

บทที่ 5

อภิปรายผลการศึกษา

5.1 องค์ประกอบทางกายภาพของลำธารแต่ละบริเวณ

การวิเคราะห์ตัวแปร หรือองค์ประกอบทางกายภาพของลำธารแต่ละบริเวณพบว่า ความเร็ว กระแสน้ำและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ไม่แตกต่างกันในลำธารแต่ละบริเวณ ในขณะที่ตัวแปร อื่นๆเช่น ร้อยละของความหนาแน่นป่าไม้ปกคลุม อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความลึกของน้ำ องค์ประกอบพื้นลำธาร ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ และค่าของแข็งละลายน้ำ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในบรรดาตัวแปรเหล่านี้ ร้อยละของความหนาแน่นป่าไม้ปกคลุม เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยกายภาพอื่นๆ โดยร้อยละของความหนาแน่นป่าไม้ปกคลุมมีน้อยมากในลำธารเขตเกษตรกรรม ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการแผ้วถางป่าเพื่อใช้ที่ดินทำการเกษตรกรรม

ลำธารบริเวณที่มีความหนาแน่นของป่าไม้หรือมีพืชปกคลุมมาก แสงสามารถส่องผ่านลงสู่พื้นลำธารได้น้อย อุณหภูมิน้ำ และอุณหภูมิอากาศ บริเวณที่อยู่ใต้ร่มเงาจะต่ำ แต่เมื่อขึ้นเรือนยอดของป่าไม้ถูกทำลายมาก ปริมาณแสงก็สามารถส่องผ่านลงถึงพื้นลำธารได้มากขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิ น้ำและอุณหภูมิอากาศบริเวณใกล้เคียงนั้นสูงขึ้น (Denicola และคณะ 1992 และ Tait และคณะ 1994) ด้วยเหตุนี้ อุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศในลำธารเขตอุทยานฯและเขตป่าสงวนแห่งชาติที่มี ป่าไม้ปกคลุมอยู่มากจึงต่ำกว่าอุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศในลำธารเขตพื้นที่เกษตรกรรมที่มีต้น ไม้และพืชปกคลุมน้อยกว่า การศึกษาครั้งนี้พบว่าทั้งอุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศ มีความสัมพันธ์ เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญกับร้อยละของความหนาแน่นป่าไม้ปกคลุม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Campbell และคณะ (1989) อ้างตาม Brown และคณะ (1970), Burns (1972), Metzeling (1977) และ Newbold และคณะ (1980)

ลำธารบริเวณที่มีต้นไม้มากมีปริมาณริมน้ำ (ตลิ่ง) มากจะมีการพังทลายของดินริมน้ำน้อย (Goldman และคณะ 1983) เพราะรากไม้จะช่วยยึดเกาะดินบริเวณริมน้ำทำให้ไม่เกิดการพังทลาย ของดินริมน้ำหรือเกิดขึ้นน้อยมาก การกัดเซาะของน้ำทำให้ตลิ่งมีโอกาสมากขึ้น (Goldman และ คณะ 1983) เมื่อตลิ่งพังทลายเป็นเหตุให้ลำธารมีความกว้างมากขึ้น และมีความตื้นเขินมากขึ้น

เนื่องจากเกิดการสะสมตะกอนดินลงสู่พื้นลำธาร สถานีในลำธารบริเวณเขตอุทยานฯและป่าสงวนแห่งชาติ มีความกว้างประมาณ 1-3 เมตร ซึ่งส่วนมากจะแคบกว่าสถานีในลำธารเขตเกษตรกรรม ลำธารในเขตเกษตรกรรมมีความกว้างอยู่ระหว่าง 2-3 เมตร เพราะมีการพังทลายของตลิ่งหลายช่วง ทำให้ลำธารโดยรวมมีขนาดกว้างขึ้น ลำธารบริเวณนี้มีพืชและต้นไม้ที่จะเป็นตัวช่วยยึดดินน้อยหรือไม่มีเลยในบางช่วง นอกจากนี้พื้นที่หลายแห่งยังมีการไถพรวนดินไปจนถึงบริเวณริมฝั่งลำธารเพื่อการเพาะปลูกพืชของเกษตรกร ทำให้เกิดการชะล้างหน้าดิน มีการสะสมของตะกอนดินรวมทั้งเศษซากพืชตามพื้นลำธาร ลักษณะที่เกิดขึ้นนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Novotny และคณะ (1994) อ้างตาม Clark , Haverkamp และ Champman (1985) ที่พบว่า กิจกรรมการใช้ที่ดินของมนุษย์ทำให้เกิดตะกอนไหลทะลักลงสู่ลำธาร ในลำธารที่ศึกษาพบว่าบางบริเวณตื้น บางบริเวณเป็นแอ่งลึก ความเร็วของกระแสน้ำในบริเวณอุทยานฯและป่าสงวนแห่งชาติอยู่ในช่วง 0.07-0.23 เมตรต่อวินาที และ 0.19-0.7 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ ลำธารในบริเวณนี้มีความลาดเอียงมากกว่าและกระแสน้ำไหลค่อนข้างสม่ำเสมอ ลำธารโดยรวมในพื้นที่เกษตรกรรม มีหลายพื้นที่เป็นแอ่งมากระด้นน้ำจึงลึกกว่า กระแสน้ำไหลช้ากว่าและไหลไม่สม่ำเสมอ น้ำมีระดับลึกอยู่ระหว่าง 0.12-0.60 เมตร และมีความเร็วกระแสน้ำอยู่ระหว่าง 0.15-0.95 เมตรต่อวินาที

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่ากิจกรรมที่ทำให้เกิดการแผ้วถางป่าเป็นสาเหตุทำให้ ร้อยละของความหนาแน่นป่าไม้ปกคลุมลดน้อยลง ซึ่งการลดน้อยลงของป่าไม้ปกคลุมนั้นได้ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยทางกายภาพอื่นๆในลำธาร และการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นเหตุให้โครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำธารแต่ละบริเวณมีความแตกต่างกัน ซึ่งจะได้อภิปรายอย่างละเอียดต่อไป

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินกับองค์ประกอบทางกายภาพของลำธาร แต่ละบริเวณ

โครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำธารบริเวณ เขตอุทยานฯ ป่าสงวนแห่งชาติและพื้นที่การเกษตร มีความแตกต่างกันมากทางด้านจำนวนชนิดและความหนาแน่น โดยลำธารในบริเวณเขตอุทยานฯมีความหลากหลายชนิดมากกว่าลำธารบริเวณเขตเกษตรกรรม และลำธารบริเวณป่าสงวนแห่งชาติตามลำดับ ส่วนความหนาแน่นของสัตว์มีมากที่สุดที่ลำธารบริเวณเขตอุทยานฯ รองลงมาคือบริเวณป่าสงวนแห่งชาติ และลำธารบริเวณเขตเกษตรกรรมมีความหนาแน่นของสัตว์น้อยกว่าลำธารทั้งสองบริเวณแรกอย่างมีนัยสำคัญ ผลการศึกษารังนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Crowns และคณะ (1994) ที่พบว่าความหนาแน่นและจำนวนชนิดของสัตว์ได้ลดลงในลำธารที่มีการ

ตัดไม้ เช่นเดียวกับ Sangpradub และคณะ (1996) และ ขรรยงค์ และคณะ (1997) ที่ได้รายงานตรงกันว่า บริเวณลำธารต้นน้ำที่ได้รับผลกระทบน้อยมีจำนวนชนิดและความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินมากกว่าลำธารตอนล่างที่ได้รับผลกระทบมากกว่า

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่พบทั้งหมดมีจำนวน 14 อันดับ 150 ชนิด (ดูรายละเอียดในภาคผนวกที่ 2 และที่ 3) อันดับที่มีจำนวนชนิด และ ความหนาแน่นมากเฉลี่ยมากที่สุด 5 อันดับแรกซึ่งเป็นอันดับเด่นได้แก่ แมลงหนอนปลอกน้ำ ค้างค้ำ แมลงสองปีก แมลงชีปะขาว และหอยฝาเดียว

แมลงหนอนปลอกน้ำ เป็นแมลงอันดับใหญ่กลุ่มหนึ่งของแมลงในแหล่งน้ำจืดมีความหลากหลายทางด้านที่อยู่อาศัยและนิเวศวิทยา มีทั้งกลุ่มสัตว์ที่เก็บกินซากที่มีขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร กลุ่มสัตว์ที่กินซากพืชที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มิลลิเมตร และกลุ่มที่เป็นตัวห้ำ (Heliovaara และคณะ 1993) การศึกษาครั้งนี้พบว่า แมลงหนอนปลอกน้ำเป็นอันดับของแมลงที่พบทั้งชนิดและความหนาแน่นมากที่สุด โดยเฉพาะในลำธารเขตอุทยานฯ คือพบถึง 33 ชนิด และมีความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 976.8 ตัวต่อตารางเมตร การที่แมลงหนอนปลอกน้ำมีความหนาแน่นเฉลี่ยมากใน ลำธารบริเวณนี้ เป็นเพราะบริเวณนี้มีปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับการกระจายและการดำรงชีวิตอยู่ของสัตว์ คือ มีป่าไม้ปกคลุมมากและน้ำมีการปนเปื้อนจากธรรมชาติน้อย โดยเฉพาะองค์ประกอบของพื้นลำธาร ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารของมันถูกรบกวนน้อย ดังนั้นจึงพบสัตว์ในอันดับนี้มาก ดังที่ Heliovaara และคณะ (1993) อ้างตาม Clubb และคณะ (1982), Thorp และคณะ (1974), Warnick และคณะ (1969) และ Williams และคณะ (1984) รายงานว่า แมลงหนอนปลอกน้ำเป็นแมลงที่อยู่ในกลุ่มสัตว์ที่มีความทนทานน้อยต่อมลพิษ และมีน้อยชนิดที่สามารถทนทานได้ Ward (1992) รายงานเช่นเดียวกันว่า แมลงหนอนปลอกน้ำมีที่อยู่อาศัยหลายรูปแบบและมีบทบาทสำคัญมากในแหล่งน้ำจืด โดยทั่วไปตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำมีความไวสูงต่อมลพิษจึงนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้

จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแมลงหนอนปลอกน้ำกับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมพบว่า จำนวนชนิดและความหนาแน่นของแมลงหนอนปลอกน้ำมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กับร้อยละของความหนาแน่นป่าไม้ปกคลุม ความลึก ความเร็วของกระแสน้ำ องค์ประกอบพื้นลำธารประเภทก้อนหินขนาดกลาง หินขนาดเล็ก กรวด ค่าของแข็งละลายน้ำ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ และอุณหภูมิ (ดูรายละเอียดใน แมลงหนอนปลอกน้ำ บทที่ 4) การศึกษาครั้งนี้พบว่า ร้อยละของความหนาแน่นป่าไม้ปกคลุม และองค์ประกอบพื้นลำธารเป็นตัวแปรที่มีผลต่อความหนาแน่นของสัตว์กลุ่มนี้มาก ซึ่งสอดคล้องกับ Williams (1991) ที่พบว่าปริมาณพืชริมฝั่งลำธาร ความเร็วกระแส

น้ำ องค์ประกอบพื้นลำธาร ความหลากหลายของรูปแบบด้านที่อยู่อาศัย และความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำ มีอิทธิพลต่อโครงสร้างชุมชนของแมลงหนอนปลอกน้ำมากที่สุด

สำหรับชนิดและความหนาแน่นของแมลงหนอนปลอกน้ำนี้ได้ลดลงในลำธารเขตป่าสงวนแห่งชาติ สาเหตุอาจมาจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการลดลงของความหนาแน่นป่าไม้ปกคลุม และการถูกรบกวนโดยกิจกรรมของมนุษย์ เช่น บริเวณดังกล่าวมีการใช้น้ำในการชักล้าง การวางท่อน้ำ การแผ้วถางต้นไม้ริมตลิ่งทำให้ความหนาแน่นป่าไม้ปกคลุมลดลง เกิดการพังทลายของตลิ่ง และที่สำคัญบนริมฝั่งของสถานีที่ 14 เป็นจุดเริ่มต้นที่มีการทำไร่ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สถานีที่ 14 ถูกแยกออกจากกลุ่มสถานีที่มีสภาพแวดล้อมดีไปจัดเข้ากับกลุ่มสถานีในเขตเกษตรกรรม (จากผลการจัดกลุ่มสถานีด้วยความหนาแน่นของสัตว์) แต่อย่างไรก็ตามความหนาแน่นของแมลงหนอนปลอกน้ำลดลงไม่มากในลำธารเขตป่าสงวนแห่งชาติ โดยมีค่าเฉลี่ย 850 ตัวต่อตารางเมตร แต่ความหนาแน่นของสัตว์กลุ่มนี้ได้ลดลงมากในลำธารเขตพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งมีความหนาแน่นมีเพียง 227 ตัวต่อตารางเมตร ซึ่งลดลงมากเกือบ 5 เท่าเมื่อเทียบกับความหนาแน่นในเขตอุทยานฯ และลดลงประมาณ 4 เท่าเมื่อเทียบกับความหนาแน่นในเขตป่าสงวนแห่งชาติ ทั้งนี้ล้วนแต่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งได้ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทำให้สภาพแวดล้อมทั่วไปมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกับสภาพแวดล้อมในสองบริเวณแรกมาก เช่น ความหนาแน่นของป่าไม้ปกคลุมมีค่าเฉลี่ยลดลงจากร้อยละ 75.83 ในเขตอุทยานฯ เป็นร้อยละ 50 ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ และเหลือเพียงร้อยละ 16.91 ในเขตเกษตรกรรม รวมทั้งมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ความลึก การสะสมตะกอนตามพื้นลำธาร และการถูกรบกวนจากกิจกรรมด้านการเกษตรมาก โดยทั้งหมดมีผลทำให้ความหนาแน่นของแมลงหนอนปลอกน้ำในเขตเกษตรกรรมลดลงมาก

