BRT T-348007

การศึกษาเปรียบเทียบสังคมของสัตว์ที่อาศัยในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ ในลำธารห้วยพรมขั้งและลำธารห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์

COMPARISON OF INTERSTITIAL FAUNA COMMUNITY IN PHROMSONG AND PHROMLAENG STREAMS, NAM NAO NATIONAL PARK, PETCHABUN PROVINCE

นายชายฉัตร์ บุญญานุสิทธิ์

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2550

- 4 มิ.ย. 2550

711/50

RECEIVED
BY DATE 4/6/50

BRT

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
c/o ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
อาคารสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
73/1 ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี
กรุงเทพฯ 10400

การศึกษาเปรียบเทียบสังคมของสัตว์ที่อาศัยในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ ในลำธารห้วยพรมซ้งและลำธารห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์

COMPARISON OF INTERSTITIAL FAUNA COMMUNITY IN PHROMSONG AND PHROMLAENG STREAMS, NAM NAO NATIONAL PARK, PETCHABUN PROVINCE

นายชายฉัตร์ บุญญานุสิทธิ์

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2550

การศึกษาเปรียบเทียบสังคมของสัตว์ที่อาศัยในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ ในลำธารห้วยพรมซ้งและลำธารห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์

นายชายฉัตร์ บุญญานุสิทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2550

COMPARISON OF INTERSTITIAL FAUNA COMMUNITY IN PHROMSONG AND PHROMLAENG STREAMS, NAM NAO NATIONAL PARK, PETCHABUN PROVINCE

MR. CHAICHAT BOONYANUSITH

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN BIOLOGY

GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY

2007

ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
หลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

ชื่อวิทยานิพนธ์: การศึกษาเปรียบเทียบสังคมของสัตว์ที่อาศัยในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำในลำธารห้วยพรมซ้งและลำธารห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นายชายฉัตร์ บุญญานุสิทธิ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์:

รศ. สุภาวดี จุลละศร	ประธานกรรมการ
รศ. ดร. นฤมล แสงประดับ	กรรมการ
รศ. ดร. จิตติมา อายุตตะกะ	กรรมการ
รศ. กิตติ เอกอำพน	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

.... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. นฤมล แสงประดับ)

.... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร. จิตติมา อายุตตะกะ)

....	....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่นมาตย์)	(ศาสตราจารย์ ดร. ละออศรี เสนาะเมือง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย	คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ชายฉัตร์ บุญญานุสิทธิ์. 2550. **การศึกษาเปรียบเทียบสังคมของสัตว์ที่อาศัยในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำในลำธารห้วยพรมซ้งและลำธารห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร. นฤมล แสงประดับ,
รองศาสตราจารย์ ดร. จิตติมา อายุตตะกะ

บทคัดย่อ

ชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำเป็นที่อยู่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหลายชนิด จากการศึกษาสังคมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในลำธารห้วยพรมซ้งและลำธารห้วยพรมแล้งในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยเก็บตัวอย่างตะกอนพื้นท้องน้ำและสัตว์ที่ระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร ทุก 2 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2547 ถึงเดือนมิถุนายน 2548 ด้วยท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร และตรวจวัดพารามิเตอร์ทางกายภาพและเคมีบางประการของลำธาร ผลการศึกษาพบว่าลำธารห้วยพรมซ้งเกิดภาวะแห้งแล้งและภาวะน้ำหลากตามฤดูกาล พื้นลำธารสายนี้มีหินหลากหลายขนาดและมีขนาดอนุภาคใหญ่กว่าลำธารห้วยพรมแล้งซึ่งมีฝายกั้นน้ำอยู่บริเวณท้ายน้ำของบริเวณที่ศึกษาทำให้ระดับน้ำและความเร็วกระแสน้ำในลำธารสายนี้ค่อนข้างคงที่ ส่วนกองท่อนไม้ได้ดักจับอนุภาคทรายและสารอินทรีย์ให้สะสมในบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง และทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำและปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในลำธารห้วยพรมแล้งมีค่าสูงกว่าแต่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำน้อยกว่าน้ำในลำธารห้วยพรมซ้ง น้ำเหนือชั้นตะกอนมีออกซิเจนละลายมากกว่าน้ำในชั้นตะกอนทั้งสองลำธาร พารามิเตอร์ทางกายภาพและเคมีที่กล่าวมาของน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้นตะกอนมีความผันแปรตามฤดูกาล ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ากลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวส่วนใหญ่มีความชุกชุมในลำธารห้วยพรมซ้งมากกว่าลำธารห้วยพรมแล้งอย่างมีนัยสำคัญสอดคล้องกับจำนวนกลุ่มที่พบ ($p \leq 0.05$) แต่พารามิเตอร์ทั้งสองของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กทั้งหมดและสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรมีค่าไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม แกสโตรทริค และหนอนจักรกลุ่มโมโนโกนอนท์ เป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรที่มีความชุกชุมในลำธารห้วยพรมแล้งมากกว่าลำธารห้วยพรมซ้งซึ่งมีหมีน้ำและไรน้ำชุกชุมกว่า และพบว่าความชุกชุมสัตว์หน้าดินขนาดเล็กทั้งหมด สัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร และสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวระหว่างตะกอนชั้นบนและตะกอนชั้นล่างมีค่าไม่แตกต่างกัน แต่หนอนปล้องชุกชุมมากที่ตะกอนชั้นบน โรติเฟอร์กลุ่มเดลลอยด์เป็นกลุ่มที่มีความชุกชุมมากที่สุด ส่วนแมลงกลุ่มไคโรโนมิดเป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวที่มีความชุกชุมมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ การวิเคราะห์แบบจัดกลุ่มและการจัดอันดับแสดงว่าสังคมสัตว์หน้าดินขนาดเล็กของลำธารทั้งสองนี้แตกต่างกัน สอดคล้องกับลักษณะสิ่งแวดล้อมของลำธารที่แตกต่างกัน ส่วนความผันแปรเชิงเวลาของสังคมสัตว์หน้าดินของแต่ละลำธารเป็นผลจากความแตกต่างของฤดูกาล

Chaichat Boonyanusith. 2007. **Comparison of Interstitial Fauna Community in Phromsong and Phromlaeng Streams, Nam Nao National Park, Petchabun Province.** Master of Science Thesis in Biology, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisors : Assoc. Prof. Dr. Narumon Sangpradub, Assoc. Prof. Dr. Chittima Aryuthaka

ABSTRACT

Subsurface sediment is inhabited by many invertebrate metazoan. The investigation of interstitial fauna community was conducted in Phromsong and Phromlaeng streams, Nam Nao National Park, Petchabun province during October 2004 to June 2005. Interstitial fauna and sediment were collected from 0-5 and 5-10 cm with 4 cm diameter PVC standing-pipe within two month intervals. The results showed that seasonal drought and spate occurred in Phromsong. Grain size of sediment in this stream is more diverse and coarser than those of Phromlaeng stream. Water flow regime are slightly constant by weir at tailwater and, sand and organic matter are more predominant in Phromlaeng. Sand and organic matter may be trapped by logs dam during the spate. Total dissolved solid and electro-conductivity of surface and subsurface water were lower in Phromsong while dissolved oxygen was higher in this site and in surface water. These physico-chemical parameters analysis reveal the seasonal variation. Most of temporary meiofauna groups were more abundance in Phromsong corresponed with their taxa number which significantly higher in this site ($p \leq 0.05$) but neither total fauna and permanent meiofauna were different. However, gastrotrich and monogonont rotifer were more abundance in Phromlaeng but tardigrade and acarina were more abundance in Phromsong. It was also found that density of total fauna, permanent and temporary meiofauna were not differ between upper and lower layer. Bdelloid rotifer is the most abundant groups and chironomid insect is temporary meiofauna which were more abundance than other ones. The cluster analysis and ordination method show that the difference of interstitial fauna community of both streams was corresponded with the different of stream environment. Whereas, interstitial faunal community variation in each stream was depended on stream.

งานวิทยานิพนธ์นี้มอบส่วนดีให้แก่บุพการี คณาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไม่ได้ หากไม่ได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. นฤมล แสงประดับ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. จิตติมา อายุตตะกะ กรรมการที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาแนะนำ ข้อคิดและกรอบแนวคิดและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของวิทยานิพนธ์ด้วยรักและจริงใจมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ รศ. สุภาวดี จุลละศร ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รศ. กิตติ เอกอำพน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำ และกรอบแนวคิดเพื่อแก้ไขให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. ชุติมา หาญจวณิช ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาแนะนำ ข้อคิดและกรอบแนวคิด และฝึกความมีระเบียบในการดำเนินชีวิตซึ่งสามารถนำมาปรับใช้ในการทำวิจัยได้

ขอขอบพระคุณ โครงการพัฒนาองค์ความรู้และนโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพภายในประเทศไทย (Biodiversity Research and Training Program, BRT) ที่สนับสนุนทุนเพื่อดำเนินงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณวิโรจน์ หนักแน่น หัวหน้าเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว กรุณาให้ดำเนินงานวิจัยภายในเขตอุทยาน

ขอขอบพระคุณ ผศ. ปรียะวุฒิ วัชรานนท์ ที่ให้ความรู้เกี่ยวกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในไฟลัมต่าง ๆ และให้คำแนะนำในการดำเนินงานวิจัย และให้ความช่วยเหลือในการดำเนินชีวิตประจำวัน ตลอดระยะเวลา 4 ปี ของการศึกษาระดับปริญญาโท

ขอขอบพระคุณ คุณสุรินทร์ กองพล หัวหน้าหน่วยพิทักษ์ฯ ซำบอนและเจ้าหน้าที่อุทยานทุกท่าน ที่สละเวลาอันมีค่าช่วยนำทางเดินป่าทุกครั้งที่เก็บตัวอย่าง

ขอขอบคุณ คุณฟุก ศรีแก้ว เจ้าหน้าที่ยานพาหนะ คณะวิทยาศาสตร์ ที่ช่วยเหลือในการออกเก็บตัวอย่างทุกครั้ง

ขอขอบคุณ คุณสุรชัย ไหมพรม ที่ช่วยในการคัดแยกตัวอย่างสัตว์

ขอขอบคุณ คุณจันทิดา ศรีจันทร์ และคุณศุภลักษณ์ สาวิภาค ที่ช่วยเก็บตัวอย่างนำร่องและใช้ในรายวิชาปัญหาพิเศษทางชีววิทยา

ขอขอบคุณ พี่ ๆ ประกอบด้วย คุณบุญเสฐียร บุญสูง คุณไพบูรณ์ เกตวงษา คุณพรชัย อุทรักษ์ นักศึกษาปริญญาเอก และคุณประยุทธิ์ อุดรพิมาย เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการชีววิทยาน้ำจืดที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกตัวอ่อนแมลงน้ำและช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ

กราบขอบพระคุณ คุณแม่แต๋ว บุญญานุสิทธิ์ ที่ให้ความรักแก่ลูก และเป็นแบบอย่างที่ดีของการดำเนินชีวิตและให้กำลังใจมาโดยตลอด คุณศักดิ์สิษฐ์ และคุณศักดิ์ชาย บุญญานุสิทธิ์ ที่ช่วยเหลือผู้วิจัยมาโดยตลอด

และขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ชายฉัตร์ บุญญานุสิทธิ์

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ข
คำอุทิศ		ค
กิตติกรรมประกาศ		ง
สารบัญตาราง		ช
สารบัญภาพ		ซ
บทที่ 1	บทนำ	1
	1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	2. วัตถุประสงค์	3
	3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
	4. ขอบเขตการศึกษา	3
บทที่ 2	งานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	4
	1. ประวัติการศึกษาโดยสังเขป	4
	2. Meiofauna taxa	6
	3. ลักษณะสัณฐานวิทยาโดยสังเขป	7
	4. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกระจายตัวของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในแหล่งน้ำไหลในระดับย่อย (small scale)	9
บทที่ 3	สถานที่และวิธีดำเนินการวิจัย	15
	1. สถานที่ทำการวิจัย	15
	2. วิธีการดำเนินการวิจัย	18
บทที่ 4	ผลการศึกษา	28
	1. ลักษณะทางกายภาพบางประการของลำธารห้วยพรมซังและลำธารห้วยพรมแล้ง	28
	2. ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้นตะกอน	31
	3. ลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของชั้นตะกอน	38
	4. องค์ประกอบและความชุกชุมของสัตว์ที่อาศัยในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ	46
บทที่ 5	อภิปรายผลการศึกษา	72
	1. ลักษณะทางกายภาพของลำธารห้วยพรมซังและลำธารห้วยพรมแล้ง	72
	2. ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำผิวดินและน้ำในชั้นตะกอน	73
	3. ลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ	74
	4. สังคมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก	75
บทที่ 6	สรุปผลการศึกษา	77
เอกสารอ้างอิง		79

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก		85
ภาคผนวก ก	จำนวนตัวอย่างและความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก	86
ภาคผนวก ข	ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ	103
ประวัติผู้เขียน		124

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	ไฟลัมของสัตว์หลายเซลล์ที่มีชนิดสัตว์ที่จำแนกเป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในแหล่งน้ำจืด	6
ตารางที่ 2	การจำแนกขนาดอนุภาคตะกอนด้วยวิธีของ Wentworth (Wentworth scale)	10
ตารางที่ 3	พื้นอาศัยรูปแบบต่าง ๆ ซึ่ง Pennak (1988) ได้รายงานไว้เพื่ออธิบายการกระจายตัวของสัตว์	12
ตารางที่ 4	พารามิเตอร์ หน่วย และเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดพารามิเตอร์ต่าง ๆ	21
ตารางที่ 5	อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี และอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนมิถุนายน ตั้งแต่ พ.ศ. 2544-2549	23
ตารางที่ 6	แสดงปริมาณน้ำฝนรวมและค่าเฉลี่ย ในแต่ละปีและในช่วงเดือนที่เก็บตัวอย่างตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 - 2549 ของจุดตรวจวัด 3 บริเวณที่อยู่ใกล้เคียงกับสถานีศึกษา	25
ตารางที่ 7	สรุปผลการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่าง ๆ ระหว่างลำธารและเปรียบเทียบระหว่างความลึก	45
ตารางที่ 8	แสดงจำนวนตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดเล็กที่พบในแต่ละระดับความลึกคิดเป็นร้อยละ	48
ตารางที่ 9	ค่าเฉลี่ยความหนาแน่น (Mean ± SE) ร้อยละ และจำนวนกลุ่มของสัตว์แต่ละกลุ่มจากการเก็บตัวอย่าง 5 ครั้ง	50
ตารางที่ 10	ค่าเฉลี่ยความหนาแน่น (Mean ± SE) และจำนวนกลุ่มของสัตว์ ในแต่ละระดับความลึก	54
ตารางที่ 11	จำนวนกลุ่ม และค่าเฉลี่ยจำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง (Mean ± SD) จากการเก็บตัวอย่าง 5 ครั้ง	58
ตารางที่ 12	จำนวนกลุ่มของสัตว์ และค่าเฉลี่ยจำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง (Mean ± SD) ในแต่ละระดับความลึก	60
ตารางที่ 13	สรุปผลการศึกษาแสดงค่าเฉลี่ยของข้อมูลลักษณะทางกายภาพลำธาร คุณภาพน้ำ ลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของชั้นตะกอน และความหนาแน่นและความหลากชนิดของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก	70
ตารางที่ 14	จำนวนตัวและความหนาแน่นของสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตรในลำธารห้วยพรมซ้ง	87
ตารางที่ 15	จำนวนตัวและความหนาแน่นของสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตรในลำธารห้วยพรมแล้ง	95

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	แสดงที่ตั้งของเขตอุทยานและบริเวณที่เก็บตัวอย่าง ตามตำแหน่งในพื้นที่อุทยาน และตำแหน่งในแผนที่มาตรส่วน 1 : 50,000	15
ภาพที่ 2	ลักษณะของลำธารห้วยพรมซ้งในเดือนต่าง ๆ A. เดือนตุลาคม 2547 B. เดือนมกราคม 2548 C. เดือนกุมภาพันธ์ 2548 และ D. เดือนมิถุนายน 2548	16
ภาพที่ 3	ลักษณะของลำธารห้วยพรมแล้งในเดือนต่าง ๆ A. เดือนตุลาคม 2547 B. เดือนมกราคม 2548 C. เมษายน 2548 และ D. เดือนมิถุนายน 2548	17
ภาพที่ 4	ภาพจำลองแสดงการเก็บตัวอย่างตะกอนพื้นท้องน้ำ	18
ภาพที่ 5	ตัวอย่างภาพแสดงระดับน้ำที่เติมในตะกอนที่ปกคลุมผิวหน้าที่มีขนาดต่าง ๆ กัน	19
ภาพที่ 6	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดตะกอนและร้อยละของน้ำหนักของตะกอนขนาดต่าง ๆ สะสม	20
ภาพที่ 7	อุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำในชั้นตะกอน (pore water lance) (A) ขณะเก็บตัวอย่างน้ำในภาคสนาม (B) และภาพจำลองเหตุการณ์ในท่อขณะเก็บตัวอย่าง (C)	22
ภาพที่ 8	อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนระหว่างปี พ.ศ. 2544-2549 ในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ และเส้นแนวโน้มแสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ ณ จุดเก็บตัวอย่าง	24
ภาพที่ 9	ปริมาณน้ำฝนรวมในแต่ละเดือนระหว่างปี พ.ศ. 2544 -2549 ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จ. ชัยภูมิ เขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จ.เพชรบูรณ์ และสถานีปรับปรุงพันธุ์อ้อยทุ่งพระ จ. ชัยภูมิ	26
ภาพที่ 10	แบบแผนการทดสอบด้วยสถิติ Mann-Whitney U test	27
ภาพที่ 11	ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ของลำธารห้วยพรมซ้งและลำธารห้วยพรมแล้ง	30
ภาพที่ 12	แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้นตะกอนของลำธารทั้ง 2 สาย	32
ภาพที่ 13	ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) เปรียบเทียบปัจจัยทางกายภาพและเคมีต่าง ๆ ของน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้น ตะกอนของลำธารห้วยพรมซ้ง	35
ภาพที่ 14	ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) เปรียบเทียบปัจจัยทางกายภาพและเคมีต่าง ๆ ของน้ำผิวดินและน้ำในชั้น ตะกอนของลำธารห้วยพรมแล้ง	36
ภาพที่ 15	แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของชั้นตะกอนในลำธารทั้ง 2 สาย	39
ภาพที่ 16	แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของชั้นตะกอนของแต่ละระดับความลึกในลำธารทั้ง 2 สาย	41

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 17	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของชั้นตะกอนของแต่ละระดับความลึกในลำธารทั้ง 2 สายในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่าง	43
ภาพที่ 18	ค่าเฉลี่ยความหนาแน่น (Mean ± SE) และจำนวนกลุ่มของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กทั้งหมดแบ่งตามระดับความลึกต่าง ๆ	47
ภาพที่ 19	ความหนาแน่น (Mean ± SE) และจำนวนกลุ่มของสัตว์ที่พบทั้งหมด (A) กลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร (B) และกลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว (C) โดยไม่แบ่งความลึก	63
ภาพที่ 20	ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร และสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวในลำธารแต่ละสาย	64
ภาพที่ 21	ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร และสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว ในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งในลำธารห้วยพรมซังที่ระดับความลึกทั้งสอง	65
ภาพที่ 22	ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร และสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว ในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งในลำธารห้วยพรมแล้งที่ระดับความลึกทั้งสอง	66
ภาพที่ 23	ผลการวิเคราะห์หลายตัวแปรด้วยการจัดกลุ่มข้อมูลความชุกชุมของสัตว์ทั้งสองลำธารโดยไม่แยกระดับความลึก	67
ภาพที่ 24	ผลการวิเคราะห์หลายตัวแปรด้วยการจัดอันดับเพื่อศึกษาพารามิเตอร์ทางสิ่งแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กับการกระจายของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในลำธารทั้งสอง	69
ภาพที่ 25	ภาพตัวอย่างสัตว์ ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำในไฟลัมต่าง ๆ	104

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบนิเวศลุ่มแม่น้ำประกอบด้วยแหล่งอาศัย (habitat) ต่าง ๆ ทั้งที่ปรากฏอยู่บนพื้นผิวและอยู่ใต้พื้นผิวประติดประต่อกันและมีปฏิสัมพันธ์เชื่อมโยงกันโดยกระบวนการทางชลธีวิทยา ปฐพีสัณฐานวิทยา และชีววิทยาที่หลากหลาย ซึ่งส่งเสริมให้สังคมสัตว์มีความซับซ้อนอย่างมาก (Ward et al., 1998; Malmquist, 2002) ชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำประกอบด้วยหินขนาดต่าง ๆ และวัตถุอินทรีย์มาอยู่รวมกันเป็นพื้นท้องน้ำ (Palmer et al., 2000) ช่องว่างระหว่างวัตถุเหล่านี้มีน้ำแทรกอยู่เต็มและเป็นทั้งแหล่งอาศัยและแหล่งหลบภัยของสัตว์นานาชนิด (Ward et al., 1998) จัดได้ว่าเป็นแหล่งอาศัยที่สำคัญยิ่งของระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด ทั้งระบบนิเวศน้ำนิ่ง (lentic ecosystem) และระบบนิเวศน้ำไหล (lotic ecosystem) ตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่เก็บได้จากชั้นตะกอนในแหล่งน้ำไหล (hyporheos) โดยส่วนใหญ่มักอยู่ในสังคมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก (Boulton et al., 1998) ส่วนมากมีขนาดลำตัวระหว่าง 63 - 1,000 ไมโครเมตร เมื่อใช้ขนาดตาของตะแกรงร่อนมาตรฐานเป็นเกณฑ์ (Giere, 1993) เรียกสังคมสัตว์นี้ว่า meiofauna (Mare, 1942) ซึ่งประกอบไปด้วยสัตว์ในไฟลัมต่าง ๆ อาทิเช่น แกสโตรทริค (Phylum Gastrotricha) หนอนตัวกลม (Phylum Nematoda) หนอนจักร (Phylum Rotifera) หมีน้ำ (Phylum Tardigrada) และครัสตาเชียน (Phylum Arthropoda; Subphylum Crustacea) เป็นต้น สัตว์หน้าดินขนาดเล็กที่มีขนาดลำตัวอยู่ในช่วงดังกล่าวเมื่อเป็นตัวเต็มวัยเรียกว่า สัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร (permanent meiofauna) ขณะที่สัตว์บางกลุ่มมีขนาดลำตัวอยู่ในช่วงดังกล่าวเฉพาะในระยะตัวอ่อนรุ่นแรก ๆ อาทิเช่น หอยสองฝา (Phylum Mollusca; Class Bivalvia) และตัวอ่อนของแมลงอันดับต่าง ๆ (Phylum Arthropoda; Class Insecta) เช่น ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว (Order Ephemeroptera) ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ (Order Trichoptera) และตัวอ่อนแมลงสองปีก (Order Diptera) เป็นต้น เรียกกลุ่มสัตว์เหล่านี้ว่า สัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว (temporary meiofauna) (Higgins and Thiel, 1988) และยังมีสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน (benthic invertebrates) อื่น ๆ ที่อาศัยอยู่ในช่องว่างระหว่างวัตถุในชั้นตะกอนรวมกับสัตว์หน้าดินขนาดเล็กด้วย เช่น หนอนปล้อง (Phylum Annelida) จึงอาจเรียกรวมกลุ่มสัตว์ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ว่า interstitial fauna การศึกษาในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสังคมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก (meiofauna) มีจุดเริ่มต้นและแพร่หลายอย่างมากในระบบนิเวศทะเล Richard Warwick* ได้กล่าวไว้ในบทนำของหนังสือ Freshwater meiofauna (Rundle et al., 2002) ว่าความเข้าใจถึงชีววิทยาและนิเวศวิทยาของสัตว์ดังกล่าวในทะเลมีความรุดหน้ากว่าในระบบนิเวศแหล่งน้ำจืดอย่างมาก หลักฐานที่สนับสนุนคำกล่าวนี้เป็นผลการสืบค้นจากฐานข้อมูล Bath Information and Data Service (BIDS) ระหว่างปี ค.ศ. 1991 ถึง ค.ศ. 1998 โดย Robertson et al. (2000b) พบว่ามีงานวิจัยตีพิมพ์เกี่ยวกับสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในทะเลปีละ 20-37 เรื่อง ขณะที่ในแหล่งจืดที่เป็นน้ำนิ่งมีเพียง 2-6 เรื่องและไม่มีผลงานตีพิมพ์ในบางปี ส่วนงานวิจัยที่

---

* นักนิเวศวิทยาเชิงสังคม (community ecologist) ของสัตว์หน้าดินในทะเลของ Plymouth Marine Laboratory ปัจจุบันดำรงตำแหน่งประธานของ International Association of Meiobenthologists เป็นสมาชิกในกองบรรณาธิการของวารสาร Phuket Marine Biological Centre Research Bulletin และได้รับทุนจาก DETR Darwin Initiative เพื่อศึกษาผลกระทบของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่อความหลากหลายทางชีวภาพตามแนวชายฝั่งของไทย (Impacts of Aquaculture on Coastal Biodiversity in Thailand)

เกี่ยวกับสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในแหล่งน้ำไหลตีพิมพ์เพียงปีละ 2 - 8 เรื่อง ในทางกลับกัน เมื่อพิจารณาการศึกษาสัตว์ขนาดใหญ่ (macrofauna) เห็นได้ชัดว่าความสนใจในระบบนิเวศแหล่งน้ำจืดมักพุ่งความสนใจไปยังกลุ่มสัตว์เหล่านี้โดยมีรายงานตีพิมพ์มากกว่า 50 เรื่องต่อปี เฉพาะงานวิจัยตีพิมพ์เกี่ยวกับสัตว์ขนาดใหญ่ในแหล่งน้ำไหลมีถึง 40 - 80 เรื่องต่อปี อย่างไรก็ตาม การศึกษาของนักวิจัยหลายท่านในปัจจุบันทำให้ความสำคัญกับสังคมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในแหล่งน้ำจืดปรากฏเด่นชัดมากขึ้นหลายด้าน (Hakenkamp et al., 2002) เช่น การเป็นตัวกลางเชื่อมโยงกิจกรรมของจุลินทรีย์กับสัตว์ขนาดใหญ่ในแหล่งน้ำไหลผ่านลำดับชั้นการกิน (trophic level) (Schmid and Schmid - Araya, 2002) บทบาทต่อเมแทบอลิซึมในพื้นลำธารและการเป็นองค์ประกอบ (contributor) หนึ่งในมวลชีวภาพและการผลิตในระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด (Hakenkamp et al., 2002) และบทบาทในแง่ของการรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ (Robertson et al., 2000b) เป็นต้น จึงมิอาจปฏิเสธสัตว์กลุ่มนี้ในการศึกษาเชิงนิเวศวิทยาของระบบนิเวศแหล่งน้ำได้ (Beier and Traunspurger, 2003) แต่การที่จะอธิบายความสำคัญของสัตว์เหล่านี้ได้จำเป็นต้องใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณจำนวนมาก กอปรกับความสำคัญของสัตว์ที่กล่าวมาข้างต้นมีผลสืบเนื่องมาจากความชุกชุมและความหลากหลายที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น การศึกษาของ Beier and Traunspurger (2003) พบสังคมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในลำธาร Krähenbach และลำธาร Körsch ของประเทศเยอรมันนีมีความหนาแน่นถึง 906 และ 3,166 ตัวต่อ 10 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ หรือการสำรวจสัตว์ในชั้นตะกอนของแม่น้ำ New Caledonian ในหมู่เกาะ La Grande Terre ของประเทศออสเตรเลียเป็นครั้งแรกของ Mary and Marmonier (2000) ที่พบสัตว์มากถึง 33 taxa แม้จะสามารถจำแนกได้ในระดับวงศ์เป็นส่วนใหญ่ ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นของการศึกษาเชิงนิเวศวิทยาและอนุกรมวิธานของสัตว์กลุ่มนี้

การกระจายของสังคมสัตว์ในเชิงนิเวศในแต่ละพื้นที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของกระบวนการในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่กระบวนการในระดับตะกอน (sediment scale process) ระดับลำน้ำ (reach scale process) และในระดับลุ่มน้ำ (catchment scale process) (ทบทวนเอกสารใน Boulton et al., 1998; Ward et al., 1998) ทั้งนี้ลักษณะทางสัณฐานต่าง ๆ ของอนุภาคตะกอน เช่น ขนาด รูปร่างและการกระจายของขนาดอนุภาค ความพรุนของชั้นตะกอน สารอินทรีย์ เป็นปัจจัยในระดับย่อยที่มีอิทธิพลต่อความชุกชุม ความหลากชนิด และการกระจายตัวของสัตว์ (Silver et al., 2002) และมีรูปแบบการไหลของน้ำในชั้นตะกอนเป็นกระบวนการในระดับลำน้ำ (Boulton et al., 1998) อย่างไรก็ตาม แม้ในปัจจุบันความรู้พื้นฐานเหล่านี้ รวมไปถึงเครื่องมือ วิธีการเก็บตัวอย่าง และอนุกรมวิธานของสัตว์เหล่านี้จะพัฒนาขึ้นมามากในทวีปอเมริกาเหนือ และโดยเฉพาะในทวีปยุโรปที่มีการศึกษาอย่างแพร่หลายแต่ในหลายพื้นที่ของโลก เช่น ทวีปอเมริกาใต้ อัฟริกา ออสเตรเลีย และเอเชียกลับมีน้อยมาก (Giere, 1993) จึงควรผลักดันให้นักนิเวศวิทยาหันมาให้ความสำคัญกับสัตว์กลุ่มนี้มากขึ้น

ในการศึกษาครั้งนี้เลือกลำธารในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวเพื่อทำการศึกษาวิจัย เพราะเป็นแหล่งต้นน้ำของแม่น้ำสำคัญหลายสายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเป็นพื้นที่ที่มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความหลากชนิดของตัวอ่อนแมลงหลายอันดับ ทำให้อนุกรมวิธานของตัวอ่อนแมลงน้ำในเขตนี้ค่อนข้างสมบูรณ์ ถือเป็นข้อได้เปรียบสำหรับการศึกษาวิจัย หากมีการศึกษาเกี่ยวกับสัตว์หน้าดินขนาดเล็กเพิ่มเติม ย่อมทำให้ข้อมูลความหลากชนิด และข้อมูลเชิงนิเวศในระบบนิเวศแหล่งน้ำไหลของเขตอุทยานแห่งชาตินี้มีความครบถ้วนสมบูรณ์มากขึ้น

2. วัตถุประสงค์

2.1 ศึกษาหาสัดส่วนของตะกอนแต่ละขนาด ที่ประกอบกันเป็นพื้นที่อาศัย ในแต่ละระดับความลึก

2.2 ศึกษาหาปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนพื้นท้องน้ำ ในแต่ละระดับความลึก

2.3 ศึกษาหาความชุกชุม และความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก ในแต่ละระดับความลึก

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

3.1 ทราบถึงชนิดสัตว์ที่ดำรงชีวิตในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ

3.2 สามารถอธิบายได้ว่าสังคมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กที่ลำธารต้นน้ำบางสายในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ มีการกระจายที่สัมพันธ์กับสัดส่วนขนาดตะกอน ปริมาณสารอินทรีย์ที่ปรากฏในแต่ละระดับความลึก และฤดูกาลหรือไม่

4. ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาการกระจายของขนาดตะกอน ปริมาณสารอินทรีย์และสังคมของสัตว์ที่อาศัยในชั้นตะกอนที่เก็บตัวอย่างจากลำธารต้นน้ำบางสายที่อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2548

บทที่ 2
งานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. ประวัติการศึกษาโดยสังเขป

ประวัติการศึกษาสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก (meiobenthology) ซึ่งทบทวนเอกสารโดย Coull and Giere (1988) และ Giere (1993) ระบุว่า การศึกษาสัตว์หน้าดิน (benthos) ในทะเลและในแหล่งน้ำจืดในช่วงเริ่มต้น ได้มุ่งความสนใจไปยังกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดลำตัวใหญ่ซึ่งง่ายต่อการจดจำ ที่เป็นเช่นนี้เพราะได้รับอิทธิพลจากแนวคิดของ Mobius ในปี 1877 ที่อธิบายถึงการอยู่ร่วมกันของสังคมสัตว์ (biocoenosis) ว่ามีลักษณะคงที่ นำไปสู่แนวคิดที่เชื่อว่าการศึกษาสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่นั้นมีประสิทธิภาพเพียงพอในการศึกษาเชิงนิเวศวิทยา ด้วยเหตุนี้ การศึกษาสัตว์หน้าดินจึงพุ่งเป้าไปสู่กลุ่มสัตว์ที่คงค้างในตะแกรงร่อนขนาดตา 1 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นวิธีการที่ Peterson ใช้ในการศึกษาสัตว์หน้าดินเชิงปริมาณในปี ค.ศ. 1911 โดยพิจารณาเห็นว่าสังคมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ (macrobenthos) ในระบบนิเวศแหล่งน้ำมีมวลชีวภาพมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างชัดเจนและเป็นที่ยอมรับว่าสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นมีขนาดลำตัวเล็กที่สุดเท่ากับ 1 มิลลิเมตร เมื่อเทียบจากขนาดตาของตะแกรงร่อน จากนั้น Mare ศึกษาสังคมสัตว์ที่อาศัยอยู่ในพื้นเลน ในเมือง Plymouth ประเทศอังกฤษ และตีพิมพ์บทความลงในวารสาร Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom ฉบับที่ 25 ปี 1942 โดยนำคำว่า meiobenthos* มาใช้ ซึ่งในความหมายของการศึกษาวิจัยต่าง ๆ หมายถึงสังคมของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีขนาดลำตัวเล็กกว่าสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ การศึกษาและบทความดังกล่าวดูคล้ายเป็นสัญญาณที่แสดงถึงจุดเริ่มต้นของการศึกษาสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก แต่ในความเป็นจริงได้มีการศึกษากลุ่มสัตว์ที่อาศัยในพื้นท้องน้ำมาก่อนหน้านี้มากมายตั้งแต่เริ่มมีกล้องจุลทรรศน์ (Giere, 1993) โดยการศึกษาสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในช่วงเริ่มแรกนั้นเป็นการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและอนุกรมวิธานของสัตว์ในแต่ละกลุ่มและเป็นช่วงที่มีการค้นพบสัตว์ในไฟลัมใหม่ ๆ มากมาย จากนั้นเมื่อเครื่องมือเก็บตัวอย่างถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและเป็นช่วงเวลาใกล้เคียงกับการศึกษาของ Remane (บิดาแห่งการวิจัยสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก) ซึ่งเป็นบุคคลแรกที่นำถุงลากแพลงก์ตอน กรองน้ำในพื้นชายหาดและศึกษาสัตว์ขนาดเล็กที่อาศัยบนพืชน้ำ และสรุปผลการศึกษาใน monograph เมื่อปี ค.ศ. 1933 ว่าสังคมสัตว์ในแหล่งอาศัยดังกล่าวมีความชุกชุมและความซับซ้อนของสังคมสัตว์หน้าดินขนาดเล็กเป็นอันมาก ในเวลาใกล้เคียงกัน Nicholls ได้ตีพิมพ์ผล

---

*meio เป็นคำที่มีรากศัพท์มาจากภาษากรีกแปลว่า เล็กกว่า ในที่นี้หมายถึงเล็กกว่าสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ และเนื่องจากการศึกษาชีววิทยาของพื้นท้องน้ำมักมีพื้นฐานอยู่บนขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยและ/หรือเครื่องมือที่ใช้แยกสัตว์จากตะกอนจึงนำเอาขนาดตาของตะแกรงร่อนมาใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสัตว์ที่อาศัยในพื้นท้องน้ำ ซึ่งสามารถจำแนกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1. macrobenthos คงค้างในตะแกรงร่อนขนาดตา 1 มิลลิเมตร หรือ 1,000 ไมโครเมตร
2. meiobenthos สามารถลอดผ่านตะแกรงร่อนขนาด 1 มิลลิเมตร แต่คงค้างในตะแกรงขนาดตา 42 ไมโครเมตร
3. nanobenthos สามารถลอดผ่านตะแกรงร่อนขนาด 42 ไมโครเมตร แต่คงค้างในตะแกรงขนาดตา 2 ไมโครเมตร

ข้อกำหนดดังกล่าวนี้ ยึดตาม Thiel (1983) แต่ในการศึกษาครั้งนี้ยึดตาม Giere (1993) และใช้คำว่า "meiofauna" เป็นคำที่แทน meiobenthos เพราะเป็นคำที่มีความหมายคล้ายกัน (synnonym)

การศึกษาโคพีพอดในบริเวณชายหาดของประเทศสก็อตแลนด์ในปี ค.ศ.1935 และ ริเริ่มใช้คำว่า interstitial fauna กับสัตว์ที่ดำรงชีวิตในพื้นทรายใต้ท้องน้ำ จากนั้นเป็นต้นมาได้มีการศึกษาในแหล่งน้ำเค็มอย่างต่อเนื่อง ทำให้ความรู้ความเข้าใจถึงชีววิทยาและนิเวศวิทยาของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กมีความก้าวหน้ากว่าการศึกษาในแหล่งน้ำจืดเป็นอันมาก ทั้งนี้ Richard Warwick กล่าวถึงประเด็นนี้ในหนังสือ Freshwater meiofauna ของ Rundle et al. (2002) ว่าอาจเป็นเพราะลักษณะทางธรรมชาติในระบบนิเวศทะเลที่คล้ายคลึงกันโดยตลอดจึงทำให้การศึกษามีความรุดหน้าแตกต่างกับในแหล่งน้ำจืดที่ต้องให้ความสำคัญกับการเคลื่อนตัวของเปลือกโลกด้วยในการพิจารณาการกระจายของสัตว์ในระดับใหญ่ (macro scale) และอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้นิเวศวิทยาของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในแหล่งน้ำจืดยังใช้เวลานานในการสร้างองค์ความรู้ใหม่เมื่อเทียบกับการศึกษาในทะเลเป็นเพราะสัตว์ทะเลมีการกระจายของขนาดของมวลชีวภาพ (biomass size spectrum) และการกระจายของขนาดตัวของสัตว์ (species size distribution) เป็นแบบ bimodal คือมีความต่างของมวลชีวภาพและขนาดลำตัวของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กและสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่อย่างชัดเจน ขณะที่การกระจายของลักษณะทั้งสองในแหล่งน้ำจืดมีความต่อเนื่องกันมากกว่าและมีลักษณะเป็นแบบ unimodal (Robertson et al., 2002)

สำหรับการศึกษาสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในแหล่งน้ำจืด เริ่มต้นโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวรัสเซีย ชื่อ Sassuchin และคณะ ที่ศึกษาสัตว์หน้าดินขนาดเล็กบริเวณพื้นทรายและหาดทรายในแม่น้ำ Eastern European River และในทะเลสาบและเป็นนักวิจัยที่เริ่มใช้คำว่า "psammon" ? จากนั้น Wisznicwski ปี ค.ศ. 1934 ใช้วิธีการศึกษาของ Sassuchin และคณะ ในการศึกษาสัตว์ที่อาศัยในพื้นทรายในแม่น้ำและทะเลสาบของประเทศโปแลนด์ Pennak ปี ค.ศ. 1940 ได้อธิบายนิเวศวิทยาของสัตว์ขนาดเล็กในแหล่งน้ำจืดของทะเลสาบในรัฐ Wisconsin ของประเทศสหรัฐอเมริกา และปี ค.ศ. 1951 ได้เปรียบเทียบนิเวศวิทยาของ interstitial fauna ในแหล่งน้ำจืดและทะเล ระหว่างนั้น Karaman และ Chappuis ตีพิมพ์ผลงานเกี่ยวกับการศึกษาสัตว์ที่อาศัยในชั้นน้ำใต้ดินในปี 1935 และ 1942 ตามลำดับและพบความแตกต่างต่าง ๆ ระหว่างสัตว์ในชั้นน้ำใต้ดินและสัตว์ในชั้นตะกอนใต้ท้องน้ำ (hyporheic or phreatic zone)

ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นประวัติการศึกษาในช่วงเริ่มต้น ระหว่างก่อนปี ค.ศ. 1900 กระทั่งปี ค.ศ. 1950 ซึ่ง Coull and Giere (1988) ได้รายงานไว้โดยแบ่งเป็นเป็นยุคตามความสนใจของนักวิทยาศาสตร์ที่ทำวิจัยขณะนั้น ในเวลาถัดมาระหว่างทศวรรษที่ 1950 ถึง กลางทศวรรษที่ 1960 ได้เริ่มมีการศึกษาถึงปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการกระจายและนิเวศวิทยาต่าง ๆ ของสัตว์ โดยเฉพาะประเทศในแถบอเมริกาเหนือที่มีการพัฒนาเครื่องมือเก็บตัวอย่างที่ดีและมีความร่วมมือระหว่างนักวิทยาศาสตร์ที่สนใจด้านนี้มากขึ้น กระทั่งมีการก่อตั้ง Association of Meiobenthologists (ในเวลาต่อมาเปลี่ยนเป็น International Association of Meiobenthologists) และมีจดหมายข่าว (newsletter) Psammonalia เมื่อเข้าสู่ช่วงระหว่างทศวรรษที่ 60 การวิจัยในอเมริกาเหนือมุ่งไป 2 ประเด็นหลัก ได้แก่ นิเวศวิทยาเชิงพรรณนา และความรู้เชิงอนุกรมวิธานอย่างกว้าง ๆ ของสังคมสัตว์หน้าดินขนาดเล็กที่พบในแต่ละแหล่งอาศัย และเป็นช่วงที่มีการค้นพบสัตว์ลักษณะใหม่ ๆ (new form) และเริ่มให้ความสนใจในความสัมพันธ์ของสัตว์กับกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ ช่วงปลายทศวรรษที่ 1960 ถึงทศวรรษที่ 1970 เริ่มมีการศึกษาในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาสรีรวิทยาเชิงนิเวศ (Ecophysiology) พฤติกรรมและชีวประวัติ เพื่ออธิบายบทบาทของสัตว์ในระบบนิเวศพื้นท้องน้ำในแง่ของการถ่ายทอดพลังงาน และให้ความสำคัญกับการพิจารณาความหลากหลาย รวมทั้งการใช้สัตว์หน้าดินขนาดเล็กในการบ่งชี้ความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมช่วงสุดท้ายระหว่างทศวรรษที่ 1970 ถึง1980 เป็นการศึกษาใน

? psammon แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ mesopsammon คือสัตว์ที่อาศัยอยู่ระหว่างเม็ดทราย จัดเป็น interstitial fauna epipsammon ชนิดที่อาศัยอยู่บนพื้นผิวทราย และ endopsammon คือ สัตว์ที่ขุดรูอยู่ในทราย

ห้องปฏิบัติการและภาคสนามในแง่ต่าง ๆ เช่น ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่น ๆ ทำการศึกษาเชิงนิเวศวิทยาภายในห้องปฏิบัติการ และเป็นยุคที่เริ่มมีการศึกษาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการกับสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่น ๆ (phylogeny)

2. Meiofauna Taxa

การจำแนกกลุ่มสัตว์โดยใช้ลักษณะขนาดลำตัวตามขนาดตาของตะแกรงร่อนเป็นเกณฑ์ทำให้สัตว์ในหลายไฟลัมตั้งแต่สิ่งมีชีวิตในอาณาจักร โพรติสตา (Kingdom Protista) เช่น ฟอรามินิเฟอรา (Foraminifera) เทสทาเซีย (Testacea) โอลิโกฟอรา (Oligophora) ไปถึงสัตว์ในไฟลัมคอร์ดาตา (Phylum Chordata) เช่น กลุ่มเพรียงหัวหอม (Tunicata) สามารถจัดจำแนกเป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก ในเบื้องต้นสามารถจำแนกสัตว์หน้าดินขนาดเล็กได้เป็น 2 กลุ่ม (Robertson et al., 2000a; Higgins and Thiel, 1988) ได้แก่

1. สัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร (permanent meiofauna) เป็นชนิดสัตว์ที่มีขนาดตัวอยู่ในช่วงดังกล่าวตลอดชีวิต

2. สัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว (temporary meiofauna) ประกอบด้วยชนิดสัตว์ที่มีขนาดตัวในช่วงดังกล่าวเมื่อเป็นตัวอ่อนระยะต้น ๆ แต่เมื่อเข้าสู่ระยะสืบพันธุ์ จะถูกจัดเป็นสัตว์ขนาดใหญ่

ในที่นี้ จึงกล่าวถึงเฉพาะกลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กที่พบในแหล่งน้ำจืด จากรายงานของ Robertson et al., (2000a) สรุปในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ไฟลัมของสัตว์หลายเซลล์ที่มีชนิดสัตว์ที่จำแนกเป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในแหล่งน้ำจืด

ไฟลัม	สัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร	สัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว
Cnidaria		X
Platyhelminthes	X	
Nemertinea	X	
Nematoda	X	
Gastrotricha	X	
Rotifera	X	
Tardigrada	X	
Crustacea	X	
Arachnida	X	
Arthropoda (Insecta)		X

3. ลักษณะสัณฐานวิทยาโดยสังเขป

ลักษณะสัณฐานของสัตว์แต่ละกลุ่มมีหลายประการ ในที่นี้ผู้ทำวิจัยได้กล่าวเฉพาะลักษณะสัณฐานบางประการที่สามารถสังเกตได้ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอและกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบประกอบ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการคัดแยกตัวอย่างสัตว์ หากต้องการทราบรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถศึกษาได้จากเอกสารเกี่ยวกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น Ruppert et al. (2004), Brusca & Brusca (2003) และ บพิธ จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์ (2546a, b) เป็นต้น หรือหนังสือของ Rundle et al. (2002), Giere (1993) และ Higgins and Thiel (1988) ซึ่งให้ข้อมูลเกี่ยวกับนิเวศวิทยาของสัตว์แต่ละกลุ่มด้วย

1. Cnidaria ไนดาเรียนเป็นกลุ่มสัตว์ที่อาจระบุไม่ได้อย่างชัดเจนว่าเป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กหรือไม่ ทั้งนี้เพราะอาจมีขนาดตัวเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ถึงกระนั้น ยังสามารถจัดเป็น interstitial fauna ได้ (Thiel, 1988) ลักษณะสัณฐานที่สำคัญ คือ มีสมมาตรร่างกายแบบรัศมี (radial symmetry) หรือค่อนข้างเป็นรัศมีรูปร่างคล้ายถุงตันเพราะบริเวณกลางลำตัวมีช่องเปิดที่เรียกว่า ซีเลนเทอรอน (coelenteron) หรือ แกสโตร-วาสคูลาร์ คาวิตี (gastrovascular cavity) ทำหน้าที่เป็นท่ออาหาร รอบทางเข้าของช่องเปิดดังกล่าวมีหนวด (tentacle) เซลล์บางเซลล์ในระบบห่อหุ้มร่างกายของสัตว์กลุ่มนี้ดัดแปลงให้มีออร์แกเนลล์พิเศษ เรียก นีมาโทซีสต์ (nematocyst) เพื่อฉีดพิษเข้าสู่เหยื่อหรือผู้บุกรุก เรียกเซลล์นี้ว่า ไนโดไซท์ (cnidocyte) กระจายอยู่ทั่วไปที่ชั้นเอพิเดอมิส (epidermis) และพบมากที่บริเวณหนวดและรอบปาก

2. Turbellaria เป็นกลุ่มหนอนตัวแบนในไฟลัมแพลตีเฮลมินทีส (Phylum Platyhelminthes) ที่ดำรงชีวิตได้เอง (free-living) สัตว์ในกลุ่มนี้ยังสามารถแบ่งได้เป็นอีก 2 กลุ่ม ได้แก่ เทอเบลลาเรียนขนาดใหญ่ (macroturbellaria) และเทอเบลลาเรียนขนาดเล็ก (microturbellaria) กลุ่มแรกรูปร่างแบน ส่วนกลุ่มที่สอง มีรูปร่างยาวโดยอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างลำตัวประมาณ 4 ถึงมากกว่า 10 เท่า แต่โดยทั่วไปยาวประมาณ 0.75 -2 มิลลิเมตรและรูปร่างมักเป็นทรงกระบอกและบอบบางและส่วนใหญ่มีจุดตา (Kolasa, 2002) การระบุชนิดของสัตว์จำเป็นต้องพิจารณาลักษณะสัณฐานขณะที่สัตว์ยังมีชีวิตและหลังจากรักษาสภาพควบคู่กัน

3. Gastrotricha มีรูปร่างคล้ายพินโบว์ลิ่ง ขนาดลำตัวยาวประมาณ 100-300 ไมโครเมตร ลักษณะสำคัญที่สามารถสังเกตได้ คือ มีส่วนหัว ลำตัว และโครงสร้างที่ยื่นมาจากบริเวณปลายส่วนท้องข้างละ 1 อัน เรียก furca ผิวลำตัวระบบห่อหุ้มร่างกายมีคิวติเคิลซึ่งหลั่งมาจากชั้นผิวหนังใต้ชั้นเดอร์มิส (hypodermis) ปกคลุมผิวลำตัว อาจมีลักษณะเป็นแผ่นเรียงคล้ายเกล็ดปลาหรือเป็นขนแข็ง (spine) คลาสที่พบในแหล่งน้ำจืดคือคลาส คีโทโนตา (Class Chaetonota) ซึ่งมีคิวติเคิลปกคลุมทั้งตัว

4. Nematoda กลุ่มหนอนตัวกลม รูปร่างเรียวแหลม ลำตัวทรงกระบอกแหลมหัว -ท้าย ยาวประมาณ 0.5-2 มิลลิเมตร ผิวลำตัวมีคิวติเคิลหุ้มแต่ใสจนเห็นอวัยวะภายในบางอวัยวะ เช่น หลอดอาหาร เมื่อสังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบประกอบ หนอนตัวกลมบางชนิดมีการสะสมคิวติเคิลที่ผิวลำตัวในลักษณะที่เรียงเป็นวง (annulate) คล้ายปล้อง

