# บทที่ 2

## วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำธารต้นน้ำเป็นที่รวบรวมปริมาณน้ำจากแหล่งรองรับน้ำฝน ซึ่งปกติแล้วบริเวณต้นน้ำลำธารจะมีป่าไม้ปกคลุมอยู่อย่างหนาแน่น ทำให้พื้นดินมีการดูดซับน้ำไว้ได้เป็นปริมาณมากส่งผลให้ลำธารสามารถมีน้ำตลอดทั้งปี แหล่งรองรับน้ำฝนประกอบด้วยลำธารขนาดเล็กหลายสายไหลมารวมกันเป็นลำธารที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและกลายเป็นแม่น้ำในที่สุด

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเกษตรและอุตสาหกรรม ทำให้พื้นที่ป่าต้นน้ำและป่าหลายแห่งถูกรุกล้ำทำลายในหลายประเทศทั่วโลก (กระทรวงการต่างประเทศ 2537) วิทย์ และคณะ (2538) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงของสภาพเศรษฐกิจและสังคมในปัจจุบันเป็นผลมาจากปัจจัยการเพิ่มขึ้นของประชากร ค่านิยม วัฒนธรรม และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินที่ไม่เหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่ กล่าวคือ ได้มีการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้โดยเฉพาะพื้นที่ป่าลุ่มน้ำชั้น 1 ซึ่งเป็นพื้นที่เปราะบางต่อการเกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

การบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ การตัดไม้ทำลายป่าได้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ ทำให้เกิดภาวะเสื่อมโทรมแก่แม่น้ำลำธารตลอดถึงสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่หลายประการเช่น การตัดไม้ในบริเวณลำธารทำให้เกิดช่องโหว่ในชั้นเรือนยอด (canopy) หรือกลายเป็นลำธารโล่งแจ้งไม่มีร่มเงาปกคลุม ทำให้แสงสามารถส่องลงถึงพื้นลำธารได้มากขึ้น Campbell และคณะ (1989) อ้างตาม Newbold และคณะ (1980) พบว่าปริมาณชั้นเรือนยอดของป่าไม้ที่ปกคลุมลำธารของรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา บริเวณเขตรองรับน้ำฝนที่ไม่มีการตัดไม้ มีประมาณร้อยละ 80 ขณะที่ในเขตที่มีการตัดไม้จะมีประมาณร้อยละ 20 ความเข้มของแสงที่สามารถส่องผ่านชั้นเรือนยอดของป่าลงสู่ผิวของลำธารมีความแปรปรวนตั้งแต่ร้อยละ 20-100 เมื่อแสงสามารถส่องลงสู่ลำธารมากขึ้น ทำให้แหล่งสะสมพลังงานในน้ำเปลี่ยนแปลงไปจากพลังงานที่สะสมในซากเศษใบไม้ (allochthonous) เป็นพลังงานที่ได้จากการสังเคราะห์แสง (autothonous) (Benfield และคณะ 1991) เช่นเดียวกันระดับการสังเคราะห์แสง (photosynthetically active radiation PAR) ในลำธารที่ไม่มีร่มเงาหรือลำธารเปิดมีมากกว่าในลำธารที่มีร่มเงาปกคลุม (Denicola และคณะ 1992) เมื่อชั้นเรือนยอดของป่าไม้ถูกทำลายยังทำให้เกิดผลกระทบทางนิเวศวิทยาอย่างมากต่อลำธารขนาดเล็ก เช่น การเปลี่ยนแปลง

อุณหภูมิของน้ำในลำธารที่อยู่ใต้ร่มเงาของป่าไม้ ปกติอุณหภูมิในฤดูร้อนจะต่ำและจะสูงในฤดูหนาว และมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแต่ละวันไม่มากเมื่อเทียบกับอุณหภูมิน้ำในลำธารที่ไม่มีร่มเงา (Campbell และคณะ 1989 อ้างตาม Eschner และคณะ 1963, Grag และคณะ 1969, Likens และคณะ 1970, Bunurs 1972, Graynoth 1979, Webster และคณะ 1982 และ Clup และคณะ 1983) อุณหภูมิในลำธารและริมฝั่งจะไม่เปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงน้อย ถ้ามีการรักษาป่าที่เป็นแนวกันชนไว้ (Campbell และคณะ 1989 อ้างตาม Brown และคณะ 1970, Brown 1971)

