บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำต้นเรื่อง

การหลุดลอย (drift) ของแมลงน้ำระยะวัยอ่อนเป็นปรากฏการณ์ที่พบตามธรรมชาติในแหล่งน้ำไหล (Brittain and Eikeland, 1988; Allan, 1995) โดยตัวอ่อนของแมลงน้ำจะปล่อยตัวออกจากหน้าดินหรือสิ่งที่ยึดเกาะ (substrates) ขึ้นสู่มวลน้ำ (Hall *et al*., 1980; Brittain and Eikeland, 1988) พฤติกรรมการหลุดลอยนี้เกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุหลายประการ เช่น การพัดพาของกระแสน้ำ การหาแหล่งอาหารใหม่ การหลบหลีกศัตรูผู้ล่า การหลีกเลี่ยงสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม หรือเพื่อการผสมพันธุ์วางไข่ (Calow and Petts, 1992; Hershey *et al.,* 1993; Cole, 1994; Anholt, 1995; Smock, 1996; Petts and Amoros, 1996)

การทำการเกษตรในพื้นที่รับน้ำ (catchment area) ส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำ โดยทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมี ยาฆ่าแมลง สารกำจัดศัตรูพืช และปุ๋ย ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของประชาคมสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำโดยเฉพาะแมลงน้ำ (Delong and Brusven, 1998) นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อมีการปนเปื้อนของ DDT (dichlorodiphenyltrichloroethane) จากการเกษตรทำให้แมลงน้ำมีอัตราการหลุดลอยเพิ่มขึ้นจากภาวะปกติ (Heliovaara and vaisanen, 1993) ส่วนการปนเปื้อนของยาฆ่าแมลง permethrin และ diflubenzuron ทำให้จำนวนชนิดของแมลงน้ำที่หลุดลอยมีมากกว่าภาวะที่ไม่มีการปนเปื้อน (Werner and Hilgert, 1992; Griffith *et al*., 1996)

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการหลุดลอยของตัวอ่อนแมลงน้ำระหว่างลำธารที่ไหลผ่านบริเวณป่าและบริเวณที่มีการทำการเกษตร ซึ่งยังไม่มีรายงานการศึกษามาก่อนในประเทศไทย ในขณะที่มีการศึกษาอย่างกว้างขวางในต่างประเทศ (Waters, 1972; Matter and Hopwood, 1980; Wilzbach *et al*., 1986) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมต่อการหลุดลอยของตัวอ่อนแมลงน้ำ (Werner and Hilgert, 1992; Heliovaara and vaisanen, 1993; Griffith *et al*., 1996)

ผลของการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลทางนิเวศวิทยาของระบบน้ำไหล สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดการการใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่รับน้ำต่อไป

1.2 การตรวจเอกสาร

1.2.1 แมลงน้ำกับการประเมินคุณภาพน้ำ

แมลงน้ำเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่พบมากในระบบนิเวศน้ำไหลและมีบทบาทสำคัญในห่วงโซ่อาหาร โดยทำหน้าที่เป็นผู้บริโภคขั้นต้น (primary consumer) และเป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ (Waters, 1965 อ้างโดย Brittain and Eikeland, 1988, Hauer and Resh, 1996) แมลงน้ำบางกลุ่ม เช่น แมลงชีปะขาว (Ephemeroptera) แมลงเกาะหิน (Plecoptera) แมลงหนอนปลอกน้ำ (Trichoptera) และริ้นน้ำจืด (Diptera) เป็นกลุ่มที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ จึงได้มีการนำมาใช้เป็นดัชนีทางชีวภาพสำหรับการจัดจำแนกคุณภาพน้ำทางชีววิทยา และเป็นทางเลือกหนึ่งของการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของมลภาวะของน้ำในลำธาร (นฤมล, 2542)

ในการประเมินคุณภาพของแหล่งน้ำสามารถทำได้ทั้งวิธีการทางเคมีและทางชีวภาพ วิธีการทางเคมีเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับเพราะมีวิธีที่ทำเป็นมาตรฐานในการวิเคราะห์ ได้ค่าเป็นตัวเลขซึ่งง่ายต่อความเข้าใจของบุคคลทั่วไป แต่วิธีการนี้มีข้อจำกัดเนื่องจากค่าที่ได้เป็นการแสดงค่าคุณภาพน้ำ ณ ช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างเท่านั้น ในความเป็นจริงเมื่อเกิดปัญหาการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำมักไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำมาตรวจวิเคราะห์ได้ทันท่วงทีในขณะนั้น ตัวอย่างน้ำที่เก็บได้เมื่อเหตุการณ์ผ่านไปแล้วระยะเวลาหนึ่งทำให้บางครั้งผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำขัดกับความเป็นจริง คือไม่สามารถตรวจสอบได้ว่ามีการปนเปื้อนเกิดขึ้นในแหล่งน้ำ (Steedman, 1994 อ้างโดย นฤมล, 2542)

