสบ สาหร่ายสีแดง ชื่อ *Digenia simplex* ใช้เป็นยาฆ่าพยาธิหรือแก้โรคตาลขโมย *Gelidium* sp. ใช้รักษาโรคกระเพาะอาหาร ได้มีการวิจัยแล้วว่า *Chlorella* sp. สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชื่อ *Staphyllococcus aureus* ได้ จีนัส *Nitzschia* ให้สารซึ่งยับยั้งการเจริญของ *E. coli* ได้ *Rhodymenia* spp. ใช้เป็นยาแก้เมาคลื่นและท้องเสีย นอกจากนี้ alginic acid จากสาหร่ายทะเลบางชนิดสามารถนำมาเป็นส่วนผสมของยา aureomycin สาร laminarin ซึ่งสกัดได้จาก *Laminaria* spp. ใช้เป็นสารต่อต้านการแข็งตัวของเลือด ปัจจุบันสาร carageenin ที่สกัดได้จากสาหร่ายสีแดงใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตยาแก้ไอ

นอกจากประโยชน์ด้านต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นแล้วสาหร่ายยังมีความสำคัญทางด้านนิเวศวิทยาโดย สาหร่ายเป็นผู้ผลิตเบื้องต้นที่สำคัญในห่วงโซ่อาหาร มีบทบาทที่สำคัญในการแลกเปลี่ยนทางเคมีระหว่างบรรยากาศกับน้ำโดยควบคุมวัฏจักรของแก๊ส O_2 และ CO_2 ซึ่งเป็นประโยชน์แก่แหล่งน้ำและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ นอกจากนี้สาหร่ายน้ำจืดใช้ในขบวนการกำจัดน้ำเสียได้โดยสามารถลดปริมาณสารอาหารในน้ำเสียได้(นันทนา, 2536) สาหร่ายน้ำจืดบางชนิดมีประสิทธิภาพในการดูดซึมโลหะหนักได้สูงมากโดย Wong *et al.* (1997) ได้ทำการศึกษาการสะสมสารจำพวก organomettallic ของสาหร่ายขนาดใหญ่ *Cladophora* sp. พบว่า *Cladophora* sp. สามารถสะสมสาร organometallic ไว้ใน neutral lipid ซึ่ง Whitton *et. al.* (1989) รายงานว่าสามารถนำเอา*Cladophora* sp. มาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สภาพน้ำที่ถูกปนเปื้อนจากโลหะหนักได้

สาหร่ายน้ำจืดใช้เป็นดัชนีแสดงสภาพของน้ำดีและน้ำเสียได้ ทั้งนี้เพราะมีสาหร่ายบางสกุลที่เจริญเติบโตและสามารถทนทานได้ในแหล่งน้ำที่มีสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน และสาหร่ายแต่ละชนิดมีความต้องการสารอาหารต่าง ๆ ไม่เท่ากัน

การใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ

แพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้โดยแพลงก์ตอนพืชบางชนิดคงจะมีความต้องการสารอาหารต่าง ๆไม่เท่ากัน โดยในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อยจะพบแพลงก์ตอนพืชหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีจำนวนปานกลาง ซึ่งมักพบสาหร่ายพวกไดอะตอม เช่น *Cyclotella* spp., *Tubellar* spp, สาหร่ายสีเขียวพวก desmids เช่น *Cosmarium* spp, *Closterium* spp, *Staurastrum* spp, และสาหร่ายใน division Chrysophyta เช่น *Dinobryon* spp. ส่วนแหล่งน้ำที่มีสารอาหารปานกลาง จะพบแพลงก์ตอนพืชหลายชนิดมากกว่าแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อยซึ่งแต่ละชนิดจะมีจำนวนมาก โดยพบสาหร่ายสีเขียวสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และไดอะตอมบางชนิด แต่ส่วนใหญ่จะเป็นพวก Dinoflagellates เช่น *Peridinium* spp และ *Ceratium* spp. ส่วนแหล่งน้ำที่มีสารอาหารมากจะพบว่ามีชนิดของแพลงก์ตอนพืชน้อยมาก แต่จะพบเป็นจำนวนมาก โดยจะพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินพวก *Oscillatoria* spp และสาหร่ายพวกยูกลีนอยด์ เช่น *Euglena* spp.,

Phacus spp. *Trachelomonas* spp. และไดอะตอมพวก *Nitzchia* spp. (Wetzel, 1975;Rahim, 1994;Akter, 1995)

มีการใช้สาหร่ายบางชนิด เช่น *Oscillatoria* spp., *Euglena* spp., *Spirulina jennenvic* spp. และ *Polycystic* spp. เป็นดัชนีทำนายสภาพการเน่าเสียของน้ำ เพราะสาหร่ายเหล่านี้เจริญได้ในน้ำที่มีออกซิเจนเพียงเล็กน้อย (Round, 1973)

แพลงก์ตอนพืชสามารถจะใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพในระบบนิเวศแบบน้ำนิ่ง(Hegwal *et. al.* ,1978) แต่ในระบบนิเวศแบบน้ำไหล ถึงแม้ว่าแพลงก์ตอนพืช จะมีชนิดคล้ายกับระบบนิเวศแบบน้ำนิ่ง แต่จะพบในปริมาณที่น้อยกว่ามาก ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับลำน้ำ โดยจะมีการกระจายมากขึ้นตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ และการกระจายของแพลงก์ตอนพืชยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอีกหลายประการ เช่น อายุของแม่น้ำ ความยาวของแม่น้ำ ขนาดของแม่น้ำ เป็นต้น (Hynes, 1970) ดังนั้นการศึกษาสาหร่ายเพื่อนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ จึงเน้นหนักมายังสาหร่ายกลุ่มที่เป็นพวก benthic หรือกลุ่มที่เกาะติด ซึ่ง Whitton *et al.* (1991) ได้กล่าวไว้ว่า ระบบนิเวศแบบน้ำไหลจะพบว่าสามารถนำเอาสิ่งมีชีวิตที่เกาะติดกับลำน้ำมาใช้ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำได้อย่างเหมาะสม

การใช้สาหร่ายขนาดใหญ่เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ

สาหร่ายขนาดใหญ่ก็เป็นสิ่งมีชีวิตพวก benthic algae อีกกลุ่มหนึ่งที่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ โดยสาหร่ายขนาดใหญ่จะสามารถมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ต่างกันได้ไม่เหมือนกัน โดยบางชนิดจะสามารถพบได้ในน้ำที่มีสารอาหารน้อยหรือน้ำสะอาดเท่านั้น ส่วนบางชนิดจะพบได้ในน้ำที่มีสารอาหารมากหรือน้ำที่มีลักษณะเป็น eutrophic โดย Binavides(1994) กล่าวว่าในแม่น้ำที่ถูกทำให้เกิดมลพิษจะพบสาหร่ายขนาดใหญ่ในดิวิชั่น Cyanophyta จีนัส *Plactonema* spp., *Pleutocapsa* spp. และ *Oscillatoria* spp. เป็นสปีชีส์เด่น นอกจากนี้สาหร่ายขนาดใหญ่ในกลุ่มสาหร่ายสีเขียว เช่น *Stigeoclonium lubricum* และ *Stigeoclonium tunne* พบได้บ่อยในแหล่งน้ำที่มีลักษณะเป็น eutrophic (Palmer, 1970) ซึ่ง *Stigeoclonium* spp. จะเป็นสาหร่ายขนาดใหญ่ที่เจริญอยู่ทั่วไปในแม่น้ำที่มีสารอาหารสูง (Entswisle, 1989) สาหร่ายขนาดใหญ่บางชนิดยังสามารถที่จะใช้ทำนายการปนเปื้อนของลำน้ำได้ เช่น *Vaucheria bursata* ซึ่งเป็นสาหร่ายที่พบในแหล่งน้ำที่มีแนวโน้มว่าจะมีลักษณะเป็น eutrophic โดยจะเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดแรก ๆที่เจริญขึ้นมาเมื่อแหล่งน้ำถูกปนเปื้อนจากมลพิษ สาหร่ายขนาดใหญ่บางชนิดจะพบได้ทั่วไป เช่น *Cladophora* spp. ที่สามารถพบในแหล่งน้ำที่มีสภาพน้ำค่อนข้างดีจนถึงน้ำเสีย(Entwisle, 1989;Gardarsky,1986) แต่ก็สามารถนำไปใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สภาพน้ำที่ถูกปนเปื้อนได้ โดย *Cladophora* spp. จะสามารถสะสมสารพวก organometallic complex ใน neutrallipid ซึ่งเมื่อนำ *Cladophora* ที่เก็บสะสมสารเหล่านี้มาศึกษาดูก็จะเห็นความสัมพันธ์ของการปนเปื้อนของสารจำพวก organomettalic ในแหล่งน้ำได้ (Whitton *et. al.*, 1989 ; Wong *et. al.*,1997)

ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบในน้ำที่มีคุณภาพดี ได้แก่ สาหร่ายสีแดง ซึ่งเป็นสาหร่ายที่พบได้น้อยมากในน้ำจืด(Sheath, 1984;Flint, 1960) ยกตัวอย่างเช่น *Batrachospermun* spp. และ

Nemalionopsis spp. ซึ่ง Palmer (1970) รายงานว่าพบได้ในแหล่งน้ำสะอาดมากเท่านั้น นอกจากนี้ บัญญัติ (2532)รายงานว่า *Batrachospermum* spp. และ *Lamanea* spp. จะสามารถเจริญได้ดีในน้ำสะอาดที่มีออกซิเจนมาก และสารอาหารต่ำ นอกจากนี้สาหร่ายสีแดงอีกชนิดคือ *Compsopogon coeruleus* สามารถพบได้ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารไม่สูงนัก(Necchi and Pascoaloto, 1995) ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ Division Chlorophyta ที่พบในน้ำสะอาด ได้แก่จีนัส *Microspora* spp. ซึ่งจะพบในน้ำที่มีสารอาหารไม่สูงมากนัก(Entwise, 1989)

สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

จะเห็นได้ว่า แพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในระบบนิเวศแบบน้ำไหล มีความน่าสนใจที่จะศึกษา และมีคุณประโยชน์มากมาย การศึกษาความรู้ในเรื่องแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายในแหล่งน้ำบนที่สูงหรือต้นน้ำลำธารมีการศึกษากันน้อยมาก ในขณะที่ในปัจจุบันความรู้ในเรื่องความหลากหลายแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายได้มีผู้ทำการศึกษากันอย่างมากมายในแหล่งน้ำในที่ราบทั่วไป เช่น อ่างเก็บน้ำ เขื่อน ทะเลสาบ แม่น้ำ คลอง บึงต่าง ๆ ซึ่งในงานวิจัยที่เป็นข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวเนื่องกับงานวิจัยจะมีค่อนข้างน้อย โดย ERA for Tropical Ecosystem (1997) รายงานวิจัยของนักศึกษาโครงการ ERA ทำการประเมินระบบนิเวศบนบกและในน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา (Mae Sa Watershad) พร้อมทั้งทำการศึกษาข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจและสังคมทำการประเมินความเสี่ยงด้านสภาวะแวดล้อมออกมาในรูปแบบแผนที่และข้อมูลทางด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน คุณภาพน้ำและเงื่อนไขทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของพื้นที่รับน้ำเข้าไว้ด้วยกันรวมทั้งการติดตามตรวจสอบทางชีวภาพ โดยใช้สิ่งมีชีวิตพวก macroinvertebrates ได้ประเมินคุณภาพน้ำว่า คุณภาพน้ำของลำน้ำแม่สาอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้โดยทั่วไปว่าเป็นน้ำผิวดินที่มีความสะอาดมากจนถึงปานกลาง ปัญหาหลักที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนเกิดจากการใช้ยาฆ่าแมลง และปุ๋ยเคมี จากพื้นที่เกษตรกรรมรวมไปถึงการชะล้างหน้าดิน (soil erosion) ลงสู่แหล่งน้ำ เป็นผลให้แหล่งน้ำได้รับสารอินทรีย์ในปริมาณสูงซึ่งเกิดผลกระทบด้านลบต่อแหล่งน้ำ ซึ่งถือว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับลักษณะภูมิศาสตร์และสังคมของลำน้ำแม่สา ส่วนการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในน้ำไหลโดย ประเสริฐ (2541) ได้ศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคแอลจีในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ระดับความสูง 1,075 ถึง 600 เมตร โดยเก็บตัวอย่างจาก 6 จุดช่วงบนของลำน้ำ และตรัย (2541) ได้ศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคแอลจีในลำน้ำแม่สา เช่นเดียวกัน ในระดับความสูง 550-300 เมตร โดยเก็บตัวอย่างต่อจากประเสริฐอีก 6 จุด ในช่วงล่างของลำน้ำ จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 12 จุด พบแพลงก์ตอนพืช 123 สปีชีส์ โดยแพลงก์ตอนพืชที่พบส่วนใหญ่จะเป็นพวกไดอะตอม เช่น *Melosira varians*, *Cymbella tumida*, *Fragilaria ulna* และ *Nitzschia* spp. เป็นต้น นอกจากนี้ประเสริฐและตรัยยังได้รายงานการพบสาหร่ายขนาดใหญ่ 6 จีนัส 11 สปีชีส์เท่านั้น โดยสาหร่ายขนาดใหญ่ชนิดที่เด่นคือ *Cladophora* spp. และยังพบสาหร่ายสีแดงอีก 1 สปีชีส์คือ *Compsopogon* spp. ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าความรู้ทางด้านการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายขนาดใหญ่ในประเทศไทยหรือแม้กระทั่งในทวีปเอเชียยังมีน้อยมาก ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยของชาวตะวันตก โดยEntwisle (1989) ได้ทำการศึกษา

สาหร่ายขนาดใหญ่ในแม่น้ำ Yarra Basin ในประเทศออสเตรเลีย พบสาหร่ายขนาดใหญ่ 43 สปีชีส์ โดยพบสาหร่ายขนาดใหญ่ใน Division Chlorophyta 55 %, Rhodophyta 18%, Cyanophyta 14% และ Chrysophyta 13% พบว่าการกระจายและการแทนที่ของสาหร่ายขนาดใหญ่จะขึ้นอยู่กับปัจจัยอุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง แสง และปริมาณสารอาหาร สาหร่ายขนาดใหญ่ชนิดที่เด่นคือ *Cladophora glomerata* และ *Stigeoclonium tennue* นอกจากนี้ Sheath (1992) ได้ศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่ ใน Florida Spring Fresh Stream ในรัฐ Florida โดยศึกษาสาหร่ายขนาดใหญ่เพียงอย่างเดียว พบสาหร่ายขนาดใหญ่ที่เป็นสาหร่ายสีแดง 3 ชนิด ได้แก่ *Audoninella violacea*, *Compsopogon coeruleus* และ *Thorea ramosisima* จากแหล่งเก็บตัวอย่าง 7 จุด

บทที่ 3
วิธีวิจัย

1. อุปกรณ์

ภาคสนาม

1. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 2 ลิตร
2. ขวดสีชา ขนาด 150 มิลลิลิตร
3. ขวด BOD ใส
4. ขวด BOD สีทึบแสง
5. กล่องพลาสติก
6. มีดขนาดเล็ก
7. ช้อน
8. ตาข่ายแพลงก์ตอนขนาดความถี่ 10 ไมโครเมตร

อุปกรณ์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1. เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ
2. เครื่องมือวัด pH
3. เครื่องมือวัดอุณหภูมิของน้ำ
4. เครื่องมือวัดอุณหภูมิของอากาศ
5. เรื่องวัดการนำไฟฟ้า
6. ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (ภาคผนวก ก)

อุปกรณ์เพื่อศึกษา ลักษณะพื้นท้องน้ำ

1. ไม้เมตร
2. สายวัด

ห้องปฏิบัติการ

1. เครื่องมือวัดค่าความขุ่น
2. ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ความเป็นด่างในน้ำ (ภาคผนวก ก)
3. ชุดอุปกรณ์ศึกษาแพลงก์ตอนพืช
4. ชุดอุปกรณ์ศึกษาสาหร่ายขนาดใหญ่

2. แผนการดำเนินงานและวิธีการวิจัย

2.1 สำรวจจุดเก็บตัวอย่างของลำน้ำแม่สา โดยแบ่งออกเป็น 5 จุด ครอบคลุมตลอดลำน้ำ โดยเลือกจุดที่มีความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่มากที่สุดจากงานของ ประเสริฐ (2541), ตรัย (2541) และยุวดี (2541) โดยจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมดมีดังนี้

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 หมู่บ้านกองแหะ ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,075 เมตร เป็นหมู่บ้านชาวเขาขนาดเล็ก พื้นที่รอบลำน้ำยังไม่มีการใช้ประโยชน์มากนัก

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,000 เมตร เป็นลำน้ำแม่สาช่วงที่ไหลผ่านหมู่บ้านกองแหะ

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ปางช้างแม่สา ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 550 เมตร เป็นจุดที่ลำน้ำแม่สาไหลผ่านปางช้างแม่สา ซึ่งได้มีการใช้ลำน้ำแม่สาในการอุปโภคและบริโภคโดยคนและช้าง

จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 สะพานชลประทาน ต.แม่สา อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 330 เมตร เป็นจุดที่ลำน้ำแม่สาไหลผ่านชุมชนแม่สาหลวง

จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 สะพานสถานพินิจเด็กและเยาวชน ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 330 เมตร เป็นลำน้ำแม่สาก่อนที่จะไหลรวมกับแม่น้ำปิง

2.2 วิธีการศึกษาวิจัย

2.2.1 การเก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่ทำการศึกษาวิจัย

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช และสาหร่ายขนาดใหญ่ในทุกจุดเก็บตัวอย่าง

-แพลงก์ตอนพืช

กรองน้ำ 10 ลิตร ผ่านตาข่ายแพลงก์ตอนขนาดความถี่ 10 ไมโครเมตร ให้เหลือน้ำประมาณ 100 มิลลิลิตร เก็บใส่ขวดสีชาขนาด 150 มิลลิลิตร หยด Lugol 's solution 1 มิลลิลิตร นำมาวินิฉัยชนิดและนับจำนวนต่อในห้องปฏิบัติการ

-สาหร่ายขนาดใหญ่

เก็บสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบในจุดเก็บตัวอย่าง โดยจะเป็นสาหร่ายที่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า ที่มีลักษณะเป็น เมือก เส้นสาย ลำต้น หรือเกาะตัวเป็นแพ โดยใช้คีมคีบและมีดขูดมาจากพื้นผิวที่เกาะติด เก็บลงในภาชนะพลาสติกขนาด 200 มิลลิลิตร แล้วดองด้วย สารละลาย glutaraldehyde 2 % และเก็บในภาชนะรักษาอุณหภูมิประมาณ 20 องศาเซลเซียส

2.2.2 การเก็บตัวอย่างน้ำและการวิเคราะห์ คุณภาพน้ำ ภาคสนาม

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทุกจุดที่เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ โดยนำมาศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีบางประการดังนี้

(1) วัดอุณหภูมิของน้ำและอากาศ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์

(2) วัดค่าการนำไฟฟ้า โดยใช้ conductivity meter ชุด electrode kit

(3) วัด pH ของน้ำ โดยใช้ pH meter ชุด electrode kit

(4) วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ โดยใช้ oximeter ชุด electrode kit

(5) วัดปริมาณของแข็งที่ละลาย (total dissolved solids) โดยใช้ conductivity meter

นอกจากนี้ยังทำการศึกษาลักษณะสภาพแวดล้อมของจุดเก็บตัวอย่างแต่ละจุด โดย

1. วัดค่าสูงจากระดับน้ำทะเล (altitude) ด้วยเครื่องหาพิกัดตำแหน่งและนำร่องด้วยดาวเทียม GPS
2. ศึกษาความลึกของแหล่งน้ำบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง แต่ละจุดโดยใช้ไม้เมตร
3. ศึกษาลักษณะของ substrate

โดยการศึกษาลักษณะพื้นท้องน้ำ ความกว้างของลำน้ำ โดยแบ่งลำน้ำแม่สาในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างออกเป็น 5 ส่วน ตามยาวแต่ละส่วนจะมีความกว้าง 1 เมตร

ก. ทำการวัดความกว้างของลำน้ำในแต่ละส่วนในขณะเดียวกัน จะทำการวัดความลึกของลำน้ำ โดยแบ่งวัดระดับความลึกออกเป็น 5 จุดตามแนวทางของลำน้ำ

ข. ในแต่ละจุดที่วัดความลึกจะทำการศึกษาลักษณะพื้นท้องน้ำไปด้วยโดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างพื้นท้องน้ำนำมาเป็นข้อมูลลักษณะพื้นท้องน้ำ เพื่อนำมาประกอบกับแผนที่ของจุดเก็บตัวอย่าง

เมื่อได้ค่าของความยาว ความกว้างและความลึกของลำน้ำแล้ว นำมาวาดเป็นแผนภาพ ซึ่งจะวาดร่วมกับข้อมูลของลักษณะพื้นท้องน้ำตามขั้นตอน ข. จะได้แผนที่ลักษณะของท้องน้ำที่สมบูรณ์

2.2.3 การศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีในห้องปฏิบัติการ

(1) เก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดโพลีเอทธิลีน มาทำการไตเตรทหาค่าความเป็นด่าง (alkalinity) โดยใช้วิธี Phenolpthalein methyl orange indicator (APHA, 1992) (ภาคผนวก ก)

(2) เก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดโพลีเอธิลีนเพื่อนำมาวัดความขุ่น โดยใช้ turbidity meter

(3) เก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดบีโอดีใส fixed ด้วย $MnSO_4$ และ Alkaline Iodine Azide (AIA) เก็บตัวอย่างไว้ในที่เย็นเพื่อรอนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ

ออกซิเจนที่ละลายในน้ำด้วยวิธีไตเตรทโดยใช้ Azide modification method (APHA, 1992) (ภาคผนวก ก)

(4)หาค่าปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD_5)

(5)หาปริมาณสารอาหาร ไนเตรท ไนโตรเจน,ไนไตรท์ ไนโตรเจน, แอมโมเนียม ไนโตรเจน, Soluble Reactive Phosphorus และ ฟอสฟอรัสทั้งหมด (ภาคผนวก ก)

2.4 การศึกษาแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่

2.4.1 แพลงก์ตอนพืช

วินิจฉัยชนิดของแพลงก์ตอนพืชจากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ตัวอย่างเช่น

- Huber –Pestalozzi (1938)
- Withford and Schumancher (1969)
- Prescott (1970)
- Barber and Haworth (1981)
- Huber –Pestalozzi (1983)
- Huber –Pestalozzi (1984)
- Comas and Komarek (1984)
- Comas (1989)
- Peerapornpisal (1996)
- Sims *et. al.* (1996)

นับจำนวนแพลงก์ตอนพืช โดยใช้วิธีการนับทั้งหมด (whole count) (Rott, 1981)

ทำการถ่ายรูป โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิด compound microscope และ scanning electron microscope (SEM) เพื่อการวินิจฉัยให้ถึงระดับ species และเก็บไว้เป็นหลักฐานต่อไป

2.4.2 สาหร่ายขนาดใหญ่

วินิจฉัยชนิดของสาหร่ายขนาดใหญ่ โดยใช้หนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

- Desicachary(1959)
- Drouet (1968)
- Withford and Schumancher (1969)
- Prescott (1970)
- Drouet (1981)
- Sheath (1984)
- Martin and Whitton(1987)

- Komarek (1989)
- Entwisle (1989)
- Necchi (1990)
- Kumano (1993)
- Sheath (1994)
- Lokhorst (1999)

ทำการถ่ายรูปใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิด compound microscope เพื่อการวินิจฉัยให้ถึงระดับ species และเก็บไว้เป็นหลักฐานต่อไป

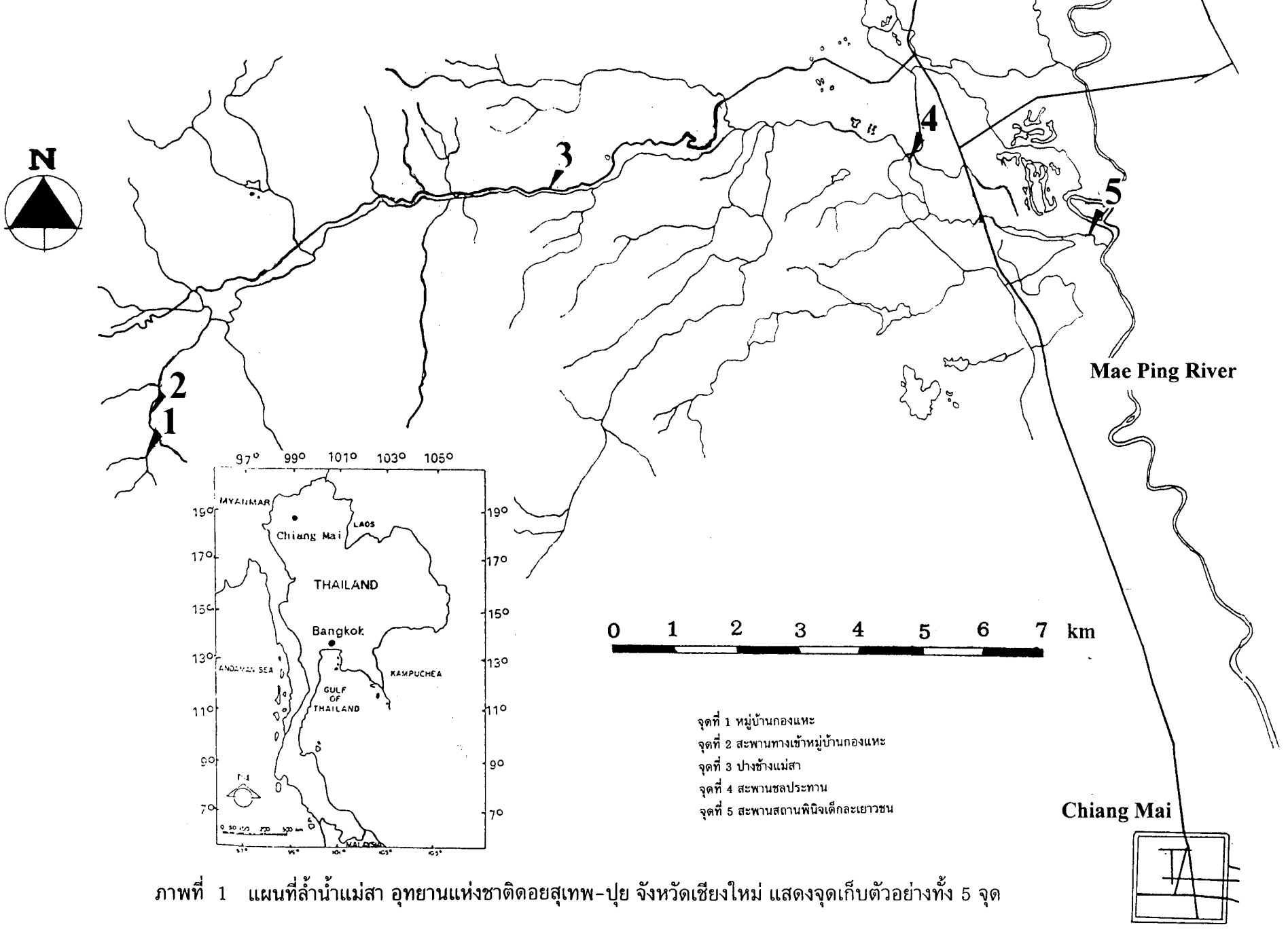
3. สถานที่ทำการวิจัย

3.1 ลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

3.2 ห้องปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

4. ระยะเวลาทำการวิจัย

1 ปี 6 เดือน โดยเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง เริ่มจากเดือนเมษายน 2541 ถึงเดือนกันยายน 2542



ภาพที่ 1 แผนที่ลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ แสดงจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด

BRT 541027

บทที่ 4
ผลการวิจัย

1. สภาพแวดล้อมของลำน้ำแม่สา

ลำน้ำแม่สาเป็นลำน้ำขนาดเล็กและมีความแตกต่างกันของลำน้ำตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ จากความแตกต่างอันนี้เราได้เลือกจุดเก็บตัวอย่างมา 5 จุดตลอดลำน้ำ ซึ่งจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดนี้มีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนดังนี้คือ

1. จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 หมู่บ้านกองแหะ ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,075 เมตร ลักษณะของลำน้ำจะเป็นบริเวณต้นน้ำ ลำธาร ยังไม่มีการรบกวนของการเกษตรกรรมมากนัก ลักษณะลำน้ำจะมีความกว้างค่อนข้างแคบ ประมาณ 1-1.5 เมตร พื้นท้องน้ำมีลักษณะเป็นก้อนหินขนาดเล็กและกรวด บริเวณ 2 ฝั่งของลำน้ำจะมีการปกคลุมของต้นไม้ใหญ่และวัชพืชในช่วงระยะแรกที่ทำการวิจัย จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ไม่ได้รับการรบกวนอย่างสิ้นเชิง ยังคงมีลักษณะเป็นต้นน้ำลำธารตามธรรมชาติ แต่ในช่วงปลายของการทำวิจัย ลำน้ำจะถูกรบกวนเล็กน้อยจากการเกษตรกรรม ซึ่งส่งผลให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยแต่ไม่มากนัก(ภาพที่ 31-48)

2. จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ จะมีลักษณะเป็นลำธารขนาดเล็กมีความกว้าง 1-2 เมตร ลักษณะพื้นท้องน้ำจะเป็นทรายและก้อนหินขนาดใหญ่ ความเร็วของกระแสน้ำค่อนข้างน้อย สองฝั่งของลำน้ำจะปกคลุมด้วยต้นไม้ขนาดใหญ่(ภาพที่ 31-48)

3. จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ปางช้างแม่สา ต.แม่สาน้อย อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ จุดนี้จะมีลักษณะของลำธารที่กว้างประมาณ 3-5 เมตร น้ำจะไหลแรงและเร็ว ท้องน้ำส่วนใหญ่จะเป็นก้อนหินขนาดใหญ่และจะมีทรายเล็กน้อย น้ำบริเวณนี้จะมีลักษณะขุ่น จากการที่ดิน 2 ฝั่งเป็นดินแดง ซึ่งจะพังทลายได้ง่ายสองฝั่งลำน้ำจะปกคลุมด้วยวัชพืชขนาดเล็ก และมีต้นไม้ใหญ่บ้างเล็กน้อย จุดเก็บตัวอย่างนี้จะเป็นจุดที่ได้รับของเสียมากที่สุดจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดในปางช้างแม่สา เช่น ขยะจากนักท่องเที่ยว รวมไปถึงของเสียจากช้างและหมู่บ้านคนเลี้ยงช้าง ทำให้ปริมาณของสารอาหารในจุดเก็บตัวอย่างนี้มีปริมาณสูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่นๆ นอกจากนั้นในช่วงฤดูฝนที่มีน้ำมากและฝนตกบ่อยจะทำให้มีการละลายของสสารลงสู่แหล่งน้ำมากกว่าปกติทำให้น้ำในอ่างน้ำอาจจัดอยู่ในระดับ eutrophic ได้(ภาพที่ 31-48)

4. จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 สะพานชลประทานแม่สา ต.แม่สา อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ เป็นจุดเก็บตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นลำธารคดเคี้ยวไปมา โดยจะมีการก่อสร้างซีเมนต์เป็นแนวตามขอบของลำธารด้านหนึ่งจึงทำให้ความลึกของลำน้ำจะมีลักษณะที่ลึกในด้านที่ติดกับขอบซีเมนต์ จากการที่มีการคดเคี้ยวของลำธารในอ่างนี้ทำให้บางครั้งกระแสน้ำค่อนข้างที่จะเร็ว พื้นท้องน้ำส่วนใหญ่จะเป็นก้อนกรวดซึ่งเหมาะสมกับการเจริญของสาหร่ายพวกเกาะติด สองฝั่งของลำน้ำจะปกคลุมด้วยวัชพืช เช่น ไมยราพและหญ้าคา ในช่วงฤดูแล้ง ปริมาณน้ำน้อยลงอย่างเห็นได้จัดจะเหลือเพียงลำธารส่วนที่ลึก กว้างเพียง 0.5-2 เมตรเท่านั้น(ภาพที่ 31-48)

5. จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 สะพานสถานพินิจเด็กและเยาวชนแม่สา ต.แม่สาหลวง อ.แม่ริม จ. เชียงใหม่ จุดเก็บตัวอย่างน้ำจะเป็นจุดเก็บตัวอย่างสุดท้ายก่อนที่ลำน้ำแม่สาจะไหลลงสู่แม่น้ำปิงต่อไป โดยลำธารอ่างนี้จะมีความกว้างมาก ประมาณ 5-8 เมตร โดยลักษณะพื้นท้องน้ำส่วนใหญ่จะเป็นทราย ความเร็วกระแสน้ำน้อยมาก 2 ฝั่งของลำน้ำถูกปกคลุมด้วยวัชพืชเล็กน้อย โดยจะมีมากในฤดูฝน แต่ลำน้ำส่วนใหญ่จะไม่ถูกปกคลุม(ภาพที่ 31-48)

2. ชนิดและจำนวนของแพลงก์ตอนพืช

จากการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนเมษายน 2541-กันยายน 2542 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 6 ดิวิชั่น 163สปีชีส์ (ตารางที่ 1,3) แพลงก์ตอนพืชที่พบในลำน้ำแม่สา ส่วนใหญ่จะเป็นแพลงก์ตอนพืชใน Division Bacillariophyta ซึ่งได้แก่ diatom ซึ่งพบมากถึง 67% ของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด รองลงมาคือ Division Chlorophyta 12%, Division Cyanophyta 6%, Division Euglenophyta 2%, Division Cryptophyta 2% และ Division Pyrrhophyta 1% (ภาพที่ 2) โดยแพลงก์ตอนพืชที่พบมากที่สุด ได้แก่ *Fragilaria* ulna var. *aequalis*., *Fragilaria capucina*, *Nitzschia dissipata*, *Nitzschia* sp1. และ *Navicula cryptolenella*, *Navicula viridula*, *Cymbella tumida*, *Aulacoseira granulata*, *Aulacoseira varians*, *Planktolyngbya lemnitica* ซึ่งแพลงก์ตอนพืชที่อยู่ในกลุ่ม diatom จะพบตลอดทั้งลำน้ำและทุกฤดูกาล(ตารางที่ 1)

ส่วนปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่ไม่อยู่ในกลุ่ม diatom พบว่าจะมีความสัมพันธ์กับฤดูกาล โดยในฤดูฝนจะพบปริมาณของแพลงก์ตอนพืชน้อยกว่าฤดูร้อนและฤดูหนาว ซึ่งแพลงก์ตอนพืชใน Division Chlorophyta จะพบมากในฤดูหนาว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *Closterium erhenbergii* และ *Closterium* spp. จะพบเป็น Dominant species ส่วนสาหร่ายสีเขียว *Scenedesmus* spp., *Dictyospherium ehrenberginum* พบในจุดเก็บตัวอย่างตลอดทั้งลำน้ำ นอกจากนั้นในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3,4 และ 5 ในช่วงร้อนและฤดูฝนพบแพลงก์ตอนพืชใน Division Cyanophyta เช่น *Plangtolyngbya lemnitica* เป็นสปีชีส์เด่น นอกจากนี้ยังพบ *Cylindrospermopsis raciborskii* และ *Pseudanabaena* ในปริมาณมากอีกด้วย ส่วนแพลงก์ตอนพืชในดิวิชั่น Euglenophyta จะพบตั้งแต่จุดเก็บตัวที่ 2 เป็นต้นไป ยกเว้น *Trachelomonas* spp. ที่พบในทุกจุดเก็บตัวอย่าง (ตารางที่ 1)

แพลงก์ตอนพืชมีการกระจายตัวในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างแตกต่างกันโดยจุดที่พบความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชมากที่สุดคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (สะพานชลประทานแม่สา ต.แม่สา อ. แม่ริม จ.เชียงใหม่)ส่วนจุดที่พบความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุดคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (ปางช้างแม่สา ต.แม่สาน้อย อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่)

3. ชนิดและปริมาณของสาหร่ายขนาดใหญ่

จากการศึกษาสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนเมษายน 2541-กันยายน 2542 พบสาหร่ายขนาดใหญ่ทั้งหมด 57 สปีชีส์ ในดิวิชั่น Chlorophyta, Cyanophyta, Rhodophyta และ Xanthophyta (ตารางที่ 2,4 และภาพที่ 3) จุดที่พบความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่ สูงที่สุดคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 2(สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จังหวัดเชียงใหม่) ส่วนจุดที่พบความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่น้อยที่สุดคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 3(ปางช้างแม่สา ต.แม่สาน้อย อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่)

สาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบมากที่สุดในลำน้ำแม่สาคือ *Cladophora glomerata* รองลงไปคือ *Mougeotia scaralis* และ *Spriogyra* sp. 2 ซึ่งจะพบในทุก ๆ จุดเก็บตัวอย่าง

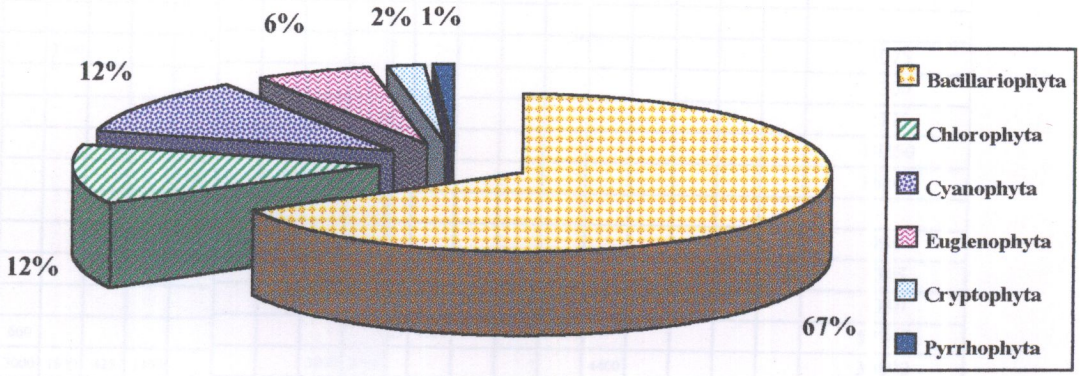
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 จะพบสาหร่ายขนาดใหญ่ในกลุ่มสาหร่ายสีแดงเป็นสปีชีส์เด่นคือ *Batrachospermum macrosporum* และ *Batrachospermum vugum* ซึ่งจะพบมากในฤดูฝนและฤดูหนาว ช่วงเดือน ตุลาคมถึงมีนาคม ส่วนสาหร่ายสีแดงอีกชนิดคือ *Nemalionopsis shawii* จะพบเป็นสปีชีส์เด่นในฤดูร้อน ยกเว้นสาหร่ายสีแดง *Compsopogon coeruleus* จะพบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2, 4 และ 5 ในช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ใน division Cyanophyta คือ *Nostoc carnium*, *Nostoc commune*, *Nostoc linkia* และ *Nostochopsis lobatus* จะพบในช่วงฤดูฝน

ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 สาหร่ายสปีชีส์เด่นจะเป็นสาหร่ายสีเขียว เช่น *Mougeotia scaralis*, *Spirogyra* sp.2, *Rhizoclonium crassipellitum* เป็นต้น จุดเก็บตัวอย่างนี้จะเป็นจุดที่มีความหลากหลายสูงที่สุด ซึ่งจะเด่นชัดในฤดูร้อนต่อกับฤดูฝน(มีนาคม-กันยายน)

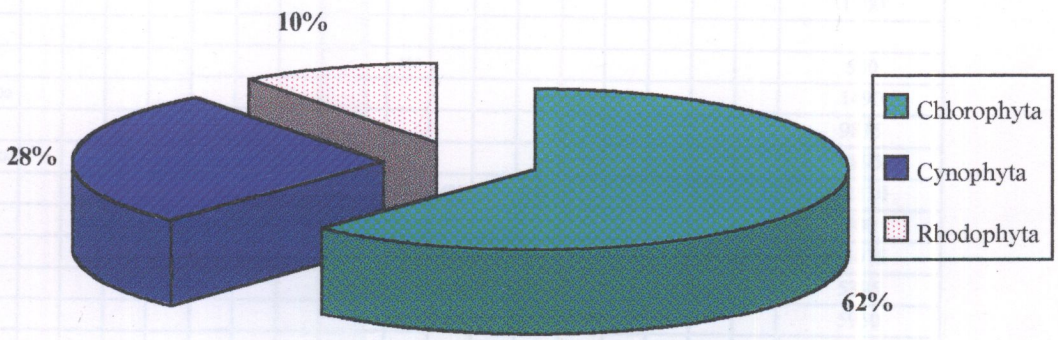
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 เป็นจุดที่มีความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่น้อยที่สุดโดยจะพบสาหร่ายขนาดใหญ่สปีชีส์เด่นคือ *Cladophora glomerata* เป็นสปีชีส์เด่น

ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 และ 5 จะพบว่าในฤดูฝนจะมีสาหร่ายขนาดใหญ่น้อยมาก ส่วนในฤดูร้อนและหนาวจะพบว่าสาหร่ายสปีชีส์เด่นคือ *Spirogyra* spp. *Cladophora glomerata*, และ *Compsopogon coeruleus* ส่วนในฤดูฝนจะพบเพียง *Cylindrospermum majus* ขึ้นอยู่บนดินริมฝั่งลำน้ำ (ตารางที่ 1)

จะเห็นได้ว่าการกระจายตัวของสาหร่ายขนาดใหญ่จะขึ้นอยู่กับลักษณะสภาพแวดล้อม เช่น ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 มีคุณภาพน้ำดีมาก มีสารอาหารน้อย และมีอุณหภูมิต่ำจะพบสาหร่ายสีแดง *Batrachospermum* spp. และ *Nemalionopsis shawii* ส่วนในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 และ 5 ในฤดูฝนจะมีปริมาณน้ำมากพบว่าสาหรายขนาดใหญ่ที่พบจะน้อยชนิดมากและส่วนใหญ่ที่พบจะเป็นพวกที่มี hold fast เอาไว้ต้านกระแสน้ำ และอีกประการคือความขุ่น โดยในฤดูฝนจะมีผลกระทบจากน้ำที่ไหลผ่านพื้นดินลงมาทำให้น้ำขุ่นจะพบสาหร่ายที่สามารถ เจริญได้ในสภาพน้ำที่ขุ่นและมีสภาวะการสังเคราะห์แสงที่จำกัด เช่น *Cladophora* spp. ซึ่งจะเห็นได้ชัดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 สาหร่ายที่พบส่วนใหญ่ จะเป็น *Cladophora glomerata*



ภาพที่ 1 เปอร์เซ็นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละดิวิชั่นที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1ปี 6 เดือน (เมษายน 2541 – กันยายน 2542)



ภาพที่ 2 เปอร์เซ็นของสาหร่ายขนาดใหญ่ในแต่ละดิวิชั่นที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1ปี 6 เดือน (เมษายน 2541 – กันยายน 2542)

ตารางที่ 3 บัญชีรายชื่อแพลงก์ตอนพืชที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1ปี 6 เดือน(เมษายน 2541 - กันยายน 2542)

Phytoplankton

Division Cyanophyta

Order Chroococcales

Family Chroococcaceae

Chroococcus sp.
Merismorpedia punctata Meyen
Merismorpedia sp.