การถางป่าทำให้คุณสมบัติของลำธารและน้ำเปลี่ยนแปลงไป เช่น การตัดไม้จะทำให้เศษกิ่งไม้ เศษใบไม้ ตะกอนดิน และแร่ธาตุต่างๆลงไปสะสมในพื้นลำธารมากขึ้นเนื่องจากถูกชะล้าง ผลที่เกิดขึ้นคือลักษณะของพื้นลำธารมีการเปลี่ยนแปลงสูญเสียความมั่นคง เป็นการรบกวนและทำลายที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน เกิดตะกอนแขวนลอยส่งผลให้ลำธารขุ่นและเต็มไปด้วยตะกอนขนาดเล็ก อันเป็นผลกระทบต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในน้ำ (Benfield และคณะ 1991, Campbell และคณะ 1989 อ้างตาม Gommon 1970, Nuttal และคณะ 1973, Murphy และคณะ 1981, Mayack และคณะ 1983, Widerholm 1984, Stout และคณะ 1989, Benfield และคณะ 1991, Richards และคณะ 1993 และ Fore และคณะ 1996) การตัดไม้และการสร้างถนนตัดผ่านลำธารมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับจำนวนตะกอนขนาดเล็กที่ไปทับถมที่อยู่อาศัยของสัตว์ในลำธาร (Eaglin และคณะ 1993) เช่นเดียวกับการศึกษาผลกระทบของการขนส่งท่อนซุงลงมาตามลำธาร ทำให้ลำธารลึกมากขึ้น ความเร็วของกระแสน้ำลดลง พื้นลำธารที่เป็นก้อนหินขนาดเล็ก (cobble) ถูกปกคลุมด้วยทรายและโคลน ตะกอนหยาบและตะกอนละเอียดมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมากมาย (Wallace และคณะ 1995)

การเปลี่ยนแปลงทั้งหมดข้างต้นล้วนแต่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างชุมชนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำธาร Growns และคณะ (1994) ได้รายงานถึงผลกระทบจากการตัดไม้ในบริเวณลำธารทางตอนใต้ของประเทศออสเตรเลีย พบว่าในลำธารตอนบน (upland stream) ซึ่งอยู่ในบริเวณที่มีการตัดไม้มีค่าเฉลี่ยความอุดมสมบูรณ์ของชนิด (mean species richness) และค่าเฉลี่ยจำนวนสัตว์ทั้งหมด (mean total abundance) ลดลงเมื่อเทียบกับจำนวนชนิดและจำนวนสัตว์ในลำธารบริเวณที่ไม่มีการตัดไม้ Wallace และคณะ (1995) รายงานในลักษณะเดียวกันว่าเมื่อที่อยู่อาศัยของสัตว์ถูกทำลายทำให้ความอุดมสมบูรณ์และมวลชีวภาพของสัตว์แทะเล็ม (ขูดกิน) สาหร่ายหรือไดอะตอม (scrapers) และสัตว์ที่กินอาหารโดยการกรอง (filterers) ลดลงขณะที่สัตว์ซึ่งเก็บกินซากที่มีขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร (collectors) และตัวห้ำ (predators) เพิ่มขึ้น ส่วนสัตว์ที่กินซากพืชที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มิลลิเมตร (shredders) ไม่เปลี่ยนแปลง แต่มวลชีวภาพของแมลงหนอนปลอกน้ำและแมลงสองปีก ที่เป็นพวกกินซากพืชที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มิลลิเมตร มีจำนวนเพิ่มขึ้น ขณะที่