5. Rotifera หนอนจักรที่พบในแหล่งน้ำจืดมี 2 คลาส คือ 1. Monogononta และ 2. Bdelloidea ลำตัวยาวประมาณ 80 - 2,000 ไมโครเมตร แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว ลำตัว และ ฟุต (foot) ส่วนปลายของฟุตอาจมีหรือไม่มีปุ่มเกาะหรืออาจมีหรือไม่มีโท (toe) ผิวลำตัวของหนอนจักรมีข่ายใยของโปรตีนปกคลุม เรียก intracytoplasmic lamina ที่มีความหนาแตกต่างกันในแต่ละชนิด คอหอยของหนอนจักรมีการเปลี่ยนแปลงเป็นโครงสร้างพิเศษ เรียก มาสแทกซ์ (mastax) โครงสร้างดังกล่าวประกอบด้วยกล้ามเนื้อหนารอบโครงสร้างที่เป็นองค์ประกอบเป็นคิวติเคิลที่เรียกว่า โทรฟี (trophi) ลักษณะของโทรฟีใช้จำแนกชนิดได้ ถึงกระนั้น การรักษาสภาพมักทำให้ตัวอย่างสัตว์หดตัว โดยเฉพาะในบริเวณส่วนหัวจึงไม่ปรากฏรูปแบบการเรียงตัวของซีเลีย ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญในการจำแนกหนอนจักรกลุ่มเดลลอยด์ อีกทั้งลักษณะของโทรฟีก็เป็นแบบ

เดียวกันทั้งหมด ขณะที่ผิวลำตัวของหนอนจักรในกลุ่มโมโนโกนอนตามีความหนาของข่ายใยของโปรตีนมากกว่า การหดตัวจึงมีรูปแบบที่ค่อนข้างแน่นอนจึงง่ายต่อการจำแนกมากกว่า Wallace and Ricci (2002) กล่าวว่า หนอนจักรกลุ่มเดลลอยด์ส่วนใหญ่อาศัยบริเวณพื้นท้องน้ำ ส่วนสมาชิกของหนอนจักรกลุ่มโมโนโกนอนตาบางวงศ์เท่านั้นที่มีรายงานว่าพบอาศัยในชั้นตะกอน เช่น Lecanidae, Lindiidae และ Colurellidae เป็นต้น

6. Tardigrada หมีน้ำมีลำตัวอวบอ้วน ยาวประมาณ 0.3-0.5 มิลลิเมตร มีขา 4 คู่ ปลายขาแต่ละข้างมีกรงเล็บ 1 คู่ แต่ละข้างมีการแตกแขนงเป็นแขนงหลักและแขนงรอง ซึ่งแตกต่างกันในแต่ละวงศ์ ผิวลำตัวมีคิวติเคิลโปร่งแสงจึงมองเห็นอวัยวะภายในบางอวัยวะโดยเฉพาะบริเวณลำคอมีโครงสร้างที่เรียกว่า buccal-pharyngeal apparatus ซึ่งใช้ในการจำแนกเช่นกัน หมีน้ำที่พบในแหล่งน้ำจืดส่วนใหญ่อยู่ในคลาสยูทาดิกราดา

7. Crustacea ครัสตาเซียที่พบได้บ่อยครั้งในแหล่งน้ำจืด คือ คลาโดเซอรา โคพีพอด และออสตราคอด สัตว์ทั้งสามกลุ่มมีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน คลาโดเซอรามีลำตัวยาวประมาณ 0.2-3 มิลลิเมตร ลักษณะเด่นของสัตว์กลุ่มนี้คือ มีคาราเปสซึ่งเจริญมาจากบริเวณขอบด้านท้ายของหัวแผ่มาทางด้านข้างของลำตัวแต่ไม่เชื่อมกับลำตัวจึงคล้ายกับการสวมเสื้อโคต ลำตัวไม่ปรากฏข้อปล้องอย่างชัดเจน ยกเว้นหนวดคู่ที่ 2 ซึ่งมีขนาดใหญ่และใช้ในการเคลื่อนที่ ส่วนท้ายของลำตัวคือ post-abdomen มีอุ้งเล็บ (claw) ขนแข็ง (spine) และฟัน (denticle) เรียงตัวอยู่ กลุ่มที่ 2 คือ ออสตราคอด ขนาดลำตัวประมาณ 0.4-2 มิลลิเมตร ลำตัวไม่มีข้อปล้องชัดเจน แต่รยางค์ขาและหนวดมีข้อปล้อง ลำตัวทั้งหมดอยู่ภายในเปลือกที่สามารถเปิดปิดคล้ายหอยสองฝา ที่ผิวของเปลือกมีร่องรอยที่กล้ามเนื้อที่ควบคุมการเปิดปิดไปเกาะติด เรียก muscle scar ซึ่งมีรูปแบบที่แตกต่างกัน กลุ่มที่ 3 คือโคพีพอด ที่พบเป็นสัตว์หน้าดินมี 2 กลุ่มย่อย คือ ฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอด (harpacticoid copepod) และไซโคลพอยด์โคพีพอด (cyclopoid copepod) ลักษณะทั่วไปของทั้งสองกลุ่มคือร่างกายแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ prosome และ urosome ส่วนของ prosome ยังแบ่งเป็น cephalosome และ metasome ส่วนใหญ่ cephalosome มักเชื่อมกับอกปล้องแรก ส่วน metasome อาจมี 3-4 ปล้อง ขึ้นกับการยุบรวมของอกปล้องแรกกับ cephalosome ส่วน urosome นับจากปล้องของขาคู่ที่ 5 ถึง caudal rami ลักษณะที่แตกต่างกันของโคพีพอด 2 กลุ่มนี้ คือ ส่วน prosome และ urosome ของฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอดมีความกว้างใกล้เคียงกัน ขณะที่ prosome ของไซโคลพอยด์โคพีพอด ขยายเป็นรูปไข่และกว้างกว่า urosome ลักษณะอีกประการ คือ หนวดคู่แรกของฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอดมีไม่เกิน 10 ปล้อง ขณะที่หนวดคู่แรกของไซโคลพอยด์โคพีพอดมักมีจำนวนปล้องมากกว่าและยาวกว่า

8. Acari (Hydrachinidia) มีขาเป็นข้อปล้อง 4 คู่ มีตา 1 คู่อยู่ด้านบนข้างหน้าลำตัว (psudotagmata) แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ iodosoma และ gnathosoma โดย iodosoma เปลี่ยนแปลงมาจากส่วนของ cephalothorax เชื่อมติดกับปล้องท้อง จึงไม่ปรากฏเป็นปล้องเหมือนที่พบในแมงมุมและ ส่วน gnathosoma ประกอบด้วยโครงสร้างที่ทำหน้าที่จับอาหารเข้าปาก แบ่งเป็น 3 ส่วนย่อย ได้แก่ capitulum, pedipalp และ chelicerae

9. Insecta กลุ่มแมลงที่พบในน้ำส่วนใหญ่เป็นตัวอ่อนที่อาศัยตามพื้นท้องน้ำจึงจัดเป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวและมีบ้างที่เป็นตัวเต็มวัย ลักษณะที่ปรากฏให้เห็นที่สามารถใช้จำแนกได้อย่างชัดเจน คือ มีปล้องหัว ปล้องอก 3 ปล้อง และปล้องท้อง 9-10 ปล้อง โดยปล้องอกทุกปล้องมีขาปล้องละ 1 คู่ อย่างไรก็ตาม ในกลุ่มตัวอ่อนที่มีรูปร่างคล้ายหนอนบางวงศ์ ปล้องอกอาจไม่มีขา

10. Oligochaeta หนอนปล้องหรือกลุ่มไส้เดือนมีลำตัวยาวเป็นปล้องที่เจริญดี ลักษณะที่ใช้จำแนกคือโครงสร้างของอวัยวะสืบพันธุ์ (genitalia) โครงสร้างภายใน และลักษณะการเรียงตัวของขนแข็ง (setae) ซึ่งมีส่วนปลายที่ไม่ซับซ้อนซึ่งปกติปลายมี 2 แฉก หรือเป็นแท่งตรงคล้ายตะเกียบ

11. Mollusca จัดเป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว ลักษณะสำคัญ คือ มีเปลือกที่มีการสะสมของแคลเซียม 2 อันประกบกันสนิท ขณะที่เป็นวัยอ่อนเปลือกมีการสะสมของแคลเซียมน้อยจึงใส มองเห็นโครงสร้างของอวัยวะภายใน แต่เมื่ออายุมากขึ้นเปลือกจะทึบแสง

4. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกระจายตัวของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในแหล่งน้ำไหลในระดับย่อย (small scale)

การกระจายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในระบบนิเวศแม่น้ำเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการซึ่งแสดงผลในระดับ (scale) ที่แตกต่างกัน โครงสร้างสังคมของสัตว์ที่ปรากฏในแต่ละพื้นที่เป็นผลของการคัดแยกด้วยกระบวนการธรรมชาติที่เกิดขึ้นตั้งแต่ในระดับลุ่มน้ำ (catchment scale) เช่น กระบวนการเกิดชนิดใหม่ (speciation) ประวัติทางธรณีของลุ่มน้ำและสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น ลงมาถึงกระบวนการในระดับย่อย เช่น การล่า ความพรุนของพื้นอาศัย และความเร็วกระแสน้ำ เป็นต้น (Malmqvist, 2002) สำหรับสัตว์ไม่มีกระดูกหน้าดินในแหล่งน้ำไหลส่วนใหญ่มักอาศัยอยู่ในช่องว่างระหว่างอนุภาคตะกอน (Boulton et al., 1998) ก็มีรูปแบบการกระจายที่ควบคุมโดยปฏิสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการในระดับย่อยและกระบวนการในระดับใหญ่ (Cooper et al., 1998) เช่นเดียวกัน

ปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละระดับเกิดจากปัจจัยมากมาย ซึ่งปัจจัยที่มีบทบาทต่อการกระจายของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในระดับย่อย แบ่งเป็น ปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพ (Silver et al., 2002) Giere (1988) จำแนกปัจจัยทางกายภาพออกเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพื้นอาศัย (substrate related factor) และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำ (water related factor) สอดคล้องกับ Silver et al. (2002) ที่เชื่อว่าพื้นอาศัยและกระแสน้ำมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในแต่ละพื้นที่ (spatial distribution) Giere (1993) กล่าวว่าขนาดอนุภาคเป็นปัจจัยหลักที่สามารถกำหนดปัจจัยสำคัญอื่น ๆ ในชั้นตะกอนทั้งในทางตรงและทางอ้อม โดยขนาดอนุภาคเป็นปัจจัยที่กำหนดสภาพและโครงสร้างของพื้นที่ ได้แก่ ความพรุน (porosity) ของพื้นท้องน้ำและความซึมน้ำ (permeability) โดยตรง ขณะที่สภาพแวดล้อมทางกายภาพและเคมี เช่น ปริมาณออกซิเจน ค่าการนำไฟฟ้า และอุณหภูมิ เป็นต้น ถูกกำหนดโดยทางอ้อม

โดยทั่วไป นักนิเวศวิทยาแหล่งน้ำจืดมักอธิบายลักษณะของพื้นอาศัยโดยใช้หลักของการจำแนกขนาดอนุภาคด้วยวิธีของ Wentworth (Wentworth scale) (Boulton and Block, 1995; Minshall, 1984) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจำแนกขนาดอนุภาคตะกอนด้วยวิธีของ Wentworth (Wentworth scale)

Grade	Class	ขนาด (มิลลิเมตร)	Phi (ϕ)
Boulder	Large	1024-2048	-10
	Medium	512-1024	-9
	Small	256-512	-8
Cobble	Large	128-256	-7
	Small	64-128	-6
Pebble	Large	32-64	-5
	Small	16-32	-4
Granule (Gravel)	Coarse	8-16	-3
	Medium	4-8	-2
	Fine	2-4	-1
Sand	Very coarse	1-2	0
	Coarse	0.5-1	1
	Medium	0.25-0.5	2
	Fine	0.125-0.25	3
	Very fine	0.0625-0.125	4
Silt	-	0.0039-0.0625	5,6,7,8
Clay	-	<0.0039	9,10,..

อย่างไรก็ตาม อนุภาคตะกอนขนาดต่าง ๆ มักอยู่ปะปนกันในสภาพธรรมชาติ การประเมินหรือการวัดขนาดอนุภาคแต่ละพื้นที่สามารถทำได้โดยการพิจารณาสัดส่วนของปริมาณตะกอนแต่ละขนาดในตัวอย่างตะกอนปริมาตรหนึ่งซึ่งวิธีการร่อนตะกอนผ่านชั้นของตะแกรงร่อนขนาดตามาตรฐานเป็นวิธีที่ง่ายและได้รับความนิยมและแสดงผลการศึกษาด้วยค่ามัธยฐานขนาดอนุภาค (median particle size diameter; MD_{50}) เพื่อเป็นตัวแทนของตัวอย่างตะกอนนั้น ค่าดังกล่าวเป็นค่าของขนาดอนุภาคที่ทำให้น้ำหนักสะสมของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดอนุภาคตะกอนกับน้ำหนักของตะกอนแต่ละขนาดสะสมที่คิดเป็นร้อยละ (percent cumulative weight) มีค่าเท่ากับร้อยละ 50 ดังแสดงในภาพที่ 15 (วิธีดำเนินงานวิจัย)

พื้นอาศัยในระบบนิเวศแหล่งน้ำประกอบด้วยวัตถุอินทรีย์และอนินทรีย์ (Ward, 1992) Allan (1995) กล่าวว่า องค์ประกอบของพื้นอาศัยขึ้นกับการมีอยู่ของวัตถุต้นกำเนิด และสำหรับการที่อนุภาควัตถุอนินทรีย์แต่ละขนาดมาอยู่ร่วมกันเป็นผลจากการขนย้าย (transportation) และการตกตะกอนสะสม (sedimentation) ดังนั้นการแพร่กระจายของหินแต่ละขนาดจึงสัมพันธ์กับขนาดของหินและสิ่งแวดล้อมที่ก่อให้เกิดการเคลื่อนย้าย (Briggs, 1977; Pettijohn, 1975) ซึ่ง Ward (1992) กล่าวว่าพื้นอาศัยในแหล่งน้ำไหลถูกสร้างขึ้นโดยกระบวนการทางกายภาพที่สัมพันธ์กับการไหลอย่างไม่มีทิศทางของน้ำ กระบวนการดังกล่าวสามารถจำแนกได้เป็น

1. bedload มักเป็นตะกอนที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่

2. suspended load และ washload มักเป็นตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร ส่วนใหญ่ประกอบด้วยตะกอนโคลน เลน และทรายละเอียดหรือในกรณีของอนุภาคอินทรีย์และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก

ทั้งนี้ ความสามารถในการเคลื่อนย้ายตะกอนของแม่น้ำและลำธารขึ้นกับปัจจัยเช่น ขนาดอนุภาค สภาพการไหลของน้ำและลักษณะสัณฐานของช่องน้ำ เป็นต้น Beschta (1996) กล่าวว่า ขนาดอนุภาคที่ตกอยู่ในช่วงของอนุภาคทรายละเอียดถึงทรายหยาบ ประมาณ 0.1 ถึง 1 มิลลิเมตร สามารถเคลื่อนย้ายได้ทั้ง suspended load และ bedload โดยขึ้นกับสภาพการไหลของน้ำ ขณะที่ตะกอนที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่มักมีการเคลื่อนย้ายในช่วงที่มีความเร็วกระแสน้ำเพิ่มขึ้น ในช่วงฝนตกและหิมะละลาย

ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ไม่สามารถแยกอิทธิพลของขนาดอนุภาคของพื้นอาศัยต่อการกระจายของสัตว์ในระดับย่อยออกจากอิทธิพลของกระแสน้ำและความผันแปรอื่นๆ ได้อย่างชัดเจน (Minshall, 1984) และอาจเพราะเหตุนี้ทำให้ Pennak (1988) อธิบายการกระจายตัวของสังคมสัตว์โดยจำแนกแหล่งอาศัยที่เป็นน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหลออกจากกัน ขณะที่พื้นอาศัยแต่ละรูปแบบที่ได้อธิบายไว้ก็ได้รับอิทธิพบจากกระแสน้ำไม่เท่าเทียมกันซึ่งจำแนกได้เป็น 12 รูปแบบ ดังตารางที่ 3

ห้วยพรมซ้งบริเวณจุดเก็บตัวอย่างมีลักษณะพื้นทราย กรวดและก้อนหิน กระจายตลอดความกว้างของลำธาร ลักษณะเช่นนี้ Pennak (1988) อธิบายว่าสังคมสัตว์ที่ดำรงชีวิตในพื้นอาศัยลักษณะดังกล่าวนี้มักประกอบด้วยสังคมของสัตว์บน aufwuchs และสังคมสัตว์ในชั้นตะกอนใต้ท้องน้ำ ส่วนในลำธารห้วยพรมแล้งแม้ลักษณะทางนิเวศสามารถจัดเป็นแหล่งน้ำไหล แต่การสร้างฝายปูนทำให้กระแสน้ำไหลช้ามากคล้ายแหล่งน้ำนิ่ง พื้นลำธารส่วนใหญ่ในบริเวณเก็บตัวอย่างเป็นทราย กรวด และก้อนหิน ซึ่งเขากล่าวว่าพื้นอาศัยลักษณะดังกล่าวเป็นแหล่งอาศัยที่แท้จริงของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก แต่ยังมีการศึกษาไม่มากนัก นอกจากนี้ เขาได้กล่าวถึงลักษณะทางเคมีของน้ำในชั้นตะกอน สรุปได้ว่า อุณหภูมิน้ำมักมีค่าลดลงเมื่อความลึกเพิ่มขึ้น ค่าพีเอชของน้ำในชั้นตะกอนมีความป็นกรดมากขึ้นแต่มีความผันแปรขึ้นอยู่กับฤดูกาล ความลึก เคมีของน้ำ ระดับของ eutrophy และธรรมชาติทางเคมีของตะกอน เขายังกล่าวอีกว่าในแหล่งอาศัยของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กมีความเป็นเบสน้อยกว่าน้ำผิวดินและค่าพีเอชเป็นปัจจัยที่ไม่สำคัญในแง่นิเวศวิทยาสำหรับสังคมสัตว์ ถึงกระนั้นบางครั้งพบว่าน้ำในชั้นตะกอนมีค่าพีเอชสูงกว่าน้ำผิวดินเพราะความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ของตะกอน (buffer capacity) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในชั้นตะกอนมีค่าน้อยกว่าในน้ำผิวดิน แต่ในแหล่งน้ำไหลมีความผันแปรอย่างมากขึ้นกับสภาพทางกายภาพและเคมีของแต่ละลำธาร

ตารางที่ 3 พื้นอาศัยรูปแบบต่างๆ ซึ่ง Pennak (1988) ได้รายงานไว้เพื่ออธิบายการกระจายตัวของสัตว์

แหล่งน้ำนิ่ง

เหนือระดับน้ำ	ลักษณะ	ใต้ระดับน้ำ	ลักษณะ
พื้นทราย (sand margin)	แผ่กว้างออกจากผิวน้ำ 3-4 เมตร และลึกประมาณ 20 เซนติเมตร	พื้นทราย กรวด เลน	ได้รับอิทธิพลจากคลื่นไม่มาก นัก ความกว้างประมาณ 1-15 เมตร
พื้นกรวดและก้อนหิน	มักได้รับอิทธิพลจากคลื่น มักมีความกว้างไม่เกิน 2 เมตร	พื้นทราย กรวด และก้อนหิน	กว้างประมาณ 1-20 เมตร ขึ้นกับอิทธิพลของคลื่น
พื้นเลน	-	พื้นเลน และทราย	อาจแผ่กว้างจาก litteral zone หรือฝั่งไปถึงบริเวณที่ลึกที่สุด

แหล่งน้ำไหล

เหนือระดับน้ำ	ลักษณะ	ใต้ระดับน้ำ	ลักษณะ
พื้นทราย	กว้างได้ถึง 4 เมตร มักมีเลนและอินทรีย์วัตถุปะปนมากกว่าแหล่งน้ำนิ่ง	พื้นทราย	กระจายอยู่กับพื้นอาศัยแบบอื่นๆ
พื้นทราย กรวด และก้อนหิน	ได้รับอิทธิพลจากคลื่นและกระแสน้ำในบางครั้ง	พื้นทราย กรวด และก้อนหิน	กระจายตลอดความกว้างของช่องน้ำ
พื้นเลน	มีองค์ประกอบที่ผันแปร	พื้นเลน	มีองค์ประกอบผันแปร น้ำไหลช้า

Minshall (1984) กล่าวถึงการตอบสนองของแมลงน้ำซึ่งเป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวว่าความชุกชุมทั้งหมดของสัตว์ในสังคมผันแปรไปตามรูปแบบของพื้นอาศัยและแต่ละ taxa แสดงความพึงพอใจต่อรูปแบบของพื้นอาศัยที่แตกต่างกัน เขากล่าวว่างานวิจัยโดยทั่วไปมักพบว่ามีความหนาแน่นของสัตว์ในพื้นอาศัยที่เป็นพืชน้ำมากกว่าพื้นอาศัยที่เป็นหินแร่และชนิดของพืชอาจทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมากในข้อสรุปนี้แต่เมื่อพื้นอาศัยที่เป็นสารอนินทรีย์มีขนาดอนุภาคขนาดใหญ่ขึ้นมักมีความอุดมสมบูรณ์ (productive) มากกว่าพื้นอาศัยที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า และสุดท้ายคือแมลงน้ำแต่ละชนิดมีความพึงพอใจในพื้นอาศัยที่แตกต่างกัน

Pennak and Van Gerpen (1947) พบว่า ความชุกชุมของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังมีเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดอนุภาคใหญ่ขึ้นจากอนุภาคทรายเป็นหินขนาดกลาง (rubble) และพบว่าจำนวนและมวลชีวภาพมีน้อยลงเมื่อขนาดอนุภาคของพื้นอาศัยใหญ่ขึ้นเป็นลานหิน (bedrock) ซึ่งสาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะความแตกต่างของพื้นอาศัย (substrate heterogeneity) มีน้อยลงและตัวอย่างดังกล่าวบ่งชี้ว่าการกระจายของสัตว์อาจอธิบายด้วยลักษณะของขนาดอนุภาคเพียงอย่างเดียวไม่ได้ แต่ยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ อีก เช่น ความแตกต่างของพื้นอาศัยและอาหาร เป็นต้น (Minshall, 1984) Giere (1993) กล่าวถึงปัจจัยเกี่ยวข้องกับพื้นอาศัยอื่นๆ อีก ได้แก่ ความพรุน และความซึมน้ำ ความพรุนของพื้นอาศัยคืออัตราส่วนของปริมาตรของช่องว่างต่อปริมาตรของตะกอนหนึ่งๆ ซึ่งมักมีน้ำแทรกอยู่ แต่โดยปกติความพรุนไม่ได้ถูกควบคุมโดยขนาดอนุภาคเพียงอย่างเดียว แต่ถูกกำหนดโดยขนาดรูปร่าง (shape) ความโค้งมน (roundness) และการอัดตัวของตะกอน (packing) ด้วย (Brunke and Gonser, 1997) ส่วนความซึมน้ำเป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงอัตราการเคลื่อนที่ของน้ำผ่านตะกอน

ปริมาตรหนึ่ง (Giere, 1988) ถึงกระนั้นความสัมพันธ์ของความพรุนและของความซึมน้ำต่อขนาดตะกอนกลับมีทิศทางตรงกันข้าม Ward et al. (1998) กล่าวว่า ช่องว่างระหว่างอนุภาคของตะกอนขนาดเล็กมีขนาดเล็กแต่มีปริมาตรน้ำมาก ในขณะที่หินขนาดเล็ก หินขนาดกลางและกรวดมีช่องว่างระหว่างอนุภาคในตะกอนที่คละกันดีขนาดใหญ่ แต่มีปริมาตรน้ำน้อยกว่าในอนุภาคตะกอนขนาดเล็ก Giere (1993) กล่าวว่าความพรุนไม่ได้มีความสัมพันธ์กับสัตว์ในการเป็นพื้นที่ให้สัตว์ดำรงชีวิตแต่มีความเชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลง (flux) ทางกายภาพและเคมีในชั้นตะกอน ขณะที่ความซึมน้ำมีความสำคัญกับสัตว์ในแง่ของการยอมให้น้ำซึ่งมีออกซิเจนและธาตุอาหารมีการไหลเวียนทดแทน ในกรณีที่มีอนุภาคขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตรเป็นปริมาณมากและอุดตันช่องว่างระหว่างอนุภาคขนาดใหญ่ ลักษณะดังกล่าวเป็นการเพิ่มความต้านทานต่อน้ำที่จะไหลผ่านช่องว่างและลดพื้นที่อาศัยของสัตว์ในชั้นตะกอน ในทางตรงข้าม ตะกอนขนาดเล็กกลับมีพื้นที่ผิวขนาดใหญ่ให้ biofilm เจริญ อีกทั้งความพรุนที่ลดลงยังทำให้อนุภาคขนาดเล็กดักจับวัตถุอินทรีย์ขนาดเล็กจึงมีปริมาณสารอินทรีย์สะสมมาก (Leichtfried, 1988) สำหรับตัวอย่างงานวิจัยที่แสดงบทบาทของขนาดตะกอนต่อการกระจายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแหล่งน้ำไหล เช่น Mary & Marmonier (2000) พบว่า ในลำธารที่มีร้อยละของปริมาณทรายมากกว่านั้นมีความชุกชุม ความหลากชนิด และดัชนีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กต่ำกว่าในลำธารที่มีร้อยละของปริมาณทรายน้อยกว่าและสรุปว่าขนาดตะกอนเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดองค์ประกอบของสังคมสัตว์ที่อาศัยอยู่ในช่องว่างระหว่างอนุภาคตะกอนพื้นท้องน้ำ Beier & Transpurger (2003) ศึกษาการกระจายของสัตว์ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำของลำธาร Krähenbach และลำธาร Körsch ของประเทศเยอรมันซึ่งมีขนาดอนุภาคที่แตกต่างกัน โดยลำธาร Krähenbach มีองค์ประกอบของพื้นลำธารเป็นกรวดและทรายรวมกันถึงร้อยละ 89 ขณะที่ลำธาร Körsch มีองค์ประกอบเป็นหินและกรวดร้อยละ 71 และมีน้ำไหล และมีปริมาณสารอินทรีย์มากกว่าลำธารแรก เมื่อศึกษาความชุกชุมของสัตว์ พบว่า ลำธาร Krähenbach มีความชุกชุมน้อยกว่าลำธาร Körsch ประมาณ 2 เท่า และทั้งสองลำธารมีความชุกชุมของสัตว์ที่ระดับความลึก 0-2 เซนติเมตร มากกว่าที่ระดับความลึก 2-5 เซนติเมตร

สารอินทรีย์เป็นแหล่งพลังงานสำคัญในการขับเคลื่อนวัฏจักรของธาตุอาหาร การผลิต (productivity) ในระบบนิเวศแหล่งน้ำไหลโดยผู้ผลิตในลำธารไม่สามารถให้พลังงานแก่ผู้บริโภคได้อย่างเพียงพอ (Allan, 1995) แหล่งของสารอินทรีย์ที่สำคัญจึงมาจากภายนอกลำธาร และสารอินทรีย์เป็นปัจจัยด้านชีวภาพที่มีอิทธิพลต่อการกระจายของสัตว์ Silver et al. (2002) กล่าวว่า การกระจาย ความชุกชุมและองค์ประกอบของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กและขนาดใหญ่ถูกเชื่อมโยงกับการมีอยู่ของสารอินทรีย์ แต่ความเชื่อมโยงระหว่างการกระจายของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในระดับย่อยกับสารอินทรีย์มีความซับซ้อนเพราะการไหลของน้ำและลักษณะของพื้นอาศัยมีอิทธิพลต่อสัตว์หน้าดินขนาดเล็กโดยตรง ขณะที่ในทางอ้อมลักษณะทั้งสองมีผลต่อการขนย้ายและการเคลื่อนที่ของสารอินทรีย์เข้าและออกจากพื้นลำธาร (Whitman and Clark, 1984) ในชั้นตะกอนใต้ท้องน้ำมีสารอินทรีย์ใน 3 รูปแบบ คือ 1. อนุภาคอินทรีย์ที่ตายและในรูปสารละลาย 2. ในรูปของสิ่งมีชีวิต และ 3. biofilm (Leichtfried, 1988) และ Pusch et al. (1998) อธิบายกลไกการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคอินทรีย์โดยสรุปว่าเมื่อสารอินทรีย์เข้าสู่ลำธาร สารประกอบที่ละลายน้ำไหลจะถูกชะล้างไป ต่อมาขนาดอนุภาคจะเล็กลงโดยกระบวนการทางกายภาพบนพื้นลำธาร ขณะเดียวกันกับการเกิดกระบวนการทางชีวภาพโดยการเข้าครอบครองของเส้นใยราส่วนแบคทีเรียเข้าครอบครองเศษซากอินทรีย์ที่มีขนาดเล็กกว่าเกิดเป็น biofilm ในกระบวนการ assimilation สารเซลลูโลสและลิกนินซึ่งเป็นขั้นที่สองของการย่อยอนุภาคอินทรีย์โดยจุลินทรีย์จำเป็นต้องใช้สารอินทรีย์จากน้ำโดยรอบ ทำให้ใน biofilm มีโปรตีนมากขึ้น นอกจากนี้อนุภาคอินทรีย์ที่ถูกกินโดยสัตว์ต่าง ๆ เมื่อเข้าสู่กระบวนการย่อยอาหาร สารอินทรีย์จะถูกอัดรวมกันเป็นสิ่งขับถ่าย (faecal pellet) ซึ่งทั้ง biofilm และสิ่งขับถ่ายนี้เป็นอาหารของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก ดังที่กล่าวมาแล้วว่าสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบสำคัญของการ

อยู่ร่วมกันเป็นกลุ่ม (patchiness) ของสังคมสัตว์ ทั้งนี้เป็นเพราะการสะสมของสารอินทรีย์เป็นผลมาจากรูปแบบของสารอินทรีย์นั้น ลักษณะทางชลธีในพื้นลำธาร ฤดูกาล และกลไกการเคลื่อนย้าย ซึ่ง Brunke and Gonser (1997) กล่าวว่าการสะสมของสารอินทรีย์เกิดขึ้นมากที่สุดในช่วงที่มีปริมาณน้ำในลำธารมาก และช่วงที่มีการชะหน้าดินจึงเคลื่อนย้ายแหล่งสารอินทรีย์ภายนอกลำธารจากดินและหลังจากช่วงใบไม้ร่วง ทั้งอนุภาคอินทรีย์ขนาดเล็กและอนุภาคอินทรีย์ขนาดใหญ่ที่มีขนาดเล็กกว่า 10 มิลลิเมตร มักถูกเคลื่อนย้ายสู่ชั้นตะกอนระหว่างน้ำท่วม แม้ Pusch et al. (1998) กล่าวว่าอนุภาคอินทรีย์ที่ตะกอนบริเวณผิวมักลดลงเนื่องจากน้ำท่วมและอนุภาคอินทรีย์ขนาดเล็กถูกพัดพาไปในเวลาที่มีน้ำท่วมมากที่สุด แต่ก็มักตกตะกอนอีกครั้งระหว่างที่น้ำไหลช้าลง การศึกษาของ Olsen and Townsend (2005) พบว่า หลังเกิดน้ำท่วม 2 วันและ 1 เดือน อนุภาคอินทรีย์ ที่ระดับความลึก 10-50 เซนติเมตรมีค่ามากกว่าก่อนเกิดน้ำท่วม Allan (1995) กล่าวว่า ความแตกต่าง (heterogeneity) ของกระแสน้ำและพื้นอาศัยที่เป็นหินแร่ในระดับย่อยส่งผลต่อการกระจายของอนุภาคเศษซากอินทรีย์และการมีอยู่ของเศษซากอินทรีย์มีอิทธิพลต่อการกระจายของสิ่งมีชีวิตในพื้นท้องน้ำ

บทที่ 3
สถานที่และวิธีดำเนินงานวิจัย

1. สถานที่ทำการวิจัย

อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (ภาพที่ 1) ถูกตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2515 ถือเป็นอุทยานแห่งชาติลำดับที่ 5 ของประเทศ ตั้งอยู่ทางด้านตะวันออกของเทือกเขาเพชรบูรณ์ ปกคลุมพื้นที่ 966 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 3 อำเภอใน 2 จังหวัดได้แก่ อ.หล่มสัก และ อ.หล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ และ อ. คอนสาร จ.ชัยภูมิ โดยตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 16° 30′ เหนือถึง 16° 57′ เหนือและเส้นแวงที่ 101° 23′ ตะวันออกถึง 101° 45′ ตะวันออก มีความสูงจากระดับน้ำทะเลโดยเฉลี่ย 800 เมตร ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ประกอบด้วยชุดหิน 2 ชุด คือ ชุดหินราชบุรี ซึ่งมีลักษณะเป็นหินปูนกระจายตัวทางตอนเหนือและใต้ของเขตอุทยานและหินชุดโคราช ซึ่งมีลักษณะเป็นหินทราย สีแดง กระจายทางด้านตะวันตกและตะวันออกของอุทยานและเป็นชุดหินที่มีมากที่สุด พื้นที่ป่าส่วนใหญ่เป็นป่าดิบแล้ง ส่วนที่เหลือเป็นป่าดิบเขา ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าสนเขา อุทยานแห่งชาติน้ำหนาวเป็นแหล่งกำเนิดของลำธารของแม่น้ำหลายสาย ได้แก่ แม่น้ำป่าสักซึ่งไหลสู่แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำเลยไหลลงสู่แม่น้ำโขง และแม่น้ำพองกับแม่น้ำเชิญที่ไหลลงสู่เขื่อนอุบลรัตน์ ลำธารต้นน้ำที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ ประกอบด้วย ห้วยพรมซ้ง และห้วยพรมแล้ง ซึ่งบริเวณจุดเก็บตัวอย่างมีลักษณะทางนิเวศดังนี้

ภาพที่ 1 แสดงที่ตั้งของเขตอุทยาน (พื้นที่สีดำภาพ A และ B) และบริเวณที่เก็บตัวอย่าง (+) ตามตำแหน่งในพื้นที่อุทยาน (ภาพ C) และตำแหน่งในแผนที่มาตรส่วน 1 : 50,000 (ภาพ D; ปลายลูกศรชี้จุดเก็บตัวอย่าง)

ห้วยพรมซ้ง (ภาพที่ 2) เป็นลำธารอันดับที่ 3 (Third order stream) น้ำไหลจากทิศตะวันตกสู่ทิศตะวันออกลงสู่เขื่อนจุฬาภรณ์ด้านทิศตะวันตก (ภาพที่ 1) จุดเก็บตัวอย่างอยู่ในเขต อ. คอนสาร จ.ชัยภูมิ ตั้งอยู่ที่พิกัดเส้นรุ้งที่ 16° 34′ 09.3″ เหนือและเส้นแวงที่ 101° 34′ 04.8″ ตะวันออก มีความสูง 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ลำธารมีช่องน้ำกว้าง 12-14 เมตร จากการประเมินลักษณะพื้นลำธารและคะเนเป็นร้อยละต่อพื้นที่ พบว่า พื้นอาศัยประกอบด้วยหินขนาดต่างๆ ได้แก่ หินขนาดใหญ่ประมาณ 30 - 40 เซนติเมตร (small boulder) ร้อยละ 5 หินขนาดกลาง (cobble) ร้อยละ 50 หินขนาดเล็ก (pebble) ร้อยละ 40 และกรวด ทราย โคลนรวมกัน (mixed gravel sand and silt/clay) ร้อยละ 5 โดยหินขนาดใหญ่และหินขนาดกลาง พบมากบริเวณกลางช่องน้ำและมีพืชน้ำ คือ ไส้ปลาไหล (*Barclaya longifolia* Wall.) เจริญอยู่โดยทั่ว ตลิ่งสูงประมาณ 2.5 - 4 เมตร ความชัน 45-60 องศา มีไม้ต้น ไม้พุ่ม พืชล้มลุก ขึ้นปกคลุมตลิ่งหนาแน่นสร้างร่มเงาให้ลำธารประมาณร้อยละ 20-50 ของพื้นที่แล้วแต่ว่าบริเวณใดมีพุ่มไม้ยื่นเข้าไปในช่องน้ำมากน้อยเพียงใด บริเวณตลิ่งมีร่องรอยของการถูกรบกวน เช่น มีต้นไม้ล้ม และรอยทางขึ้นลงของช้าง ลำธารมีน้ำไหลตลอดปี แต่ในช่วงฤดูแล้งหนาว (เดือนมกราคม) และฤดูแล้งร้อน (เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนเมษายน 2548) น้ำในลำธารลดระดับลงจนเห็นพื้นลำธารเป็นบริเวณกว้าง บางบริเวณมีน้ำขัง น้ำใสแต่มีสีชาอ่อน และมีเศษซากใบไม้ กิ่งไม้สะสม ขณะที่ในฤดูน้ำหลาก (เดือนมิถุนายน 2548) ระดับน้ำเพิ่มขึ้นและมีความลึกไม่ต่ำกว่า 1 เมตร กระแสน้ำไหลแรง น้ำขุ่นมองไม่เห็นพื้นลำธาร จากนั้นจะลดระดับลงอย่างต่อเนื่องสังเกตได้ชัดเจนในเดือนตุลาคม (ปลายฤดูน้ำหลาก)

ภาพที่ 2 ลักษณะของลำธารห้วยพรมซ้งในเดือนต่างๆ A. เดือนตุลาคม 2547 B. เดือนมกราคม 2548 C. เดือนกุมภาพันธ์ 2548 และ D. เดือนมิถุนายน 2548

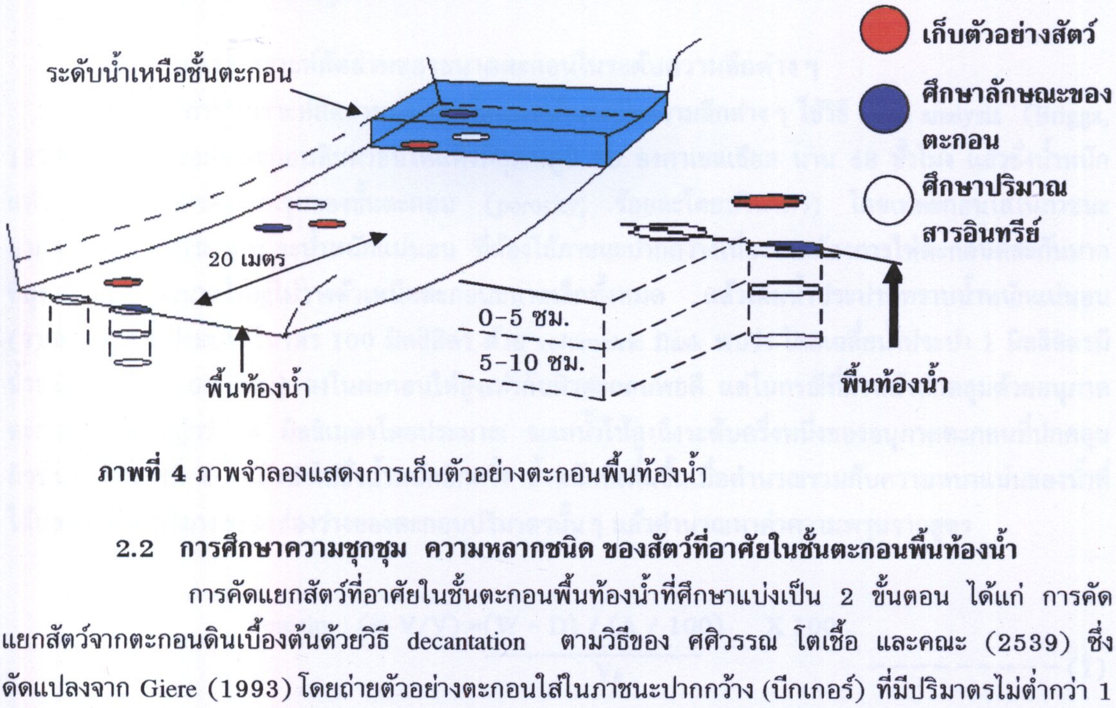
ห้วยพรมแล้ง (ภาพที่ 3) เป็นลำธารอันดับที่ 3 (Third order stream) น้ำไหลจากทิศตะวันตกสู่ทิศตะวันออกลงสู่เขื่อนจุฬาภรณ์ ด้านทิศเหนือ (ภาพที่ 1) จุดเก็บตัวอย่างอยู่ในเขต อ. คอนสาร จ. ชัยภูมิ ตั้งอยู่ที่พิกัดเส้นรุ้งที่ 16° 38′ 34.5″ เหนือ และเส้นแวงที่ 101° 34′ 54.1″ ตะวันออก มีความสูง 765 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ลำธารมีช่องน้ำกว้าง 4.5 – 7.5 เมตร จากการประเมินลักษณะพื้นลำธารและคะเนเป็นร้อยละต่อพื้นที่ พบว่า พื้นอาศัยประกอบด้วยท่อนไม้จำนวนมากซึ่งจมและแช่ในน้ำมาเป็นเวลานานและมีหินขนาดต่างๆ ได้แก่ หินขนาดกลางร้อยละ 20 หินขนาดเล็กร้อยละ 10 กรวดร้อยละ 30 และ ทรายกับโคลนรวมกันร้อยละ 40 ตลิ่งสูงประมาณ 1 เมตร ความชัน 40 – 60 องศา มีไม้ต้น ไม้พุ่ม พืชล้มลุก ขึ้นปกคลุมตลิ่งหนาแน่นสร้างร่มเงาให้ลำธารประมาณร้อยละ 20 – 50 ของพื้นที่แล้วแต่ว่าบริเวณใดมีพุ่มไม้ยื่นเข้าไปในช่องน้ำมากน้อยเพียงใด ลำธารมีน้ำตลอดปี และน้ำรักษาระดับค่อนข้างคงที่ที่ความลึกประมาณ 50 เซนติเมตร น้ำค่อนข้างนิ่ง เนื่องจาก ท้ายน้ำมีการสร้างฝายปูนกั้นลำธาร ในช่วงฤดูแล้งหนาวและฤดูแล้งร้อนน้ำในลำธารใสมีสีชาเข้ม มีเศษซากใบไม้สะสมในลำธารมาก ในช่วงต้นฤดูน้ำหลากน้ำยังมีสีชาเข้ม แต่ปริมาณเศษซากใบไม้สะสมน้อยลง ก่อนที่สีของน้ำจะจางลงในช่วงต้นของฤดูแล้งหนาวอีกครั้ง

ภาพที่ 3 ลักษณะของลำธารห้วยพรมแล้งในเดือนต่างๆ A. เดือนตุลาคม 2547 B. เดือนมกราคม 2548 C. เมษายน 2548 และ D. เดือนมิถุนายน 2548

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างทุก 2 เดือนเริ่มในเดือนตุลาคม 2547 ถึงเดือนมิถุนายน 2548 การเก็บตัวอย่างตะกอนได้ใช้ท่อพีวีซีกลวงเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร กดลงบนตะกอนพื้นท้องน้ำให้ลึกมากกว่า 15 เซนติเมตรจากผิวตะกอน แล้วขุดตะกอนรอบท่อ ก่อนยกท่อที่มีตะกอนภายในขึ้น จากนั้นดันตัวอย่างตะกอนออกจากท่อพีวีซีใส่ในถุงพลาสติกโดยแบ่งตะกอนที่ได้ออกเป็นช่วงความลึกช่วงละ 5 เซนติเมตร ได้แก่ 0 – 5 และ 5 – 10 เซนติเมตร และรักษาสภาพด้วยเอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 ทำเช่นนี้ 3 ครั้ง ใน 3 บริเวณ ตามแนวยาวของลำธาร (ภาพที่ 4) ซึ่งแต่ละบริเวณที่เก็บตัวอย่างในลำธารห้วยพรมซังห่างกันประมาณ 20 เมตร ส่วนลำธารห้วยพรมแล้งมีพื้นลำธารส่วนใหญ่เป็นลานหินซึ่งไม่สามารถเก็บตัวอย่างสัตว์ได้ ยกเว้น พื้นลำธารบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่มีอนุภาคทรายสะสมจำนวนมากเป็นระยะทางประมาณ 11-12 เมตร จึงเก็บตัวอย่างแต่ละบริเวณห่างกันประมาณ 3 เมตร โดยเริ่มเก็บตัวอย่างจากจุดเก็บบริเวณท้ายน้ำขึ้นไปสู่จุดเก็บบริเวณต้นน้ำ



ภาพที่ 4 ภาพจำลองแสดงการเก็บตัวอย่างตะกอนพื้นท้องน้ำ

2.2 การศึกษาความชุกชุม ความหลากชนิด ของสัตว์ที่อาศัยในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ

การคัดแยกสัตว์ที่อาศัยในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำที่ศึกษาแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ การคัดแยกสัตว์จากตะกอนดินเบื้องต้นด้วยวิธี decantation ตามวิธีของ ศศิวรรณ โตเชื้อ และคณะ (2539) ซึ่งดัดแปลงจาก Giere (1993) โดยถ่ายตัวอย่างตะกอนใส่ในภาชนะปากกว้าง (บีกเกอร์) ที่มีปริมาตรไม่ต่ำกว่า 1 ลิตร จากนั้น เทน้ำปริมาตรประมาณ 1 ลิตรลงบนตะกอนให้ฟุ้งกระจาย และสัตว์ที่แทรกอยู่ในตะกอนดินแยกตัวออกมา แล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10 วินาที เพื่อให้ตะกอนหนักตกลงมาก่อน จากนั้น เทน้ำส่วนบนลงในถุงตาข่ายขนาดตา 63 ไมโครเมตร ทำซ้ำเช่นนี้ 5 – 8 ครั้ง ตามความมากน้อยของตะกอนที่อยู่ในภาชนะ จากนั้นถ่ายตะกอนในถุงตาข่ายใส่ในขวดเก็บตัวอย่างและรักษาสภาพด้วยเอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 ตะกอนที่ได้นำมาผ่านขั้นตอนที่ 2 โดยการคัดแยกตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอที่ประกอบเลนส์เสริมกำลังขยาย 2 เท่า ทำให้กล้องสามารถขยายภาพของวัตถุให้เห็นได้ถึง 80 เท่า ขณะคัดแยกตัวอย่างใช้กำลังขยายให้เห็นภาพที่มีขนาดไม่ต่ำกว่า 40 เท่า ตัวอย่างสัตว์ที่ได้นำมานับจำนวนตัวในแต่ละกลุ่ม ตรวจเอกลักษณ์และระบุชนิดให้ใกล้เคียงกับระดับสกุลมากที่สุดเท่าที่ทำได้และคำนวณหาความหนาแน่นของประชากรของแต่ละกลุ่ม

การจำแนกกลุ่มสัตว์ใช้เอกสารของ Koste (1978), Idris (1983), Courtney et al. (1996), Smith (2001), Balsamo and Antonio Todaro (2002), Nelson and McInnes (2002) และ Sangpradub and Boonsoong (2007) ถึงกระนั้น พบว่า สัตว์บางกลุ่ม เช่น ตัวอ่อนแมลงน้ำ และครัสตาเชียบางตัวไม่สามารถจำแนกลงในระดับสกุลได้ แต่สามารถจำแนกได้ในระดับวงศ์และ/หรืออันดับเท่านั้น เพราะสัตว์ยังเป็นตัวอ่อนในระยะต้น ขณะที่การจำแนกตัวอ่อนแมลงในระดับวงศ์และ/หรือสกุลมักต้องใช้ตัวอ่อนที่เจริญถึงระยะที่ 3 เป็นอย่างน้อย ส่วนการจำแนกโคพีพอดต้องใช้ระยะตัวเต็มวัย เพราะมีลักษณะที่ใช้ในการจำแนกปรากฏชัดเจน ในกรณีเช่นนี้การรายงานผลจำนวนกลุ่มที่พบ (taxa richness) จะมีหลักเกณฑ์ที่ว่า 1. ในตัวอย่างตะกอนเดียวกันหากพบว่า มีสัตว์ที่สามารถระบุสกุลของสัตว์ได้ ขณะเดียวกันก็มีตัวอ่อนที่ไม่สามารถระบุสกุลได้แต่สามารถระบุในระดับวงศ์หรืออันดับที่ปรากฏว่าสัตว์ในสกุลนั้นเป็นสมาชิกอยู่ จะนับตัวอ่อนที่ระบุในระดับวงศ์หรืออันดับนั้นกับสัตว์ที่สามารถจำแนกในระดับสกุลได้เป็น 1 กลุ่ม และ 2. ในตัวอย่างตะกอนเดียวกัน หากพบเฉพาะสัตว์ที่ระบุวงศ์และ/หรืออันดับได้ จะนับให้วงศ์และ/หรืออันดับที่ระบุได้เป็นกลุ่มที่ต่ำที่สุดและนับรวมตัวอ่อนที่ระบุได้ในระดับอันดับและวงศ์เป็น 1 กลุ่ม

2.3 การวิเคราะห์สัดส่วนของขนาดตะกอนในระดับความลึกต่าง ๆ

การวิเคราะห์สัดส่วนของขนาดตะกอนในระดับความลึกต่าง ๆ ใช้วิธี sieve analysis (Briggs, 1977) โดยนำตัวอย่างตะกอนดินมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักแห้ง จากนั้นหาค่าความพรุนของชั้นตะกอน (porosity; ร้อยละโดยปริมาตร) โดยเทตะกอนใส่ในภาชนะปากกว้างที่ทราบปริมาตรและน้ำหนักแน่นอน ที่ต้องใช้ภาชนะปากกว้างเนื่องจากต้องการให้ตะกอนคละกันมากที่สุด ตะกอนขนาดใหญ่ไม่วางตัวเหนือตะกอนขนาดเล็กทั้งหมด แล้วเติมน้ำประปาที่ทราบน้ำหนักแน่นอน (จากการตวงน้ำประปาปริมาตร 100 มิลลิลิตร ด้วย volumetric flask พบว่า โดยเฉลี่ยน้ำประปา 1 มิลลิลิตรมีน้ำหนักเท่ากับ 1.00 กรัม) ลงในตะกอนให้สูงเท่ากับผิวตะกอนพอดี แต่ในกรณีที่ผิวหน้าปกคลุมด้วยอนุภาคตะกอนขนาดใหญ่กว่า 4 มิลลิเมตรโดยประมาณ จะเทน้ำให้สูงถึงระดับครึ่งหนึ่งของอนุภาคตะกอนที่ปกคลุมผิวหน้า ดังภาพที่ 4 แล้วนำไปชั่งน้ำหนักอีกครั้ง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อคำนวณรวมกับความหนาแน่นของน้ำที่ได้ผลลัพธ์คือ ปริมาตรของช่องว่างของตะกอนปริมาตรนั้น ๆ แล้วคำนวณหาค่าความพรุนจากสูตร