Order Oscillatoriales

Family Oscillatoriaceae

Oscillatoria sp.1
Oscillatoria sp.2
Planktolyngbya lemmnetica Lemmermann*
Planktolyngbya sp.1
Planktolyngbya sp.2

Order Nostocales

Family Nostocaceae

Anabaena spiroides Klebahn
Anabaena sp.1
Cylindrospermopsis philippinensis (Taylor) Ka.
Cylindrospermopsis raciborskii (Woloze.) Seeneyya and Subba.
Nostoc sp.
Pseudanabaena sp.*

Division Chlorophyta

Order Volvocales

Fam Volvocaceae

Chlamydomonas sp.

Order Tetrasporales

Family Tetrasporaceae

Tetraspora sp.

Order Chlorococcles

Family Palmellaceae

Sphaerocystis sp.

Family Oocysaceae

Ankistrodesmus sp.
Chlorella sp.
Oocystis sp.

Family Dictyosphaeriaceae

Botryococcus sp.
Dictyosphaerium ehrenberginum Nägeli

Family Scenedesmaceae

Coelastum sp.1
Scenedesmus quadricauda var.*maxima*
Scenedesmus opoliensis P.Richt.
Scenedesmus javanensis Chod.

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Phytoplankton

Family Scenedesmaceae
Tetrastrum sp.
Family Hydrodictyceae
Pediastrum simplex Meyen
Pediastrum tetras (Ehrenberg) Ralfs
Family Desmidiaceae
Closterium acutum Brébisson
Closterium acerosum (Schrank) Her. ex Ralfs
Closterium ehrenbergii Nägeli
Closterium gracile Brébisson
Closterium sp.1
Cosmarium ambedia Lemmermann
Cosmarium sp.1
Monoraphidium arcuatum (Kors.) Hindak
Monoraphidium sp.1
Spondylosium sp.
Staurastrum sp.
Staurodesmus sp.

Division Euglenophyta
Order Euglenales
Family Euglenaceae
Euglena sp.1
Phacus logicauda Ehrenberg
Phacus sp.1
Strombomonas sp.
Trachelomonas hispida (Perty) Stein
Trachelomonas volvocina Ehrenberg*
Trachelomonas sp.1
Trachelomonas sp.2

Division Bacillariophyta
Order Centrales
Family Coscinodiscaceae
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simmonsen*
Aulacosera islandrica (O. Müller) Simonsen
Aulacosira sp.1
Cyclotella sp.1
Melosira varians Agardh*
Family Fragilariaceae
Fragilaria capucina Desmazieres
Fragilaria crotonensis Kitton
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lang-Bertalot*
Fragilaria virescen Ralfs
Fragilaria sp.1*
Fragilaria sp.2*
Fragilaria sp.3*
Syndra montana Krasske
Syndra sp.

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Phytoplankton

Family Eunotiaceae
- *Eunotia* sp.*

Family Achnanthaceae
- *Achnanthes helvetica* (Hustedt) Lange-Bertalot
- *Achnanthes lanceolata* (Brébisson) Grunow
- *Achnanthes oblongella* Oestrup
- *Achnanthes* sp.1
- *Cocconeis confusa* Lange-Bertalot
- *Cocconeis placentula* Ehrenberg
- *Cocconeis* sp.1

Family Naviculaceae
- *Caloneis bacillum* (Grunow) Cleve
- *Caloneis* sp.1
- *Diploneneis* sp.1
- *Frusturia sp.*
- *Gyrosigma eximium* Boyer
- *Gyrosigma scalproides* (Rabenhorst) Cleve
- *Gyrosigma spencerii* (W. Smith) Cleve
- *Gyrosigma* sp.1
- *Gyrosigma* sp.2
- *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot*
- *Navicula disjuncta* Hustedt
- *Navicula elginensis* (Gregory) Ralfs
- *Navicula eidrigiana* J. A. Carter
- *Navicula exigua* (Gregory)O. Muller
- *Navicula festiva* Krasske
- *Navicula graschopfii* Hustedt
- *Navicula laevissima* Kützing var. *Leavissima*
- *Navicula levanderii* Hustedt
- *Navicula placentula* (Ehrenberg) Grunow
- *Navicula pseudoclamus* Ehrenberg
- *Navicula punctata* Ehrenberg
- *Navicula rhynachocephala* Kützing
- *Navicula striolata* (Grunow) Lange-Bertalot
- *Navicula tuscula* (Ehrenberg) Grunow
- *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg*
- *Navicula* sp.1*
- *Navicula* sp.2
- *Navicula* sp.3
- *Navicula* sp.4
- *Navicula* sp.5
- *Navicula* sp.6*
- *Navicula* sp.7*
- *Navicula* sp.8

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Phytoplankton

Family Naviculaceae
- *Neidium* sp.
- *Pinnularia mesolepta* (Ehrenberg) W. Smith
- *Pinnularia platycephala* Ehrenberg
- *Pinnularia* sp.1*
- *Pinnularia* sp.2*
- *Sturoneis smithii* Grunow
- *Sturoneis* sp.1

Family Cymbellaceae
- *Amphora libyca* Ehrenberg
- *Cymbella hustedii* Krasske
- *Cymbella naviculoformis* Auerwald
- *Cymbella tumida* (Brebisson) Van Heurck*
- *Cymbella* sp.1*
- *Cymbella* sp.2
- *Cymbella* sp.3
- *Gomphonema augur* Ehrenberg
- *Gomphonema constrictum* Ehrenberg
- *Gomphonema* sp.1*

Family Epithemiaceae
- *Epithemia longicornis* (Ehrenberg) W. Smith
- *Epithemia* sp.1
- *Rhoicosphenia sp.*
- *Rhopalodia* sp.

Family Nitzschiaceae
- *Bacillaria paradoxa* Gmelin
- *Bacillaria* sp.1
- *Hantzschia* sp.
- *Nitzschia amphibia* Grunow
- *Nitzschia arhibaldii* Lange-Bertalot
- *Nitzschia disjuncta* Kützing
- *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow
- *Nitzschia fossalis* Grunow
- *Nitzschia hungarica* Grunow
- *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith*
- *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith
- *Nitzschia radicula* Hustedt
- *Nitzschia vitrea* Norman
- *Nitzschia* sp.1*
- *Nitzschia* sp.2
- *Nitzschia* sp.3
- *Nitzschia* sp.4
- *Nitzschia* sp.5
- *Nitzschia* sp.6
- *Nitzschia* sp.7

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Phytoplankton

Family Surirellaceae
Cymatopleura sp.
Surirella angusta Kützing
Surirella bifons Ehrenberg
Surirella biseriata Kützing
Surirella capronii Brébisson
Surirella robusta Ehrenberg
Surirella spiralis Kützing
Surirella sp.1
Surirella sp.2*
Surirella sp.3
Surirella sp.4

Division Pyrrhophyta
Order dinokontae
Family Peridiniaceae
Peridinium imbonatum Stain
Peridinium sp.

Division Cryptophyta
Family Cryptochrysidaceae
Chroomonas sp.
Rhodomonas sp.
Family Cryptomonadaceae
Cryptomonas sp.

หมายเหต * คือ สปีชีส์เด่น(Dominant species)

ตารางที่ 4 บัญชีรายชื่อสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541 - กันยายน 2542)

Macroalgae

Division Cyanophyta

Order Oscillatoriales

Family Oscillatoriaceae

Lyngbya aeruginosa Gomont
Lyngbya retzii (Ag.) Gomont
Lyngbya sp.1
Oscillatoria acuminata Gomont
Oscillatoria lacustris Geitler
Oscillatoria meslini Fremmy
Oscillatoria mucosa Geitler
Oscillatoria princeps Vaucher
Oscillatoria quadripunctulata
Oscillatoria tenuis Gomont
Oscillatoria sp.1
Oscillatoria sp.2*

Order Nostocales

Family Nostocaceae

Cylindrospermum majus Kützing
Cylindrospermum stagnale Agardh
Gleotrichia longiarticulata G. S. West
Nostoc carneum C.A. Agardh
Nostoc commune Vaucher*
Nostoc ellipsosporum
Nostoc linkia (Roth) Bornet & Thuret
Nostoc muscorum Agardh

Family Scytonemataceae

Tolypothrix distorta Kützing

Family Rivulariaceae

Calothrix sp.

Family Stigeonemataceae

Nostochopsis lobatus (Dillw) Wood

Division Chlorophyta

Order Chlorococcales

Family Palmellaceae

Palmella mucosa Kützing

family Hydrodictyceae

Hydrodictyon recticulatum (L.) Langerhium

Order Tetrasporales

Family Tetrasporaceae

Tetraspora cylindrica C.A. Agardh

Family Gloeocystaceae

Gloeocystis ampla (Kützing) Langerhium
Gloeocystis echinulata (J.E.) Smith P. Richler
Gloeocystis longiarticulata G.S. West

ตารางที่ 4 (ต่อ)

Macroalgae

Family Gloeocystaceae
Gloeocystis vesialosa Nägeli
Order Siphonocladales
Family Chladophoraceae
Cladophora albida Kützing
Cladophora glomerata Kützing
Cladophora fracta (Dillw.)Kützing*
Cladophora lehmanniana Kützing
Rhizoclonium crassipellitum West & West
Rhizoclonium sp.1*
Family Zygnemataceae
Mougeotia scalaris Hassall*
Mougeotia sp.1
Spirogyra sp.1*
Spirogyra sp.2*
Spirogyra sp.3
Spirogyra sp.4
Spirogyra sp.5
Spirogyra sp.6
Order Oedogoniales
Family Oedogoniaceae
Oedogonium inclusum Hirn
Oedogonium kjullmanii Wittr.*
Oedogonium rivulare (Le Clerc) A. Branum
Oedogonium sp.1
Order Chaetophorles
Family Chaetophoraceae
Chaetophora sp.
Stigeoclonium flagelliferum Kützing
Stigeoclonium lubricum (Dillw.)Kützing *
Stigeoclonium subsecundum Kützing
Order Ulotrichales
Family Ulotrichiaceae
Ulothrix cylindricum Prescott
Ulothrix subtilissima Rabenhorst
Family Microsporaceae
Microspora floccosa West & West
Microspora pachyderma (Wille) Lagerheim

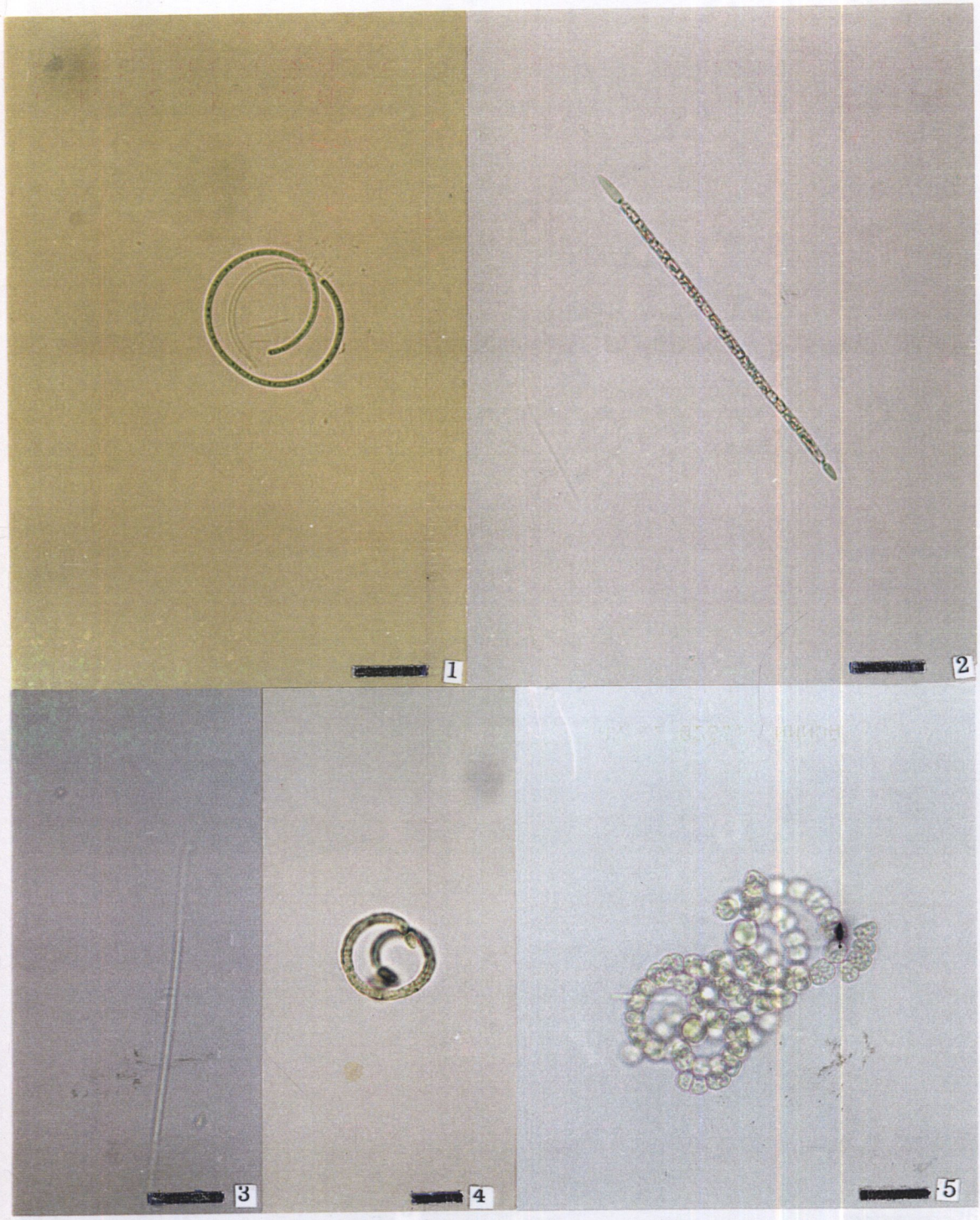
Division Rhodophyta

Order Nemalionales
Family Erythotrichaceae
Compsopogon coeruleus (Balbis) Montague

ตารางที่ 4 (ต่อ)

Macroalgae
Family Batrachospermaceae
Batrachospermun macrosporum Montague
Batrachospermun vugum Agradh
Family Thoreaceae
Nemalionopsis shawii Skuja
Divistion Xanthophyta
Order Vaucheriales
Family Vaucheriaceae
Vaucheria sp.

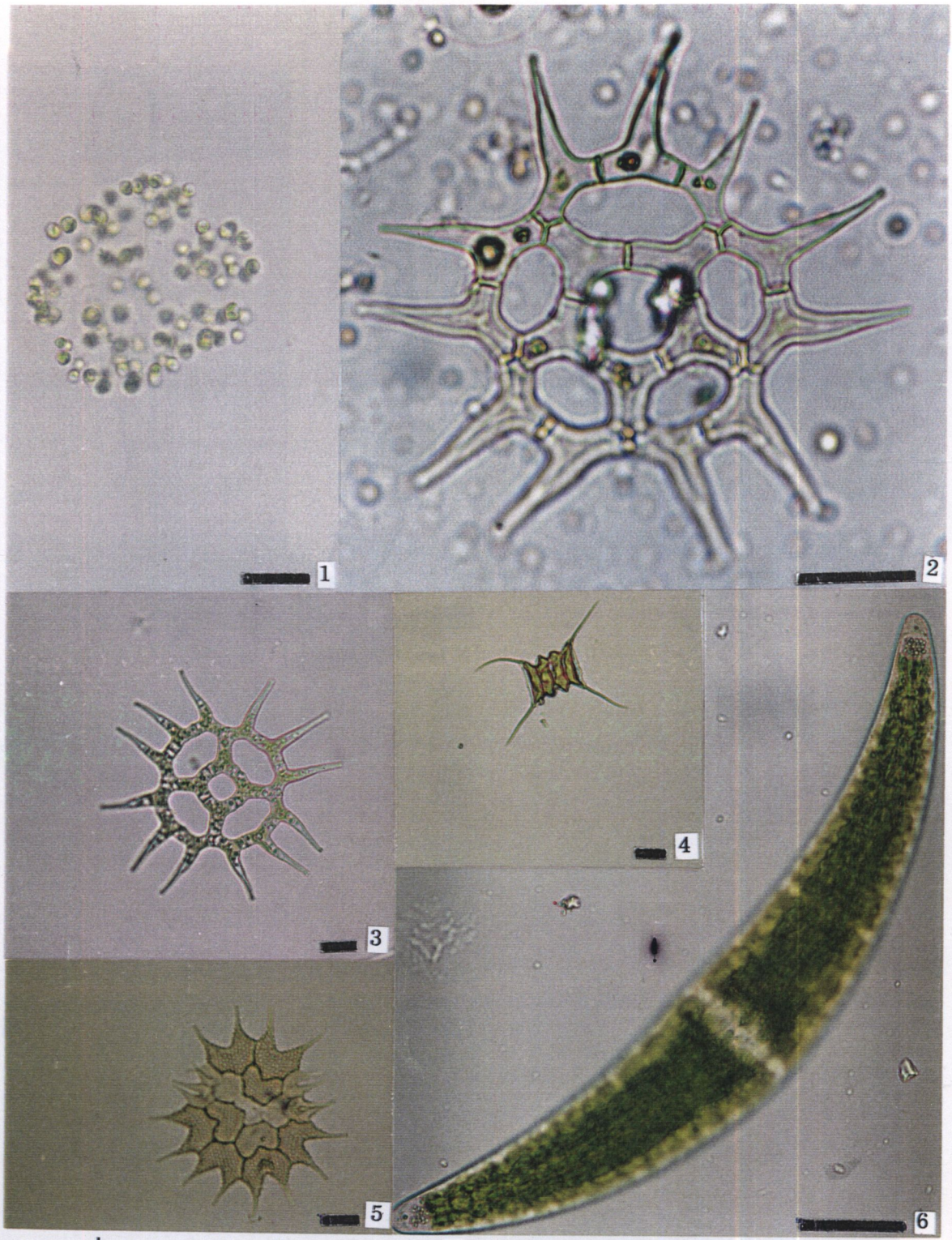
หมายเหตุ * เป็นสปีชีส์เด่น (dominant species)



แผ่นภาพที่ 1 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงของแพลงก์ตอนพืช Division Cyanophyta ที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยจังหวัดเชียงใหม่

1-*Planktolyngbya* sp.1, 2-*Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloze.) Seeneyya & Subba, 3-*Planktolyngbya limnetica* Lemmermann, 4-*Cylindrospermopsis philippinensis* (Taylor) Ka., 5-*Anabaena spiroides* Klebahn

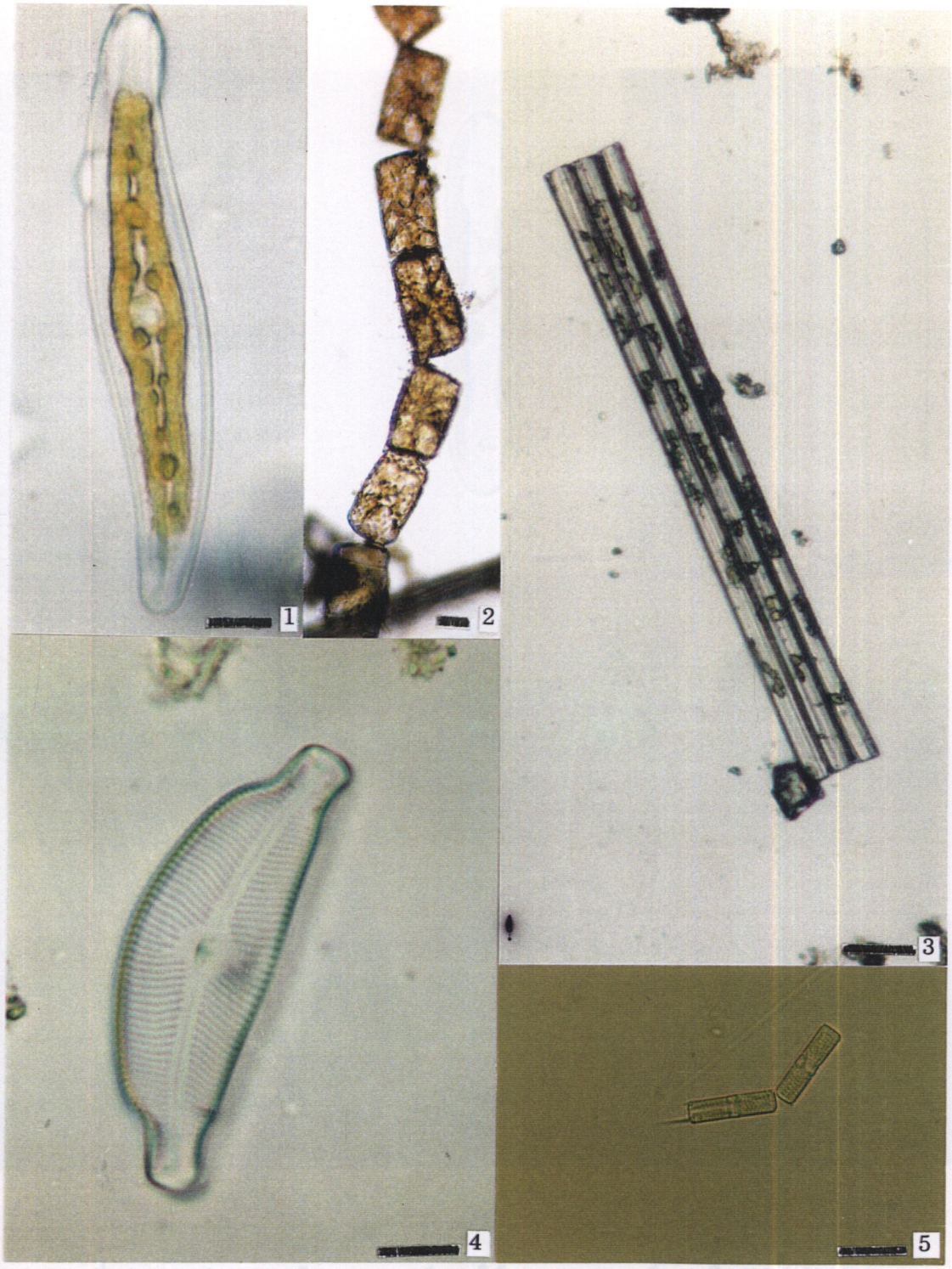
สเกล = 10 μm.



แผ่นภาพที่ 2 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงของแพลงก์ตอนพืช Division Chlorophyta ที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยจังหวัดเชียงใหม่

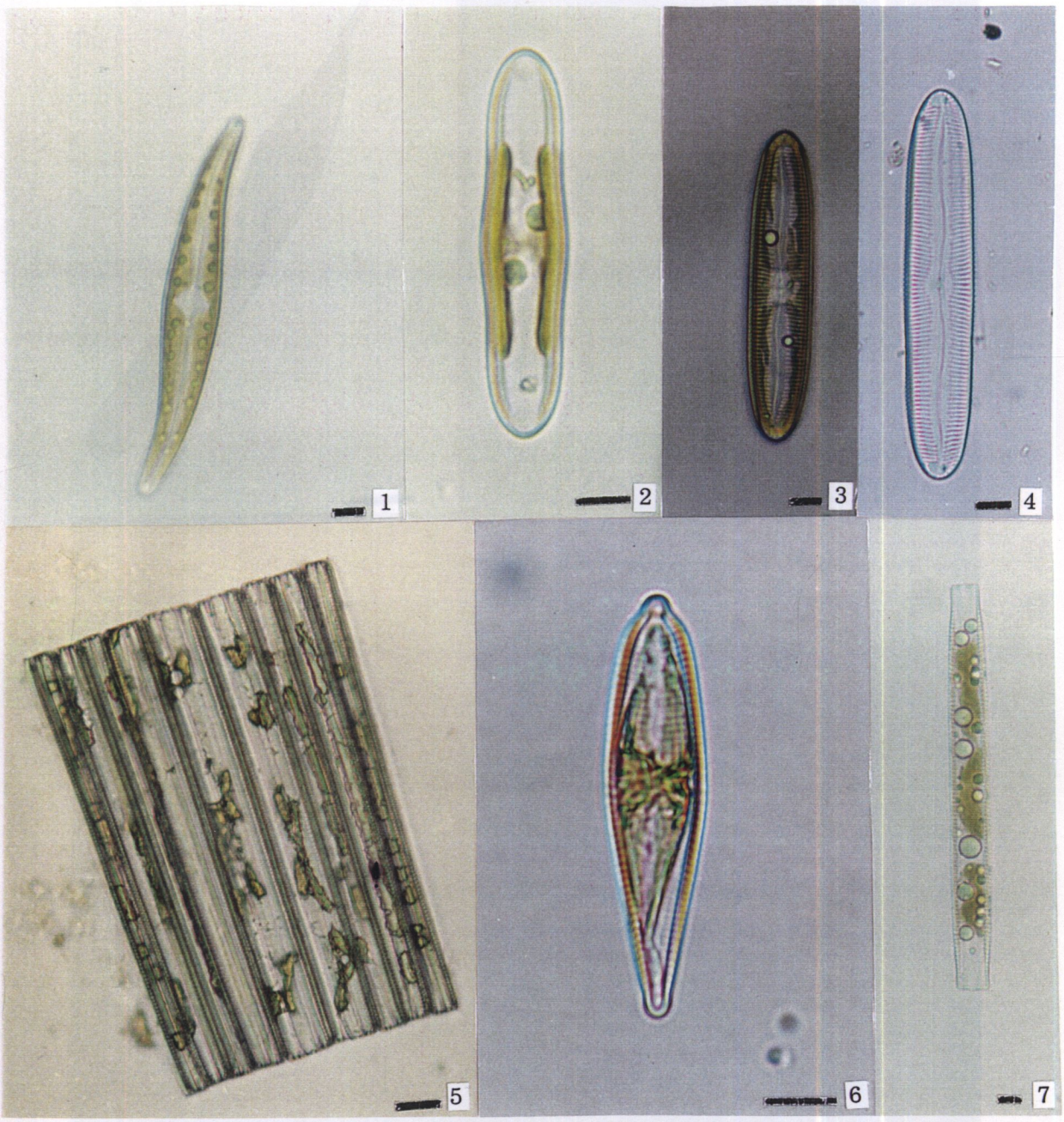
1-*Dictyospherium ehrenberginum* Nägeli, 2-*Pediastrum simplex* Meyen, 3-*Pediastrum* sp.2 , 4-*Scenedesmus quadricauda* var. *longispina* , 5-*Pediastrum* sp.3, 6-*Closterium ehrenbergii* Nägeli

สเกล = 10 µm.



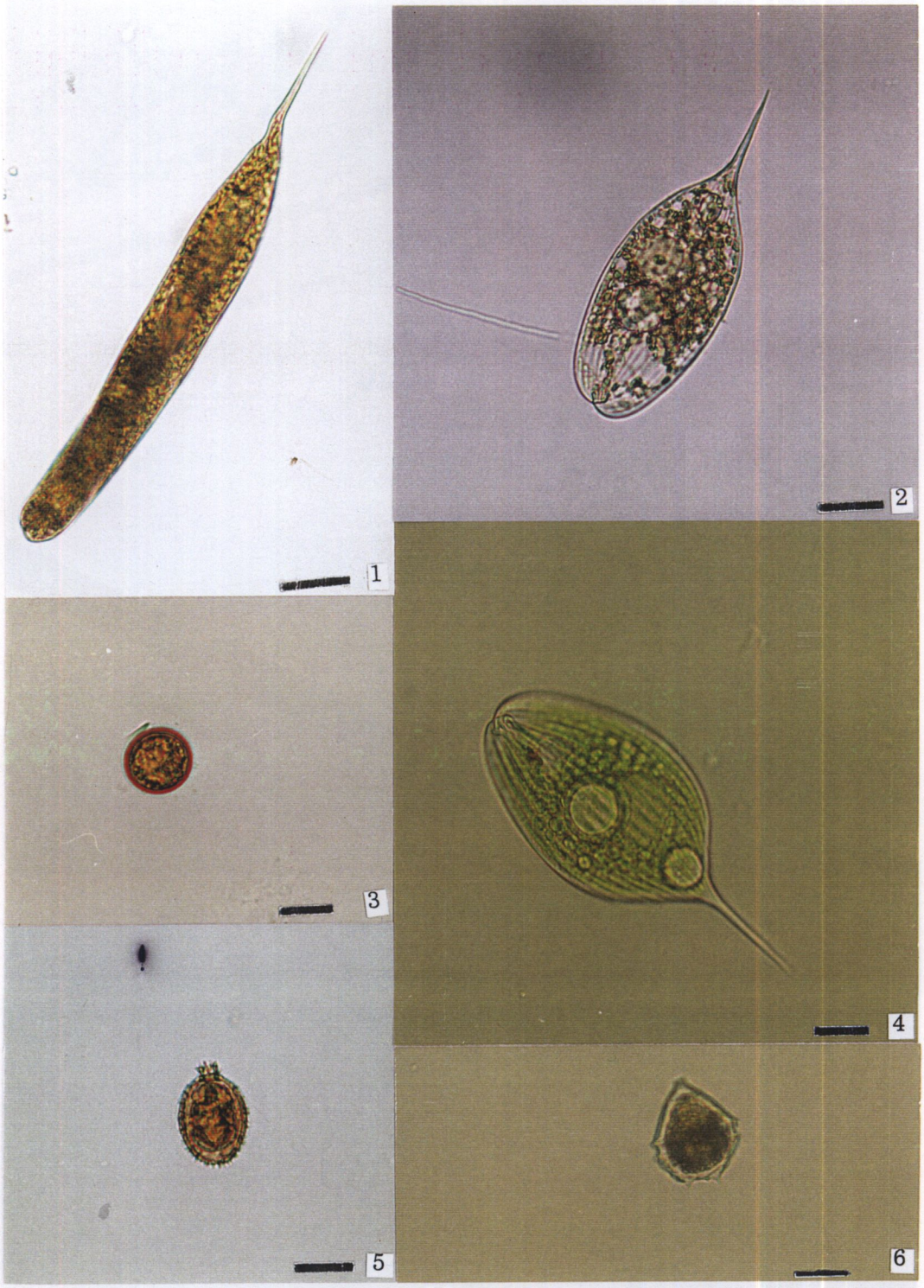
แผ่นภาพที่ 3 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงของแพลงก์ตอนพืช Division Bacillariophytaที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยจังหวัดเชียงใหม่

1-*Gyrosigma scalproides* (Ruben-horst) Cleve, 2-*Melosira varians* Agradh, 3-*Fragilaria ulna*(Nitzsch) Lange-Bertalot, 4-*Cymbella tumida* Brébission, 5-*Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simmonsen สเกล = 10 µm.



แผ่นภาพที่ 4 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงของแพลงก์ตอนพืช Division Bacillariophytaที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยจังหวัดเชียงใหม่

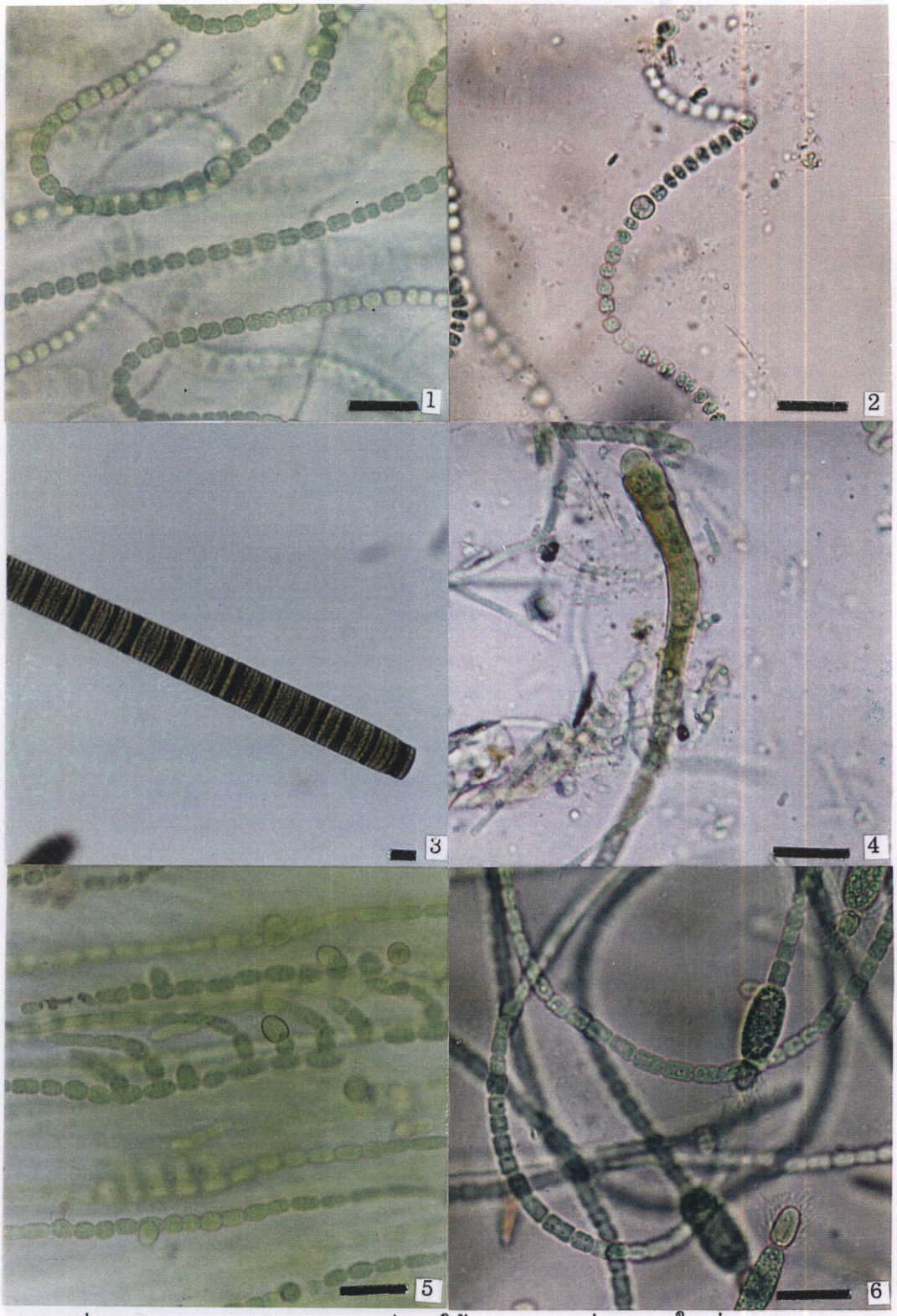
1-*Gyrosigma* sp.1, 2-*Caloneis* sp.1, 3,4-*Pinnularia* sp.1,
5-*Fragilaria* sp.1, 6-*Gomphonema augur* Ehrenberg,
6- *Fragilaria* sp.2(girdle view) สเกล = 10 µm.