แมลงสโตนฟลายพวกที่เป็นตัวห้ำนั้นลดจำนวนลงถึงแม้ว่าจะมีเหยื่อเป็นจำนวนมากก็ตาม ร่มเงาพืชริมฝั่งและป่าไม้ปกคลุมมีความสัมพันธ์กับความอุดมสมบูรณ์และโครงสร้างชุมชนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำธาร Rutt และคณะ (1989) รายงานว่าสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินทั่วไปมีความสัมพันธ์กับพืชขนาดเล็กตามฝั่งลำธารและร่มเงาของพืชริมฝั่งมากกว่าบริเวณน้ำไหลแรง (riffle) Dudgeon (1994) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของพืชริมฝั่งลำธารต่อโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินบนเกาะฮ่องกง และได้รายงานว่าไม่พบสัตว์กลุ่มหลักเช่น แมลงสโตนฟลาย แมลงชีปะขาววงศ์ Heptageniidae และวงศ์ Ephemeridae ด้วงน้ำวงศ์ Psephenidae และแมลงอันดับ Megaloptera ในลำธารที่ไม่มีร่มเงา แต่กลับพบสัตว์เด่นบางจำพวกเช่น แมลงชีปะขาวเข็มวงศ์ Baetidae แมลงสองปีกพวกหนอนแดง tribe Orthocladinae ด้วงน้ำวงศ์ Elmidae และแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Hydropsyche* Davies และคณะ (1994) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของเขตแนวพืชริมฝั่งที่เป็นแนวกันชน และผลกระทบของการตัดไม้ต่อที่อยู่อาศัยของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน และปลาในลำธารที่เกาะทัสมาเนีย ประเทศออสเตรเลีย พบว่าการตัดไม้และพืชริมฝั่งในระยะตั้งแต่ 0-50 เมตรห่างจากลำธารมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของตะกอนในบริเวณน้ำไหลแรงตลอดสาย ทำให้จำนวนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในบริเวณดังกล่าวลดลง โดยเฉพาะพวกแมลงสโตนฟลาย และ แมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ซึ่งผลกระทบทั้งหมดนี้ขึ้นอยู่กับขนาดความกว้างของการตัดไม้ในแนวกันชนและความลาดเอียงมีผลต่อการพังทลายของดินหรือระยะเวลาที่มีการทำลาย Dudgeon และคณะ (1994) ได้ศึกษาและ ยืนยันว่า ร่มเงาของป่าไม้และพืชริมฝั่งที่ปกคลุมลำธารมีอิทธิพลต่อโครงสร้างชุมชนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำธาร โดยเปรียบเทียบลำธารสี่สายซึ่งมีลักษณะคล้ายกัน แต่มีความแตกต่างกันในแง่ของปริมาณป่าไม้และพืชริมฝั่ง คือลำธารสายแรกปกคลุมด้วยป่าไม้ตลอดสาย ลำธารสาย ที่ 2 มีป่าอยู่รอบแต่ไม่ปกคลุมลำธาร ลำธารสายที่ 3 ริมฝั่งปกคลุมด้วยไม้พุ่ม หญ้าสูง และมีต้นไม้เพียงเล็กน้อย ลำธารสายที่ 4 ไม่มีป่าปกคลุม ริมฝั่งปกคลุมด้วยหญ้าเตี้ยๆ ผลการศึกษาพบกลุ่มสัตว์ที่เก็บกินซากที่มีขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร และพวกสัตว์ที่กินอาหารโดยการกรองในลำธารทุกสาย พบสัตว์ที่เป็นตัวห้ำในลำธารสายที่ 2 และ 3 มากกว่าลำธารสายที่ 1 และ 4 ตามลำดับ พวกสัตว์แทะเล็มสาหร่ายและไดอะตอมพบมากในลำธารสายที่ 3 และ 4 ส่วนพวกสัตว์ที่กินซากพืชขนาดใหญ่กว่า 1 มิลลิเมตร พบมากในลำธารสายที่ 1 และ 2

การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างชุมชนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในลำธาร Macfarlane (1983) รายงานว่า อิทธิพลจากการสะสมตะกอนในบริเวณพื้นที่การเกษตรทำให้เกิดความไม่มั่นคงทางด้านกายภาพของที่อยู่อาศัยได้ และพบว่าลำธารตอนบนที่มีป่าไม้ปกคลุมนั้น โครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่พบมาก คือกลุ่ม