ด้วงน้ำ ด้วงน้ำพบจำนวนชนิดมากเป็นอันดับสองรองจากแมลงหนอนปลอกน้ำ คือมีจำนวน 24 ชนิด แต่มีความหนาแน่นเฉลี่ยน้อยเพียง 147.96 ตัวต่อตารางเมตร ความหนาแน่นเฉลี่ยของด้วงน้ำในแต่ละบริเวณมีความแตกต่างกันไม่มาก เช่น ในเขตอุทยานฯ มี 186.1 ตัวต่อตารางเมตร เขตป่าสงวนแห่งชาติมี 169.4 ตัวต่อตารางเมตร และเขตเกษตรกรรมมี 126.2 ตัวต่อตารางเมตร แสดงว่าด้วงน้ำมีการกระจายค่อนข้างสม่ำเสมอว่าสัตว์ชนิดอื่นๆ ซึ่งอาจเป็นเพราะด้วงน้ำมีความหลากหลายด้านที่อยู่อาศัย และแหล่งอาหาร มีหลายชนิดสามารถเคลื่อนย้ายไปบนผิวน้ำ เช่น ตัวเต็มวัยของด้วงสีดาวศ์ Gyrinidae เป็นต้น ด้วงน้ำทั่วไปมีความสามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมหรือมลพิษได้ในระดับปานกลาง (Hilsenhoff 1988) Ward (1992) รายงานว่า ด้วงน้ำไหลนี้มีการกระจายอย่างกว้างขวางในแหล่งน้ำจืด ดังนั้นในลำธารที่ศึกษาจึงพบจำนวนในแต่ละบริเวณไม่แตกต่างกันมาก โดยเฉพาะ ด้วงน้ำไหล *Cleptelmis* sp.1 ในแต่ละสถานีไม่แตกต่างกัน

($F_{2,149}=0.931$, $p>0.05$) ค้างน้ำไหลชนิดนี้พบในบริเวณลำธารเขตอุทยานฯและลำธารเขตป่าสงวนแห่งชาติ มากกว่าที่พบในลำธารเขตเกษตรกรรม โดยสองบริเวณแรกเป็นบริเวณที่มีป่าไม้และพืชปกคลุมมากกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ Jack และคณะ (1995) ที่รายงานว่าค้างน้ำไหลในประเทศจีน ชอบอยู่ในแหล่งน้ำไหล น้ำสะอาด และลำธารในป่า ซึ่งสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ สำหรับลำธารที่ศึกษาครั้งนี้พบว่า เหริยน้ำ วงศ์ Psephenidae ชนิด *Acnues* sp. เป็นค้างน้ำไหลอีกชนิดหนึ่งที่เด่นซึ่งมีมากในลำธารเขตอุทยานฯโดยมีความหนาแน่นเฉลี่ย 18.8 ตัวต่อตารางเมตร บริเวณลำธารเขตป่าสงวนแห่งชาติ มีความหนาแน่นเฉลี่ย 7.4 ตัวต่อตารางเมตร และพบน้อยที่สุดในลำธารบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมคือมีความหนาแน่นเฉลี่ยเพียง 0.76 ตัวต่อตารางเมตร การกระจายของค้างน้ำชนิดนี้ในแต่ละสถานียังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($F_{2,149}=16.92$, $p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของค้างน้ำชนิดนี้ในลำธารแต่ละบริเวณพบว่าในลำธารบริเวณที่ 1 มีความหนาแน่นมากกว่าลำธารบริเวณที่ 2 และลำธารบริเวณที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่ระหว่างลำธารบริเวณที่ 2 กับลำธารบริเวณที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) เหริยน้ำชนิดนี้มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับร้อยละของความหนาแน่นป่าไม้ปกคลุม ($r=0.395$, $p=0.000$) ดังนั้นจึงมีการกระจายอยู่แต่ในสถานที่ที่มีป่าไม้ปกคลุมและไม่ถูกรบกวนมากเท่านั้น ดังเช่นสถานที่ในเขตอุทยานฯและป่าสงวนแห่งชาติ ส่วนสถานที่ที่อยู่ในเขตพื้นที่เกษตรกรรมที่พบค้างน้ำชนิดนี้ล้วนแต่เป็นสถานที่ที่มีป่าไม้และพืชปกคลุมมาก เช่น สถานีที่ 25 และ 28 ซึ่งเป็นสถานที่ที่ไม่ถูกรบกวนมาก สถานีที่ 38 มีป่าไม้ปกคลุมมาก ดังนั้นการปรากฏตัวหรือการหายไปของค้างน้ำชนิดนี้จึงสามารถบ่งชี้ถึงความแตกต่างของสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการมีหรือไม่มีป่าไม้ปกคลุม อย่างไรก็ตามการกระจายความหนาแน่นของแมลงอันดับนี้โดยรวมมีความแตกต่างกันเล็กน้อยในแต่ละบริเวณ ซึ่งอาจมาจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆที่มีผลต่อการกระจายความหนาแน่น และการคงอยู่ของค้างน้ำได้ ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค้างน้ำกับปัจจัยต่างๆพบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับปัจจัยต่างๆเช่นเดียวกันกับแมลงหนอนปลอกน้ำ (ดูรายละเอียด ค้างน้ำ บทที่ 4) ซึ่งเป็นการสะท้อนให้เห็นว่า ลำธารบริเวณเขตอุทยานฯและป่าสงวนแห่งชาติมีสภาพแวดล้อมทั่วไปดีกว่าลำธารบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม จึงมีความหนาแน่นของค้างน้ำในลำธารบริเวณเขตอุทยานฯมากกว่าในลำธารบริเวณเขตป่าสงวนแห่งชาติ และเขตเกษตรกรรมตามลำดับ