แผ่นภาพที่ 5 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงของแพลงก์ตอนพืชที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอย สุเทพ-ปุยจังหวัดเชียงใหม่

1-*Euglena* sp.1, 2-*Phacus* sp.1, 3- *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg, 4-*Phacus* sp.2, 5-*Trachelomonas hispida* (Perty) Stein, 6-*Peridinium* sp.

สเกล = 10 μm.

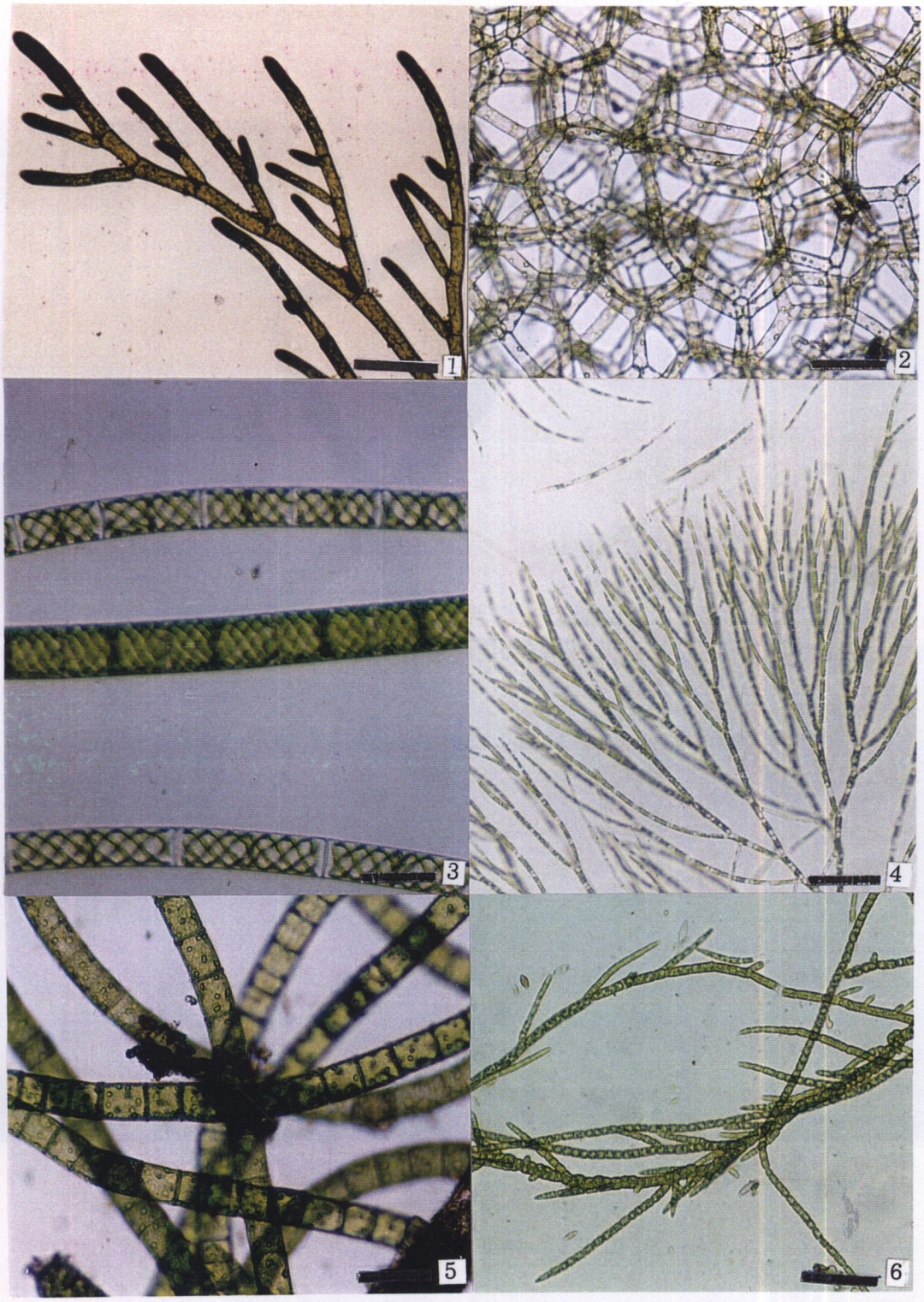


แผ่นภาพที่ 6 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงของสาหร่ายขนาดใหญ่ Division Cyanophyta ที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

1-*Nostoc ellipsosporum* var.*violacea* Rao., 2-*Nostoc linckia* (Roth) Born *et* Flab, 3- *Oscillatoria princeps* Vaucher, 4-*Calothrix* sp., 5-*Nostochopsis lobatus* (Dillw.) Wood, 6-*Cylindrospermum majus* Kützing สเกล = 100 μm.

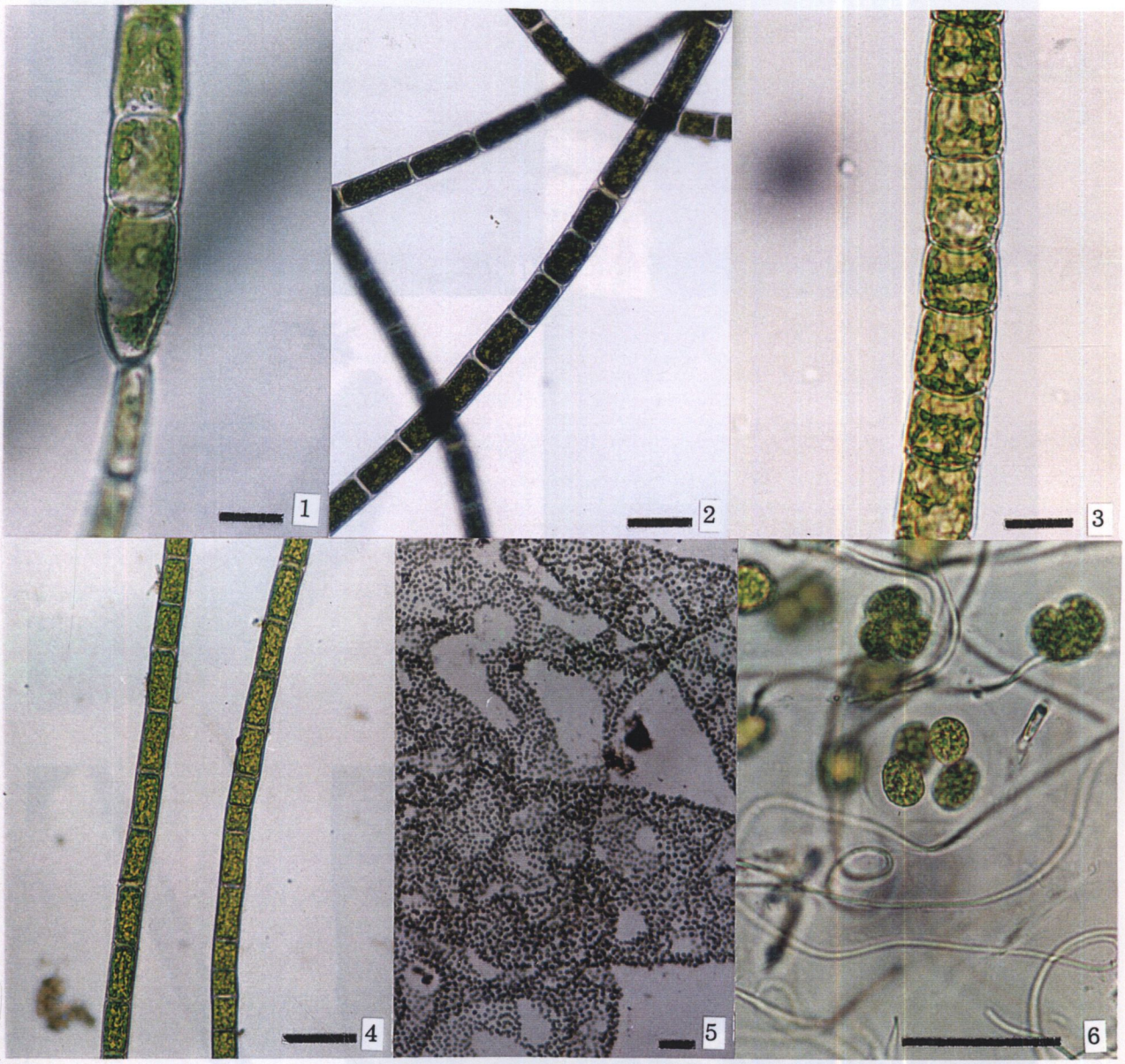
แผ่นภาพที่ 7 สาหร่ายขนาดใหญ่ Division Xanthphyta (1) และ Division Cyanophyta (2-7) ที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

1-*Vaucheria* sp., 2-*Cylindrospermum stagnale* Agardh, 3-*Lyngbya* sp., 4-*Nostoc muscorum* Bornet, 5-*Nostoc carneum* Agardh, 6-*Oscillatoria* sp.1, 7- *Oscillatoria meslini* Fremmy สเกล = 100 µm.



แผ่นภาพที่ 8 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงของสาหร่ายขนาดใหญ่ Division Chlorophyta ที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
1-*Cladophora glomerata* Kützing, 2-*Hydrodictyon recticulatum* (L.) Langerheim,3-*Spirogyra* sp. 4-*Chaetophora* sp., 5-*Mougeotia scaralis* Kützing, 6-*Stigeoclonium lubricum* (Dillw.) Kützing

สเกล = 100 µm.



แผ่นภาพที่ 9 สาหร่ายขนาดใหญ่ Division Chlorophyta ที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

1-*Oedogonium inclusum* Hirn., 2-*Microspora floccosa* Gom., 3-*Ulothrix subtilissima* Rabenhorst, 4-*Rhizoclonium classipelitum* West & West, 5-*Tetraspora cylindrica* Agardh, 6-*Palmella mucosa* Kützing

สเกล = 100 μm.

แผ่นภาพที่ 10 สาหร่ายขนาดใหญ่ Division Rhodophyta ที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ (1-3 ภาพถ่ายใต้กล้องจุลทรรศน์, 4-6 ภาพถ่ายจากสถานที่จริง)

1,4-*Batrachospermum macrosporum* Montague
2,5-*Nemalionopsis shawii* Skuja
3,6-*Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montague สเกล = 100 µm.

ลักษณะที่ใช้ในการวินิจฉัยและภาพวาดของสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

(กาจญจนภาชน์, 2530 ; ยุวดี 2538 ; Desicachary,1959 ; Entwisle, 1989 ; Necchi, 1990)

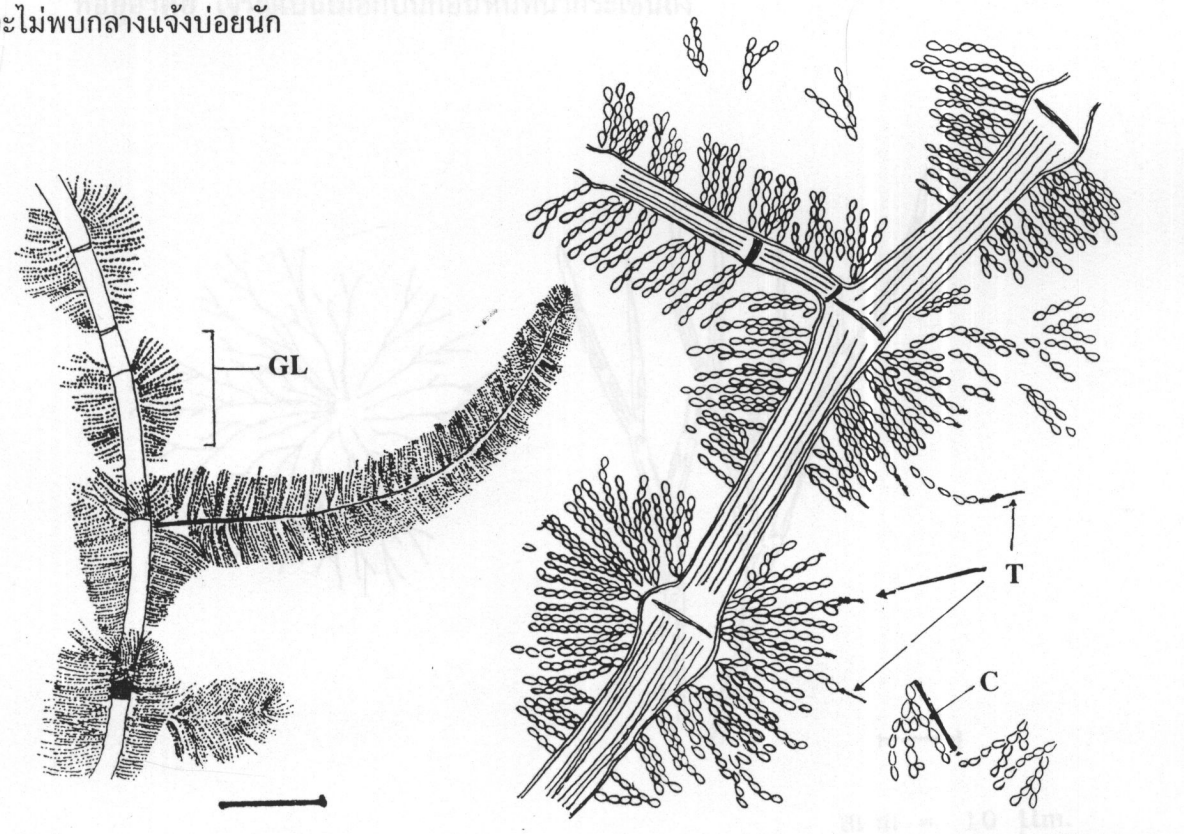
Batrachospermum

เป็นสาหร่ายสีแดงในน้ำจืด มีลักษณะเป็นเส้นสายเล็กๆ ที่แตกแขนงได้ มีลักษณะเหมือนลูกปัดพวงเล็กๆ เรียงต่อกัน มีสีเขียวแกมน้ำเงิน จับดูจะรู้สึกลื่นมือ มีแกนกลางเป็นเซลล์แถวเดียวเรียงต่อกันเซลล์ต่อเซลล์ โดยมีส่วนเป็นข้อ (node) และปล้อง (internode) แต่ละข้อมีแขนงเล็กๆ เกิดเป็นกลุ่ม โดยรอบเป็นกระจุกแน่นเรียกว่า โกลเมอรูล (glomerule)ส่วนปล้องมีคอร์ติเคติ้งเซลล์ ฟิลาเมนต์หุ้มอยู่

Batrachospermum macrosporum Montague

สาหร่ายใน species นี้ จะมีการสร้าง carposporangiam ขนาดใหญ่รูปดอกกุหลาบ มีกลุ่ม glomerule เป็นพุ่ม คล้ายลูกปัดเรียงต่อกัน มีแกมมีแทงเจียมยาว 2-4 μm

ที่อยู่อาศัย จะพบในลำธารจะเจริญเกาะติดกับก้อนหินหรือรากไม้ ในส่วนของลำธารที่มีร่มเงาจะไม่พบกลางแจ้งบ่อยนัก



ภาพที่ ภาพวาดสาหร่ายสีแดง *Batrachospermum macrosporum* Montague
C-carpogonium, GL-glomerule, T-trichogyne

สเกล = 100 μm

Chaetophora

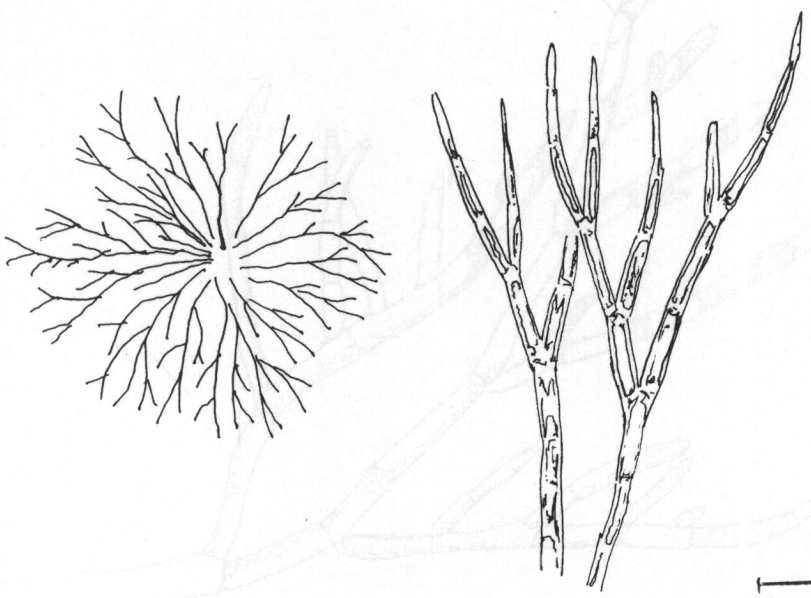
เป็นสาหร่ายที่เส้นสายทั้งหมดฝังอยู่ในสารเจลาติน มองดูลักษณะเป็นก้อนกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1-2 มม. อาจมีความยาวถึง 4-15 ซม. หรืออาจจะเป็นแท่งยาว ซึ่งลักษณะเช่นนี้สามารถมองเห็นด้วยตา ก้อนกลมหรือแท่งยาวเหล่านี้อาจจะเกาะติดอยู่กับพืชน้ำ หรือก้อนหิน เศษไม้ใต้น้ำ เมื่อพิจารณาเส้นสายจะเป็นพวกแตกแขนงแบบ 2 ง่าม (dichotomous branching) เซลล์ปลายๆ จะเรียวแหลม แต่ละเซลล์มีหลายนิวเคลียส คลอโรพลาสต์จะมีหลายแบบ ถ้าเป็นแกนกลางจะเป็นแถบ แต่ถ้าเป็นของแขนงที่แตกออกมาคลอโรพลาสต์จะเป็นก้อนเต็มเซลล์

สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการสร้างซูโอสปอร์ที่มีแฟลกเจลลัม 5 เส้น และมีการสร้างอะคินีท ส่วนแบบอาศัยเพศโดยการสร้างแกมมีทที่มีการผสมแบบไอโซแกมมี

Chaetophora elegans (Roth) C. Agardh

เส้นสายจะเจริญเป็นก้อนเมือกกลมสีเขียวอ่อน เมื่อบี้ดูจะพบเส้นสายที่เจริญออกมาจากจุดศูนย์กลางการแตกแขนงมีทั้งแบบ 1 กิ่ง และ 2 กิ่ง เซลล์จะมีความยาวๆ กว่าด้านกว้าง ขนาดกว้าง 5-13 μm และยาว 4-30 μm

ที่อยู่อาศัย เจริญเป็นเมือกบนก้อนหินที่น้ำกระเซ็นถึง



สเกล = 10 μm.

ภาพที่ ภาพวาดสาหร่ายสีเขียว *Chaetophora elegans* (Roth) C. Agardh

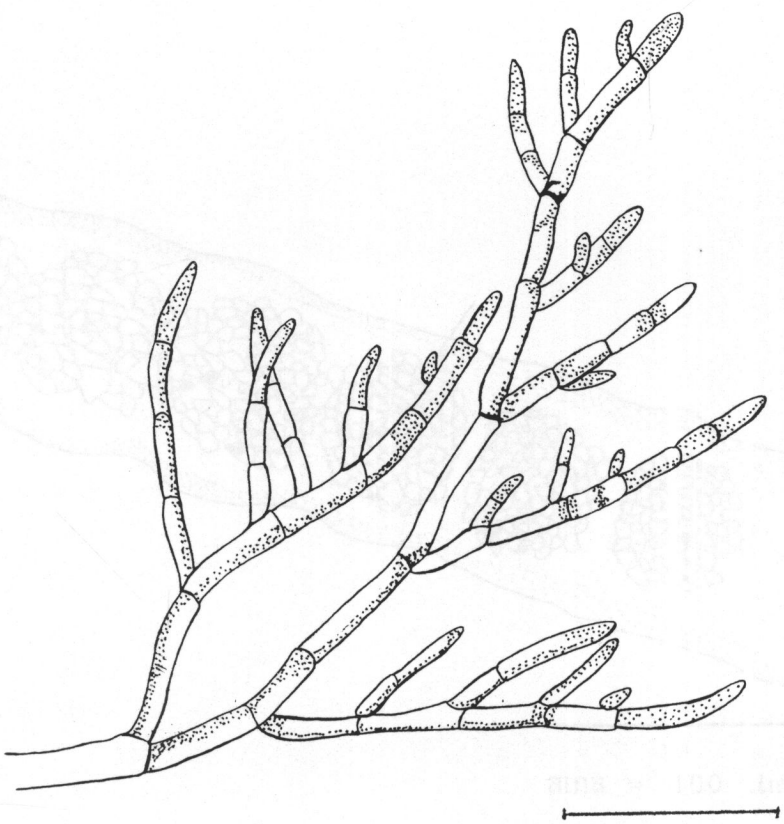
Cladophora

เป็นสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้นสายที่แตกแขนง แต่การแตกแขนงจะไม่เป็นพุ่ม อาจแตกทีละ 1 แขนง หรือแบบไดคอทโตมัส(dichotomous branching) เซลล์ต่าง ๆ มีไรซอยด์ยึดติดกับพื้น เซลล์มีความยาวมากกว่าความกว้างมาก คลอโรพลาสต์จะเป็นร่างแห มีไพรีนอยด์หลายอัน มีนิวเคลียสมากกว่า 1 อันใน 1 เซลล์ ผนังเซลล์ค่อนข้างหนา

วงจรชีวิตจะเป็นแบบไอโซมอร์ฟิคดิพโพลแฮพพลอนติก โดยมีการสร้างซูโอสปอร์ที่มีแฟลกเจลลัม 4 เส้น และแกมมีทที่มีแฟลกเจลลัม 2 เส้น ซึ่งมีการผสมกันแบบไอโซแกมมี และอาจจะมีพาร์ทีโนเจเนซิสเกิดขึ้นบ้าง

Cladophora มีชื่อสำคัญว่าไกหรือไกยี สามารถนำมารับประทาน เป็นอาหารได้หลายแบบ เช่น ทอด ตำน้ำพริก ยำ เป็นต้น นิยมรับประทานแถบภาคเหนือที่ติดกับประเทศลาว

ที่อยู่อาศัย เกาะติดกับก้อนหินหรือพื้นท้องน้ำที่มีลักษณะแข็ง และมีน้ำไหลตลอดเวลา สามารถขึ้นได้ในแหล่งน้ำที่มีความขุ่นสูง



สเกล = 100 μm.

ภาพที่ ภาพวาดสาหร่ายสีเขียว *Cladophora glomerata* Kützing

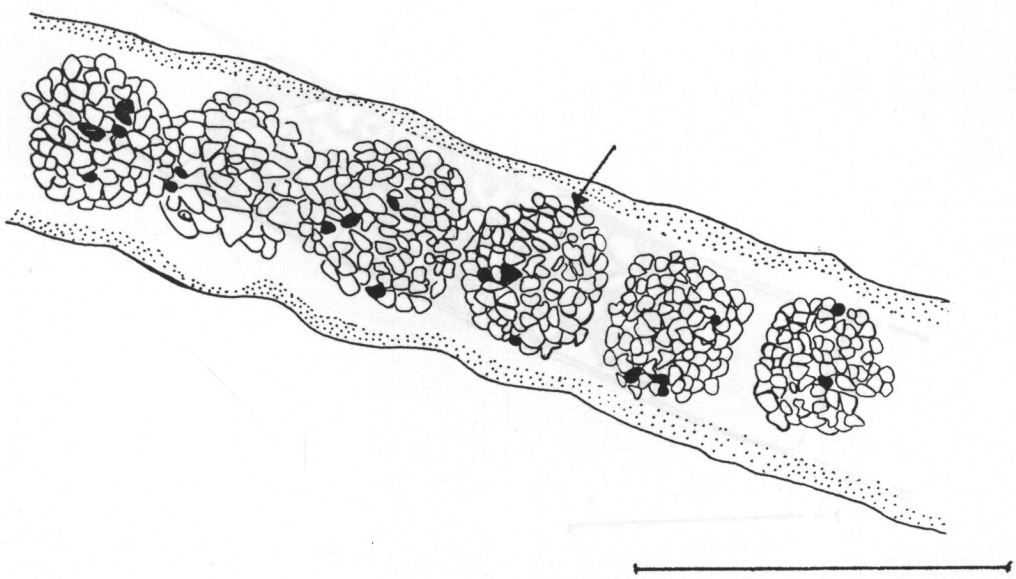
Compsopogon

เป็นสาหร่ายสีแดงในน้ำจืด ที่มีลักษณะเป็นเส้นสายที่แตกแขนงได้ เซลล์แกนกลางเรียงต่อกันแถวเดี่ยว เซลล์ต่อเซลล์ มีคอร์ติเคติ้งเซลล์ล้อมรอบเซลล์ ขณะที่ยังอ่อนอยู่มีคลอโรพลาสต์ 1 อัน เป็นแถบอยู่ข้างผนังเซลล์ แต่ต่อมาจะแตกออกเป็นก้อนกลมแบน จำนวนมาก สาหร่ายจีนัสนี้เมื่อยังเล็กอยู่จะค่อนข้างใส เมื่อนาน ๆ ไปจะกลายเป็นสีเข้มขึ้น จนแก่จะเป็นเส้นสายสีเขียวคล้ำ

Compsopogon coeruleus (Balbis) Montague

ในขณะที่ยังอ่อนอยู่ จะพบว่า มีการจัดเรียงตัวของข้อปล้องคอร์ติเคติ้งเซลล์ corticuting cell อย่างเป็นระเบียบ แต่เมื่อแก่ไปจะไม่เห็นข้อปล้องที่ต่อกัน จะเห็นเพียงแต่คอร์ติเคติ้งเซลล์เท่านั้น จะสืบพันธุ์โดยใช้ monosporangium จาก corticating cell การแตกแขนงจะแตกแขนงออกทางด้านข้างจากแกนหลัก ขนาดของเซลล์กว้างตั้งแต่ 10-200 μm

ที่อยู่อาศัย พบเป็นเส้นสายเกาะอยู่กับกรวดหินขนาดเล็กในระดับน้ำที่ไม่ลึกนัก โดยพบอยู่ทุกอุณหภูมิระหว่าง 15-35°C



ภาพที่ ภาพวาดสาหร่ายสีแดง *Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montague

C-corticating cell

Microspora

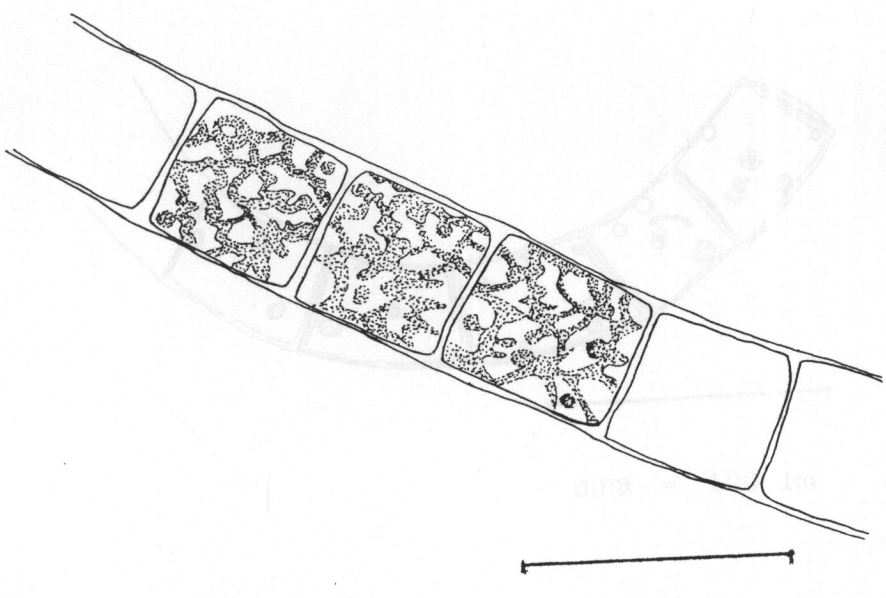
เป็นสาหร่ายที่มีลักษณะเส้นสายไม่แตกแขนง เซลล์แต่ละเซลล์มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ผนังเซลล์แต่ละเซลล์มักจะหนามีลักษณะเป็นตัว H ซ้อนกัน คลอโรพลาสต์อาจมีลักษณะเป็นร่างแห หรืออาจอยู่ริม ๆ เซลล์ หรืออาจเป็นแผ่นเต็มเซลล์ ไม่มีไพรีนอยด์ สืบพันธุ์โดยที่เส้นสายขาดออกเป็นท่อน หรือสร้างสปอร์ที่มีแฟลกเจลลัม 2 หรือ 4 เส้น และอาจพบสปอร์แบบอะพลาโนสปอร์ ถ้าสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสมอาจสร้างอะคินีท ส่วนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการสร้างแกมีท ซึ่งจะผสมกันแบบไอโซแกมมี

เมื่อยังอ่อนอยู่อาจมีโฮลฟาสต์ยึดติดกับพื้น แต่เมื่ออายุมากขึ้นจะขาดลอยเป็นแพ มักพบในน้ำที่มีลักษณะเป็นกรดอ่อน ๆ

Microspora flucosa West & West.

จะเจริญเป็นเส้นสายยาว ผนังเซลล์จะหนาโดยจะเห็นผนังเซลล์ซ้อนกันและหนาขึ้นเป็นรูปตัว H cell จะกว้าง 10-18 mm ยาว 12-100 mm cell wall จะหนาประมาณ 1 mm

ที่อยู่อาศัย เกาะติดกับ substrate ที่เป็นของแข็งเช่นก้อนหิน ในแหล่งน้ำไหล



สเกล = 100 μm.

ภาพที่ ภาพวาดสาหร่ายสีเขียว *Microspora flucosa* West & West.

Mougeotia

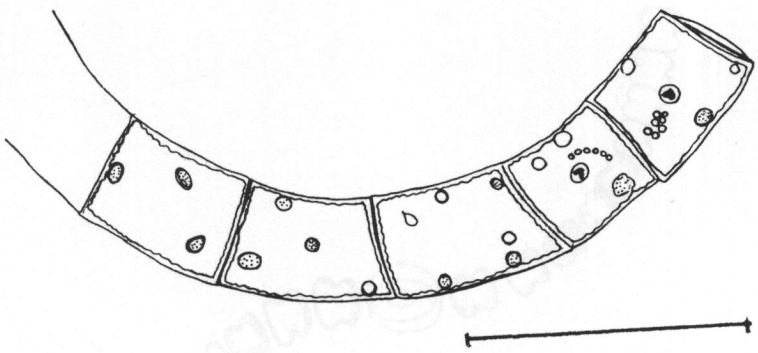
เป็นสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเส้นสายที่ไม่แตกแขนงเช่นเดียวกับ 2 จีนัสที่กล่าวมาเซลล์มีลักษณะรูปทรงกระบอกยาว มีคลอโรพลาสต์ลักษณะเป็นแถบยาวจรดด้านยาวทั้ง 2 ด้าน ถ้ามองด้านตรงจะมองเห็นคลอโรพลาสต์เต็มเซลล์ ถ้ามองด้านข้างจะเห็นเป็นแถบยาวอยู่บริเวณกลางเซลล์ มีนิวเคลียส 1 อัน อยู่กลางเซลล์ บนสายคลอโรพลาสต์จะมีไพรีนอยด์เรียงกันตลอดสาย

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยการสร้างท่อคอนจูเกชันเช่นเดียวกับ *Spirogyra* ไซโกทจะเกิดกลางท่อคอนจูเกชัน ส่วนใหญ่การผสมของแกมมีทจะเป็นแบบสคาลาริฟอร์มคอนจูเกชัน มีส่วนน้อยที่เป็นแบบแลทเทอรัลคอนจูเกชัน

Mougeotia scaralis Hassell

มี Chloroplast อยู่เต็ม cell มีเม็ดไพรินอยด์ขนาดใหญ่กระจายอยู่ 4-8 เม็ด ทั่วทั้ง cell และ cell มีความกว้าง 7-15 μm ยาว 35-40 μm

ที่อยู่อาศัย พบในน้ำไหลตลอดทั้งปี พบมากในฤดูฝน อุณหภูมิ 7-20°C เกาะอยู่กับก้อนหิน



สเกล = 100 μm

ภาพที่ ภาพวาดสาหร่ายสีเขียว Mougeotia scaralis *Hassell*

Nostoc

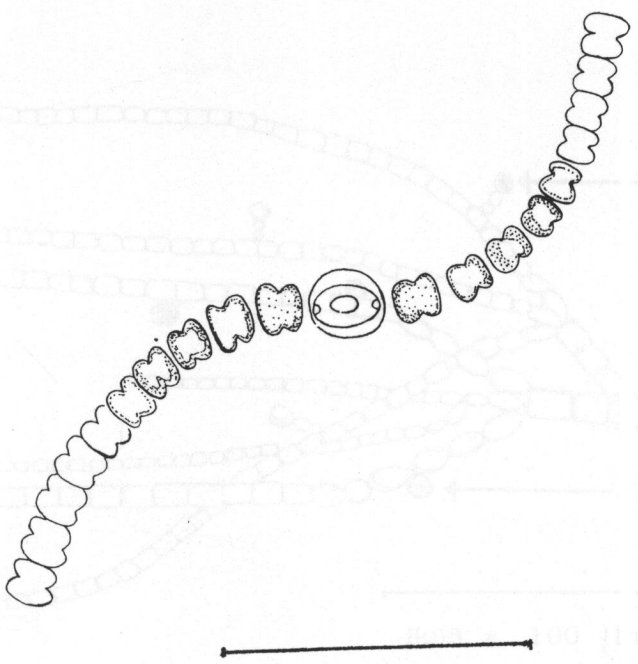
มีลักษณะเป็นเส้นสายคล้าย *Anabaena* มาก แต่เส้นสายจะบิดงอไปมามากกว่าและอยู่รวมกันเป็นจำนวนมาก โดยฝังตัวอยู่ในสารเมือกที่มีลักษณะเป็นวุ้นหนา มองดูเป็นก้อน ต้องขยี้เมือกที่หุ้มออกก่อน จึงจะเห็นเส้นสายจำนวนมาก เซลล์มีลักษณะกลม หรือค่อนข้างกลม เฮทเทอโรซีสและอะคินีทจะอยู่ติดกัน หรือใกล้เคียงกัน และอยู่ในเส้นสาย ลักษณะที่ต่างจาก *Anabaena* อีกประการหนึ่งก็คือซีททีหุ้มไตรโครมมักจะหนามากกว่า *Anabaena*

สาหร่ายชนิดนี้มักอยู่ตามพื้นดินที่ชื้นแฉะหรือตามหน้าผาชื้นๆ นำมารับประทานได้ โดยเฉพาะ *Nostoc commune* Vaucher มีลักษณะเป็นก้อนกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-2 ซม บางชนิดมีลักษณะเหมือนเส้นผม ทางใต้เรียกว่า ผักผม นำมารับประทานได้เช่นกัน

Nostoc commune Vaucher

เจริญเป็นก้อนเมือกกลมหรือบางทีจะเจริญต่อจนรูปร่างเปลี่ยนไป สีน้ำตาลอ่อน เมื่อนำมาบี้พบว่าเซลล์จะค่อนข้างกลมหรือรีเล็กน้อย โดยจะกว้าง 4.5-6 μm ยาว 5 μm heterocyst จะกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 4-7 μm

ที่อยู่อาศัย จะพบบนดินหรือก้อนหินที่น้ำกระเซ็นถึง เจริญเป็นก้อนเมือกอยู่เป็นกลุ่ม



สเกล = 100 μm.