สัตว์ที่กินซากพืชที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มิลลิเมตร และกลุ่มสัตว์ที่เก็บกินซากที่มีขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร ตามลำธารตอนกลางและตอนท้ายมีพวกสัตว์ที่เก็บกินซากที่มีขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร เป็นกลุ่มที่มีบทบาทสำคัญ ซึ่งพบมากในบริเวณที่มีการย่อยสลายเศษซาก ปลิงและสัตว์ที่กินอาหารโดยการกรอง พบมากในบริเวณที่มีการพังทลายของดิน ปัจจัยสิ่งแวดล้อมหลักที่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำธารต้นน้ำบริเวณพื้นที่การเกษตร คือการสะสมตะกอนดิน โคลน และทรายเป็นปริมาณมากในแหล่งน้ำ โครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินมีการเปลี่ยนแปลงอันดับแรกคือ สัดส่วนของแมลงสโตนฟลาย และแมลงชีปะขาวในพื้นที่ทำการเกษตรมีน้อยกว่าบริเวณอื่นๆ (Richards และคณะ 1993) Lenat และคณะ (1994) พบว่า ความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์ (taxa richness) โดยเฉพาะกลุ่มสัตว์ที่มีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ลดลงในลำธารบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม ในขณะที่ taxa ของกลุ่มสัตว์ที่มีความทนทานสูงมีมากขึ้น ลำธารที่อยู่ในเขตชุมชนพบว่าทั้งชนิดและจำนวนตัวสัตว์มีน้อยมาก นอกจากนี้ลำธารในเขตป่าไม้พบว่ามีแมลงชีปะขาวเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินกลุ่มเด่น ซึ่งสัตว์กลุ่มเด่นนี้มีน้อยมากในลำธารเขตเกษตรกรรม ส่วนสัตว์ที่เป็นกลุ่มเด่นในลำธารของเขตเกษตรกรรมคือ พวกหนอนแดง และสัตว์ที่เป็นกลุ่มเด่นในลำธารเขตชุมชนคือ ไส้เดือนน้ำจืด (Oligochaete) ผลการศึกษานี้บ่งชี้ได้ว่าโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินสามารถบอกถึงความแตกต่างของคุณภาพน้ำและคุณภาพแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ในแต่ละสถานที่ได้ การสร้างระบบระบายน้ำในป่าสำหรับเป็นแนวกันชนเพื่อป้องกันการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพได้กลายเป็นการทำลายที่อยู่อาศัยของสัตว์ โดยระบบดังกล่าวได้นำเอาตะกอนและสารอินทรีย์มาทับถมมอสชนิด *Fontinalis dalecarlica* ซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินจำนวนมาก ทำให้จำนวนชนิดของสัตว์ที่อาศัยอยู่กับมอสที่ถูกทับถมด้วยตะกอนนั้นลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับมอสที่ไม่ถูกตะกอนทับถม ซึ่งยังพบแมลงสโตนฟลายที่เป็นกลุ่มสัตว์ที่กินซากพืชที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มิลลิเมตร และพบริ้นดำ *Simulium* sp. เป็นจำนวนมากในบริเวณน้ำไหลแรงในเขตที่มีมอสถูกตะกอนทับถม (Vuori และคณะ1996)

การเพิ่มขึ้นของตะกอนและสิ่งแขวนลอยในลำธาร นอกจากมีผลต่อที่อยู่อาศัยของสัตว์แล้วยังมีผลต่อสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่กินอาหารโดยการกรอง โดยตะกอนจะไปอุดตันตาข่ายและกลไกการกรองอาหารของสัตว์ (Campbell และคณะ 1989 อ้างตาม Gommon 1970, Nuttall และคณะ 1973, Mayack และคณะ 1983) การเพิ่มขึ้นของตะกอนและสิ่งแขวนลอยต่างๆทำให้น้ำขุ่นอันเป็นสาเหตุทำให้สัตว์แสดงพฤติกรรมหลุดลอยไปตามกระแสน้ำ (drift) เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการสนองตอบอันดับแรกของสัตว์เมื่อเริ่มมีสภาวะกดดันเกิดขึ้น (Campbell และคณะ 1989 อ้างตาม

Widerholm 1984) นอกจากนี้สัตว์บางชนิดจะมีอัตราการว่ายอยู่บนผิวน้ำมากขึ้นเมื่อระดับความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้น (Campbell และคณะ 1989 อ้างตาม Richardson 1985) ,