แมลงสองปีก เป็นกลุ่มแมลงที่พบจำนวนชนิดมากเป็นอันดับที่สาม และมีความหนาแน่นเฉลี่ยมากเป็นอันดับสองรองจาก แมลงหนอนปลอกน้ำ คือมีถึง 419.72 ตัวต่อตารางเมตร โดยพบในลำธารเขตอุทยานฯมากที่สุดเช่นเดียวกับแมลงกลุ่มอื่นๆ มีความหนาแน่นเฉลี่ยถึง 817.72 ตัวต่อตารางเมตร 627.8 ตัวต่อตารางเมตรในเขตป่าสงวนแห่งชาติ และ 249 ตัวต่อตารางเมตรในเขต

เกษตรกรรม ความแตกต่างทางด้านความหนาแน่นของแมลงกลุ่มนี้ในแต่ละบริเวณก็เช่นเดียวกับ สัตว์กลุ่มอื่นๆ นั่นก็มาจากความแตกต่างด้านสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย แต่ไม่สามารถระบุสาเหตุ ได้ชัดเจน เนื่องจากแมลงสองปีกส่วนมากเป็นกลุ่มสัตว์ที่มีความทนทานสูงต่อการเปลี่ยนแปลงของ สภาพแวดล้อม สามารถกระจายและดำรงชีวิตอยู่ได้ในสิ่งแวดล้อมที่มีการปนเปื้อนมากไปจนถึงใน สภาพสิ่งแวดล้อมที่ดีมาก แมลงสองปีกกลุ่มเด่นและพบมากที่สุดในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือหนอนแดง วงศ์ Chironomidae tribe Chironominae ซึ่ง Heliovaara และคณะ (1993) ได้รายงานไว้ว่า tribe Chironominae เป็นชนิดที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่มีมลพิษมาก ปริมาณออกซิเจนต่ำ และ pH ต่ำหรือสูงได้ โครงสร้างชุมชนของ Chironomid สามารถคงตัวอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมที่มีการ ปนเปื้อนมลพิษระดับปานกลาง และการกระจายของ Chironomid ไม่ขึ้นกับอัตราการไหลของน้ำ (Lenat 1983) Heliovaara และคณะ 1993 (อ้างตาม Wickham และคณะ 1987) ได้กล่าวถึงผลการ วิจัยที่น่าสนใจประเด็นหนึ่งว่า ในบริเวณน้ำสะอาดจะมีหนอนแดงพวก Orthocladinae เป็นกลุ่มเด่น แต่ตรงข้ามบริเวณที่น้ำมีสิ่งปนเปื้อนจะมีพวก Tanypodinae เป็นกลุ่มเด่นกว่าและ Tanypodinae อาจ ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ว่ามีการปนเปื้อนของโลหะหนักโลหะหนักในแหล่งน้ำได้ ผลการศึกษาค้นคว้าพบ Orthocladinae ในลำธารเขตอุทยานฯ มากกว่าในลำธารเขตป่าสงวนแห่งชาติ และในลำธารเขต เกษตรกรรม และ พบแมลงสองปีกชนิดอื่นๆ ซึ่งมีจำนวนมากกว่าและพบทั่วไปในลำธารทั้งสาม บริเวณ เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างแมลงสองปีกกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมพบว่า มีความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าสัตว์กลุ่มอื่นๆ คือมีความสัมพันธ์กับร้อยละของความหนา แน่นป่าไม้ปกคลุม ความลึกของน้ำ องค์ประกอบพื้นลำธารประเภท กรวด ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ค่า ของแข็งละลายน้ำ และอุณหภูมิ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับอีก 8 ตัวแปรที่เหลือ (ดูรายละเอียด แมลงสองปีก บทที่ 4) ดังนั้นการลดลงของจำนวนชนิด และ ความหนาแน่นของแมลงสองปีกน่าจะ มาจากปัจจัยด้านที่อยู่อาศัย และการที่แหล่งอาหารถูกรบกวนมากกว่า จึงทำให้มีการลดลงตามลำดับ จากลำธารบริเวณเขตอุทยานฯ เขตป่าสงวนแห่งชาติ และเขตเกษตรกรรม

แมลงชีปะขาว พบจำนวน 20 ชนิด และมีความหนาแน่นเฉลี่ยน้อยที่สุดในบรรดาสัตว์ อันดับเด่น 5 อันดับคือมีเพียง 140.93 ตัวต่อตารางเมตร สำหรับการกระจายของแมลงชีปะขาว ทั้ง จำนวนชนิด และความหนาแน่น มีความคล้ายคลึงกับการกระจายของแมลงหนอนปลอกน้ำมาก คือ พบมากที่สุดในบริเวณเขตอุทยานฯ ซึ่งพบถึง 18 ชนิด และมีความหนาแน่นเฉลี่ย 316.2 ตัวต่อตาราง เมตร เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมเหมือนกันกับแมลงหนอนปลอกน้ำ เพราะว่า ทั้งแมลงชีปะขาวและแมลงหนอนปลอกน้ำล้วนแต่เป็นสัตว์ในกลุ่มที่มีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม ดังนั้นบริเวณที่มีสิ่งแวดล้อมดี มีการปนเปื้อนน้อยหรือถูกรบกวนน้อย เช่น

ลำธารบริเวณอุทยานฯ จึงพบสัตว์กลุ่มนี้มาก ซึ่งสอดคล้องกับ Bournaud และคณะ (1996) ที่รายงานว่า จะพบแมลงชีปะขาวและแมลงหนอนปลอกน้ำมากในบริเวณแม่น้ำตอนบนที่มีการปนเปื้อนจากมลพิษน้อย แต่จะพบกลุ่มสัตว์ที่มีความทนทานสูงต่อมลพิษ เช่นพวก *Acheta* และหอยชนิดต่างๆมากในบริเวณแม่น้ำตอนล่างที่มีการสะสมตะกอน และ สิ่งปนเปื้อนจากมลพิษมากกว่า ผลการศึกษานี้พบว่าแมลงชีปะขาวกลุ่มที่มีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม เช่น แมลงชีปะขาวหัวโดวงศ์ Heptageniidae และแมลงชีปะขาวหัวเหลี่ยมวงศ์ Leptophlebiidae มีการกระจายมากอยู่ในลำธารเขตอุทยานฯและเขตป่าสงวนแห่งชาติ และ พบเพียงบางสถานีในลำธารเขตเกษตรกรรม ขณะที่แมลงชีปะขาวกลุ่มที่มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมมากกว่าเช่น แมลงชีปะขาวหลังปีดวงศ์ Caenidae และแมลงชีปะขาวเข้มวงศ์ Baetidae มีการกระจายทั่วไปทุกบริเวณ