ภาพที่ ภาพวาดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Nostoc commune* Vaucher

Nostochopsis

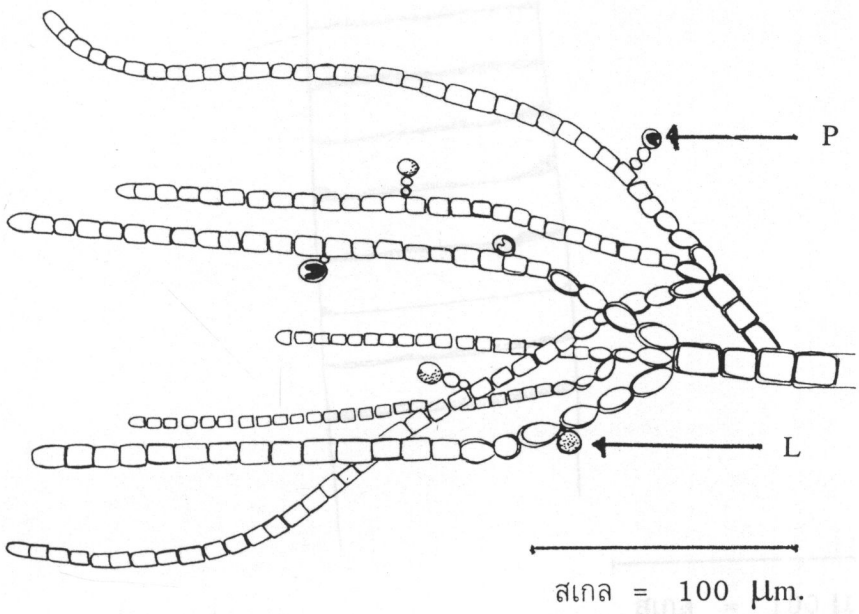
ลักษณะจะมีลักษณะเป็นเหมือนก้อนวุ้นภายในมีเส้นสายจำนวนมากฝังอยู่ เมื่อยังอ่อนเป็นก้อนตัน ต่อมาภายในจะกลวง เส้นสายแตกแขนงได้จำนวนมาก แขนงสั้นๆ ประกอบด้วยเซลล์ 1-3 เซลล์ มีเฮทเทอโรซีส อยู่ตรงปลาย ส่วนแขนงจะประกอบด้วยเซลล์จำนวนมากมาย แต่ละเซลล์ตรงปลายแขนงจะมีลักษณะยาว จะมีเฮทเทอโรซีส ได้ 2 แบบคือเฮทเทอโรซีสที่เกิดตรงปลายของแขนงสั้นๆ เรียกว่า เพดิเซลเลต เฮทเทอโรซีส และเฮทเทอโรซิสที่เกิดติดข้างๆ เซลล์ของแขนงหรือเซลล์ของเส้นสายตรงเรียกว่า เลทเทอรอล เฮทเทอโรซีส

Nostochopsis มีชื่อสำคัญว่า ดอกหินหรือไข่หิน เนื่องจากมีลักษณะเป็นก้อนกลมรีสีเขียวเข้ม ประชาชนแถบภาคเหนือนำมารับประทานกับน้ำหวานและยังมีรายงานอีกว่า มีการใช้ *Nostochopsis* เป็นยาแก้ร้อนในอีกด้วย

Nostochopsis lobatus Wood

จะขึ้นอยู่เป็นเม็ดสีเขียวเข้ม เมื่อมีอายุมากขึ้นตรงกลางจะยุบลงแล้วจะมีการเจริญออกทางด้านข้างแผ่ออกไปคล้ายดอกไม้ ขนาดของโคโลนี 5 – 1000 มิลลิเมตร

ที่อยู่อาศัย พบในแหล่งน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ 10-20°C มักจะมีรูปร่างเป็นก้อนสีเขียวเกาะบนก้อนหินหรือพืชน้ำ เมื่อแก่ไปจะเจริญเป็นรูปแบบคล้ายดอกกะหล่ำ



ภาพที่ ภาพวาดสาหร่ายสีเขียวแกมนำเงิน ***Nostochopsis lobatus* Wood**

P- pedicelate heterocyst L- lateral heterocyst

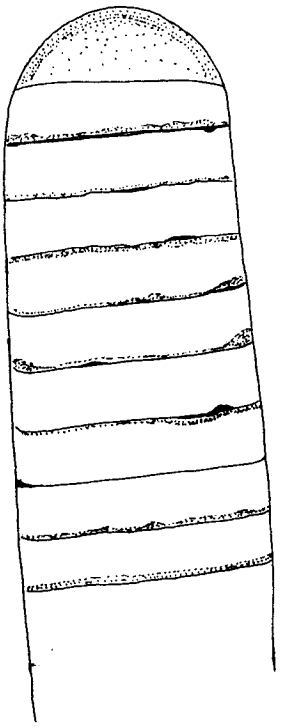
Oscillatoria

เป็นเส้นสายที่อาจอยู่เดี่ยวๆ แต่อาจจะมีรวมกลุ่มกันหนาแน่นในบางสภาพโดยทั่วไป เซลล์ในเส้นสายมีความกว้างยาวกว่าความยาวของเซลล์ แต่มีบางชนิดที่มีความกว้างและความยาวไล่เรี่ยกัน ขนาดของเซลล์จะสม่ำเสมอตลอดสาย เซลล์ยอดจะมีลักษณะกลมมน บางชนิดจะมีคาลิปตราหุ้ม เส้นสายของสาหร่ายชนิดนี้ไม่มีซีทหุ้ม แต่จะมีน้ำใสๆ ซึ่งเรียกว่า วอเตอร์รีซีท (watery sheath) หุ้มอยู่ ไม่มีเฮทเทอโรซีส สืบพันธุ์ได้โดยการขาดออกเป็นท่อนๆ ตรงตำแหน่งของเซพาเรชันดิส หรือเซลล์ตาย

Oscillatoria princeps Vaucher

โคโลนีเป็นสีเขียวเข้ม เมื่อดูภายใต้กล้องจะเห็นเซลล์สีน้ำตาล ความกว้างของแต่ละปล้องจะยาวกว่าความยาวมาก

ที่อยู่อาศัย สาหร่ายชนิดนี้เป็นชนิดที่พบได้บ่อยที่สุด และพบได้ทุกหนทุกแห่งที่มีความชื้น เช่น ตามพื้นดินที่ชื้นแฉะ ตามบ่อน้ำ คู ลำธาร ท่อระบายน้ำซึ่งมีอินทรียสารที่เน่าเปื่อย บริเวณที่มีสาหร่ายชนิดนี้จะมีสีเขียวคล้ำ



สเกล = 100 μm

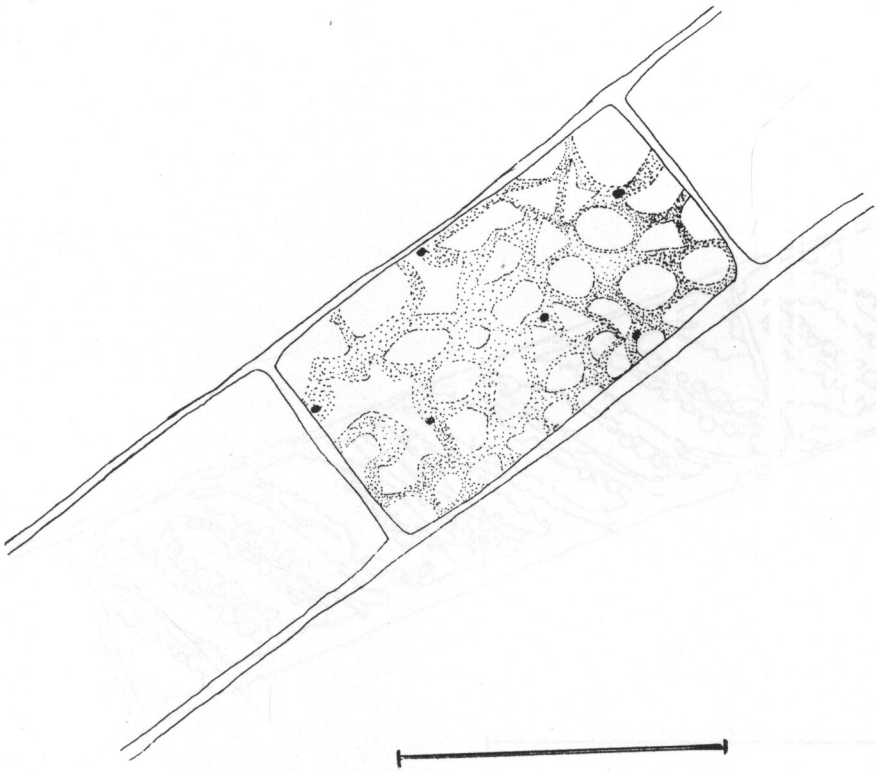
ภาพที่ ภาพวาดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ***Oscillatoria princeps* Vaucher**

Rhizoclonium

สาหร่ายในจีนัสนี้เป็นเส้นสายที่ไม่แตกแขนง แต่จะมีส่วนของเซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นไรซอยด์แตกแขนงออกจากแกนกลางเพียง 1 หรือ 2-3 เส้น บางครั้งอาจเข้าใจว่าเป็นส่วนของทัลลัสที่แตกแขนง เซลล์มีความยาวมากกว่าความกว้างถึง 3 เท่า ผนังเซลล์หนา มีคลอโรพลาสต์เป็นร่างแห หรือตาข่าย มองดูคล้าย *Oedogonium* มาก เพียงแต่ว่าไม่มีอะพิคอลแคปเหมือน *Oedogonium* มีไพรีนอยด์จำนวนมาก และใน 1 เซลล์มีมากกว่า 1 นิวเคลียส

ขยายพันธุ์โดยการขาดออกเป็นท่อน ซึ่งมักจะเกิดกับพวกที่อยู่ในน้ำจืด ส่วนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะมีการสร้างซูโอสปอร์ที่มีแฟลกเจลลัม 4 เส้น และแกมมีทที่มีแฟลกเจลลัม 2 เส้น มีวงจรชีวิตแบบไอโซมอร์ฟิคดิพโพลแฮพพลอยติก พบทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำทะเล

ที่อยู่อาศัย พบเกาะอยู่บนก้อนหินที่น้ำกระเซ็นถึง ไม่พบว่าเจริญอยู่ภายใต้น้ำ มีการเจริญเป็นแพติดต่อกัน ลักษณะของเส้นสายไม่ยาวนัก



สเกล = 100 μm.

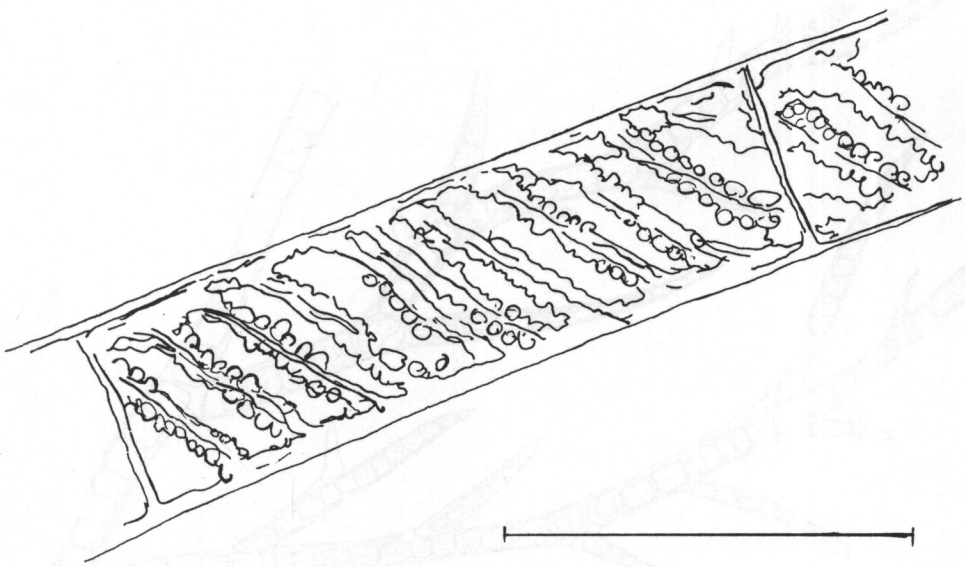
ภาพที่ ภาพวาดสาหร่ายสีเขียว *Rhizoclonium* sp.

Spirogyra

สาหร่ายชนิดนี้เป็นที่รู้จักกันดีที่สุดใน Division Chlorophyta ด้วยกัน มักเกิดรวมกันเป็นกลุ่ม อาจจะอยู่ก้นบ่อเกาะอยู่กับก้อนดิน ก้อนหิน หรืออาจจะลอยอยู่บริเวณผิวน้ำ ลักษณะของสาหร่ายชนิดนี้จะเป็นเส้นสายยาวมาก คล้ายเส้นผมสีเขียวสด จับดูจะรู้สึกลื่นมือ เนื่องจากมีเมือกหุ้มอยู่ภายนอกเซลล์รูปร่างทรงกระบอก มีขนาดความยาวตั้งแต่เท่ากันจนถึงความยาวของด้านยาวมากกว่าด้านกว้างมากหลายเท่า ผนังเซลล์มี 3 ชั้น ชั้นในและชั้นกลางเป็นพวกเซลลูโลส ชั้นนอกเป็นพวก pectose ภายในมีแวคคิวโอลตรงกลาง 1 อัน มีนิวเคลียสแขวนลอยอยู่ โดยมีสายไซโตพลาสซึมเชื่อมโยงและยึดไว้กับผนัง cell ลักษณะของคลอโรพลาสต์จะมีลักษณะขดเป็นเกลียวสวยงามมาก

Spirogyra มีชื่อสามัญว่า เทา หรือเทาน้ำ นำมารับประทานได้โดยนำมายำ นิยมรับประทานแถบภาคเหนือ ยุวดี และคณะ (2541) พบว่าเทา ประกอบด้วยไนโตรเจน 16.63% ไขมัน 5.21% คาร์โบไฮเดรท 56.31% เส้นใย 7.66% และเถ้า 11.78%

ที่อยู่อาศัย พบได้ตามแหล่งน้ำไหลโดยทั่วไปซึ่ง *Spirogyra* จะเจริญเป็นแบบอยู่บริเวณที่เป็นน้ำนิ่ง



สเกล = 100 μm.

ภาพที่ ภาพวาดสาหร่ายสีเขียว *Spirogyra* sp.

Stigeoclonium

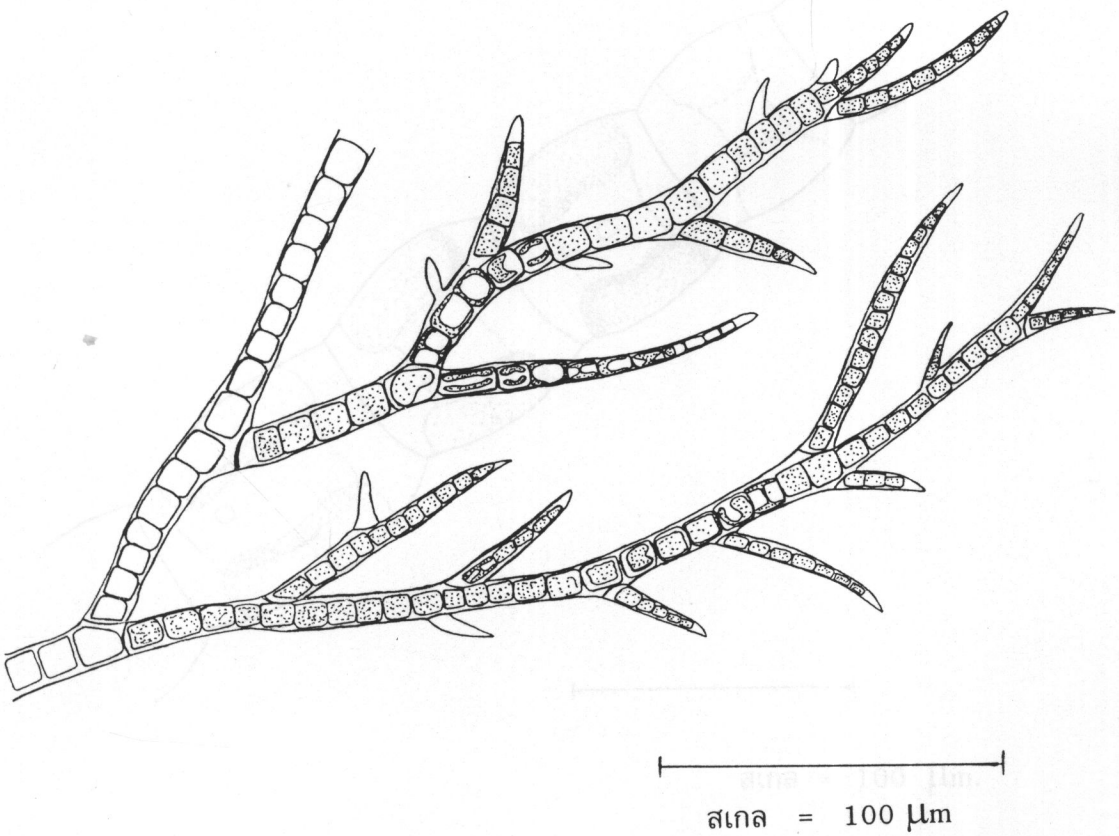
สาหร่ายในจีนัสนี้คล้ายกับ *Chaetophora* แต่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนคือ ในจีนัสนี้ไม่มีเมือกหุ้ม เส้นสายที่มองเห็นชัดๆ จะเป็นแขนงตรงที่เรียกว่า อีเรค ซิสเตม ซึ่งแตกแขนงมากจากโพรสเตรท ซิสเตม แขนงที่แตกมีจำนวนมาก จนมองเป็นพุ่มหรือฝอยละเอียดคล้ายขนนก การแตกแขนงจะเป็นแบบตรงกันข้ามหรือสลับ (branching alternate or opposite) ลักษณะเด่นคือ เซลล์ปลายจะเรียวแหลม คลอโรพลาสต์ในแต่ละเซลล์จะเป็นแถบข้างเซลล์

สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการสร้างซูโอสปอร์ที่มีแฟลกเจลลัม 2 หรือ 4 เส้น มักจะพบเป็นอิพิไฟต์อยู่บนหิน ท่อนไม้ หรือพืชน้ำ

Stigeoclonium lubricum (Dillw.) Kützing

Filament จะเจริญแบบ erect การแตกแขนงจะมีทั้งตรงกันข้ามและแตกออกทางด้านข้าง คลอโรพลาสต์จะเป็นแถบเต็มเซลล์ กิ่งสาขาความกว้างของเซลล์ 3-8 μm ยาว 10-20 μm กิ่งแกนหลักความกว้างของเซลล์ 3-8 μm ยาว 10-35 μm

ที่อยู่อาศัย พบเกาะอยู่บนก้อนหินเป็นทัลลัสเล็กๆ สีเขียวอ่อน



ภาพที่ ภาพวาดสาหร่ายสีเขียว *Stigeoclonium lubricum* (Dillw.) Kützing

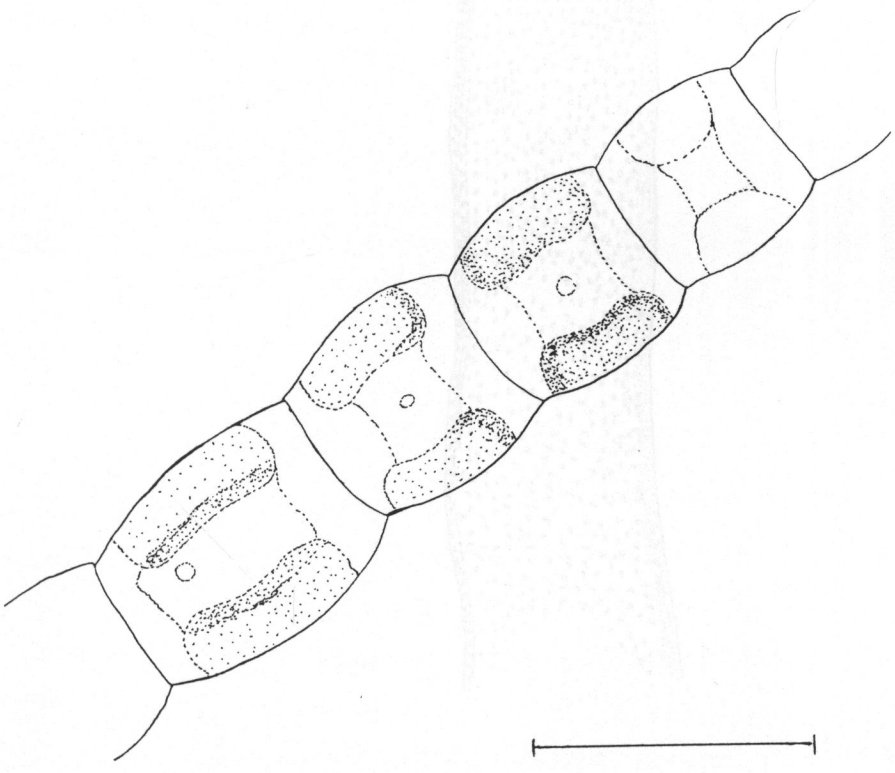
Ulothrix

เป็นสาหร่ายที่เป็นเส้นสายไม่แตกแขนง แต่ละเส้นสายจะมีขนาดสั้น เซลล์ล่างสุดจะเป็นโฮลฟาสต์สำหรับยึดติดกับพื้น แต่ละเซลล์จะมีรูปร่างทรงกระบอก แต่บางชนิดก็จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส คลอโรพลาสต์อาจจะเป็นรูปทรงกระบอก แต่ไม่สมบูรณ์ขาดทางด้านหน้า บางชนิดเป็นทรงกระบอกสมบูรณ์มองคล้ายเป็นแถบอยู่กลางเซลล์ ไพรีนอยด์มี 1 อันหรือมากกว่า

สาหร่ายนี้พบในน้ำจืดและน้ำทะเล อาจจะเป็นน้ำนิ่ง หรือน้ำไหลก็ได้ บางทีอาจพบขึ้นอยู่บริเวณที่น้ำกระเซ็นถึง อาจเกาะอยู่กับก้อนหิน หรือท่อนไม้ในน้ำ

สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการสร้างซูโอสปอร์ที่มีแฟลกเจลลัม 4 อัน โดยในเซลล์หนึ่งๆ อาจสร้างซูโอสปอร์ได้ 4-8 เซลล์ ซูโอสปอร์อาจเป็นแบบอะพลาโนสปอร์ หรือฮิปโนสปอร์ ส่วนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะสร้างแกมมีทที่มีแฟลกเจลลัม 2 เส้น แล้วมีการรวมกันแบบไอโซแกมมี แกมมีทจะมีขนาดเล็กกว่าซูโอสปอร์ เมื่อแกมมีทผสมกันจะได้ไซโกท ไซโกทจะมีการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสได้อะพลาโนสปอร์ แล้วจะมีการงอกเป็นเส้นสายของสาหร่ายต่อไป

ที่อยู่อาศัย พบในแหล่งน้ำไหลในฤดูหนาว อุณหภูมิน้ำในช่วง 8-20°C



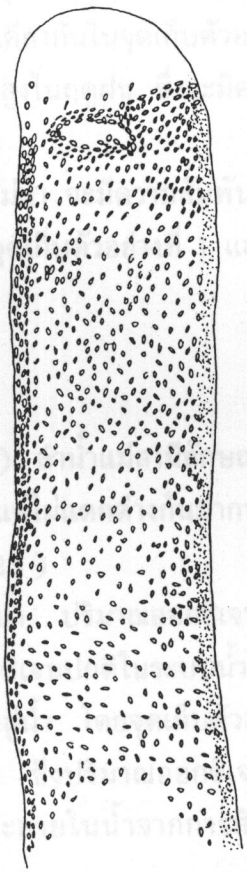
สเกล = 100 μm.

ภาพที่ ภาพวาดสาหร่ายสีเขียว *Ulothrix* sp.

Vaucheria

สาหร่ายในจีนัสนี้จะมีสีเขียวปนเหลือง เนื่องจากมีรงควัตถุแคโรทีนอยด์มากกว่าคลอโรฟิลล์ นอกจากนี้สาหร่ายจีนัสนี้ยังมีเฉพาะคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์ซี เท่านั้น ผนังเซลล์จะมีส่วนประกอบของเซลลูโลสเป็นส่วนใหญ่ คลอโรพลาสต์จะมีลักษณะกลมแบน สืบพันธุ์โดยใช้ sperm จาก gametagium

ที่อยู่อาศัย จะพบในแหล่งน้ำไหลเท่านั้น โดยจะเกาะติดกับก้อนหินหรือดินริมฝั่งน้ำ โดยแหล่งน้ำนั้นจะมีลักษณะที่มีสารอาหารมากกว่าปกติ



ภาพที่ ภาพวาดสาหร่าย ***Vaucheria* sp.** สเกล = 100 μm.

4.ผลการศึกษาคุณภาพน้ำของลำน้ำแม่สา

คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ

1. ความเร็วของกระแสน้ำ พบว่าในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 2 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของความเร็วกระแสน้ำมากนัก โดยจุดเก็บตัวอย่างอื่น ๆ จะมีความแตกต่างของกระแสน้ำในฤดูฝนที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย(ภาพที่ 18)

2. อุณหภูมิของน้ำ พบว่าจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดมีความแตกต่างกันของอุณหภูมิเล็กน้อย อุณหภูมิน้ำมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นจากต้นน้ำไปจนถึงปลายน้ำตามลำดับ โดยอุณหภูมิน้ำจะเพิ่มขึ้นตามระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลที่ลดลงตามจุดเก็บตัวอย่างที่ลดลง และอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยในฤดูฝนจะต่ำกว่าฤดูอื่น (ภาพที่ 19)

3. ค่าการนำไฟฟ้า จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูฝนซึ่งมีการชะล้างของน้ำฝนลงสู่แหล่งน้ำมากที่สุด และค่าการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นจากจุดเก็บตัวอย่างต้นลำน้ำคือจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และจะมีค่าสูงใกล้เคียงกันในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3,4 และ5 (ภาพที่ 20)

4. ปริมาณของแข็งละลายจะมีค่าสูงในฤดูฝน ซึ่งจะมีค่าสอดคล้องกับค่าการนำไฟฟ้าโดยจะสูงที่สุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (ภาพที่ 21)

5. ความขุ่น ความขุ่นของลำน้ำแม่สา จะมีความสัมพันธ์กับฤดูกาล โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 3, 4 และ 5 จะมีความขุ่นมากในฤดูฝน ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 2 มีความแตกต่างของความขุ่นน้อยตลอดทั้งปี (ภาพที่ 22)

คุณภาพน้ำทางด้านเคมี

1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลำน้ำแม่สามีลักษณะเป็นด่างอ่อนเล็กน้อย เนื่องจากสภาพน้ำในลำธารมีการไหลผ่านของน้ำในดิน แต่ไม่แตกต่างกันมากนักในตลอดลำน้ำ ยกเว้นจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 จะมีค่า pH สูงกว่าจุดอื่น ๆ (ภาพที่ 23)

2. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในลำน้ำแม่สา มีค่าอยู่ระหว่าง 6-8 mg/l โดยเป็นค่าปริมาณออกซิเจนปกติในระบบน้ำไหล ซึ่งมีการไหลของน้ำกระทบกับพื้นท้องน้ำและมีโอกาสที่จะแพร่จากอากาศลงสู่น้ำ โดยจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด จะมีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำแตกต่างกันไม่มากนัก ซึ่งปริมาณออกซิเจนละลายจะขึ้นอยู่กับความเร็วของกระแสน้ำมากกว่าปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำจากการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช (ภาพที่ 24)

3. ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) พบว่าในทุกจุดเก็บตัวอย่างของลำน้ำ มีค่าต่ำมาก โดยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1-2.8 mg/l ยกเว้นจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ปางช้างแม่สาซึ่งมีปริมาณ BOD สูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่น ๆ และจะเห็นได้ชัดในฤดูฝนที่มีน้ำฝนชะล้างสิ่งปฏิกูลจากแหล่งท่องเที่ยวปางช้างลงสู่แหล่งน้ำ(ภาพที่ 25)

4. ค่าความเป็นด่าง พบว่าค่าความเป็นด่างของลำน้ำแม่สา จะมีค่าไม่สูงมากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณต้นน้ำ(จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 2) ซึ่งเป็นสภาพปกติของระบบน้ำไหล (ภาพที่ 26)

5. ปริมาณสารอาหาร

ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน พบว่าปริมาณไนเตรทไนโตรเจนจะมีปริมาณสูงในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน(ภาพที่ 27)

ปริมาณไนไตรท์ไนโตรเจน พบว่าจะมีปริมาณค่อนข้างน้อย ตลอดเวลาที่ทำการศึกษาวิจัย เนื่องจากกระบวนการ nitrification เกิดขึ้นและไม่มีสิ่งมีชีวิตที่จะทำให้เกิดกระบวนการ denitrification และไนไตรท์ไนโตรเจนเป็นสารที่ไม่เสถียรทำให้ปรากฏในสิ่งแวดล้อมน้อย

แอมโมเนียมไนโตรเจน พบว่าทุกจุดเก็บตัวอย่างมีค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนต่ำ ยกเว้นจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และ 4 ซึ่งพบว่าปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีค่าสูงเนื่องมาจากการขับถ่ายของเสียของช้างลงสู่ลำน้ำ และจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ซึ่งเป็นบริเวณที่ลำน้ำแม่สาไหลผ่านแหล่งชุมชนขนาดใหญ่ (ภาพที่ 28)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำ (SRP, soluble reactive phosphorus) จะเห็นได้ว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 2 ซึ่งไม่ได้รับผลกระทบจากชุมชนจะมีค่า SRP ต่ำ ซึ่งหลังจากลำน้ำแม่สาผ่านจุดชุมชนและเกิดกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดลำน้ำจะทำให้ค่า SRP เพิ่มขึ้นตามลำดับ(ภาพที่ 29)

ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (TP, total phosphorus) จะมีลักษณะคล้ายกับ SRP คือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 2 มีค่าน้อยและจุดเก็บตัวอย่างที่ 3, 4 และ 5 มีค่าสูง

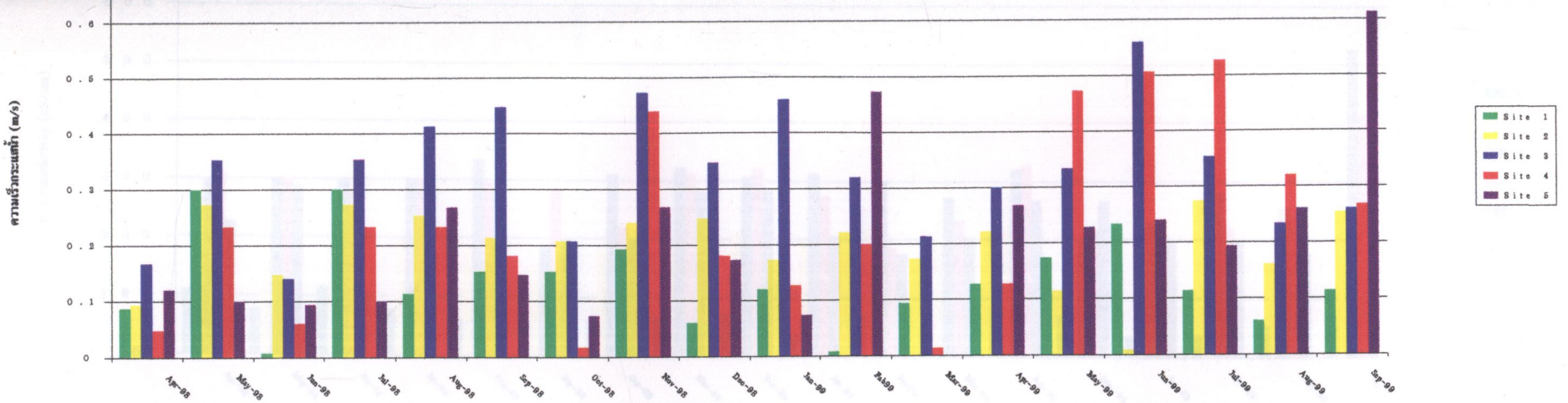
คุณภาพน้ำโดยรวมของลำน้ำแม่สาในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541- กันยายน 2542)

จากการศึกษาคุณภาพน้ำของลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยควบคู่ไปกับการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ เมื่อนำคุณภาพน้ำมาประเมินโดยดัดแปลงจาก Lorraine and Vollenweider (1981) และ Wetzel (1983) โดยใช้คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการ พบว่าคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่สาโดยรวมมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีจนถึงปานกลาง โดยพบว่า จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 มีคุณภาพน้ำดีจนถึงปานกลางตลอดทั้งปี ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 2, 3, 4 และ 5 จะมีคุณภาพน้ำเฉลี่ยอยู่ระหว่างดีถึงปานกลางแต่คุณภาพน้ำจะเปลี่ยนไปในทางที่เป็นน้ำเสียในช่วงฤดูฝน ซึ่งมีการชะล้างจากน้ำฝนลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้แหล่งน้ำนั้นมีค่าสสารที่ละลายสูงขึ้น สังเกตจากค่าการนำไฟฟ้า ค่าสารอาหารไนเตรทไนโตรเจน และแอมโมเนียม ไนโตรเจน ซึ่งมีค่าสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ที่มีการใช้บริเวณลำน้ำในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวคือ ปางช้างแม่สา ซึ่งน้ำฝนจะชะล้างเอาสิ่งปฏิกูลที่อยู่บนพื้นดินลงสู่ลำน้ำได้ง่าย ทำให้คุณภาพน้ำในช่วงนั้นเปลี่ยนไปในทางไม่ดี ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 และ5 ที่เป็นจุดเก็บตัวอย่างในเขตชุมชนเมืองก็เช่นเดียวกัน โดยจะพบว่าในฤดูร้อนและฤดูหนาวจะมีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง เมื่อเข้าสู่ฤดูฝนจะเกิดการชะล้างเอาน้ำเสียที่เกิดจากการอุปโภคและบริโภคลงสู่แหล่งน้ำทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนไปในทางที่ไม่ดี ซึ่งคุณภาพน้ำ

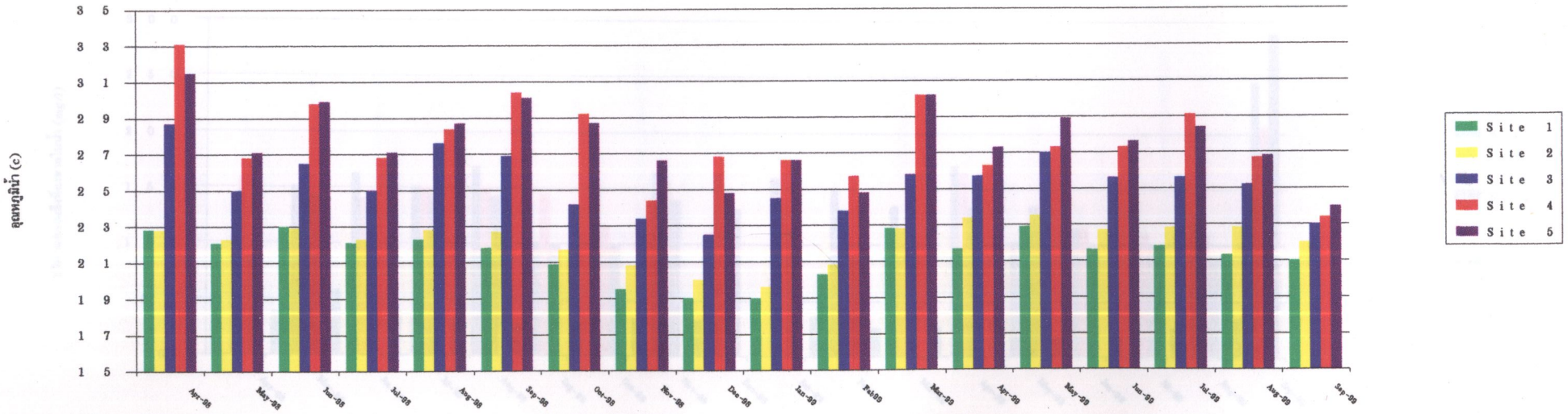
ของลำน้ำแม่สาจะเป็นแบบ oligotrophic จนถึง mesotrophic ยกเว้นในฤดูฝน ช่วงกลางลำน้ำจนถึงปลายน้ำจะเป็นแบบ meso-eutrophic (ภาพที่ 30)

5. ลักษณะพื้นท้องน้ำของลำน้ำแม่สา

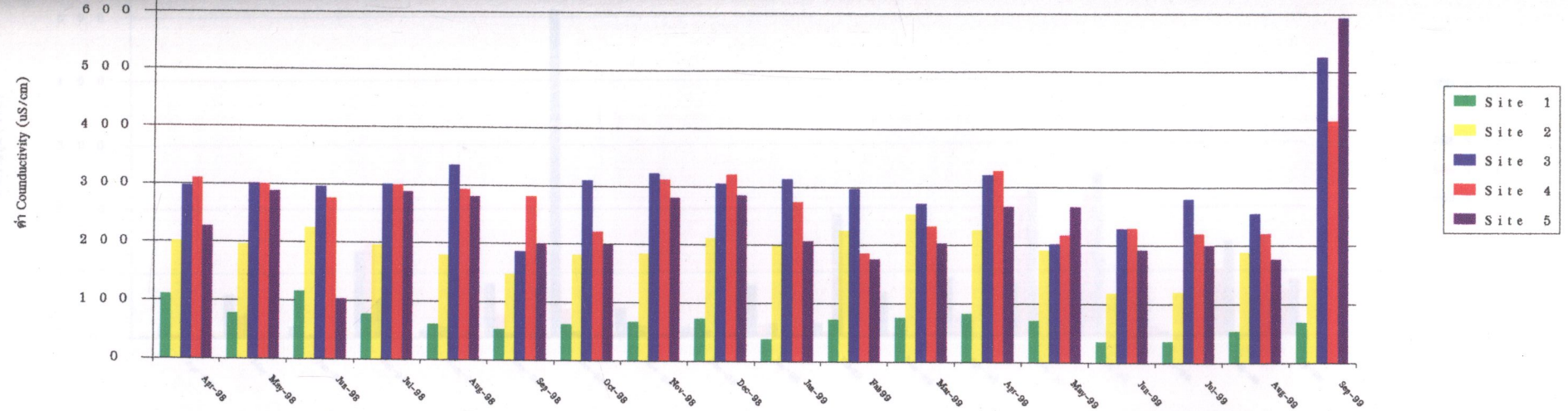
จากการศึกษาลักษณะพื้นท้องน้ำใน 5 จุดเก็บตัวอย่างตลอดลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเมษายน 2541-กันยายน 2542 พบว่า ลักษณะพื้นท้องน้ำในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และ2 จะไม่พบการเปลี่ยนแปลงมากนักโดยเฉลี่ยจะประกอบด้วย ก้อนหินขนาดเล็ก 40 % กรวด 40% ทราย 20% ส่วนจุดเก็บตัวอย่าง ที่ 3 , 4 และ 5 จะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นท้องน้ำตามฤดูกาล โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ในฤดูร้อนและฤดูฝนจะประกอบด้วย ก้อนหินขนาดใหญ่ 50 % ทราย 45 % กรวด 5 % ซึ่งในฤดูฝนจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของลำน้ำที่กว้างขึ้นส่วนพื้นท้องน้ำจะเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 และ 5 จะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นท้องน้ำในฤดูฝน โดยจากพื้นท้องน้ำที่มี กรวด ก้อนหินขนาดเล็ก และทราย จะเปลี่ยนเป็นทรายเกือบทั้งหมดในฤดูฝนเมื่อเกิดน้ำท่วม(ภาพที่ 31-48)



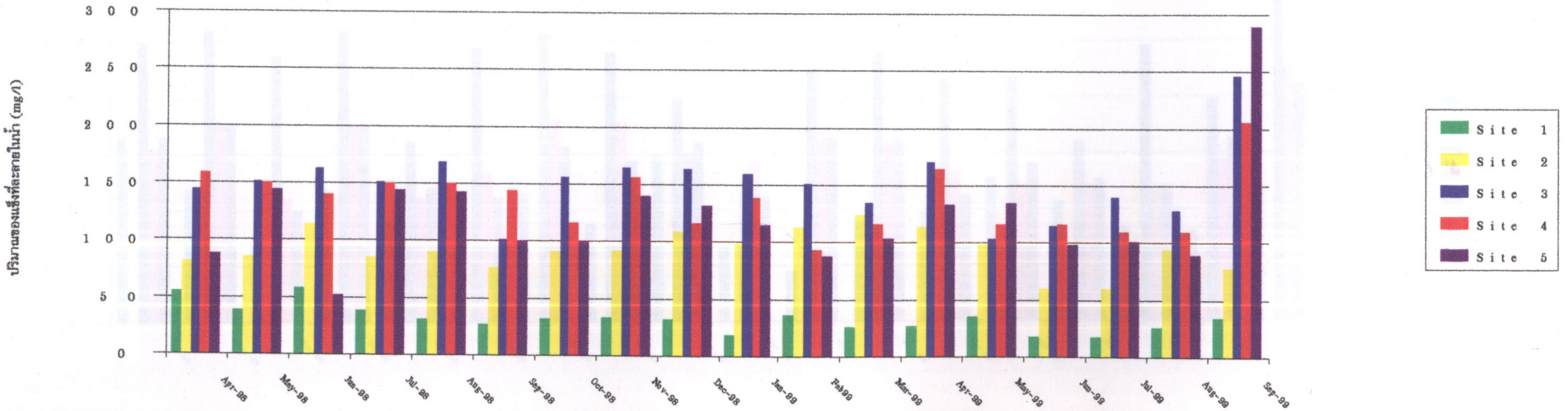
ภาพที่ 18 ความเร็วของกระแสน้ำของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541 – กันยายน 2542)