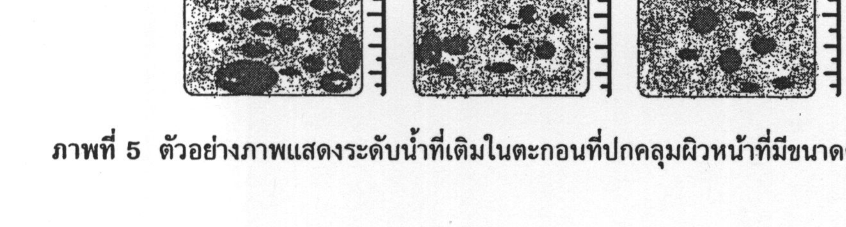
$$\text{Porosity } (\% \text{ V/V}) = \frac{(W - D) / (A / 100)}{Vs} \times 100 \qquad (1)$$

เมื่อ A แทน น้ำหนักของน้ำที่ชั่งได้หลังจากตวงด้วย volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร

D แทน น้ำหนักขณะที่ตะกอนแห้ง

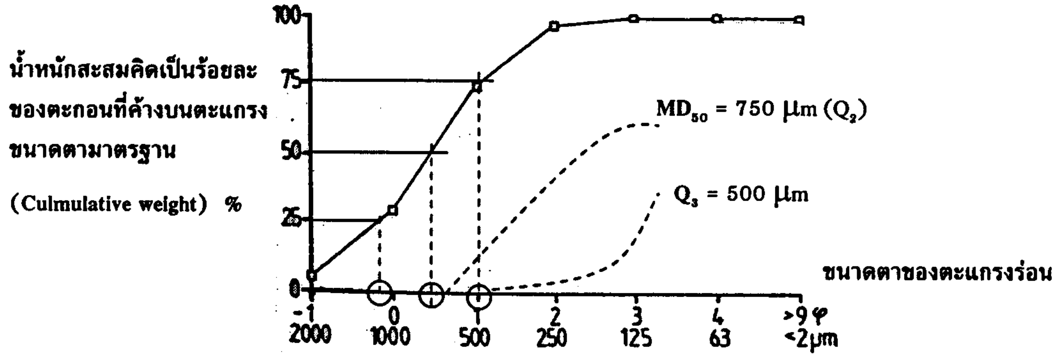
W แทน น้ำหนักขณะที่ตะกอนอิ่มตัวด้วยน้ำ

Vs แทน ปริมาตรของตะกอนพื้นท้องน้ำในภาชนะ



ภาพที่ 5 ตัวอย่างภาพแสดงระดับน้ำที่เติมในตะกอนที่ปกคลุมผิวหน้าที่มีขนาดต่าง ๆ กัน

จากนั้น นำตะกอนไปร่อนผ่านชั้นตะแกรงที่มีขนาดตา 9.5, 4.75, 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125 และ 0.063 มิลลิเมตร ตามลำดับ และคัดแยกอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 16 และ 32 มิลลิเมตรออกจากกันด้วย แล้วนำตะกอนขนาดต่าง ๆ ไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งที่มีความละเอียด 0.01 กรัม และเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดตะกอนและร้อยละของน้ำหนักของตะกอนขนาดต่าง ๆ สะสม เพื่อหาค่า median particle size diameter (MD_{50}; มิลลิเมตร) เป็นตัวแทนของขนาดตะกอนในแต่ละความลึก (ภาพที่ 6) (Giere et al., 1988) ปริมาณตะกอนละเอียด (fine sediment content; กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ปริมาณกรวด (gravel content; กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) และปริมาณตะกอนหยาบ (coarse sediment content; กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ซึ่งคำนวณได้จากน้ำหนักตะกอนหารด้วยปริมาตรตะกอน โดยกำหนดให้ตะกอนขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร (ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร) เป็นตะกอนละเอียด ตะกอนขนาดระหว่าง 2-4 มิลลิเมตร (ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตรแต่ค้างตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร) เป็นกรวด และตะกอนขนาดใหญ่กว่า 4 มิลลิเมตร (ค้างบนตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร) และความแตกต่างขนาดตะกอน (heterogeneity) ซึ่งเทียบเท่ากับ (Coefficient of Uniformity; CU) (ลัดดา วรรณขาว และคณะ, 2544)



ภาพที่ 6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดตะกอนและร้อยละของน้ำหนักของตะกอนขนาดต่าง ๆ สะสม

2.4 การวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์

การวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์เริ่มจากการนำตัวอย่างตะกอนไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำมาผ่านกรรมวิธี Ash-free dry weight (ดัดแปลงจาก Greiser and Faubel, 1988) โดยอบ crucible ด้วยอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พักไว้ให้เย็นภายในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนักด้วยตราชั่งความละเอียด 0.0001 กรัม เมื่อทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว จึงใส่ตัวอย่างตะกอนดินให้สูงประมาณ 1 ใน 4 ส่วนของ crucible และอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสด้วยเวลาเท่ากัน จากนั้นพักไว้ให้เย็นภายในโถดูดความชื้น และนำมาชั่งน้ำหนัก (B) เช่นเดิม ผลต่างระหว่างน้ำหนักของ crucible ที่มีตะกอนและไม่มีตะกอน คือน้ำหนักตะกอนที่ใช้ (Us) จากนั้นนำตะกอนเข้าไปอบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ก่อนนำมาพักไว้ให้เย็นอีกครั้งในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนัก (F) และคำนวณหาปริมาณสารอินทรีย์ ด้วยสูตรที่ 2 ค่าที่ได้คือปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมด (Total organic matter: TOM; ร้อยละโดยน้ำหนัก)

$$TOM\ (\%W/W) = \frac{B-F}{Us} \times 100 \quad \text{----------} \quad (2)$$

เมื่อ TOM แทน ปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมด
Us แทน น้ำหนักตะกอนที่ใช้
B แทน น้ำหนักตะกอนและcrucible ก่อนผ่านกรรมวิธี Ash-free dry weight
F แทน น้ำหนักตะกอนและcrucible หลังจากผ่านกรรมวิธี Ash-free dry weight

2.5 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้นตะกอน

ก่อนเก็บตัวอย่างทุกครั้งได้บันทึกลักษณะทางกายภาพที่มองเห็นด้วยตาเปล่า เช่น สี ความขุ่น และลักษณะทางนิเวศวิทยาของริมฝั่ง และเก็บตัวอย่างน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้นตะกอนเพื่อตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพและเคมี จำนวน 6 พารามิเตอร์ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 พารามิเตอร์ หน่วย และเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดพารามิเตอร์ต่าง ๆ

พารามิเตอร์	หน่วย	เครื่องมือ
อุณหภูมิอากาศ ($Temp._{air}$)	องศาเซลเซียส	เทอร์โมมิเตอร์
อุณหภูมิน้ำ ($Temp._{water}$)	"	pH meter HACH Session 1
พีเอช (pH)	-	
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO)	มิลลิกรัมต่อลิตร	Oxygen Meter YS I Model 57
ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (Electro-conductivity; EC)	ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร	Digital Conductivity Total Dissolved Solid Temperature Meter 09-326-2 Fisher Scientific
ค่าของแข็งทั้งหมดละลายน้ำ (Total Dissolved Solid; TDS)	มิลลิกรัมต่อลิตร	
ความเร็วกระแสน้ำผิวดิน (Velocity)	เมตรต่อวินาที	Flow velocity indicator Model 1100 Gurley Precision Instrument ใบพัด Model 625

ในการเก็บตัวอย่างน้ำในชั้นตะกอนได้ใช้อุปกรณ์ ซึ่งดัดแปลงจาก Barnes (1973) (ภาพที่ 7) กดลงในชั้นตะกอนให้รูทางน้ำเข้าลึกประมาณ 10 เซนติเมตร ดูดน้ำปริมาตร 120 มิลลิลิตร อย่างระมัดระวังไม่ให้เกิดฟอง และนำน้ำที่ได้ตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ ดังแสดงในตารางข้างต้น และวัดความกว้างของลำธาร ความลึกของน้ำ ณ บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง

ภาพที่ 7 อุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำในชั้นตะกอน (pore water lance) (A) ขณะเก็บตัวอย่างน้ำในภาคสนาม (B) และภาพจำลองเหตุการณ์ในท่อขณะเก็บตัวอย่าง (C)

นอกจากนี้ ได้ขอข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิอากาศของปี พ.ศ. 2544 - 2549 ของพื้นที่ใกล้เคียง ได้แก่ เขตจังหวัดเพชรบูรณ์ (เส้นรุ้งที่ 15° $48'$ เหนือ เส้นแวงที่ 102° $02'$ ตะวันออก) และจังหวัดชัยภูมิ (เส้นรุ้งที่ 16° $26'$ เหนือ เส้นแวงที่ 101° $09'$ ตะวันออก) จากกรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของแต่ละปี มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคล้ายคลึงกัน (ภาพที่ 8) กล่าวคือ เดือนเมษายนมีอุณหภูมิอากาศประมาณ 31 องศาเซลเซียส จากนั้นตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมมีอุณหภูมิประมาณ 27 องศาเซลเซียส และลดลงจนมีค่าต่ำที่สุดในเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคมอยู่ที่ประมาณ 23 องศาเซลเซียส ก่อนที่อุณหภูมิจะสูงขึ้นตั้งแต่เดือนมกราคมเป็นต้นไป จึงกำหนดให้การเก็บตัวอย่างในเดือนตุลาคม 2547 และต้นเดือนมกราคม 2548 เป็นตัวแทนของปลายฤดูน้ำหลากและฤดูหนาว การเก็บตัวอย่างในเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนเมษายน 2548 เป็นตัวแทนของฤดูแล้งร้อน และตัวอย่างจากเดือนมิถุนายน 2548 เป็นตัวแทนของฤดูน้ำหลาก เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือนในช่วงเวลาเดียวกันของแต่ละปีกับค่าเฉลี่ยในช่วงที่เก็บตัวอย่าง ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2548 แสดงให้เห็นว่า ช่วงปีที่เก็บตัวอย่างมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยในช่วงเดียวกันของ 3 ปีที่ผ่านมา ประมาณ 0.2 - 0.5 องศาเซลเซียส และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในปี 2548 เริ่มมีค่าสูงขึ้น และ ปี 2549 มีอุณหภูมิสูงที่สุดดังแสดงในตารางที่ 5

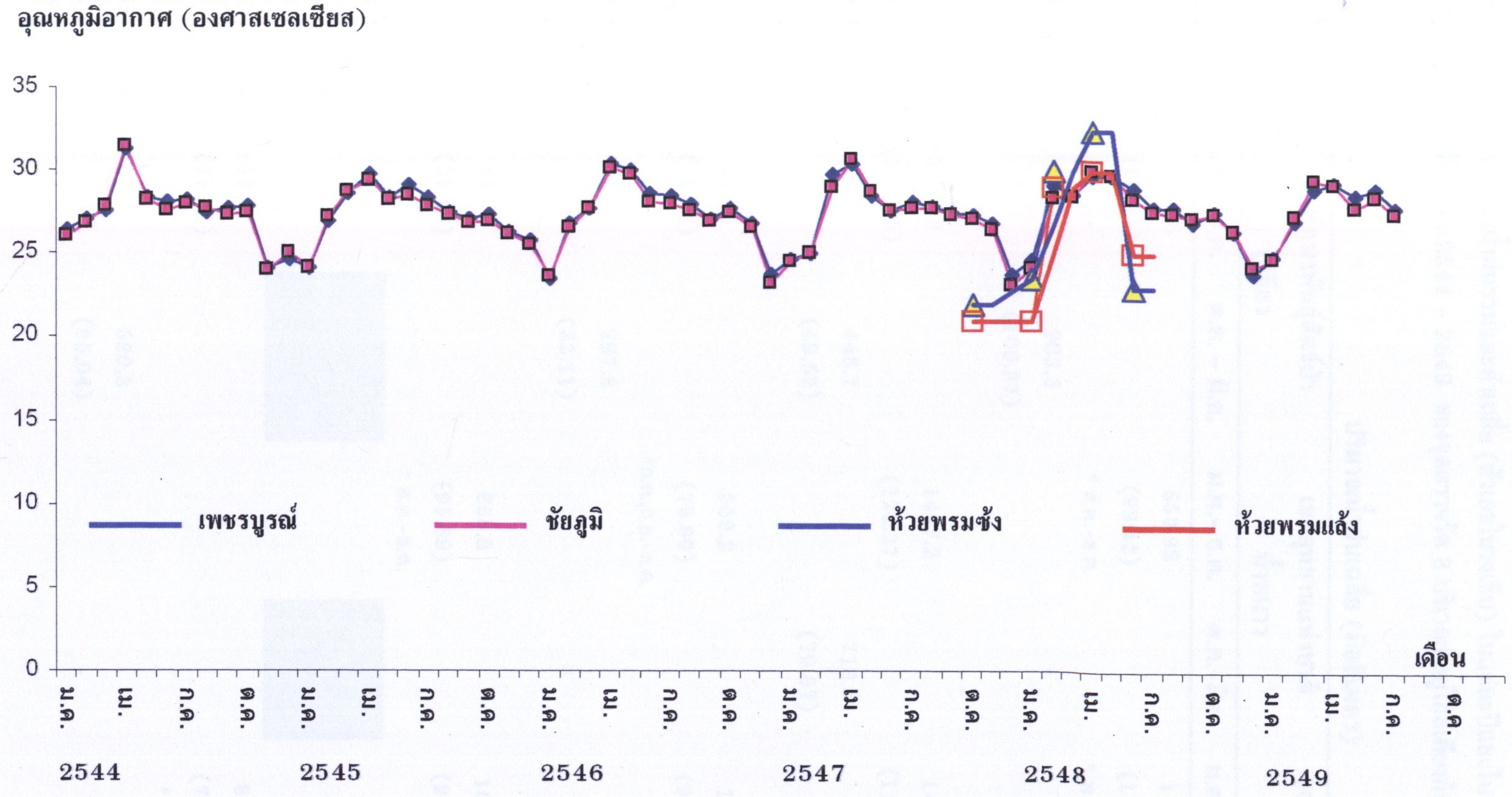
สำหรับค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนระหว่างปี พ.ศ. 2544 - 2549 ที่ตรวจวัดได้จากจุดตรวจวัด 3 บริเวณ ได้แก่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว เขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว และสถานีปรับปรุงพันธุ์อ้อยทุ่งพระ ซึ่งจุดตรวจที่หนึ่งตั้งอยู่ ณ พิกัดเส้นรุ้งที่ 16° $23'$ เหนือ เส้นแวงที่ 101° $34'$ ตะวันออก จุดตรวจที่สองอยู่ ณ พิกัดเส้นรุ้งที่ 16° $44'$ เหนือ เส้นแวงที่ 101° $34'$ ตะวันออก และจุดตรวจที่สามอยู่ ณ พิกัดเส้นรุ้งที่ 16° $33'$ เหนือ เส้นแวงที่ 102° $00'$ ตะวันออก ห่างจากจุดเก็บตัวอย่างในลำธารทั้งสองประมาณ 18, 12 และ 33 กิโลเมตร ตามลำดับ พบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในเดือนตุลาคม 2547 ถึงเดือนมิถุนายน 2548 มีน้อยกว่าในช่วงเวลาเดียวกันของ 3 ปีที่ผ่านมาและในช่วงเวลาเดียวกันของปี 2548/2549 ดังแสดงในตารางที่ 6 และภาพที่ 9 จึงสรุปได้ว่าในช่วงเวลาทำการศึกษาวิจัยมีสภาพอากาศแล้งกว่าทุกปีที่ผ่านมา เพราะมีอุณหภูมิอากาศสูงกว่าปีอื่น ๆ เล็กน้อยและมีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า

ตารางที่ 5 อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี และอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนมิถุนายนตั้งแต่ พ.ศ. 2544 - 2549

ปี พ.ศ.	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)			
	เพชรบูรณ์		ชัยภูมิ	
	ม.ค. - ธ.ค.	ต.ค. - มิ.ย.	ม.ค. - ธ.ค.	ต.ค. - มิ.ย.
2544	27.41		27.28	
2544/2545		27.05		26.96
2545	27.44		27.33	
2545/2546		27.38		27.18
2546	27.4		27.15	
2546/2547		27.11		26.97
2547	27.25		27.01	
2547/2548		27.64		27.33
2548	27.63		27.48	
2548/2549		27.32		27.26
2549	27.99		27.8	

(แถบสีเทา คือช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้)

แหล่งข้อมูล : กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร



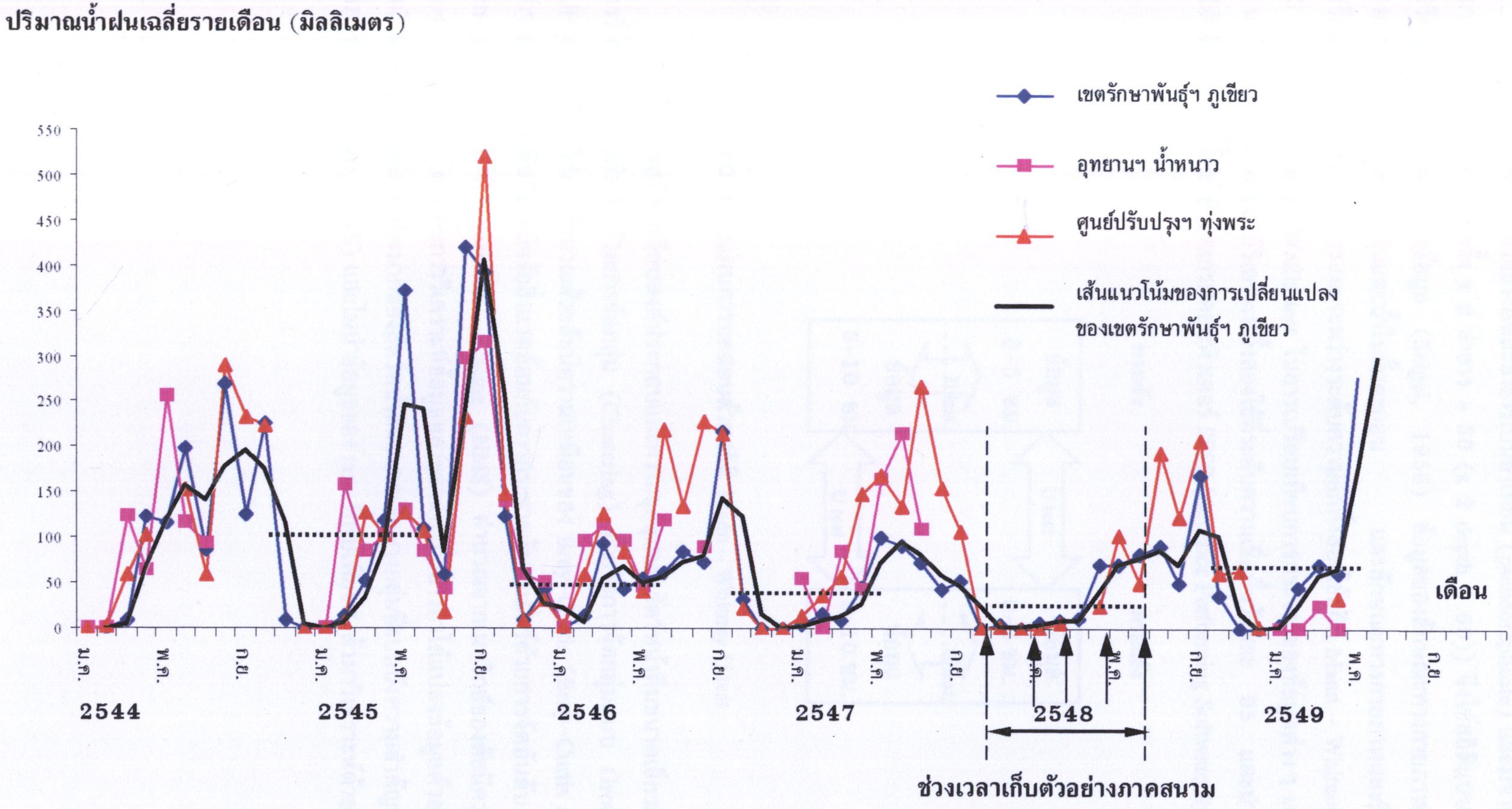
ภาพที่ 8 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนระหว่างปี พ.ศ. 2544-2549 ในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์และจังหวัดชัยภูมิ และเส้นแนวโน้มแสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ ณ จุดเก็บตัวอย่าง (แหล่งข้อมูล : กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร)

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณน้ำฝนรวมและค่าเฉลี่ย (ตัวเลขในวงเล็บ) ในแต่ละปีและในช่วงเดือนที่เก็บตัวอย่าง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 - 2549 ของจุดตรวจวัด 3 บริเวณที่อยู่ใกล้เคียงกับสถานีศึกษา

ปี พ.ศ.	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร)					
	เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว		เขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว		สถานีปรับปรุงพันธุ์อ้อยทุ่งพระ	
	ม.ค. - ธ.ค.	ต.ค. - มิ.ย.	ม.ค.- ธ.ค.	ต.ค.-มิ.ย.	ม.ค.- ธ.ค.	ต.ค.- มิ.ย.
2544	1158.6 (96.55)		653.92 (93.42) * ส.ค.-ธ.ค.		1119.9 (111.99) * พ.ค.-พ.ย.	
2544/2545		903.3 (100.37)		-		692.2 (87.03) * พ.ย.
2545	1717.8 (143.15)		1467.2 (122.27)		1401.9 (119.43)	
2545/2546		445.7 (49.52)		718.8 (79.87)		718.6 (79.84)
2546	673.9 (56.16)		559.2 (79.89) *ก.ค.,ก.ย.-ธ.ค.		1131 (94.25)	
2546/2547		297.9 (33.11)		-		578.7 (64.30)
2547	439.7 (36.64)		668.8 (95.69) * ส.ค.-ธ.ค.		1089.8 (90.82)	
2547/2548		254.9 (28.32)		-		186.3 (23.29) * มี.ค.
2548	598.1 (49.84)		-		831.9 (75.88) * มี.ค.	
2548/2549		520.3 (65.04)		-		161.9 (40.48) * ม.ค.-มี.ค., พ.ค.-มิ.ย.

(แถบสีเทา คือช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้)

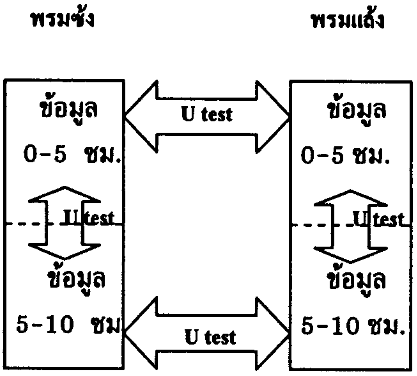
หมายเหตุ เครื่องหมายดอกจัน (*) และตัวย่อของเดือนปรากฏในแต่ละช่อง คือ เดือนที่ไม่มีข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาที่ไม่มีข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา



ภาพที่ 9 ปริมาณน้ำฝนรวมในแต่ละเดือนระหว่างปี พ.ศ. 2544-2549 ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จ. ชัยภูมิ เขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จ.เพชรบูรณ์ และสถานีปรับปรุงพันธุ์อ้อยทุ่งพระ จ. ชัยภูมิ (ลูกศร (↑) ชี้ตำแหน่งของวันที่ออกเก็บตัวอย่างภาคสนามและเส้นประแนวนอนแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนของรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวตุลาคม 2547 ถึงเดือนมิถุนายน 2548)

2.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การเก็บตัวอย่างแต่ละลำธารเป็นซ้ำเทียม (pseudoreplicate) และมีจำนวนตัวอย่างไม่มาก (1 สถานี x 3 ซ้ำเทียม x 5 ครั้ง x 2 ลำธาร = 30 (x 2 depth = 60)) จึงใช้สถิติแบบนอนพาราเมตริกซ์เพื่อเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูล (Seigel, 1956) ข้อมูลของลักษณะทางกายภาพของลำธาร ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำผิวดินและน้ำในชั้นตะกอน และลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของชั้นตะกอนที่เปรียบเทียบระหว่าง 2 ลำธารและระหว่างระดับความลึกทั้งสองใช้สถิติ Mann - Whitney U test ดังแผนภาพที่ 10 และใช้สถิติ Kruskal-Wallis test ในการเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลต่าง ๆ เหล่านั้นของแต่ละลำธารตามครั้งที่เก็บตัวอย่างโดยวิธีวิเคราะห์ทั้งสองใช้ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และนำเสนอผลการศึกษาด้วยสถิติเชิงพรรณนา โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS (Superior Performing Software Systems) version 11.0



ภาพที่ 10 แบบแผนการทดสอบด้วยสถิติ Mann – Whitney U test

การศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบและความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กระหว่างลำธารทั้งสอง ใช้การวิเคราะห์หลายตัวแปรด้วยการจัดกลุ่ม (Clustering) ด้วยวิธีการจัดกลุ่มแบบ Group Average Linkage (UPGMA) ซึ่งใช้วิธีการคำนวณด้วยดัชนีความเหมือนของ Bray-Curtis (Bray-Curtis similarity index) และพิจารณาความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับการกระจายตัวของสัตว์ด้วยการจัดอันดับ (Ordination) ด้วยวิธี non-matric Multi-Dimensional Scaling (NMS) คำนวณจากเมทริกซ์ของดัชนีความเหมือนของ Bray-Curtis เช่นกัน โดยก่อนการวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปรที่กล่าวมาได้แปลงข้อมูลด้วย log (X+1) เพื่อลดอิทธิพลของความชุกชุมอย่างมากของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กบางกลุ่มซึ่งบดบังความสำคัญของกลุ่มที่พบน้อย (วิภูษิต มัณฑะวิจิตร, 2548) และไม่นำข้อมูลของ taxa ที่พบเพียง 1 ตัวมาวิเคราะห์ด้วย

บทที่ 4
ผลการศึกษา

1. ลักษณะทางกายภาพบางประการของลำธารห้วยพรมซังและลำธารห้วยพรมแล้ง

ลักษณะทางกายภาพโดยทั่วไปของลำธารทั้งสอง 2 สาย ได้อธิบายไว้ในบทที่ 3 ที่ผ่านมาแล้ว ในส่วนของผลการศึกษานี้จึงมุ่งให้ความสนใจกับพารามิเตอร์ของลักษณะทางกายภาพที่ใช้อุปกรณ์ภาคสนามในการตรวจวัด ซึ่งพบว่า ลักษณะทางกายภาพของลำธารทั้งสองที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ได้แก่ ความเร็วกระแสน้ำ ($Z = -3.234$ $p = 0.001$) ความกว้างของช่องน้ำ ($Z = -4.724$ $p = 0.000$) และความลึก ($Z = -2.034$ $p = 0.042$) โดยค่าเฉลี่ยความเร็วกระแสน้ำในลำธารห้วยพรมซังมีค่าสูงกว่าในลำธารห้วยพรมแล้งประมาณ 0.2 เมตรต่อวินาที ส่วนความกว้างของช่องน้ำมากกว่าประมาณ 5 เมตร ขณะที่ค่าเฉลี่ยของความลึกของลำธารห้วยพรมซังมีค่าต่ำกว่าประมาณ 10 เซนติเมตร (ภาพที่ 11) ส่วนค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศในลำธารห้วยพรมซังและห้วยพรมแล้งเท่ากับ 26.20 ± 4.37 และ 25.20 ± 3.95 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และปัจจัยดังกล่าวมีค่าไม่แตกต่างกัน ($Z = -1.132$ $p = 0.258$)

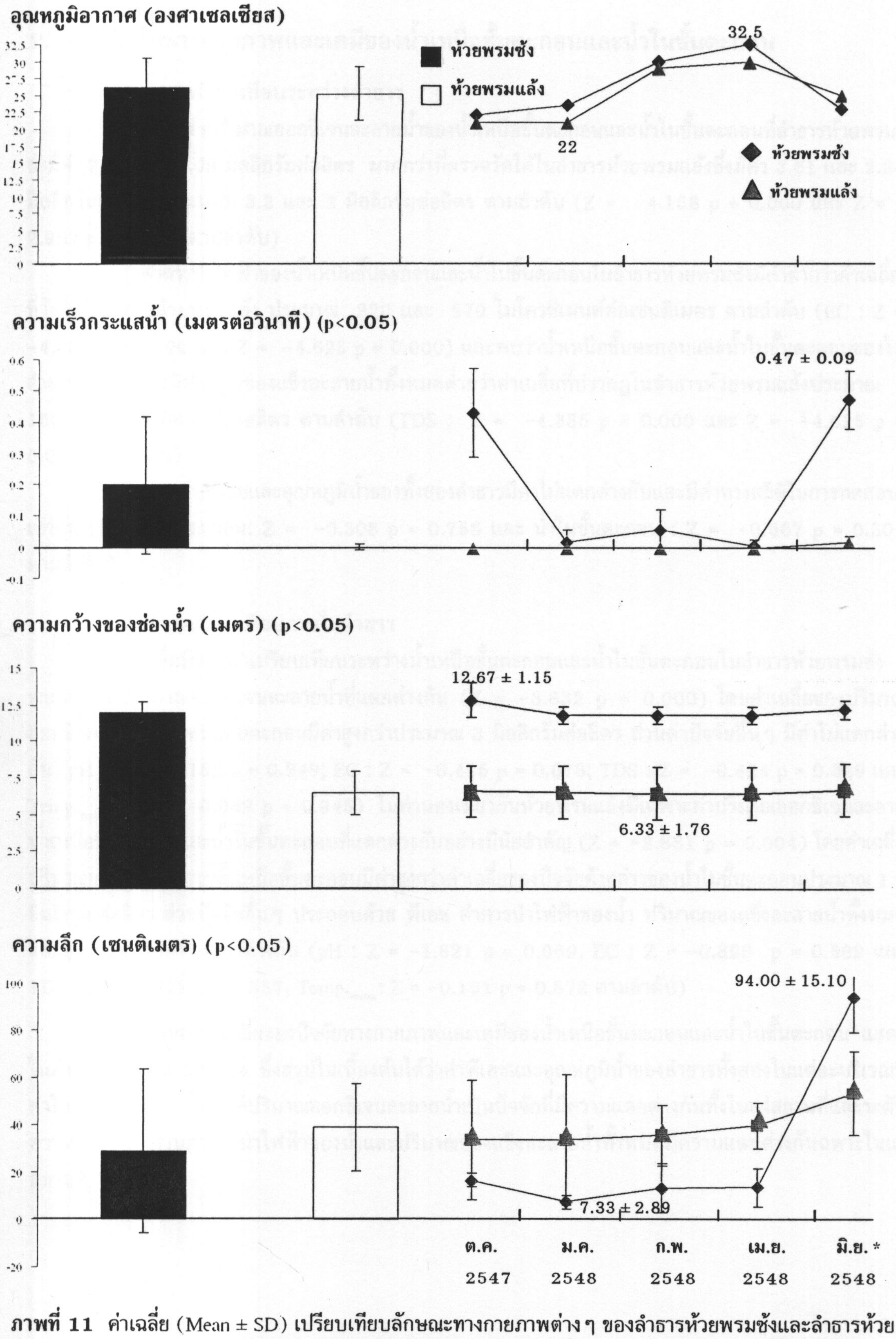
เมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบข้อมูลของแต่ละลำธารในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่าง พบว่า

1. อุณหภูมิอากาศในห้วยพรมซังและห้วยพรมแล้งมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างคือเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล การเก็บตัวอย่างในลำธารแต่ละสาย ได้ทำในเวลาใกล้เคียงกัน โดยในลำธารห้วยพรมซังเก็บตัวอย่างเวลาประมาณ 9.30 – 11.30 น. และลำธารห้วยพรมแล้งเก็บตัวอย่างเวลาประมาณ 13.30 – 16.00 น. ตามลำดับ อุณหภูมิที่ตรวจวัดได้ในลำธารทั้งสองมีแนวโน้มในลักษณะเดียวกัน คือ เดือนตุลาคมและเดือนมกราคมมีอุณหภูมิต่ำ จากนั้นสูงขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์และสูงสุดในเดือนเมษายน 2548 แล้วลดต่ำลงในเดือนมิถุนายน อุณหภูมิอากาศที่ห้วยพรมซังสูงกว่าที่ห้วยพรมแล้งเล็กน้อยในทุกเดือน ยกเว้นเดือนมิถุนายนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า
2. มีการกระจายของข้อมูลความเร็วกระแสน้ำในลำธารห้วยพรมซังอย่างน้อย 1 ครั้งที่เก็บตัวอย่างที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับข้อมูลชุดอื่น ๆ ($\chi^2 = 11.120$ $p = 0.025$) โดยในเดือนมิถุนายนมีค่าเฉลี่ยความเร็วกระแสน้ำสูงสุด ส่วนเดือนเมษายนมีค่าต่ำที่สุดและต่ำกว่า 0.1 เมตรต่อวินาที ความเร็วเฉลี่ยกระแสน้ำเดือนตุลคม 2547 และเดือนมิถุนายน 2548 อยู่ในช่วง 0.4 - 0.5 เมตรต่อวินาที ในขณะที่ลดต่ำกว่า 0.1 เมตรต่อวินาทีระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน 2548 แต่ความเร็วเฉลี่ยกระแสน้ำในลำธารห้วยพรมแล้งมีค่าไม่แตกต่างกัน ($\chi^2 = 8.625$ $p = 0.071$)
3. ความกว้างของช่องน้ำและความลึกในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างมีค่าไม่แตกต่างกัน (ห้วยพรมซัง : channel width: $\chi^2 = 3.718$ $p = 0.446$; water depth: $\chi^2 = 9.258$ $p = 0.055$, ห้วยพรมแล้ง : channel width: $\chi^2 = 3.316$ $p = 0.506$; water depth: $\chi^2 = 2.016$ $p = 0.733$)

ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางกายภาพทั้งสี่ในสองลำธารแสดงในภาพที่ 11 และจากผลการศึกษาดังกล่าวให้ข้อสรุปในเบื้องต้นว่าลักษณะทางกายภาพอันประกอบด้วย ความเร็วกระแสน้ำ ความกว้างของลำธาร และความลึกของน้ำ ของลำธารห้วยพรมซังมีความผันแปรมากกว่าที่ปรากฏในลำธารห้วยพรมแล้ง

ในเดือนมิถุนายน 2549 เกิดภาวะน้ำหลากในลำธารห้วยพรมซัง ความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 0.47 เมตรต่อวินาที และระดับน้ำมีความลึกถึง 94 เซนติเมตร ในขณะที่ลำธารห้วยพรมแล้งมีระดับน้ำและความเร็วกระแสน้ำสูงกว่าช่วงปกติเพียงเล็กน้อย

ในเดือนมิถุนายน 2549 เกิดภาวะน้ำหลากในลำธารห้วยพรมซัง ความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 0.47 เมตรต่อวินาที และระดับน้ำมีความลึกถึง 94 เซนติเมตร ในขณะที่ลำธารห้วยพรมแล้งมีระดับน้ำและความเร็วกระแสน้ำสูงกว่าช่วงปกติเพียงเล็กน้อย



ภาพที่ 11 ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ของลำธารห้วยพรมซ้งและลำธารห้วยพรมแล้ง (แผนภูมิแท่งเป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลรวม 5 ครั้ง ; n = 15 และกราฟเส้นเป็นค่าเฉลี่ยข้อมูลแต่ละครั้ง ; n = 3) * เดือนที่มีน้ำหลาก

2. ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้นตะกอน

2.1 การเปรียบเทียบระหว่างลำธาร

ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้นตะกอนที่ลำธารห้วยพรมซ้งมีค่า 7.07 และ 4.08 มิลลิกรัมต่อลิตร มากกว่าที่ตรวจวัดได้ในลำธารห้วยพรมแล้งซึ่งมีค่า 3.61 และ 2.24 มิลลิกรัมต่อลิตร ประมาณ 3.2 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ($Z = -4.158$ $p = 0.000$ และ $Z = -2.991$ $p = 0.003$ ตามลำดับ)

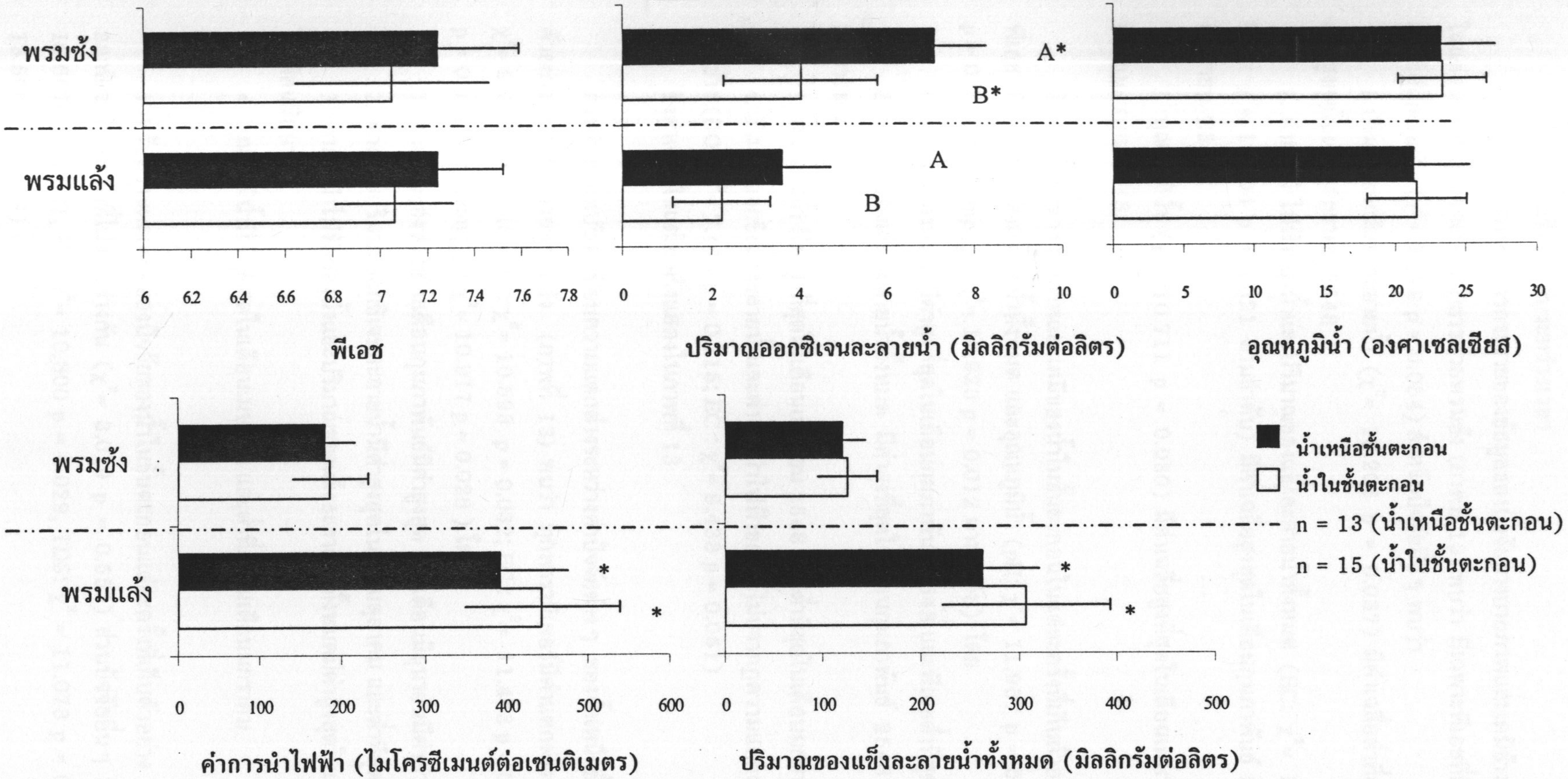
ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้นตะกอนในลำธารห้วยพรมซ้งมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยที่วัดได้ในลำธารห้วยพรมแล้ง ประมาณ 220 และ 270 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ (EC : $Z = -4.333$ $p = 0.000$ และ $Z = -4.625$ $p = 0.000$) และพบว่าน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้นตะกอนของในลำธารห้วยพรมซ้งมีปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดต่ำกว่าค่าเฉลี่ยที่ปรากฏในลำธารห้วยพรมแล้งประมาณ 150 และ 175 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (TDS : $Z = -4.335$ $p = 0.000$ และ $Z = -4.625$ $p = 0.000$ ตามลำดับ)

สำหรับพีเอชและอุณหภูมิน้ำของทั้งสองลำธารมีค่าไม่แตกต่างกันและมีค่าทางสถิติในการทดสอบเท่ากัน (น้ำเหนือชั้นตะกอน: $Z = -0.308$ $p = 0.758$ และ น้ำในชั้นตะกอน : $Z = -0.667$ $p = 0.504$ ตามลำดับ)

2.2 การเปรียบเทียบภายในลำธาร

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้นตะกอนในลำธารห้วยพรมซ้งพบเฉพาะค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่แตกต่างกัน ($Z = -3.832$ $p = 0.000$) โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเหนือชั้นตะกอนมีค่าสูงกว่าประมาณ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนค่าปัจจัยอื่นๆ มีค่าไม่แตกต่างกัน (pH : $Z = -1.152$ $p = 0.249$; EC : $Z = -0.415$ $p = 0.678$; TDS : $Z = -0.484$ $p = 0.629$ และ $Temp._{water}$: $Z = -0.069$ $p = 0.945$) ในทำนองเดียวกันห้วยพรมแล้งมีเฉพาะค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้นตะกอนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($Z = -2.881$ $p = 0.004$) โดยค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเหนือชั้นตะกอนมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของปัจจัยดังกล่าวของน้ำในชั้นตะกอนประมาณ 1.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนปัจจัยอื่นๆ ประกอบด้วย พีเอช ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดและอุณหภูมิน้ำมีค่าไม่แตกต่างกัน (pH : $Z = -1.821$ $p = 0.069$, EC : $Z = -0.898$ $p = 0.369$ และ TDS : $Z = -0.922$ $p = 0.357$, $Temp._{water}$: $Z = -0.161$ $p = 0.872$ ตามลำดับ)

ผลของค่าเฉลี่ยของปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้นตะกอน แสดงในภาพที่ 12, 13 และ 14 ซึ่งสรุปในเบื้องต้นได้ว่าค่าพีเอชและอุณหภูมิน้ำของลำธารทั้งสองในแต่ละบริเวณที่ค่าใกล้เคียงกัน ขณะที่ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเป็นปัจจัยที่มีความแตกต่างกันทั้งในแง่สถานที่และระดับความลึก ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของน้ำและปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดมีความแตกต่างกันฉพาะในแง่สถานที่



ภาพที่ 12 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้นตะกอนของลำธารทั้ง 2 สาย (กำหนดให้สัญลักษณ์ภาษาอังกฤษแทนการเปรียบเทียบภายในลำธาร โดยสัญลักษณ์ที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างในการวิเคราะห์ทางสถิติ ส่วนดอกจันแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างลำธาร หากดอกจันปรากฏบนแท่งฮีสโตแกรมใดแสดงว่าระบบนิเวศนั้นของอีกลำธารมีค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน)

2.3 การเปรียบเทียบระหว่างเวลา

เมื่อพิจารณาการกระจายของข้อมูลของปัจจัยทางกายภาพและเคมีข้างต้นของน้ำเหนือชั้นตะกอนในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างในลำธารห้วยพรมซ้ง (ภาพที่ 13) พบว่า มีเฉพาะพีเอชที่มีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่าง (χ^2= 9.319 p = 0.054) สำหรับปัจจัยอื่นๆ พบว่า

1. ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (χ^2= 10.206 p = 0.037) มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดในเดือนเมษายน 2548 และสูงสุดในเดือนมกราคม 2548

2. ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำและปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (EC: χ^2= 11.473 p = 0.022 และ TDS: χ^2= 11.504 p = 0.021 ตามลำดับ) มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2548 และต่ำที่สุดในเดือนมิถุนายน 2548

3. อุณหภูมิน้ำ (χ^2= 10.711 p = 0.030) มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในเดือนเมษายน 2548 และต่ำที่สุดในเดือนมกราคม 2548

สำหรับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำในชั้นตะกอนในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างที่มีค่าแตกต่างกัน คือ พีเอช ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และอุณหภูมิน้ำ (pH: χ^2= 11.967 p = 0.018, TDS: χ^2= 11.767 p = 0.019 และ $Temp._{water}$:χ^2= 12.923 p = 0.012 ตามลำดับ) โดย

1. ค่าเฉลี่ยของพีเอช มีค่าสูงที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2548 และพีเอชต่ำที่สุดในเดือนตุลาคม 2547

2. ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด มีค่าสูงที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2548 และมีค่าต่ำที่สุดในเดือนมิถุนายน 2548

3. อุณหภูมิน้ำ มีค่าสูงที่สุดในเดือนเมษายน 2548 และต่ำที่สุดในเดือนมกราคม 2548

4. ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำไม่ปรากฏความแตกต่างในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่าง (DO : χ^2= 7.418 p = 0.115; EC : χ^2= 9.433 p = 0.051)

ซึ่งค่าเฉลี่ยในแต่ละครั้งแสดงในภาพที่ 13

การพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าปัจจัยต่างๆ ของน้ำเหนือชั้นตะกอนในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างของลำธารห้วยพรมแล้ง (ภาพที่ 13) พบว่า ทุกพารามิเตอร์มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (pH : χ^2= 9.758 p = 0.045; DO : χ^2= 10.593 p = 0.032; EC : χ^2= 11.473 p = 0.022; TDS : χ^2= 11.504 p = 0.021 และ $Temp_{water}$: χ^2= 10.917 p = 0.028) โดย

1. ค่าเฉลี่ยของพีเอชในเดือนกุมภาพันธ์มีค่าสูงสุด และเดือนมิถุนายนมีค่าต่ำที่สุด

2. ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าสูงสุดในเดือนตุลาคม และต่ำที่สุดในเดือนเมษายน

3. ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำและปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดมีค่าสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์และต่ำที่สุดในเดือนมิถุนายน

4. อุณหภูมิน้ำมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน และต่ำที่สุดในเดือนมกราคม

สำหรับความแตกต่างของปัจจัยของน้ำในชั้นตะกอนแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่าง พบว่า มีเฉพาะค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ไม่แตกต่างกัน (χ^2= 3.019 p = 0.555) ส่วนปัจจัยอื่นๆ มีค่าแตกต่างกัน (pH: χ^2= 10.667 p = 0.031, EC: χ^2= 10.800 p = 0.029, TDS: χ^2 = 11.078 p = 0.026 และ $Temp_{water}$: χ^2= 13.500 p = 0.009) โดย

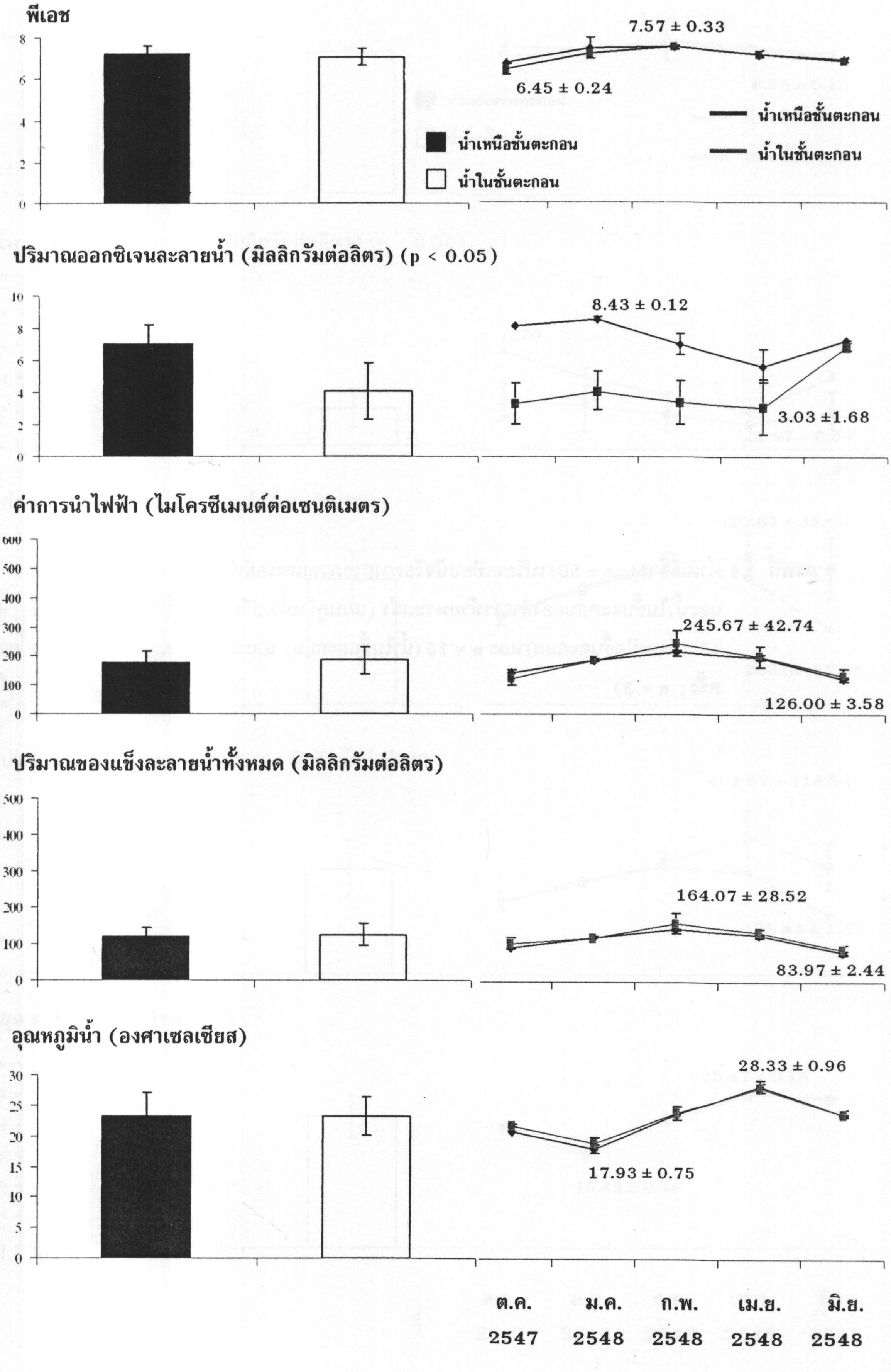
1. พีเอชมีค่าสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ ต่ำที่สุดในเดือนมิถุนายน

2. ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำและปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายนและต่ำที่สุดในเดือนตุลาคม

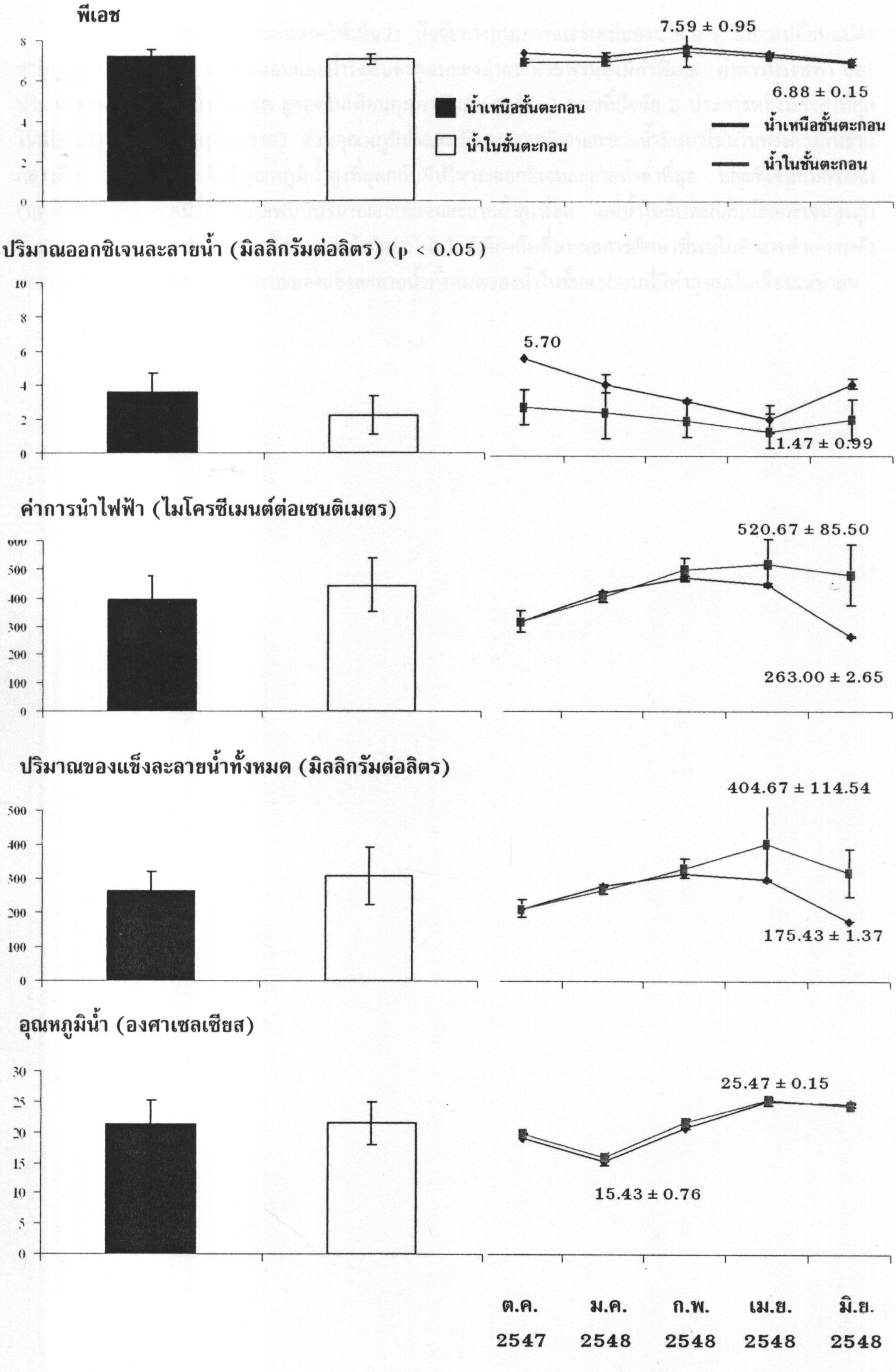
3. อุณหภูมิน้ำมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน และต่ำที่สุดในเดือนมกราคม

ค่าเฉลี่ยแสดงในภาพที่ 14

ภาพที่ 13 ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) เปรียบเทียบปัจจัยทางกายภาพและเคมีต่าง ๆ ของน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้น ตะกอนของลำธารห้วยพรมซ้ง (แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรวม 5 ครั้ง ; n = 13 (น้ำเหนือชั้นตะกอน) และ n = 15 (น้ำในชั้นตะกอน) และกราฟเส้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่ละครั้ง ; n = 3)


พีเอช
7.57 ± 0.33
6.45 ± 0.24
น้ำเหนือชั้นตะกอน
น้ำในชั้นตะกอน
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) (p < 0.05)
8.43 ± 0.12
3.03 ±1.68
ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)
245.67 ± 42.74
126.00 ± 3.58
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)
164.07 ± 28.52
83.97 ± 2.44
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)
28.33 ± 0.96
17.93 ± 0.75
ต.ค. 2547
ม.ค. 2548
ก.พ. 2548
เม.ย. 2548
มิ.ย. 2548

ภาพที่ 14 ค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) เปรียบเทียบปัจจัยทางกายภาพและเคมีต่าง ๆ ของน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้นตะกอนของลำธารห้วยพรมแล้ง (แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรวม 5 ครั้ง ; n = 13 (น้ำเหนือชั้นตะกอน) และ n = 15 (น้ำในชั้นตะกอน) และกราฟเส้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่ละครั้ง ; n = 3)


พีเอช
7.59 ± 0.95
6.88 ± 0.15
น้ำเหนือชั้นตะกอน
น้ำในชั้นตะกอน
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) (p < 0.05)
5.70
1.47 ± 0.99
ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)
520.67 ± 85.50
263.00 ± 2.65
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)
404.67 ± 114.54
175.43 ± 1.37
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)
25.47 ± 0.15
15.43 ± 0.76
ต.ค. 2547
ม.ค. 2548
ก.พ. 2548
เม.ย. 2548
มิ.ย. 2548

จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้นตะกอนของลำธารห้วยพรมซ้งมีค่าพีเอช ค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด สูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ (ฤดูร้อน) ขณะที่ปัจจัย 2 ประการหลังมีค่าต่ำที่สุดในเดือนมิถุนายน (ฤดูน้ำหลาก) ส่วนอุณหภูมิน้ำและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีแนวโน้มในทางตรงกันข้าม กล่าวคือ เดือนเมษายนซึ่งมีอุณหภูมิน้ำสูงที่สุดกลับมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำที่สุด ขณะที่เดือนมกราคม (ฤดูหนาว)ที่มีอุณหภูมิน้ำต่ำที่สุดพบมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงที่สุด แต่น้ำในชั้นตะกอนมีออกซิเจนสูงสุดในเดือนมิถุนายน ส่วนลำธารห้วยพรมแล้งมีแนวโน้มใกล้เคียงกับที่พบผลการศึกษาที่พบในลำธารห้วยพรมซ้ง ยกเว้น ค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำในชั้นตะกอนที่มีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน

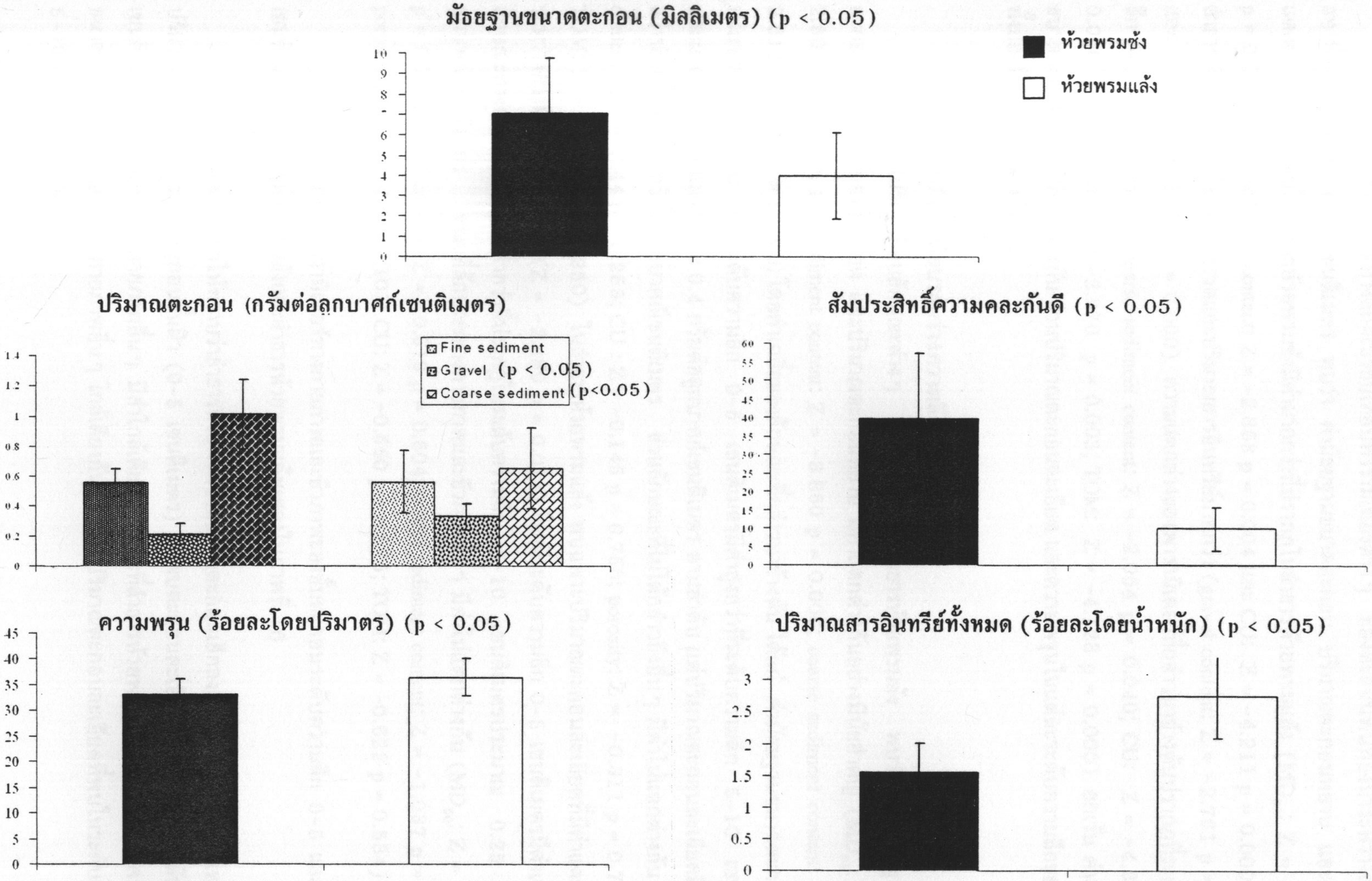
3. ลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของชั้นตะกอน

3.1 การเปรียบเทียบระหว่างลำธาร

เมื่อเปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ความลึก 0-10 เซนติเมตรระหว่างลำธารห้วยพรมซ้งและลำธารห้วยพรมแล้ง (ภาพที่ 15) พบว่า ค่ามัธยฐานขนาดตะกอน ปริมาณกรวด ปริมาณตะกอนหยาบ ค่าความแตกต่างขนาดตะกอน ความพรุนและปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมด มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (MD_{50}: Z = -2.863 p = 0.004; gravel content: Z = -3.492 p = 0.000; coarse sediment content: Z = -3.506 p = 0.000; CU : Z = -4.459 p = 0.000; porosity: Z = -2.427 p = 0.015 และ TOM : Z = -4.107 p = 0.000) โดยค่าเฉลี่ยของค่ามัธยฐานขนาดตะกอนในลำธารห้วยพรมซ้งมีค่าสูงกว่าในลำธารห้วยพรมแล้งประมาณ 3.1 มิลลิเมตร ปริมาณตะกอนหยาบมีปริมาณมากกว่าประมาณ 0.36 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และมีค่าความแตกต่างขนาดตะกอนมากกว่าประมาณ 30 หน่วย ส่วนค่าเฉลี่ยปริมาณกรวด มีปริมาณน้อยกว่าประมาณ 0.12 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนรวมมีค่าน้อยกว่าประมาณร้อยละ 0.34 และปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าประมาณร้อยละ 1.2 ขณะที่ค่าเฉลี่ยขนาดตะกอนและปริมาณตะกอนละเอียด มีค่าไม่แตกต่างกัน (Mean: Z = -1.307 p = 0.191 และ fine sediment content: Z = -0.955 p = 0.340 ตามลำดับ)

ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางกายภาพและชีวภาพที่กล่าวมาข้างต้นระหว่าง 2 ลำธารแสดงในภาพที่ 15

ค่ามัธยฐานขนาดตะกอนและและค่าความแตกต่างขนาดตะกอน บ่งชี้ว่า พื้นอาศัยในลำธารห้วยพรมซ้งมีขนาดตะกอนใหญ่กว่าและมีขนาดอนุภาคหลากหลายมากกว่าที่พบในลำธารห้วยพรมแล้ง แต่ค่าเฉลี่ยขนาดตะกอนและความพรุนไม่สามารถบ่งชี้ความแตกต่างของขนาดตะกอนพื้นท้องน้ำของลำธารทั้งสองได้ ลำธารห้วยพรมซ้งมีปริมาณตะกอนหยาบมากกว่าแต่มีกรวดน้อยกว่าลำธารห้วยพรมแล้ง ส่วนปริมาณตะกอนละเอียดมีใกล้เคียงกัน และพบว่าปริมาณสารอินทรีย์ในลำธารห้วยพรมแล้งมากกว่าลำธารห้วยพรมซ้ง



ภาพที่ 15 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของ ชั้นตะกอนในลำธารทั้ง 2 สาย

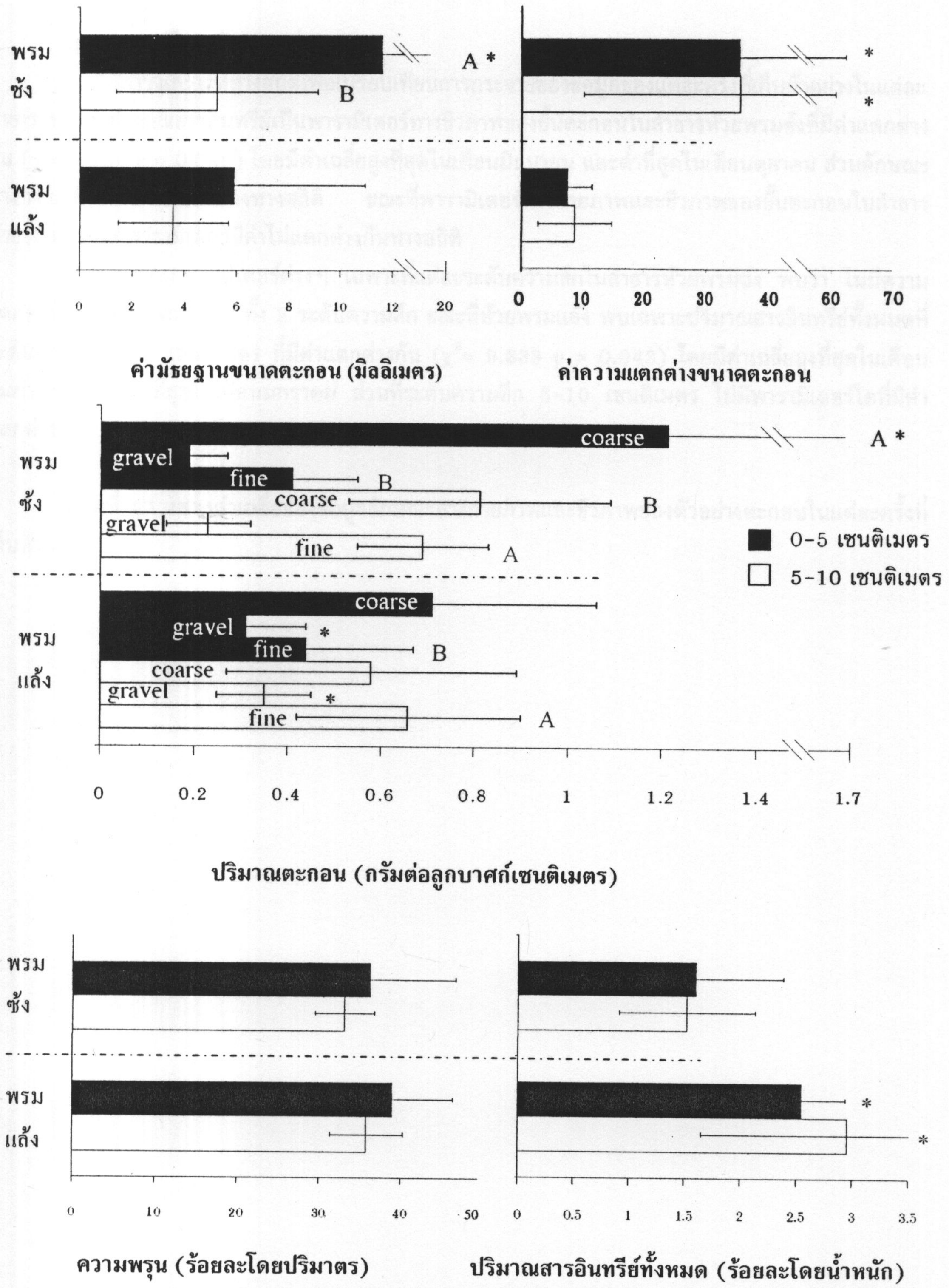
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่างๆ ของตะกอนพื้นท้องน้ำระหว่างลำธารทั้งสองที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร พบว่า ค่ามัธยฐานขนาดตะกอน ปริมาณตะกอนหยาบ และค่าความแตกต่างขนาดตะกอนในลำธารห้วยพรมซ้งมีค่ามากกว่าที่ปรากฏในลำธารห้วยพรมแล้ง (MD_{50}: Z = -2.491 p = 0.013; coarse sediment content: Z = -2.863 p = 0.004 และ CU: Z = -4.211 p = 0.000) ขณะที่ลำธารห้วยพรมแล้งมีปริมาณกรวดและปริมาณสารอินทรีย์มากกว่า (gravel content: Z = -2.761 p = 0.006 และ TOM: Z = -3.673 p = 0.000) ความแตกต่างของพารามิเตอร์ที่กล่าวมาข้างต้นปรากฏที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตรด้วย (coarse sediment content: Z = -2.054 p = 0.040; CU: Z = -4.314 p = 0.000; gravel content: Z = -2.970 p = 0.003; TOM: Z = -4.128 p = 0.000) ยกเว้น ค่ามัธยฐานขนาดตะกอนที่มีค่าไม่แตกต่างกัน ส่วนปริมาณตะกอนละเอียด และความพรุนในแต่ละระดับความลึกของลำธารทั้งสองมีค่าไม่แตกต่างกัน

3.2 การเปรียบเทียบระหว่างความลึก

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะต่างๆ ตามความลึกในลำธารห้วยพรมซ้ง พบว่า ค่ามัธยฐานขนาดตะกอน ปริมาณตะกอนละเอียด และปริมาณตะกอนหยาบ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (MD_{50}: Z = -2.804 p = 0.050; fine sediment content: Z = -3.860 p = 0.000; coarse sediment content: Z = -2.614 p = 0.009 ตามลำดับ) โดยค่าเฉลี่ยของลักษณะที่กล่าวมาข้างต้น ได้แก่ ค่ามัธยฐานขนาดตะกอน และปริมาณตะกอนหยาบ ของระดับความลึก 0-5 เซนติเมตรมีค่าสูงกว่าที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร ประมาณ 6.5 มิลลิเมตร และ 0.4 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ปริมาณตะกอนละเอียดมีค่าน้อยกว่าประมาณ 0.3 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนลักษณะที่ไม่ได้กล่าวถึงอื่นๆ มีค่าไม่แตกต่างกัน (gravel content: Z = -1.144 p = 0.253; CU : Z = -0.145 p = 0.756; porosity: Z = -0.311 p = 0.756 และ TOM: Z = -0.062 p = 0.950) ในลำธารห้วยพรมแล้ง พบเฉพาะปริมาณตะกอนละเอียดที่มีค่าแตกต่างกันระหว่างความลึกทั้ง 2 ระดับ (Z = -2.489 p = 0.013) โดยที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตรมีค่าเฉลี่ยของลักษณะทางกายภาพดังกล่าวต่ำกว่าที่ปรากฏในระดับความลึก 5-10 เซนติเมตรประมาณ 0.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ขณะที่ลักษณะทางกายภาพและชีวภาพอื่นๆ มีค่าไม่แตกต่างกัน (MD_{50}: Z = -1.370 p = 0.171; gravel content: Z = -0.519 p = 0.604; coarse sediment content: Z = -1.037 p = 0.300; porosity: Z = -1.638 p = 0.101; CU: Z = -0.560 p = 0.575; TOM: Z = -0.622 p = 0.534)

ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ทางกายภาพและชีวภาพของชั้นตะกอนระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร ในลำธารห้วยพรมซ้งและลำธารห้วยพรมแล้งแสดงในภาพที่ 16

ผลวิเคราะห์ทำให้ทราบว่าลำธารห้วยพรมซ้งมีขนาดตะกอนเล็กลงเมื่อความลึกเพิ่มขึ้นเพราะมีปริมาณตะกอนหยาบมากที่ตะกอนชั้นผิว (0-5 เซนติเมตร) แต่พบตะกอนละเอียดมากที่ตะกอนระดับ 5-10 เซนติเมตร ส่วนลักษณะทางกายภาพอื่นๆ มีค่าใกล้เคียงกัน ขณะที่ลำธารห้วยพรมแล้งทั้งสองระดับความลึกมีขนาดตะกอนและลักษณะทางกายภาพอื่นๆ ใกล้เคียงกัน ยกเว้น ปริมาณตะกอนละเอียดที่พบในระดับความลึก 5-10 เซนติเมตรมากกว่า



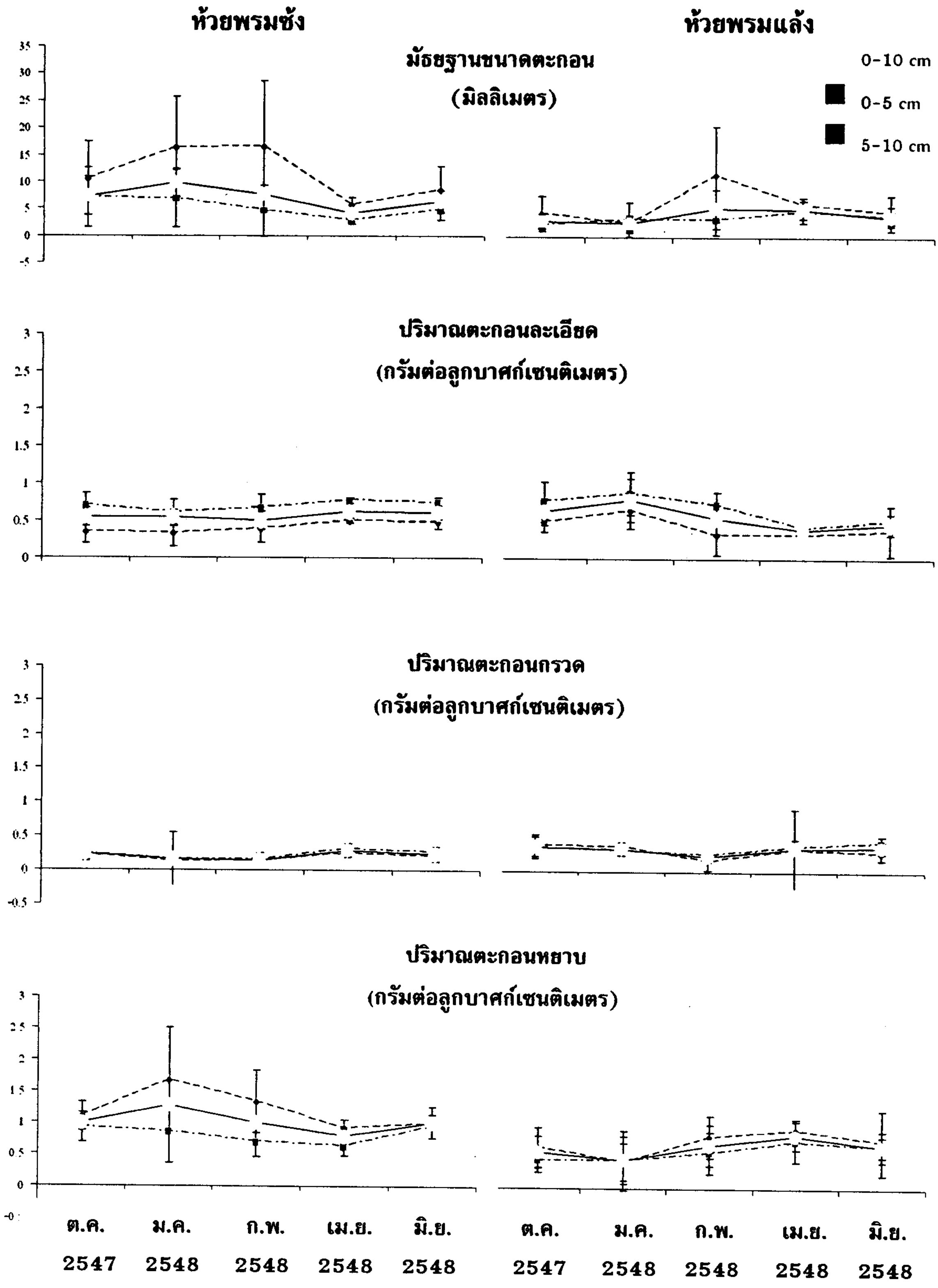
ภาพที่ 16 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของชั้นตะกอนของแต่ละระดับความลึกในลำธารทั้ง 2 สาย (กำหนดให้สัญลักษณ์ภาษาอังกฤษ (A และ B) แทนการเปรียบเทียบภายในลำธารเดียวกัน โดยสัญลักษณ์ที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างในการวิเคราะห์ทางสถิติ ส่วนเครื่องหมายดอกจัน (*) แสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างลำธาร หากดอกจันปรากฏบนแท่งฮีสโตแกรมใดแสดงว่าระบบนิเวศนั้นของอีกลำธารมีค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน)

3.3 การเปรียบเทียบระหว่างเวลา

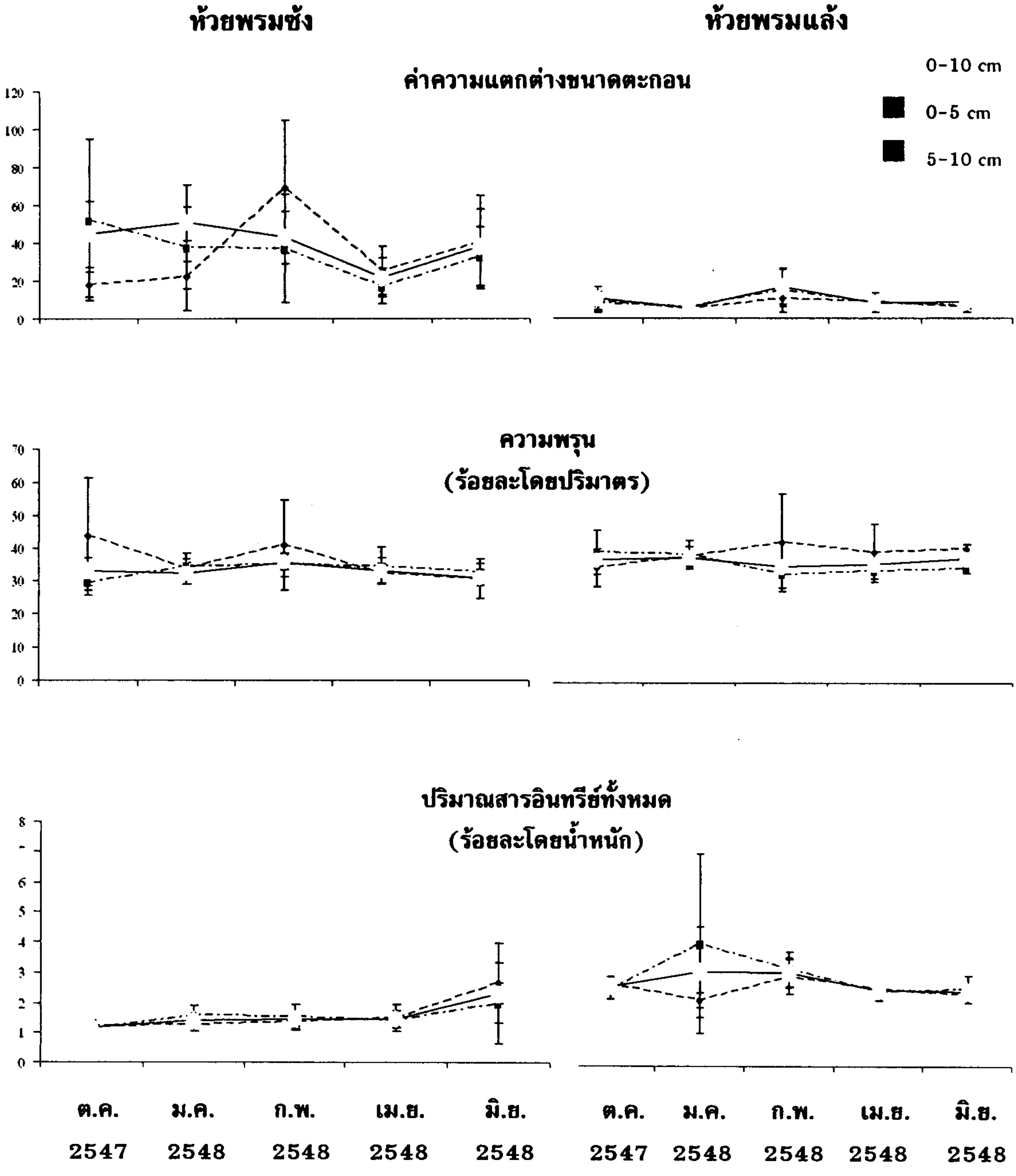
การวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลของแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างในแต่ละลำธาร พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์เป็นพารามิเตอร์ทางชีวภาพของชั้นตะกอนในลำธารห้วยพรมซังที่มีค่าแตกต่างกัน (χ^2= 9.700 p = 0.046) โดยมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในเดือนมิถุนายน และต่ำที่สุดในเดือนตุลาคม ส่วนลักษณะทางกายภาพไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ขณะที่พารามิเตอร์ทางกายภาพและชีวภาพของชั้นตะกอนในลำธารห้วยพรมแล้งทุกพารามิเตอร์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อพิจารณาพารามิเตอร์ต่าง ๆ เฉพาะที่แต่ละระดับความลึกในลำธารห้วยพรมซัง พบว่า ไม่มีความแตกต่างของพารามิเตอร์ใด ๆ ทั้ง 2 ระดับความลึก ขณะที่ห้วยพรมแล้ง พบเฉพาะปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร ที่มีค่าแตกต่างกัน (χ^2= 9.833 p = 0.043) โดยมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ และต่ำที่สุดในเดือนมกราคม ส่วนที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร ไม่มีพารามิเตอร์ใดที่มีค่าแตกต่างกัน

ภาพที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ยของข้อมูลลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของตัวอย่างตะกอนในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่าง



ภาพที่ 17 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของชั้นตะกอนของแต่ละระดับความลึกในลำธารทั้ง 2 สายในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่าง



ภาพที่ 17 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean ± SD) ของลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของชั้นตะกอนของแต่ละระดับความลึกในลำธารทั้ง 2 สายในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่าง (ต่อ)

จากผลการศึกษาที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นสามารถสรุปผลได้ในตารางที่ 7

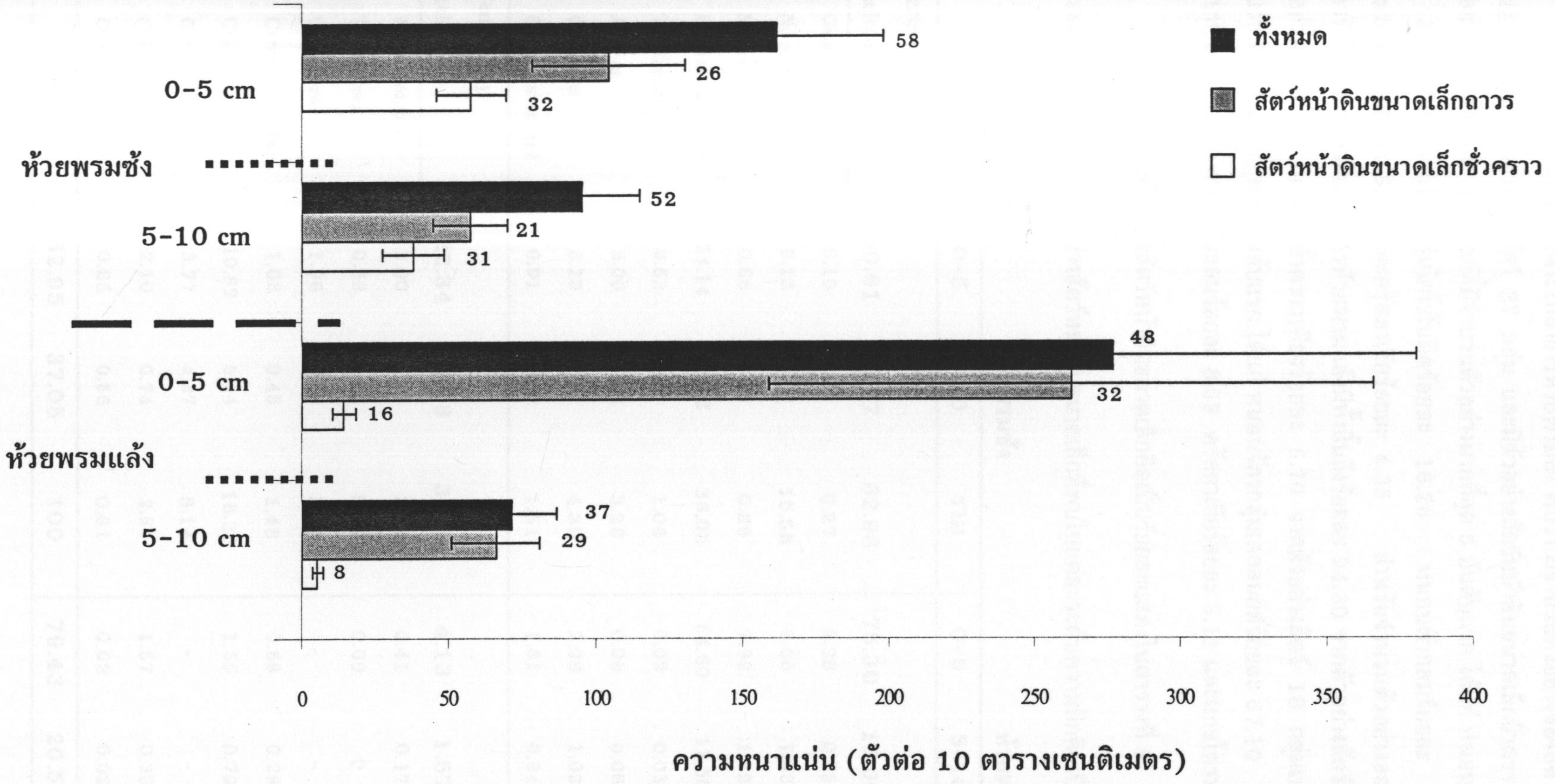
ตารางที่ 7 สรุปผลการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่าง ๆ ระหว่างลำธารและเปรียบเทียบระหว่างความลึก

พารามิเตอร์	ระหว่างลำธาร	ระหว่างความลึก	
		ห้วยพรมซ้ง	ห้วยพรมแล้ง
ลักษณะทางกายภาพของลำธาร			
ความเร็วกระแสน้ำ	พรมซ้งเร็วกว่า	-	-
ความกว้างช่องน้ำ	พรมซ้งกว้างกว่า	-	-
ความลึกของน้ำ	พรมแล้งลึกกว่า	-	-
คุณภาพน้ำผิวดินและน้ำในชั้นตะกอน			
พีเอช	ไม่แตกต่าง	ชั้นบนสูงกว่าเล็กน้อย	
อุณหภูมิน้ำ	พรมซ้งสูงกว่าเล็กน้อย	ไม่แตกต่าง	
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	พรมซ้งสูงกว่า	ชั้นบนสูงกว่า	
ค่าการนำไฟฟ้า	พรมแล้งสูงกว่า	ชั้นล่างสูงกว่าเล็กน้อย	
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	พรมแล้งสูงกว่า	ชั้นล่างสูงกว่าเล็กน้อย	
ชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ			
ค่ามัธยฐานขนาดตะกอน	พรมซ้งสูงกว่า	ชั้นบนสูงกว่า	ไม่แตกต่าง
ปริมาณตะกอนหยาบ	พรมซ้งมากกว่า	ชั้นบนมากกว่า	ไม่แตกต่าง
ปริมาณกรวด	พรมแล้งมากกว่า	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
ปริมาณตะกอนละเอียด	ไม่แตกต่าง	ชั้นล่างมากกว่า	ชั้นล่างมากกว่า
ความพรุน	พรมแล้งสูงกว่า	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
สัมประสิทธิ์ความคละกันดี	พรมซ้งสูงกว่า	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
ปริมาณสารอินทรีย์	พรมแล้งสูงกว่า	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง

4. องค์ประกอบและความชุกชุมของสัตว์ที่อาศัยในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ

4.1 กลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กที่พบและผลการเปรียบเทียบความชุกชุมของสัตว์

ผลจากการเก็บตัวอย่างสัตว์ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำในลำธารห้วยพรมซ้งและห้วยพรมแล้ง ทุก 2 เดือน ระหว่างเดือนตุลาคม 2547 ถึงเดือนมิถุนายน 2548 รวมทั้งสิ้น 5 ครั้ง พบตัวอย่างสัตว์ในกลุ่มต่างๆ ในระดับความลึก 0 - 10 เซนติเมตร ทั้งสิ้น 87 taxa จำแนกเป็นกลุ่มทางอนุกรมวิธานในระดับไฟลัมได้ 9 ไฟลัม ดังนี้ 1. แพลทีเฮลมินธิส (Platyhelminthes; หนอนตัวแบน); คลาส เทอร์เบลลาเรีย (Class Turbellaria) พบ 1 ตัว 2. แกสโตรทริกา (Gastrotricha) วงศ์ คีโทโนทิดี (Family Chaetonotidae) พบ 2 สกุล 3. นีมาโทดา (Nematoda; หนอนตัวกลม) จำแนกได้เพียง 1 สกุล แต่ส่วนใหญ่ไม่สามารถจำแนกได้ 4. โรติเฟอรา (Rotifera; หนอนจักร) คลาส เดลลอยเดีย (Class Bdelloidea) ซึ่งไม่สามารถจำแนกสกุลได้และคลาส โมโนโกนอนตา (Class Monogononta) พบ 19 สกุล 5. นาโธสโตมูลิดา (Gnathostomulida); คลาส ไมโครนาโธซัว (Class Micrognathozoa) พบ 1 สกุล 6. ทาร์ดิกราดา (Tardigrada); วงศ์ แมคโครไบโอทิดี และ วงศ์ มิลเนซิอิดี (Family Macrobiotidae และ Milnesiidae) พบ วงศ์ละ 1 สกุล 7. แอนนิลิดา (Annelida); คลาส โอลิโกคีตา (Class Oligochaeta; หนอนปล้อง) ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ 8. อาร์โทรโพดา (Arthropoda) ประกอบด้วยกลุ่มย่อยๆ อีกหลายกลุ่ม ได้แก่ อันดับ อะคารินา (Acarina; เห็บ ไร), ไฟลัมย่อย ครัสตาเชีย (Subphylum Crustacea) เช่น อันดับย่อย คลาโดเซอรา พบ 2 สกุล คลาส ออสตราโคดา (Class Ostracoda) ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ อันดับ ฮาร์แพคทิคอยดา (Order Harpacticoida) พบ 1 สกุล อันดับ ไซโคลพอยดา (Order Cyclopoida) พบ 6 สกุล และ คลาส อินเซคตา (Class Insecta) พบ 8 อันดับ 25 วงศ์ 45 สกุล และมี 1 วงศ์ที่ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ 9. มอลลัสกา (Mollusca) พบ 1 สกุล และตัวอย่างที่ไม่สามารถจำแนกเป็นกลุ่มใดๆ ได้ 2 taxa (ภาพที่ 25; ภาคผนวก ข) โดยสัตว์ในคลาส อินเซคตา (อินเซค) หอยเล็บม้า สกุล *Corbicula* และหนอนปล้อง รวมทั้งสิ้น 47 กลุ่ม จัดเป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว คิดเป็นร้อยละ 13.25, 3.48 และ 2.28 ของจำนวนตัวอย่างสัตว์ทั้งหมด ตามลำดับ ขณะที่สัตว์ในกลุ่มอื่นๆ รวม 40 กลุ่ม จัดเป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร คิดเป็นร้อยละ 80.99 ของจำนวนทั้งหมด เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสัตว์ทั้ง 2 ระดับความลึก (ภาพที่ 18) พบว่า ที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร ในลำธารห้วยพรมซ้งมี 58 กลุ่ม เป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร 26 กลุ่ม และสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว 32 กลุ่ม ขณะที่ลำธารห้วยพรมแล้งพบ 48 กลุ่ม เป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร 32 กลุ่ม และสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว 16 กลุ่ม ตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 73 กลุ่ม จากจำนวนกลุ่มที่กล่าวมามีจำนวนตัวอย่างสัตว์มากกว่าที่พบในระดับความลึก 5-10 เซนติเมตรประมาณ 2.6 เท่า โดยที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร พบสัตว์ในลำธารห้วยพรมซ้ง 52 กลุ่ม เป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร 21 กลุ่ม และสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว 31 กลุ่ม ส่วนลำธารห้วยพรมแล้งพบ 37 กลุ่ม เป็นตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรและสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว 30 และ 8 กลุ่ม ตามลำดับ รวม 68 กลุ่ม



ภาพที่ 18 ค่าเฉลี่ยความหนาแน่น (Mean ± SE) และจำนวนกลุ่ม (ตัวเลขข้างแท่งฮีโตแกรม) ของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กแบ่งตามระดับความลึกต่าง ๆ

เมื่อพิจารณาเฉพาะในลำธารห้วยพรมซ้ง พบว่า มีจำนวนตัวอย่างของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรร้อยละ 62.98 จากตัวอย่างสัตว์ 27 กลุ่ม และมีตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวร้อยละ 37.02 จากตัวอย่างสัตว์ 39 กลุ่ม กลุ่มสัตว์ที่มีจำนวนตัวอย่างมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ หนอนจักรกลุ่มเดลลอยด์ร้อยละ 36.05 ตัวอ่อนแมลงกลุ่มไคโรโนมิดร้อยละ 16.26 หนอนตัวกลมร้อยละ 15.58 หอยเล็บม้า (*Corbicula*) ร้อยละ 8.14 และครัสตาเซียร้อยละ 4.35 สำหรับจำนวนตัวอย่างของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรที่เก็บตัวอย่างได้จากลำธารห้วยพรมแล้งมีทั้งสิ้นถึงร้อยละ 94.30 จากตัวอย่างสัตว์ 35 กลุ่ม ในขณะที่พบตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวเพียงร้อยละ 5.70 จากตัวอย่างสัตว์ 18 กลุ่มเท่านั้น โดยกลุ่มสัตว์ที่มีจำนวนตัวอย่างมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ หนอนจักรกลุ่มเดลลอยด์ร้อยละ 67.10 หนอนจักรกลุ่มโมโนโกนอนท์ร้อยละ 9.71 หนอนตัวกลมร้อยละ 8.59 ครัสตาเซียร้อยละ 3.11 และแกสโตรทริคร้อยละ 3.03

จำนวนตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดเล็กคิดเป็นร้อยละแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงจำนวนตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดเล็กที่พบในแต่ละระดับความลึกคิดเป็นร้อยละ

taxa	ห้วยพรมซ้ง			ห้วยพรมแล้ง		
	0-5	5-10	รวม	0-5	5-10	รวม
Permanent meiofauna	40.61	22.37	62.98	75.30	19.00	94.30
Gastrotricha	0.10	0.17	0.27	2.28	0.75	3.03
Nematoda	9.13	6.45	15.58	6.66	1.93	8.59
Monogononta	0.66	0.23	0.89	7.99	1.72	9.71
Bdelloidea	24.14	11.92	36.05	54.60	12.50	67.10
Tardigrada	0.52	0.54	1.06	0.02	0.03	0.05
Acarina	2.00	1.28	3.28	0.08	0.06	0.14
Crustacea	3.13	1.22	4.35	2.08	1.03	3.11
Other permanent	0.91	0.60	1.51	1.61	0.94	2.55
Temporary meiofauna	22.34	14.68	37.02	4.13	1.57	5.70
Ephemeroptea	2.00	1.57	3.57	0.41	0.17	0.58
Trichoptera	0.39	0.23	0.62	0.09	0	0.09
Coleoptera	1.96	1.30	3.26	-	-	-
Ceratopogonidae	1.03	0.45	1.48	0.68	0.29	0.97
Chironomidae	10.82	5.44	16.26	1.35	0.79	2.15
Corbicula sp.	3.77	4.37	8.14	-	-	-
Oligochaete	2.10	0.74	2.84	1.57	0.30	1.87
Other temporary	0.25	0.56	0.81	0.02	0.02	0.04
Total	62.95	37.05	100	79.43	20.57	100

เมื่อเปรียบเทียบความชุกชุมของสัตว์ระหว่างลำธารห้วยพรมซังและห้วยพรมแล้งโดยไม่คำนึงถึงระดับความลึก พบว่า ในลำธารห้วยพรมแล้งมีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นมากกว่าในลำธารห้วยพรมซังประมาณ 1.4 เท่า ทั้งนี้ในลำธารห้วยพรมแล้งพบสัตว์ 53 กลุ่ม เป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรร้อยละ 54.24 จากจำนวนตัวอย่างสัตว์ทั้งหมด และสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวร้อยละ 3.29 ดังแสดงในตารางที่ 9 ส่วนจำนวนกลุ่มของสัตว์ที่พบในลำธารห้วยพรมซังมี 66 กลุ่ม มีจำนวนตัวของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรและสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวคิดเป็นร้อยละ 26.74 และ 13.72 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ด้วยสถิติแบบนอนพาราเมตริกซ์ พบว่า จำนวนตัวอย่างสัตว์ทั้งหมด (Total) จำนวนตัวของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร (Per) และจำนวนหนอนปล้อง (Oligo) ของทั้งสองลำธารมีค่าไม่แตกต่างกัน (Total: Z = -0.477 p = 0.633; Per: Z = -0.726 p = 0.468; Oligo: Z = -0.561 p = 0.575) แต่จำนวนตัวของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว (Tem) ในลำธารห้วยพรมซังมีมากกว่าลำธารห้วยพรมแล้งและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Tem: Z = -3.900 p = 0.000)

ตารางที่ 9 แสดงจำนวนตัวของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กจากการเก็บตัวอย่างทั้ง 5 ครั้งและความชุกชุมของสัตว์นำเสนอในเชิงความหนาแน่นของสัตว์

กลุ่มสัตว์ที่มีความชุกชุมมากทั้งในลำธารห้วยพรมซังและห้วยพรมแล้ง คือ หนอนจักรกลุ่มเดลลอยด์ (Bdell) และหนอนตัวกลม (Nem) โดยเฉพาะในเดือนเมษายน 2548 ที่ลำธารห้วยพรมแล้งมีจำนวนหนอนจักรกลุ่มเดลลอยด์มากถึง 3,268 ตัว คิดเป็นร้อยละ 28.61 ของจำนวนตัวทั้งหมด ถึงกระนั้น ผลการวิเคราะห์ทางสถิติบ่งชี้ว่าลำธารทั้งสองมีความชุกชุมของหนอนจักรกลุ่มนี้ไม่แตกต่างกัน (Bdell: Z = -0.975 p = 0.330) เช่นเดียวกับกลุ่มหนอนตัวกลม (Nem: Z = -1.329 p = 0.184) ในกลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรอื่นๆ พบว่า แกสโตรทริค (Gas) และหนอนจักรกลุ่มโมโนโกนอนท์ (Mono) พบในลำธารห้วยพรมแล้งมากกว่าลำธารห้วยพรมซังประมาณ 16 และ 15 เท่า ตามลำดับ (Gas: Z = -3.390 p = 0.000; Mono Z = -2.650 p = 0.008) ในทางตรงกันข้ามลำธารห้วยพรมซัง พบกลุ่มไรน้ำ (Mit) และหมีน้ำมากกว่าลำธารห้วยพรมแล้งประมาณ 17 เท่า (Mit: Z = -4.123 p = 0.000; Tar: Z = -2.125 p = 0.034) ขณะที่ตัวอ่อนแมลงกลุ่มแมลงไคโรโนมิด (Family Chironomidae; Chiro) กลุ่มตัวอ่อนแมลงชีปะขาว (Ephe) และกลุ่มตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ (Tri) เป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวที่มีความชุกชุมมากในลำธารห้วยพรมซังโดยมีความชุกชุมมากกว่าลำธารห้วยพรมแล้งประมาณ 5.6 4.6 และ 5 เท่า ตามลำดับ (Chiro: Z = -3.584 p = 0.000; Ephe: Z = -3.493 p = 0.000; Tri: -2.511 p = 0.012)

