บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง สมมุติฐาน และ ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง สมมุติฐาน และกรอบแนวคิด

แหล่งน้ำธรรมชาติที่มีส่วนเกี่ยวพันกับความเป็นอยู่ของมนุษย์ สัตว์ และความเจริญของพืชพันธุ์ ได้แก่ น้ำบนผิวดิน ซึ่งในแต่ละวันคนเราต้องใช้น้ำจำนวนมาก ทั้งในด้านการอุปโภค บริโภค การประกอบอาชีพ เช่น การประมง เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม เป็นต้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องช่วยกันรักษาแหล่งน้ำธรรมชาติเหล่านี้ให้สะอาดอยู่เสมอ หากปล่อยให้มีสิ่งสกปรก เช่น ขยะ หรือน้ำทิ้ง ลงปะปนอยู่ในน้ำธรรมชาติก็จะทำให้แหล่งน้ำนั้นกลายเป็นน้ำเสียในภายหลัง เมื่อแหล่งน้ำดีกลายเป็นน้ำเสียก็จะเป็นอันตรายต่อชีวิตความเป็นอยู่ของคน พืช และสัตว์ ไม่เฉพาะแต่พื้นที่เดียวเท่านั้น อาจขยายบริเวณกว้างออกไปทั้งชุมชนละแวกนั้นๆ ได้ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาที่สั่งสมมานาน กลายเป็นปัญหาเรื้อรังของชาติ เนื่องจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมไปถึงการเป็นอยู่แบบพอเพียงไปเป็นระบบเศรษฐกิจแบบการค้า ความต้องการพื้นที่เกษตรกรรมและทรัพยากรเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการบุกรุกทำลายป่าโดยเฉพาะในพื้นที่ทางภาคเหนือของประเทศ ซึ่งถือได้ว่าเป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารที่สำคัญ และเป็นต้นกำเนิดแม่น้ำที่สำคัญหลายสาย โดยก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ในแต่ละชั้นคุณภาพลุ่มน้ำอย่างชัดเจน และผิดแผกแตกต่างไปจากการจัดแบ่งชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิม ซึ่งทำให้เกิดผลกระทบในด้านต่าง ๆ เช่น การพังทลายของหน้าดิน ปริมาณน้ำ และคุณภาพของน้ำ เป็นต้น แม่น้ำยวมเป็นต้นน้ำลำธารสายหลักที่มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาแดนยวม จุดกำเนิดอยู่ในพื้นที่อำเภอขุนยวม ไหลผ่านอำเภอแม่ลาน้อย อำเภอแม่สะเรียง และอำเภอสบเมย แล้วไปรวมตัวกับแม่น้ำสาละวินต่อไป มีประชากรจำนวนมากที่ใช้ประโยชน์จากแม่น้ำยวม มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทำให้มีการลุกล้ำของพื้นที่ต้นน้ำและลุ่มน้ำ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตทั้งบนบกและในน้ำในพื้นที่นี้

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาการจัดการทรัพยากรน้ำตามนโยบายของรัฐที่ผ่านมานั้นต่างมุ่งเน้นถึงการจัดสรรปริมาณน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการของประชาชน หากแต่ปัญหาด้านคุณภาพน้ำกลับไม่ได้รับการเหลียวแล ซึ่งในบรรดาการจัดการทรัพยากรน้ำนั้นคุณภาพน้ำจัดได้ว่าเป็นความสำคัญลำดับต้น เนื่องจากว่าคุณภาพน้ำที่ไม่เหมาะสมนั้นจะส่งผลให้เกิดปัญหากับสุขภาพของชุมชนและจะนำไปสู่การสูญเสียทางทรัพยากรมนุษย์ เศรษฐกิจ แลสังคม การสร้างเครือข่ายการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำก็เป็นอีกแนวทางเลือกที่จะทำให้ชุมชนท้องถิ่นเข้ามามีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำในพื้นที่ของตน ซึ่งกิจกรรมในการสร้างเครือข่ายการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำนั้น เริ่มแรกเราจะต้องมีอาสาสมัครผู้มีบทบาทสำคัญรวมถึงเยาวชนที่จะเป็นกำลังสำคัญของชุมชนในอนาคต ในการชักชวนให้ประชาชนร่วมมือในการช่วยกันลดมลพิษจากชุมชน รวมทั้งร่วมกันเฝ้าระวัง และสอดส่องดูแลคุณภาพของแหล่งน้ำ