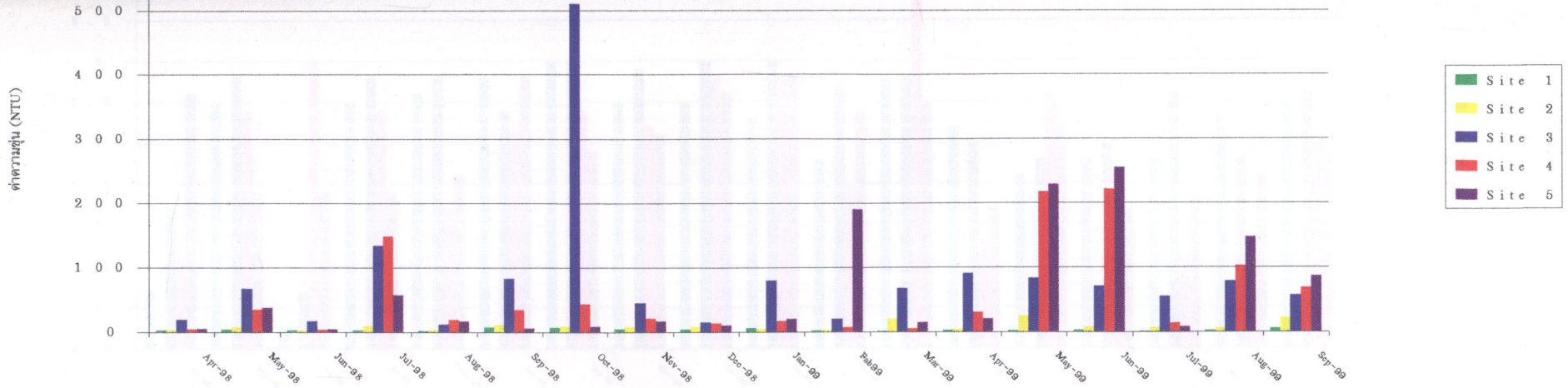
ภาพที่ 19 อุณหภูมิน้ำของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ใน รอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541 – กันยายน 2542)



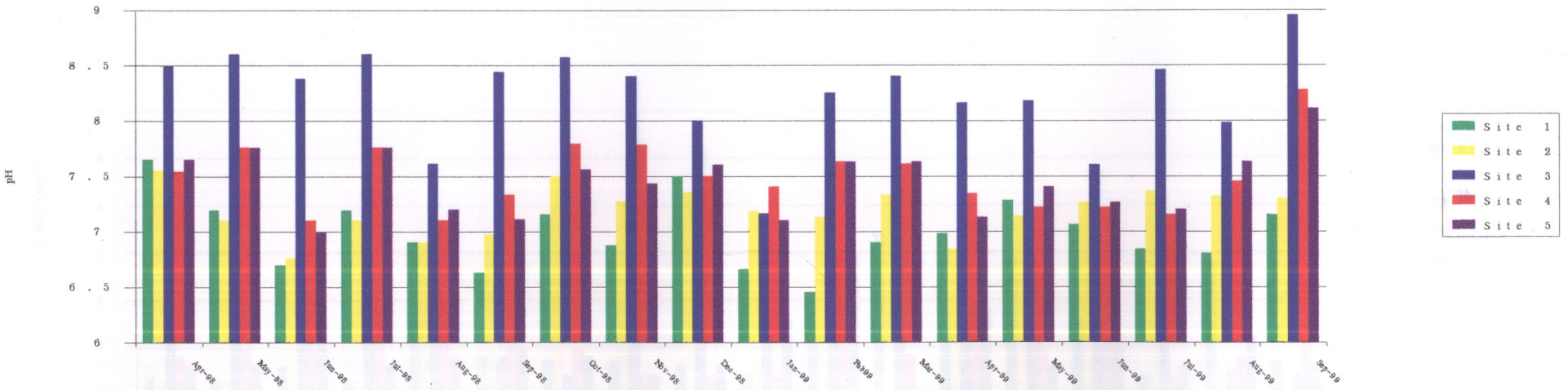
ภาพที่ 20 ค่าการนำไฟฟ้าของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541 – กันยายน 2542)



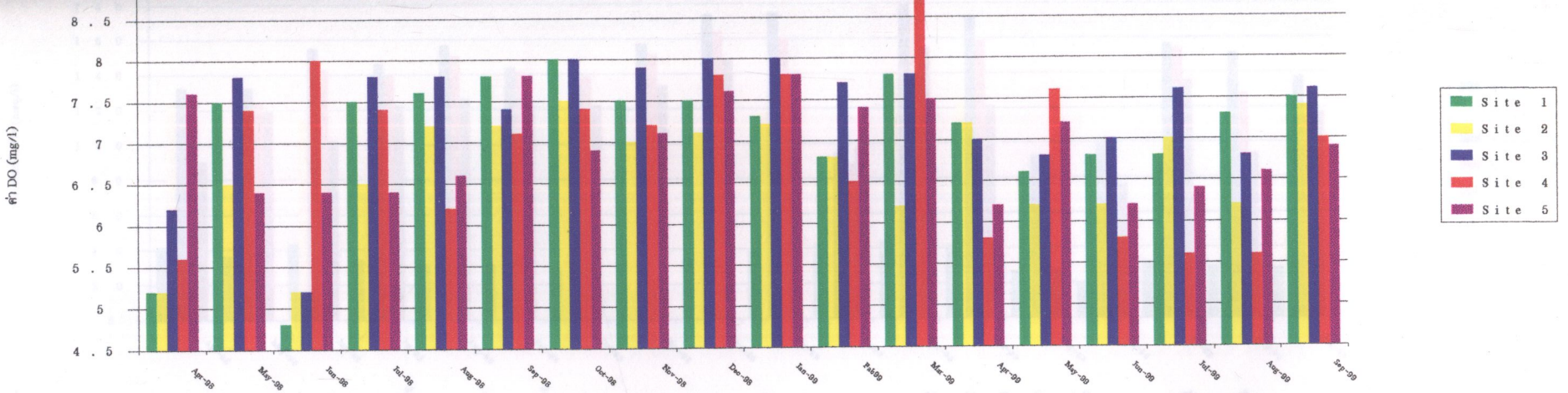
ภาพที่ 21 ปริมาณของแข็งละลายในน้ำ ของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541 – กันยายน 2542)



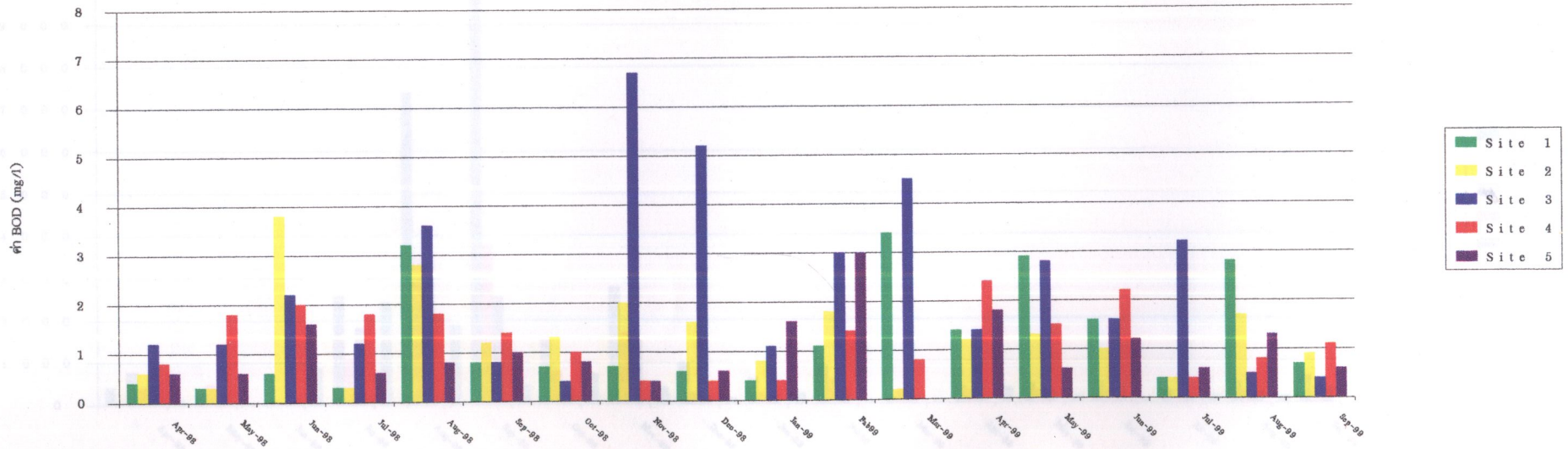
ภาพที่ 22 ความขุ่นของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541 – กันยายน 2542)



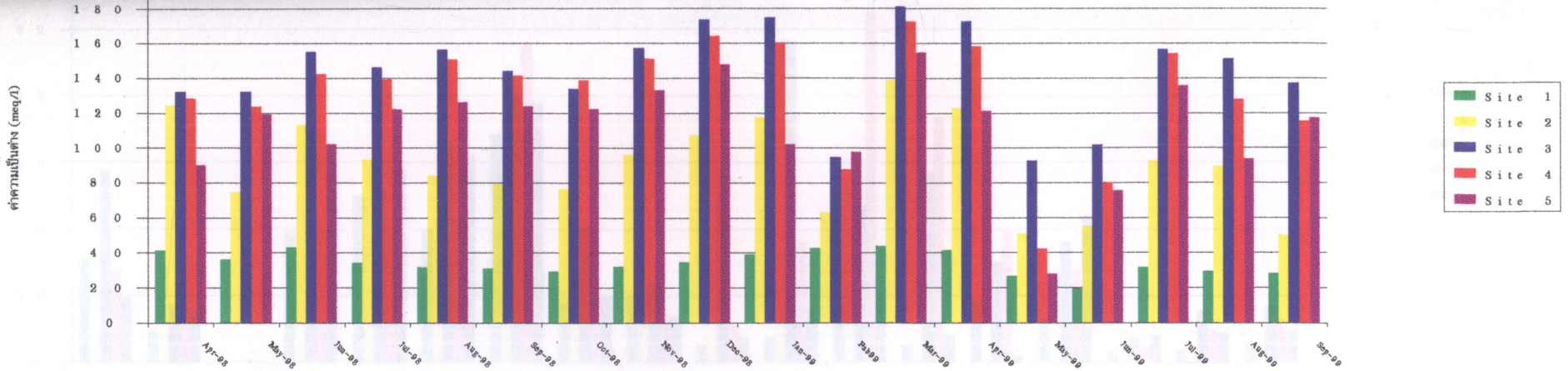
ภาพที่ 23 ค่าความเป็นกรดด่างของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541 –กันยายน 2542)



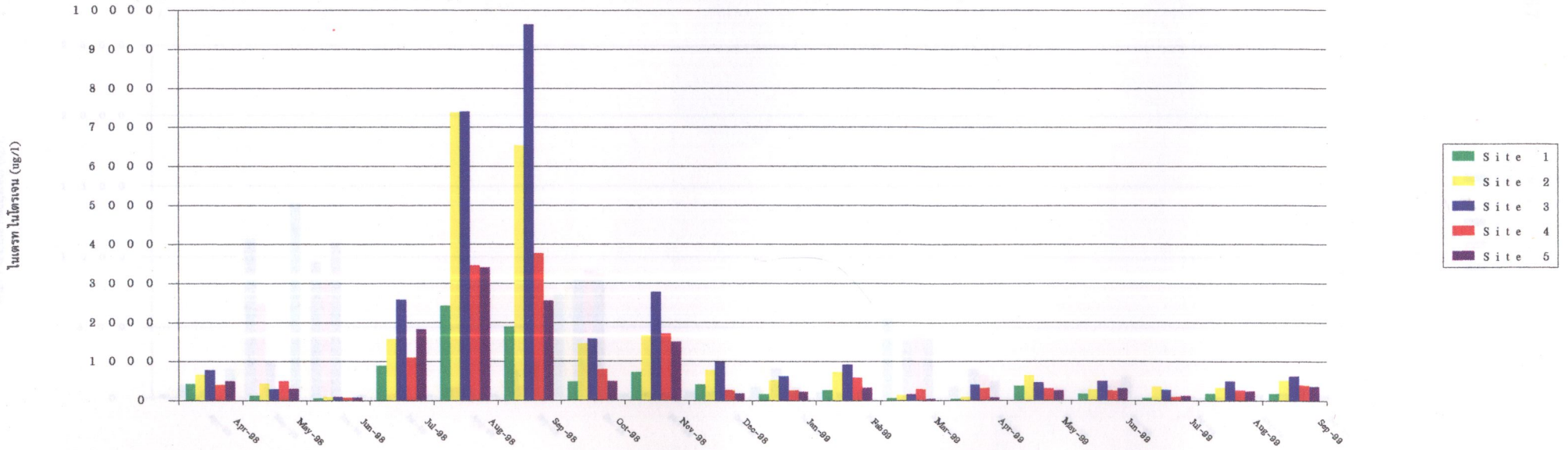
ภาพที่ 24 ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541 – กันยายน 2542)



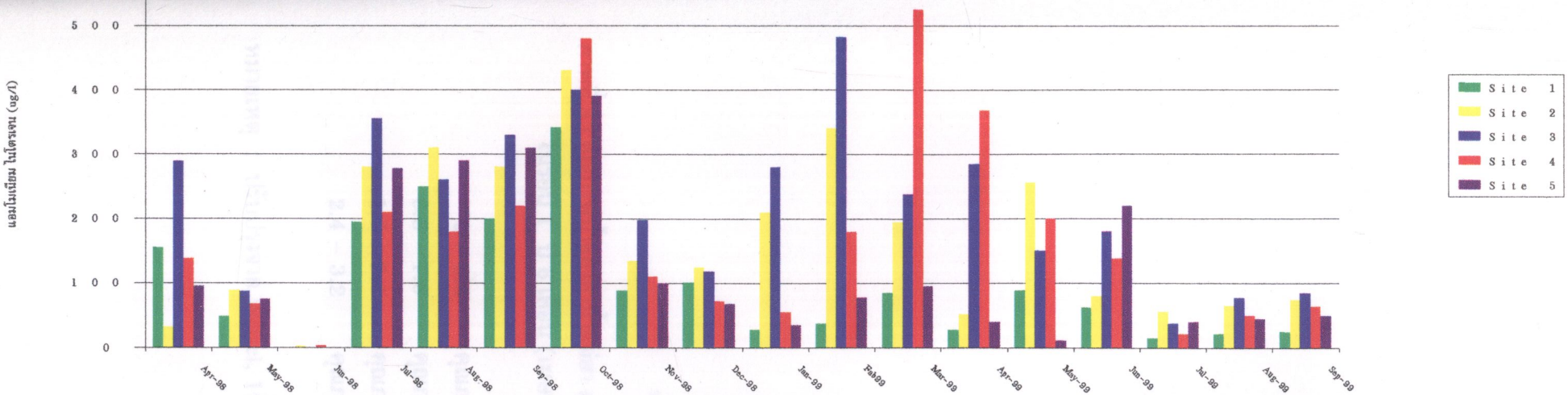
ภาพที่ 25 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541 – กันยายน 2542)



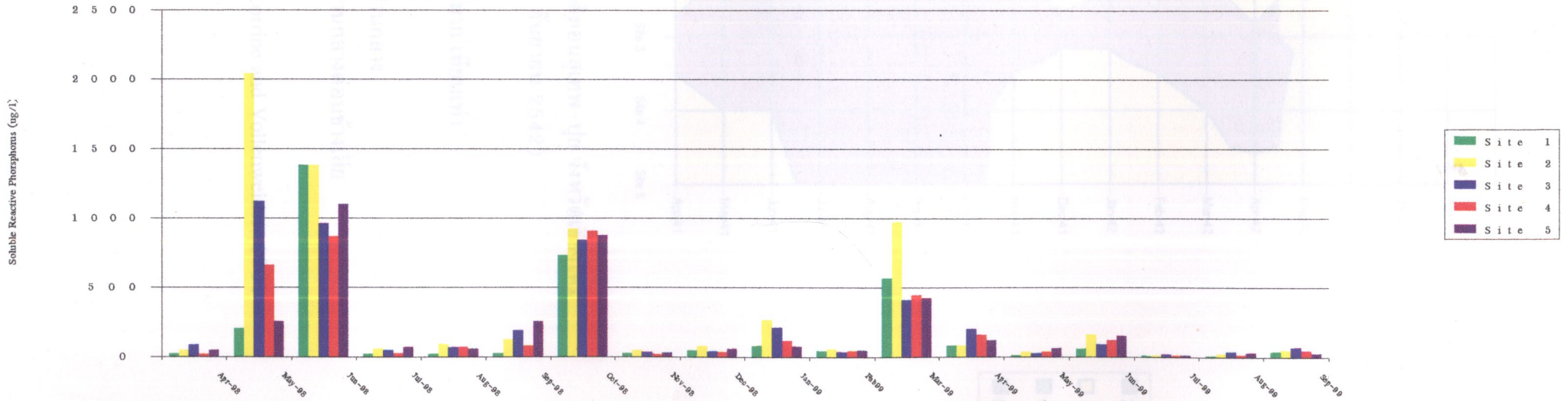
ภาพที่ 26 ค่าความเป็นด่างของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541 – กันยายน 2542)



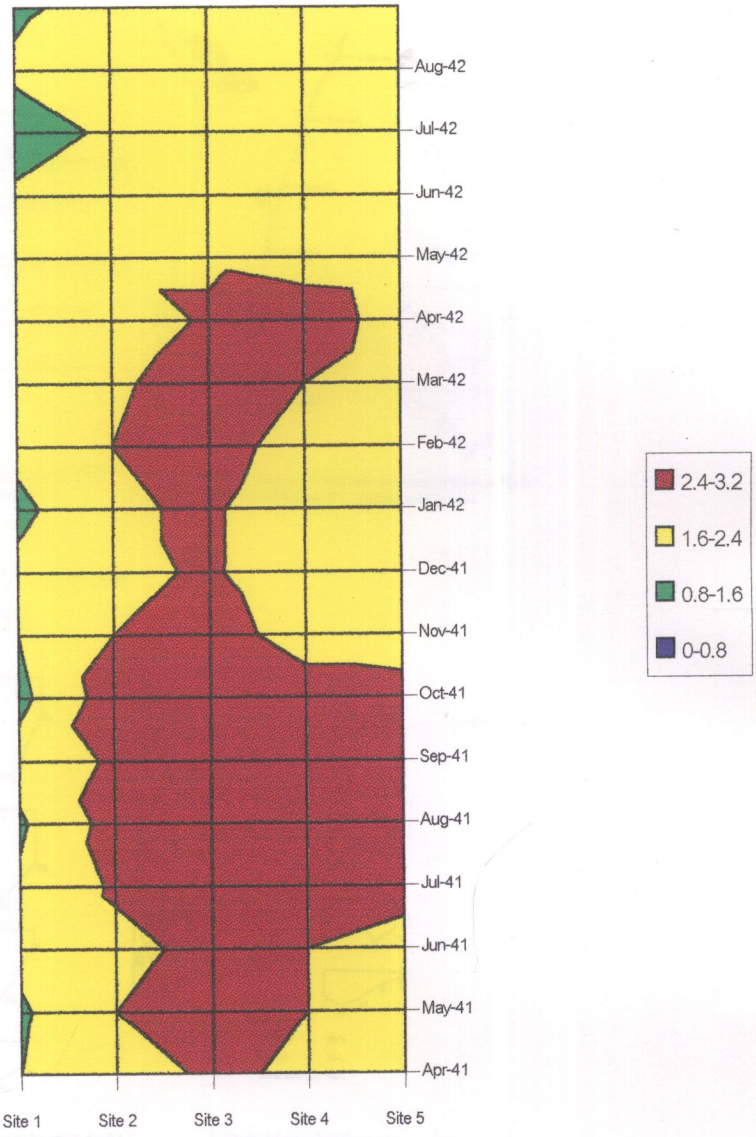
ภาพที่ 27 ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541 – กันยายน 2542)



ภาพที่ 28 ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ใน รอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541 – กันยายน 2542)



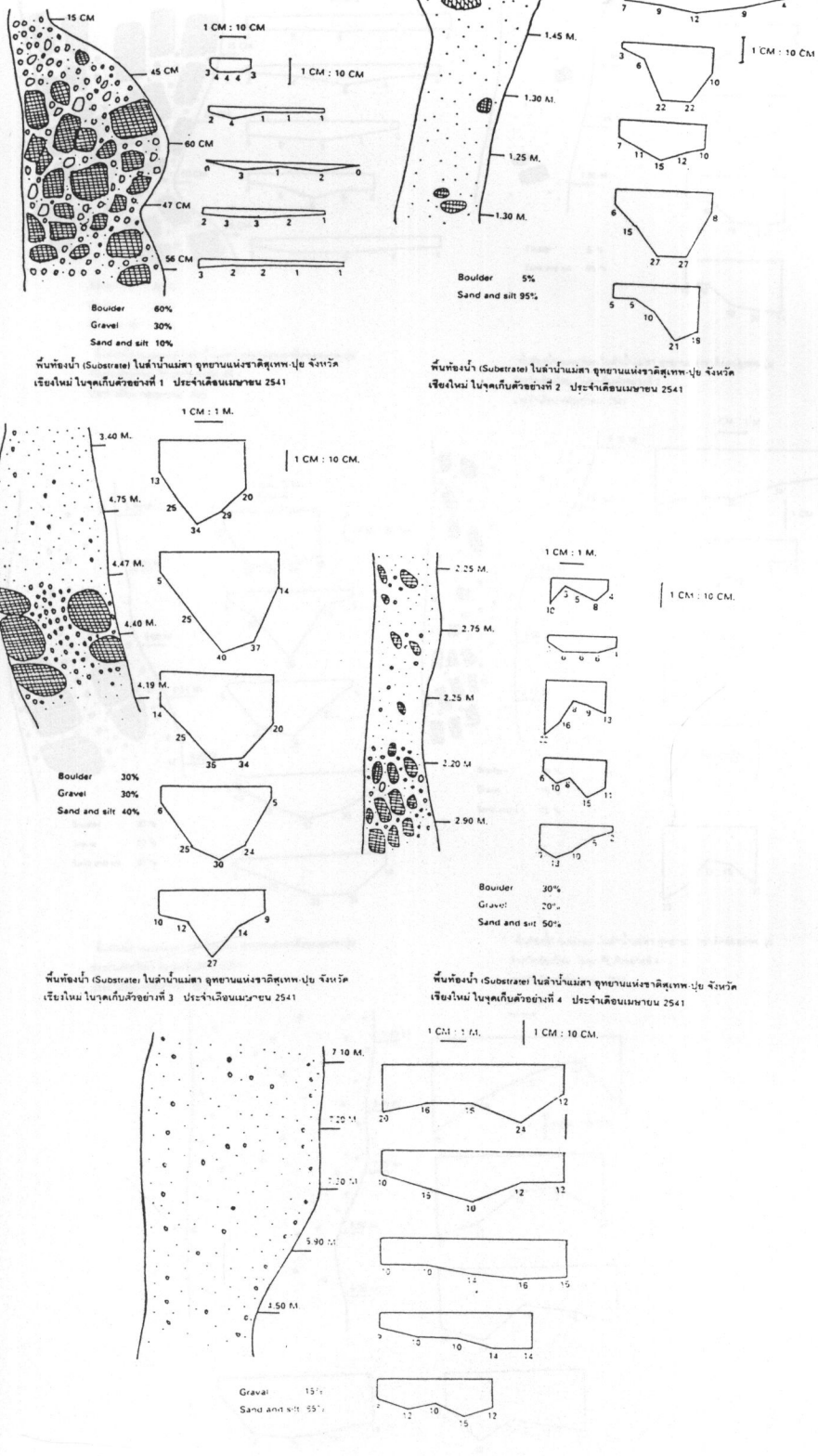
ภาพที่ 29 ปริมาณ Soluble Reactive Phosphorus ของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ใน รอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541 – กันยายน 2542)



ภาพที่ 30 คุณภาพน้ำของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอนสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541 – กันยายน 2542)

0 - 0.8	คุณภาพน้ำระดับดีมาก เทียบเท่า
0.8 - 1.6	คุณภาพน้ำระดับดี
1.6 - 2.4	คุณภาพน้ำระดับปานกลาง
2.4 – 3.2	คุณภาพน้ำระดับปานกลางค่อนข้างเสีย

หมายเหตุ : ปรับปรุงจาก Wetzel, 1983 และ Lorrine and Vollenweider ,1981



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

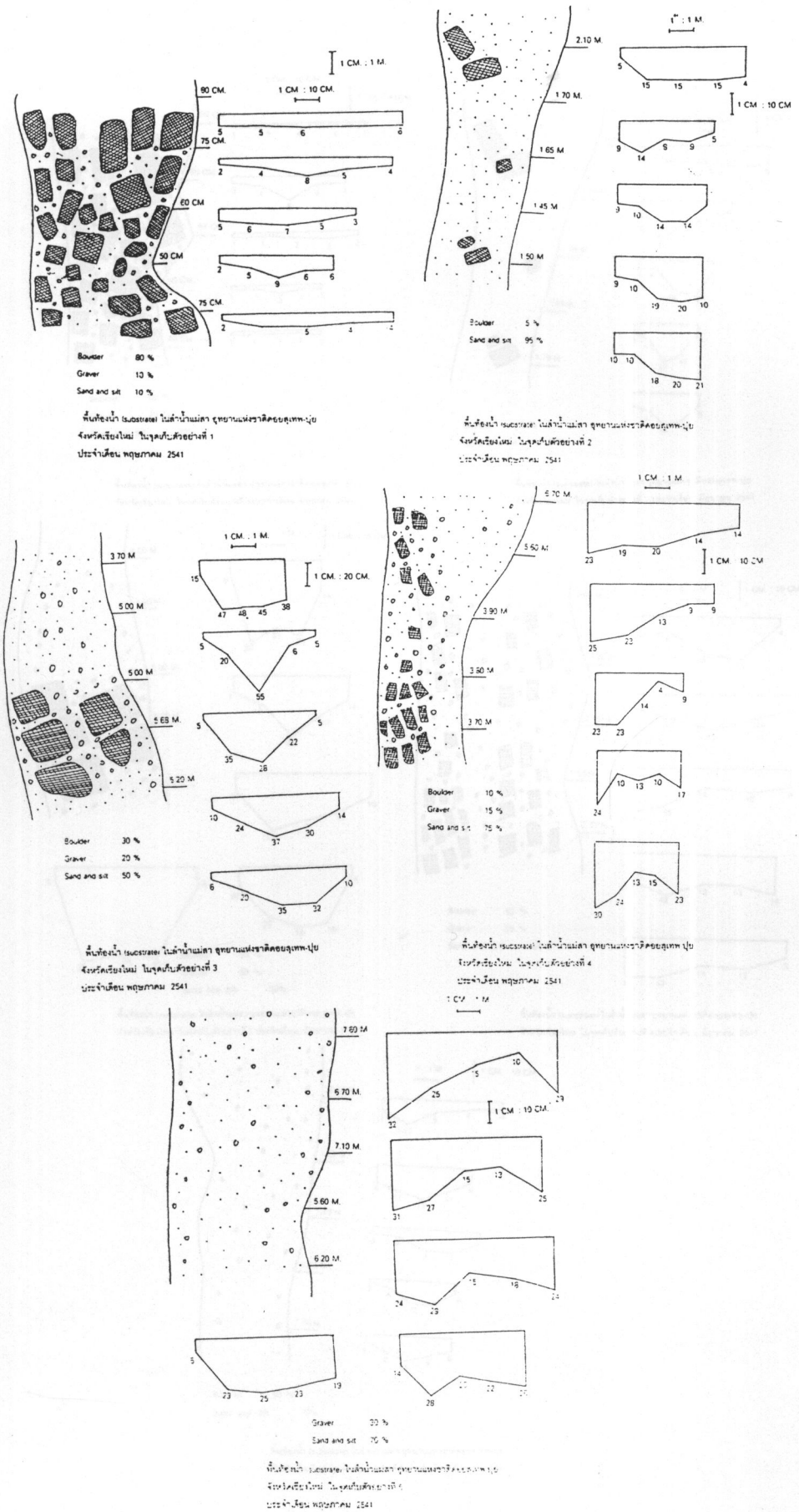
พื้นท้องน้ำ (Substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ประจำเดือนเมษายน 2541

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

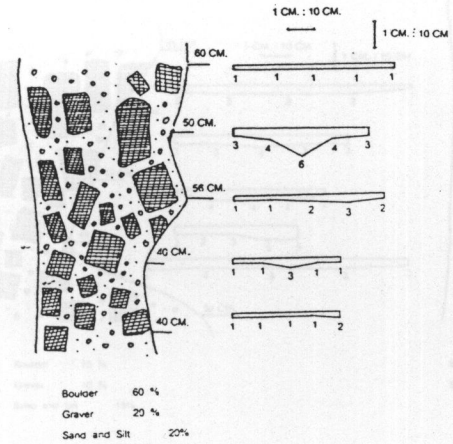
พื้นท้องน้ำ (Substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ประจำเดือนเมษายน 2541

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

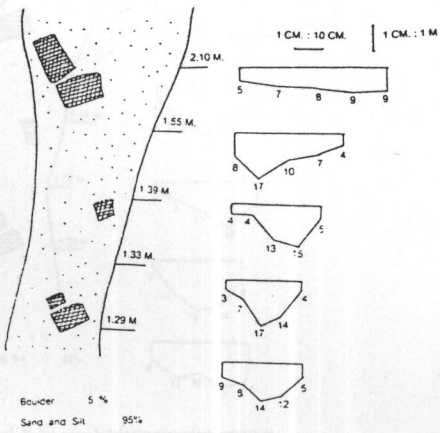
ภาพที่ 31 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนเมษายน 2541



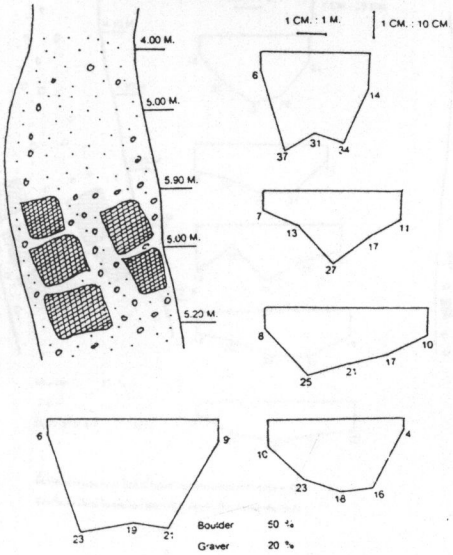
ภาพที่ 32 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนพฤษภาคม 2541



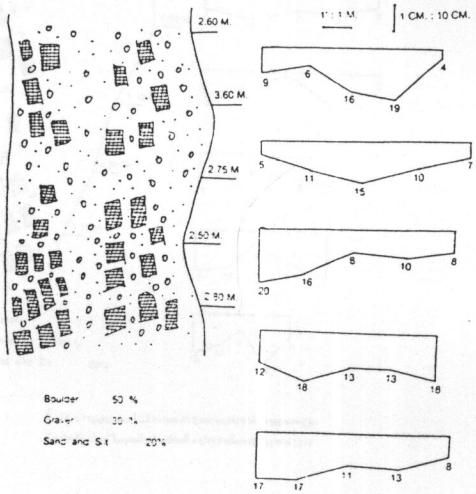
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1ประจำเดือน มิถุนายน 2541



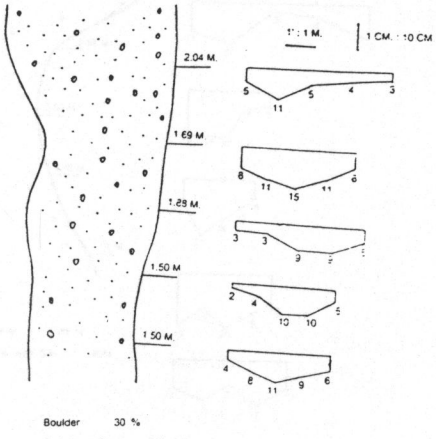
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ประจำเดือน มิถุนายน 2541



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

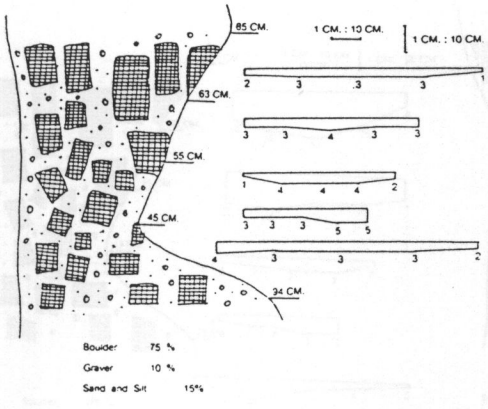


พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4ประจำเดือน มิถุนายน 2541

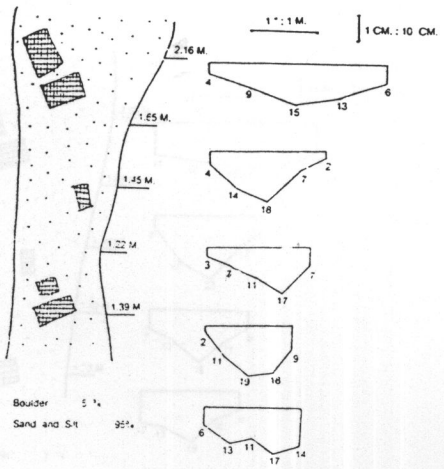


พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ประจำเดือน มิถุนายน 2541

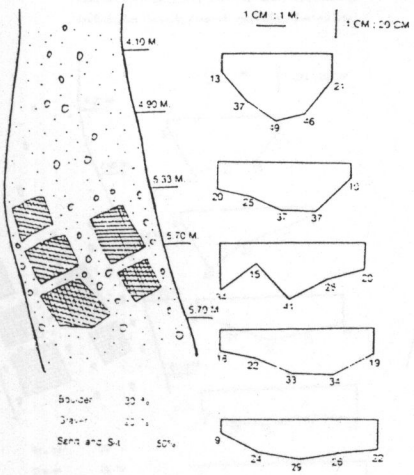
ภาพที่ 33 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนมิถุนายน 2541



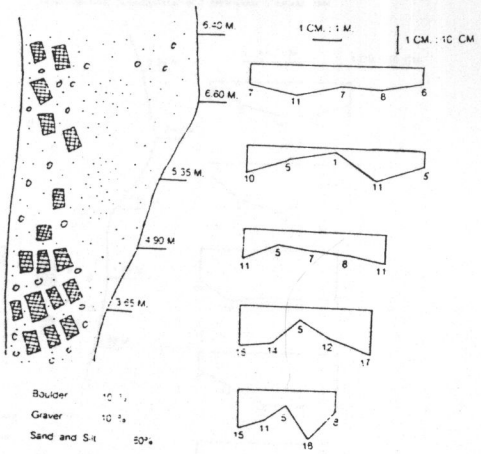
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ประจำเดือนกรกฎาคม 2541



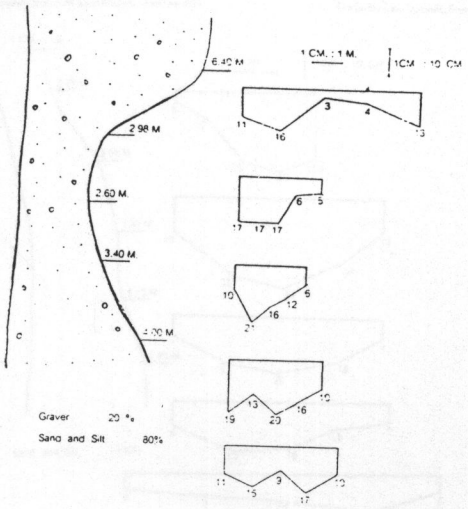
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ประจำเดือนกรกฎาคม 2541