สำหรับสัตว์บางกลุ่มซึ่งส่วนใหญ่เป็นกลุ่มอินเซค ตัวอย่างเช่น กลุ่มตัวอ่อนแมลงชีปะขาวโพธาแมนทิด (Family Pothamanthidae) กลุ่มตัวอ่อนแมลงสโตนฟลาย (Order Plecoptera) กลุ่มตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำบางวงศ์ เช่น วงศ์ไซโฟเซนโทรนิดี (Family Xiphocentronidae) กลุ่มตัวอ่อนแมลงปีกแข็ง (Order Coleoptera) ได้แก่ ตัวอ่อนด้วงน้ำไหลเอลมิด (Family Elmidae) และหอยเล็บม้าสกุล *Corbicula* เป็นต้น ไม่ปรากฏในลำธารห้วยพรมแล้ง ในทางตรงกันข้ามหนอนจักรกลุ่มโมโนโกนอนท์ เช่น หนอนจักรสกุล *Itura, Lindia, Trichocerca, Trichotria, Platyias* ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำบางวงศ์ เช่น วงศ์ไดซูดอปซิดี (Family Dipseudopsidae) สกุล *Pseudoneureclipsis* ไม่พบในลำธารห้วยพรมซัง

จำนวนของตัวอย่างสัตว์ที่พบแสดงในตารางที่ 14 และ 15 (ภาคผนวก ก)

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยความหนาแน่น (Mean ± SE) ร้อยละ และจำนวนกลุ่มของสัตว์แต่ละกลุ่ม จากการเก็บตัวอย่าง 5 ครั้ง

taxa	ห้วยพรมซ้ง			ห้วยพรมแล้ง			P value
	ความหนาแน่น (ตัว/10 cm^2)	ร้อยละ	จำนวนกลุ่มที่พบ	ความหนาแน่น (ตัว/10 cm^2)	ร้อยละ	จำนวนกลุ่มที่พบ	
Permanent meiofauna	162.01 ± 35.41	26.74	27	328.15 ± 108.05	54.24	35	0.468
Gastrotricha *	0.68 ± 0.06	0.11	2	10.55 ± 0.83	1.74	2	0.000
Nematoda	40.09 ± 8.86	6.62	2	29.96 ± 8.94	4.95	2	0.184
Monogononta *	2.28 ± 0.78	0.38	10	33.83 ± 25.52	5.59	17	0.008
Bdelloidea	92.80 ± 28.94	15.31	1	233.81 ± 93.08	38.60	1	0.468
Tardigrada *	2.70 ± 0.28	0.45	1	0.16 ± 0.03	0.03	2	0.039
Acarina *	0.84 ± 0.48	1.39	1	0.48 ± 0.07	0.08	1	0.000
Crustacea	11.18 ± 0.62	1.85	7	10.45 ± 3.83	1.79	7	0.228
Other permanent meiofauna	3.82 ± 0.29	0.64	3	8.90 ± 2.37	0.93	3	-

หมายเหตุ เครื่องหมายดอกจัน (*) แสดงกลุ่มสัตว์ที่มีจำนวนตัวอย่างที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยความหนาแน่น (Mean ± SE) ร้อยละ และจำนวนกลุ่มของสัตว์แต่ละกลุ่ม จากการเก็บตัวอย่าง 5 ครั้ง (ต่อ)

Taxa	ห้วยพรมซ้ง			ห้วยพรมแล้ง			P value
	ความหนาแน่น (ตัว/10 cm^2)	ร้อยละ	จำนวนกลุ่มที่พบ	ความหนาแน่น (ตัว/10 cm^2)	ร้อยละ	จำนวนกลุ่มที่พบ	
Temporary meiofauna *	95.24 ± 18.04	15.72	39	19.94 ± 5.18	3.29	18	0.000
Ephemeroptea *	9.17 ± 1.88	1.51	7	2.02 ± 1.00	0.33	4	0.000
Trichoptera *	1.59 ± 0.48	0.26	6	0.32 ± 0.13	0.05	3	0.012
Coleoptera	8.38 ± 2.33	1.37	9	-	-	-	-
Ceratopogonidae	3.82 ± 0.97	0.63	7	3.34 ± 1.03	0.56	5	0.572
Chironomidae *	41.84 ± 9.40	6.90	2	7.48 ± 4.28	1.23	2	0.000
Corbicula	21.05 ± 6.39	3.46	1	-	-	-	-
Oligochaeta	7.32 ± 1.72	1.21	1	6.52 ± 1.08	1.08	1	0.575
Other temporary meiofauna	2.07 ± 0.94	0.34	6	0.11 ± 0.07	0.02	3	-
Total	256.93 ± 12.87	42.47	66	348.81 ± 107.98	57.53	53	0.633

หมายเหตุ เครื่องหมายดอกจัน (*) แสดงกลุ่มสัตว์ที่มีจำนวนตัวอย่างที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4.2 การเปรียบเทียบความชุกชุมของสังคมสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในแต่ละระดับความลึกระหว่างลำธารห้วยพรมซังและลำธารห้วยพรมแล้ง

เมื่อเปรียบเทียบความชุกชุมของสัตว์ระหว่างลำธารทั้งสองโดยคำนึงถึงระดับความลึก พบว่าจำนวนตัวอย่างสัตว์ทั้งหมดและจำนวนตัวของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร ที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตรมีค่าไม่แตกต่างกัน (Total: Z = -0.311 p = 0.776; Per: Z = -0.788 p = 0.431) โดยมีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์เฉพาะในกลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร พบว่าจำนวนหนอนจักรกลุ่มเดลลอยด์ กลุ่มหนอนตัวกลม แ ละครัสตาเซีย (Crus) มีความชุกชุมไม่แตกต่างกัน (Bdell: Z = -1.100 p = 0.271; Nem: Z = -1.270 p = 0.204; Crus: Z = -1.831 p = 0.067) ขณะที่แกสโตรทริค (Gas) และหนอนจักรกลุ่มโมโนโกนอนท์ (Mono) มีความชุกชุมในลำธารห้วยพรมแล้งมากกว่าในลำธารห้วยพรมซังประมาณ 31 และ 16.4 เท่า ตามลำดับ (Gas: Z = -4.226 p = 0.000; Mono: Z = -2.345 p = 0.019) แต่กลุ่มไรร้ำ (Mit) และหมีน้ำ (Tar) กลับมีความชุกชุมน้อยกว่าที่พบในลำธารห้วยพรมซังประมาณ 19 และ 27 เท่า ตามลำดับ (Mit: Z = -3.839 p = 0.000; Tar: Z = -2.212 p = 0.027) สำหรับความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว (Tem) ของลำธารทั้งสองมีค่าแตกต่างกันประมาณ 4 เท่า (Tem: Z = -3.381 p = 0.001) โดยจำนวนตัวอ่อนแมลงชีปะขาว (Ephe) ตัวอ่อนแมลงกลุ่มไคโรโนมิด (Chiro) และกลุ่มตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ (Tri) ในลำธารห้วยพรมซังมีมากกว่าที่พบในลำธารห้วยพรมแล้ง (Ephe: Z = -3.342 p = 0.001; Chiro: Z = -3.511 p = 0.000; Tri: Z = -2.074 p = 0.038;) ขณะที่กลุ่มตัวอ่อนแมลงเซอราโตโพโกนิด (Diptera: Family Ceratopogonidae: Cer) มีความชุกชุมในลำธารทั้งสองไม่ต่างกัน (Cer: Z = -0.085 p = 0.935)

การวิเคราะห์ความแตกต่างของความชุกชุมของสัตว์ที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร ให้ผลการศึกษาใกล้เคียงกับผลการศึกษาที่พบที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร ยกเว้น ความชุกชุมของกลุ่มหนอนตัวกลมที่ระดับความลึกนี้ที่มีค่าแตกต่างกัน (Z = -2.043 p = 0.041) โดยพบในลำธารห้วยพรมซังมากกว่าลำธารห้วยพรมแล้งประมาณ 2.5 เท่า แต่ผลการวิเคราะห์ในกลุ่มหมีน้ำกลับไม่แตกต่างกัน ส่วนสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรและสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวกลุ่มอื่น ๆ ยังมีแนวโน้มคล้ายคลึงกับที่ปรากฏในระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร

ตารางที่ 10 แสดงความชุกชุมของสัตว์แสดงรูปค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของประชากรของทั้งสองลำธารโดยแยกระดับความลึก

4.3 การเปรียบเทียบความชุกชุมของสังคมสัตว์หน้าดินขนาดเล็กระหว่างระดับความลึกในแต่ละลำธาร

การพิจารณาเปรียบเทียบความชุกชุมของสัตว์ระหว่างระดับความลึกในแต่ละลำธาร พบว่า ในลำธารห้วยพรมซังมีจำนวนตัวของสัตว์ทั้งหมด จำนวนสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรและชั่วคราวไม่แตกต่างกัน (Total: Z = -1.659 p = 0.097; Per: Z = -1.141 p = 0.254; Tem: = -1.660 p = 0.097) แต่ในกลุ่มที่เป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร ได้แก่ หนอนจักรกลุ่มโมโนโกนอนท์ และครัสตาเซีย มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Mono: Z = -2.270 p = 0.023; Crus: Z = -2.831 p = 0.005) โดยพบที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตรมากกว่าประมาณ 3 และ 2.6 เท่า ตามลำดับ แต่สำหรับกลุ่มสัตว์ที่เป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวไม่ปรากฏความแตกต่างทางสถิติ ยกเว้น หนอนปล้อง ส่วนในลำธารห้วยพรมแล้ง พบความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตรมากกว่าที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร (Tem: = -2.265 p = 0.024) ขณะที่จำนวนตัวทั้งหมดและความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรมีค่า

ไม่แตกต่างกัน (Total: Z = -1.472 p = 0.141; Per: Z = -1.244 p = 0.213) แต่ความชุกชุมของหนอนตัวกลมปรากฏความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (Nem: Z = -2.108 p = 0.035) โดยพบที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตรมากกว่าที่ความลึก 5-10 เซนติเมตรประมาณ 3.5 เท่า

ทั้งสองลำธารมีความชุกชุมของหนอนปล้องที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตรมากกว่าที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญ (ลำธารห้วยพรมซ้ง: Z =-2.169 p = 0.033; ลำธารห้วยพรมแล้ง: Z =-3.061 p = 0.002) ซึ่งความชุกชุมของกลุ่มสัตว์ทั้งสองระดับความลึกแสดงในตารางที่ 10

ผลการศึกษาในส่วนนี้ให้ข้อสรุป ดังนี้ คือ

1. ลำธารทั้งสองมีความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรใกล้เคียงกัน ยกเว้นเดือนเมษายนที่มีจำนวนเดลลอยด์มากจนทำให้ค่าเฉลี่ยรวม 5 ครั้งมีค่ามากกว่าลำธารห้วยพรมซ้งถึงประมาณ 2 เท่า และสัตว์กลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรบางกลุ่มมีความชุกชุมที่แตกต่างกันระหว่างลำธารทั้งสอง แสดงถึงชีววิทยาที่แตกต่างกันของสัตว์แต่ละกลุ่ม

2. หนอนจักรกลุ่มเดลลอยด์และหนอนตัวกลมมีความชุกชุมมากทั้ง 2 ลำธาร

3. กลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวพบในลำธารห้วยพรมซ้งมากกว่าลำธารห้วยพรมแล้ง ยกเว้นบางกลุ่มที่ชอบอาศัยในแหล่งอาศัยที่ปรากฏในลำธารห้วยพรมแล้งและกลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรบางสกุลไม่พบในลำธารห้วยพรมซ้ง

4. มีจำนวนกลุ่มของสัตว์ที่พบในระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร มากกว่าที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยความหนาแน่น (Mean ± SE) และจำนวนกลุ่มของสัตว์ ในแต่ละระดับความลึก

Taxa	ห้วยพรมชัง				ห้วยพรมแล้ง			
	0-5 เซนติเมตร		5-10 เซนติเมตร		0-5 เซนติเมตร		5-10 เซนติเมตร	
	ความหนาแน่น (ตัว/10 cm^2)	จำนวนกลุ่ม	ความหนาแน่น (ตัว/10 cm^2)	จำนวนกลุ่ม	ความหนาแน่น (ตัว/10 cm^2)	จำนวนกลุ่ม	ความหนาแน่น (ตัว/10 cm^2)	จำนวนกลุ่ม
Permanent meiofauna	104.47 ± 25.80	26	57.54 ±12.75	21	262.39 ± 103.16	32	65.97 ± 3.84	29
Gastrotricha	0.26 ± 0.16	2	0.42 ± 0.19	2	7.96 ± 2.73 *	2	2.60 ± 0.7. *	2
Nematoda	23.49 ± 5.19	2	16.60 ± 3.97 *	1	23.23 ± 8.39 ^{A}	2	6.73 ± 1.46 ^{B}	2
Monogononta	1.70 ± 0.50 ^{A}	8	0.58 ± 0.32 ^{B}	6	27.84 ± 20.46 *	16	5.99 ± 2.36 *	15
Bdelloidea	62.10 ± 22.20	1	30.65 ± 9.36	1	190.20 ± 85.68	1	43.64 ± 14.01	1
Tardigrada	1.33 ± 0.64 *	1	1.38 ± 0.80	1	0.05 ± 0.05	1	0.11 ± 0.11	1
Acarina	5.14 ± 1.21 *	1	3.29 ± 0.0.86 *	1	0.27 ± 0.13	1	0.21 ± 0.16	1
Crustacea	8.06 ± 1.64 ^{A}	7	3.13 ± 1.01 ^{B}	6	7.26 ± 3.20	6	3.39 ± 1.21	5
Other permanent meiofauna	2.49 ± 0.68	4	1.59 ± 0.50	3	5.62 ± 2.21	3	3.29 ± 0.91	2

หมายเหตุ เครื่องหมายดอกจัน (*) แทนผลการวิเคราะห์ระหว่างลำธาร เมื่อเครื่องหมายดอกจันปรากฏเหนือตัวเลขใดแสดงว่าความหนาแน่นของสัตว์กลุ่มนั้นที่ระดับความลึกดังกล่าวมีค่ามากกว่าและแตกต่างกับความหนาแน่นของสัตว์กลุ่มนั้นในระดับความลึกดังกล่าวของอีกลำธารหนึ่งอย่างมีนัยสำคัญ

สัญลักษณ์ตัวอักษรภาษาอังกฤษ (A และ B) แทน ผลการทดสอบภายในลำธารเดียวกัน โดยกลุ่มสัตว์ที่ปรากฏตัวอักษร A แสดงว่ามีความหนาแน่นของสัตว์ที่ระดับความลึกนั้นมากกว่าความหนาแน่นของสัตว์กลุ่มนั้นที่ระดับความลึกที่ปรากฏตัวอักษร B และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยความหนาแน่น (Mean ± SE) และจำนวนกลุ่มของสัตว์ ในแต่ละระดับความลึก (ต่อ)

Taxa	ห้วยพรมชัง				ห้วยพรมแล้ง			
	0-5 เซนติเมตร		5-10 เซนติเมตร		0-5 เซนติเมตร		5-10 เซนติเมตร	
	ความหนาแน่น (ตัว/ 10 cm^2)	จำนวนกลุ่ม	ความหนาแน่น (ตัว/ 10 cm^2)	จำนวนกลุ่ม	ความหนาแน่น (ตัว/ 10 cm^2)	จำนวนกลุ่ม	ความหนาแน่น (ตัว/ 10 cm^2)	จำนวนกลุ่ม
Temporary meiofauna	57.48 ± 11.89*	32	37.75 ± 10.53*	31	14.42 ± 3.87 ^{A}	16	5.51 ± 1.93 ^{B}	8
Ephemeroptera	5.14 ± 0.97 *	6	3.77 ± 1.12 *	7	1.43 ± 0.86	4	0.58 ± 0.35	1
Trichoptera	1.01 ± 0.28 *	5	0.58 ± 0.28	3	0.32 ± 0.13	3	-	-
Coleoptera	5.04 ± 1.74	6	3.29 ± 1.04	3	-	-	-	-
Ceratopogonidae	2.65 ± 0.85	5	1.17 ± 0.34	5	2.39 ± 0.81	4	1.01 ± 0.32	4
Chironomidae	27.84 ± 6.52 *	2	14.00 ± 3.98 *	2	4.72 ± 2.88	2	2.76 ± 1.48	1
Corbicula	9.70 ± 3.20	1	11.35 ± 6.08	1	-	-	-	-
Oligochaeta	5.41 ± 1.17 ^{A}	1	1.91 ± 0.72 ^{B}	1	5.46 ± 1.68 ^{A}	1	1.06 ± 0.43 ^{B}	1
Other temporary meiofauna	0.64 ± 0.26	5	1.32 ± 0.84	9	0.11 ± 0.07	2	0.11 ± 0.43	1
Total	161.95 ± 36.36	58	95.30 ± 19.48	52	276.61 ± 26.75	48	71.70 ± 15.29	37

หมายเหตุ เครื่องหมายดอกจัน (*) แทนผลการวิเคราะห์ระหว่างลำธาร เมื่อเครื่องหมายดอกจันปรากฏเหนือตัวเลขใดแสดงว่าความหนาแน่นของสัตว์กลุ่มนั้นที่ระดับความลึกดังกล่าวมีค่ามากกว่าและแตกต่างกับความหนาแน่นของกลุ่มสัตว์นั้นในระดับความลึกดังกล่าวของอีกลำธารหนึ่งอย่างมีนัยสำคัญ

สัญลักษณ์ตัวอักษรภาษาอังกฤษ (A และ B) แทน ผลการทดสอบภายในลำธารเดียวกัน โดยกลุ่มสัตว์ที่ปรากฏตัวอักษร A แสดงว่ามีความหนาแน่นของสัตว์ที่ระดับความลึกนั้นมากกว่าความหนาแน่นของสัตว์กลุ่มนั้นที่ระดับความลึกที่ปรากฏตัวอักษร B และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ

4.4 การศึกษาจำนวนกลุ่มของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กที่พบในลำธารห้วยพรมซังและลำธารห้วยพรมแล้ง

จากข้อมูลจำนวนกลุ่มของสัตว์ที่พบในแต่ละตัวอย่างตะกอน (ตัวอย่างตะกอนที่ได้จาก 1 ท่อพีวีซี ถือเป็น 1 ตัวอย่างเมื่อไม่คำนึงถึงระดับความลึกและถือเป็น 2 ตัวอย่างๆ ละ 1 ระดับความลึกเมื่อคำนึงถึงระดับความลึก และสัตว์แต่ละกลุ่มให้ถือว่ามีค่าเท่ากับ 1) พบว่า ลำธารห้วยพรมซังมีตัวอย่างสัตว์ทั้งสิ้น 66 กลุ่ม จากการเก็บตัวอย่าง 5 ครั้ง และห้วยพรมแล้งมีตัวอย่างสัตว์ทั้งสิ้น 53 กลุ่ม โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง (n = 15) แสดงในตารางที่ 11 ในจำนวนนี้ พบว่า สัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรในลำธารห้วยพรมซังมีจำนวนกลุ่มน้อยกว่าจำนวนที่พบในลำธารห้วยพรมแล้ง แต่มีจำนวนกลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวมากกว่า และกลุ่มสัตว์ใดที่มีความชุกชุมในลำธารใดลำธารหนึ่งมากกว่าอีกลำธารหนึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในหัวข้อ 5.1 มักเป็นกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยจำนวนสกุลต่อตัวอย่าง (กรณีที่สามารถจำแนกสกุลได้ เช่น หนอนจักรกลุ่มโมโนโกนอนท์ และกลุ่มแมลงน้ำ เป็นต้น) ค่าเฉลี่ยจำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง (กรณีที่จำแนกได้ในระดับที่สูงกว่าระดับสกุล แต่เป็นกลุ่มที่สามารถแบ่งเป็นกลุ่มย่อยหลายกลุ่ม เช่น ครัสเตเชีย) หรือค่าเฉลี่ยจำนวนตัวอย่างตะกอนที่พบ (กรณีที่ไม่สามารถจำแนกสกุลหรือระดับทางอนุกรมได้เลย เช่น ไรน้ำ และหนอนปล้อง เป็นต้น) ในลำธารนั้นมากกว่าอีกลำธารหนึ่งด้วย กลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรที่มีแนวโน้มในลักษณะดังกล่าว ได้แก่ หนอนจักรกลุ่มโมโนโกนอนท์ แกสโตรทริค ไรน้ำ ส่วนกลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว คือ กลุ่มตัวอ่อนแมลงชีปะขาว แมลงหนอนปลอกน้ำ และแมลงไคโรโนมิด และเมื่อพิจารณาโดยแยกระดับความลึก ก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกับการพิจารณาโดยไม่คำนึงถึงระดับความลึก

จำนวนกลุ่มที่พบทั้งหมด จำนวนกลุ่มที่พบแต่ละครั้ง และค่าเฉลี่ยจำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง โดยไม่แบ่งระดับความลึกแสดงในตารางที่ 11 และค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวซึ่งพิจารณาโดยแบ่งระดับความลึกแสดงในตารางที่ 12

4.5 การศึกษาจำนวนกลุ่มของสัตว์ที่พบระหว่างระดับความลึกในแต่ละลำธาร

ทั้งสองลำธารมีจำนวนกลุ่มของสัตว์ทั้งหมด สัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรและสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตรมากกว่าที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร (ตารางที่ 12) โดยสัตว์แต่ละกลุ่มที่มีความชุกชุมที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร มากกว่าที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในหัวข้อ 5.3 มักมีค่าเฉลี่ยจำนวนสกุลต่อตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยจำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง หรือค่าเฉลี่ยจำนวนตัวอย่างตะกอนที่พบ ที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร มากกว่าที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตรด้วยเช่นเดียวกัน กลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรในลำธารห้วยพรมซังที่มีแนวโน้มเช่นนี้ ได้แก่ หนอนจักรกลุ่มโมโนโกนอนท์ และ ครัสเตเชีย ขณะที่กลุ่มหนอนปล้องเป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวที่มีแนวโน้มคล้ายคลึงกัน สำหรับในลำธารห้วยพรมแล้งพบเฉพาะกลุ่มหนอนปล้องที่เข้าข่ายดังกล่าว

ตารางที่ 12 แสดงจำนวนกลุ่มของสัตว์ และค่าเฉลี่ยจำนวนกลุ่มที่พบแต่ละตัวอย่าง ในแต่ละระดับความลึก

จากผลการศึกษาที่กล่าวไปนั้นแสดงให้เห็นว่า ความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรที่พบทั้งสองลำธารมีค่าใกล้เคียงกันแต่ลำธารห้วยพรมแล้งมีจำนวนกลุ่มของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรมากกว่า ในทางตรงกันข้ามความชุกชุมและจำนวนกลุ่มที่พบของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวในลำธารห้วยพรมซังมีมากกว่าลำธารห้วยพรมแล้ง และในรายละเอียด พบว่า

1. หนอนจักรกลุ่มเดลลอยด์มีความชุกชุมมากที่สุดทั้งสองลำธาร ขณะที่ตัวอ่อนริ้นน้ำจืดพบทั้งสองลำธารเช่นกันแต่มีความชุกชุมน้อยกว่า

2. แกสโตรทริคและหนอนจักรกลุ่มโมโนโกนอนท์เป็นกลุ่มที่มีความหลากชนิดและความชุกชุมมากในลำธารห้วยพรมแล้งทั้งที่ตะกอนชั้นผิวและชั้นตะกอนที่อยู่ลึกลงไป ส่วนไรน้ำ ตัวอ่อนแมลงไคโรโนมิด ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว และตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำมีความชุกชุมและความหลากชนิดในลำธารห้วยพรมซ้งมากกว่าที่พบในลำธารห้วยพรมแล้ง ส่วนหมีน้ำมีความชุกชุมในลำธารห้วยพรมซ้งมากกว่าแต่พบในลำธารห้วยพรมซ้งเพียง 1 สกุล ขณะที่ลำธารห้วยพรมแล้งพบ 2 สกุล

3. หนอนจักรกลุ่มโมโนโกนอนท์และครัสตาเซียในลำธารห้วยพรมซ้งมีความชุกชุมที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตรมากกว่าที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตรอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่หนอนตัวกลมมีความชุกชุมที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตรมากกว่าที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตรในลำธารห้วยพรมแล้ง ส่วนหนอนปล้องของทั้งสองลำธารมีความชุกชุมที่ตะกอนชั้นบนมากกว่าตะกอนล่าง

ตารางที่ 11 จำนวนกลุ่ม และค่าเฉลี่ยจำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง (Mean ± SD) จากการเก็บตัวอย่าง 5 ครั้ง

taxa	ห้วยพรมซ้ง			ห้วยพรมแล้ง		
	จำนวนกลุ่มที่พบทั้งหมด	จำนวนกลุ่มที่พบแต่ละครั้ง	จำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง	จำนวนกลุ่มที่พบทั้งหมด	จำนวนกลุ่มที่พบแต่ละครั้ง	จำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง
Permanent meiofauna	27	12-19	8.87 ± 2.74	35	9-25	12.20 ± 3.90
Gastrotricha ?	2	1-2	**0.53 ± 0.51**	2	2	**1.53 ± 0.64**
Nematoda	2	1-2	1.07 ± 0.26	2	1-2	1.21 ± 0.41
Monogononta ?	10	1-5	**1.47 ± 1.25**	17	1-13	**4.60 ± 2.77**
Bdelloidea	1	1	0.73 ± 0.46	1	1	0.93 ± 0.26
Tardigrada ?	1	0-1	0.40 ± 0.51	2	0-1	0.13 ± 0.35
Acarina ?	1	1	**0.93 ± 0.26**	1	0-1	**0.27 ± 0.46**
Crustacea	7	4-6	2.40 ± 1.18	7	2-4	1.73 ± 0.96
Other permanent meiofauna	3	1-3	-	3	2-2	-

หมายเหตุ เครื่องหมายคำถาม (?) แสดงกลุ่มสัตว์ที่มีความหนาแน่นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในหัวข้อ 5.1

ตารางที่ 11 จำนวนกลุ่มและค่าเฉลี่ยจำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง (Mean ± SD) จากการเก็บตัวอย่าง 5 ครั้ง (ต่อ)

taxa	ห้วยพรมซ้ง			ห้วยพรมแล้ง		
	จำนวนกลุ่มที่พบทั้งหมด	จำนวนกลุ่มที่พบแต่ละครั้ง	จำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง	จำนวนกลุ่มที่พบทั้งหมด	จำนวนกลุ่มที่พบแต่ละครั้ง	จำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง
Temporary meiofauna ?	39	16-25	12.60 ± 2.69	18	5-9	3.93 ± 1.98
Ephemeroptera ?	7	4-6	2.93 ± 1.22	4	0-2	0.53 ± 0.83
Trichoptera ?	6	1-4	1.00 ± 0.85	3	0-2	0.33 ± 0.49
Coleoptera	9	2-6	2.27 ± 1.28	-	-	-
Ceratopogonidae	7	1-4	1.67 ± 1.05	5	1-3	1.13 ± 1.06
Chironomidae ?	2	2	1.80 ± 0.41	2	1-2	0.73 ± 0.59
Corbicula	1	1	0.93 ± 0.26	-	-	-
Oligochaeta	1	1	0.87 ± 0.35	1	1	1.00 ± 0.00
Other temporary meiofauna	6	2-5	-	3	1-2	-
Total	66	30-41	21.47 ± 4.66	53	14-33	16.13 ± 5.30

หมายเหตุ เครื่องหมายคำถาม (?) แสดงกลุ่มสัตว์ที่มีความหนาแน่นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในหัวข้อ 5.1

ตารางที่ 12 จำนวนกลุ่มของสัตว์ และค่าเฉลี่ยจำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง (Mean ± SD) ในแต่ละระดับความลึก

Taxa	ห้วยพรมชัง				ห้วยพรมแล้ง			
	0-5 เซนติเมตร		5-10 เซนติเมตร		0-5 เซนติเมตร		5-10 เซนติเมตร	
	จำนวนกลุ่ม	จำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง	จำนวนกลุ่ม	จำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง	จำนวนกลุ่ม	จำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง	จำนวนกลุ่ม	จำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง
Permanent meiofauna	26	8.07 ± 2.15	21	5.93 ± 2.22	32	10.07 ± 3.49	29	8.73 ± 4.38
Gastrotricha	2	0.20 ± 0.41	2	0.40 ± 0.51	2	1.47 ± 0.64	2	1.13 ± 0.64
Nematoda	2	1.07 ± 0.26	1	1.00 ± 0.00	2	1.07 ± 0.26	2	1.13 ± 0.35
Monogononta	8	1.20 ± 1.08	6	0.47 ± 0.74	16	3.33 ± 2.44	15	2.80 ± 2.91
Bdelloidea	1	0.73 ± 0.46	1	0.67 ± 0.49	1	0.93 ± 0.26	1	0.73 ± 0.46
Tardigrada	1	0.40 ± 0.51	1	0.27 ± 0.46	1	0.07 ± 0.26	1	0.07 ± 0.26
Acarina	1	0.87 ± 0.35	1	0.80 ± 0.41	1	0.27 ± 0.46	1	0.13 ± 0.35
Crustacea	7	2.20 ± 1.01	6	1.23 ± 0.80	6	1.47 ± 0.92	5	1.13 ± 0.99
Other permanent meiofauna	4	-	3	-	3	-	2	-

ตารางที่ 12 จำนวนกลุ่มของสัตว์ และค่าเฉลี่ยจำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง (Mean ± SD) ในแต่ละระดับความลึก (ต่อ)

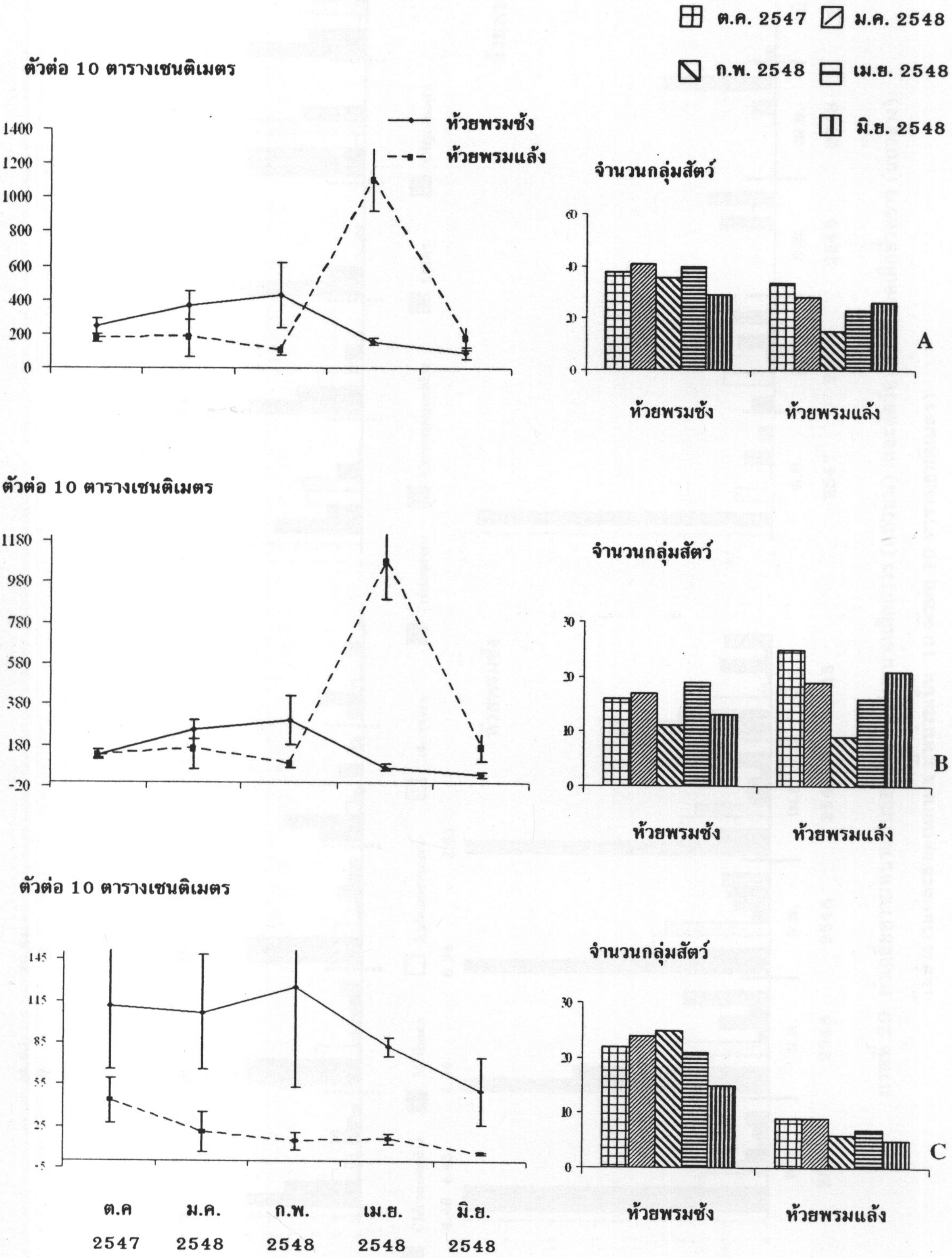
Taxa	ห้วยพรมชั้ง				ห้วยพรมแล้ง			
	0-5 เซนติเมตร		5-10 เซนติเมตร		0-5 เซนติเมตร		5-10 เซนติเมตร	
	จำนวนกลุ่ม	จำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง	จำนวนกลุ่ม	จำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง	จำนวนกลุ่ม	จำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง	จำนวนกลุ่ม	จำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง
Temporary meiofauna	32	9.60 ± 3.70	31	8.20 ± 4.02	16	3.40 ± 1.77	8	1.87 ± 1.60
Ephemeroptera	6	1.93 ± 0.88	7	1.80 ± 1.42	4	0.53 ± 0.83	1	0.27 ± 0.46
Trichoptera	5	0.87 ± 0.83	3	0.40 ± 0.74	3	0.33 ± 0.49	-	-
Coleoptera	6	2.00 ± 1.07	3	1.27 ± 1.34	-	-	-	-
Ceratopogonidae	5	1.13 ± 1.06	5	1.07 ± 0.80	4	1.07 ± 0.96	4	0.60 ± 0.83
Chironomidae	2	1.53 ± 0.64	2	1.60 ± 0.51	2	0.40 ± 0.63	1	0.47 ± 0.52
Corbicula	1	0.80 ± 0.41	1	0.93 ± 0.26	-	-	-	-
Oligochaeta	1	0.80 ± 0.41	1	0.60 ± 0.51	1	0.93 ± 0.26	1	0.47 ± 0.52
Other temporary meiofauna	5	-	9	-	2	-	1	-
Total	58	17.53 ± 4.61	52	14.13 ± 5.40	48	13.47 ± 4.81	37	10.60 ± 5.59

4.6 พลวัตของความชุกชุมและจำนวนกลุ่มของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก

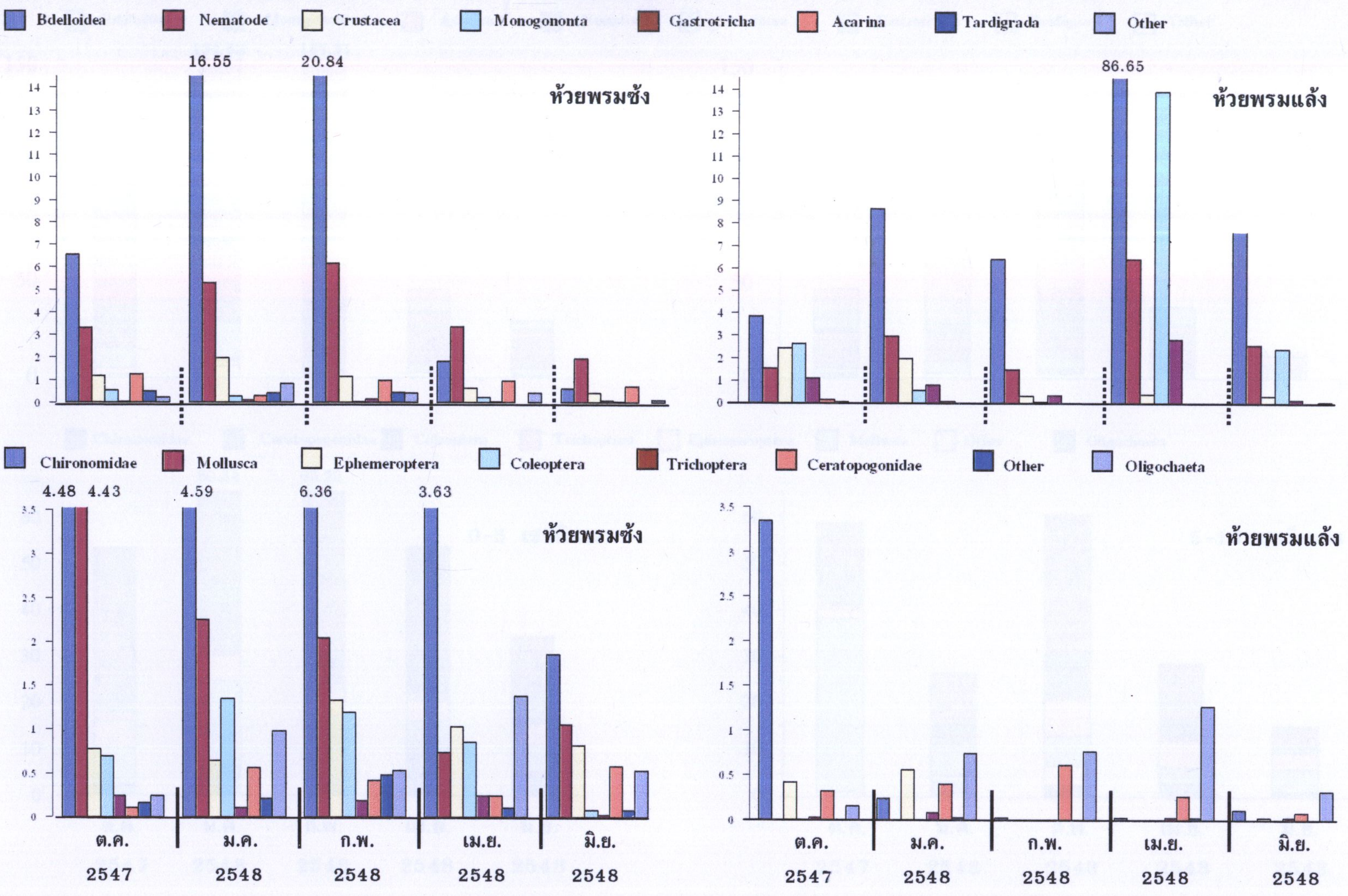
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของความชุกชุมของสังคมสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในแต่ละครั้งของลำธารห้วยพรมซ้ง พบว่า ความชุกชุมของสัตว์มีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละครั้งโดยมีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 89.62 - 427.42 ตัวต่อ 10 ตารางเซนติเมตร (Total: χ^2= 9.167 p = 0.057) (ภาพที่ 19) ทั้งนี้ สัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรมีความชุกชุมที่แตกต่างกัน (Per: χ^2= 12.167 p = 0.016) โดยมีความชุกชุมมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวมีค่าไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาในสัตว์แต่ละกลุ่มพบเฉพาะหนอนจักรกลุ่มเดลลอยด์ที่มีความชุกชุมผันแปรตามเวลา (χ^2= 11.988 p = 0.017) โดยมีความชุกชุมน้อยที่สุดในเดือนมิถุนายน ส่วนตัวอย่างตะกอนของเดือนมกราคมและเดือนกุมภาพันธ์ พบมีความชุกชุมเป็นจำนวนมาก (ภาพที่ 20) ในทำนองเดียวกัน หนอนจักรกลุ่มนี้ยังมีความชุกชุมผันแปรตามเวลาเมื่อพิจารณาโดยแยกระดับความลึกด้วย (0-5 เซนติเมตร: χ^2= 10.252 p = 0.036; 5-10 เซนติเมตร: χ^2= 12.478 p = 0.014) โดยที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร พบชุกชุมน้อยที่สุดในเดือนมิถุนายน และเมษายน และพบชุกชุมมากในเดือนมกราคม และเดือนกุมภาพันธ์ตามลำดับ แต่ที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร มีความชุกชุมมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ (ภาพที่ 21) และที่ระดับความลึกนี้ ยังมีความชุกชุมของสัตว์ทั้งหมดและความ ชุกชุมสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรที่แตกต่างกันในแต่ละครั้ง (Total: χ^2= 9.567 p = 0.048; Per: χ^2= 12.180 p = 0.016) เมื่อพิจารณาในแง่ของจำนวนกลุ่มที่พบโดยไม่คำนึงถึงระดับความลึกพบสัตว์ทั้งสิ้น 29-41 กลุ่ม โดยพบมากที่สุดในเดือนมกราคมและพบน้อยที่สุดในเดือนมิถุนายน และพบว่า กลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรที่พบในเดือนกุมภาพันธ์ทั้งสองระดับความลึกมีจำนวนกลุ่มน้อยกว่าเดือนอื่นๆ เสมอ ส่วนกลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวพบมีจำนวนกลุ่มมากในเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน (ภาพที่ 19 และตารางที่ 14; ภาคผนวก ก)

ในลำธารห้วยพรมแล้งไม่มีความแตกต่างในแง่ความชุกชุมของจำนวนสัตว์ทั้งหมด สัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรและสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว แต่ข้อมูลความชุกชุมของหนอนจักรกลุ่มโมโนโกนอนท์และแกสโตรทริคเป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรเพียง 2 กลุ่มที่มีความชุกชุมที่แตกต่างกันในแต่ละครั้ง (Mono: χ^2= 9.510 p = 0.050; Gas: χ^2= 9.628 p = 0.047) โดยทั้งสองกลุ่ม พบชุกชุมมากในเดือนเมษายน แต่กลุ่มแรกมีความชุกชุมน้อยที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนแกสโตรทริค พบน้อยที่สุดในเดือนมิถุนายน และกุมภาพันธ์ตามลำดับ และตัวอ่อนแมลงไคโรโนมิดเป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวที่มีความชุกชุมผันแปรตามเวลา (Chiro: χ^2 = 9.766 p = 0.045) โดยมีความชุกชุมมากที่สุดในเดือนตุลาคม สำหรับการวิเคราะห์ที่ระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร ไม่พบความแตกต่างของความชุกชุมของสัตว์ทุกกลุ่ม (ภาพที่ 22) เมื่อพิจารณาในแง่ของจำนวนกลุ่มของสัตว์ ปรากฏว่า ทั้งกลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรและสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวมีจำนวนกลุ่มลดลงจากเดือนตุลาคมและต่ำที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ก่อนจะพบจำนวนกลุ่มเพิ่มขึ้นในเดือนเมษายน (ภาพที่ 19) ทั้งนี้ หนอนจักรกลุ่มโมโนโกนอนท์มีจำนวนกลุ่มลดลงอย่างมากในเดือนกุมภาพันธ์โดยพบเพียง 1 สกุล ขณะที่ตะกอนตัวอย่างระดับความลึก 0-5 เซนติเมตรในเดือนอื่นๆ พบหนอนจักรกลุ่มนี้มากถึง 6-10 สกุล และที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร พบ 2-11 สกุล (ตารางที่ 15; ภาคผนวก ก)

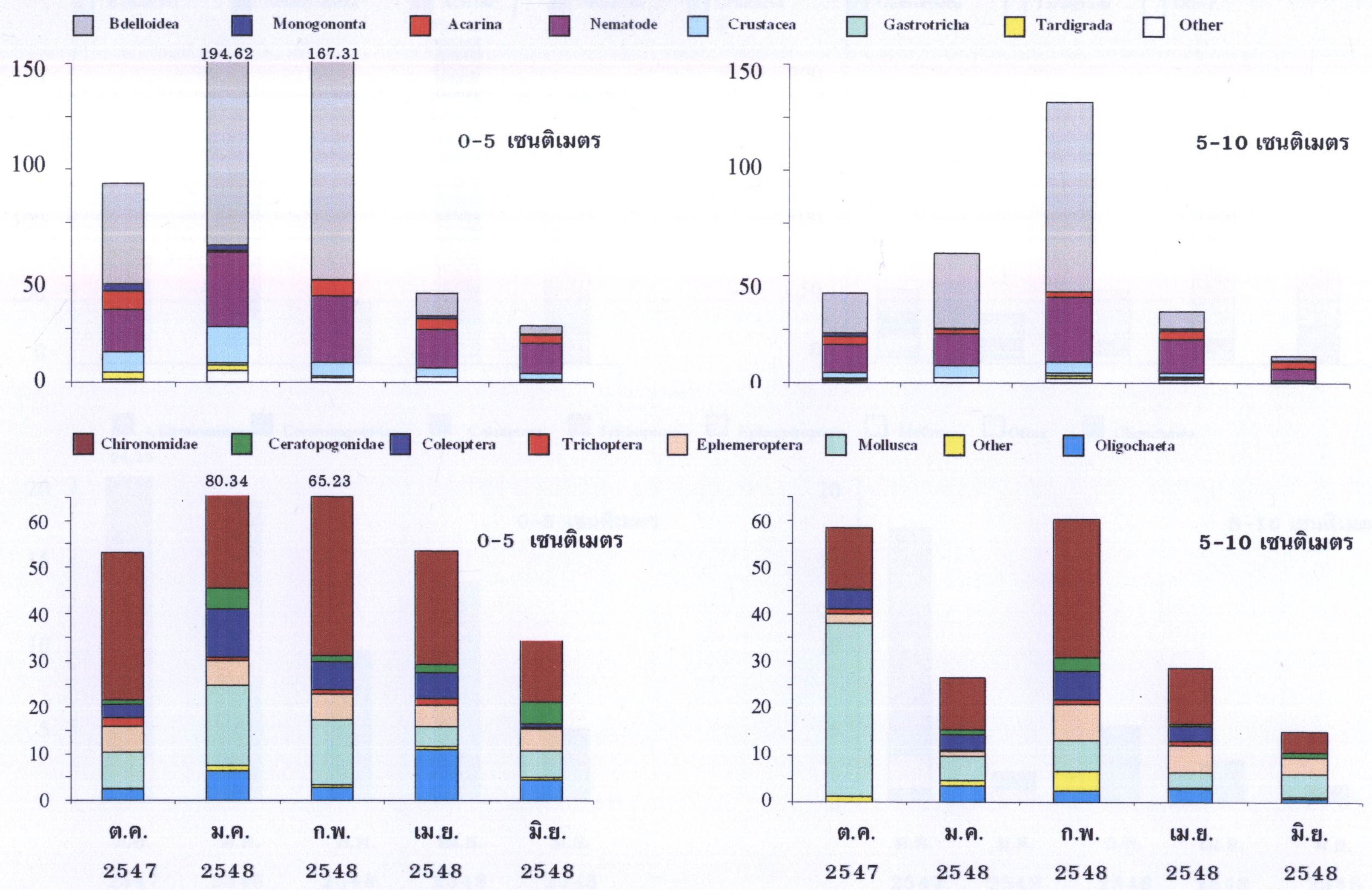
ภาพที่ 19, 20, 21 และ 22 แสดงค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของสัตว์ที่พบในแต่ละครั้ง



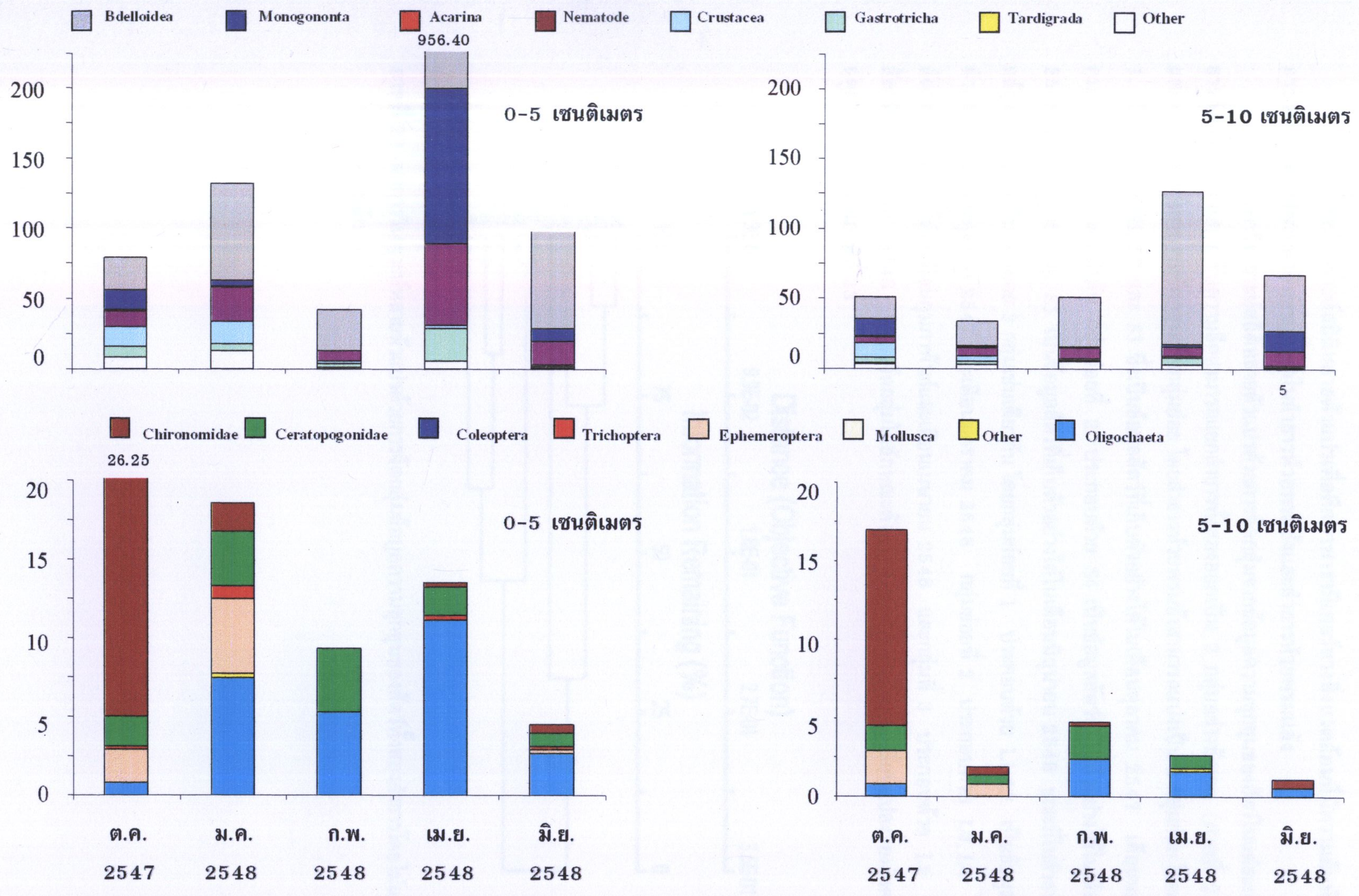
ภาพที่ 19 ค่าเฉลี่ยความหนาแน่น (Mean ± SE) และจำนวนกลุ่มของสัตว์ที่พบทั้งหมด (A) กลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร (B) และกลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว (C) โดยไม่แบ่งความลึก