จำนวนชนิดของแมลงชีปะขาวลดลงเหลือเพียง 10 ชนิดในลำธารเขตป่าสงวนแห่งชาติและเขตเกษตรกรรม ความหนาแน่นเฉลี่ยของแมลงอันดับนี้ในเขตป่าสงวนแห่งชาติได้ลดลงเกือบ 3 เท่าเมื่อเทียบกับเขตอุทยานฯ ส่วนในพื้นที่เขตเกษตรกรรมความหนาแน่นลดลงมากเกือบ 5 เท่าเมื่อเทียบกับเขตอุทยานฯ จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแมลงชีปะขาวกับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมพบว่า มีความสัมพันธ์กับปัจจัยต่างๆเช่น ร้อยละของความหนาแน่นป่าไม้ปกคลุม ความลึกของน้ำ ก้อนหินขนาดเล็ก กรวด ค่าของแข็งละลายน้ำ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ และอุณหภูมิน้ำ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับความเร็วกระแสน้ำ ทราบ ตะกอนละเอียด เศษใบไม้และกิ่งไม้ ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ และปริมาณออกซิเจนละลาย (ดูรายละเอียด แมลงชีปะขาว บทที่ 4) ซึ่งชี้ชัดว่าปัจจัยหลักที่มีบทบาทต่อการกระจายของจำนวนชนิด และความหนาแน่นของแมลงชีปะขาวคือ ความหนาแน่นของป่าไม้ปกคลุมและการถูกรบกวน โดยสภาพทั่วไปของลำธารเขตอุทยานฯ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมไม่ถูกรบกวนมาก เมื่อเทียบกับลำธารเขตป่าสงวนแห่งชาติ และเขตเกษตรกรรม ซึ่งถูกรบกวนและได้รับผลกระทบมากกว่า ดังนั้นจึงพบว่าแมลงชีปะขาวมีการกระจายของชนิดและความหนาแน่นอยู่ในลำธารเขตอุทยานฯมากกว่าเขตป่าสงวนแห่งชาติและเขตเกษตรกรรมตามลำดับ

หอยฝาดเดียว พบจำนวนชนิดน้อยที่สุดเพียง 4 ชนิด แต่มีความหนาแน่นมากเป็นอันดับสามรองจากแมลงหนอนปลอกน้ำและแมลงสองปีก ซึ่งมีความหนาแน่นเฉลี่ย 364.12 ตัวต่อตารางเมตร โดยมีการกระจายกลับกันกับสัตว์เด่นอันดับอื่นๆคือ พบน้อยในเขตอุทยานฯ และป่าสงวนแห่งชาติ โดยแต่ละบริเวณมีความหนาแน่นเฉลี่ยประมาณครึ่งหนึ่งของความหนาแน่นเฉลี่ยของหอยฝาดเดียวในลำธารบริเวณเขตเกษตรกรรม ซึ่งเป็นบริเวณที่พบมากที่สุดมีความหนาแน่นเฉลี่ยถึง 430 ตัวต่อตารางเมตร ความแตกต่างของการกระจายความหนาแน่นของหอยฝาดเดียวนี้อาจมีสาเหตุมาจากปัจจัย

ทางด้านที่อยู่อาศัย แหล่งอาหาร และแหล่งเพาะพันธุ์มากกว่าปัจจัยอื่น Bournaud และคณะ (1996) รายงานว่า ได้พบหอยเป็นสัตว์กลุ่มเด่นในแม่น้ำตอนล่างบริเวณที่มีการสะสมตะกอนและสิ่งปนเปื้อนมากกว่าบริเวณแม่น้ำตอนบน Yanyong (1997) พบหอยฝาเดียวมากในสถานีตอนล่างของลำน้ำเชิญที่เป็นบริเวณพื้นที่การเกษตร ซึ่งตามพื้นลำธารมีการสะสมตะกอนและโคลนมาก ลำธารที่ศึกษาครั้งนี้ก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน แสดงว่าลำธารบริเวณพื้นที่การเกษตรเป็นบริเวณที่เหมาะสมกับการดำรงชีพและแพร่พันธุ์ของหอยฝาเดียวมากกว่าในลำธารบริเวณเขตอุทยานฯ และลำธารบริเวณป่าสงวนแห่งชาติ

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างหอยฝาเดียวกับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมพบว่า จำนวนชนิดหอยฝาเดียวไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยใดเลย เนื่องจากมีจำนวนชนิดน้อย และไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละบริเวณ และความหนาแน่นก็พบว่ามีค่าความสัมพันธ์กับปัจจัยต่างๆ น้อยเช่น สัมพันธ์กับความลึก ความเร็วกระแสน้ำ ค่าของแข็งละลาย ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ และ อุณหภูมิ น้ำ เท่านั้น และไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยหลักเช่น ความหนาแน่นของป่าไม้ปกคลุม และ องค์ประกอบพื้นลำธารทุกประเภท (ดูรายละเอียด หอยฝาเดียว บทที่ 4) แสดงว่าหอยฝาเดียวมีความสามารถกระจายอยู่ได้ในทุกบริเวณ บริเวณที่เหมาะสมที่สุดเช่นบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งมีการสะสมตะกอนและ เศษซากพืชต่าง ๆ มากอันเป็นแหล่งอาหารที่สมบูรณ์จะพบหอยฝาเดียวมากกว่าบริเวณอุทยานฯ และป่าสงวนแห่งชาติตามลำดับ

สรุปได้ว่ากลุ่มสัตว์ที่ได้รับผลกระทบน้อยในลำธารทั้งสามบริเวณคือ ตัวน้ำ สัตว์ที่ได้รับผลกระทบมากจากความแตกต่างของลำธารแต่ละบริเวณคือ แมลงหนอนปลอกน้ำ แมลงสโตนฟลาย แมลงชีปะขาวและแมลงสองปีก ซึ่งมีความหนาแน่นลดลงมากในลำธารเขตเกษตรกรรม ส่วนสัตว์ที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นคือ หอยฝาเดียว แมลงสามอันดับแรกถูกจัดไว้ในกลุ่มสัตว์ที่มีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม

สำหรับกลุ่มสัตว์ที่มีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมอย่างชัดเจน ได้แก่ แมลงชีปะขาว คือพบถึง 18 ชนิด ความหนาแน่นเฉลี่ย 316.2 ตัวต่อตารางเมตรในลำธารบริเวณเขตอุทยานฯ จำนวน 10 ชนิด ความหนาแน่นเฉลี่ย 116.7 ตัวต่อตารางเมตร ในลำธารเขตป่าสงวน แห่งชาติ และจำนวน 10 ชนิด ความหนาแน่นเฉลี่ย 61.35 ตัวต่อตารางเมตร ในลำธารเขตเกษตรกรรม แมลงสโตนฟลาย จำนวน 3 ชนิดโดยมีความหนาแน่นเฉลี่ย 22.2 ตัวต่อตารางเมตรในลำธารบริเวณเขตอุทยานฯ จำนวน 1 ชนิด มีความหนาแน่นเฉลี่ย 11.1 ตัวต่อตารางเมตร ในลำธารเขต ป่าสงวน แห่งชาติ และไม่พบสัตว์อันดับนี้เลยในลำธารเขตเกษตรกรรม แมลงหนอนปลอกน้ำพบจำนวน 33 ชนิด มีความหนาแน่นเฉลี่ย 976.8 ตัวต่อตารางเมตรในลำธารเขตอุทยานฯ จำนวน 12 ชนิด มีความหนาแน่นเฉลี่ย 850 ตัวต่อตารางเมตรในลำธารเขตป่าสงวนแห่งชาติ และจำนวน 17 ชนิด มีความ

หนาแน่นเฉลี่ย 101 ตัวต่อตารางเมตร ในลำธารเขตเกษตรกรรม แสดงว่าทั้งชนิด และจำนวนของกลุ่มสัตว์ที่มีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมได้ลดลงตามลำดับจากลำธารบริเวณเขตอุทยานฯ ลำธารบริเวณเขตป่าสงวนแห่งชาติ และลำธารบริเวณเขตเกษตรกรรม โดยสอดคล้องกับความหนาแน่นของป่าไม้ปกคลุมซึ่งมีการลดลงตามลำดับเช่นกัน จากการพิจารณาค่าความสัมพันธ์ระหว่างชนิดหรือความหนาแน่นต่อเปอร์เซ็นต์ป่าไม้ปกคลุมพบว่า แมลงชีปะขาวและ แมลงหนอนปลอกน้ำมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับเปอร์เซ็นต์ป่าไม้ปกคลุมมาก ($r = 0.462$, $p = 0.000$ และ $r = 0.499$, $p = 0.000$ ตามลำดับ) ส่วนแมลงสโตนฟลาย พบเฉพาะในลำธารที่มีป่าไม้เท่านั้น ดังนั้นแมลงทั้ง 3 อันดับนี้สามารถแสดงความสัมพันธ์กับปริมาณป่าไม้ใน ลำธารทั้งสามบริเวณได้อย่างชัดเจน ผลการศึกษาสอดคล้องกับ Campbell และคณะ (1989) อ้างตาม Campbell และคณะ (1983) Dudgeon (1994) Lenat และคณะ (1994) Sangpradub และคณะ (1996) และ ชรรยงค์ และคณะ (1997) ซึ่งต่างก็รายงานตรงกันว่า กลุ่มสัตว์ที่มีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมจะพบมากในลำธารต้นน้ำหรือลำธารตอนบนซึ่งถูกรบกวนน้อยหรือได้รับผลกระทบน้อย ชนิดและความหนาแน่นของสัตว์กลุ่มนี้จะลดลงในลำธารตอนล่างที่ได้รับผลกระทบมากกว่า หรือ ลดลงตามระดับของผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่มีต่อลำธาร

5.3 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติเชิงเดี่ยวและสถิติเชิงซ้อน

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงเดี่ยวได้ผลการอภิปรายข้างต้น ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติเชิงซ้อนได้ผลดังนี้คือ การจัดกลุ่มสถานีโดยใช้ข้อมูลความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในระดับวงศ์ และ ระดับสกุล พบว่าได้ผลใกล้เคียงกันคือสามารถจัดกลุ่มสถานีตามความแตกต่างด้านสภาพแวดล้อมได้โดยมีความเชื่อมโยงกับการกระจายของชนิดและความหนาแน่นของสัตว์แต่ละชนิด ที่มีความสัมพันธ์กับกลุ่มสถานี

ระดับวงศ์ ได้จัดสถานีต่างๆเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มสถานีที่มีความหนาแน่นของสัตว์มากที่สุดคือ กลุ่มสถานีที่ I จำนวน 20 สถานี ซึ่งส่วนมากเป็นสถานีในเขตอุทยานฯและป่าสงวนแห่งชาติเกือบทั้งหมด มีเพียง 1 ใน 4 เป็นสถานีในเขตเกษตรกรรม กลุ่มสถานีที่ I นี้เป็นกลุ่มสถานีที่มีสภาพแวดล้อมยังไม่ถูกรบกวนมากโดยมีป่าไม้ปกคลุมมาก กลุ่มสถานีที่ II มีความหนาแน่นของสัตว์น้อยกว่า ประกอบด้วยสถานีย่อยรวม 27 สถานี ซึ่งทั้งหมดเป็นสถานีในลำธารเขตเกษตรกรรมที่มีป่าไม้และพืชปกคลุมน้อย ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมด้านการเกษตรมาก และกลุ่มสถานีที่ III เป็นกลุ่มที่มีความหนาแน่นของสัตว์น้อยที่สุด มีพืชริมฝั่งน้อยที่สุด และได้รับผลกระทบมากที่สุด ผลการจัด

กลุ่มสถานีนี้นี้แสดงชัดเจนว่า บริเวณที่มีความหนาแน่นของสัตว์มากคือบริเวณที่มีป่าไม้ปกคลุมมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความหลากหลายของสัตว์ในแต่ละบริเวณด้วยสถิติเชิงเดียวคือ สัตว์มีความหนาแน่นมากในบริเวณลำธารเขตอุทยานฯ และ ลดลงในเขตป่าสงวนแห่งชาติ และเขตเกษตรกรรมตามลำดับ

การวิเคราะห์เกี่ยวกับวงศ์ของสัตว์ที่มีความสำคัญต่อการแบ่งกลุ่มสถานียและวงศ์ของสัตว์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในการเรียงลำดับบน Ordination space จำนวน 10 อันดับแรก (ตารางที่ 4.3.1 ก และ ข) พบว่าบรรดางศ์ต่างๆเหล่านี้ต่างมีทิศทางการกระจายของชนิด และมีความหนาแน่นตรงกับที่ตั้งของกลุ่มสถานียที่ I มากกว่ากลุ่มสถานียที่ II และที่ III (รูปที่ 4.3.1ค และรูปที่ 4.3.1ง) ซึ่งก็สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์โครงสร้างชุมชนสัตว์ในแต่ละบริเวณลำธารด้วยสถิติเชิงเดียว (ดูรายละเอียดในหัวข้อ 4.2.3) จำนวนสัตว์ 10 วงศ์ดังในตารางที่ 4.3.1ค ส่วนมากเป็นวงศ์ที่มีความสามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมต่ำมีค่าระหว่าง 1-4 ยกเว้นแมลงชีปะขาว หลังปีดวงศ์ Caenidae และหนอนแดงวงศ์ Chironomidae ที่มีค่าความทนทานสูงถึง 7 และ 8 ตามลำดับ รายละเอียดในภาคผนวกที่ 4 (ค่าระหว่าง 0-10 คือค่าคะแนนที่แสดงความทนทานของสัตว์ ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในระดับวงศ์ โดยค่าคะแนนต่ำหมายถึงมีความทนทานต่ำและค่าคะแนนที่สูงกว่าบ่งบอกความทนทานที่สูงกว่า Hilsenhoff 1988, Lenat 1993 และ Bode 1988 อ้างโดย Hauer และคณะ 1996) ซึ่งในการศึกษาคั้งนี้พบว่าบรรดางศ์ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นตัวกำหนดการแบ่งกลุ่มสถานียตามความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน และ ตามสภาพสิ่งแวดล้อมในแต่ละสถานียได้