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

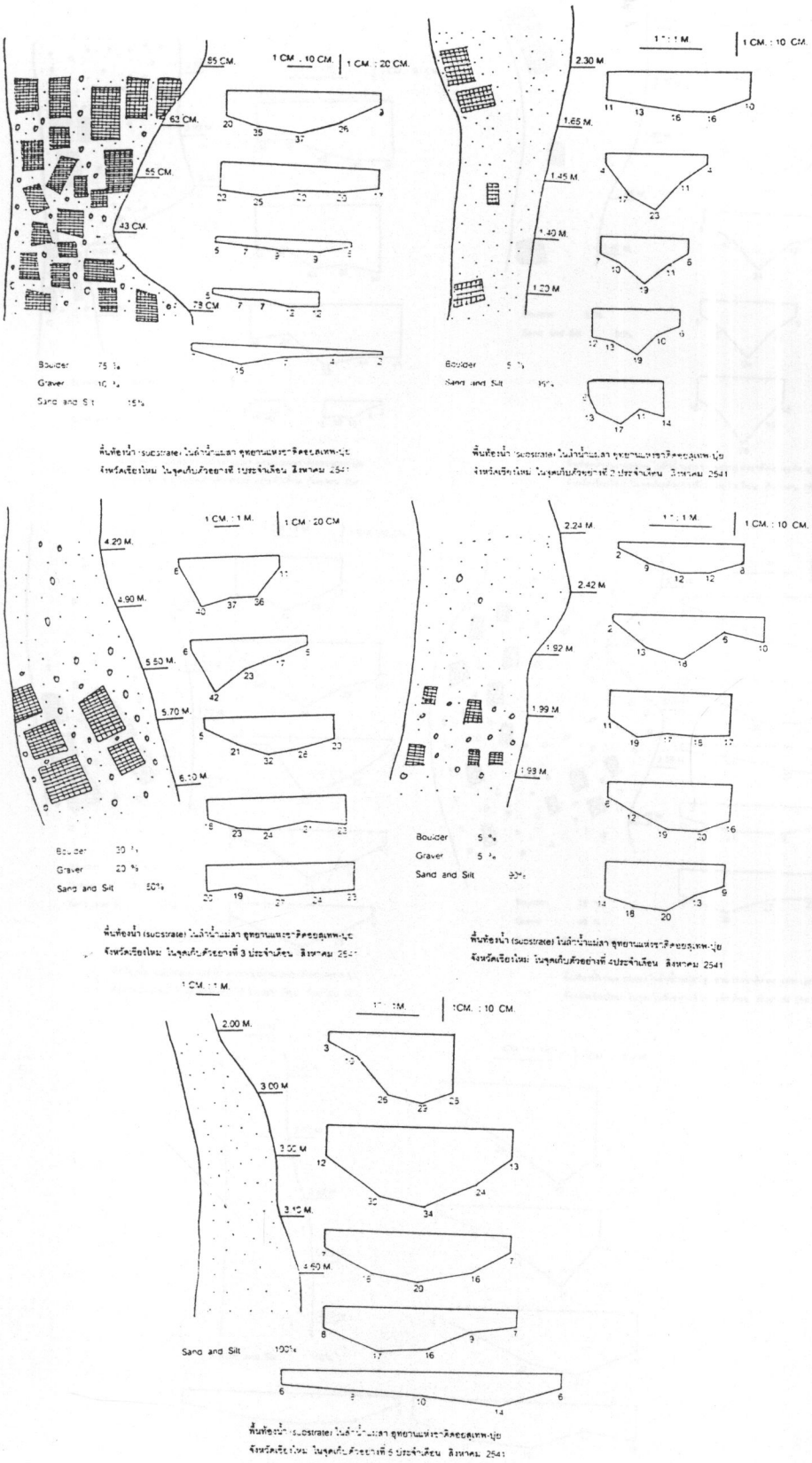


พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ประจำเดือนกรกฎาคม 2541

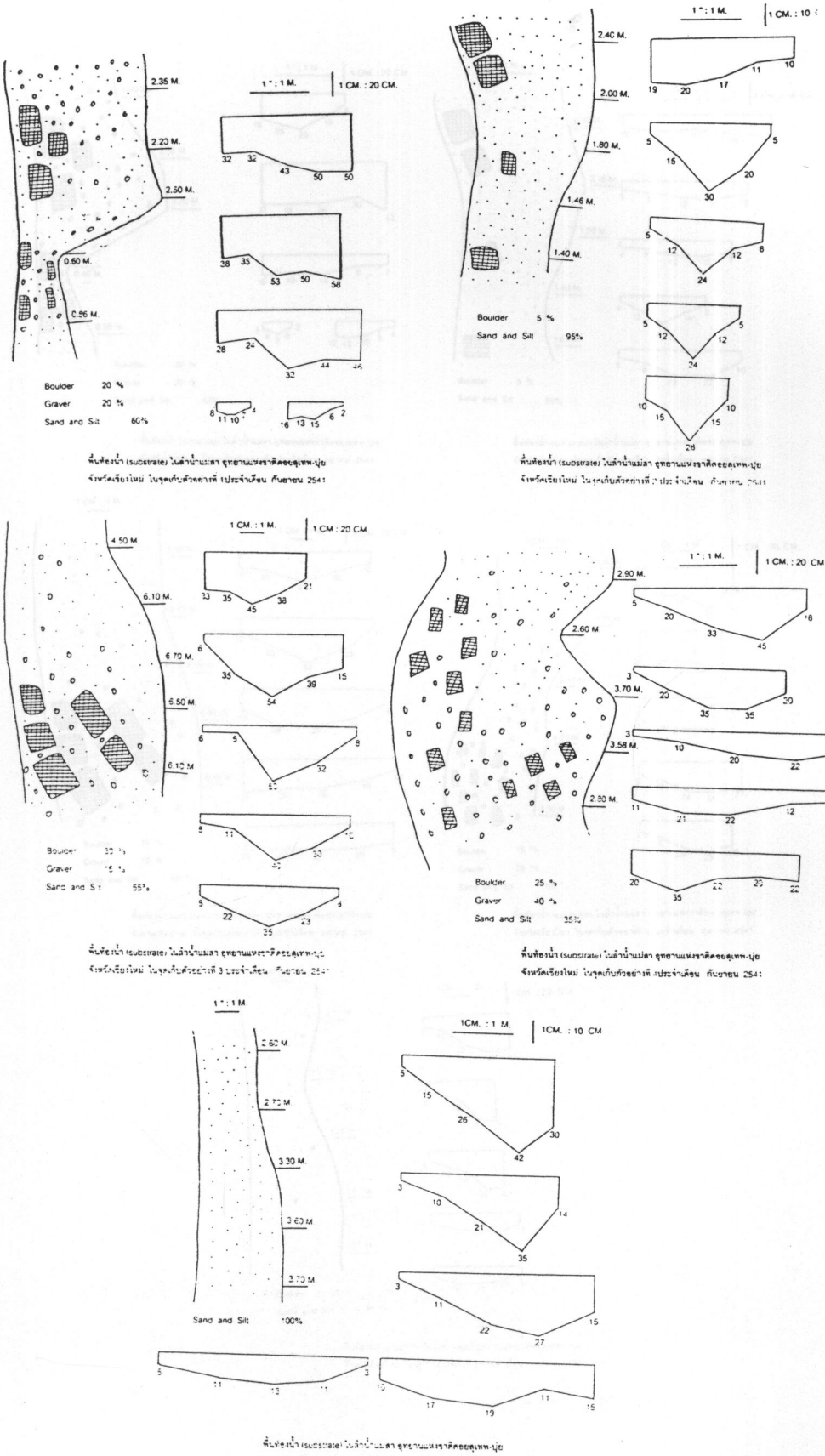


พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ประจำเดือนกรกฎาคม 2541

ภาพที่ 34 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนกรกฎาคม 2541



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



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

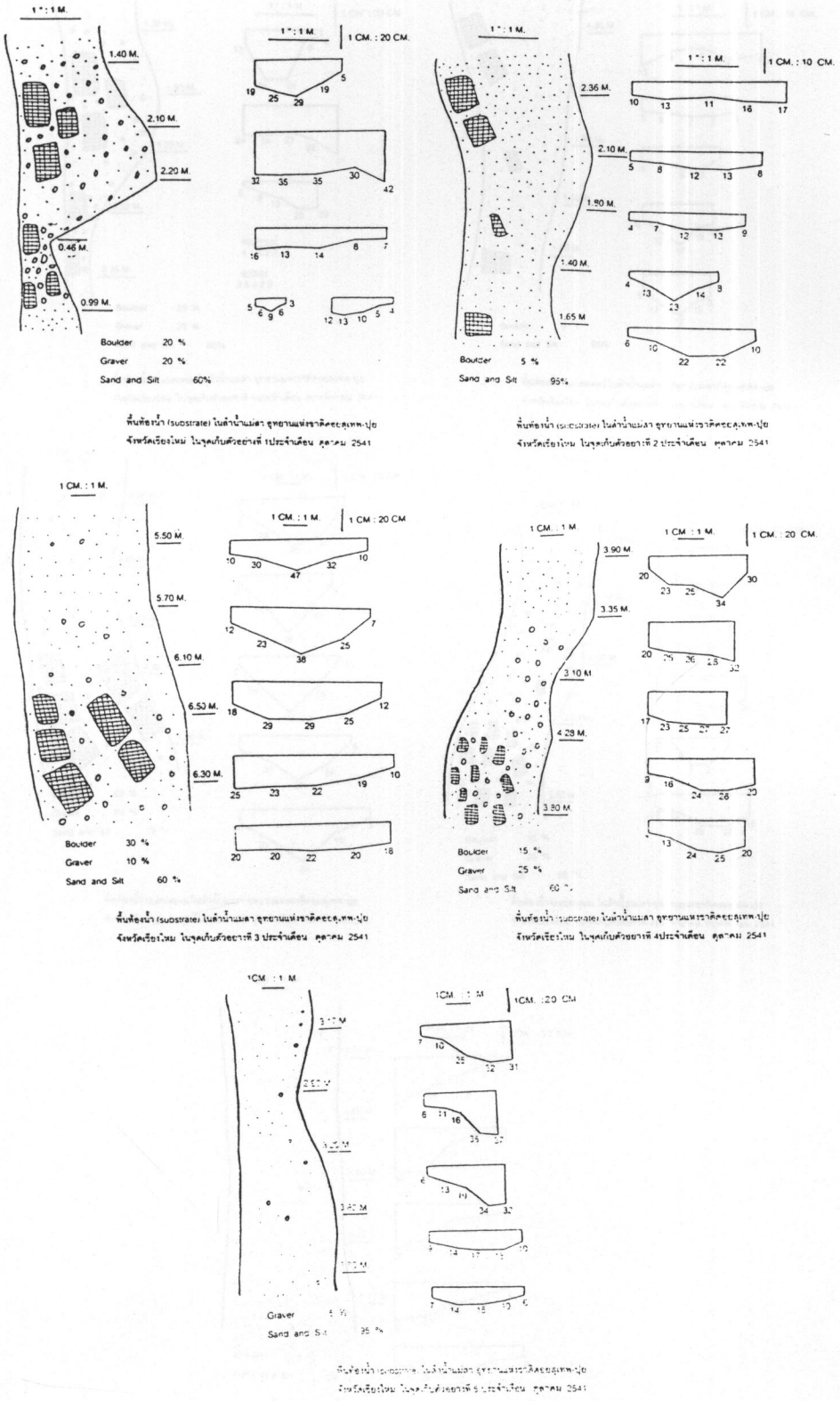
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ประจำเดือน กันยายน 2541

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

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

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

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



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

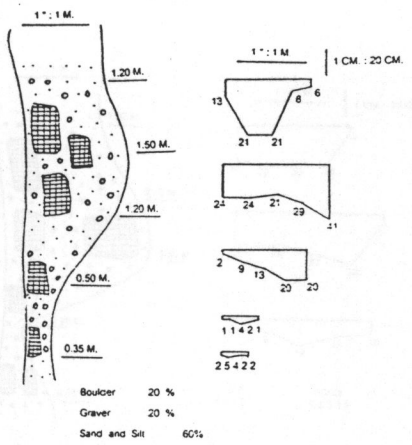
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ประจำเดือน ตุลาคม 2541

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

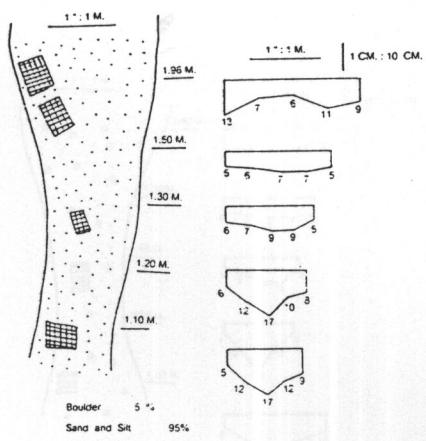
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ประจำเดือน ตุลาคม 2541

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

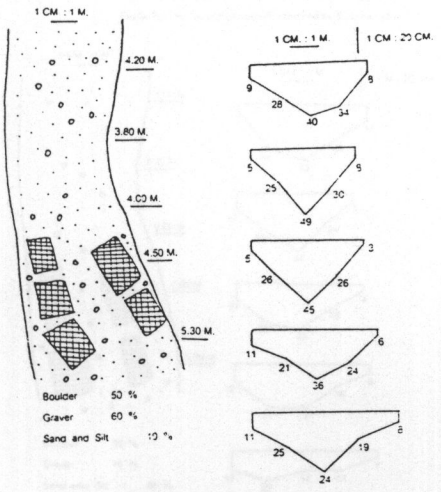
ภาพที่ 37 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนตุลาคม 2541



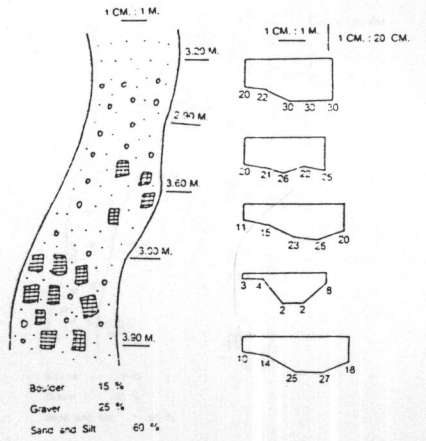
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ประจำเดือน พฤศจิกายน 2541



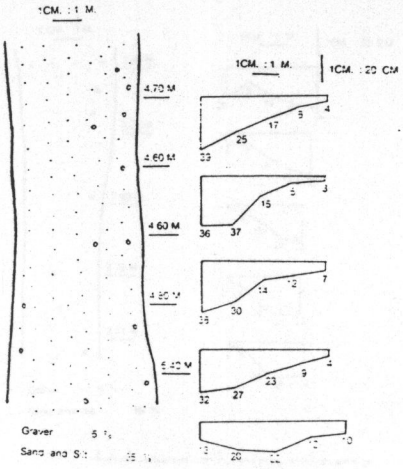
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ประจำเดือน พฤศจิกายน 2541



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

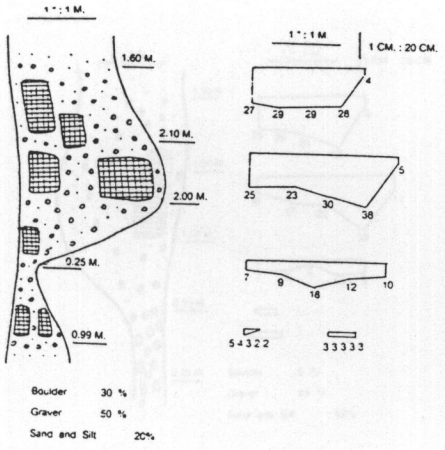


พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ประจำเดือน พฤศจิกายน 2541

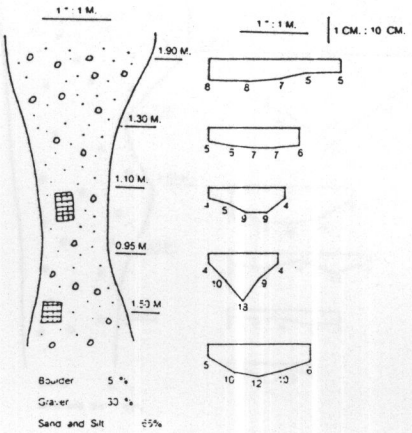


พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ประจำเดือน พฤศจิกายน 2541

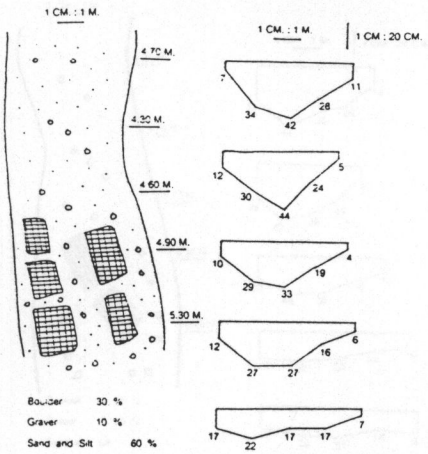
ภาพที่ 38 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนพฤศจิกายน 2541



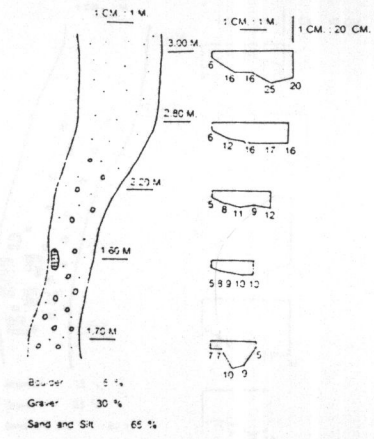
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1ประจำเดือน ธันวาคม 2541



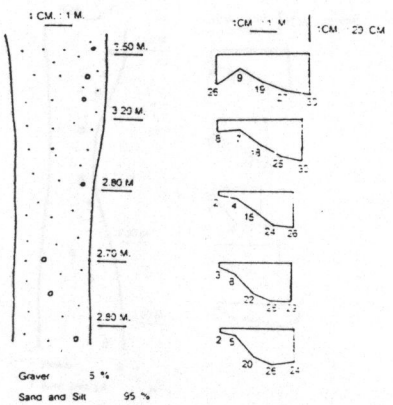
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ประจำเดือน ธันวาคม 2541



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

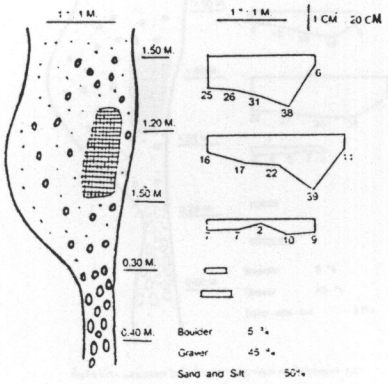


พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4ประจำเดือน ธันวาคม 2541

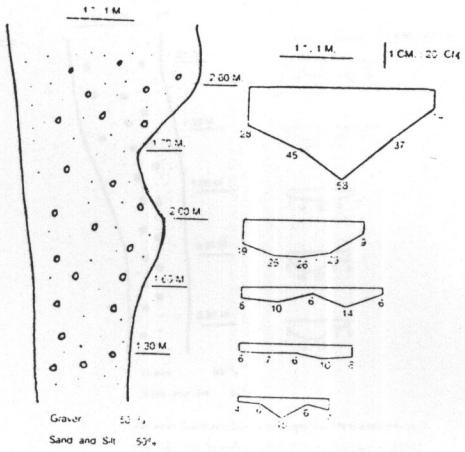


พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ประจำเดือน ธันวาคม 2541

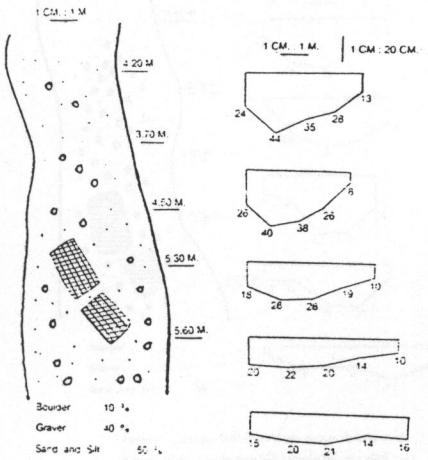
ภาพที่ 39 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนธันวาคม 2541



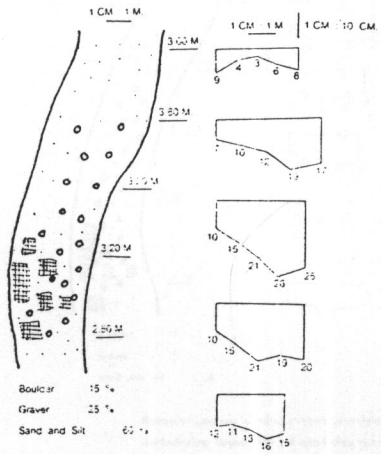
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ประจำเดือน มกราคม 2542



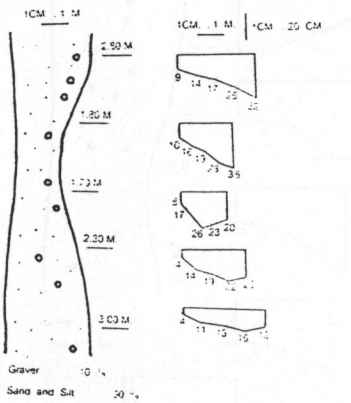
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ประจำเดือน มกราคม 2542



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

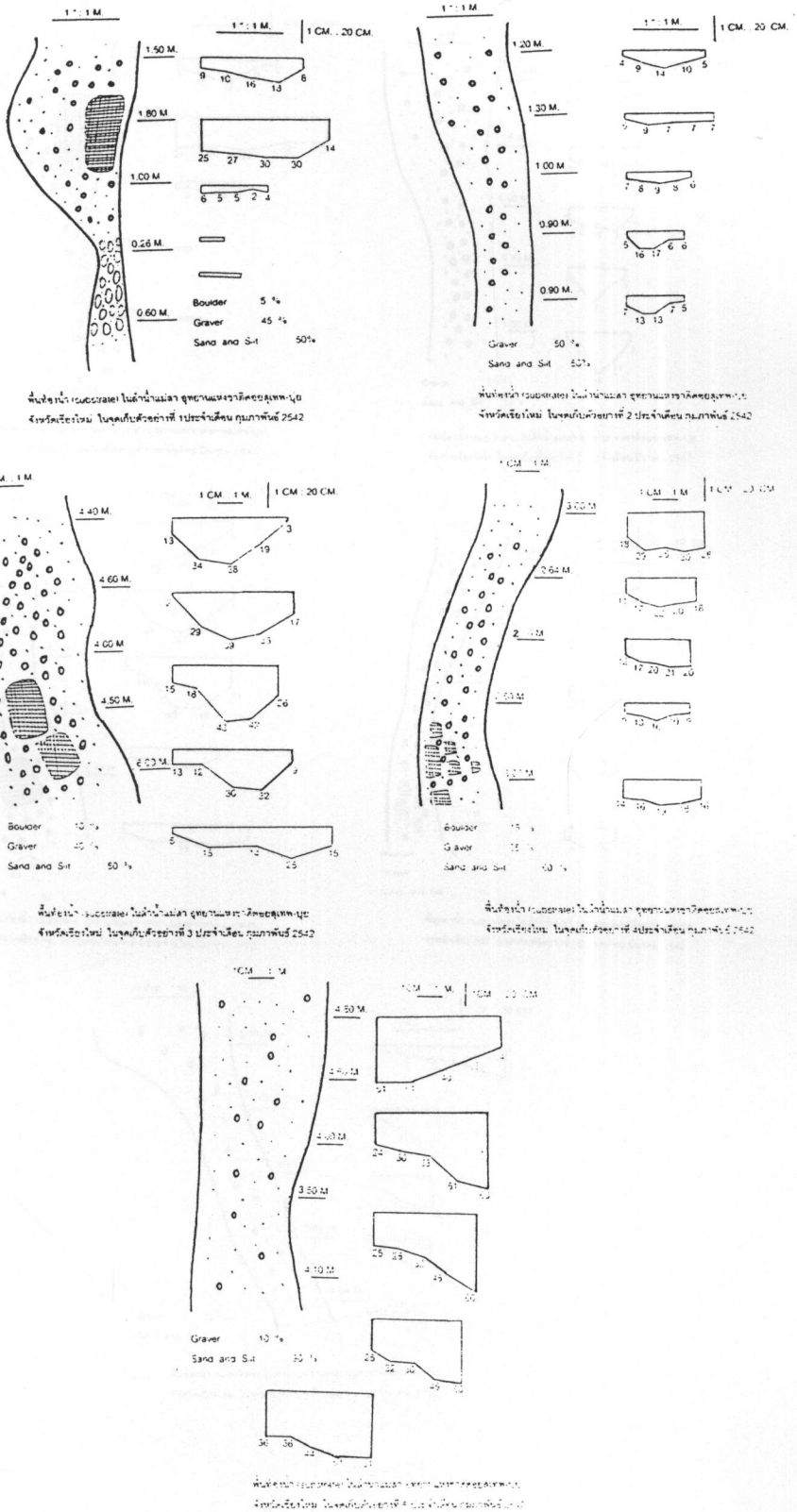


พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ประจำเดือน มกราคม 2542

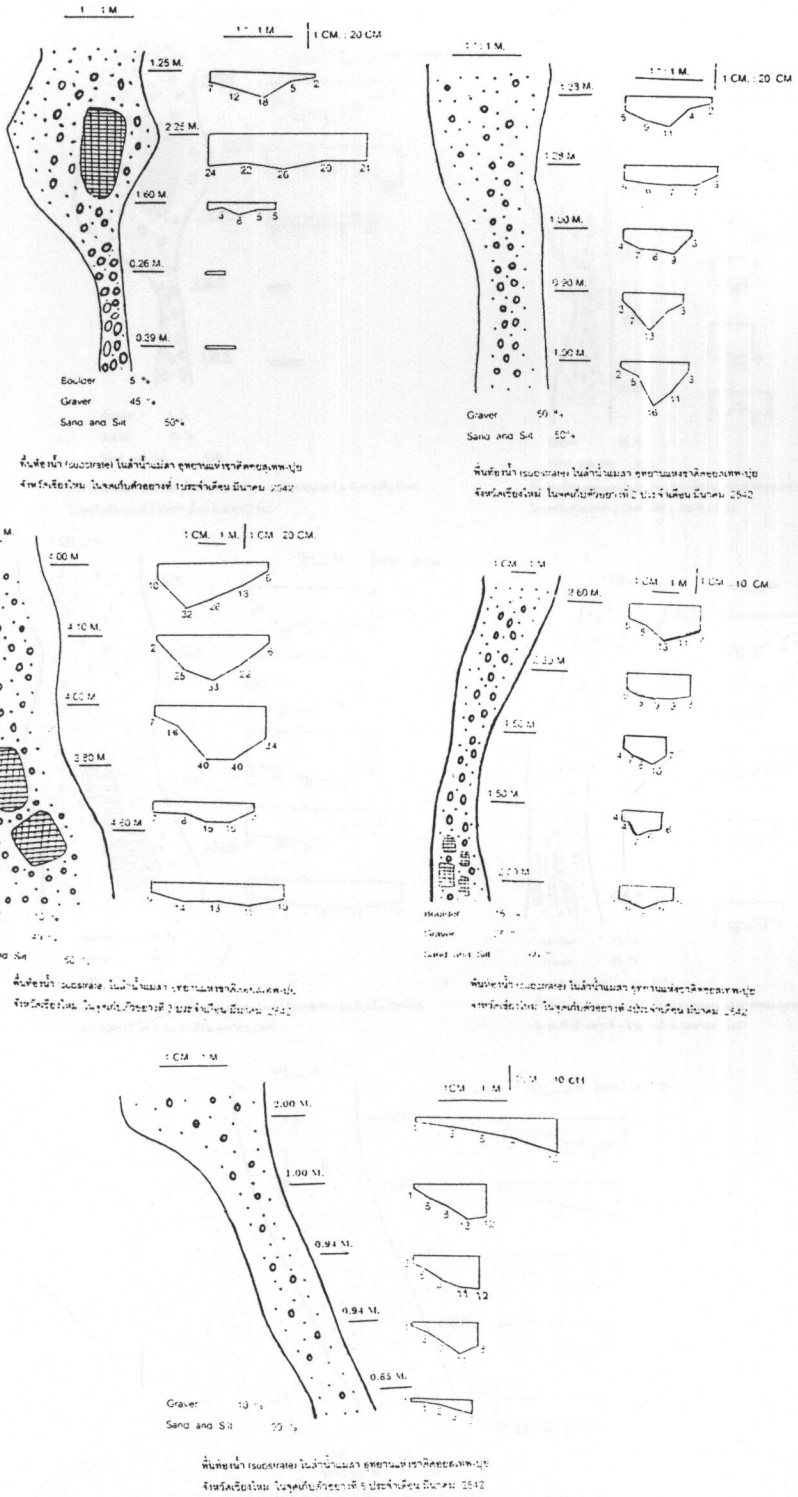


พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย
จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ประจำเดือน มกราคม 2542

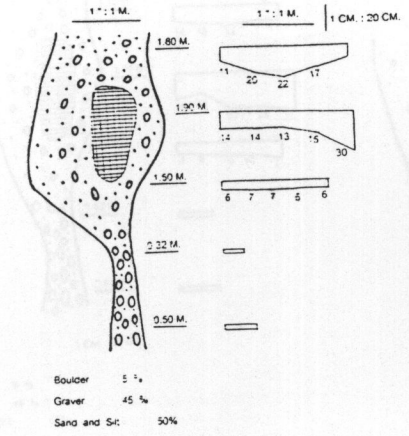
ภาพที่ 40 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนมกราคม 2542



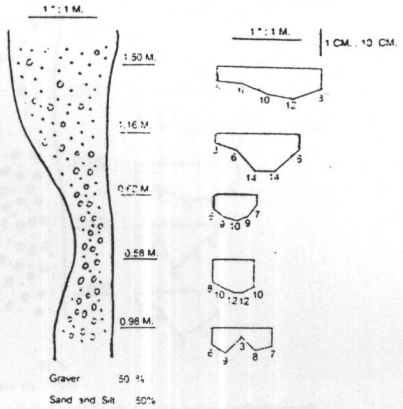
ภาพที่ 41 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนกุมภาพันธ์ 2542



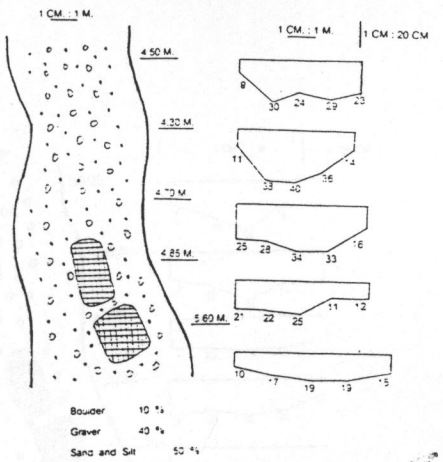
ภาพที่ 42 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนมีนาคม 2542



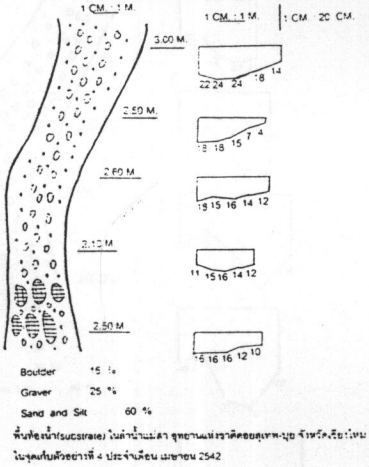
พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ประจำเดือน เมษายน 2542



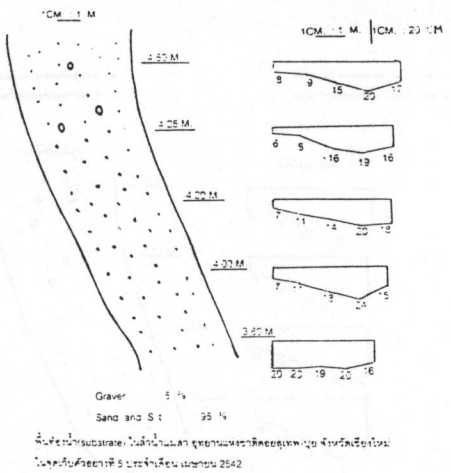
พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ประจำเดือน เมษายน 2542



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

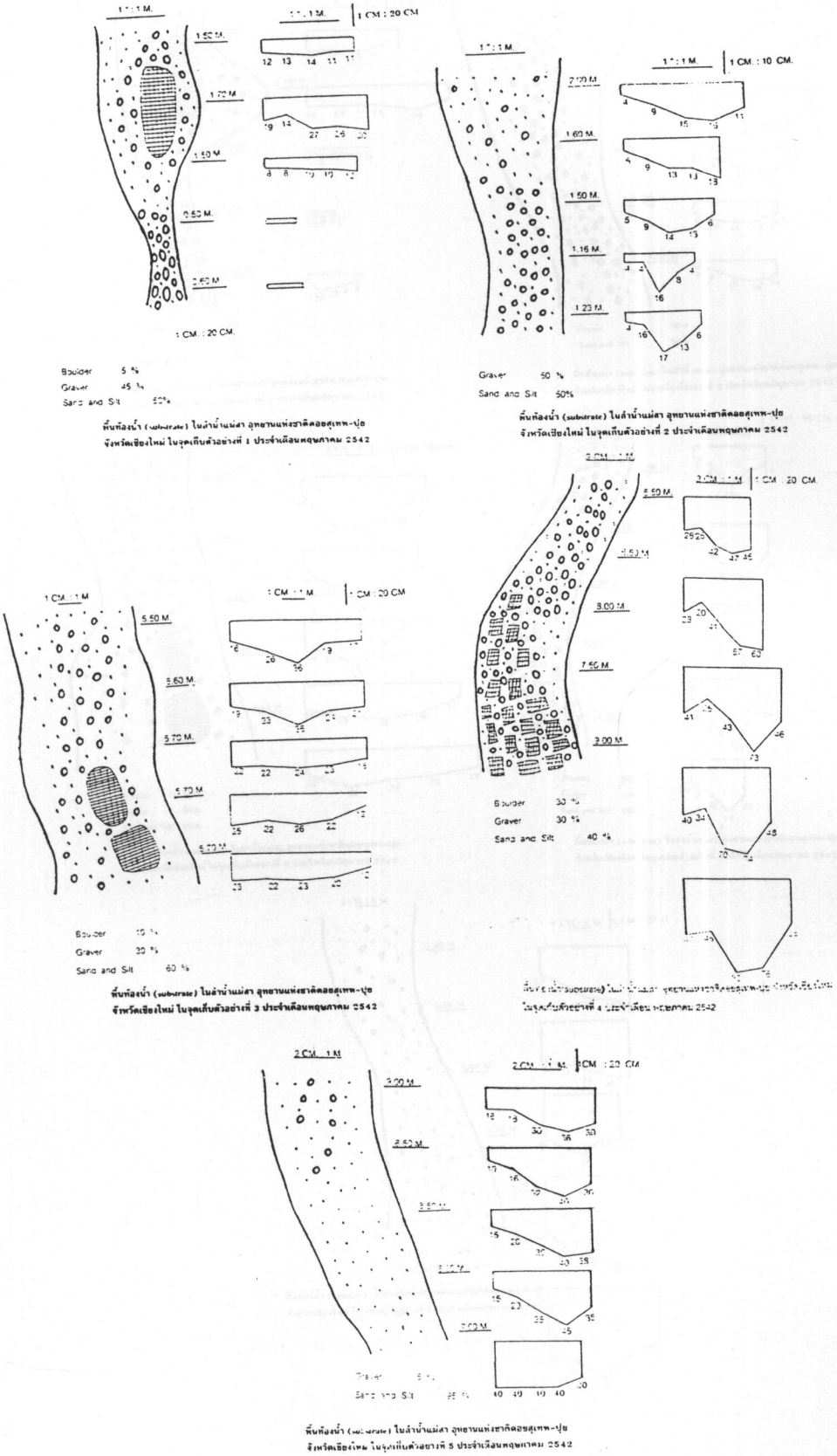


พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ประจำเดือน เมษายน 2542

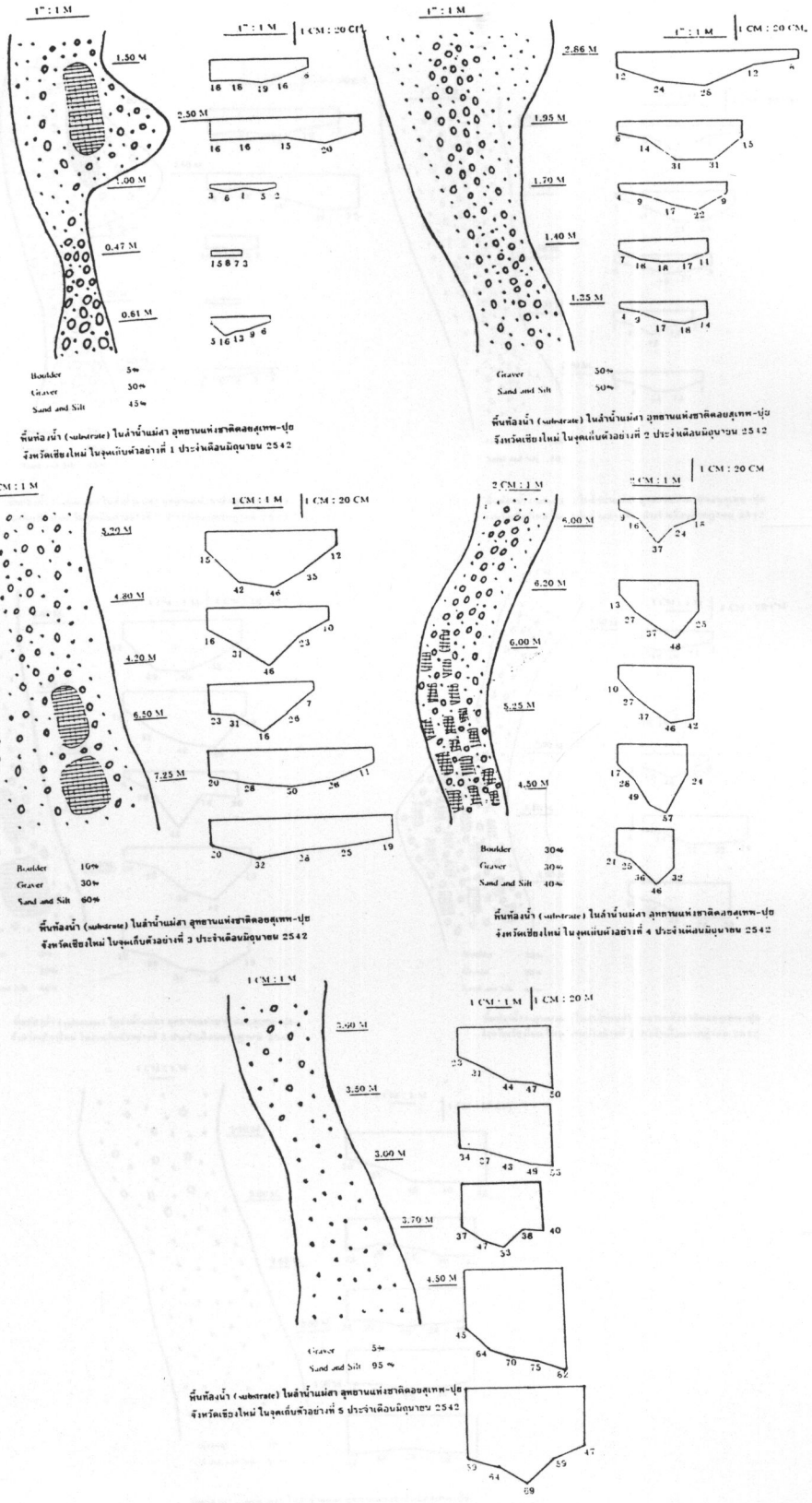


พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ประจำเดือน เมษายน 2542

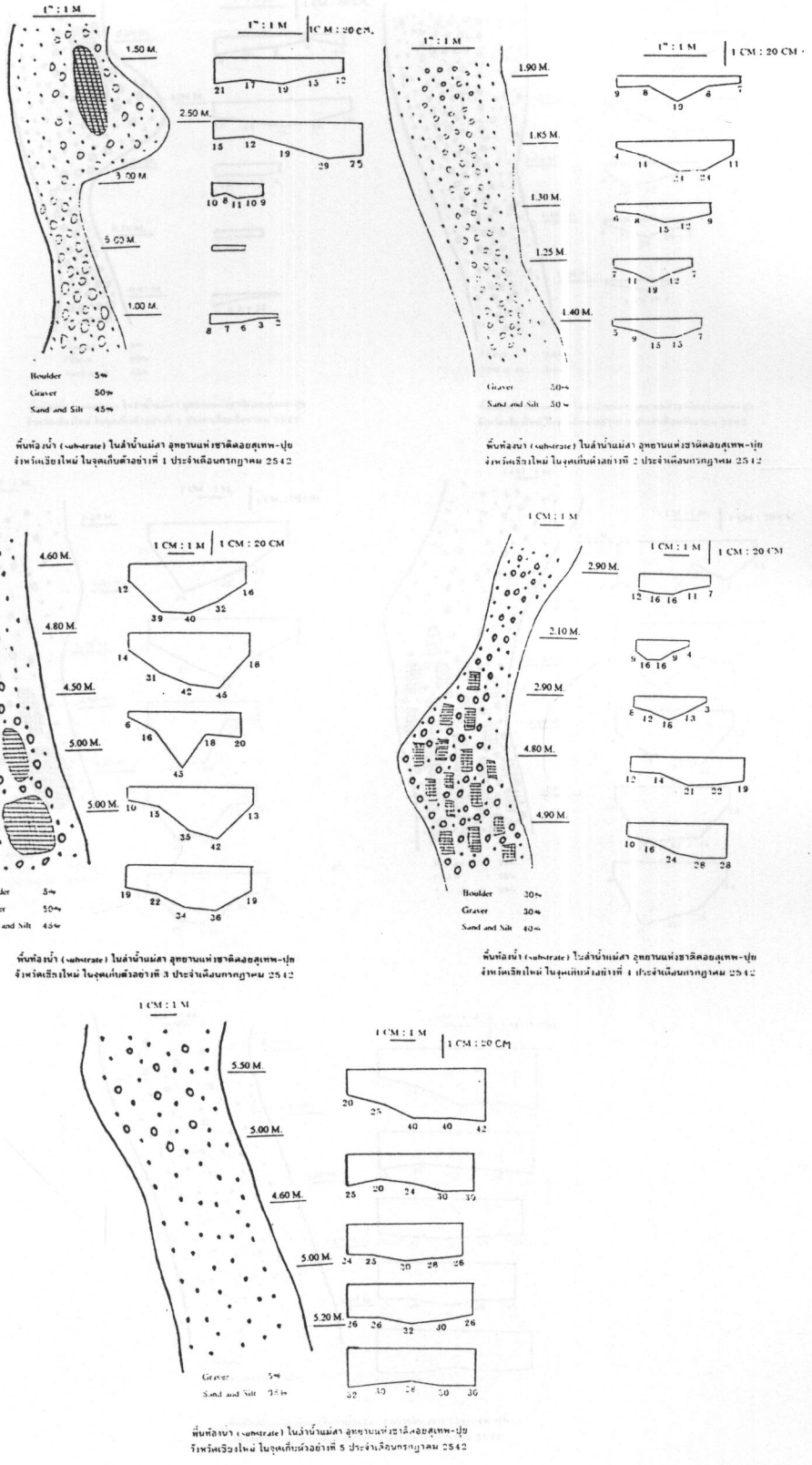
ภาพที่ 43 พื้นท้องน้ำ(substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่าง ประจำเดือนเมษายน 2542