ภาพที่ 20 ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร (แถวบน) และสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว (แถวล่าง) ในลำธารแต่ละสาย (แกน X มีหน่วยเป็น 10 ตัวต่อ 10 ตารางเซนติเมตร)



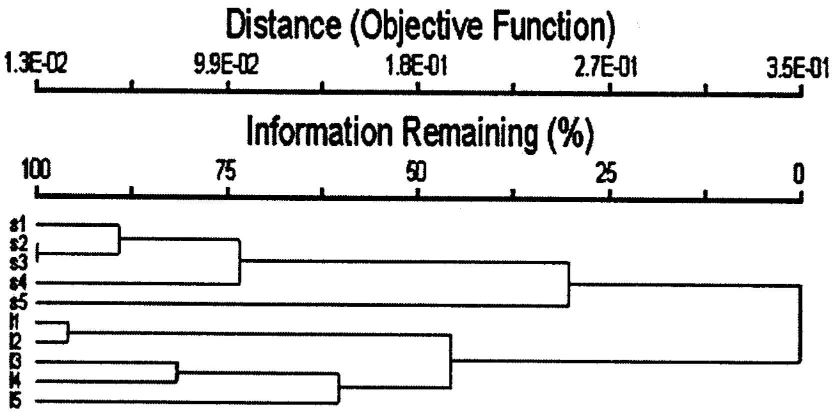
ภาพที่ 21 ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร (แถวบน) และสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว (แถวล่าง) ในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งในลำธารห้วยพรมซ้งที่ระดับความลึกทั้งสอง สาย (แกน X มีหน่วยเป็น ตัวต่อ 10 ตารางเซนติเมตร)



ภาพที่ 22 ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร (แถวบน) และสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว (แถวล่าง) ในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งในลำธารห้วยพรมแล้งที่ระดับความลึกทั้งสอง (แกน X มีหน่วยเป็น ตัวต่อ 10 ตารางเซนติเมตร)

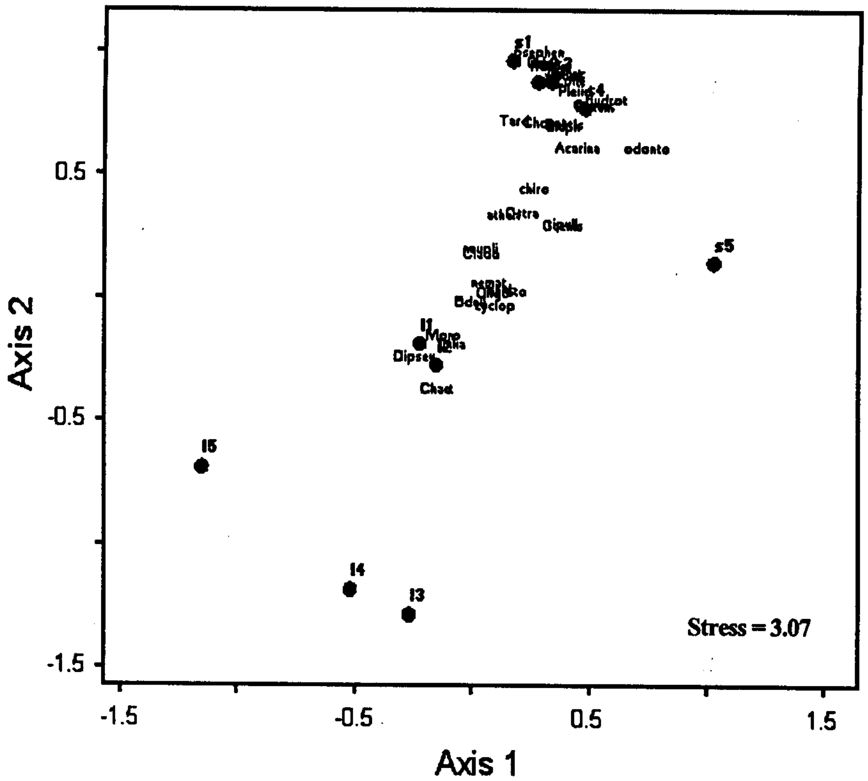
4.7 การวิเคราะห์สถิติหลายตัวแปรเพื่อศึกษาพารามิเตอร์ทางสิ่งแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กับการกระจายของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในลำธารห้วยพรมซ้งและลำธารห้วยพรมแล้ง

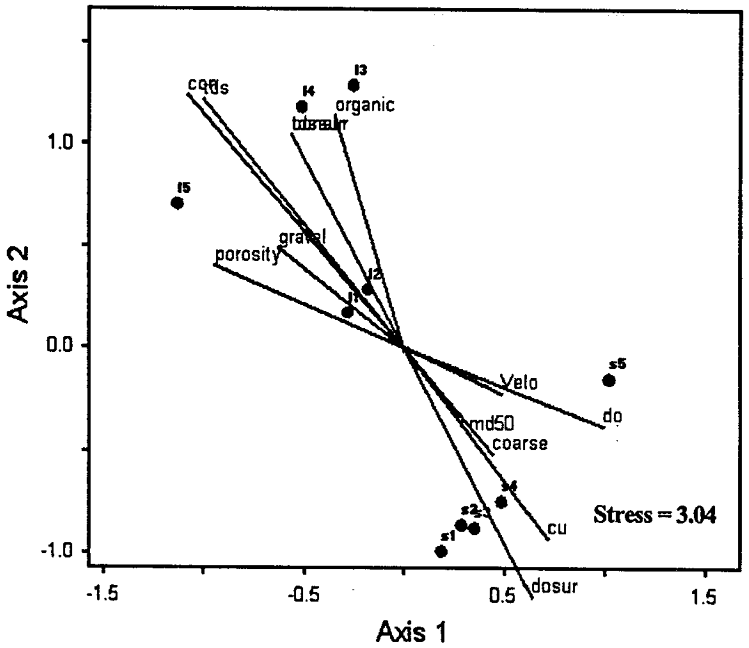
การวิเคราะห์สถิติหลายตัวแปรด้วยการจัดกลุ่มจากข้อมูลความชุกชุมของสัตว์ในแต่ละกลุ่มของลำธารทั้งสองโดยไม่แยกระดับความลึกสามารถแยกลำธารทั้งสองออกเป็น 2 กลุ่มอย่างชัดเจน (ภาพที่ 23) และในแต่ละ ลำธารยังสามารถจัดกลุ่มเป็นกลุ่มย่อย โดยลำธารห้วยพรมซ้งสามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อย โดยกลุ่มย่อยที่ 1. ประกอบด้วย S1, S2 และ S3 ซึ่งเป็นข้อมูลสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในเดือนตุลาคม 2547 เดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ 2548 ตามลำดับ กลุ่มย่อยที่ 2. ประกอบด้วย S4 เป็นข้อมูลสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในเดือนเมษายน 2548 และกลุ่มย่อยที่ 3. S5 เป็นข้อมูลสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในเดือนมิถุนายน 2548 ขณะที่ในลำธารห้วยพรมแล้งสามารถแบ่งเป็นกลุ่มย่อย 3 กลุ่มเช่นเดียวกัน โดยกลุ่มย่อยที่ 1 ประกอบด้วย L1, L2 เป็นข้อมูลสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในเดือนตุลาคม 2547 และเดือนมกราคม 2548 กลุ่มย่อยที่ 2 ประกอบด้วย L3, L4 เป็นข้อมูลสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในเดือนกุมภาพันธ์และเดือนเมษายน 2548 และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย L5 เป็นข้อมูลสัตว์ที่เก็บมิถุนายน 2548 การจัดกลุ่มในลักษณะดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของสังคมสัตว์ตามฤดูกาล ดังแสดงในภาพที่ 23



ภาพที่ 23 ผลการวิเคราะห์หลายตัวแปรด้วยการจัดกลุ่มข้อมูลความชุกชุมของสัตว์ทั้งสองลำธารโดยไม่แยกระดับความลึก

เมื่อใช้การวิเคราะห์หลายตัวแปรด้วยการจัดอันดับเพื่อศึกษาพารามิเตอร์ทางสิ่งแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กับการกระจายของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในลำธารทั้งสอง พบว่า ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำ ซึ่งประกอบด้วย ความเร็วกระแสน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณของแข็งละลายน้ำเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการกระจายของสัตว์ (r^2 > 0.200) ในทำนองเดียวกัน ปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพของตะกอนพื้นท้องน้ำ ประกอบด้วยค่ามัธยฐานขนาดตะกอน ปริมาณกรวด ปริมาณตะกอนหยาบ ความพรุน ความแตกต่างขนาดตะกอน และปริมาณสารอินทรีย์ เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการกระจายของสัตว์ (r^2 > 0.200) และพบว่ากลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวส่วนใหญ่ ยกเว้น ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำไดซูดอปซิด มีการกระจายตัวสัมพันธ์กับความแตกต่างขนาดตะกอนและค่าออกซิเจนละลายน้ำผิวดิน ดังแสดงในภาพที่ 24 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำในลำธารห้วยพรมซ้งมีปริมาณตะกอนหยาบมาก ขนาดอนุภาคค่อนข้างใหญ่ มีขนาดอนุภาคตะกอนที่หลากหลาย มีน้ำไหล และมีปริมาณออกซิเจนมากกว่า ส่วนลำธารห้วยพรมแล้งมีอนุภาคกรวด สารอินทรีย์ ความพรุน ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำและปริมาณของแข็งละลายน้ำมากกว่า และลักษณะทางสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันนี้ทำให้สังคมสัตว์หน้าดินขนาดเล็กนั้นแตกต่างกัน





ภาพที่ 24 ผลการวิเคราะห์หลายตัวแปรด้วยการจัดอันดับเพื่อศึกษาพารามิเตอร์ทางสิ่งแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กับการกระจายของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในลำธารทั้งสอง (ตัวย่อของสัตว์แต่ละกลุ่มแสดงในภาคผนวก ก)

ตารางที่ 13 สรุปผลการศึกษาแสดงค่าเฉลี่ยของข้อมูลลักษณะทางกายภาพลำธาร คุณภาพน้ำ ลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของชั้นตะกอน และความหนาแน่นและความหลากชนิดของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก

พารามิเตอร์	ห้วยพรมซัง		ห้วยพรมแล้ง	
ลักษณะกายภาพของลำธาร				
ความเร็วกระแสน้ำ	0.13 ±0.20 (n = 4)		0.004 ± 0.01	
ความกว้างช่องน้ำ	11.94 ±0.74		6.45 ±1.49	
ความลึก	28.97 ±34.67		38.97 ±18.41	
คุณภาพน้ำ	**น้ำเหนือชั้นตะกอน**	**น้ำในชั้นตะกอน**	**น้ำเหนือชั้นตะกอน**	**น้ำในชั้นตะกอน**
พีเอช	7.24± 0.35	7.05 ±0.41	7.24 ±0.28	7.06 ±0.25
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	7.07 ±1.17	4.08 ±1.76	3.61 ±1.13	2.24 ±1.11
ค่าการนำไฟฟ้า	178.61 ±36.01	185.82 ±45.86	393.08 ±83.75	443.93 ±94.94
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	119.60 ±24.59	125.37 ±30.06	263.10 ±56.66	307.47 ±84.93
อุณหภูมิน้ำ	23.25 ±3.82	23.33 ±3.11	21.35 ±3.96	21.51 ±3.50

ตารางที่ 13 สรุปผลการศึกษาเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพลำธาร คุณภาพน้ำ ลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของชั้นตะกอนและความหนาแน่นและความหลากชนิดของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก (ต่อ)

พารามิเตอร์	ห้วยพรมซัง				ห้วยพรมแล้ง			
ลักษณะของชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ	0-5 ซ.ม.		5-10 ซ.ม.		0-5 ซ.ม.		5-10 ซ.ม.	
ค่ามัธยฐานขนาดตะกอน	11.58±7.93		5.25 ±3.85		5.93 ±5.01		3.59 ±2.12	
ปริมาณตะกอนหยาบ	1.21 ±0.48		0.81 ±0.28		0.71 ±0.35		0.58 ±0.31	
ปริมาณกรวด	0.19 ±0.08		0.23 ±0.09		0.31 ±0.13		0.35 ±0.10	
ปริมาณตะกอนละเอียด	0.41 ±0.14		0.69 ±0.14		0.44 ±0.32		0.66 ±0.24	
ความพรุน	36.29 ±10.40		33.11 ±3.65		38.94 ±7.43		35.78± 4.48	
ความแตกต่างขนาดตะกอน	35.29 ±26.84		35.39 ±25.13		7.67 ±3.93		8.76 ±6.00	
ปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมด	1.60 ±0.78		1.52 ±0.61		2.55 ±10.39		2.95 ±1.30	
ความหนาแน่นและความหลากหลาย	ความหนาแน่น	จำนวนกลุ่ม	ความหนาแน่น	จำนวนกลุ่ม	ความหนาแน่น	จำนวนกลุ่ม	ความหนาแน่น	จำนวนกลุ่ม
สัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร	104.47 ± 25.80	26	57.54 ± 12.75	21	262.39 ± 103.16	32	66.18 ± 14.96	29
สัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว	57.48 ± 11.89	32	37.75 ± 10.53	31	14.42 ± 3.87	16	5.51 ± 1.93	8
ทั้งหมด	161.95 ± 36.36	58	95.30 ± 19.48	52	276.81 ± 103.64	48	71.70 ± 15.29	37

บทที่ 5
อภิปรายผลการศึกษา

1. ลักษณะทางกายภาพของลำธารห้วยพรมซังและลำธารห้วยพรมแล้ง

ลักษณะทางกายภาพของลำธารที่สนใจ คือ อุณหภูมิอากาศ ความเร็วกระแสน้ำ ความกว้างช่องน้ำและความลึก ซึ่งพบว่า ความผันแปรของปริมาณน้ำที่ไหลในลำธาร (discharge) ของลำธารห้วยพรมซังปรากฏชัดเจนกว่าลำธารห้วยพรมแล้ง น้ำในลำธารห้วยพรมซังไหลตลอดทั้งปี แต่มีความลึกเฉลี่ยในแต่ละครั้งประมาณ 7 - 95 เซนติเมตร โดยน้ำลดระดับจนเห็นพื้นลำธารบางบริเวณในช่วงฤดูแล้งและความเร็วกระแสน้ำลดลงอย่างมาก ส่วนช่วงน้ำหลากมีความลึกมากและเร็วมาก ขณะที่น้ำในลำธารห้วยพรมแล้งบริเวณศึกษาซึ่งอยู่เหนือฝายมีความลึกเฉลี่ยจากแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างประมาณ 30 - 50 เซนติเมตร น้ำไหลช้าจนไม่สามารถตรวจวัดความเร็วด้วยเครื่องมือวัดได้และมีน้ำเต็มความกว้างของช่องน้ำตลอดช่วงทำการศึกษา ความผันแปรนี้ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบแต่ละครั้ง ลักษณะทางกายภาพนี้ที่บริเวณเหนือฝายแตกต่างจากบริเวณใต้ฝายซึ่งนิศารัตน์ คล้ายทอง (2543) อลงกรณ์ ผาผง (2544) บุญเสฐียร บุญสูง (2544) และสุมาลี สีนอเนตร (2547) พบว่า ความลึกและความเร็วกระแสน้ำในลำธารห้วยพรมแล้งบริเวณใต้ฝายมีค่าแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล สุมาลี สีนอเนตร (2547) พบว่า ความลึกของน้ำในลำธารใต้ฝายของห้วยพรมแล้งบริเวณแอ่งระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน 2547 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 9.6 - 30 เซนติเมตร ความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงระหว่างลำธารเหนือฝายและลำธารใต้ฝายดังกล่าวให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของ Ziser (1985) ที่พบว่าลำธารเหนือฝายมีความผันแปรของปริมาณน้ำที่ไหลในลำธาร (discharge) ตามเวลาน้อยกว่าลำธารใต้ฝาย แสดงให้เห็นว่า ฝายมีผลต่อรูปแบบการไหลของน้ำในลำธาร (water flow regime) (Boulton and Block, 1995) โดยลดความผันแปรของปริมาณน้ำที่ไหลในลำธาร พิจารณาได้จากความเร็วและความลึกซึ่งเป็นลักษณะที่ผันแปรตามลักษณะดังกล่าว (Allan, 1995) และจากผลการศึกษาทั้ง 4 เรื่องข้างต้น พบว่าความผันแปรของปริมาณน้ำที่ไหลในลำธารห้วยพรมแล้งบริเวณใต้ฝายมีลักษณะใกล้เคียงกับลำธารห้วยพรมซัง โดยมีปริมาณน้ำลดลงอย่างมากในช่วงปลายฤดูหนาวและต้นฤดูร้อน จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนของพื้นที่ใกล้เคียง 2 บริเวณ คือ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว และสถานีปรับปรุงพันธุ์อ้อยทุ่งพระ จังหวัดชัยภูมิ ซึ่งห่างจากจุดเก็บตัวอย่างทั้งสองประมาณ 18 และ 23 กิโลเมตร ตามลำดับ ได้แสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาที่ทำการวิจัยมีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าทุกปีที่ผ่านมา ดังนั้นแม้ในเดือนเมษายนเริ่มมีฝนตกบ้างแล้ว แต่ปริมาณน้ำที่น้อยกว่าทุกปีนี้ก็อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ความลึกและความเร็วไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม เมื่อเข้าสู่ช่วงต้นฤดูน้ำหลาก พบว่ามีความลึกและความเร็วกระแสน้ำเพิ่มขึ้น สำหรับบริเวณใต้ฝาย บุญเสฐียร บุญสูง (2544) ได้รายงานว่าในเดือนสิงหาคม และกันยายน 2543 เกิดน้ำหลากมากทำให้ต้นไม้ขนาดใหญ่และต้นไม้ริมลำธารล้ม และกระแสน้ำที่ไหลเชี่ยวมากนี้ได้เคลื่อนย้ายหินขนาดต่างๆ ไปสะสมบริเวณริมลำธารมากขึ้น ภาวะน้ำหลากจึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของวัตถุและภายหลังเมื่อกระแสน้ำลดความเร็วลงทำให้เกิดการสะสมของวัตถุที่ถูกพัดมากับกระแสน้ำ จึงอาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้พบท่อนไม้จำนวนมากสะสมในบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง และอาจเป็นช่วงเวลาเดียวที่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำที่ไหลในลำธารเหนือฝายอย่างชัดเจนสอดคล้องกับรายงานของ Ziser (1985) ในขณะที่ช่วงเวลาอื่นๆ มีการไหลของน้ำอย่างช้าๆ และสม่ำเสมอกว่า (Boulton and Block, 1995) จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้อาจมีผลต่อโครงสร้างสังคมและการตอบสนองของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในทิศทางที่แตกต่างกัน ดังเช่นที่ปรากฏในการศึกษานี้ที่พบว่าสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรที่พบในลำธารห้วยพรมซังมีความชุกชุมลดลงเมื่อเข้าสู่เดือนเมษายน 2548 ซึ่งคล้ายคลึงกับ Cowell et al.

(2004) ที่พบความหนาแน่นเฉลี่ยของสัตว์ลดลงเมื่อเข้าสู่ภาวะแห้งแล้ง ต่างกับลำธารห้วยพรมแล้งที่กลับมีความชุกชุมเพิ่มมากขึ้นในเดือนดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กของทั้งสองลำธารก็มีค่าลดลงเมื่อเข้าสู่ช่วงน้ำหลากสอดคล้องกับการศึกษาของ Olsen and Townsend (2005) ดังนั้น ในลำธารที่ไม่ถูกรบกวนด้วยสิ่งก่อสร้างที่ทำให้ลักษณะการไหลของน้ำ (water regime) เปลี่ยนแปลงไปดังเช่นลำธารห้วยพรมซ้ง ภาวะแห้งแล้งและภาวะน้ำหลากจึงเป็นสิ่งรบกวนที่สำคัญของลักษณะทางกายภาพและความชุกชุมของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน สำหรับอิทธิพลของความกว้างของช่องน้ำต่อการกระจายของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กไม่ปรากฏเด่นชัดสอดคล้องกับการรายงานของ (Mary and Marmonier, 2000) อย่างไรก็ตาม แสงอาจส่องถึงพื้นลำธารได้เป็นบริเวณกว้างในลำธารที่มีความกว้างของช่องน้ำมากกว่าซึ่งพืชน้ำและเพอริไฟตอนที่เจริญในบริเวณต่าง ๆ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงนั้น อาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งนอกเหนือจากความเร็วกระแสน้ำที่ส่งเสริมให้น้ำในลำธารห้วยพรมซ้งมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่าในลำธารห้วยพรมแล้ง

2. ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้นตะกอน

ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของของน้ำที่แตกต่างกันระหว่างลำธารห้วยพรมซ้งและลำธารห้วยพรมแล้งให้ผลสอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของลำธารที่แตกต่างกัน ฝายที่ลำธารห้วยพรมแล้งได้ชะลอการไหลของกระแสน้ำทำให้ลักษณะทางกายภาพของลำธารเปลี่ยนไปคล้ายบริเวณแอ่งซึ่งเป็นบริเวณที่มีค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดมีค่าสูงกว่าบริเวณแก่ง แต่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่า (สุมาลี สีนอเนตร, 2547) เนื่องจากมีเศษซากอินทรีย์ อนุภาคตะกอนขนาดเล็ก และสารเคมีที่ละลายในน้ำจำนวนมาก ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ให้ผลสอดคล้องกัน การศึกษาก่อนหน้านี้ในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวโดยผู้ศึกษาท่านอื่น ๆ ให้ผลคล้ายคลึงกันว่า ความเร็วกระแสน้ำ ปริมาณสารอินทรีย์ ร่มเงาของต้นไม้และกิจกรรมของมนุษย์เป็นปัจจัยที่มีผลให้เกิดความผันแปรมากต่อค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ และค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำ (ประสาท เนืองเฉลิม, 2544; วิไลลักษณ์ ไชยปะ, 2544; สุมาลี สีนอเนตร, 2547) แต่ค่าพีเอชไม่แตกต่างกันสอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนหน้านี้ในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวหรือในที่อื่น ๆ เช่น เขตอุทยานแห่งชาติภูพาน (ไพบูรณ์ เกตุวงษา, 2544) ที่มีค่าพีเอชไม่แตกต่างกันในลำธารคนละสาย พีเอชจึงเป็นปัจจัยที่อาจมีค่าใกล้เคียงกันได้แม้ลำธารจะมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน และจากความสามารถของการเป็นบัฟเฟอร์ของน้ำผิวดิน (Allan, 1995) และชั้นตะกอน (Giere, 1993) ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง และพีเอชก็เป็นปัจจัยที่ไม่มีผลต่อสัตว์หน้าดินขนาดเล็กมากนัก (Pennak, 1988) Williams (1984) และ Boulton and Block (1995) กล่าวว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและพีเอชของน้ำเหนือชั้นตะกอนมักมีค่าสูงกว่าน้ำในชั้นตะกอน แต่ผลการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในการศึกษานี้ไม่ได้แสดงให้เห็นว่าปริมาณสารอินทรีย์ในชั้นตะกอนทำให้มีความเข้มข้นของไอออนมากกว่าน้ำเหนือชั้นตะกอน ความแตกต่างที่เกิดขึ้นจึงอาจมีสาเหตุมาจากปัจจัยทางกายภาพ เช่น น้ำเหนือชั้นตะกอนมีโอกาสสัมผัสกับอากาศตลอดเวลา และไหลได้เร็วกว่าน้ำในชั้นตะกอน (Brunke and Gonser, 1997) รวมทั้งการสังเคราะห์ด้วยแสงของเพอริไฟตอนและพืชน้ำ ปัจจัยทั้งสามอย่างดังกล่าวต่างมีส่วนร่วมในการเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำและอาจเป็นสาเหตุให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเหนือชั้นตะกอนมีความผันแปรมากกว่าน้ำในชั้นตะกอนด้วย เมื่อพิจารณาความผันแปรของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ผลการศึกษาครั้งนี้สะท้อนให้เห็นว่าอุณหภูมิและปริมาณน้ำในลำธารเป็นปัจจัยสำคัญเช่นกัน อุณหภูมิน้ำมีความผันแปรเช่นเดียวกับอุณหภูมิอากาศ แต่มีความผันแปรในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเหนือชั้นตะกอน อุณหภูมิสูงในช่วงฤดูร้อนทำให้ออกซิเจนละลายน้ำได้น้อยลงตรงข้ามกับช่วงฤดูหนาวที่ออกซิเจนสามารถละลายน้ำได้มากขึ้น สำหรับค่า

การนำไฟฟ้าและปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดมีความผันแปรในลักษณะที่ใกล้เคียงกัน และสังเกตได้ว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นก็มีค่าทั้งสองสูงขึ้นเช่นเดียวกันทั้งนี้เพราะเมื่อเข้าสู่ฤดูร้อนกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่สะสมในลำธารตั้งแต่ช่วงฤดูหนาวเกิดได้อย่างรวดเร็วแต่ในเดือนเมษายนมีค่าทั้งสองลดลงอาจเป็นเพราะมีปริมาณน้ำมากขึ้นซึ่งพิจารณาได้จากปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ใกล้เคียง ปริมาณน้ำฝนที่มากขึ้นดังกล่าวทำให้ไอออนต่าง ๆ เจือจางลงและลดลงอย่างมากในช่วงฤดูน้ำหลาก ผลที่กล่าวมาข้างต้นเกิดขึ้นในน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้นตะกอนของลำธารห้วยพรมซ้ง แต่สำหรับลำธารห้วยพรมแล้งพบค่าการนำไฟฟ้าและค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำของน้ำเหนือชั้นตะกอนลดลงในเดือนเมษายนแต่น้ำในชั้นตะกอนกลับยังมีค่าสูงขึ้น อาจเป็นเพราะไอออนที่ละลายออกมาอย่างต่อเนื่องไม่ได้ถูกแทนที่ด้วยน้ำเหนือชั้นตะกอน

3. ลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ

ลำธารห้วยพรมซ้งมีปริมาณตะกอนหยาบมากกว่าลำธารห้วยพรมแล้ง ทำให้ขนาดอนุภาคของตะกอนพื้นท้องน้ำมีขนาดใหญ่กว่า ส่วนลำธารห้วยพรมแล้งบริเวณใต้ฝายมีสภาพพื้นอาศัยเป็นลานหินต่างกับจุดเก็บตัวอย่างที่เป็นกรวดและทราย ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการสะสมของอนุภาคขนาดเล็กเหล่านี้ในภายหลัง เป็นเพราะท่อนไม้ขนาดใหญ่จำนวนมากซึ่งมีบทบาทสำคัญในการตกตะกอนและการดักจับตะกอน (Lemberti and Gregory, 1996) ได้ดักจับอนุภาคเหล่านี้ไว้ การสะสมของขนาดอนุภาคตะกอนที่มีขนาดใกล้เคียงกันนี้ทำให้ค่าความแตกต่างขนาดตะกอนในลำธารห้วยพรมแล้งน้อยกว่าลำธารห้วยพรมซ้ง แต่การที่ความพรุนมีค่าต่างกันเพียงเล็กน้อย เพราะความพรุนเป็นลักษณะที่ไม่ได้รับผลกระทบจากขนาดอนุภาคเพียงอย่างเดียว แต่ยังได้รับผลจากรูปร่าง วิธีของการสะสมและการอัดตัว (Pettijohn, 1975) การเก็บตัวอย่างที่ทำให้อนุภาคตะกอนมีการเรียงตัวใหม่ทำให้ความพรุนมีค่าแตกต่างจากสภาพธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม โดยปกติตะกอนที่มีขนาดอนุภาคเล็กมักมีความพรุนค่อนข้างมาก (Pettijohn, 1975) จึงมีความเป็นไปได้เช่นกันที่ตะกอนที่มีขนาดอนุภาคแตกต่างกันจะมีความพรุนใกล้เคียงกัน (Fraser, 1935) ในด้านชีวภาพพบว่าที่ลำธารห้วยพรมแล้งมีการสะสมของเศษซากท่อนไม้จำนวนมากจึงทำให้มีสารอินทรีย์ในชั้นตะกอนมากกว่าลำธารห้วยพรมซ้ง ความเป็นไปได้อีกประการ คือ กระแสน้ำในลำธารห้วยพรมซ้งได้พัดพาอนุภาคอินทรีย์ออกจากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างขณะที่ในลำธารห้วยพรมแล้งซึ่งมีกระแสน้ำไหลช้ากว่าทำให้อนุภาคสารอินทรีย์ขนาดเล็กยังคงสะสมในชั้นตะกอน การเปรียบเทียบขนาดอนุภาคตะกอนระหว่างความลึกในแต่ละลำธาร พบว่า ขนาดตะกอนที่ความลึก 5-10 เซนติเมตรมีขนาดเล็กกว่า ตะกอนที่ความลึก 0-5 เซนติเมตร เพราะมีตะกอนหยาบน้อยกว่าและมีอนุภาคขนาดเล็กมากกว่า อนุภาคขนาดเล็กเหล่านี้มักแทรกอยู่ในช่องว่างที่เป็นแหล่งอาศัยของสัตว์ที่อาศัยในชั้นตะกอนทำให้ไม่เหมาะต่อการดำรงชีวิต (Boulton et al.,1998) และแนวโน้มดังกล่าวยังปรากฏในลำธารห้วยพรมแล้งด้วย สำหรับปริมาณสารอินทรีย์ที่พบในระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร มีค่ามากกว่าที่ระดับ 0-5 เซนติเมตรเล็กน้อย อาจเพราะมีเศษซากอินทรีย์จากท่อนไม้สะสมมากกว่า และผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ในแต่ละครั้ง พบเฉพาะปริมาณสารอินทรีย์ที่มีความผันแปรในแต่ละครั้ง โดยในลำธารห้วยพรมซ้งมีสารอินทรีย์สะสมมากในช่วงน้ำหลาก จากผลการศึกษา Olsen and Townsend (2005) ที่พบว่าหลังช่วงน้ำหลาก 2 วันมีปริมาณสารอินทรีย์ที่สะสมในพื้นลำธารมากกว่าก่อนช่วงน้ำหลากแสดงให้เห็นว่าช่วงน้ำหลากเป็นช่วงที่การเคลื่อนย้ายของสารอินทรีย์อย่างมาก จึงอาจมีการสะสมได้มากในช่วงเดียวกัน ส่วนลำธารห้วยพรมแล้งพบความผันแปรของปริมาณสารอินทรีย์ที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตรโดยมีค่าสูงที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าอนุภาคสารอินทรีย์ขนาดใหญ่ เช่น ใบไม้ที่ร่วงหล่นและสะสมมากในเดือนมกราคมถูกย่อยสลายให้มีขนาดเล็กลงและสะสมมากในตะกอนชั้นผิว และเมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณ

สารอินทรีย์ในระดับความลึก 5-10 เซนติเมตรของการเก็บตัวอย่างเดือนมกราคมพบว่ามีค่าค่อนข้างสูง ซึ่งเป็นไปได้ว่าในแต่ละบริเวณนั้นมีการสะสมของสารอินทรีย์ที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะบริเวณที่มีท่อนไม้จมแช่น้ำ

4. สังคมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก

การวิเคราะห์หลายตัวแปรด้วยการจัดกลุ่มข้อมูลความชุกชุมของสัตว์แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างสังคมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในลำธารทั้งสองนั้นแตกต่างกัน โดยลำธารห้วยพรมซ้งมีความชุกชุมของสัตว์ที่อาศัยในชั้นตะกอนหลากหลายกว่าลำธารห้วยพรมแล้ง ลำธารห้วยพรมซ้งมีสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวน้อยกว่าสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรประมาณ 2 เท่า ในจำนวนนี้มีสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวจำนวนมากที่ไม่พบในลำธารห้วยพรมแล้ง ณ จุดเก็บตัวอย่าง เช่น หอยเล็บม้า ตัวอ่อนด้วง ตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Ephemeridae และ Pothamanthidae ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ ยกเว้นวงศ์ Dipseudopsidae หรือแม้แต่สัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรบางกลุ่ม เช่น Micrognathozoa ขณะที่สัตว์หน้าดินขนาดเล็กบางกลุ่ม เช่น ไรน้ำ หมีน้ำและฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอด มีความชุกชุมมากกว่า ในทางตรงกันข้าม ลำธารห้วยพรมแล้งมีสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวน้อยกว่าสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรประมาณ 30 เท่า สัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวที่ไม่พบในลำธารห้วยพรมซ้งบางสกุลเป็นพวกที่ชอบอยู่ในทราย เช่น ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Dipseudopsidae (Wiggins, 1996) ขณะที่กลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรที่ไม่พบในลำธารห้วยพรมซ้งส่วนใหญ่เป็นหนอนจักรกลุ่มโมโนโกนอนท์ เช่น *Lindia, Itura, Trichocerca, Trichotria* และ *Platyias* ซึ่งเป็นสกุลที่พบชุกชุมไม่มากนักในลำธารนี้เช่นเดียวกัน ส่วนแกสโตรทริคมีความชุกชุมมากในลำธารห้วยพรมแล้ง ผลการศึกษาดังกล่าวบ่งชี้ว่าพื้นลำธารที่เป็นทรายเป็นพื้นอาศัยที่ไม่เอื้อต่อการดำรงชีวิตของสัตว์หน้าดิน (Hynes, 1970) โดยเฉพาะสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ (Allan, 1995) ในทางตรงข้าม การพบสัตว์หน้าดินขนาดเล็กอย่างหลากหลายในลำธารที่มีขนาดอนุภาคตะกอนที่ใหญ่กว่าและมีความแตกต่างของขนาดอนุภาคมากกว่ามักพบได้ทั่วไป (Minshall, 1984; Hynes, 1970) แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลของความแตกต่างนี้ได้เพราะเป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยอื่นๆ หลายปัจจัย อย่างไรก็ตามความมีเสถียรภาพของพื้นอาศัยซึ่งเป็นลักษณะที่แปรผันกับขนาดของอนุภาคตะกอนและความแตกต่างของพื้นอาศัย (substrate heterogeneity) ซึ่งบ่งชี้ด้วยค่าความแตกต่างขนาดตะกอน อาจเป็นปัจจัยสำคัญเพราะตะกอนที่มีขนาดใหญ่จะสามารถทนต่อการพัดพาของกระแสน้ำได้ดี ขณะที่พื้นอาศัยที่หลากหลายสามารถรองรับความต้องการพื้นอาศัยที่แตกต่างกันของสัตว์แต่ละชนิด (Minshall, 1984) การพบความแตกต่างของความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวระหว่างลำธารทั้งสองขณะที่สัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรมีความชุกชุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Stead et al. (2003) ที่พบว่าขนาดอนุภาคและความเร็วกระแสน้ำเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่มากกว่ากลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก การศึกษาการกระจายตามแนวดิ่งพบว่าความชุกชุมของสัตว์ที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตรมากกว่าที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติแต่มีแนวโน้มของความหนาแน่นและจำนวนกลุ่มที่ลดลงเมื่อความลึกเพิ่มขึ้นนั้น อาจเป็นเพราะชั้นตะกอนที่อยู่ลึกลงไปมีตะกอนละเอียดสะสมมากขึ้น ตะกอนละเอียดดังกล่าวมักแทรกอยู่ในช่องว่างระหว่างอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่าและกีดขวางการแทนที่ของออกซิเจนจึงไม่เหมาะต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ในชั้นตะกอน (Boulton et al., 1998) การวิเคราะห์หลายตัวแปรยังแบ่งกลุ่มย่อยของสัตว์ตามฤดูกาล พลวัตของความชุกชุมที่ปรากฏในลำธารห้วยพรมซ้งมีลักษณะใกล้เคียงกับ Dudgeon (1999) ที่กล่าวว่าสัตว์หน้าดินมีความชุกชุมมากที่สุดในช่วงเปลี่ยนจากฤดูหนาวเป็นฤดูร้อน ก่อนที่จะมีความชุกชุมน้อยที่สุดในช่วงมรสุมฤดูร้อน เพราะภาวะน้ำหลาก เช่นเดียวกับ Olsen and Townsend (2005) ที่ทำการศึกษาในลำธาร Kyeburn ประเทศนิวซีแลนด์ที่พบสัตว์หน้าดินขนาดเล็กมีความชุกชุมลดลงเมื่อเกิดภาวะน้ำหลาก สำหรับความชุกชุมที่ลดลงของสัตว์หน้าดิน

ขนาดเล็กถาวรในลำธารห้วยพรมซังในเดือนเมษายน ได้สะท้อนถึงผลของภาวะแห้งแล้งเช่นเดียวกับการศึกษาของ Cowell et al. (2004) ในลำธารสาขาของแม่น้ำ Alafia ประเทศสหรัฐอเมริกาที่พบความหนาแน่นเฉลี่ยของสัตว์หน้าดินไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินลดลงเมื่อเข้าสู่ภาวะแห้งแล้ง ส่วนในลำธารห้วยพรมแล้งฝายกั้นน้ำทำให้สัตว์ในบริเวณจุดเก็บตัวอย่างไม่ได้รับอิทธิพลของภาวะดังกล่าว เป็นไปได้ว่าในลำธารนี้ยังมีสารอินทรีย์อยู่มากเพราะเป็นบริเวณน้ำนิ่ง ซึ่งมีอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ช้ากว่าบริเวณแก่ง (สุมาลี สีนอเนตร, 2547) สัตว์หน้าดินขนาดเล็กจึงใช้สารอินทรีย์ที่สะสมนี้เป็นอาหาร อีกประเด็นหนึ่งพิจารณาจากข้อมูลความชุกชุมของสัตว์ที่พบในแต่ละครั้งของลำธารนี้ พบว่า ในเดือนกุมภาพันธ์มีความชุกชุมและจำนวนชนิดน้อยที่สุด โดยเฉพาะหนอนจักรกลุ่มโมโนโกนอนท์ที่พบเพียง 1 สกุล (ตารางที่ 15; ภาคผนวก ก) สอดคล้องกับจิตรา ตีระเมธี (2549) พบความชุกชุมที่สัตว์หนอนจักรกลุ่มนี้ในช่วงฤดูร้อนน้อยกว่าฤดูอื่นๆ และพบว่าในเดือนนี้มีความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวน้อยที่สุดเช่นเดียวกัน จึงอาจทำให้การแก่งแย่งแข่งขันเพื่ออาหารลดน้อยลงด้วย ทั้งสองประเด็นดังกล่าวอาจเป็นสาเหตุให้สัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรในลำธารห้วยพรมแล้งมีความชุกชุมเพิ่มขึ้นในเดือนเมษายน จากที่กล่าวมาทั้งหมด แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ต่อโครงสร้างสังคมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก ไม่ว่าจะเป็นสิ่งรบกวนตามธรรมชาติ พื้นอาศัย กระแสน้ำ และอิทธิพลของการควบคุมการไหลของน้ำ ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Boulton et al. (2002) ซึ่งอธิบายโครงสร้างสังคมของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินโดยแบ่งสัตว์ในแหล่งน้ำเป็น 2 กลุ่ม คือ สัตว์ขนาดใหญ่และสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก โดยไม่คำนึงถึงปัจจัยทางชีวภาพ ในลำธารห้วยพรมแล้งมีการสะสมของท่อนไม้จำนวนมาก ซึ่งทำหน้าที่ดักจับตะกอนขนาดเล็กที่พัดมากับกระแสน้ำ โดยเฉพาะอนุภาคกรวดและทราย ขณะที่ฝายกั้นน้ำได้ชะลอการไหลของน้ำในช่วงอื่นๆ ของปี พื้นอาศัยที่เป็นทรายดังกล่าว เป็นพื้นอาศัยที่ไม่เหมาะต่อการดำรงชีวิตของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก โดยเฉพาะสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว ในทางตรงข้าม ลำธารห้วยพรมซังมีขนาดอนุภาคตะกอนค่อนข้างใหญ่และถูกรบกวนเพียงเล็กน้อย จึงมีความแตกต่างของพื้นอาศัยมากและเหมาะกับการเป็นที่อยู่ของสัตว์หลายชนิด สิ่งรบกวนตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นเป็นไปตามฤดูกาล ซึ่งมีผลลดความชุกชุมของสัตว์ลง การพบสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในลำธารห้วยพรมซังมากกว่าในลำธารห้วยพรมแล้งจึงสนับสนุนแนวคิดของ Vannote et al. (1980) ที่เชื่อว่าในระบบนิเวศที่มีโครงสร้างทางกายภาพที่มีความเสถียรมากอาจมีความหลากหลายทางชีวภาพน้อยตรงข้ามกับในระบบที่มีความแปรปรวนของลักษณะทางกายภาพมากอาจมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์มากกว่า ส่วนภาวะแห้งแล้งและภาวะน้ำหลากเป็นสิ่งรบกวนสำคัญต่อสังคมของสัตว์หน้าดินในลำธาร

บทที่ 6
สรุปผลการศึกษา

1. ค่าเฉลี่ยข้อมูลปริมาณน้ำฝนและค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศของเดือนตุลาคม 2547 ถึงเดือนมิถุนายน 2548 มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ดังกล่าวในช่วงเดียวกันของปี พ.ศ. 2544 – 2546

2. ลักษณะการไหลของน้ำ (water regime) ในลำธารห้วยพรมซ้งแตกต่างกับลำธารห้วยพรมแล้ง ความเร็วและความลึกของน้ำในลำธารห้วยพรมซ้งมีความผันแปรตามฤดูกาลอย่างชัดเจน โดยในเดือนตุลาคมมีน้ำเต็มช่องน้ำซึ่งกว้างประมาณ 12 เมตร ความเร็วกระแสน้ำประมาณ 0.4 เมตรต่อวินาทีและลึกประมาณ 25 เซนติเมตร จากนั้นในเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน ระดับลดลงจนเห็นพื้นลำธารบางบริเวณ ความเร็วกระแสน้ำลดลงเหลือประมาณ 0.05 เมตรต่อวินาที แต่ในเดือนมิถุนายนมีระดับน้ำเพิ่มเป็น 95-120 เซนติเมตรและมีความเร็วกระแสน้ำประมาณ 0.5 เมตรต่อวินาที ในทางตรงกันข้าม ฝายกั้นน้ำทำให้น้ำในลำธารห้วยพรมแล้งไหลช้ามาก มีค่าเฉลี่ยความลึกในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งประมาณ 30 – 50 เซนติเมตร และมีน้ำเต็มช่องน้ำตลอดทั้งปี

3. ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำเหนือชั้นตะกอนและน้ำในชั้นตะกอนให้ผลสอดคล้องกับลักษณะการไหลของน้ำในลำธาร ค่าพีเอชของน้ำทั้งสองลำธารมีค่าไม่แตกต่างกัน และน้ำในชั้นตะกอนมีพีเอชน้อยกว่าน้ำเหนือชั้นตะกอนเล็กน้อย แต่ลำธารห้วยพรมซ้งมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่าลำธารห้วยพรมแล้ง ขณะที่ฝายกั้นน้ำทำให้มีไอออนต่าง ๆ สะสมมากขึ้นจึงมีค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดสูงกว่า และมีเฉพาะปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของน้ำเหนือชั้นตะกอนที่มีค่าสูงกว่าน้ำในชั้นตะกอน แต่พารามิเตอร์อื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน

4. ปัจจัยทางกายภาพที่กล่าวในข้อ 3 มีความผันแปรตามเวลา ยกเว้น ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของน้ำในชั้นตะกอน ในฤดูหนาว น้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูง แต่ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำมีค่าต่ำ เมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูร้อน น้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายลดลง แต่ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำมีค่าสูงขึ้น ส่วนช่วงน้ำหลากมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้นอีกครั้ง ขณะที่ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำมีค่าลดลง

5. ลำธารห้วยพรมซ้งมีขนาดอนุภาคตะกอนพื้นท้องน้ำใหญ่กว่าขนาดตะกอนในลำธารห้วยพรมแล้ง และมีขนาดของตะกอนที่หลากหลายมากกว่า ลำธารห้วยพรมแล้งมีพื้นลำธารเป็นทรายและมีขนาดอนุภาคใกล้เคียงกัน คาดว่าอนุภาคตะกอนเหล่านี้ถูกดักจับโดยท่อนไม้ขนาดใหญ่ในช่วงน้ำหลาก และลำธารห้วยพรมแล้งมีปริมาณสารอินทรีย์มากกว่าลำธารห้วยพรมซ้งซึ่งอาจสะสมในตะกอนด้วยเหตุการณ์เดียวกัน สำหรับความพรุนมีค่าต่างกันเล็กน้อย

6. มีเฉพาะปริมาณสารอินทรีย์ที่มีความผันแปรตามฤดูกาลโดยลำธารห้วยพรมซ้งมีสารอินทรีย์สะสมมากในช่วงน้ำหลาก ส่วนตะกอนชั้นบนของลำธารห้วยพรมแล้งปรากฏความผันแปรตามฤดูกาล ซึ่งอาจเป็นเพราะกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ และการที่มีท่อนไม้จมแช่น้ำเป็นจำนวนมากจึงอาจทำให้สารอินทรีย์สะสมในพื้นลำธารแต่ละบริเวณไม่เท่ากัน

7. การศึกษานี้ พบสัตว์ทั้งหมด 9 ไฟลัม ได้แก่ 1. แพลทีเฮลมินธิส 2. แกสโตรทริกา 3. นีมาโทดา 4. โรติเฟอรา 5. นาโธสโตมูลิดา 6. ทาร์ดิกราดา 7. แอนนิลิดา 8. อาร์โทรโพดา ประกอบด้วยกลุ่มย่อย ๆ อีกหลายกลุ่ม ได้แก่ อันดับ อะคารินา ไฟลัมย่อย ครัสตาเชีย เช่น อันดับย่อย คลาโดเซอรา คลาสออสตราโคดา อันดับ ฮาร์แพคทิคอยดา อันดับ ไซโคลพอยดา และ คลาส อินเซคตา 9. มอลลัสกา โดยกลุ่ม

แมลง หอยสองฝาและหนอนปล้อง จัดเป็นกลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราว ส่วนสัตว์กลุ่มอื่นๆ จัดเป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวร

8. การวิเคราะห์ด้วยการจัดกลุ่มแสดงให้เห็นว่าสังคมสัตว์หน้าดินขนาดเล็กของสองลำธารมีความแตกต่างกันโดยลำธารห้วยพรมซ้งมีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กชั่วคราวมากกว่าลำธารห้วยพรมแล้ง ขณะที่ลำธารทั้งสองมีกลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กถาวรใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม สัตว์บางกลุ่ม เช่น แกสโตรทริค และหนอนจักรกลุ่มโมโนโกนอนท์ พบชุกชุมมากในลำธารห้วยพรมแล้ง ขณะที่ไรน้ำและหมีน้ำพบชุกชุมมากในลำธารห้วยพรมซ้ง

9. การวิเคราะห์ด้วยการจัดอันดับได้แสดงปัจจัยที่แตกต่างกันที่มีผลต่อโครงสร้างสังคมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในแต่ละลำธาร

10. การวิเคราะห์ด้วยการจัดกลุ่มแสดงให้เห็นว่าความชุกชุมของสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในแต่ละครั้งถูกจัดกลุ่มตามฤดูกาล

เอกสารอ้างอิง

จิตรา ตีระเมธี. 2549. ความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด ในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นิศารัตน์ คล้ายทอง. 2543. ชีววิทยาของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Stenopsyche siamensis* (Insecta: Trichoptera). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บพิธ จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์. 2545a. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง I: โพรโทซัว ถึง ทาร์ดิกราดา. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

__________. 2545b. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง II: แอนเนลิดา ถึง โพรโตคอร์ดาทา. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญเสฐียร บุญสูง. 2544. ความหลากชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์ Heptageniidae ในลำธารห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานห่งชาติน้ำหนาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประสาท เนืองเฉลิม. 2544. ความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Leptoceridae ในลำธารห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ไพบูรณ์ เกตุวงษา. 2544. ความหลากหลายของแมลงชีปะขาว (Insecta: Ephemeroptera) ในลำธารสามสายของอุทยานแห่งชาติภูพาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ลัดดา วรรณขาว, พรอุษา อุดมศิลป์ และสมพล จรรยาภรณ์. 2544. ตำราชุดการวิเคราะห์ทางธรณีเทคนิค เรื่อง กลศาสตร์ดิน: ทฤษฎีและปฏิบัติการ. ฝ่ายผลิตเอกสารภาควิชาเทคโนโลยีธรณี คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิฏูษิต มัณฑะวิจิตร. 2548. ระเบียบวิธีวิจัยทางวาริชศาสตร์. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วิไลลักษณ์ ไชยปะ. 2544. ความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศศิวรรณ โตเชื้อ, จิรพร รุจิระยรรยง, และเสาวภา อังสุภานิช. 2539. การแพร่กระจายและความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กบริเวณหาดทราย จ. นครศรีธรรมราช และ จ. สงขลา. วารสารการประมง. 49(5): 425-435.