ในส่วนการศึกษาคุณภาพน้ำทางชีววิธี อันได้แก่ การนำสิ่งมีชีวิตมาบ่งชี้คุณภาพน้ำได้มีการศึกษากันมานานแล้วในต่างประเทศ ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถนำไปปรับใช้กับชุมชน โดยที่ชุมชนสามารถดำเนินการด้วยตนเองทั้งแบบที่มีความซับซ้อน เช่น การศึกษาแบคทีเรีย โดยศึกษาทั้งชนิด

และปริมาณ ซึ่งจะบ่งบอกคุณภาพน้ำจากการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่มีผลต่อระบบทางเดินอาหาร และวิธีการที่ง่ายซึ่งเยาชนและชุมชนสามารถดำเนินการได้ เช่น มีสิ่งมีชีวิตในน้ำอีกหลายประเภทที่สามารถนำมาบ่งบอกคุณภาพน้ำได้ เช่น แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สาหร่ายขนาดใหญ่ ไดอะตอมพื้นท้องน้ำ สัตว์หน้าดิน พืชน้ำ ปลา ฯลฯ ทั้งนี้เพราะสิ่งมีชีวิตดังกล่าวจะเจริญอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน บางชนิดต้องอยู่ในน้ำที่สะอาด ค่า DO สูง ค่า BOD ต่ำ ปริมาณสารอาหารไม่มากนักเท่านั้น บางชนิดก็เจริญอยู่ได้ในน้ำที่มีค่า DO ต่ำ ค่า BOD สูง สารอาหารมาก แต่บางชนิดก็เจริญอยู่ได้ในทุกสภาพ จากคุณสมบัติดังกล่าว เราจึงพบสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ในน้ำที่มีคุณภาพไม่เหมือนกัน แตกต่างกันไปทั้งชนิดและจำนวน ซึ่งเป็นแนวทางในการนำสิ่งมีชีวิตเหล่านี้มาใช้เป็นดัชนีชี้ถึงคุณภาพของแหล่งน้ำได้ ร่วมกับการศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมีอย่างง่าย ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้แมลงน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ร่วมกับการตรวจสอบทางกายภาพและเคมีอย่างง่ายในระดับชุมชน เพื่อให้เกิดการติดตามตรวจสอบสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแม่น้ำยวม เป็นดัชนีในการประมาณคุณภาพเบื้องต้นของแหล่งน้ำ เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นดัชนีชีวภาพในการติดตามตรวจสอบมลพิษทางน้ำของแหล่งน้ำอื่นและนำไปประกอบการตัดสินใจในการควบคุมมลพิษทางน้ำแก่ชุมชน และหน่วยงานที่รับผิดชอบอื่นได้ต่อไป

2.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากในงานวิจัยนี้จะเป็นการใช้สิ่งมีชีวิต และคุณภาพน้ำอย่างง่ายในการเป็นเครื่องมือสำหรับการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ จึงขอแยกกล่าวถึงงานวิจัยที่มีการศึกษามาแล้ว และมีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยในโครงการนี้ดังนี้

2.2.1 การใช้สิ่งมีชีวิตที่ศึกษาเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ

สาหร่ายขนาดใหญ่

สาหร่ายขนาดใหญ่เป็นสิ่งมีชีวิตพวก benthic algae อีกกลุ่มหนึ่งที่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ Whitton and Martyn (1995) กล่าวว่าสาหร่ายชนิดที่ยึดเกาะ (benthic algae) เป็นสิ่งมีชีสิตที่สามารถใช้บ่งบอกสภาพแวดล้อม (biological indicator) ของแหล่งน้ำอย่างแม่นยำ โดยสาหร่ายขนาดใหญ่จะมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ต่างกันได้ไม่เหมือนกัน บางชนิดจะพบได้ในน้ำที่มีสารอาหารน้อยหรือน้ำสะอาดเท่านั้น ส่วนบางชนิดจะพบได้ในน้ำที่มีสารอาหารมากหรือน้ำที่มีลักษณะเป็น eutrophic โดย Benavides (1994) กล่าวว่าในแม่น้ำที่ถูกทำให้เกิดมลพิษจะพบสาหร่ายขนาดใหญ่ใน Division Cyanophyta ได้แก่ Plectonema spp., Pleuocapsa spp. และ Oscillatoria spp. เป็นสปีชีส์เด่น นอกจากนี้สาหร่ายขนาดใหญ่ในกลุ่มสาหร่ายสีเขียว เช่น Stigeoclonium lubricum และ Stigeoclonium tennue พบได้บ่อยในแหล่งน้ำที่มีลักษณะเป็น eutrophic (Palmer, 1970) ซึ่ง Stigeoclonium spp. จะเป็นสาหร่ายขนาดใหญ่ที่เจริญอยู่ทั่วไปในแม่น้ำที่มีสารอาหารสูง (บัญญัติ, 2533) สาหร่ายขนาดใหญ่บางชนิดยังสามารถที่จะใช้ทำนายการปนเปื้อนของลำน้ำได้ เช่น

Vaucheria bursata สาหร่ายขนาดใหญ่บางชนิดจะพบได้ทั่วไป เช่น Cladophora spp. ที่สามารถพบในแหล่งน้ำที่มีสภาพน้ำค่อนข้างดีจนถึงน้ำเสีย (Gardarsky, 1986) แต่ก็สามารถนำไปใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สภาพน้ำที่ถูกปนเปื้อนได้ โดย Cladophora spp. จะสามารถสะสมสารพวก organometallic complex ใน neutrallipid ซึ่งเมื่อนำ Cladophora ที่เก็บสะสมสารเหล่านี้มาศึกษาดูก็จะเห็นความสัมพันธ์ของการปนเปื้อนของสารจำพวก organomettalic ในแหล่งน้ำpได้ (Wong et al., 1997)

ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ที่พบในน้ำที่มีคุณภาพดี ได้แก่ สาหร่ายสีแดง ซึ่งเป็นสาหร่ายที่พบได้น้อยมากในน้ำจืด (Flint, 1960; Sheath and Cole, 1992) ยกตัวอย่าง เช่น Batrachospermun spp. และ Nemalionopsis spp. ซึ่ง Palmer (1970) รายงานว่าพบได้ในแหล่งน้ำสะอาดมากเท่านั้น นอกจากนี้ บัญญัติ (2532) รายงานว่า Batrachospermum spp. และ Lemanea spp. จะสามารถเจริญได้ดีในน้ำสะอาดที่มีออกซิเจนมาก และสารอาหารต่ำ นอกจากนี้สาหร่ายสีแดงอีกชนิดคือ Compsopogon coeruleus สามารถพบได้ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารไม่สูงนัก ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ Division Chlorophyta ที่พบในน้ำสะอาด ได้แก่ Microspora spp. ซึ่งจะพบในน้ำที่มีสารอาหารน้อย (Necchi and Pascoaloto, 1995) ในงานวิจัยของ Peerapornpisal et al. (2000) ซึ่งศึกษาสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ได้พบสาหร่ายขนาดใหญ่ที่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้คือ สาหร่ายสีแดง 3 สปีชีส์ Batrachospermum macrosporum, B. vagum และ Nemalionopsis shawii สามารถบ่งบอกน้ำที่มีคุณภาพดี พบในจุดเก็บตัวอย่างที่มีสารอาหารน้อย (oligotrophic status) ส่วนสปีชีส์ที่บ่งบอกน้ำเสียคือ Compsopogon coeruleus ซึ่งพบในจุดเก็บตัวอย่างที่น้ำมีคุณภาพปานกลางถึงไม่ดี มีสารอาหารปานกลางถึงมีสารอาหารมาก (mesotropic-eutrophic status)