ปัจจุบันมีการนำข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงน้ำมาใช้ประเมินคุณภาพน้ำและผลกระทบจากมลภาวะ รวมทั้งนำมาเป็นข้อมูลในการจัดการการใช้ที่ดิน (นฤมล และคณะ, 2544) ซึ่งเป็นที่นิยมปฏิบัติกันในหลายประเทศ ทั้งในยุโรป สหรัฐอเมริกา และออสเตรเลีย เนื่องจากตัวอ่อนแมลงน้ำสามารถเคลื่อนที่ได้น้อยจึงได้รับผลกระทบโดยตรงต่อการถูกรบกวน การมีความหลากหลายของชนิดมากทำให้มีแมลงน้ำหลายชนิดที่สามารถแสดงให้เห็นการตอบสนองต่อความเครียดที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม เนื่องจากแมลงน้ำมีวงจรชีวิตที่ยืนยาวจึงทำให้สามารถเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงในเชิงระยะเวลาได้เมื่อเกิดการรบกวน (Lenat *et al.*,1980 อ้างโดยนฤมล, 2542) นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการหลุด

ลอยของตัวอ่อนแมลงน้ำ (aquatic insect drift) จากสภาวะปกติสามารถบอกได้ถึงผลกระทบของมลภาวะที่เกิดขึ้น (Brittain and Eikeland, 1988; Horne and Goldman, 1994)

1.2.2. การหลุดลอยของแมลงน้ำ

การหลุดลอยของแมลงน้ำเกิดขึ้นได้ 2 ทิศทาง คือ การหลุดลอยไปตามกระแสน้ำ และการหลุดลอยแบบทวนกระแสน้ำ (downstream drift หรือ passive drift และ upstream drift หรือ active drift) การหลุดลอยไปตามกระแสน้ำเป็นการปล่อยตัวหลุดลอยของแมลงน้ำให้ไหลไปตามกระแสน้ำตามปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น ความเร็วและความแรงของกระแสน้ำ ส่วนการหลุดลอยของแมลงน้ำในอีกทิศทางคือการหลุดลอยแบบทวนกระแสน้ำเป็นการหลุดลอยเคลื่อนที่แบบต้านทานกระแสน้ำขึ้นไปยังต้นน้ำ โดยทั่วไปจะเกิดขึ้นกับแมลงน้ำในตัวอ่อนระยะสุดท้ายก่อนเป็นตัวเต็มวัย และในระยะตัวเต็มวัยเพื่อการกลับไปสืบพันธุ์วางไข่ในบริเวณต้นน้ำ (Smock, 1996)

การหลุดลอยทั้ง 2 แบบนี้อาจเกิดจากการพัดพาของกระแสน้ำโดยบังเอิญเพื่อการหาอาหาร หลบหลีกศัตรู เพื่อลดการแก่งแย่งอาหารกันระหว่างสิ่งมีชีวิต หรือเพื่อหลีกเลี่ยงสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (Hershey *et al*., 1993; Anholt, 1995) นอกจากนี้ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมยังมีผลต่ออัตราการหลุดลอยของแมลงน้ำ เช่น ปัจจัยทางธรรมชาติ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ความเข้มของแสง อุณหภูมิ เป็นต้น ปัจจัยที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น ความหนาแน่นของชุมชน การทำเกษตรใกล้แหล่งน้ำ การตัดไม้ และการท่องเที่ยว

1.2.2.1 ชนิดของการหลุดลอยที่เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ

- Catastrophic drift คือ การหลุดลอยที่เกิดจากสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว เช่น น้ำท่วม หรือมีน้ำหลาก กระแสน้ำไหลแรงพัดพาเอาที่ยึดเกาะของแมลงน้ำให้หลุดลอยไปตามกระแสน้ำซึ่งจะเกิดในแหล่งน้ำที่มีน้ำไหลเชี่ยว (Tsuda, 1972 อ้างโดย Brittain and Eikeland, 1988) และนอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ เช่น การเกิดโรคระบาด การแพร่กระจายของยาปราบศัตรูพืชลงสู่ในแหล่งน้ำ และความแห้งแล้ง สิ่งเหล่านี้เป็นผลให้เกิดการหลุดลอยของแมลงน้ำเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว (Pearson and Franklin, 1968)

- **Constant drift** คือ การหลุดลอยที่เกิดขึ้นตามปกติในแหล่งน้ำ มีการเคลื่อนย้ายเปลี่ยนที่ยึดเกาะหรือสูญเสียการทรงตัวของสัตว์น้ำ โดยส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลากลางวัน และเกิดขึ้นในปริมาณคงที่ตลอดทั้งวัน (Waters, 1965 อ้างโดย Brittain and Eikeland, 1988) เมื่อกระแสน้ำพัดพาสิ่งมีชีวิตจะแพร่กระจายทั่วไปในแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นกลไกสำคัญต่อการฟื้นฟูกลับสู่สภาพเดิมของแหล่งน้ำ (recolonization) (Dudgeon, 1999)