สุมาลี สีนอเนตร. 2547. การสลายเศษซากใบไม้ในลำธารต้นน้ำของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อลงกรณ์ ผาผง. 2544. **ความหลากชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Allan, J. D. 1995. **Stream Ecology Structure and Function of Running Water.** Chapman & Hall, London.

Balsamo, M. and Antonio Todaro, M. 2002. Gastrotricha. In: **Freshwater Meiofauna: Biology and Ecology.** S. D. Rundle, A. L. Robertson and J. M. Shmid-Araya (Eds.), pp. 45-61. Backhuys Publishers., Leidens, The Netherlands.

Barnes, R. O. 1973. An In-Situ Interstitial Water Sampler for Use in Unconsolidated Sediments. **Deep Sea Research.** 20: 1125-1128.

Beiers, S. and Traunspurger, W. 2003. Temporal Dynamics of Meiofauna Communities in Two Submountain Carbonate Streams with Different Grain Size. **Hydrobiologia.** 498: 107-131.

Beschta, P. L. 1996. Suspended Sediment and Bedload. In: **Methods in Stream Ecology.** F. R. Hauer and G. A. Lamberti (Eds.), pp. 123-143. Academic Press, San Diego, USA.

Boulton, A. J., Findlay, S., Marmonier, P., Stanley, E. H. and Valett, H. M. 1998. The Functional Significance of the Hyporheic Zone in Streams and Rivers. **Annual Review of Ecological Systematics.** 29: 59-81.

Boulton, A. J., Hakenkamp, C., Palmer, M. and Strayer, D. 2002. Freshwater Meiofauna and Surface Water-Sediment Linkages: A Conceptual Framework for Cross-System Comparisons. In: **Freshwater Meiofauna: Biology and Ecology.** S. D. Rundle, A. L. Robertson and J. M. Shmid-Araya (Eds.), pp. 241-259. Backhuys Publishers., Leidens, The Netherlands.

Boulton, A. J. and Block, M. A. 1998. **Australian Freshwater and Ecology: Processes and Management.** Gleneagles Plublishing, Australia.

Briggs, D. 1977. **Sources and Methods in Geography: Sediments.** Butterworths & Co (Publisher) Ltd, London.

Brunke, M. and Gonser, T. 1997. The Ecological Significance of Exchange Processes between Rivers and Groundwater. **Freshwater Biology.** 37: 1 - 33.

Brusca, R. C. and Brusca, G. J. 2003. **Invertebrates.** 2nd ed. Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland.

Cooper, S. D., Diehl, S., Kratz, K. and Sarnelle, O. 1998. Implication of Scale for Patterns and Process in Stream Ecology. **Australian Journal of Ecology.** 23: 27-40.

Coull, B. C. and Giere, O. 1988. The History of Meiofauna Research. In: **Introduction to the Study of Meiofauna.** R. P. Higgins and H. Thiel (Eds.), pp. 14-17. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.

Courtney, G. W., Teskey, H. J., Merritt, R. W. and Foote, B. A. 1996. Aquatic Diptera Part One: Larvae of Aquatic Diptera. In: **An Introduction to the Aquatic Insects of North America.** 3rd ed. R. W. Merritt and K. W. Cummins (Eds.), pp. 484-514. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, USA.

Cowell, B. C., Remley, A. H. and Lynch, D. M. 2004. Seasonal Pattern in Distribution and Abundance of Benthic Invertebrate in Six Headwater Streams in Central Florida. **Hydrobiologia.** 522: 99-115.

Dudgeon, D. 1999. **Tropical Asian Streams: Zoobenthos, Ecological and Conservation.** Hong Kong University Press, Hong Kong.

Fraser, H. J. 1935. Experimental Study of Porosity and Permeability of Clastic Sediments. **Journal of Geology.** 43: 910-1010.

Giere, O. 1993. **Meiobenthology: The Microscopic Fauna in Aquatic Sediments.** Splinger-Verlag, Berlin Heihelberg, Germany.

Giere, O., Eleftheriou, A. and Morison, D. J. 1988. Abiotic Factors. In: **Introduction to the Study of Meiofauna.** R. P. Higgins and H. Thiel (Eds.), pp. 61-78. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.

Greiser, N. and Faubel, A. 1988. Biotic Factors. In: **Introduction to the Study of Meiofauna.** R. P. Higgins and H. Thiel (Eds.), pp. 79-114. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.

Hakenkamp, C., Morin, A. and Strayer, D. 2002. The Functional Importance of Freshwater Meiofauna. In: **Freshwater Meiofauna: Biology and Ecology.** S. D. Rundle, A. L. Robertson and J. M. Shmid-Araya (Eds.). pp. 321-336. Backhuys Publishers., Leidens, The Netherlands.

Higgins, R. P., and Thiel, H. 1988. Prospectus. In : **Introduction to the Study of Meiofauna.** R. P. Higgins and H. Thiel (Eds.), pp. 11-13. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.

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

Idris, B. A. G. 1983. **Freshwater Zooplankton of Malaysia (Crustacea: Cladocera).** Penerbit Universiti Pertanian Malaysia.

Kolasa, J. 2002. Microturbellaria. In: **Freshwater Meiofauna: Biology and Ecology.** S. D. Rundle, A. L. Robertson and J. M. Shmid-Araya (Eds.). pp. 1-14. Backhuys Publishers., Leidens, The Netherlands.

Koste, W. 1978. **Rotatoria: Die Radertiere Mitteleuropas Volume 2.** Gebruder Borntrager, Berlin.

Lamberti, G. A. and Gregory, S. V. 1996. Transport and Retention of CPOM. In: **Methods in Stream Ecology.** F. R. Hauer and G. A. Lamberti (Eds.), pp. 217-232. Academic Press, San Diego, USA.

Leichtfried, M. 1988. Bacterial Substrates in Gravel Beds of a Second Order Alpine Stream (Project Ritrodat-Lunz Australia). **Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und angewandete Limnologie.** 23: 1325-1332.

Malmquist, B. 2002. Aquatic Invertebrates in Riverine Landscapes. **Freshwater Biology.** 47: 679-694.

Mare, M. F. 1942. A Study of a Marine Benthic Community with Special Reference to the Micro-Organisms. **Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom.** 25: 517-554.

Mary, N. and Marmonier, R. 2000. First Survey of Interstitial Fauna in New Caledonian Rivers: Influence of Geological and Geomorphological Characteristics. **Hydrobiologia.** 418: 199-208.

Minshall, G. W. 1984. Aquatic Insect-Substratum Relationships. In: **The Ecology of Aquatic Insects.** V. H. Resh and D. M. Rosenberg (Eds.), pp. 358-400. Praeger Publishers, New York.

Nelson, D. R. and McInnes, S. J. 2002. Tardigrada. In: **Freshwater Meiofauna: Biology and Ecology.** S. D. Rundle, A. L. Robertson and J. M. Shmid-Araya (Eds.). pp. 177-215. Backhuys Publishers., Leidens, The Netherlands.

Olsen, D. A. and Townsend. C. R. 2005. Flood Effects on Invertebrates, Sediments and Particulate Organic Matter in Hyporheic Zone of Gravel-Bed Stream. **Freshwater Biology.** 50: 839-853.

Palmer, M. A., Covich, A. P., Lake, S., Biro, P., Brooks, J. J., Cole, J., Dahm, C., Gibert, J., Goedkoop, W., Martens, K., Verhoeven, J. and van de Bund, W. J. 2000. Linkages between Aquatic Sediment Biota and Life Above Sediments as Potential Drivers of Biodiversity and Ecological Processes. **BioScience.** 50(12): 1062-1075.

Pennak, R. W. 1988. Ecology of The Freshwater Meiofauna. In: **Introduction to the Study of Meiofauna.** R. P. Higgins and H. Thiel (Eds.), pp. 39-60. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.

Pennak, R. W. and Van Gerpen, E. D. 1947. Bottom Fauna Production and Physical Nature of the Substrate in a Northern Calorado Trout Stream. **Ecology.** 28: 42-48.

Pettijohn, F. J. 1975. **Sedimentary Rocks.** 3rd ed. Harper & Row Publisher, New York.

Pusch, M., Fiebig, D., Brettar, I., Eisenmann, H., Ellis, B. K., Kaplan, L. A., Lock, M. A., Naegeli, M. W. and Traunspurger, W. 1998. The Role of Micro-Organisms in the Ecological Connectivity of Running Waters. **Freshwater Biology.** 40: 453-495.

Robertson, A. L., Rundle, S. D., and Schmid-Araya, J. M. 2000a. An Introduction to a Special Issue on Lotic Meiofauna. **Freshwater Biology.** 44: 1-3.

____________. 2000b. Putting the Stream Ecology: Current Findings and Future Directions for Lotic Meiofaunl Reseach. **Freshwater Biology.** 44: 177 - 183.

Rundle, S. D., Robertson, A. L. and Schmid-Araya, J. M. (Eds.). 2002. **Freshwater Meiofauna: Biology and Ecology.** Backhuys Publishers., Leidens, The Netherlands.

Ruppert, E. E., Fox, R. S. and Barnes, R. D. 2004. **Invertebrate Zoology: A Functional Evolutionary Approach.** 7th ed. Thomson Learning, Inc., USA.

Sangpradub, N. and BoonSoong, B. 2007. **Identification of Freshwater Invertebrates of Mekong River and Tributaries.** Mekong River Commission.

Schmid, P. E. and Schmid-Araya, J. M. 2002. Trophic Relationships in Temporary and Permanent Freshwater Meiofauna. In: **Freshwater Meiofauna: Biology and Ecology.** S. D. Rundle, A. L. Robertson and J. M. Shmid-Araya (Eds.), pp. 295-320. Backhuys Publishers., Leidens, The Netherlands.

Seigel, S. 1956. **Nonparametric Statistics for the Behavior Science.** McGraw-hill, New York.

Silver, P., Palmer, M. A., Swan, C. M. and Wooster, D. 2002. The Small Scale Ecology of Freshwater Meiofauna. In: **Freshwater Meiofauna: Biology and Ecology.** S. D. Rundle, A. L. Robertson and J. M. Shmid-Araya (Eds.), pp. 217-240. Backhuys Publishers., Leidens, The Netherlands.

Smith, D. G. 2001. **Pennak's Freshwater Invertebrates of the United States: Porifera to Crustacea.** 4th ed. John Wileys & Sons, Inc., New York.

Stead, T. K., Shcmid-Araya, J. M. and Hildrew, A. G. 2003. All Creatures Great and Small: Patterns in the Stream Benthos Across a Wide Range of metazoan Body Size. **Freshwater Biology.** 48: 532-547.

Thiel, H. 1983. Meiobenthos and Nanobenthos of the Deep Sea. In: **The Sea Volume 8.** G. T. Rowe (Ed.), pp. 167-230. John Wiley & Sons, New York.

______. 1988. Cnidaria. In: **Introduction to the Study of Meiofauna.** R. P. Higgins and H. Thiel (Eds.), pp. 266-272. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.

Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R. and Cushing, C. E. 1980. The River Continuum Concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.** 37: 130-137.

Wallace, R. L. and Ricci, C. 2002. Rotifera. In: **Freshwater Meiofauna: Biology and Ecology.** S. D. Rundle, A. L. Robertson and J. M. Shmid-Araya (Eds.), pp. 15-44. Backhuys Publishers., Leidens, The Netherlands.

Ward, J. V. 1992. **Aquatic Insect Ecology: Biology and Habitat.** John Wiley & Sons, Inc., New York.

Ward, J. V., Bretschko, G., Brunke, M., Danielopol, D., Gibert, J., Gonser, J. and Hildrew, A. G. 1998. The Boundaries of River Systems: The Metazoan Perspective. **Freshwater Biology.** 40: 531-569.

Whitman, R. L. and Clark, W. J. 1984. Ecological Studies of the Sand-Dwelling Community of an East Texas Stream. **Freshwater Invertebrate Biology.** 3: 59-79.

Wiggins, G. B. 1996. **Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera).** 2nd ed. University of Toronto Press, Toronto.

Ziser, S. W. 1985. The Effects of Small Reservoir on the Seasonality and Stability of Physicochemical Parameters and Macrobenthic Community Structure in a Rocky Mountain Stream. **Freshwater Invertebrate Biology.** 4(4): 160-177.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
จำนวนตัวอย่างและความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก

ตารางที่ 14 จำนวนตัวและความหนาแน่นของสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร ในลำธารห้วยพรมชัง

Taxa	0-5 เซนติเมตร							5-10 เซนติเมตร						
	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)	ต.ค	ม.ค	ก.พ	เม.ย	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)
Phylum Platyhelminthes														
Class Turbellaria (Turbe)						0	0						0	0
Phylum Gnathostomulida														
Class Micrognathozoa (Microg)		2				2	0.11	1	1				2	0.11
Phylum Gastrotricha														
Family Chaetonotidae (Chaet)														
Chaetonotus		3	1			4	0.21	1			1		2	0.37
Polymerrurus					1	1	0.05				1		1	0.05
Phylum Nematoda (Nemato)														
Other nematode	75	131	117	67	53	443	23.39	50	68	115	59	21	313	16.60
Desmoscolex		2				2	0.11						0	0
Phylum Rotifera														
Class Monogononta (Mono)														
Family Lecanidae														
Lecane	3	3	2		1	9	0.48	2			1		3	0.16
Family Branchionidae														
Keratella	4					4	0.21						0	0
Notholca						0	0						0	0
Platyias						0	0						0	0
Family Euchlanidae														
Euchlanis						0	0		1				1	0.05
Diplois				1		1	0.05				1		1	0.05

ตารางที่ 14 จำนวนตัวและความหนาแน่นของสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร ในลำธารห้วยพรมซั้ง (ต่อ)

Taxa	0-5 เซนติเมตร							5-10 เซนติเมตร						
	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)
Phylum Rotifera														
Family Lepadellidae														
Lepadella		2				2	0.11						0	0
Colurella	1			1		2	0.11						0	0
Family Testudinellidae														
Testudinella				2		2	0.11						0	0
Family Notommatidae														
Cephalodella	6	4			1	11	0.58	4					4	0.21
Notommata				1		1	0.05							
Family Trichocercidae												1	1	0.05
Trichocerca						0	0						0	0
Family Trichotriidae														
Trichotria						0	0						0	0
Family Mytiliidae														
Mytilina						0	0						0	0
Lophocharis						0	0						0	0
Family Ituridae														
Itura						0	0						0	0
Family Proalidae														
Proales						0	0				1		1	0.05
Family Lindiidae														
Lindia						0	0						0	0

ตารางที่ 14 จำนวนตัวและความหนาแน่นของสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร ในลำธารห้วยพรมซัง (ต่อ)

Taxa	0-5 เซนติเมตร								5-10 เซนติเมตร						
	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)		ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)
Phylum Rotifera															
Class Bdelloidea (Bdell)	177	491	449	39	15	1171	62.15		70	133	337	30	8	578	30.65
Phylum Tardigrada (Tardi)															
Family Macrobiotidae															
Macrobiotus	13	9	3			25	1.33		6	6	14			26	1.38
Family Milnesiidae															
Milnesium						0	0							0	0
Phylum Mollusca															
Family Corbiculidae (Corbi)															
Corbicula	29	65	52	16	21	183	9.70		138	20	25	12	19	214	11.39
Phylum Annelida															
Class Oligochaeta (Oligo)	9	24	11	41	17	102	5.41			13	9	11	3	36	1.91
Phylum Arthropoda															
Subphylum Chelicerata															
Class Arachnida (Acari)															
Order Acarina	32	4	27	20	14	97	5.14		15	8	10	16	13	62	3.29
Subphylum Crustacea															
Suborder Cladocera (Clado)															
Family Sidiidae															
Alona	1	9	1	2		13	0.69		1	9		1		11	0.58
Family Chydoridae															
Chydorus						0	0							0	0

ตารางที่ 14 จำนวนตัวและความหนาแน่นของสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร ในลำธารห้วยพรมชัง (ต่อ)

Taxa	0-5 เซนติเมตร							5-10 เซนติเมตร						
	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)
Subphylum Crustacea														
Class Ostracoda (Ostra)	1	4	3	2	4	14	0.80			2		3	3	0.27
Class Copepoda (Cyclo)														
Order Cyclopoida														
Paracyclops				2		2	0.11	2			1		3	0.16
Thermocyclops						0	0						0	0
Eucyclops		6		3	3	12	0.64		2		1	1	4	0.21
Mesocyclops						0							0	
Tropocyclops			4	1		5	0.27			4			4	0.21
Cryptocyclops					1	1	0.05						0	0
Order Harpacticoida (Harpac)														
Family Acanthocamtidae														
Elaphoidella	33	46	16	7	3	105	5.51	6	9	13	4		32	1.70
Subphylum Uniramia														
Class Insecta														
Order Collembola														
Family Paranellidae						0	0						0	0
Order Ephemeroptera														
Family Baetidae (Baetid)														
Baetis	3	1	5	5		14	1.11		1	3	2	3	9	1.06
Family Caenidae (Caenid)														
Caenis		9	12		17	38	1.48		2	1	13	6	22	1.17

ตารางที่ 14 จำนวนตัวและความหนาแน่นของสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร ในลำธารห้วยพรมชัง (ต่อ)

Taxa	0-5 เซนติเมตร							5-10 เซนติเมตร						
	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)
Family Caenidae (Caenid)														
Caenodes				6	1	7	0.21			1			1	0.05
Family Ephemeridae (Ephem)														
Ephemera			5			5	0.27	1		2	2		5	0.27
Family Leptophlebiidae (Leptop)														
Choroterpes	16			5		21	1.01	7		1	4		12	0.64
Thraulus						0	0						0	0
Family Potamanthidae (Potaman)														
Potamanthus	1	10	4	1		16	1.00			5	1	4	10	0.53
Rhoenanthus	1					1	0.05		1				1	0.05
Order Odonata (Odon)														
Odonata nymph						0	0	1	1				2	0.11
Order Plecoptera														
Family Perlidae (Perlid)														
Neoperla	1	1				2	0.11			1			1	0.05
Order Hemiptera														
Family Helotrephidae (Helotr)														
Hydrotrephes				1		1	0.05				1		1	0.05
Family Pleiidae (Pleii)														
Pleiidids nymph		3			1	4	0.21	4		3			7	0.37

ตารางที่ 14 จำนวนตัวและความหนาแน่นของสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร ในลำธารห้วยพรมชัง (ต่อ)

Taxa	0-5 เซนติเมตร								5-10 เซนติเมตร						
	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)		ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)
Class Insecta															
Order Trichoptera															
Family Dipseudopsidae (Dipseu)															
Dipseudopsis						0	0							0	0
Polycentropus	1					1	0.05							0	0
Pseudoneureclipsis						0	0							0	0
Family Ecnomidae															
Ecnomus	1					1	0.05							0	0
Family Leptoceridae (Leptoc)															
Parasetodes						0	0				1			1	0.05
Setodes	2	1	4	3		10	0.53		4	1	2	1		8	0.42
Family Odontoceridae (Odonto)															
Marilia				2	1	3	0.16					2		2	0.11
Family Xiphocentronidae (Xipho)															
Melanotrichia	1	2		1		4	0.21							0	0
Order Coleoptera															
Family Elmidae (Elmid)															
Heterlimnius	2	3	1	4		10	0.53			3	7	1		11	0.58
Neoelmis		1		1	1	3	0.16			1	1	2		4	0.21
Ordobrevia		1				1	0.05							0	0
Oulimnius	5	34	17	14	2	72	3.82		15	8	12	9		44	2.33
Stenelmis	2		1			3	0.16							0	0

ตารางที่ 14 จำนวนตัวและความหนาแน่นของสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร ในลำธารห้วยพรมซัง (ต่อ)

Taxa	0-5 เซนติเมตร							5-10 เซนติเมตร						
	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร. ซม.)	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร. ซม.)
Family Elmidae (Elmid)														
Zaitzevia			1	1		2	0.11						0	0
Family Psephenidae (Pseph)														
Eubrianax	1					1	0.05						0	0
Psephenoides	1		2			3	0.16			3			3	0.16
Family Lampyridae						0	0		1				1	0.05
Order Diptera														
Family Athericidae														
Atrichops						0	0						0	0
Suragina						0	0		1				1	0.05
Family Ceratopogonidae (Cerato)														
Alluaudomyia						0	0			4			4	0.21
Bezzia	3	11	4	4	13	35	1.87	1	2	5	2	4	14	0.74
Ceratopogon			1		4	5	0.27		1				1	0.05
Culicoides		4		3		7	0.37		1				1	0.05
Probezzia		2				2	0.11			2			2	0.11
Stilobezzia						0	0						0	0
Sphaelomias						0	0						0	0
Mallochohelea					1	1	0.05						0	0
Family Chironomidae (Chiro)														
Subfamily Chironominae	114	106	123	87	52	482	25.56	47	40	104	41	15	247	13.10

ตารางที่ 14 จำนวนตัวและความหนาแน่นของสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร ในลำธารห้วยพรมชัง (ต่อ)

Taxa	0-5 เซนติเมตร							5-10 เซนติเมตร						
	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)
Subfamily Tanypodinae	6	25	6	5	1	43	2.28	2	2	7	4	2	17	0.90
Family Empididae														
Hemerodromia						0	0		1				1	0.05
Family Tipulidae (Tipuli)														
Anthocha			2	2	1	5	0.27			12		1	13	0.69
Unk A	1	2		2	1	6	0.32	1	5		2		8	0.42
Unk B	1	17	8	7	3	36	1.91	1	4	8	5		18	0.95
Total	547	1038	877	359	233	3054	161.90	380	346	730	232	104	1792	95.03
Permanent meiofauna	348	735	631	157	100	1971	104.47	160	246	503	124	47	1080	57.54
Temporary meiofauna	199	303	246	202	133	1083	57.48	220	87	218	97	54	676	37.49
Total density (inds./10cm^2)	29.01	55.05	46.51	19.04	12.36			20.15	18.35	38.71	12.30	5.52		
Taxa number	32	34	27	34	26	57	17.53	24	28	29	30	14	52	14.13
Permanent meiofauna taxa number	13	16	11	15	12	25	8.07	13	10	7	14	6	21	5.93
Temporary meiofauna taxa number	19	18	16	19	14	32	9.60	11	18	22	16	9	31	8.20

หมายเหตุ: ในกรณีของจำนวนตัวอย่างสัตว์ กำหนดให้ความหนาแน่นมีหน่วยเป็น ตัวต่อ 10 ตารางเซนติเมตร
แต่ในกรณีของจำนวนกลุ่มที่พบ กำหนดให้ความหนาแน่นมีหน่วยเป็น จำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง

ตารางที่ 15 จำนวนตัวและความหนาแน่นของสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร ในลำธารห้วยพรมแล้ง

Taxa	0-5 เซนติเมตร							5-10 เซนติเมตร						
	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)
Phylum Platyhelminthes														
Class Turbellaria (Turbe)					1	1	0.05						0	0
Phylum Gnathostomulida														
Class Micrognathozoa (Microg)						0	0						0	0
Phylum Gastrotricha														
Family Chaetonotidae (Chaet)														
Chaetonotus	26	14	4	18		62	3.29	13	7	1	2	1	24	1.27
Polymerrurus	2	7	6	69	4	88	4.67	2	2	2	18	1	25	1.33
Phylum Nematoda (Nemato)														
Other nematode	41	90	27	218	61	437	23.17	15	21	29	23	37	125	6.63
Desmoscolex		1				1	0.05	1			1		2	0.11
Phylum Rotifera														
Class Monogononta (Mono)														
Family Lecanidae														
Lecane	4	2		323	13	342	18.17	7			1	23	31	1.64
Family Branchionidae														
Keratella						0	0	1					1	0.05
Notholca	1					1	0.05	1					1	0.05
Platyias	1			4	11	16	0.84					4	4	0.21
Family Euchlanidae														
Euchlanis		1				1	0.05						0	0
Diplois		1		5		6	0.32				2		2	0.11

ตารางที่ 15 จำนวนตัวและความหนาแน่นของสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร ในลำธารห้วยพรมแล้ง (ต่อ)

Taxa	0-5 เซนติเมตร							5-10 เซนติเมตร						
	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)
Phylum Rotifera														
Family Lepadellidae														
Lepadella		1		8	5	14	0.74				2	4	6	0.32
Colurella		3		1		4	0.21	1	1			1	3	0.16
Family Testudinellidae														
Testudinella	1					1	0.05	1				8	9	0.48
Family Notommatidae														
Cephalodella	18	4		76		98	5.20	15		2	1	4	22	1.17
Notommata						0	0						0	0
Family Trichocercidae														
Trichocerca	1			2		3	0.16	1					1	0.05
Family Trichotriidae														
Trichotria	3	5			2	10	0.53	4	2			1	7	0.37
Family Mytiliidae														
Mytilina	1					1	0.05						0	0
Lophocharis		1				1	0.05	1					1	0.05
Family Ituridae														
Itura					3	3	0.16					10	10	0.53
Family Proalidae														
Proales	21					21	1.11	13				1	14	0.74
Family Lindiidae														
Lindia	2				1	3	0.16	1					1	0.53

ตารางที่ 15 จำนวนตัวและความหนาแน่นของสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร ในลำธารห้วยพรมแล้ง (ต่อ)

Taxa	0-5 เซนติเมตร								5-10 เซนติเมตร						
	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)		ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)
Phylum Rotifera															
Class Bdelloidea (Bdell)	86	259	109	2855	277	3586	190.17		59	68	133	413	150	823	43.64
Phylum Tardigrada (Tardi)															
Family Macrobiotidae															
Macrobiotus						0	0		2					2	0.11
Family Milnesiidae															
Milnesium					1	1	0.05							0	0
Phylum Mollusca															
Family Corbiculidae (Corbi)															
Corbicula						0	0							0	0
Phylum Annelida															
Class Oligochaeta (Oligo)	3	28	20	42	10	103	5.46		3		9	6	2	20	1.06
Phylum Arthropoda															
Subphylum Chelicerata															
Class Arachnida (Acari)															
Order Acarina	3	2				5	0.27		3	1				4	0.21
Subphylum Crustacea															
Suborder Cladocera (Clado)															
Family Sidiidae															
Alona	17	5		1		23	1.22		14	1	1			16	0.84
Family Chydoridae															
Chydorus						0	0						1	1	0.05

ตารางที่ 15 จำนวนตัวและความหนาแน่นของสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร ในลำธารห้วยพรมแล้ง (ต่อ)

Taxa	0-5 เซนติเมตร								5-10 เซนติเมตร						
	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)		ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)
Subphylum Crustacea															
Class Ostracoda (Ostra)	2				3	5	0.27						2	2	0.11
Class Copepoda															
Order Cyclopoida (Cyclo)															
Paracyclops						0	0							0	0
Thermocyclops				3		3	0.16					3		3	0.16
Eucyclops	36	35	7	3	1	82	4.35		23	15	4		0	42	2.23
Mesocyclops					1	1	0.05							0	0
Tropocyclops						0	0							0	0
Cryptocyclops						0	0							0	0
Order Harpacticoida (Harpac)															
Family Acanthocamtidae															
Elaphoidella		19				19	1.01							0	0
Subphylum Uniramia															
Class Insecta															
Order Collembola															
Family Paranellidae	1					1	0.05							0	0
Order Ephemeroptera															
Family Baetidae (Baetid)															
Baetis					1	1	0.05							0	0
Family Caenidae (Caenid)															
Caenis	7	16				23	1.22		8	3				11	0.58

ตารางที่ 15 จำนวนตัวและความหนาแน่นของสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร ในลำธารห้วยพรมแล้ง (ต่อ)

Taxa	0-5 เซนติเมตร							5-10 เซนติเมตร						
	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)
Family Caenidae (Caenid)														
Caenodes						0	0						0	0
Family Ephemeridae (Ephem)														
Ephemera						0	0						0	0
Family Leptophlebiidae (Leptop)														
Choroterpes						0	0						0	0
Thraulus	1	2				3	0.16						0	0
Family Potamanthidae (Pothaman)														
Potamanthus						0	0						0	0
Rhoenanthus						0	0						0	0
Order Odonata (Odon)														
Odonata nymph						0	0						0	0
Order Plecoptera														
Family Perlidae (Perlid)													0	0
Neoperla						0	0							
Order Hemiptera														
Family Helotrephidae (Helotr)														
Hydrotrephes						0	0						0	0
Family Pleiidae (Pleii)														
Pleiidids nymph						0	0						0	0

ตารางที่ 15 จำนวนตัวและความหนาแน่นของสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร ในลำธารห้วยพรมแล้ง (ต่อ)

Taxa	0-5 เซนติเมตร								5-10 เซนติเมตร						
	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)		ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)
Class Insecta															
Order Trichoptera															
Family Dipseudopsidae (Dipseu)															
Dipseudopsis	1	2		1		4	0.21							0	0
Polycentropus		1				1	0.05							0	0
Pseudoneureclipsis					1	1	0.05							0	0
Family Ecnomidae															
Ecnomus						0	0							0	0
Family Leptoceridae (Leptoc)															
Parasetodes						0	0							0	0
Setodes						0	0							0	0
Family Odontoceridae (Odnto)															
Marilia						0	0							0	0
Family Xiphocentronidae (Xipho)															
Melanotrichia						0	0							0	0
Order Coleoptera															
Family Elmidae (Elmid)															
Heterlimnius						0	0							0	0
Neoelmis						0	0							0	0
Ordobrevia						0	0							0	0
Oulimnius						0	0							0	0
Stenelmis						0	0							0	0

ตารางที่ 15 จำนวนตัวและความหนาแน่นของสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร ในลำธารห้วยพรมแล้ง (ต่อ)

Taxa	0-5 เซนติเมตร							5-10 เซนติเมตร						
	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)
Family Elmidae (Elmid)														
Zaitzevia						0	0						0	0
Family Psephenidae (Pseph)														
Eubrianax						0	0						0	0
Psephenoides						0	0						0	0
Family Lampyridae						0	0						0	0
Order Diptera														
Family Athericidae														
Atrichops		1				1	0.05						0	0
Suragina						0	0						0	0
Family Ceratopogonidae (Cerato)														
Alluaudomyia						0	0						0	0
Bezzia	4	13	13	6	3	39	2.07	3	2	8	1		14	0.74
Ceratopogon						0	0						0	0
Culicoides			1			1	0.05						0	0
Probezzia	1		1	1		3	0.16				1		1	0.05
Stilobezzia	2					2	0.11	3					3	0.16
Sphaelomias						0	0				1		1	0.05
Mallochohelea						0	0						0	0
Family Chironomidae (Chiro)														
Subfamily Chironominae	79	6		1	2	88	4.67	47	2	1		2	52	2.76

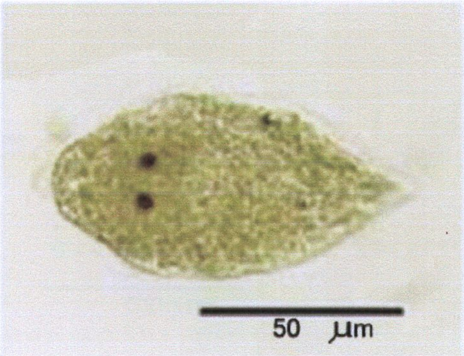
ตารางที่ 15 จำนวนตัวและความหนาแน่นของสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ในระดับความลึก 0-5 และ 5-10 เซนติเมตร ในลำธารห้วยพรมแล้ง (ต่อ)

Taxa	0-5 เซนติเมตร								5-10 เซนติเมตร						
	ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)		ต.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	รวม	ความหนาแน่น (ตัว/10 ตร.ซม.)
Family Chironomidae															
Subfamily Tanypodinae		1				1	0.05							0	0
Family Empididae															
Hemerodromia						0	0							0	0
Family Tipulidae (Tipuli)															
Anthocha						0	0				1	1		2	0.11
Unk A	26	34	1	10	1	72	3.82		12	7	4	9	2	34	1.80
Unk B	5	13	4	11		33	1.75		3	5	17	3		28	1.49
Total	396	567	193	3661	403	5216	276.61		257	137	212	489	254	1348	71.48
Permanent meiofauna	297	497	158	3610	386	4944	262.18		193	130	193	479	250	1244	65.97
Temporary meiofauna	99	70	35	51	17	272	14.42		64	7	19	10	4	104	5.52
Total density (inds./10cm^2)	21	30.07	10.23	194.14	21.37				13.63	7.26	11.24	25.93	13.47		
Taxa number	29	28	11	20	20	48	13.47		25	13	13	17	19	37	10.60
Permanent meiofauna taxa number	20	19	7	15	15	32	10.07		20	9	9	12	17	29	8.73
Temporary meiofauna taxa number	9	9	4	5	5	16	3.40		4	3	3	4	1	7	1.40

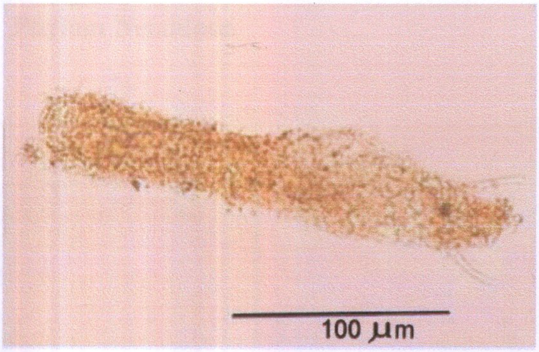
หมายเหตุ: ในกรณีของจำนวนตัวอย่างสัตว์ กำหนดให้ความหนาแน่นมีหน่วยเป็น ตัวต่อ 10 ตารางเซนติเมตร
แต่ในกรณีของจำนวนกลุ่มที่พบ กำหนดให้ความหนาแน่นมีหน่วยเป็น จำนวนกลุ่มต่อตัวอย่าง

ภาคผนวก ข
ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ

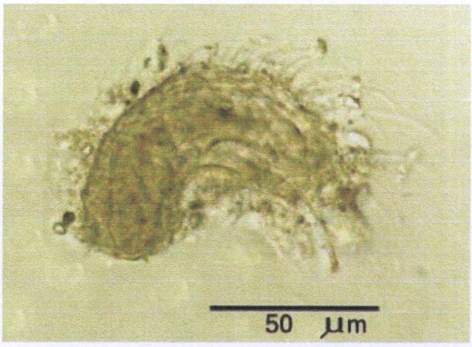
Phylum Platyhelminthes : Class Turbellaria



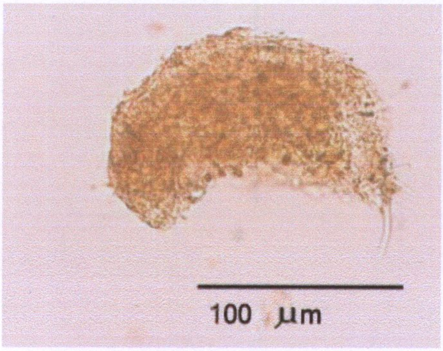
Phylum Gastrotricha



Chaetonotus



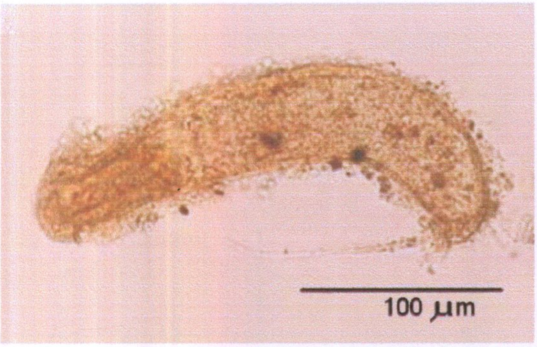
Chaetonotus



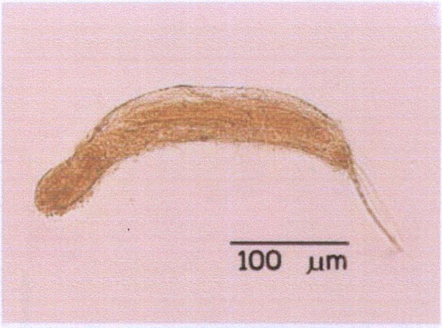
Chaetonotus

ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำในไฟลัมต่าง ๆ

Phylum Gastrotricha (ต่อ)

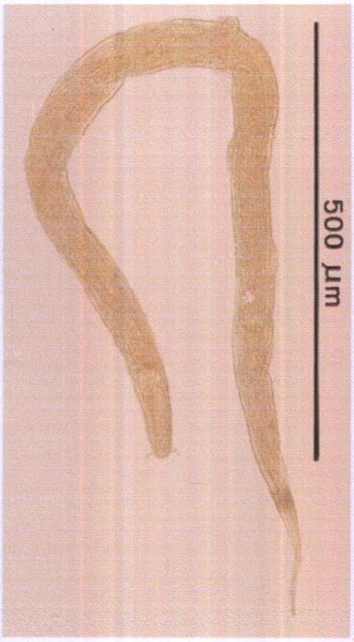


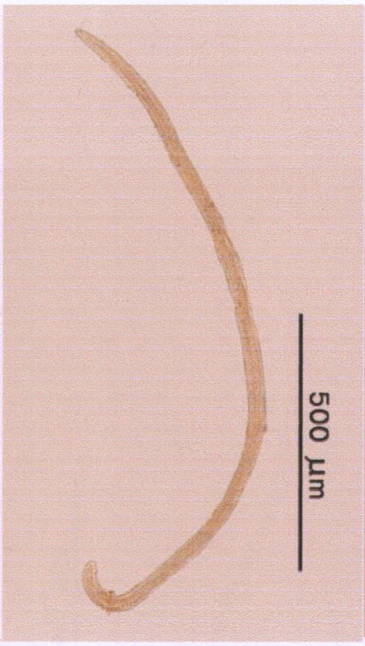
Polymerrurus

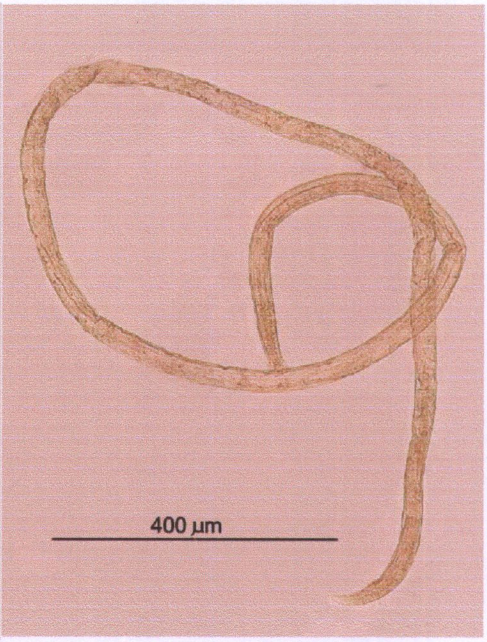


Polymerrurus

Phylum Nematoda

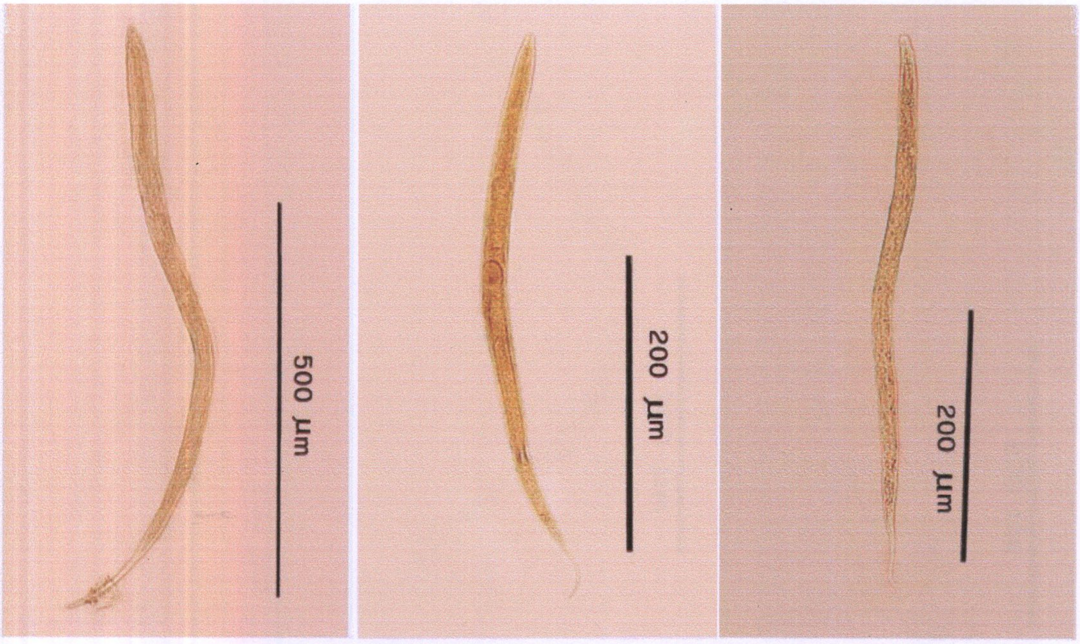






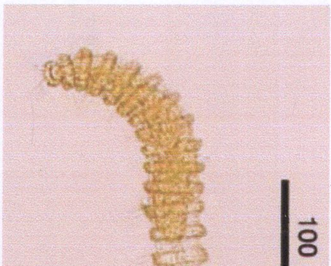
ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ (ต่อ)

Phylum Nematoda (ต่อ)



ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ (ต่อ)

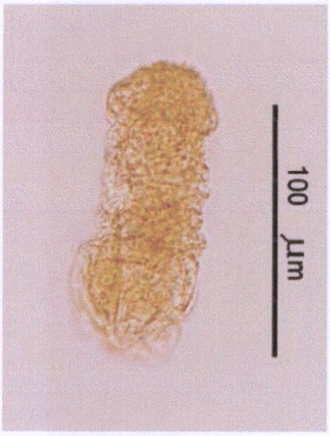
Phylum Nematoda (ต่อ)



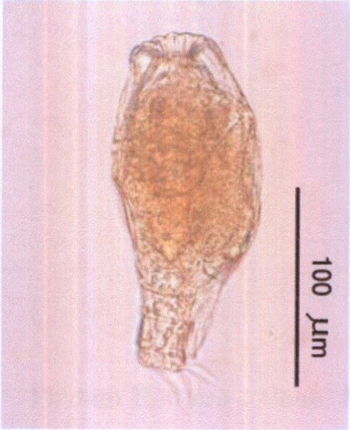
Desmoscolex

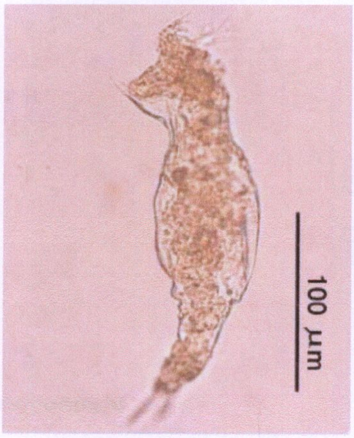
ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ (ต่อ)

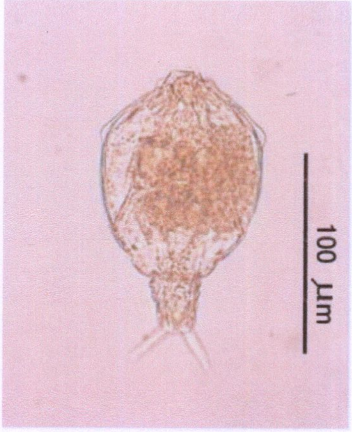
Phylum Gnathostomulida : Class Micrognathozoa

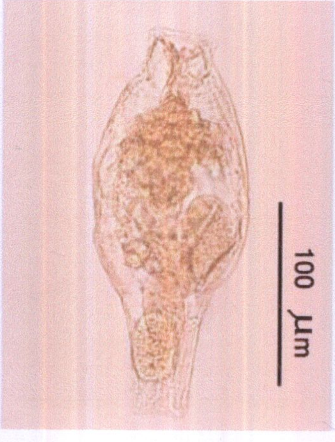


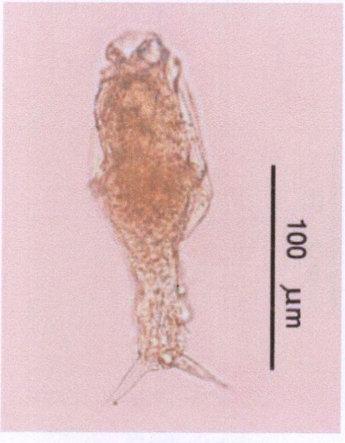
Phylum Rotifera : Class Bdelloidea

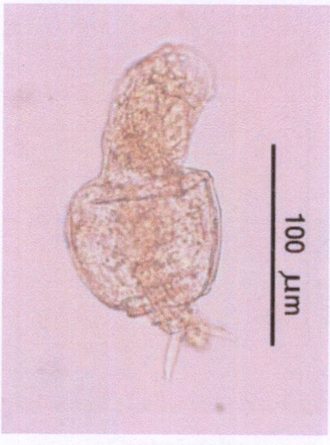






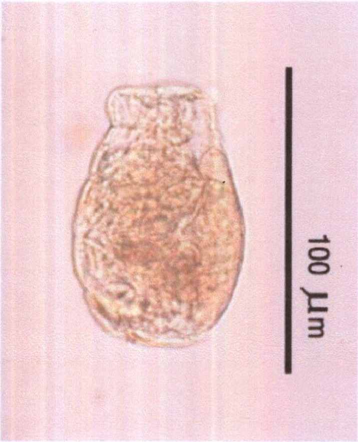


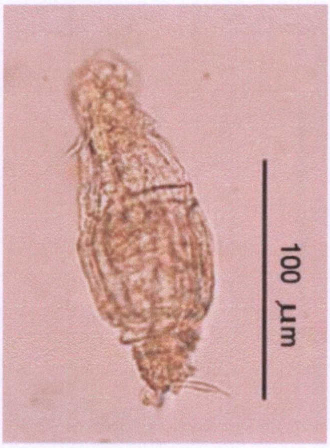


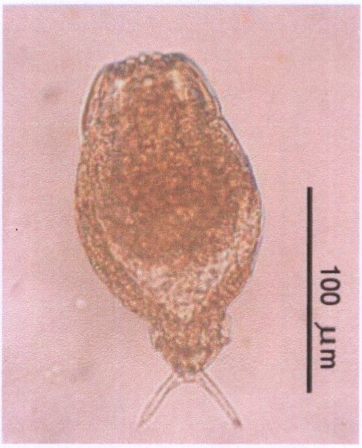


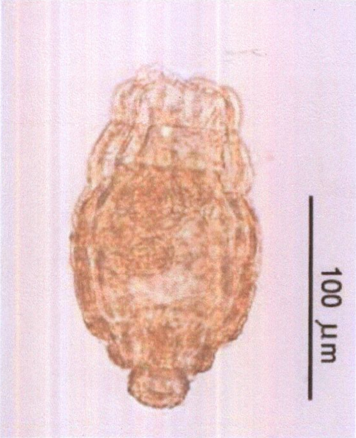
ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ (ต่อ)

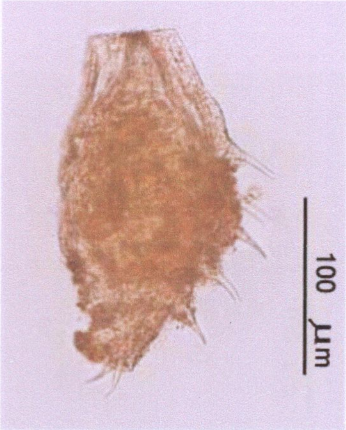
Phylum Rotifera : Class Bdelloidea (ต่อ)



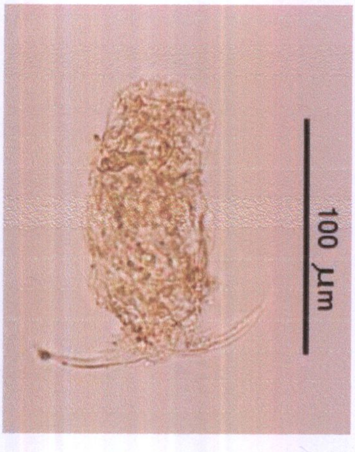




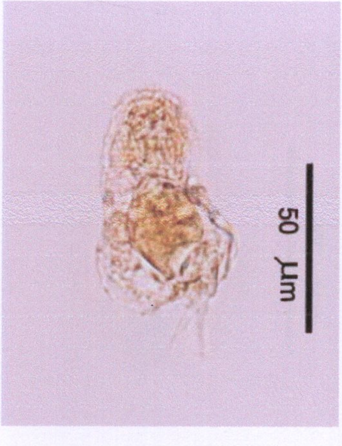




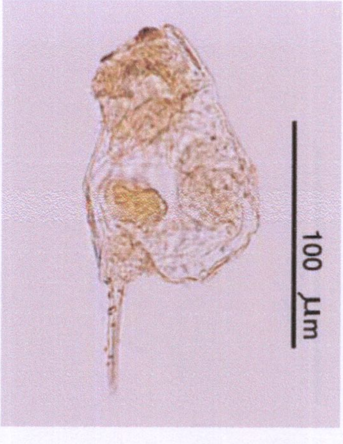
Phylum Rotifera : Class Monogononta



Cephalodella



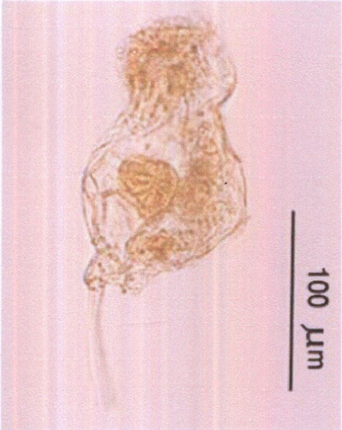
Cephalodella



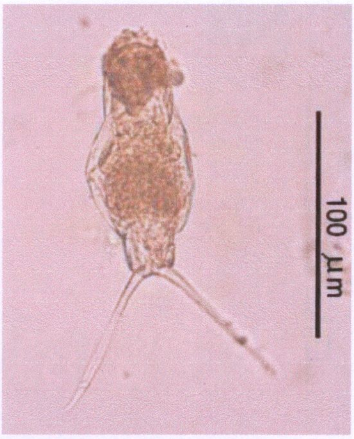
Cephalodella

ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ (ต่อ)