ในขณะที่งานวิจัยของ Kunpradid et al. (2002) ซึ่งศึกษาสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำห้วยสาขาของลำน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ รายงานไว้ว่าสาหร่ายที่พบมีแนวโน้มจะเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำดี ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน Chamaesiphon polonicus (Postafinski) Hansgrig และ C. guitleri Luther ซึ่งพบในจุดเก็บตัวอย่างต้นน้ำที่มี คุณภาพน้ำดี โดยมีสารอาหารและค่าการนำไฟฟ้าต่ำ ส่วนสาหร่ายที่เป็นดัชนีชี้บ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำเสีย ได้แก่ Stigeoclonium lubricum (Dilw.) KÜtz. และ Oscillatoria limosa Agardh. นอกจากนี้ Branco et al., (2001) พบว่าการกระจายตัวของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในประเทศบราซิลมีความสัมพันธ์โดยตรงกับสภาพระบบนิเวศที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่และ Tada (2002) พบว่าการเจริญของสาหร่ายในแหล่งน้ำ จะได้รับผลโดยตรงจากสสารที่ละลายในน้ำและตะกอนที่แขวนลอย ซึ่งการเจริญของสาหร่ายกลุ่มต่างๆ สามารถใช้เป็นแนวโน้มในการบ่งบอกสภาวะแวดล้อมของแหล่งน้ำนั้นๆได้ นอกจากนี้พบชนิดของสาหร่ายที่สามารถนำมาใช้ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำได้ โดยพบว่าสาหร่ายขนาดใหญ่ Batrachospermum gelatinosum (Linnaeus) de Candolle สามารถใช้ติดตามตรวจสอบน้ำที่มีคุณภาพดีถึงปานกลางได้ ส่วนสาหร่ายขนาดใหญ่ Stigeoclonium lubricum (Diltwyn) Kützing และ Nostochopsis lobatus

Wood สามารถใช้ติดตามตรวจสอบน้ำที่มีคุณภาพปานกลางค่อนข้างเสียได้ Peerapornpisal et al. (2003) ได้นำสาหร่ายยึดเกาะมาใช้ในการติดตามตรวจสอบ คุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่รับน้ำแม่ปิง ภาคเหนือ ประเทศไทย โดยทำการเก็บตัวอย่างจากลำน้ำสาขาและ แม่น้ำปิง พบว่าการกระจายตัวของสาหร่ายยึดเกาะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณภาพน้ำและสามารถน้ำมาใช้ในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำได้ Kunpradid et al. (2004) รายงานถึงการศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่ในแม่น้ำปิงและน่าน และเลือกสาหร่ายขนาดใหญ่ที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ 20 สปีชีส์ มาสร้างเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ มาสร้าง Ping and Nan Diatom Index สามารถบ่งชี้คุณภาพน้ำตั้งแต่ระดับ Oligotrophic status ถึงระดับ Eutrophic เมื่อนำมาใช้ประเมิณคุณภาพน้ำในแม่น้ำปิงและแม่น้ำน่าน พบว่าสามารถบ่งชี้คุณภาพน้ำได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี โดยพบว่า นอกจากนี้สาหร่ายในกลุ่มไดอะตอมพื้นท้องน้ำนั้นสามารถนำมาเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในระบบน้ำไหลได้อย่างดี

สัตว์หน้าดินประกอบไปด้วยแมลงน้ำและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังกลุ่มอื่น ๆ