- **Behavioral drift** คือ การหลุดลอยที่เกิดจากกิจกรรมในการดำรงชีวิตของแมลงน้ำ พฤติกรรมนี้มีสาเหตุแตกต่างกัน เช่น ตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของแมลงน้ำแต่ละชนิด ผลผลิตของแมลงน้ำที่มีมากเกินไปจนแหล่งน้ำไม่สามารถรองรับได้ทำให้เกิดการหลุดลอยเพื่อการหาแหล่งที่อยู่อาศัยใหม่ หาแหล่งอาหารใหม่ การหลบหลีกศัตรูผู้ล่า ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของช่วงแสงในรอบวันและเพื่อหลีกเลี่ยงสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ทำให้กระแสน้ำพัดพาแมลงน้ำให้หลุดลอยไป ตามปกติรูปแบบการหลุดลอยของแมลงน้ำจะเกิดขึ้นในช่วงเวลากลางคืนมากกว่าช่วงกลางวัน (Pearson and Franklin, 1968) ลักษณะพฤติกรรมการหลุดลอยแบบ behavioral drift เกิดขึ้นตามความแตกต่างกันใน 2 ลักษณะ คือ การหลุดลอยที่เกิดจากผลกระทบทางอ้อมในการทำกิจกรรมต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต เช่น ในช่วงเวลาการหาอาหารจะเกิดการสูญเสียที่ยึดเกาะโดยบังเอิญ หรือเสียการทรงตัว ทำให้กระแสน้ำพัดพาสิ่งมีชีวิตให้หลุดลอยไป (Hershey *et al*., 1993) และการหลุดลอยที่เกิดขึ้นจากความต้องการที่อยู่อาศัยใหม่เพื่อหลบหลีกศัตรูผู้ล่า หรือหลีกเลี่ยงสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ลักษณะนี้เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปตามปกติในธรรมชาติ (Forrester, 1994)

- **Distribution drift** คือการหลุดลอยของแมลงน้ำในขณะที่ยังไม่ฟักตัวออกจากไข่และระยะที่เพิ่งออกจากไข่ ซึ่งการทรงตัวของตัวอ่อนยังไม่ดีไม่สามารถเคลื่อนที่ได้เอง ทำให้กระแสน้ำพัดพาและหลุดลอยไป (Muller, 1974)

1.2.2.2 ประโยชน์ของการหลุดลอยของแมลงน้ำ

การหลุดลอยเป็นผลมาจากการตอบสนองความต้องการของแมลงน้ำเองและตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยภายนอก รวมทั้งสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของแมลงน้ำด้วย ซึ่งสามารถสรุปประโยชน์การหลุดลอยของแมลงน้ำได้ดังต่อไปนี้

- **เพื่อการแพร่กระจาย และเพื่อการหาแหล่งอาหารที่เหมาะสม** เมื่อกระแสน้ำพัดพาแมลงน้ำไป จะทำให้มีการแพร่กระจายได้โดยทั่วไปตลอดทั้งความยาวของลำน้ำ จากการศึกษาของ Kohler (1985) ทำการทดลองโดยออกแบบจำลองลำธารในห้องปฏิบัติการเพื่อสังเกตการแพร่กระจายของแมลงน้ำ พบว่าแมลงน้ำในกลุ่มแมลงชีปะขาว สกุล *Baetis* จะอพยพย้ายออกจากแหล่งที่อยู่อาศัยเดิม เมื่อปริมาณอาหารลดน้อยลง และหาแหล่งที่อยู่อาศัยใหม่เพื่อความอยู่รอด ซึ่งพฤติกรรมการหลุดลอยโดยส่วนใหญ่ของแมลงน้ำจะเกิดขึ้นในตัวอ่อนระยะสุดท้ายก่อนเป็นตัวเต็มวัย (Smock, 1996; Petts and Amoros, 1996)

- **เพื่อการหลบหลีกศัตรูผู้ล่า** การหลุดลอยของแมลงน้ำส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลากลางคืนมากกว่ากลางวัน (Petts and Amoros, 1996) เพื่อเป็นการลดอัตราการเสี่ยงจากผู้ล่าซึ่งมีความสามารถในการมองเห็นในช่วงเวลากลางคืนไม่ดีเท่าเวลากลางวัน (Smock,1996) โดยช่วงเวลาการหลุดลอยขึ้นอยู่กับการออกหาอาหารของผู้ล่า ดังการศึกษาของ Flecker (1992) พบว่าการหลุดลอยของแมลงน้ำกลุ่มแมลงชีปะขาว (Ephemeroptera) ในแม่น้ำ Anderson ประเทศสหรัฐอเมริกาโดยปกติจะเกิดขึ้นในช่วงเวลากลางคืน แต่เมื่อมีการนำปลา rainbow trout ซึ่งเป็นปลาที่นำเข้ามาจากต่างประเทศไปปล่อยในแหล่งน้ำธรรมชาติ และมีพฤติกรรมในการออกหากินในช่วงเวลากลางคืน ดังนั้นแมลงชีปะขาว จึงเปลี่ยนพฤติกรรม โดยมีอัตราการหลุดลอยเกือบเท่ากันทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน เนื่องจากปลา rainbow trout สามารถมองเห็นได้ดีในช่วงเวลากลางคืน และยังมีศัตรูตัวอื่นๆ ที่ออกหากินในเวลากลางวัน ดังนั้นแมลงน้ำจึงต้องปรับตัวเพื่อให้อยู่รอดและสามารถหลบหลีกศัตรูผู้ล่าได้อย่างเหมาะสม