ระดับสกุล เมื่อพิจารณาตามความหนาแน่น การจัดกลุ่มสถานียในระดับสกุลมีความละเอียดกว่าระดับวงศ์ เช่น กลุ่มที่ I มีเพียง 15 สถานีย เป็นสถานียในเขตอุทยานฯและป่าสงวนแห่งชาติเกือบทั้งหมด มีเพียงสถานียเดียวที่อยู่ในเขตเกษตรกรรมคือสถานียที่ 25 เป็นที่น่าสังเกตว่า ในการจัดกลุ่มสถานียทั้งในระดับวงศ์และระดับสกุล สถานียที่ 25 จะถูกจัดอยู่ในกลุ่มสถานียในเขตอุทยานฯและป่าสงวนแห่งชาติเสมอ ทั้งนี้เพราะว่าบริเวณสถานียที่ 25 นี้มีแอ่งน้ำผุดทั้งสองฝั่งซึ่งเป็นสถานียที่ที่เกษตรกรรักษาไว้เพื่อการใช้ในแอ่งสำหรับการบริโภค ทำให้สภาพแวดล้อมของสถานียนี้ไม่ถูกรบกวนมากจึงถูกจัดเข้าในกลุ่มสถานียที่ I ด้วย กลุ่มสถานียที่ II มีเพียงสถานียเดียวคือสถานียที่ 4 ซึ่งถูกแยกออกจากกลุ่มสถานียที่ I เนื่องจากมีความแตกต่างด้านตัวแปรทางกายภาพและความหนาแน่นของสัตว์ที่พบ สถานียที่ 4 นี้เป็นลำธารน้ำผุดขนาดเล็กที่มาเชื่อมกับลำธารสายหลัก กลุ่มสถานียที่ III ประกอบด้วย 34 สถานียซึ่งเป็นสถานียที่อยู่ในเขตเกษตรกรรมเกือบทั้งหมดและมีอีก 1 สถานียคือสถานียที่ 14 ที่อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ เช่นเดียวกันเป็นที่น่าสนใจว่าในการจัดกลุ่มสถานียไม่ว่าระดับ

วงศ์ หรือระดับสกุล สถานที่ที่ 14 ถูกจัดอยู่ในกลุ่มสถานที่ของเขตพื้นที่เกษตรกรรมเสมอ จากสภาพความเป็นจริงพบว่า สถานที่ที่ 14 นี้ เป็นจุดแรกที่เริ่มต้นมีการแผ้วถางป่าบนริมฝั่งด้านทิศเหนือเพื่อทำไร่ข้าวโพดและมีความหนาแน่นของป่าไม้ปกคลุมเพียงร้อยละ 30 ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุทำให้สภาพแวดล้อมตลอดถึงความหนาแน่นของสัตว์มีความใกล้เคียงกับสถานที่ต่างๆ ในเขตเกษตรกรรม และจึงถูกจัดอยู่ในกลุ่มสถานที่ที่ III ร่วมกับกลุ่มสถานที่เขตเกษตรกรรมเสมอ

ผลการวิเคราะห์สกุลของสัตว์ที่มีความสำคัญต่อการแบ่งกลุ่มสถานที่ และ สกุลของสัตว์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในการเรียงลำดับบน Ordination space จำนวน 17 อันดับแรก (ตารางที่ 4.3.2ก และตารางที่ 4.3.2ข) พบว่าบรรดาสกุลต่างๆ เหล่านี้ล้วนแต่มีทิศทางการกระจายของชนิดและความหนาแน่นตรงกับที่ตั้งของกลุ่มสถานที่ที่ I และ II มากกว่ากลุ่มสถานที่ที่ III (รูปที่ 4.3.2ค และรูปที่ 4.3.2ง) ซึ่งก็สอดคล้องกับการจัดกลุ่มสถานที่และผลการศึกษาโครงสร้างชุมชนสัตว์ในแต่ละบริเวณลำธารด้วยสถิติเชิงซ้อนและสถิติเชิงเดี่ยวตามลำดับ สกุลสัตว์ 17 ลำดับแรกนี้ส่วนมากเป็นสัตว์กลุ่มที่มีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม เช่น แมลงหอนปลอกน้ำมีถึง 7 สกุล แมลงชีปะขาวและแมลงสโตนฟลายอย่างละ 1 สกุล ซึ่งพบมากในลำธารบริเวณอุทยานฯ และป่าสงวนแห่งชาติ ส่วนที่เหลือเป็นค้างคาว แมลงปอ กุ้ง และแมลงสองปีก ก็ล้วนแต่เป็นชนิดที่พบมากในสถานที่ที่มีป่าไม้ปกคลุม สำหรับการศึกษาครั้งนี้สัตว์สกุลต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นสามารถเป็นตัวกำหนดการแบ่งกลุ่มสถานที่ตามความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและตามสภาพสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะความหนาแน่นของป่าไม้ปกคลุมได้

การจัดกลุ่มสถานที่โดยใช้ข้อมูลความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินและปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการกระจายของสัตว์ในระดับวงศ์และระดับสกุล ต่างให้ผลสอดคล้องกัน โดยข้อมูลระดับสกุลสามารถให้ผลลัพธ์ที่ละเอียดและใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากกว่าข้อมูลระดับวงศ์ เมื่อเปรียบเทียบโดยใช้ผลการวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงเดี่ยวเป็นหลัก

จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า สามารถใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงซ้อนมาจัดกลุ่มสถานที่ออกตามสภาพสิ่งแวดล้อมที่เป็นจริงได้