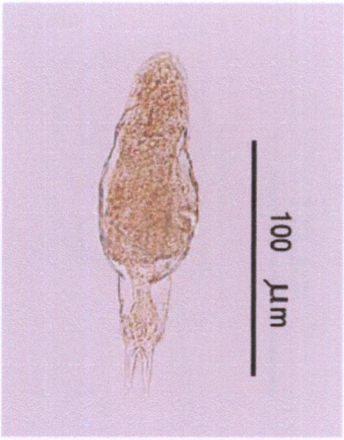
Phylum Rotifera : Class Monogononta (ต่อ)



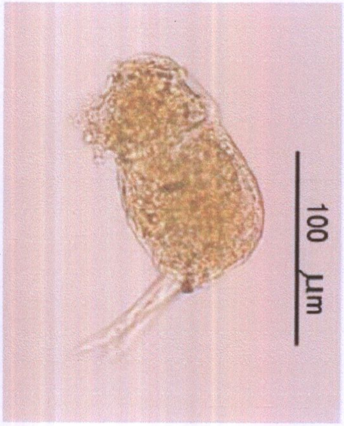
Cephalodella



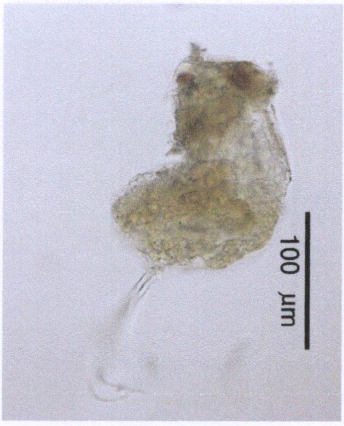
Cephalodella



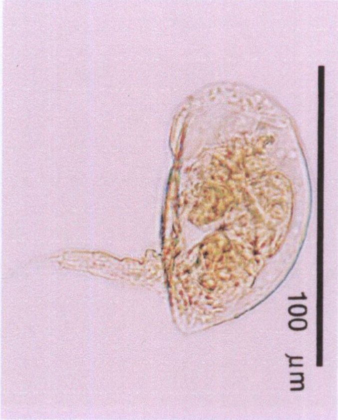
Cephalodella



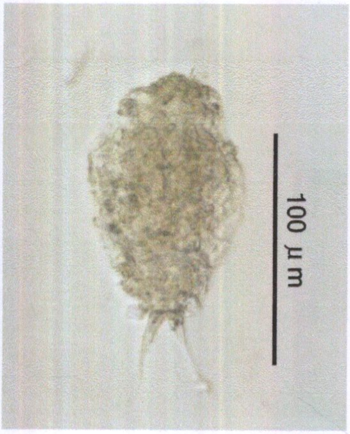
Cephalodella



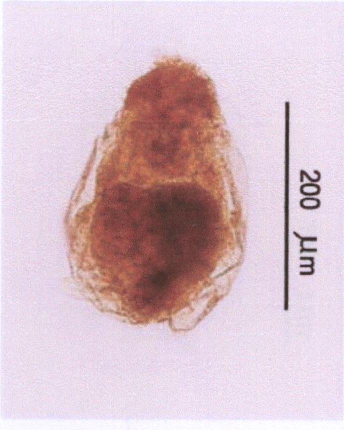
Cephalodella



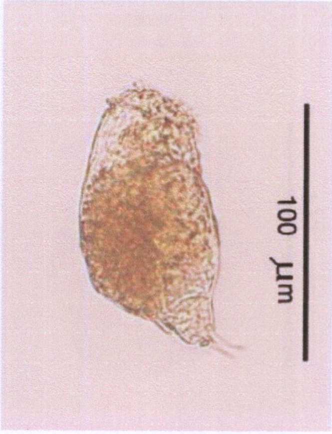
Colurella



Encentrum



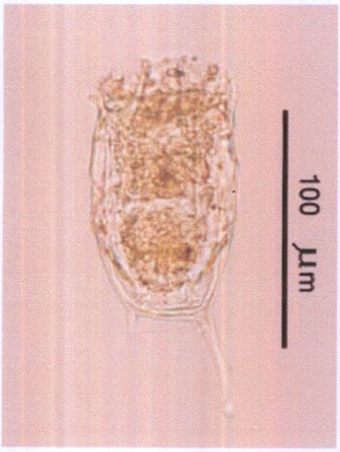
Euchlanis



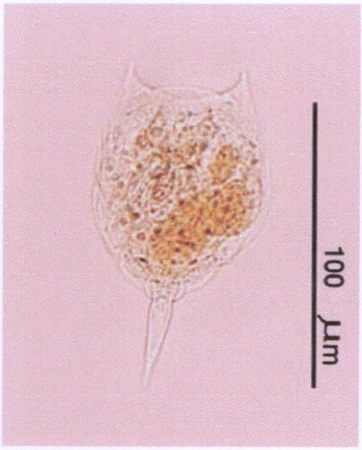
Itura

ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ (ต่อ)

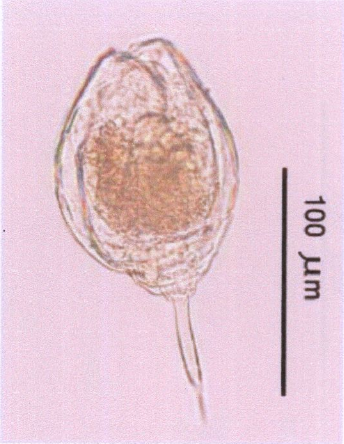
Phylum Rotifera : Class Monogononta (ต่อ)



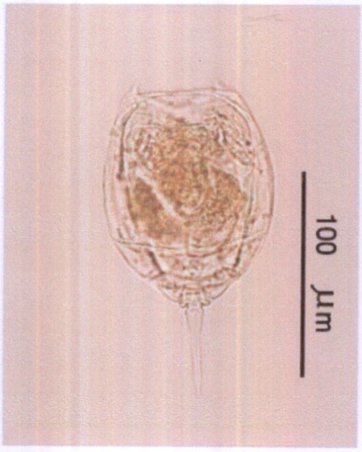
Keratella



Lecane

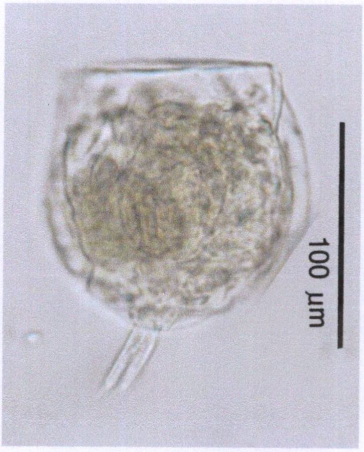


Lecane

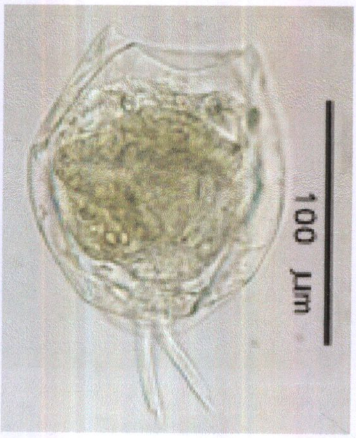


Lecane

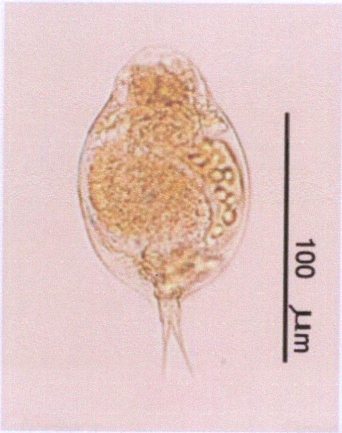
Lecane



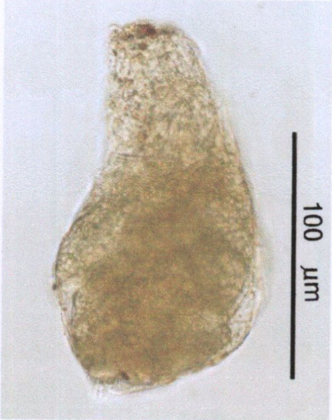
Lecane



Lecane



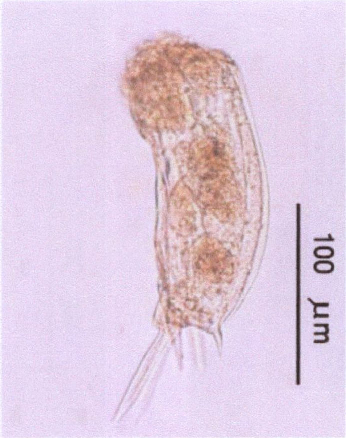
Lepadella

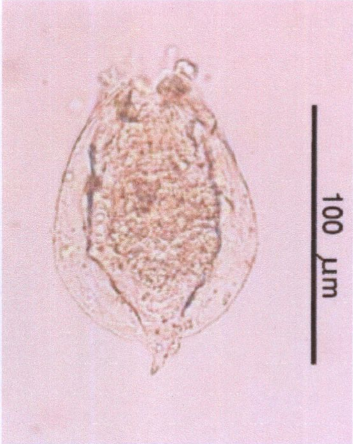


Lindia

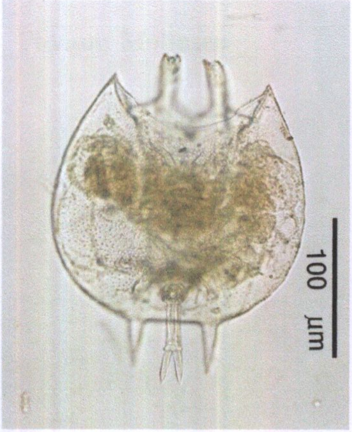
ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ (ต่อ)

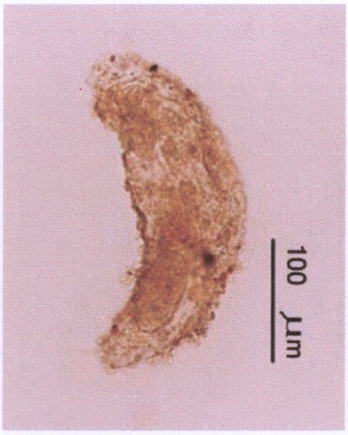
Phylum Rotifera : Class Monogononta (ต่อ)



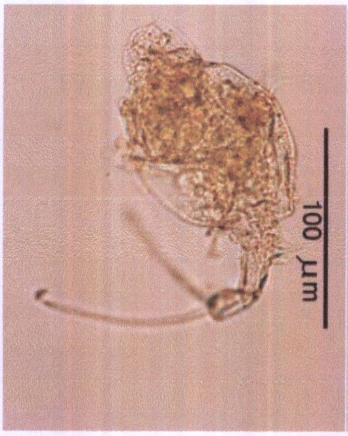


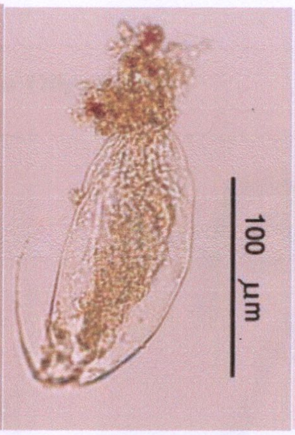
Lophocharis *Mytilina* *Notholca*

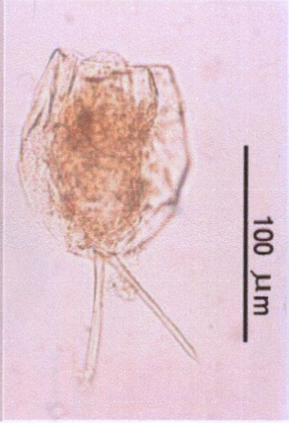


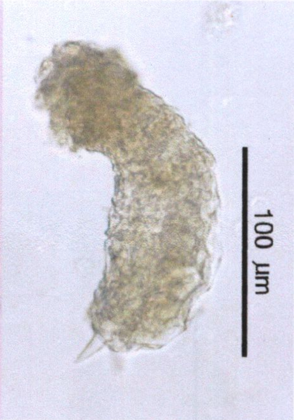


Platyias *Ploales* *Testudinella*





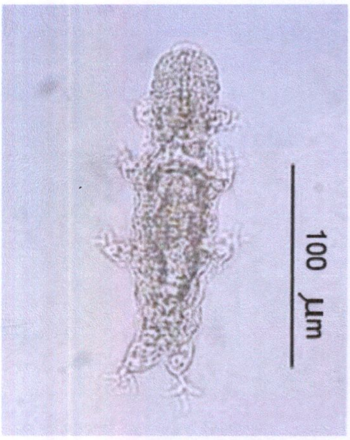




Trichotria *Trichocerca* *Dipleuchnis* *Notommata*

ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ (ต่อ)

Phylum Tardigrada



Macrobiotus

Milnesium

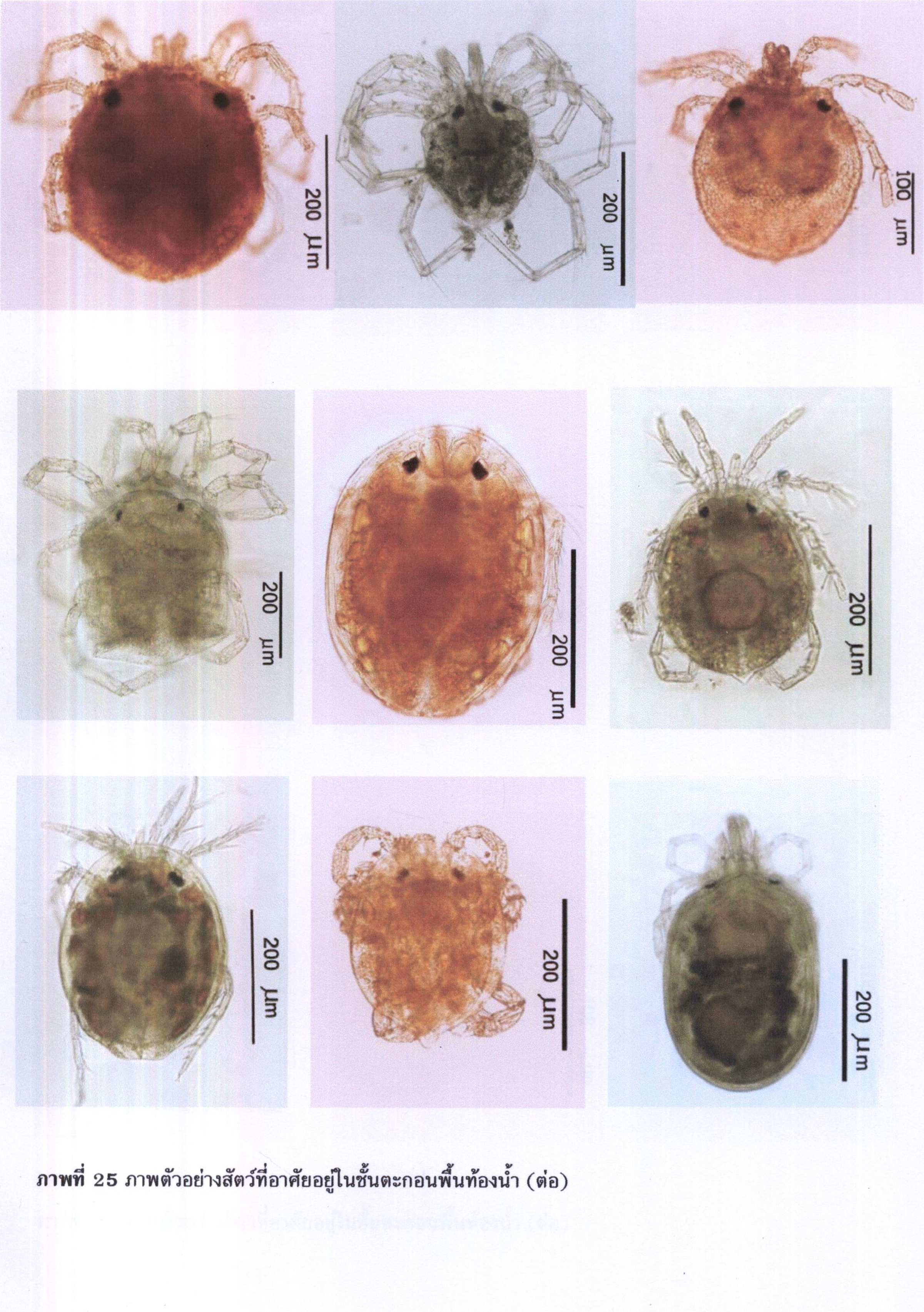
Phylum Mollusca

Corbicula

Phylum Annelida : Class Oligochaeta

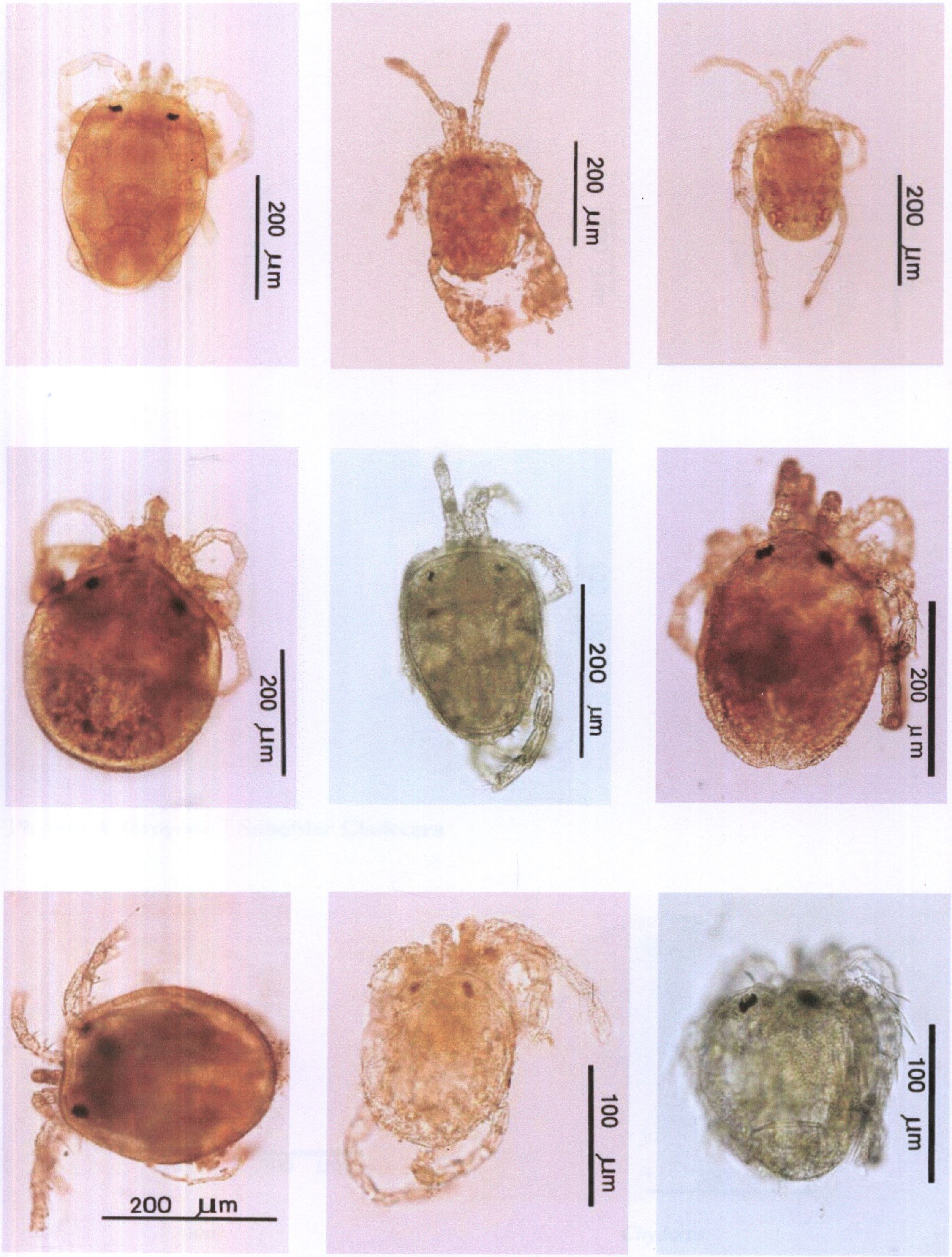
ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ (ต่อ)

Phylum Arthropoda : Order Acarina



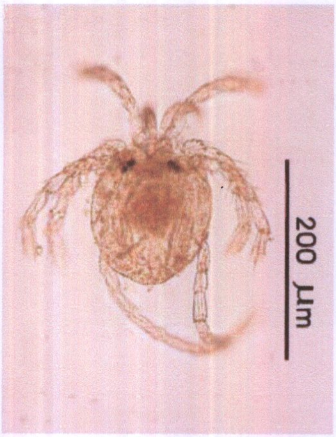
ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ (ต่อ)

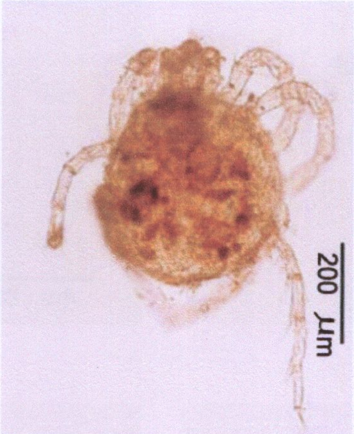
Phylum Arthropoda : Order Acarina (ต่อ)

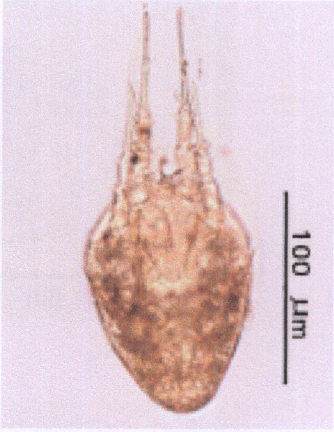


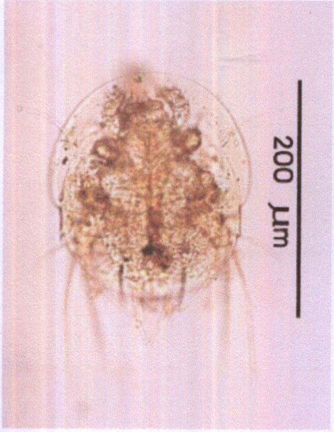
ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ (ต่อ)

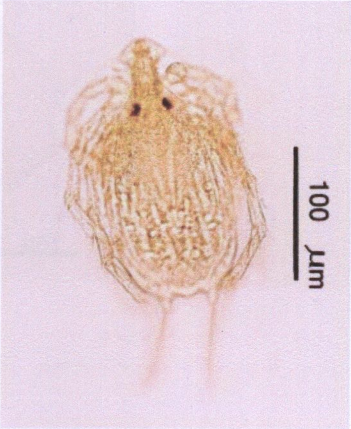
Phylum Arthropoda : Order Acarina (ต่อ)



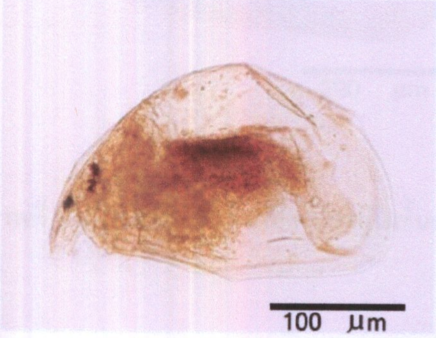




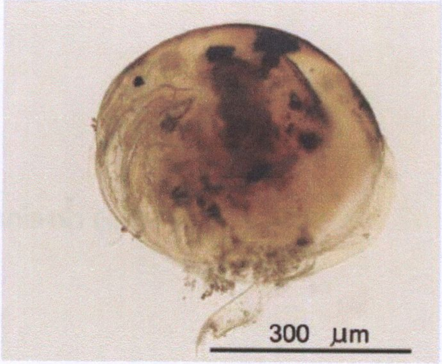




Phylum Arthropoda : Suborder Cladocera



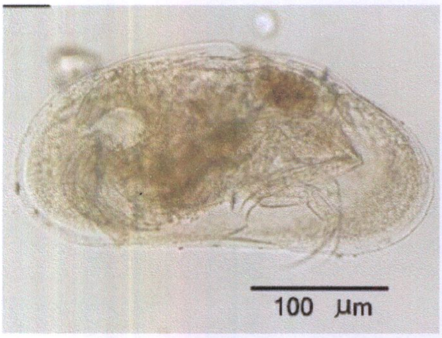
Alona

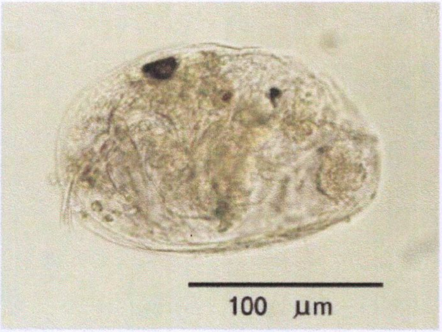


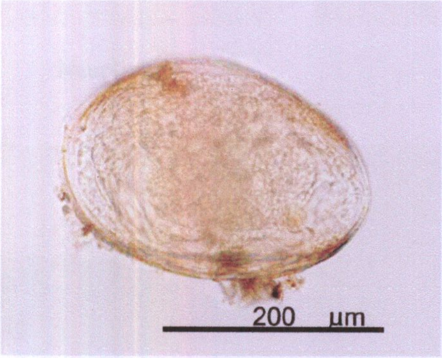
Chydorus

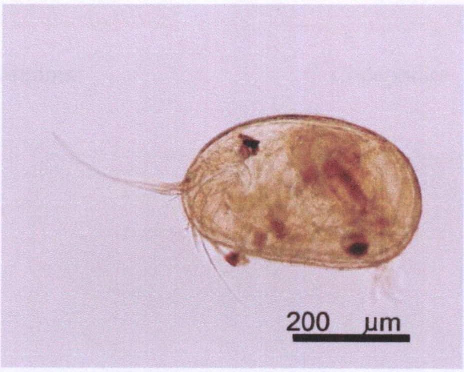
ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ (ต่อ)

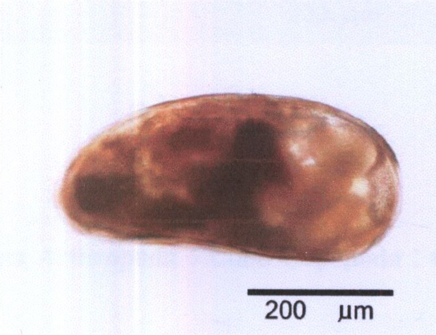
Phylum Arthropoda : Class Ostracoda





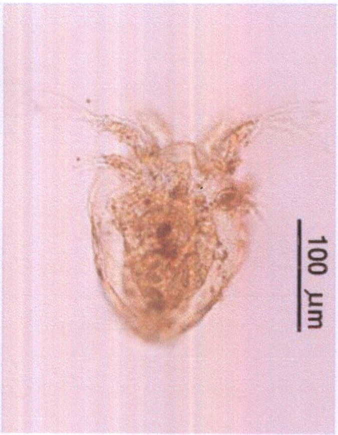




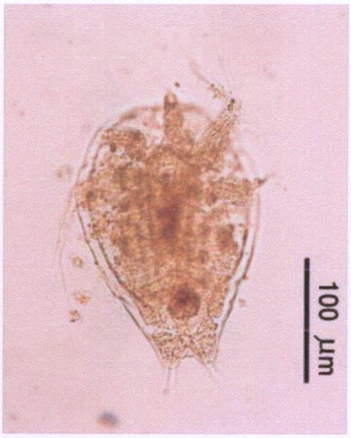


ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ (ต่อ)

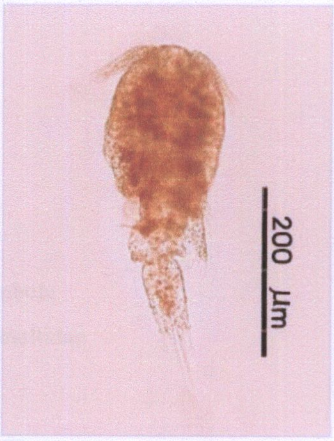
Phylum Arthropoda : Class Copepoda : Order Cyclopoida



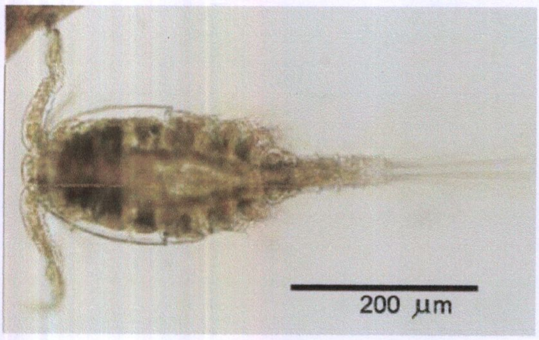
Nauplius



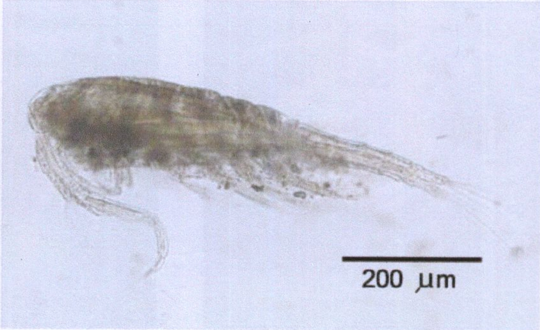
Nauplius



Copepodite

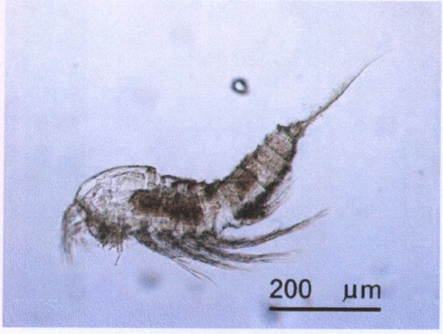


Eucyclops (male)



Thermocyclops (male)

Phylum Arthropoda : Class Copepoda : Order Hapacticoida



Elaphoidella

ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ (ต่อ)

Phylum Arthropoda : Class Insecta

O. Collembola

F. Paranellidae

O. Ephemeroptera

Early instar

O. Ephemeroptera

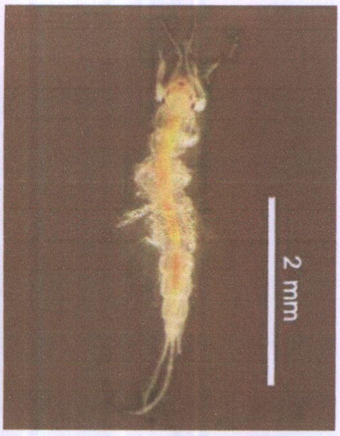
F. Baetidae

Baetis

O. Ephemeroptera

F. Caenidae

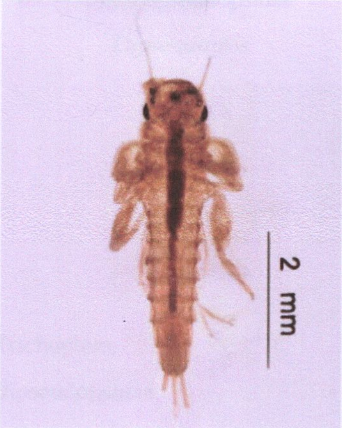
Caenis



O. Ephemeroptera

F. Ephemeridae

Ephemera



O. Ephemeroptera

F. Pothamanthidae

Pothamanthus

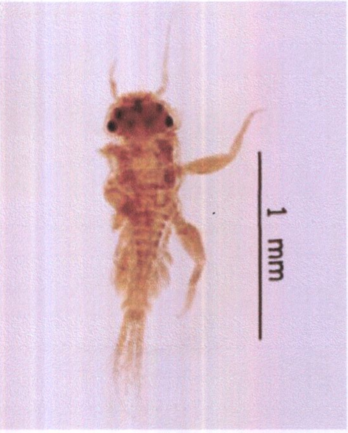
O. Ephemeroptera

F. Pothamanthidae

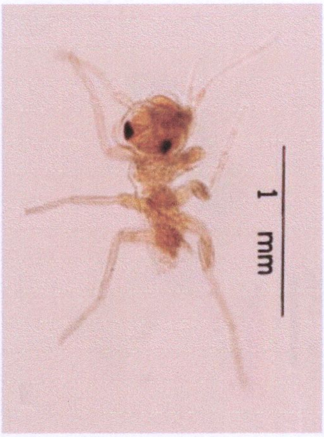
Rhoenanthus

ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ (ต่อ)

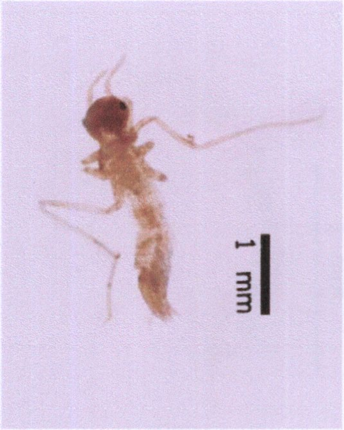
Phylum Arthropoda : Class Insecta (ต่อ)



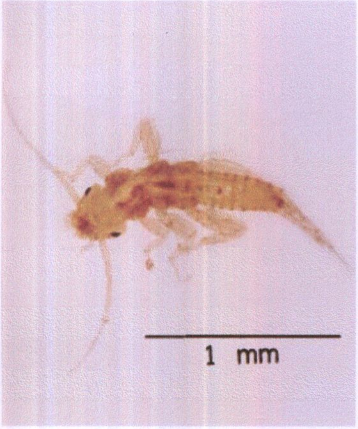
O. Ephemeroptera
F. Ephemerellidae
Seratella



O. Odonata
nymph

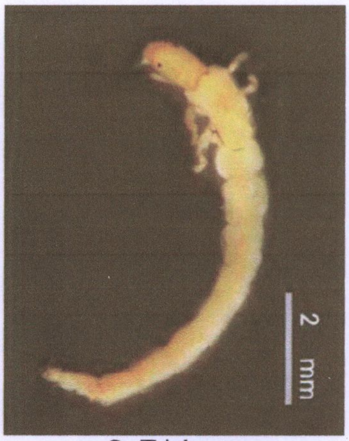


O. Odonata
nymph

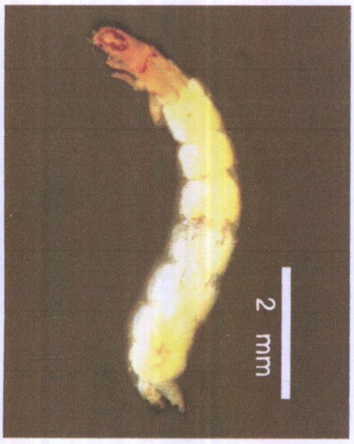


O. Plecoptera
F. Perlidae
Neoperla

O. Trichoptera
F. Dipseudopsidae
Dipseudopsis



O. Trichoptera
F. Dipseudopsidae
Polycentropus



O. Trichoptera
F. Dipseudopsidae
Pseudoneureclipsis

O. Trichoptera
F. Ecnomidae
Ecnomus

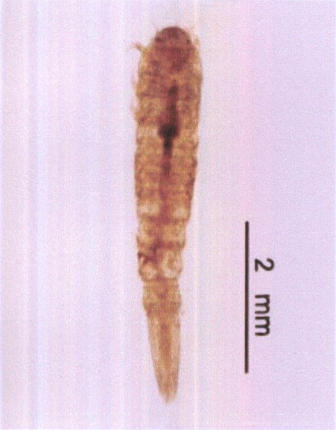
ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ (ต่อ)

Phylum Arthropoda : Class Insecta (ต่อ)

O. Trichoptera
F. Leptoceridae
Setodes

O. Trichoptera
F. Odontoceridae
Marilia

O. Trichoptera
F. Xiphocentropidae
Melanotrichia



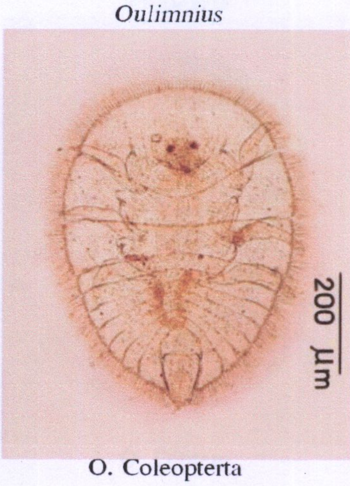
O. Coleoptera
F. Elmidae
Neoelmis

O. Coleoptera
F. Elmidae
Ordobrevia

O. Coleoptera
F. Elmidae
Oulimnius

O. Coleoptera
F. Elmidae
Zaitzevia

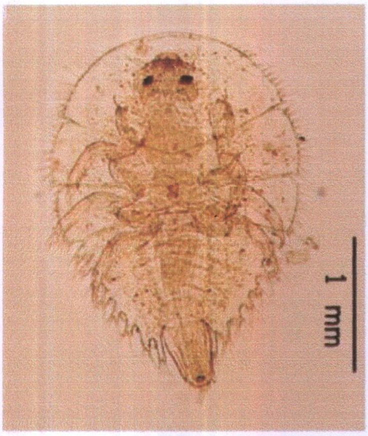
O. Coleoptera
F. Elmidae
Stenelmis



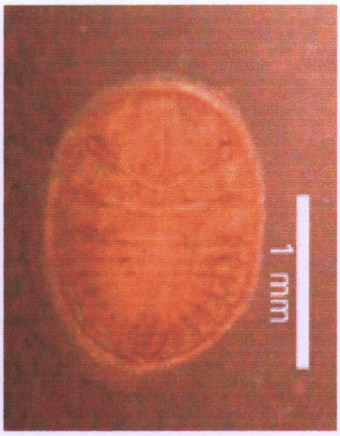
O. Coleopterta
F. Psephenidae
Eubrianax

ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ (ต่อ)

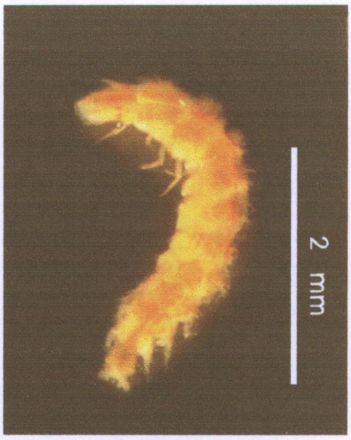
Phylum Arthropoda : Class Insecta (ต่อ)



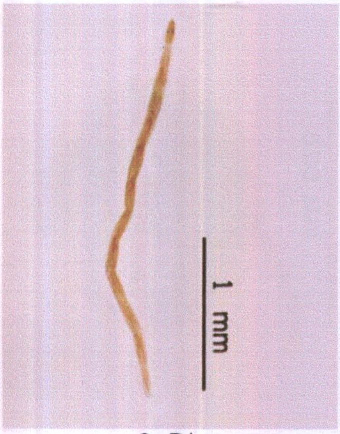
O. Coleopterta
F. Psephenidae
Eubrianax



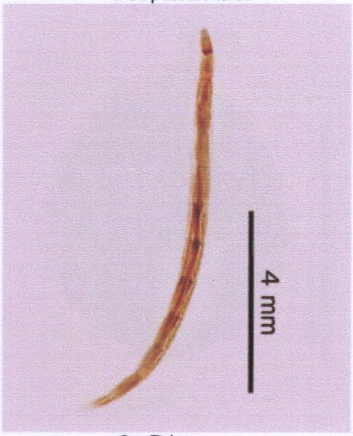
O. Coleopterta
F. Psephenidae
Psephenoides



O. Coleopterta
F. Lampylidae

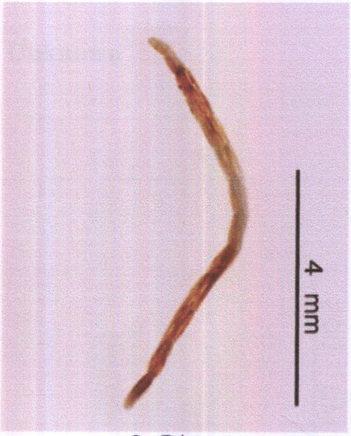


O. Diptera
F. Ceratopogonidae
Bezzia



O. Diptera
F. Ceratopogonidae
Bezzia

O. Diptera
F. Ceratopogonidae
Probezzia



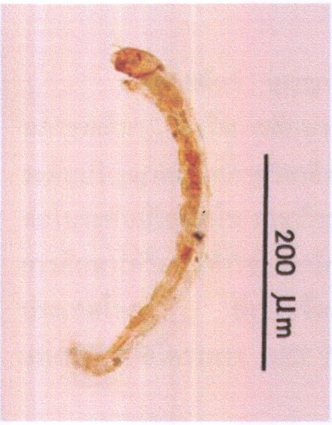
O. Diptera
F. Ceratopogonidae
Culicoides

O. Diptera
F. Athericidae
Suragina

O. Diptera
F. Chironomidae
Subf. Chironominae

ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ (ต่อ)

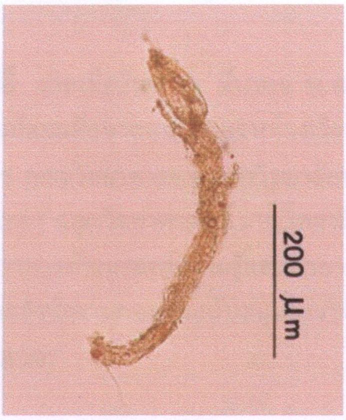
Phylum Arthropoda : Class Insecta (ต่อ)



O. Diptera

F. Chironomidae

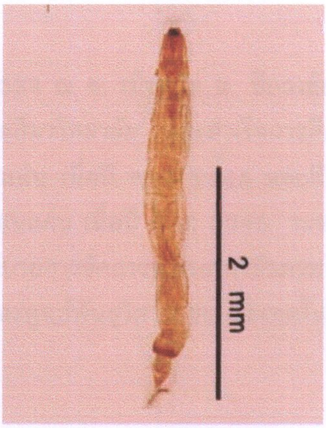
Subf. Chironominae



O. Diptera

F. Chironomidae

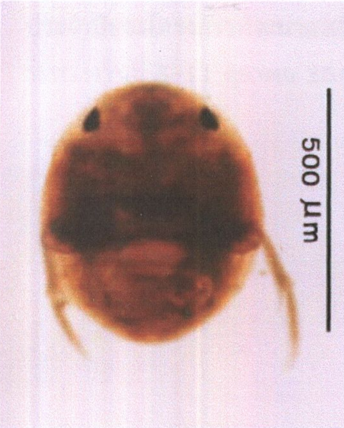
Subf. Tanypodinae



O Diptera

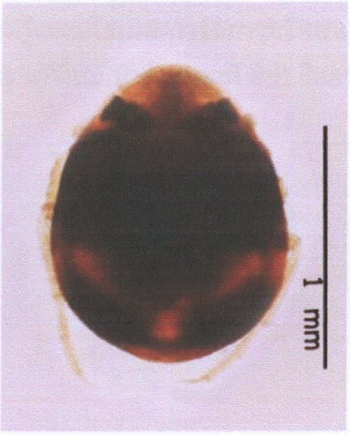
F. Tipulidae

Anthocha



O. Hemiptera

F. Pliidae



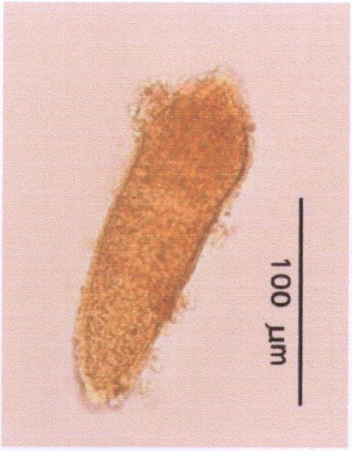
O. Hemiptera

F. Helotrephidae

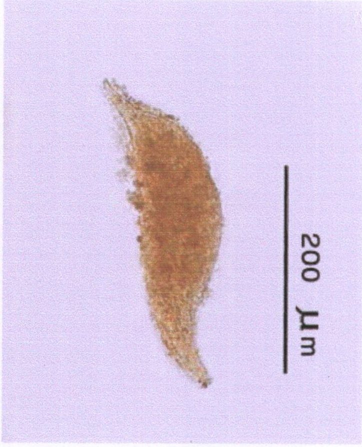
Helotrephes

Unknown

Unk A



Unk B



Unk B

ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นตะกอนพื้นท้องน้ำ (ต่อ)

ประวัติผู้เขียน

นายชายฉัตร บุญญานุสิทธิ์ เกิดเมื่อวันที่ 11 มีนาคม พ.ศ. 2523 ณ ต. เมืองปัก อ. ปักธงชัย จ. นครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจากภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปี พ.ศ. 2545 และศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปี พ.ศ. 2546 ระหว่างการศึกษาได้รับทุนทำวิจัยจากโครงการการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_348007

ผลงานวิชาการ

1. เสนอผลงานในรูปแบบโปสเตอร์เรื่อง "Grain Size Distribution, Organic Matter Content and Subsurface Sediment Metazoan in Headwater Streams of Nam Nao Nation Park" ในการประชุมวิชาการประจำปีของโครงการพัฒนาองค์ความรู้และนโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพภายในประเทศไทย ครั้งที่ 10 ระหว่างวันที่ 8-11 ตุลาคม 2549 ณ มาริไทม์ ปาร์ค แอนด์ สปา รีสอร์ท จังหวัดกระบี่

การศึกษาการกระจายของขนาดอนุภาค ปริมาณสารอินทรีย์ และสัตว์ในชั้นตะกอนในลำธารต้นน้ำที่อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ชายฉัตร์ บุญญานุสิทธิ์[1] (นักศึกษา), นฤมล แสงประดับ[2] (อาจารย์ที่ปรึกษา)

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002
[2]ศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002

ตัวอย่างตะกอนพื้นท้องน้ำในลำธารห้วยพรมซ้งและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ เก็บทุก 2 เดือน ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548 ด้วยท่อพีวีซีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร จากความลึก 2 ระดับ (0-5 และ 5-10 เซนติเมตร) เพื่อศึกษาการกระจายของขนาดอนุภาค ปริมาณสารอินทรีย์ และการกระจายของสัตว์ ตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการในน้ำชั้นตะกอนและน้ำผิวดิน ผลการศึกษาจากการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง พบว่า ตะกอนของทั้งสองลำธารที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร มีค่ามัธยฐานของขนาดอนุภาคและความหนาแน่นของสัตว์มากกว่าที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร แต่ห้วยพรมซ้งมีขนาดอนุภาคใหญ่กว่าและคละกันไม่ดี ปริมาณสารอินทรีย์ที่สะสมในชั้นตะกอนของลำธารห้วยพรมแล้งมีมากกว่าที่ห้สยพรมซ้งแต่ปริมาณไม่แตกต่างกันทั้งสองระดับความลึก ห้วยพรมซ้งมีจำนวน taxa ของกลุ่มแมลงมากกว่าที่ห้วยพรมแล้ง และในลำธารทั้งสองมีความชุกชุมของหนอนแดง โรติเฟอร์กลุ่มเดลลอยด์ และหนอนตัวกลมมากกว่ากลุ่มอื่นๆ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในชั้นตะกอนมีค่าต่ำกว่าในน้ำผิวดิน ส่วนปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดและ pH ไม่แตกต่างกัน ผลการศึกษาสรุปว่าชั้นตะกอนของลำธารทั้งสองสายนี้มีความหลากหลายมากในตะกอนชั้นบนซึ่งมีการกระจายของอนุภาคขนาดใหญ่กว่า อย่างไรก็ตาม ปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนแต่ละระดับไม่แตกต่างกันและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในชั้นตะกอนมีค่าต่ำกว่าในน้ำผิวดิน

Grain Size Distribution, Organic Matter Content and Subsurface Sediment Metazoans in Headwater Streams of Nam Nao National Park.

Chaichat Boonyanusith[1] (Student) and Narumon Sangpradub[2] (Thesis Advisor)

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang, Khon Kaen, 40002 Thailand.
[2]Applied Taxonomic Research Center, Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang, Khon Kaen, 40002 Thailand.

The investigation was conducted in Phromsong and Phromlaeng streams, Nam Nao National Park, Petchabun province during October 2004 to February 2005. Within 2 month intervals, in each stream, subsurface sediment was sampled from two depth levels (0-5 and 5-10 cm.) with 4 cm. diameter PVC stand-pipe. Grain size distribution, organic matter content, distribution of subsurface sediment metazoan were studied and some physico-chemical parameters of water. The results in each occasional sampling showed that diameter of median particle size and faunal density at 0-5 cm. were greater than those of 5-10 cm. in both streams. Where as sediment from Phromsong stream was larger and more poorly sorted. Accumulation of organic matter was higher in Phromlaeng stream but it did not differ in both layers. It was also found that total taxa and insect taxa richness in Phromsong were more diverse. In addition, chironomids larva, bdelloid rotifers and nematodes were frequently more abundance than other groups in both streams. Dissolved oxygen in porewater was lower than surface water but neither total dissolved solid nor pH were different. It could be concluded that more diversity of metazoan fauna occupied in large particle size at the upper layer in these streams. However, organic matter content in both layers was not different and dissolved oxygen in porewater was lower than in surface water.