- **เพื่อหลีกเลี่ยงสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม** ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน อย่างฉับพลัน และมลพิษที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การใช้ปุ๋ย ยาปราบศัตรูพืช ยาฆ่าแมลง การเกษตร ความหนาแน่นของชุมชน และการปล่อยน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้มีผลกระทบต่อแมลงน้ำ ดังเช่น รายงานการศึกษาการหลุดลอยของแมลงน้ำ พบว่าธาตุอาหารและปุ๋ยที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำมีผลต่อการหลุดลอยของแมลงชีปะขาว โดย Hershey *et al.* (1993) ศึกษาในแม่น้ำ Kuparuk ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าการปนเปื้อนของปุ๋ยในน้ำจากการทำการเกษตรใกล้แหล่งน้ำทำให้ปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญ เช่น ฟอสฟอรัส และไนโตรเจนมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณแหล่งต้นน้ำที่ไม่มีการปนเปื้อนของธาตุอาหาร จึงทำให้อัตราการหลุดลอยของ

แมลงน้ำในระยะตัวอ่อนเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากปริมาณอาหารบริเวณต้นน้ำลดน้อยลงทำให้แมลงน้ำต้องการหาแหล่งอาหารใหม่ แต่เมื่อพบกับบริเวณที่มีการปนเปื้อนของปุ๋ยสูงทำให้แมลงน้ำไม่สามารถทนต่อสภาพนี้ได้จึงเกิดการหลุดลอยเพื่อกลับไปยังต้นน้ำ (active drift)

1.2.3 ผลของการใช้ที่ดินต่อความหลากหลายของแมลงน้ำ

การตัดไม้บริเวณลำธารมีผลต่อความหลากหลายของแมลงน้ำ ดังเช่นรายงานการศึกษาของ Newbold และคณะ (1980 อ้างโดย Campbell and Doeg, 1989) ที่รัฐแคลิฟอเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าบริเวณลำธารที่มีการตัดไม้มีปริมาณชั้นเรือนยอดของป่าไม้ (canopy) ที่ปกคลุมลดลงเหลือประมาณร้อยละ 20 ของชั้นเรือนยอดทั้งหมด ความเข้มของแสงที่ส่องผ่านลงสู่ผิวลำธารมีความแปรปรวนมาก แสงแดดที่ส่องลงสู่ลำธารมากขึ้นทำให้แหล่งสะสมพลังงานในน้ำเปลี่ยนไปจากเศษซากใบไม้ (allochthonous) เป็นพลังงานที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของแพลงก์ตอนพืช (autothonous) ซึ่งทำให้แหล่งอาหารของแมลงน้ำและคุณภาพน้ำบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลงไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของประชาคมสิ่งมีชีวิต จากการศึกษาของ Wallace และคณะ (1995) พบว่าบริเวณลำธารตอนบนในขณะที่ไม่มีการบุกรุกตัดไม้มีความหลากหลายของแมลงน้ำสูง แต่เมื่อมีการตัดไม้ถางป่าเพื่อทำการเกษตรความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายของแมลงน้ำลดลง และในการศึกษาของ Dudgeon (1994) ที่ศึกษาผลกระทบของพืชริมฝั่งลำธารต่อโครงสร้างของแมลงน้ำบนเกาะฮ่องกงรายงานว่าบริเวณลำธารที่ไม่มีร่มเงาของป่าไม้ปกคลุมไม่พบแมลงน้ำพวกแมลงเกาะหิน (Plecoptera) แมลงชีปะขาววงศ์ Heptageniidae และวงศ์ Ephemeridae ด้วงน้ำวงศ์ Psephenidae และแมลงช้าง (Megaloptera) แต่กลับพบแมลงน้ำพวกแมลงชีปะขาววงศ์ Baetidae ริ้นน้ำจืดวงศ์ Chironomidae ด้วงน้ำวงศ์ Elmidae แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydrophychidae สกุล *Hydropsyche* นอกจากนี้ลำธารในเขตป่าไม้มีแมลงชีปะขาวเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเด่นที่พบ ซึ่งแมลงกลุ่มนี้จะพบน้อยมากในเขตเกษตรกรรมและพื้นที่ที่ถูกรบกวน ส่วนแมลงน้ำกลุ่มเด่นในลำธารที่มีการเกษตรคือริ้นน้ำจืด (Chironomidae) และชนิดเด่นในแหล่งชุมชนคือไส้เดือนน้ำจืด (Oligochaete)