จากความรู้เรื่องการปรับตัว (adaptation) ของสัตว์ต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เราสามารถใช้สัตว์ส่วนใหญ่ที่อาศัยในธารน้ำไหลเป็นตัวบ่งชี้ระดับมลพิษในน้ำได้ การใช้กลุ่มสัตว์หน้าดินเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกำลังอยู่ในระยะพัฒนา ด้วยเหตุของความแตกต่างของสภาพแวดล้อมทั้งด้านภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และกิจกรรมของมนุษย์ในบริเวณต่างๆ ของโลก จึงเป็นการยากที่จะมีตัวบ่งชี้มาตรฐานที่ใช้เป็นสากลทั่วโลก แต่อย่างไรก็ตามได้มีการพัฒนาดัชนีในหลายรูปแบบเพื่อใช้ในการบอกถึงคุณภาพของแหล่งน้ำ เช่น Biological Monitoring Working Party (BMWP) score ซึ่งเป็นดัชนีที่เริ่มขึ้นในประเทศอังกฤษ โดย The National Water Council มีการจำแนกตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในแหล่งน้ำในระดับวงศ์ (Family) มีคะแนนตั้งแต่ 1 ไปจนถึง 10 คะแนน ค่า BMWP score เป็นคะแนนรวมที่พบสัตว์ทั้งหมดจากแต่ละจุดที่ศึกษา จากนั้นทำการหาค่า Average Score Per Taxa (ASPT) โดยนำค่า BMWP score ที่ได้ในแต่ละจุด หารด้วยจำนวนวงศ์ทั้งหมดที่พบในจุดนั้นๆ วงศ์ที่พบอาจไม่ได้จัดเป็นกลุ่มที่ใช้เป็นดัชนีทั้งหมด เนื่องจากบางชนิดเป็นพวกที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ในช่วงกว้าง วิธีนี้เป็นวิธีที่ค่อนข้างรวดเร็วในการตรวจสอบสภาพแวดล้อมในน้ำด้วยวิธีทางชีววิทยา หลังจากนั้นได้มีความพยายามเพื่อปรับปรุง BMWP score ให้มีประสิทธิภาพและความถูกต้องมากขึ้น (Walley and Hawkes, 1997; Walley and Fontama, 1998) สำหรับประเทศไทยได้มีการปรับปรุงดัชนีนี้มาใช้กับ ลำน้ำสายหลักๆ ได้แก่ แม่น้ำปิง โดยการวิจัยของ กชกร แสนนาม และ Steve Mustow ในปี พ.ศ.2540 (ไม่ได้ตีพิมพ์) นอกจากนี้ยังมีการจัดทำคู่มือจำแนกพันธุ์สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในบึง และลำธาร และการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่าย โดยมูลนิธิโลกสีเขียว (สรณ รัชฎ์ และ สตีเฟน, ไม่ระบุปีที่ตีพิมพ์) และเอกสารชุด “วันนี้เรามาตรวจน้ำกันเถอะ” จัดทำโดย กลุ่มลุ่มน้ำส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ กรมป่าไม้ และโครงการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ พื้นที่รับน้ำแม่แจ่ม และภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ไม่ระบุปีที่ตีพิมพ์)

จากกงานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่จะสามารถใช้สิ่งมีชีวิตในการที่จะติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ และบ่งบอกสภาวะของแหลงน้ำได้ อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยที่ผ่านมายังคงเป็นการศึกษาแบ่งแยกในแต่ละกลุ่ม และยังไม่มีการศึกษาในแบบองค์รวมตามลำดับขั้นของกลุ่มสิ่งมีชีวิตตามระบบนิเวศ ซึ่งจะทำให้ได้กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่สามารถใช้เป็นดัชนีที่ชัดเจน ถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การใช้กลุ่มสิ่งมีชีวิตในการติดตามตรวจสอบ และบ่งชี้สภาพแวดล้อมของน้ำนี้ยังสามารถใช้ได้กับทุกๆพื้นที่ ไม่ว่าจะมีลักษณะของจุดศึกษาที่แตกต่างกันอย่างไร เนื่องจากสามารถใช้สิ่งมีชีวิตที่พบได้ในทุกกลุ่ม และจะยิ่งทวีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นเมื่อใช้สิ่งมีชีวิตหลายกลุ่มในการเป็นดัชนีร่วมกัน และร่วมกับการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
CHIANG MAI RAJABHAT UNIVERSITY