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



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



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

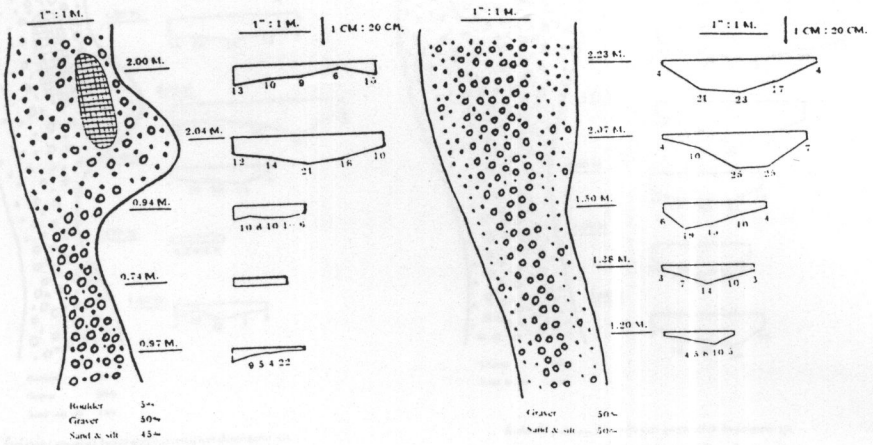
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ประจำเดือนกรกฎาคม 2542

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

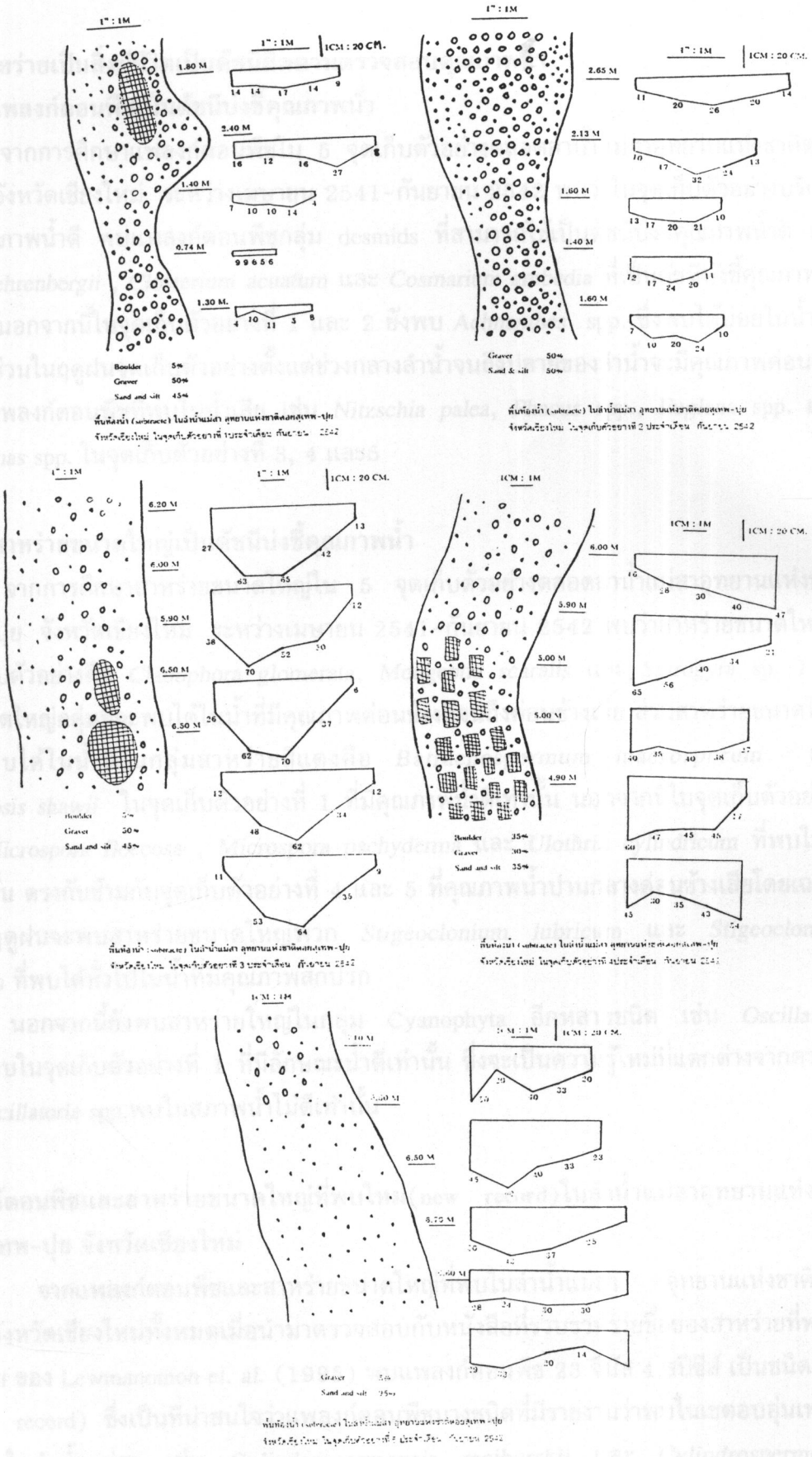
พื้นท้องน้ำ (substrate) ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ประจำเดือนกรกฎาคม 2542

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

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



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



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

5. การใช้สาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตเป็นดัชนีติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ

5.1 การใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ

จากการศึกษาแพลงก์ตอนพืชใน 5 จุดเก็บตัวอย่างตลอดลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเมษายน 2541-กันยายน 2542 พบว่าในจุดเก็บตัวอย่างบริเวณต้นน้ำที่มีคุณภาพน้ำดี พบแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม desmids ที่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำดี เช่น *Closterium ehrenbergii* , *Closterium acuatum* และ *Cosmarium ambedia* ที่เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำระดับดีมาก นอกจากนี้ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 2 ยังพบ *Achnanthes* spp. ซึ่งพบได้บ่อยในน้ำที่มีคุณภาพดี ส่วนในฤดูฝนจุดเก็บตัวอย่างตั้งแต่ช่วงกลางลำน้ำจนถึงปลายของลำน้ำจะมีคุณภาพค่อนข้างเสีย จะพบแพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำเสีย เช่น *Nitzschia palea*, *Phacus* spp., *Euglena* spp. และ *Trachelomonas* spp. ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3, 4 และ5

5.2 การใช้สาหร่ายขนาดใหญ่เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ

จากการศึกษาสาหร่ายขนาดใหญ่ใน 5 จุดเก็บตัวอย่างตลอดลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเมษายน 2541-กันยายน 2542 พบว่าสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบทุกจุดเก็บตัวอย่างคือ *Cladophora glomerata*, *Mougeotia scaralis* และ *Spirogyra* sp. 1 ซึ่งสาหร่ายขนาดใหญ่กลุ่มนี้จะพบได้ในน้ำที่มีคุณภาพค่อนข้างดีจนถึงค่อนข้างเสีย ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ที่สามารถพบได้ในน้ำดีในกลุ่มสาหร่ายสีแดงคือ *Batrachospermum macrosporum* และ *Nemalionopsis shawii* ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ที่มีคุณภาพน้ำดีเท่านั้น นอกจากนี้ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ยังพบ *Microspora floccosa* , *Microspora pachyderma* และ *Ulothrix cylindricum* ที่พบในน้ำสะอาดเท่านั้น ตรงกันข้ามกับจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 และ 5 ที่คุณภาพน้ำปานกลางค่อนข้างเสียโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูฝนจะพบสาหร่ายขนาดใหญ่พวก *Stigeoclonium lubricum* และ *Stigeoclonium flagullifoum* ที่พบได้ทั่วไปในน้ำที่มีคุณภาพสกปรก

นอกจากนี้ยังพบสาหร่ายใหญ่ในกลุ่ม Cyanophyta อีกหลายชนิด เช่น *Oscillatoria meslini* ที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ที่มีลักษณะน้ำดีเท่านั้น ซึ่งจะเป็นความรู้ใหม่ที่แตกต่างจากความรู้เดิมที่ว่า *Oscillatoria* spp.พบในสภาพน้ำไม่ดีเท่านั้น

6. แพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบใหม่(new record)ในลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

จากแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยจังหวัดเชียงใหม่ทั้งหมดเมื่อนำมาตรวจสอบกับหนังสือที่รวบรวมรายชื่อของสาหร่ายที่พบในประเทศไทย ของ Lewmanomon *et. al.* (1995) พบแพลงก์ตอนพืช 23 จีนัส 4 สปีชีส์ เป็นชนิดที่พบใหม่ (new record) ซึ่งเป็นที่น่าสนใจว่าแพลงก์ตอนพืชบางชนิดที่มีรายงานว่าพบในเขตอบอุ่นเท่านั้นสามารถพบในลำน้ำแม่สา เช่น *Cylindrospermopsis raciborskii* และ *Cylindrospermopsis*

philippinensis ส่วนแพลงก์ตอนพืชที่เป็นพวก diatom ส่วนใหญ่มีรายงานการพบในประเทศไทยแล้วจากการ ศึกษาของชาวต่างชาติ เช่น Foged (1971) เป็นต้น(ตารางที่ 5)

ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ พบ 18 จีนัส 31 สปีชีส์ ซึ่งเป็นสาหร่ายที่พบใหม่ในประเทศไทย (new record)รวมอยู่ด้วย ซึ่งจะเห็นได้ว่าสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบทั้งหมดเกินกว่า 50 เปอร์เซ็นจะเป็นชนิดที่พบใหม่ในประเทศไทย แสดงให้เห็นได้ว่าการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายขนาดใหญ่ในประเทศไทยยังมีผู้ศึกษากันน้อยมาก(ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 บัญชีรายชื่อแพลงก์ตอนพืชที่พบใหม่(new record)ในลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541 - กันยายน 2542)

Phytoplankton

Division Cyanophyta

Order Chroococcales

Family Chroococcaceae

Merismopedia punctata Meyen

Order Nostocales

Family Nostocaceae

Cylindrospermopsis philippinensis (Taylor) Ka.

Cylindrospermopsis raciborskii (Wolose.) Seeneyya and Subba

Division Chlorophyta

Order Chlorococcales

Family Desmidiaceae

Cosmarium ambedia Lemmermann

Closterium aciculare T. West

Monoraphidium arcuatum (Kors.) Hindak

Family Dictyosphaeriaceae

Dictyosphaerium ehrenberginum Nägeli

Family Hydrodictyaceae

Pediastrum simplex Meyen

Pediastrum duplex var.*recticulum* Langerheim

Family Scenedesmaceae

Scenedesmus javanensis Chod.

Division Bacillariophyta

Order Pennales

Family Fragilariaceae

Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot

Synedra montana Krasske

Family Achnantheceae

Achnanthes helvetica (Hustedt) Lange-Bertalot

Achnanthes lanceolata (Brébisson) Grunow

Achnanthes placentula Ehrenberg

Achnanthes oblongeller Öestrup

Cocconeis confusa Lange-Bertalot

Family Cymbellaceae

Amphora libyca Ehrenberg

Epithemia longicornis (Ehrenberg) W. Smith

Family Naviculaceae

Caloneis borealis J.A. Cater

Gyrosigma eximium Boyer

Navicula eleginensis (Gregory)Ralfs

Navicula eidrigiana J.A. Carter

Navicula festiva Krasske

Navicula laevissima Kützing

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Phytoplankton

Family Naviculaceae
- *Navicula striolata* Lange-bertalot
- *Navicula tuscula* (Ehrenberg) grunow
- *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg
- *Pinnularia platycephala* (Ehrenberg) Cleve

Family Bacillariaceae
- *Bacillaria paradoxa* Gmelin

Family Cymbellaceae
- *Gomphonema vibrio* Ehrenberg

Family Nitzschiaceae
- *Nitzschia archibaldii* Lange-Bertalot
- *Nitzschia disjuncta* Kützing
- *Nitzschia fossilis* Grunow
- *Nitzschia hungarica* Grunow
- *Nitzschia subacicularis* Hustedt
- *Nitzschia vitrea* Norman

Family Surirellaceae
- *Surirella aungusta* Kützing
- *Surirella bifrons* Ehrenberg

Division Pyrrhophyta

Order Dinokontae

Family Peridiniaceae
- *Peridinium imbonatum* Stain

BRT 541077

ตารางที่ 6 บัญชีรายชื่อสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบใหม่(new record)ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541 - กันยายน 2542)

Macroalgae

Division Cyanophyta

Order Oscillatoriales

Family Oscillatoriaceae

Lyngbya aeruginosa Gomont
Lyngbya retzii (Agardh) Gomont
Oscillatoria meslini Fremmy
Oscillatoria mucosa Geitler

Order Nostocales

Family Stigonemataceae

Nostochopsis lobatus (Dillw.) Wood

Division Chlorophyta

Order Chlorococcales

Family Palmellaceae

Palmella mucosa Kützing

Order Tetrasporales

Family Tetrasporaceae

Tetraspora cylindrica C. A. Agardh

Family Gloeocystaceae

Gloeocystis ampla (Kützing) Langerhium
Gloeocystis echinulata (J. E.) Smith
Gloeocystis longiarticulata G.S. West

Order Siphonocladales

Family Chladophoraceae

Cladophora albida Kützing
Cladophora glomerata Kützing
Cladophora fracta (Dillw) Kützing
Cladophora lehmanniana Kützing
Rhizoclonium crassipellitum West & West

Order Zygnematales

Family Zygnemataceae

Mougeotia scalaris Hassall

Order Oedogoniales

Family Oedogoniaceae

Oedogonium inclusum Hirn
Oedogonium kjellmanii Witte
Oedogonium rivulare (Le Clerc) A. Branum

Order Chaetophorles

Family Chaetophoraceae

Chaetophora sp.
Stigeoclonium flagelliferum Kützing
Stigeoclonium lubricum (Dillw.) Kützing
Stigeoclonium subsecundum Kützing

ตารางที่ 6 (ต่อ)

Macroalgae

Order Ulotrichales
Family Ulotrichiaceae
Ulothrix cylindricum Prescott
Family Microsporaceae
Microspora floccosa West & West
Microspora pachyderma (Wille) Langerheim

Division Rhodophyta
Order Nemalionales
Family Erythotrichaceae
Compsopogon coeruleus (Balbis) Montague
Family Batrachospermaceae
Batrachospermun macrosporum Montague
Batrachospermun vugum Agardh
Family Thoreaceae
Nemalionopsis shawii Skuja

Divistion Xanthophyta
Order Vaucheriales
Family Vaucheriaceae
Vaucheria sp.

บทที่ 5
อภิปรายผลการวิจัย

1. ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่

แพลงก์ตอนพืช

จากการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ทั้งหมดเป็นเวลา 1ปี 6 เดือน ตั้งแต่เมษายน 2541 ถึงกันยายน 2542 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 163 สปีชีส์ โดยจัดอยู่ในดิวิชั่นต่าง ๆตามลำดับมากน้อยดังนี้ ดิวิชั่นที่พบมากที่สุดคือ Bacillariophyta รองลงมาคือ Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta และ Pyrrophyta ตามลำดับ แพลงก์ตอนพืชที่พบส่วนใหญ่จะเป็นพวกไดอะตอม โดยจะพบถึง 68% ซึ่งแพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำไหลส่วนใหญ่ จะมีลักษณะโครงสร้างภายนอกที่แข็งแรงเพื่อป้องกันการกระทบกระเทือน เมื่อแพลงก์ตอนไหลไปตามกระแสน้ำ โดยในแหล่งน้ำไหลส่วนใหญ่จะพบแพลงก์ตอนพืชพวก *Navicula* spp., *Gomphonema* spp., และ *Cocconeis* spp., เป็นต้น (Smith , 1950) ซึ่ง Hynes (1970) ได้กล่าวว่าในทำนองเดียวกันว่า แพลงก์ตอนพืชที่พบในระบบนิเวศแบบน้ำไหลส่วนใหญ่จะเป็นพวก ไดอะตอม เช่น *Asterionella* spp., *Tabellaria* spp., *Fragilaria* spp., *Melosira* spp., *Cyclotella* spp. เป็นต้น ซึ่งแพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่เกิดจากการหลุดของสาหร่ายชนิดที่เกาะติด(benthic algae) ซึ่งโดนกระแสน้ำพัดพามานั่นเอง

ส่วนปริมาณของแพลงก์ตอนพืชที่พบจะมีความแตกต่างกันโดยที่บริเวณต้นน้ำ จะพบแพลงก์ตอนพืชน้อยกว่าบริเวณปลายน้ำ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับงานของ ประเสริฐ (2541) และตรัย (2541) ซึ่งได้ทำการศึกษาแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคแอลจี ในลำน้ำแม่สาโดยแบ่งจุดเก็บตัวอย่างออกเป็น 12 จุด ตลอดลำน้ำพบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบริเวณต้นน้ำจะมีปริมาณชีวภาพน้อยกว่าปลายน้ำซึ่งตรงกับงานของ Hynes (1970) ที่ว่าแพลงก์ตอนพืชในระบบนิเวศน์แบบน้ำไหลจะมีส่วนของแพลงก์ตอนพืชในต้นน้ำน้อยกว่าปลายน้ำและน้อยกว่าแพลงก์ตอนพืช ในระบบนิเวศแบบน้ำนิ่งอย่างชัดเจน

สาหร่ายขนาดใหญ่

จากการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ในรอบ 1ปี 6 เดือน พบสาหร่ายขนาดใหญ่ 57 สปีชีส์ โดยพบมากที่สุดในดิวิชั่น Chlorophyta รองลงมาคือ Cyanophyta, Rhodophyta และ Xanthophyta ตามลำดับ โดยจะพบความแตกต่างของการกระจายตัวของสาหร่ายขนาดใหญ่ ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง โดยสาหร่ายขนาดใหญ่ในกลุ่มสาหร่ายสีแดงคือ *Batrachopermum macrosporum*, *Batrachospermum vagum* และ *Nemalionopsis shawii* จะสามารถพบได้ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 เท่านั้น ซึ่งสาหร่ายขนาด

ใหญ่ ที่พบในทุกจุดเก็บตัวอย่างคือ *Cladophora glomerata* ส่วนปริมาณความมากน้อยของสปีชีส์ของสาหร่ายขนาดใหญ่ พบว่าในจุดเก็บตัวอย่างบริเวณต้นน้ำจะมีความหลากหลายมากกว่าบริเวณกลางน้ำและปลายน้ำ

จากการกระจายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ จะพบว่าสาหร่ายทั้ง 2 กลุ่มนี้พบว่าจะมีปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อการกระจายคือปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ ความเร็วกระแสน้ำ ความขุ่น เป็นต้น โดยที่กระแสน้ำจะมีผลต่อการล่องลอยของแพลงก์ตอนพืชทำให้ส่งผลโดยตรงถึงปริมาณความมากน้อยของแพลงก์ตอนพืช (นันทนา, 2536) สาหร่ายขนาดใหญ่ก็เช่นเดียวกัน กระแสน้ำที่ไหลเร็วจะทำให้สาหร่ายขนาดใหญ่บางชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ จะเห็นได้จากจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ที่มีกระแสน้ำไหลเร็วและลักษณะน้ำที่ขุ่นทำให้มีสาหร่ายเจริญได้น้อยชนิด สาหร่ายที่ปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปได้ดีเท่านั้นจึงจะสามารถเจริญได้ เช่น สาหร่ายขนาดใหญ่ชนิดที่เป็นสปีชีส์เด่นของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ได้แก่ *Cladophora glomerata* ซึ่งตรงกับงานวิจัยของ Smith(1950) ที่ว่าในบริเวณที่น้ำไหลที่สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงและไม่เหมาะสมต่อการเจริญจะพบสาหร่าย *Cladophora glomerata* ได้มากกว่าสาหร่ายชนิดอื่น ความขุ่นก็นับว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลโดยตรงต่อแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ โดยพบว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีค่าความขุ่นสูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่นๆ และในฤดูฝนจะมีค่าความขุ่นสูงมาก ซึ่งทำให้แพลงก์ตอนพืชที่พบในจุดเก็บตัวอย่างนี้น้อยกว่าจุดอื่นๆ และสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบคือ *Cladophora glomerata* เพียงชนิดเดียวในฤดูฝน ซึ่งความขุ่นจะมีผลทำให้การสังเคราะห์แสงของสาหร่ายเกิดได้ไม่ดีคือเมื่อความขุ่นของน้ำมากขึ้น สาหร่ายในน้ำก็จะลดลง แม้ว่าจะมีสารอาหารที่เหมาะสมก็ตาม (ธเนศ, 2540 อ้างถึง Patrick, 1977)

ส่วนปัจจัยทางกายภาพอื่นๆ ไม่มีผลโดยตรงต่อการกระจายของแพลงก์ตอนพืช แต่บางปัจจัย เช่น แสง และอุณหภูมิน้ำ มีผลอย่างมากต่อสาหร่ายขนาดใหญ่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาหร่ายสีแดงที่พบน้อยมากในน้ำจืด และส่วนใหญ่จะเจริญในสภาพน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำเท่านั้น และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำ จะทำให้เกิดการแทนที่กันของสาหร่ายสีแดงบางชนิด โดยในงานวิจัยนี้พบว่าในฤดูหนาวจะพบการเจริญของสาหร่ายสีแดง *Nemalionopsis shawii* แต่เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นในฤดูร้อนและฤดูฝนและสภาพแสงน้อยเช่น ในฤดูหนาวจะไม่พบ *N. shawii* แต่จะพบสาหร่ายสีแดง *Batrachospermum* spp. แทนซึ่งในทำนองเดียวกัน Dillard (1966) ได้อธิบายไว้ว่าสาหร่ายสีแดงในน้ำจืดจะมีความต้องการช่วงของอุณหภูมิและความเข้มแสงต่างกัน โดย *Batrachospermum macrosporum* จะพบในฤดูที่มีอุณหภูมิของน้ำ 15-25 $^{\circ}$C ส่วน *Audionella* sp. จะพบในฤดูที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 15 $^{\circ}$C ซึ่งในฤดูหนาวจะพบการเจริญของ *Audionella* sp. มาก เมื่อหมดฤดูหนาวก็จะเกิดการเจริญของ *Batrachospermum macrosporum* แทนที่

ปัจจัยทางกายภาพอีกอย่างหนึ่งที่มีความสัมพันธ์โดยอ้อมกับการกระจายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่คือค่าการนำไฟฟ้าซึ่งจะบอกถึงค่าการละลายของสสารที่ลงสู่แหล่งน้ำ (กรรณิการ์, 2525) ซึ่งพบว่าในลำน้ำแม่สาจะมีค่าการนำไฟฟ้าในช่วง 50-590 µs/cm ซึ่งถือว่าสูง

กว่ามาตรฐานน้ำปกติ ค่าการนำไฟฟ้าจะสูงขึ้นจากต้นน้ำกับปลายลำน้ำแม่สา โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 2 จะมีค่าเฉลี่ยของค่าการนำไฟฟ้าไม่เกิน 200 µs/cm ส่วนบริเวณส่วนล่างของลำน้ำจะมีค่าการนำไฟฟ้าสูง โดยเฉพาะช่วงยิ่งในฤดูฝนจะมีการชะล้างนำเอาสสารต่าง ๆ ลงสู่ลำน้ำมากมาย ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าจะเกี่ยวเนื่องกับสารอาหาร โดยพบว่าปริมาณสารอาหารจะมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อปริมาณการนำไฟฟ้า(กรรณิการ์, 2525 ; Goldman and Horn, 1983)

ดังที่กล่าวมาแล้วว่าค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์ต่อสารอาหารในแหล่งน้ำ ซึ่งสารอาหารในลำน้ำแม่สาจะพบว่ามีค่าสูงในช่วงฤดูฝน โดยพบว่า ในช่วงเดือนมิถุนายน 2541 ถึงกันยายน 2541 ลำน้ำแม่สาจะมีค่าไนเตรทไนโตรเจนสูง เนื่องจากไนเตรทไนโตรเจนส่วนใหญ่จะเป็นอนุภาคที่จับกับเม็ดดิน เมื่อถูกน้ำฝนชะล้าง ทำให้ไนเตรทไนโตรเจนละลายลงสู่แหล่งน้ำ (กรรณิการ์, 2525) โดยค่าของสารอาหารนี้จะส่งผลโดยตรงต่อสาหร่ายขนาดใหญ่บางชนิด เช่น สาหร่ายสีแดง เป็นต้น เนื่องจากในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 2 บริเวณต้นน้ำจะพบการกระจายของสาหร่ายสีแดง *B. macrosporum*, *B. vagum*, *N. shawii* และ *O. meslini* ซึ่งนอกจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 2 จะเป็นจุดที่มีความสูงมาก ทำให้อุณหภูมิต่ำดังได้กล่าวมาแล้ว สารอาหารก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ไม่พบสาหร่ายขนาดใหญ่ที่สามารถพบได้ในน้ำดีเท่านั้นได้โดย Sheath (1984) รายงานว่าโดยปกติสาหร่ายสีแดงในน้ำจืดจะสามารถพบได้ในแหล่งน้ำที่มีความเข้มข้นของสารอาหารต่ำเท่านั้น ซึ่งจะไม่พบสาหร่ายสีแดงในแหล่งน้ำที่มี SRP เกิน 1 mg/l เลย ส่วนสาหร่ายสีแดงบางชนิด เช่น *Compsopogon coeruleus* จะเจริญอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อยถึงปานกลางเท่านั้น (Necchi and Pascoaloto 1995; Bruhl and Biswas, 1924; Flint, 1960) ซึ่งสาหร่ายขนาดใหญ่ใน Division Chlorophyta บางชนิดที่จะพบได้ในน้ำที่มีสารอาหารปานกลางถึงมาก เช่น *Cladophora glomerata* ที่พบมากในลำน้ำแม่สาโดยจะพบทุกจุดเก็บตัวอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 เนื่องจาก *Cladophora* spp. จะพบในแหล่งน้ำที่เป็น oligotrophic จนถึง eutrophic ซึ่งจะมีธาตุ N และ P เป็น limiting nutrient (Dodds and Gudder, 1992)

2. การใช้สาหร่ายเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในลำน้ำแม่สา

จากการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำและมีแนวโน้มที่จะนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ โดยในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ซึ่งมีคุณภาพน้ำดีจะพบสาหร่ายสีแดง *Batrachopermum macrosporum*, *Batrachospermum vagum* และ *Nemalionopsis shawii* ซึ่ง Palmer (1970) รายงานว่าพบสาหร่ายชนิดนี้ในแหล่งน้ำที่มีความสะอาดเท่านั้น โดยแหล่งน้ำที่มี *Batrachospermum* spp. และ *Nemalionopsis* spp. จะถือได้ว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อย โดยบัญญัติ (2528) รายงานในทำนองเดียวกันว่าแหล่งน้ำที่มี *Batrachospermum* spp. จะเป็นแหล่งน้ำที่สะอาด นอกจากสาหร่ายสีแดงแล้วยังพบ *Microspora floccosa*, *Microspora pachyderma* และ

Ulothrix cylindricum ซึ่ง Entwisle (1989) รายงานว่าพบในแม่น้ำ Yerra ในช่วงที่น้ำสะอาดที่มีสารอาหารน้อยเท่านั้นในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 นอกจากนี้ยังพบแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม desmid ที่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำดี เช่น *Closterium ehrenbergii*, *Closterium acuatum* และ *Cosmarium ambedia* ที่เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำระดับดีมาก (Palmer, 1970 ; Round, 1973 ; Wetzel, 1983) นอกจากนี้ในจุดเก็บตัวอย่างบริเวณต้นน้ำยังพบแพลงก์ตอนพืชที่เป็น diatom ชนิด *Nitzschia linearis* และ *Achnanthes* spp. ที่พบในน้ำสะอาดเท่านั้น(Palmer, 1970) ส่วนแพลงก์ตอนพืชที่พบในลำน้ำแม่สาในช่วงที่มีคุณภาพน้ำค่อนข้างเสีย จะพบแพลงก์ตอนพืช *Nitzschia palea*, *Navicula lanceolata*, *Navicula cryptonella*, *Surirella ovalis*, *Euglena* spp., *Phacus longicuada* และ *Trachelomonas* spp. ซึ่งพบในแหล่งน้ำที่มีสภาพเสีย (Palmer, 1970)

ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ที่มีความสัมพันธ์และมีแนวโน้มที่จะนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในช่วงที่ลำน้ำแม่สามีคุณภาพน้ำเสียจะเป็นสาหร่ายชนิดเกาะติดที่เป็นเส้นสาย เช่น *Stigeoclonium lubricum* และ *Stigeoclonium flagelliforum* ที่พบได้ทั่วไปในน้ำที่มีคุณภาพไม่ดี (palmer,1970 ; Entwisle, 1993) และสาหร่ายขนาดใหญ่ที่เจริญเป็นเมือก เช่น *Oscillatoria princeps* ซึ่ง Palmer (1970) ได้จัดไว้ว่าเป็นสาหร่ายที่พบในน้ำที่มีมลพิษสูง

เมื่อนำมาเทียบกับงานของประเสริฐ (2541) และ ตรัย (2541) ที่ทำการศึกษาแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สาปี 2541 พบว่าแพลงก์ตอนพืชที่มีแนวโน้มนำมาเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำดีที่คล้ายกันได้แก่ *Nitzschia linearis* และ *Achnanthes* spp ส่วนแพลงก์ตอนพืชที่มีแนวโน้มที่จะเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำเสียได้แก่ *Nitzschia palea*, *Navicula lanceolata*, *Navicula cryptonella* และ *Surirella ovalis*

3.ผลของลักษณะพื้นท้องน้ำที่มีผลต่อการกระจายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่

จากการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบความสัมพันธ์ในการกระจายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่กับลักษณะพื้นท้องน้ำพบว่าแพลงก์ตอนพืชไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะพื้นท้องน้ำโดยตรง โดยแพลงก์ตอนพืชจะมีความสัมพันธ์กับความเร็วของกระแสน้ำเท่านั้น ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่จะมีความสัมพันธ์กับลักษณะพื้นท้องน้ำอย่างเด่นชัด โดยสาหร่ายขนาดใหญ่ชนิดเส้นสายจะมีการเจริญอยู่บนsubstrateที่มีลักษณะแข็ง เช่น *Batrachospermum* spp. และ *Nemalionopsis shawii* ที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 จะมีลักษณะทัลลัสที่เกาะติดกับก้อนหินขนาดเล็ก ซึ่ง Sheath (1994) ได้อธิบายว่าสาหร่ายสีแดงในน้ำจืดจะเกาะติดกับ substrate ที่อยู่นิ่งกับที่และทัลลัสจะเจริญยาวไปตามทิศทางการไหลของน้ำ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นท้องน้ำจะมีผลกระทบโดยตรงต่อสาหร่ายสีแดงซึ่ง *Compsopogon coeruleus* ที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2, 4 และ 5 จะพบในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาว โดยจะเจริญเกาะติดกับกรวดและก้อนหิน แต่หลังจากเข้าสู่ฤดูฝนลักษณะพื้นท้อง

น้ำจะเปลี่ยนไปเป็นทรายทำให้ไม่พบ *Compsopogon coeruleus* เจริญในแหล่งอาศัยเดิมเลย แม้ว่าเมื่อหมดฤดูฝนแล้วก็ตาม ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ชนิดอื่นๆ เช่น *Cladophora glomerata*, *Microspora floccosa* และ *Mougeotia scalaris* มีการเจริญเกาะติดบน substrate ที่เป็นหินเช่นเดียวกัน โดย Entwisle (1989) รายงานว่าสาหร่ายขนาดใหญ่ในกลุ่มสาหร่ายสีเขียวจะพบการเจริญในแหล่งน้ำไหลโดยเกาะติดกับ substrate ที่แข็งเช่นหินหรือรากไม้เท่านั้น ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ที่เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีลักษณะเป็นเส้นสายเช่น *Oscillatoria* spp. ที่พบในลำน้ำแม่สาจะเจริญอยู่บนก้อนหินที่มีดินปกคลุมอยู่ ซึ่ง Kovacik และ Komarek (1988) รายงานว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะเจริญเกาะติดกับ substrate ที่แข็งเช่นก้อนหินหรืออ่อนนุ่มเช่นดินได้ ในทำนองเดียวกันสาหร่ายขนาดใหญ่สีเขียวแกมน้ำเงินที่มีลักษณะการเจริญแบบเป็นเมือกเช่น *Cylindrospermum* spp. และ *Nostoc* spp.จะเจริญอยู่บนดินริมฝั่งน้ำที่มีน้ำกระเซ็นถึงเท่านั้น (Ward, 1985)

จากการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ นอกจากจะพบความสัมพันธ์ในการกระจายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่กับสภาพแวดล้อมแล้ว การวินิจฉัยในระดับสปีชีส์ก็มีความสำคัญเช่นกันในการที่จะทราบถึงความสัมพันธ์ของสาหร่ายแต่ละสปีชีส์ต่อสภาพแวดล้อมที่ต่างกันออกไป ซึ่ง Palmer (1970) กล่าวว่าสิ่งมีชีวิตในจีนัสเดียวกันแต่สปีชีส์ต่างกันจะมีการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมที่เหมือนกันต่างกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าสาหร่ายขนาดใหญ่บางชนิดจะมีการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมต่างกัน เช่น *Oscillatoria meslini* จะพบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณต้นน้ำซึ่งน้ำมีคุณภาพดีต่างกับ *Oscillatoria princeps* ที่จะพบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3, 4 และ 5 ซึ่งเป็นสาหร่ายขนาดใหญ่ที่สามารถบ่งบอกระดับคุณภาพน้ำเสียได้

ดังนั้นการวินิจฉัยในระดับสปีชีส์จึงมีความสำคัญเช่นเดียวกัน แต่ในสาหร่ายโดยเฉพาะสาหร่ายขนาดใหญ่จะทำการแยกหรือจำแนกออกเป็นสปีชีส์ยากมาก เช่นในการวิจัยนี้สาหร่ายขนาดใหญ่ในกลุ่มสาหร่ายสีเขียว เช่น *Spirogyra* spp. จะจัดจำแนกได้ยากมากเนื่องจาก *Spirogyra* spp. เป็นสาหร่ายพวกที่สร้าง conjugation tube ซึ่งจะต้องรอช่วงเวลาให้เกิด conjugation tube ก่อนจึงจะสามารถทำการวินิจฉัยได้ (Huber-Pestalozzi, 1984) ในต่างประเทศก็ได้เริ่มมีการศึกษาวิธีการที่จะจัดจำแนกสาหร่ายให้ถูกต้อง โดยนอกจากการจำแนกโดยองค์ประกอบภายใน cell ที่ดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์แล้ว Hull *et. al.*(1985)ได้ทำการจัดจำแนกสาหร่ายขนาดใหญ่ *Spirogyra* spp. และ *Sirogonium* spp. ออกจากกันโดยการใช้การวิเคราะห์สารเคมีจาก cell wall ของ zoospore ของสาหร่ายสปีชีส์นี้ นอกจากนี้ยังมีผู้คิดค้นวิธีการแบบใหม่ๆ ที่จะนำมาศึกษาความแตกต่างกันของสาหร่ายในแต่ละจีนัส โดย Dodds and Gudder (1992) ได้นำเอาการศึกษาทางอณูวิทยาและ Cytology ของ *Cladophora* spp. มาใช้ในการจัดจำแนกสาหร่ายในจีนัสนี้

จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่าสาหร่ายขนาดใหญ่เป็นสิ่งมีชีวิตที่ยังไม่มีการศึกษาองค์ความรู้ทางด้านนี้กันมากนัก ทั้งที่ประเทศไทยถือว่ามีความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายขนาดใหญ่สูงมาก

ซึ่งน่าที่จะมีการศึกษาเพื่อเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญในอนาคต เนื่องจากสาหร่ายขนาดใหญ่เป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ทางด้านต่าง ๆมากมาย ทั้งในด้านที่เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ ใช้เป็นปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร นอกจากนี้ยังมีการนำสาหร่ายขนาดใหญ่มาใช้เป็นอาหาร และยารักษาโรค ซึ่งมีการบริโภคกันมานานแล้วและถือว่าเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่น่าจะมีการส่งเสริมให้แพร่หลายยิ่งขึ้น แต่ในปัจจุบันการศึกษาสาหร่ายขนาดใหญ่ยังมีน้อยมาก โดยรายงานการวิจัยที่ยังไม่ได้ตีพิมพ์ของ ดร. สรวิช เผ่าทองสุข เรื่อง “สถานภาพของการวิจัยทางด้านสาหร่ายในประเทศไทย” ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานส่งเสริมการวิจัยแห่งชาติ พบว่าในงานวิจัยสาหร่ายทั้งหมดในประเทศไทย สาหร่ายขนาดใหญ่มีการศึกษาน้อยกว่าสาหร่ายชนิดอื่นหลายเท่า ซึ่งควรจะมีการสนับสนุนให้มีการศึกษาวิจัยในประเทศไทยอย่างเร่งด่วนและจริงจังต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาครั้งนี้ถือว่าเป็นการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางและข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาสาหร่ายในน้ำไหลต่อไปในอนาคต ซึ่งลำน้ำแม่สาถือว่าเป็นลำน้ำหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่เท่านั้น ยังมีแหล่งน้ำอีกมากมายในประเทศไทยที่มีลักษณะสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันออกไป รอให้มีผู้ศึกษาอีกมากมาย ซึ่งควรที่จะมีการสืบสานสนับสนุนงานวิจัยทางด้านนี้ต่อไปอย่างจริงจังและเร่งด่วน

2. จากการศึกษาในกลุ่มนี้ พบว่าความรู้ทางด้านสาหร่ายขนาดใหญ่ สามารถที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ มากมายทั้งทางด้านการบริโภคเป็นอาหาร ทางด้านการใช้เป็นยารักษาโรค หรือการใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ ซึ่งควรที่จะส่งเสริมความรู้ด้านนี้ให้แพร่กระจายลงสู่ช่วงต้นให้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากฐานความรู้นี้ก็คือ ภูมิปัญญาชาวบ้าน นั่นเอง

3. ผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ น่าที่จะเผยแพร่ต่อผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับลำน้ำแม่สา ผู้รับผิดชอบรวมไปถึงประชาชนที่อยู่อาศัยและใช้ลำน้ำนี้ในชีวิตประจำวัน เพื่อที่จะหาทางร่วมมือกันเพื่อจัดการแหล่งน้ำนี้อย่างอนุรักษ์และให้ได้ประโยชน์สูงสุด เพื่อลำน้ำนี้จะยังคงอยู่กับเขาเหล่านั้นและชาวเชียงใหม่ตลอดไป

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนเมษายน 2541 ถึงเดือนกันยายน 2542 โดยแบ่งจุดเก็บตัวอย่างออกเป็น 5 จุดตลอดลำน้ำ พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 163 สปีชีส์ จัดอยู่ใน 6 ดิวิชั่นคือ Cyanophyta, Chlorophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta, Pyrrhophyta และ Cryptophyta, ซึ่งแพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่จะเป็น diatom ชนิดที่เด่นคือ *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lang-Bertalot., *Fragilaria capucina* Desmazieres, *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow และ *Navicula cryptolenella* Lang-Bertalot, *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg, *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck *Fragilaria* spp., *Nitzschia* spp. และ *Navicula* spp.