การเพิ่มขึ้นของตะกอนและสิ่งแขวนลอยในลำธารนอกจากมีผลต่อที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำแล้วยังมีผลต่อแมลงน้ำที่กินอาหารโดยการกรองเนื่องจากตะกอนที่ถูกกรองเข้าไปจะอุดตันในระบบและกลไกการกรองอาหารของแมลงน้ำเหล่านี้ทำให้อัตราการแพร่กระจายของแมลงน้ำลดลง (Gommon, 1970 อ้างโดย Campbell and Doeg, 1989) จากรายงานของ Davies และ Nelson (1994) ที่ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของพืชริมฝั่งที่เป็นแนวกันชน

และผลกระทบของการตัดไม้ทำลายป่าต่อโครงสร้างของแมลงน้ำและที่อยู่อาศัยของแมลงน้ำที่เกาะทัสมาเนีย ประเทศออสเตรเลีย พบว่าการตัดไม้และการปกคลุมของพืชริมฝั่งในระยะตั้งแต่ 0 - 50 เมตร ห่างจากลำธารมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของตะกอนและเกิดการพังทลายของดินในบริเวณที่มีน้ำไหลแรงตลอดสาย ทำให้จำนวนของแมลงน้ำในบริเวณดังกล่าวลดลง โดยเฉพาะแมลงเกาะหิน และแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae จึงบ่งชี้ได้ว่าโครงสร้างชุมชนการแพร่กระจายและความหลากหลายของแมลงน้ำสามารถบอกถึงความแตกต่างของคุณภาพน้ำและแหล่งที่อยู่อาศัยของแมลงน้ำในแต่ละสถานที่ได้

ส่วนในประเทศไทยมีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำและแมลงน้ำ โดย Sangpradub และคณะ (2540) ศึกษาบริเวณต้นน้ำของแม่น้ำเชิญ (Cheon) พบว่าบริเวณป่าธรรมชาติที่ไม่มีการรบกวนมีการแพร่กระจายของชนิดแมลงน้ำสูงสุด โดยแมลงน้ำพวกแมลงหนอนปลอกน้ำ และแมลงชีปะขาวเป็นชนิดเด่นที่พบ ส่วนบริเวณที่มีการทำการเกษตรใกล้แหล่งพื้นที่รับน้ำพบว่าความหลากหลายและการแพร่กระจายของแมลงน้ำลดลง โดยจะพบแมลงน้ำในกลุ่ม ริ้นน้ำจืดและไส้เดือนน้ำจืดเป็นชนิดเด่น

การพัฒนาชุมชนเมืองมีผลกระทบต่อการแพร่กระจายและความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงน้ำ ดังเช่นการศึกษาในบริเวณลุ่มน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น โดยยรรยงค์ และคณะ (2540) พบว่าสิ่งก่อสร้างกั้นแม่น้ำ ชุมชนเมือง และโรงงานอุตสาหกรรม ล้วนมีผลต่อชนิดและจำนวนของแมลงน้ำ โดยบริเวณต้นน้ำมีชนิดและความหนาแน่นของแมลงน้ำมากกว่าบริเวณปลายน้ำ กลุ่มแมลงน้ำที่เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ดีคือตัวอ่อนของแมลงน้ำพวกแมลงชีปะขาว แมลงเกาะหิน และแมลงหนอนปลอกน้ำ โดยพบสัตว์กลุ่มนี้มากในบริเวณต้นน้ำที่ได้รับผลกระทบจากการรบกวนสิ่งแวดล้อมน้อย ในขณะที่บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมมากกว่าและบริเวณปลายน้ำที่ไหลผ่านชุมชนเมืองพบว่ามีสัตว์กลุ่มนี้น้อย แต่กลับพบตัวอ่อนของแมลงสองปีกและพวกหนอนแดง (Diptera) เป็นจำนวนมาก

นอกจากนี้การท่องเที่ยวยังมีผลต่อโครงสร้างชุมชนของแมลงน้ำเช่นกัน ดังเช่นรายงานการศึกษาของ Khanobporn (1999) พบว่าในบริเวณที่มีการรบกวนแหล่งที่อยู่อาศัยของแมลงน้ำจากการท่องเที่ยวมีผลต่อความหลากหลายของแมลงชีปะขาว แมลงเกาะหิน และแมลงหนอนปลอกน้ำ ซึ่งแมลงในกลุ่มนี้จะลดลงในบริเวณที่มีการถูกรบกวนโดยการท่องเที่ยวและมีปริมาณแมลงน้ำในกลุ่มริ้นน้ำจืด (วงศ์ Chironomidae) เป็นชนิดที่พบเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในการศึกษาผลกระทบโดยส่วนใหญ่เป็นการประเมินตามการปนเปื้อนของมลพิษ และการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม โดยใช้องค์ประกอบของแมลงน้ำที่แพร่กระจายและเปลี่ยนแปลงไปในบริเวณนั้นๆ