ลักษณะและองค์ประกอบของพื้นลำธารเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความหนาแน่นและการกระจายของสัตว์ Brussock และคณะ (1991) รายงานว่าพื้นลำธารเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการกระจายของสัตว์ตามที่อยู่อาศัย โดยเฉพาะพื้นลำธารที่เป็นก้อนกรวด และยังพบว่าการกระจายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินอย่างไม่สม่ำเสมอตามความยาวของลำธารนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นลำธาร เช่น พบพวกสัตว์ที่กินซากพืชที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มิลลิเมตรมากในบริเวณลำธารต้นน้ำระหว่างฤดูใบไม้ร่วง และฤดูหนาวเนื่องจากพื้นลำธารปกคลุมไปด้วยเศษซากใบไม้ ลักษณะของลำธารที่แตกต่างกันทำให้สัตว์มีการกระจายต่างกัน ปกติสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินจะกระจายอยู่ในลำธารลึกตั้งแต่ 0.1-0.4 เมตร ความเร็วของกระแสน้ำอยู่ระหว่าง 0.2-1.2 เมตรต่อวินาที องค์ประกอบของพื้นลำธารประเภทหินต่างๆที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 60-100 มิลลิเมตร (Stark 1993) ความแตกต่างทางด้านกายภาพอย่างต่อเนื่องตลอดความยาวของลำธาร เช่น ความเร็วของกระแสน้ำ ขนาดขององค์ประกอบที่พื้นลำธาร อุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำล้วนแต่มีอิทธิพลต่อการกระจายของสิ่งมีชีวิตในลำธารนั้นๆ (Dudgoen และคณะ 1994)

พืชน้ำและตอไม้ใต้น้ำซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหาร ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการกระจายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน O'Conner (1992) รายงานว่ามีสัตว์อาศัยอยู่ในบริเวณที่มีพืชและตอไม้ใต้น้ำประมาณร้อยละ 25 ของความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินทั้งหมดที่พบ และพบอีกว่าร้อยละ 30 ของมวลชีวภาพต่อ 1 ตารางเมตรนั้นเป็นมวลชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน Rhodes และคณะ (1991) พบว่าสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่อาศัยอยู่บนพืชซึ่งถูกตัดและจมอยู่ใต้น้ำในบริเวณน้ำไหลแรงและในบริเวณที่เป็นแอ่ง มีความหนาแน่นของสัตว์ใกล้เคียงกัน แต่ระหว่างสองบริเวณจะมีความหนาแน่นของสัตว์แตกต่างกันตามฤดูกาล

ระดับความสูงจากน้ำทะเลก็มีผลต่อการกระจายของชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำธารเช่นกัน Suren (1994) รายงานว่า ความหลากหลายของสัตว์อันดับต่างๆลดลงตามการเพิ่มขึ้นของระดับความสูงจากน้ำทะเล แต่แมลงชีปะขาววงศ์ Baetidae พบมากกว่าสัตว์ชนิดอื่น และไม่แตกต่างกันมากนักในทุกระดับความสูงตั้งแต่ 850-4250 เมตร

ผลการศึกษาจากต่างประเทศข้างต้นสอดคล้องกับผลการศึกษาในประเทศไทย โดยเฉพาะจากการศึกษาในลุ่มน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อชนิดและจำนวนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินได้แก่ อุณหภูมิน้ำ ปริมาณของแข็งละลายน้ำ ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเร็วกระแสน้ำ ความลึก ความขุ่นของน้ำ ประเภทขององค์ประกอบของพื้นลำธาร ความมากน้อยของต้นไม้ริมตลิ่ง สิ่งก่อสร้างกั้นแม่น้ำ ชุมชนเมือง และโรงงาน

อุตสาหกรรม โดยบริเวณต้นน้ำมีชนิดและความหนาแน่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินมากกว่าบริเวณปลายน้ำซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมมากกว่า กลุ่มสัตว์ที่เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดีคือ ตัวอ่อนของแมลงน้ำกลุ่มแมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลาย และแมลงหนอนปลอกน้ำ โดยพบสัตว์กลุ่มนี้มากในบริเวณต้นน้ำที่ได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมน้อยในขณะที่บริเวณต้นน้ำบางบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมมากกว่า และบริเวณปลายน้ำที่ไหลผ่านชุมชนเมืองพบว่ามีสัตว์กลุ่มนี้น้อย แต่กลับพบตัวอ่อนของแมลงสองปีกพวกหนอนแดงเป็นจำนวนมาก (Sangpradub และคณะ 1996 และ ยรรยงค์ และคณะ 1997)