พบสาหร่ายขนาดใหญ่ 57 สปีชีส์ จัดอยู่ใน 4 ดิวิชั่นคือ Cyanophyta, Chlorophyta, Rhodophyta และ Xanthophyta ชนิดที่เด่นคือ *Cladophora glomerata* Kützing, *Spirogyra* spp., *Stigeoclonium lubricum* (Dillw.) Kützing, *Mougeotia scaralis* Hassall และ *Microspora floccosa* West & West นอกจากนี้ยังพบสาหร่ายสีแดง 4 สปีชีส์คือ *Batrachospermum macrosporum* Montague, *Batrachospermum vugum* Agardg, *Nemalionopsis Shawii* Skuja และ *Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montague ซึ่งเป็นสาหร่ายขนาดใหญ่ที่ที่มีการพบน้อยในน้ำจืดและยังไม่มีรายงานการพบในประเทศไทยซึ่งสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำดีได้

ส่วนคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่สาพบว่ามีคุณภาพน้ำโดยรวมอยู่ระหว่าง oligotrophic ถึง eutrophic status โดยคุณภาพน้ำค่อนข้างดีในฤดูหนาว และต้นฤดูร้อน ส่วนจุดเก็บตัวอย่างต้นน้ำมีคุณภาพดีตลอดปี ส่วนกลางและส่วนปลายของลำน้ำจะมีคุณภาพน้ำค่อนข้างเสียในฤดูฝน

บรรณานุกรม

กรรณิการ์ สิริสิงห. 2525. เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์. กรุงเทพฯ, คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

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

ชลินดา อริยเดช. 2539. สหสัมพันธ์ของสารอาหารบางชนิดและแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวง เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

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

ทัตพร คุณประดิษฐ์. 2539. คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ 2 บริเวณในคูเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ปี 2538. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ธีรศักดิ์ สมดี. 2541. การกระจายของแพลงก์ตอนพืช *Microcystis aeruginosa* Kütz. ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา ปี 2540. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ธเนศ วงศ์ยะรา. 2539. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในคูเมืองเชียงใหม่ ปี 2538. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นันทนา คชเสนี. 2536. คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด. กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นารี ศรีอุตตะมะโยธิน. 2529. การสำรวจสาหร่ายในคูเมืองเชียงใหม่ โดยใช้ตาข่ายแพลง-ตอน. การค้นคว้าแบบอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2532. จุลชีววิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ประมาณ พรหมสุทธิลักษณ์. 2531. ชลธีวิทยา. กรุงเทพฯ, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปริญญา มูลสิน. 2540. ปริมาตรทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ประเสริฐ ไวยะกา. 2541. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคแอลจี ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ระดับความสูง 660 ถึง 1075 เมตร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

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

มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, ไพพรรณ พรประภา. 2540. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ เล่มที่ 1; การจัดการคุณภาพน้ำ. กรุงเทพฯ, ภาควิชาวิศวกรรมสภาพแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2538. สาหร่าย : ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสาหร่าย สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและสาหร่ายสีเขียว. เชียงใหม่, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2542. สาหร่าย : ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสาหร่าย สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและสาหร่ายสีเขียว. เชียงใหม่, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2543. เรื่องดีๆ ของสาหร่าย. จดหมายข่าวนานาสัตว์น้ำ, 5 (3), 13-15

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

ยุวดี พีรพรพิศาล, สมร คลื่นสุวรรณ, ฉมาภรณ์ นิวาศะบุตร, สาคร พรหมขัติแก้ว, ประเสริฐ ไวยะกา, ตรัย เป็กทอง. 2541. รายงานประจำปีโครงการ “ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย เชียงใหม่”. โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT). ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2538. แพลงก์ตอนพืช. กรุงเทพฯ, ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิจิตร รัตนพานี. 2533. การศึกษาและวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำแม่ปิง. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

วิไลลักษณ์ กิจจนะพานิช. 2538. คู่มือการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย. เชียงใหม่, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2532. ความหลากหลายทางชีวภาพ: เอกสารการสัมมนาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. ครั้งที่ 7, 12-15 ตุลาคม 2532 โรงแรมเชียงใหม่ภูคำ, เชียงใหม่.

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2538. สถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. กรุงเทพฯ, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2537. สาหร่ายวิทยาประยุกต์. เชียงใหม่, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมสุข มัจฉาชีพ. 2528. นิเวศวิทยา. ชลบุรี, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน.

สาคร พรหมขัติแก้ว, วีระศักดิ์ รุ่งเรืองวงศ์, สุทัศน์ สุภาษี, ยุวดี พีรพรพิศาล. 2539. การศึกษาและวิเคราะห์คุณภาพน้ำแม่ปิงในรอบ 1 ปี. ศูนย์วิจัยน้ำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สุคนธ์ คล่องดี. 2534. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับชนิดและปริมาณของสาหร่ายในอ่างเก็บน้ำของการประปาเชียงราย. การค้นคว้าอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร-มหาบัณฑิต (การสอนชีววิทยา) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อักษร ศรีเปล่ง. 2532. ความหลากหลายทางชีวภาพ: เอกสารการสัมมนาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. ครั้งที่ 7, 12-15 ตุลาคม 2532 โรงแรมเชียงใหม่ภูคำ, เชียงใหม่.

American Public Health Association/American water works/Water environment federation. 1992. Standard method for examination of water and waste water. Washington DC. American Public Heath Association.

Amelia K.W. 1985. *Nostoc* (Cyanophyta) productivity in Oregon stream ecosystems invertebrate influences and difference between morphological type. Journal of Phycologia, 21, 223-227.

Akter N. 1995. Water quality monitoring of Chiang Mai moat. M.S. thesis of environmental risk assessment for tropical ecosystem, Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai.

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

Benavides M.S. 1994. Algal periphyton in two rivers in Costa Rica with special reference to diatoms, organic pollution and altitudinal differentiation. Ph.D. thesis, Institute of Botany, Innsbruck University, Innsbruck.

Bruhl P., Biswas K. 1924. Commentations Algologicae *Compsopogon lividus*, (Hooker) De toni. Journal of the Department of Science, 7, 1-11.

Chapman V.J., Chapman D.J. 1973. The Algae. The Macimillan Press Ltd., London.

Comas A. 1989. Taxonimicsche uberscicht der zonobialen chlorokokkalagen von kuba. III. Fam. Hydrodictyaceae. Algological Studies, 55, 129-151.

Comas A., Komarek J. 1984. Taxonomy and nomenclature of several species of *Scenedesmus* (Chlorellales). Arch. Hydrobiol. Suppl. 67(2), 135-157.

Darley W.M. 1982. Algal Biology: A Physiological Approch. London, Blackwell Scientific Publication.

Desikachary T.V. 1959. Cyanophyta. New Delhi, Indian Council of Agriculture Research.

Dillard G.E. 1966. The seasonal periodicity of *Batrachospermum macrosporum* Mont. and *Audouinella violaceae* (Küetz.) Ham. In Turkey Creek, Moore County, North Carolina. The Journal of the Mitchell Society, Nov. 204-208.

Dodds W.K., Gudder D.A. 1992. The ecology of *Cladophora*. Journal of Phycologia, 28, 415-427.

Drouet F. 1968. Revision of the classification of the Oscillatoriaceae; Monogroph 15. Pensylvania, Fultar Press.

Drouet F. 1981. Revision of the Stigonemataceae with a summary of the classification of the blue-green algae. Lancaster, Beihefte zur Nova Hedwigia.

Entwisle T.J. 1989. Macroalgae in Yarra river basin: Flora and Distribution. Proceeding of the Royal Society of Victoria, Victoria, 101, 1-76.

Entwisle T.J. 1989. Phenology of the *Cladophora-stigeoclonium* community in two urban creeks of Melbourne. Australia Journal of Freshwater Research, 40, 236-248.

ERA for Tropical Ecosystems. 1997. Envrionmental Management of the Terrestrial and Aquatic Ecosystems of the Mae Sa Watershed (A Case Study). Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai.

Flint L.H. 1960. Freshwater red algae of north America. New York, Vamtage Press.

Foged N. 1971. Fresh water diatoms in Thailand. Odense, Odense Publisher.

Goldman C.R., Horne A.J. 1983. Limnology. New York McGraw-Hill Book Company.

Gardarsky A. 1986. *Cladophora moravica* (Drorak) Comb Nora and *C. basiramosa* Schmidle two interesting rivewine species of the green Filamentous algae from Czechoslovakia. Arch. Hydrobiol, 73, 49-77.

Goulden P.D., Travery W.J., Kerr G. 1970. Detergent Phosphate and Water Pollution. Inland Water Branch. Department of Energy, Mines and Research. Ottawa.

Hegewald E., Schnepf E., Aldave A. 1978. Investigations on the lakes of Peru and their phytoplankton. Arch. Hydrobiol. Supply, 51, 384-392.

Huber Pestalozzi G. 1938. Das Phytoplankton des Sü*B*wassers: Blaualgen, Bakterien, Pilze. 1. teil. Stuttgart, E. Schweizerbart Sche Verlagsbuchhandlung.

Huber Pestalozzi G. 1983. Das Phytoplankton des Sü*B*wassers: Chlorophyceae (Grunalgen) Ordnung Chlorococcales, 7. teil. 1 Hälfte. Stuttgart. E. Schweizerbart Sche Verlagsbuchhandlung.

Huber-Pestalozzi G. 1984. Subwasser flora von Mitteleuropa: Conjugatophyceae I, Chlorophyta VIII. Zygnemeles. Gustar Fischer Verlag. Stattgart.

Hull H.M., Hushaw R.W., Wang J.C., 1985. Interpretation of zygospore wall structure and taxonomy of *Spirogyra* and *Sirogonium* (Zygnemataceae, Chlorophyta). Journal of Phycologia, 24, 231-239.

Hynes H.B.N. 1970. The ecology of running waters. Liverpool, Liverpool University Press.

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

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

Komarek J. 1989. Modern approach to classification system of Cyanophytes 4 - Nostocales. Arch Hydrobiol, 82, 247-345.

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

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

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

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

Lokhorst G.M. 1999. Taxonomic study of the genus *Microspora* (Chlorophyceae); An intergrated field, culture and herbarium analysis. Algological Studies, 93,1-38.

Lorraine L.J., Vollenweider R.A. 1981. Summary report, the OECD cooperative programe on eutroplication. National Water Research Institute, Burlington.

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

Mollenhauer D. 1988. *Nostoc* species in the field. Arch. Hydrobiol, 80, 315-326.

Necchi O.J. 1990. Bibliotheca Phycologia; Revision of the genus *Batrachospermum* Roth (Rhodophyta, Batrachospermales) in Brazil. Stuttgart, J. Cramer Berlin.

Necchi O., Pascoaloto D. 1995. Morphometry of *Compsopogon coeruleus* (Compsopogonaceae, Rhodophyta) populations in a tropical river basin of southeastern Brazil. Journal of Phycologia,32, 150-168.

Niiyama Y. 1989. Morphology and classification of *Cladophora aegagropila* (L.) Rabenborst (Cladophorales, Chlorophyta) in Japanese lake. Journal of Phycologia, 28, 70-76.

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

Palmer R. G. 1970 . Algae and water pollution . London, London Press.

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

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

Rahim S. 1994. Biomonitoring of water pollution of Chiang Mai moat. M.S. thesis of Environmental Risk Assessment for Tropical Ecosystem, Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai.

Rott E. 1981. Some result from phytoplankton counting intercalibrations. Schweiz. Hydrolbiologia, 43, 34-62.

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

Sheath R.G. 1984. The biology of fresh water red algae. Progressin Phycological Research, 3, 89-157.

Sheath R.G., Morison M.O., Cole K.M., Vanalstyne K.L. 1986. A new species of fresh water Rhodophyta, *Batrachospermum carpocontorum*. Journal of Phycologia, 25 (3), 321-330.

Sheath R.G., Kathleen M.C. 1992. Biogeography of stream macroalgae in North America. Journal of Phycologia, 28, 448-460.

Sheath R.G., Vis M.L., Cole K.M. 1994. Distribution and systematics of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in north America. Journal of Phycologia, 33, 404-414.

Sheath R.G., Vis M.L., Hambrook J.A., Cole K.M. 1996. Tundra stream macroalgae of north America: composition, distribution and physiological adaptations. Hydrobiologia, 336, 67-82.

Sims J., Van Beem A.P., de Vries P.J.R. 1986. Morphology of the prostrate thallus of *Stigeoclonium* (Chlorophyceae, Chaetophorales) and its taxonomic implications. Phycologia, 25(2), 210-220.

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

Ward A.K. 1985. *Nostoc* (Cyanophyta) productivity in Oregon stream ecosystems invertebrate influences and differences between morphological types. Journal of Phycologia, 21, 223-227.

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

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

Whitton B.A. , Burrows I.G., Kelly M.G. 1989. Use of *Cladophora glomerata* to monitor heavy metals in rivers. Journal of Applied Phycology, 1, 293-299.

Whitton B.A.,Rott E., Friedrich G. 1991. Use of algae for monitoring rivers. Institut für Botanik Hydrobotanik Universitüt Innsbruck.

Whitton B.A. , Martyn G.K. 1995. Use of algae and other plants for monitoring rivers. Australian Journal of Ecology, 20, 45-56.

Wong S.L., Nakamoto L., Wainwright J.F. 1997. Detection of toxic organometallic complexs in wastewater using algal assays. Arch. of Environmental Contamination & Toxicology , 32(4), 358-366.

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี (APHA, 1992)

1. **วิธีวิเคราะห์ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3-N) (nitrate-nitrogen) โดยวิธี Phenoldisulphonic acid method B)**
   1. กรองน้ำ 30-50 ml โดยใช้กระดาษกรอง
   2. ใช้ 25 ml มาระเหยให้แห้งบน water bath (ถ้าไม่มีอาจใช้ hot plate ที่มีอุณหภูมิต่ำแทน)
   3. เติม 1 ml phenoldisulfonic acid ลงบนตะกอนให้เปียกโดยทั่วถึง และปรับปริมาตรให้เป็น 20 ml ด้วยน้ำกลั่น
   4. เติม 6 N NaOH จนกระทั่งสารละลายเป็นสีเหลืองเต็มที่แต่ไม่ควรให้เกิน 5-6 ml
   5. กรองด้วยกระดาษกรอง rinse ภาชนะและกระดาษกรองและปรับปริมาตรให้เป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น
   6. วัดเปอร์เซ็นต์ tranamittance โดยใช้ spectrophotometer ที่ wavelength 425 nm
   7. คำนวณโดยสมการ

      $$\text{Nitrate-N } (mgl^{-1}) = \frac{\text{ml of standard } NaNO_3 \times 10}{\text{ml of sample ในข้อ 2}}$$

   8. stock ของ standard nitrate solution (KNO_3) 1 ml = 0.044627
   9. เตรียม standard solution เพื่อทำ calibration curve โดย pipette 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 ml standard KNO_3 เติมกรดฟีนอลไดซัลโฟไดนิค 2 ml และด่างให้ปริมาตรที่เท่ากับเมื่อเติมลงในตัวอย่าง ปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น
   10. วัดเปอร์เซ็นต์ absorbance ด้วย spectrophotometer (wavelength 425 nm)

2. แอมโมเนียไนโตรเจน (Ammonia Nitrogen) โดยวิธี phenate

โดยปกติ NH_3-N นี้จะอยู่ในน้ำธรรมชาติในปริมาณน้อยกว่า 1 mg/l ซึ่งจัดว่าเป็นสภาพที่ไม่มีผลพิษเกิดขึ้นในสภาพที่ความเข้มข้นของ NH_3-N สูงจะเกิดพิษต่อสิ่งมีชีวิตโดยจะไปเพิ่ม pH ของน้ำให้สูงขึ้น

1.นำน้ำตัวอย่างมากลั่น เพื่อแยกแอมโมเนียจากสารขัดขวางต่างๆ โดยแอมโมเนียมไนโตรเจนจะระเหยเป็นไอ แล้วกลั่นตัวเป็นหยดน้ำอยู่ภายในน้ำนั้น ในขั้นตอนนี้จะต้องรักษา pH ให้อยู่ในช่วง 7.2-7.4 เพื่อป้องกันการสูญหายของแอมโมเนีย

2.กำจัดความขุ่นโดยใช้ $ZnSO_4$ และด่าง เพื่อตกตะกอนแคลเซียม แมกนีเซียมและเหล็ก

3.เติม EDTA เพื่อป้องกันตะกอนของ Mg^{++} และ Ca^{++}

4.นำน้ำตัวอย่างที่ได้ไปทำปฏิกิริยากับ Nessler' s reagent (สารละลายด่างแก่ของโปตัสเซียมเมอร์คิวริกไอโอได K_2HgI_4 จะได้สีเหลือน้ำตาลเกิดขึ้น

5คำนวนโดยสมการ

$$mg/l\ NH\text{-}N = \frac{Vd}{Vdn} \times N \times \frac{1000}{S}$$

Vd = มิลลิลิตรของส่วนที่กลั่นออกมา

Vdn = มิลลิตรของส่วนที่กลั่นออกมาที่นำมาทำให้เกิดสีกับ Nessler' s reagent

N = มิลลิกรัมของแอมโมเนียไนโตรเจน ซึ่งพบในส่วนที่กลั่นออกมาที่นำมาทำให้เกิดสีกับ Nessler' s reagent

S = มิลลิลิตรของน้ำตัวอย่างที่นำมากลั่น

3. ฟอสฟอรัส โดยวิธี ascorbic acid

ออร์โธฟอสเฟตเป็นรูปเดียวที่สามารถวิเคราะห์หาได้โดยตรง สำหรับรูปอื่นจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงกลับมาเป็นออร์โธฟอสเฟตก่อนจึงจะทำการวิเคราะห์ได้ ในการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสนั้น โดยปกติจะนิยมวัดหาความเข้มข้นของฟอสเฟตทั้งหมด (Total phosphate) และ ออร์โธฟอสเฟต

การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสนี้ จำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบเนื่องจากการใช้ผงซักฟอกในการชำระล้างเครื่องมือ เพราะจะมีผลทำให้การวิเคราะห์ผิดพลาดในแง่ของการประเมินที่มากเกินไป ดังนั้นจึงต้องใช้สารละลายสำหรับทำความสะอาดที่ไม่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ และจะต้องชำระล้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยสารละลายกรดก่อน และในกรณีที่จะต้องเก็บตัวอย่างไว้นานเกิน 1-2 ชม. ก็จะต้องเก็บไว้ในสภาพแช่แข็ง

อุปกรณ์

1. Spectrophotometer ซึ่งประกอบด้วย red phototube และ filter ซึ่งตั้งความยาวคลื่นที่ 880 nm
2. หลอดแก้วชนิดพิเศษ ขนาด 1 นิ้ว
3. น้ำยาล้างแก้วที่เป็นกรด (ล้างเครื่องแก้วต่างๆ ด้วย 1-2 N HCl ก่อน แล้วจึงล้างด้วยผงซักฟอกที่ปราศจากฟอสเฟต แล้วล้างด้วยน้ำประปา แล้วล้างอีกครั้งด้วยน้ำกลั่นเป็นครั้งสุดท้าย)
4. สารเคมี
5. Autoclave หรือ boliling water bath
6. แผ่นอะลูมินั่ม
7. Sulfuric acid solution
8. Ammonium molybdate reagent
9. Potassium antimonyl tartrate
10. Ascorbic acid solution

11.Strong sulfuric acid solution (เติม 30 ml conc. H2SO4 ลงในน้ำกลั่น 60 ml)

12.Mixed reagent (เติม 5 ml Potassium antimonyl tartrate ลงใน 50 ml sulfuric acid และผสมให้เข้ากัน เติม 15 ml Ammonium molybdate reagent แล้วผสมให้เข้ากันอีกเติม ascorbic acid 30 ml แล้วผสมเช่นเดิม สารนี้จะต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่วิเคราะห์)

13.Stock phosphorus solution (1.00 ml = 0.05 mg P) ละลาย 0.2197 gm Potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4) โดยอบแห้งที่ 105°C นาน 1 ชม. ในน้ำกลั่น ทำปริมาตรให้เท่ากับ 1 litre แล้วเติม 1 ml chloroform สารละลายนี้จะต้องเก็บไว้ในที่มืดในตู้เย็นและจะเก็บไว้ใช้ได้นานเป็นเดือน

14.Standard solution (1.00 ml = 0.5 μg P) เจือจาง 10.0 ml ของ stock phosphorus solution ให้เป็น 1 litre ด้วยน้ำกลั่น สารละลายนี้จะเก็บไว้ใช้ได้ไม่เกิน 1-2 วัน

15.Digestion reagent เตรียมจาก 5% solution (W.V) ของ potassium persulfate ($K_2S_2O_8$) โดยละลาย 50 g ของ $K_2S_2O_8$ ลงในน้ำกลั่นให้เป็นปริมาตร 1 litre Phenolphthalein indicator

5.1 ออร์โธฟอสเฟต (Soluble Reactive Phosphorus, SRP)

น้ำตัวอย่างที่จะนำมาตรวจวิเคราะห์จะต้องปราศจากตะกอนแขวนลอย ซึ่งถ้ามีความขุ่นมากก็จำเป็นต้องกรองด้วย Membrane filter method ก่อนที่จะใช้ membrane filter จะต้องชะล้างด้วยสารละลาย แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น (ข้อควรระวัง จะต้องตรวจคุณภาพของน้ำกลั่น เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีฟอสฟอรัสเจือปนอยู่ โดยอาศัยวิธีการเช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์ฟอสฟอรัส) ส่วน standard solution ก็นำมาทำตามขั้นตอนต่างๆ เช่นเดียวกับที่ทำกับน้ำตัวอย่าง

1. เติม 1 หยด ของ phenolphthalein indicator ลงในน้ำตัวอย่าง 50 ml ถ้าเกิดสีชมพูขึ้นก็เติม strong sulfuric acid หยดต่อหยด จนกระทั่งสีชมพูนั้นหายไป (ไม่ควรเติมเกิน 5 หยด) ถ้าต้องเติมมากกว่า 5 หยดขึ้นไป ก็เอาตัวอย่างนั้น 40 ml แล้วทำให้ปริมาตร 100 ml ด้วยน้ำกลั่น

2a. เติม 8.0 ml mixed reagent ลงในน้ำตัวอย่าง แล้วผสมให้เข้ากัน ถ้ามีฟอสฟอรัสก็จะเกิดสีฟ้า ทิ้งไว้ 10 นาที แล้วจึงนำมาวัด absorbance ของแต่ละตัวอย่างที่ 880 nm หรือ 690 nm ด้วย Spectrophotometer โดยใช้ mixed reagent เป็นสารละลายอ้างอิง แล้วกำหนดหาค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัส จากกราฟมาตรฐาน

2b. ในกรณีที่มีฟอสฟอรัสในปริมาณต่ำๆ สีฟ้าที่เกิดขึ้นอาจจะถูกทำให้เข้มข้นขึ้นด้วยการสกัด โดยใช้น้ำตัวอย่างมากขึ้นสกัดด้วยสารละลายอินทรีย์ ดังนี้คือ

เตรียมน้ำตัวอย่างหรือ standard solution 200 ml ลงในกรวยแก้วสำหรับแยกสารละลายขนาด 250 ml เติม 40 ml mixed reagent และผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที แล้วเติม 10.0 ml

reagent grade butyl acetate แล้วเขย่ากลับไปกลับมานาน 3 นาที ตั้งทิ้งให้แยกชั้น แล้วจึงเทสารละลายชั้นล่าง ทำการวัด absorbance ของ blue butyl acetate extract ที่ 880 nm หรือ 690 nm และต้องใช้ reagent blank เป็นสารละลายอ้างอิง แล้วหาค่าปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสจากกราฟ Standard calibration curve ที่เตรียมดังตาราง

ปริมาตรของ standard solution (1.00 ml = 0.5 μg P) โดยทำให้มีปริมาตร 50.0 ml ด้วยน้ำกลั่น

Ml of Standard Solution	Phosphorus Concentration (μg /l)
0.5	5
1.0	10
3.0	30
5.0	50
10.0	100

5.2 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorus)

ทุกรูปของฟอสฟอรัสถูก oxidized ได้ในน้ำตัวอย่างหรือน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรอง (total soluble phosphorus) ให้เป็นฟอสฟอรัสอนินทรีย์ โดยใช้ persulfate digestion method ซึ่งฟอสเฟตที่เกิดขึ้นจะถูกวิเคราะห์ต่อไป

วิธีการ

Standard solution จะต้องเตรียมและทำตามขั้นต่างๆ เช่นเดียวกับที่ทำกับน้ำตัวอย่าง

1. ริน 50 ml ของน้ำตัวอย่างลงในขวดแก้วรูปชมพู่ แล้วเติม 8.0 ml digestion reagent ปิดจุกด้วยแผ่นอะลูมินั่ม แล้วเขย่าเบาๆ ให้ผสมกัน

2.digest organic matter ในตัวอย่าง โดยการทำ autoclave ที่ 15 psi (1 kg/cm^3) นาน 30 นาที หรือ digestion อาจทำโดยใช้ water bath นาน 1 ชม.

3.ทิ้งให้เย็น แล้วทำปริมาตรรวมให้เท่ากับ 60 ml ด้วยน้ำกลั่น

4.นำสารละลายนี้ไปทำปฏิกิริยาต่อด้วยวิธีของออร์โธฟอสเฟตในขั้นที่ 2a. แต่ให้เติม mixed reagent 10.0 ml แล้วหาค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดจากกราฟมาตรฐาน(ทำคล้ายออร์โธฟอสเฟต)

6. การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำโดยวิธี Iodometric method แบบ Azide modification

1. ล้างขวด BOD ด้วยน้ำตัวอย่าง (rinse) 2-3 ครั้ง
2. เก็บตัวอย่างน้ำด้วยขวด BOD ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรโดยไม่ให้มีฟองอากาศ และปิดฝาขวดให้สนิทขณะอยู่ใต้น้ำ

3. เติมสารละลาย $MnSO_4$ 1 ml (ห้ามเขย่าขวด) และสารละลาย alkali-iodide azide reagent 1 ml ปิดฝา
4. เขย่าตั้งทิ้งไว้จนได้ตะกอน 2 ใน 3 ของสารละลายทั้งหมด เขย่าอีกครั้งและทิ้งไว้ให้เกิดตะกอน 2 ใน 3 ของสารละลายใหม่
5. เติม conc. H_2SO_4 1 ml ปิดฝา เขย่าให้เข้ากัน
6. นำสารละลายจาก 5 มา 100 ml ไตเตรทด้วย $Na_2S_2O_3$ 0.021 M จนได้สีเหลืองซีด
7. เติมน้ำแป้ง 3 หยด เขย่าให้เข้ากัน
8. ไตเตรทต่อไปเรื่อยๆ ทีละหยด จนสีน้ำเงินจางหายไป จดปริมาตรที่ใช้
9. คำนวณจากสมการ

DO (ml/l) = จำนวน ml ของสารละลายมาตรฐาน 0.021 M $Na_2S_2O_3$ x 2

7. **วิธีการวิเคราะห์ความเป็นด่างของน้ำโดยวิธี Phenolphthalein methyl orange indicator**
   1. ตวงน้ำ 100 ml ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 250 ml และน้ำกลั่นในปริมาณเท่ากันใน erlenmeyer flask อีกใบเป็น blank
   2. เติม 3 หยด phenolphthalein indicator ลงในแต่ละ flask แล้วเขย่าให้เข้ากัน
   3. ถ้าตัวอย่างเป็นสีชมพูอ่อนให้ titrate ด้วย 0.02 N H_2SO_4 จนสังเกตเห็นสีการเปลี่ยนแปลงจางหายไปและบันทึกปริมาตรที่ใช้
   4. เติม 3 หยด methyl orange indicator ลงในแต่ละ flask
   5. ถ้าตัวอย่างเป็นสีเหลืองให้ titrate ด้วย 0.02 N H_2SO_4 จนสังเกตเห็นสีการเปลี่ยนแปลงไปจาก blank และค่อยๆ titrate ทีละหยด จนได้ end point เป็นสีส้มเหลืองหรือแดง (methyl orange จะให้สีเหลืองในสารละลายที่เป็นด่าง สีส้มในสารละลายที่เป็นกลาง และสีแดงในสารละลายที่เป็นกรด)
   6. คำนวณจากสมการ

      Total alkalinity (mg/l as $CaCO_3$) = จำนวนกรดที่ใช้เป็น ml x 10

ภาคผนวก ข

การประเมินคุณภาพน้ำในลักษณะ diagram

คุณภาพของแหล่งน้ำสามารถทำการศึกษาและตรวจสอบได้โดยใช้ปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งทางด้าน กายภาพ เคมี และชีวภาพ เพื่อที่จะแบ่งแยกและประเมินคุณภาพของแหล่งน้ำนั้น ซึ่งได้มีผู้ศึกษาในเรื่องนี้กันมาก แต่ที่ได้รับความนิยมมากคือ Lorraine and Vollenweider (1981) และ Wetzel (1983) ซึ่งใช้หลักในการแบ่งแยกคุณภาพน้ำออกเป็นระดับต่าง ๆ ตามปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพร่วมกัน

การประเมินคุณภาพน้ำในลักษณะ diagram ครั้งนี้ ได้ใช้ปัจจัยทางกายภาพ เคมี และชีวภาพบางประการมาประเมินโดยใช้หลักของ Wetzel (1983) และ Lorraine and Vollenweider (1981) นอกจากนั้นยังนำมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2537 มาประเมินร่วมด้วย ปัจจัยที่นำมาประเมินจะเป็นปัจจัยพื้นฐานและสามารถทำการตรวจสอบวิเคราะห์ได้ง่าย และนำมาแปรผลในรูปของไดอะแกรมสีที่สามารถเข้าใจง่าย

วิธีวิเคราะห์

1. ศึกษาปัจจัยทางกายภาพ เคมี และชีวภาพบางประการได้แก่
   - -ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)
   - -ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD)
   - -ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity)
   - -ปริมาณไนเตรท ไนโตรเจน
   - -ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน
   - -ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำ ($mg.l^{-1}$)

2. นำผลจากข้อ1 ในแต่ละหัวข้อมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ($mg.l^{-1}$)	ค่ามาตรฐาน
มากกว่า8	0.1
7-8	0.2
6-7	0.3
7-6	0.4
6-5	0.5
5-4	0.6
4-3	0.7
3-2	0.8
2-1	0.9
น้อยกว่า 1	1.0

ค่าการนำไฟฟ้า (us/cm)	ค่ามาตรฐาน
น้อยกว่า 10	0.1
10-20	0.2
20-40	0.3
40-70	0.4
70-100	0.5
100-150	0.6
150-230	0.7
230-400	0.8
400-550	0.9
มากกว่า550	1.0

ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) (mg/l)	ค่ามาตรฐาน
น้อยกว่า 0.25	0.1
0.25-0.5	0.2
0.5-1	0.3
1-2	0.4
2-4	0.5
4-10	0.6
10-20	0.7
20-40	0.8
40-80	0.9
มากกว่า80	1.0

ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน (mg/l)	ค่ามาตรฐาน
น้อยกว่า 0.05	0.1
0.05-0.1	0.2
0.1-0.3	0.3
0.3-0.8	0.4
0.8-1.5	0.5

1.5-3.0	0.6
3.0-10.0	0.7
10.0-20.0	0.8
20.0-40.0	0.9
มากกว่า40.0	1.0

ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน (mg/l)	ค่ามาตรฐาน
น้อยกว่า 0.1	0.1
0.1-0.2	0.2
0.2-0.4	0.3
0.4-0.8	0.4
0.8-1.5	0.5
1.5-3.0	0.6
3.0-5.0	0.7
5.0-10.0	0.8
10.0-20.0	0.9
มากกว่า20.0	1.0

ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ (mg/l)	ค่ามาตรฐาน
น้อยกว่า 0.05	0.1
0.05-0.2	0.2
0.2-0.4	0.3
0.4-0.8	0.4
0.8-1.5	0.5
1.5-3.0	0.6
3.0-5.0	0.7
5.0-10.0	0.8
10.0-20.0	0.9
มากกว่า20.0	1.0

เมื่อได้ค่าทั้งหมดของแต่ละ parametr แล้วนำมารวมกันในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างและแต่ละครั้งที่เก็บ โดยแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในแต่ละเดือนจะมีค่าผลรวมอยู่ระหว่าง 0.1 -6.0 ซึ่งจะนำค่าที่ได้มา plot กราฟ โดยจะแบ่งออกเป็น 6 ช่วงดังนี้

0.1-0.8 น้ำสะอาดมากเทียบเท่า hyper oligotrophic status

0.9-1.6	น้ำสะอาดเทียบเท่า oligotrophic status
1.6-2.4	น้ำปานกลางค่อนข้างสะอาด เทียบเท่า oligotrophic-mesotrophic status
2.4-3.2	น้ำปานกลาง เทียบเท่า mesotrophic status
3.3-4.0	น้ำปานกลางค่อนข้างเสีย เทียบเท่า mesotrophic-eutrophic status
4.1-4.8	น้ำเสีย เทียบเท่า eutrophic status
มากกว่า 4.8	น้ำเสียมาก เทียบเท่า hypereutrophic status

ภาคผนวก ค

ตารางที่ 7 การจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของฟอสฟอรัสรวม ไนโตรเจน คลอโรฟิลล์ เอและความลึกที่แสงส่องถึง

Variable (Annual Mean Values)		Oligotrophic	Mesotrophic	Eutrophic	Hyper-eutrophic
Total phosphorus	$\overline{X}$	8.0	26.7	84.4	
mg./m.^{3}	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	$\overline{X}$	661	753	1875	
mg./m.^{3}	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	$\overline{X}$	1.7	4.7	14.3	
mg./m.^{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	$\overline{X}$	4.2	16.1	42.6	
Peak Value	X ± 1 SD	2.6 - 7.6	8.9 - 29	16.9 - 107	
mg./m.^{3}	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	$\overline{X}$	9.9	4.2	2.45	
m.	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)

ตารางที่ 8 การจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของสารอาหาร คุณสมบัติน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพบางประการ แพลงก์ตอนพืชชนิดที่เด่นและแพลงก์ตอนพืชชนิดที่พบได้ทั่วไป 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 temperature 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)

ตารางที่ 8 การจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของสารอาหาร คุณสมบัติน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพบางประการ แพลงก์ตอนพืชชนิดที่เด่น ในชั้นน้ำระดับต่าง 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	0.05-1.0	< 1-3			
					Cryptophyceae					
Oligomesotrophic		1-3			Dinophyceae,			5-10	250-600	10-200
					Bacillariophyceae					
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,	0.5-4.0	5-30			
					Cyanophyceae					
Hypereutrophic		> 10			Chlorophyceae,			30->5000	500->15000	400-60000
					Euglenophyceae					
Dystrophic	< 50-500		< 50-200	0.1-10		1.0-4.0	3-30	< 1-10	< 1-500	5-200

(Wetzel, 1983)

ภาคผนวก ง

ตารางที่ 9 คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมีบางประการ ของลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ในรอบ 1 ปี 6 เดือน (เมษายน 2541 - กันยายน 2542)

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

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

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

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

Turbidity (NTU)

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

BKT 541022

ตารางที่ 9 (ต่อ)

Temp. (o C)

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

pH

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

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

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

ตารางที่ 9 (ต่อ)

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

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

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

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

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

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

ตารางที่ 9 (ต่อ)

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

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

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

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

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

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

ตารางที่ 9 (ต่อ)

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

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

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

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

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

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

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นาย ทัตพร คุณประดิษฐ์
วัน เดือน ปีเกิด	29 กรกฎาคม 2517
ภูมิลำเนา	จังหวัดเชียงใหม่
ประวัติการศึกษา	**สำเร็จการศึกษาชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาจากโรงเรียน** ปรินส์รอยแยลส์วิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ปี 2534 **สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี** วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปี 2539 **สำเร็จการศึกษาปริญญาโท** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปี 2543
ทุนการศึกษา	โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT)
สถานที่ติดต่อ	3 ถนนเจริญเมือง ซอย 5 ตำบลท่าศาลา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50000