ส่วนรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการหลุดลอยของแมลงน้ำนั้นยังมีอยู่น้อยเมื่อเทียบกับวิธีการศึกษาแบบอื่นๆ

1.2.4 ผลกระทบของการเกษตรต่อการหลุดลอยของแมลงน้ำ

การเกษตรสมัยใหม่มีการใช้สารเคมีในการเพิ่มผลผลิตและกำจัดศัตรูพืช สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งผลทำให้เกิดการปนเปื้อนในแหล่งน้ำซึ่งส่งผลกระทบต่อแมลงน้ำ การใช้สารเคมีหรือสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ทำให้มีการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้แมลงน้ำแสดงพฤติกรรมหลุดลอยตามกระแสน้ำเพิ่มขึ้น โดยเป็นการตอบสนองอันดับแรกของแมลงน้ำเมื่อเริ่มมีสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมเกิดขึ้น นอกจากนี้แมลงน้ำบางชนิดจะมีอัตราการว่ายขึ้นไปบนผิวน้ำมากขึ้นเมื่อระดับการปนเปื้อนและความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้น (Gommon, 1970 อ้างโดย Campbell and Doeg.,1989) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Heliovaara และ Vainsanen (1993) พบว่าบริเวณที่มีการทำการเกษตรและใช้สารฆ่าแมลงในกลุ่ม organochlorine มีปริมาณหลุดลอยของแมลงน้ำเพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้นของระดับยาฆ่าแมลง และจากการศึกษาในแม่น้ำ Saskatchewan ประเทศแคนาดา พบว่าเมื่อมีการปนเปื้อนของ methoxychlo (2,2-bis-(p-methoxyphenyl)-1,1,1-trichloroethene) 300 ไมโครกรัมต่อลิตร หลังจาก 3 ชั่วโมง ที่แพร่ลงสู่กระแสน้ำทำให้แมลงน้ำในกลุ่มแมลงหนอนปลอกน้ำมีการหลุดลอยเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว จากนั้นอัตราการหลุดลอยจะลดน้อยลงจนกระทั่งปริมาณความเข้มข้นของสารฆ่าแมลงลดน้อยลง อัตราการหลุดลอยของแมลงน้ำจึงกลับสู่สภาวะปกติ และในการศึกษาของ Werner และ Hilgert (1992) พบว่าเมื่อลำธารมีการปนเปื้อนของสารฆ่าแมลง permethrin ที่ใช้กำจัดแมลงปีกแข็งที่เข้ามากัดกินต้นสนใกล้ลำธาร ทำให้อัตราการหลุดลอยของแมลงน้ำเพิ่มมากขึ้นถึง 2-4 เท่าของอัตราปกติ ชนิดของแมลงน้ำที่มีอัตราการหลุดลอยเพิ่มมากขึ้นคือแมลงน้ำในกลุ่มแมลงชีปะขาว (Ephemeroptera) และแมลงหนอนปลอกน้ำ (Trichoptera) ซึ่งแมลงน้ำเหล่านี้สามารถนำมาเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้เนื่องจากเป็นกลุ่มที่ไวต่อสภาวะมลพิษ (pollution sensitive) (Scullion and Siton, 1983 อ้างโดย Brittain and Eikeland, 1988; นันทนา, 2539)

1.2.5 ประโยชน์ของการศึกษาแมลงน้ำที่หลุดลอย

การศึกษาตัวอ่อนแมลงน้ำ (aquatic insects) สามารถศึกษาได้โดยการเก็บตัวอย่างจากหน้าดิน (benthic specimens) โดยตรง หรือจากมวลน้ำ (drift specimens) เนื่องจากตัวอ่อนแมลงน้ำส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการหลุดลอยซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Minshall and Winger, 1968; Waters, 1972; Allan and Russek, 1985) และขึ้นกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น เปลี่ยนแปลงของช่วงแสงในรอบวัน (Corkum *et al*., 1977; Statzner and Mogel, 1985) การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล (Waters, 1981; Dudgeon,1990a; Kiffney *et al*., 1997) การเกิดน้ำท่วมอย่างฉับพลัน (Pearson and Fraklin, 1968) นอกจากนี้ยังเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากมนุษย์ทำให้พฤติกรรมการหลุดลอยของตัวอ่อนแมลงน้ำเปลี่ยนแปลงไปด้วย การปนเปื้อนของสารเคมีและยาฆ่าแมลงในแหล่งน้ำทำให้การหลุดลอยของตัวอ่อนแมลงน้ำผิดไปจากสภาวะปกติ เช่นการศึกษาของ Dudgeon (1990b) ที่ทำการทดลองโดยการปล่อยโล่ติ๊นลงไปในลำธาร 2 แห่งที่ปาปัวนิวกินี พบว่าเมื่อมีการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำทำให้ปริมาณการหลุดลอยของแมลงน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะเวลา 2 ชั่วโมงแรกและค่อยๆ ลดลงหลังจากที่ความเข้มข้นของโล่ติ๊นลดน้อยลง และจากการศึกษาของ Werner และ Hilgert (1992) พบว่าเมื่อมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชพวก permethrin เพื่อป้องกันแมลงปีกแข็งชนิด *Dendroctonus rufipennis* (Kirby) ที่กัดแทะต้นสนในบริเวณภาคกลางตอนล่างของเขตอาลาสก้าทำให้ permethrin ตกค้างและไหลลงสู่ลำธาร ซึ่งความเข้มข้นของ permethrin ในระดับตั้งแต่ 0.05 - 0.14 ส่วนในล้านส่วน ทำให้ปริมาณการหลุดลอยของแมลงน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะเวลา 3 ชั่วโมง โดยปริมาณการหลุดลอยเพิ่มขึ้น 2 - 4 เท่าของอัตราการหลุดลอยปกติ และจะกลับสู่สภาวะเดิมหลังจาก 9 ชั่วโมงเมื่อความเข้มข้นของ permethrin ลดลงอยู่ในระดับต่ำกว่า 0.01 ส่วนในล้านส่วน