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุป

1. ความแตกต่างของตัวแปรกายภาพต่างๆและโครงสร้างชุมชนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำธารแต่ละบริเวณเกิดจากสาเหตุหลักคือ การลดลงของความหนาแน่นของป่าไม้ปกคลุม ซึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรมถางป่าเพื่อใช้พื้นที่ในการทำเกษตรกรรม
2. การถางป่ามีผลกระทบต่อโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน โดยทำให้จำนวนชนิดและความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินลดลง
3. แมลงหนอนปลอกน้ำ แมลงชีปะขาว และ แมลงสโตนฟลาย เป็นกลุ่มแมลงที่มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของป่าไม้ปกคลุมมาก ชนิดและความหนาแน่นของตัวอ่อนสัตว์กลุ่มนี้จะลดลงอย่างมากเมื่อต้นไม้หรือพืชริมฝั่งลดน้อยลง
4. เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงเดียว และ สถิติเชิงซ้อนให้ผลสอดคล้องกัน คือ โครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความหนาแน่นของป่าไม้ปกคลุม ค่าของเฉลี่ยละลายน้ำ อุณหภูมิ น้ำ อุณหภูมิอากาศ ระดับความลึกของน้ำ นอกจากนี้การใช้สถิติเชิงซ้อนสามารถระบุได้ว่า สิ่งมีชีวิตสกุลใด หรือ วงศ์ใด และปัจจัยสิ่งแวดล้อมใดมีความสำคัญในการแบ่งกลุ่มสถานี
5. การจัดกลุ่มสถานีโดยใช้ข้อมูลระดับสกุล สามารถให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากกว่าถึงร้อยละ 95 ขณะที่ใช้ข้อมูลระดับวงศ์ สามารถให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงได้เพียงร้อยละ 76

6.2 ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาครั้งนี้ได้ชี้ให้เห็นถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการถางป่าริมฝั่งลำธารต่อโครงสร้างชุมชนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ลำธารบริเวณใดหรือสถานีใดที่มีป่าไม้ หรือพืชริมฝั่งปกคลุมมาก พบว่าบริเวณดังกล่าวมีจำนวนชนิด และความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินมาก ดังตัวอย่างเช่นสถานีที่ 25 ซึ่งตั้งอยู่ในเขตเกษตรกรรม แต่เป็นบริเวณที่มีป่าไม้ปกคลุมมาก เนื่องจากเป็นบริเวณที่ชาวบ้านนำน้ำไปใช้บริโภคจึงไม่มีการถางป่าบริเวณนี้ สถานีนี้จึงยังคงมีชนิดและจำนวนของสัตว์มาก เช่นเดียวกับกลุ่มสถานีของเขตอุทยานฯและป่าสงวนแห่งชาติ ตรงกันข้ามกับสถานีที่ 14 แม้จะตั้งอยู่ในบริเวณป่าสงวนแห่งชาติ ซึ่งสภาพโดยรวมมีป่าไม้ปกคลุมมากกว่าร้อยละ 50 แต่สถานีนี้กลับโล่งแจ้งเนื่องจากการถางป่าเพื่อปลูกพืช จำนวนชนิดและความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่พบในสถานีนี้จึงมีน้อยกว่าสถานีอื่นๆในบริเวณป่าสงวนแห่งชาติด้วยกัน โดยไปมีผลใกล้เคียงกับกลุ่มสถานีในเขตเกษตรกรรม

จากผลการศึกษาครั้งนี้มีข้อเสนอแนะดังนี้คือ

1. เพื่อปกป้องและรักษาความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณต้นน้ำลำธาร เมื่อมีกิจกรรมการใช้ที่ดิน ไม่ควรบุกเบิกที่ดินไปจนจรดกับริมฝั่งลำธาร ควรรักษาป่าไม้ หรือต้นไม้มิริมฝั่งลำธาร ไว้รวมทั้งควรรักษาระยะของพืชก่อนจะถึงแนวลำธารเพื่อ (i) เป็นแนวกันชน (Buffer zone) ไว้ป้องกันการชะล้างของดินลงสู่ลำธารเบื้องล่าง เพราะจะทำให้ตะกอนดินในลำธารเพิ่มมากขึ้น ลำธารกว้างมากขึ้นและตื้นเขิน ซึ่งจะส่งผลกระทบถึงชุมชนสัตว์ที่อาศัยอยู่ในลำธาร ทั้งแหล่งที่อยู่อาศัย และแหล่งอาหารของสัตว์ต่างๆ และเพื่อ (ii) ให้พืชเหล่านี้ช่วยเก็บกักปุ๋ย หรือ สารเคมีที่ใช้ในการเกษตรไม่ให้เพิ่มแร่ธาตุลงสู่แหล่งน้ำ

2. การปลูกพืชของเกษตรกรในบริเวณพื้นที่ใกล้ต้นน้ำลำธาร ควรปลูกพืชประเภทไม้ยืนต้น เช่น การทำสวนผลไม้ดีกว่าการปลูกพืชไร่ซึ่งใช้ระยะเวลาสั้นๆ เช่น ผัก ข้าวโพดและพริก เพราะหลังจากการเก็บเกี่ยวแล้ว เกษตรกรต้องไถพรวนดินไว้ปลูกรอบต่อไป กิจกรรมเหล่านี้ทำให้เกิดการพังทลาย และการชะล้างเอาตะกอนดินไปสะสมในพื้นที่ลำธารมากขึ้น

3. เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมรอบลำธาร มีผลต่อโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินมาก หรือ อาจกล่าวได้ว่าโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินสามารถสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของลำธารได้ ดังนั้นจึงสามารถใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในการร่วมประเมินผลกระทบที่เกิดจากการทำลายสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดน้อยลงของป่าไม้มิริมลำธาร หรือ สามารถบอกได้ว่าบริเวณใดที่กำลังฟื้นตัวขึ้น

4. ควรส่งเสริมให้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน โดยเฉพาะแมลง ชีปะขาว แมลงสโตนฟลาย และแมลงหนอนปลอกน้ำ หรือที่เรียกว่า กลุ่ม EPT ให้มากขึ้นในแง่มุม ต่างๆ รวมทั้งขยายพื้นที่การศึกษาให้ครอบคลุมพื้นที่ป่าต้นน้ำอื่นๆ เนื่องจากสัตว์กลุ่มนี้มีความ สัมพันธ์กับความหนาแน่นของป่าไม้ปกคลุมมาก โดยเฉพาะแมลงหนอนปลอกน้ำ (T) พบว่ามีความ สัมพันธ์มากที่สุด การศึกษาสัตว์เหล่านี้จะช่วยให้ได้ข้อมูลรวมที่สามารถนำไปใช้ในการ จัดการบริหารพื้นที่ป่าไม้ได้