การศึกษาผลของการเกษตรต่อตัวอ่อนของแมลงน้ำที่หลุดลอย (drift specimens) โดยใช้ drift net แทนการเก็บตัวอย่างจากบริเวณหน้าดิน เนื่องจากเป็นวิธีการเก็บตัวอ่อนแมลงน้ำที่ไม่รบกวนพื้นท้องน้ำในบริเวณที่เก็บตัวอย่าง (Pringle and Ramirez, 1998) สามารถเก็บตัวอย่างในเชิงปริมาณได้ รวมทั้งยังแสดงถึงองค์ประกอบของชุมชนสิ่งมีชีวิตในบริเวณที่เก็บตัวอย่าง (Merrit and Cummins, 1978; Brittain and Eikeland, 1988; Hauer and Resh, 1996) แมลงน้ำมีการแพร่กระจายอย่างสม่ำเสมอในมวลน้ำเมื่อเทียบกับตัวอย่างหน้าดินซึ่งมีลักษณะของการกระจายแบบกลุ่ม (patchiness) (Smock, 1996) นอกจากนี้ตัวอย่างที่เก็บได้สะอาดทำให้ง่ายและ

สะดวกในการแยกตัวอย่าง ในขณะที่การเก็บตัวอย่างหน้าดินจะมีการปนเปื้อนด้วยชิ้นส่วนของพืชที่ย่อยสลายซึ่งเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ และมีปริมาณมากทำให้ยากต่อการแยกตัวอย่าง

ข้อจำกัดของการเก็บตัวอย่างแมลงน้ำที่หลุดลอย คือไม่สามารถเก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีพฤติกรรมการหลุดลอย เช่น ไส้เดือนน้ำจืด (Oligocheaetes) หอย และแมลงหนอนปลอกน้ำบางชนิดที่สร้างปลอกยึดติดกับพื้นท้องน้ำซึ่งไม่หลุดลอยออกมาสู่มวลน้ำ (Pringle and Ramirez, 1998) นอกจากนี้ตัวอย่างส่วนใหญ่ที่เก็บได้อยู่ในระยะตัวอ่อนที่มีขนาดเล็ก ทำให้ค่อนข้างยากในการจำแนกชนิด อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกวิธีการเก็บตัวอย่างโดยใช้ drift net เนื่องจากวิธีนี้สามารถเก็บตัวอย่างแมลงน้ำที่กระจายสม่ำเสมอในมวลน้ำของลำธารเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วิธีการเก็บตัวอย่างแบบอื่นๆ และวิธีนี้สามารถใช้ในการสังเกตพฤติกรรมการหลุดลอย ชนิด และจำนวนของแมลงน้ำที่เปลี่ยนแปลงเมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไป ทั้งในช่วงก่อน-หลัง และระหว่างที่มีการถูกรบกวนในลำธาร

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อการศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบชนิดของแมลงน้ำที่เกิดการหลุดลอยในบริเวณป่าและบริเวณเกษตร

1.3.2 เพื่อการศึกษาเปรียบเทียบอัตราการหลุดลอยและความหนาแน่นของแมลงน้ำในบริเวณป่าและบริเวณเกษตร

ซึ่งแมลงน้ำเหล่านี้สามารถนำมาเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้เนื่องจากเป็นกลุ่มที่ไวต่อสภาวะมลพิษ (pollution sensitive) (Scullion and Siton, 1983 อ้างโดย Brittain and Eikeland, 1988; นันทนา, 2539)

การศึกษาทางด้านแมลงน้ำในประเทศไทยโดยส่วนใหญ่จะเป็นวิธีการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินโดยใช้เครื่องมือพวกสวิงน้ำ surber sampler (ศุภฤกษ์, 2538; จันดา, 2541; ศุภฤกษ์ และสันทัต, 2541) และการเก็บตัวอ่อนด้วยมือ (hand picking method) (ศุภลักษณ์, 2542; นิศารัตน์, 2543; ประสาท, 2544) ในการศึกษาครั้งนี้จะเก็บด้วย drift net โดยเป็นการเปรียบเทียบปริมาณการหลุดลอยของแมลงน้ำ ระหว่างบริเวณที่มีการเกษตรกับบริเวณป่าธรรมชาติ เนื่องจากรายงานการศึกษาการหลุดลอยของแมลงน้ำส่วนใหญ่เป็นการศึกษาที่เกิดขึ้นในภูมิประเทศประเทศเขตอบอุ่น ซึ่งในประเทศไทยยังไม่พบการรายงานการศึกษาในขณะนี้ การศึกษาในครั้งนี้จึงเปรียบเทียบปริมาณการหลุดลอยของแมลงน้ำ ระหว่างบริเวณที่มีการเกษตรกับบริเวณป่าธรรมชาติ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำมาเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และเป็นข้อมูลเบื้องต้นทางนิเวศวิทยาของระบบน้ำไหลซึ่งสามารถนำไปใช้ประกอบในการจัดการใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่รับน้ำต่อไป

การใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลงเป็นจำนวนมากในพื้นที่ทำการเกษตรซึ่งอยู่ในแหล่งพื้นที่รับน้ำ (catchment area) ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมี ยาฆ่าแมลง สารกำจัดศัตรูพืช และปุ๋ยลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชาคมสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำโดยเฉพาะแมลงน้ำ (Delong and Brusven, 1998) จากการใช้ยาฆ่าแมลงในการทำเกษตรพบว่าเมื่อ organochlorine (DDT) ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ จะทำให้แมลงน้ำมีอัตราการหลุดลอยเพิ่มมากขึ้น

ถึง 5 เท่า จากปริมาณปกติที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ และจะกลับคืนสู่สภาพเดิมเมื่อปริมาณ DDT ในแหล่งน้ำลดลง (Heliovaara and vaisanen, 1993)

การใช้ drift net เพื่อประเมินผลกระทบของการเกษตรต่อการหลุดลอยของแมลงน้ำ สามารถนำผลการศึกษาที่ได้มาดูถึงผลกระทบจากการใช้สารเคมี ยากำจัดศัตรูพืช ยาฆ่าแมลงในการเกษตรได้ ในการศึกษาทางด้านแมลงน้ำของประเทศไทยโดยส่วนใหญ่จะเป็นวิธีการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินโดยใช้เครื่องมืออื่นๆ แต่ยังไม่มีรายงานการใช้ drift net ซึ่งการศึกษาทดลองส่วนใหญ่ที่ใช้เครื่องมือนี้จะทำกันในต่างประเทศ เช่น การศึกษาเรื่องผลกระทบจากการใช้สารฆ่าแมลงเพื่อกำจัดแมลงปีกแข็งที่กัดกินต้นสนในอเมริกา ซึ่งสารฆ่าแมลงที่ใช้จะตกค้างไหลลงสู่ลำธารและจะส่งผลอัตราการหลุดลอยของแมลงน้ำในลำธารใกล้แหล่งการเกษตรทำให้มีปริมาณการหลุดลอยเพิ่มขึ้น และองค์ประกอบสิ่งมีชีวิตของแมลงน้ำเปลี่ยนไป (Werner and Hilgert, 1992; Griffith *et al*., 1996) ซึ่งองค์ประกอบของแมลงน้ำที่เปลี่ยนแปลงสามารถนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้เนื่องจากแมลงน้ำเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ไวต่อสภาวะมลพิษ (pollution sensitive) (Scullion and Siton, 1983 อ้างโดย Brittain and Eikeland, 1988; นันทนา, 2539) การศึกษาที่ได้จึงสามารถบ่งชี้ถึงผลกระทบจากการเกษตรต่อการหลุดลอยของแมลงน้ำ และการศึกษาครั้งนี้ข้อมูลการศึกษาจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นทางนิเวศวิทยาของระบบน้ำไหล นอกจากนี้ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่รับน้ำต่อไป

> และร้อยละ 99 เป็นตัวอ่อนของแมลงน้ำ (aquatic insects) (Dudgeon, 1990b) ซึ่งประกอบด้วยแมลงชีปะขาว (Ephemeroptera) แมลงเกาะหิน (Plecoptera) แมลงหนอนปลอกน้ำ (Trichoptera) และริ้นน้ำจืด (Diptera) การหลุดลอยของตัวอ่อนแมลงน้ำ

แต่เมื่อมาถึงบริเวณเกษตรที่มีการปนเปื้อนของธาตุอาหารสูงทำให้แมลงน้ำไม่สามารถทนต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารได้ดังนั้น 1 ใน 3 ของตัวอ่อนแมลงน้ำระยะสุดท้ายก่อนเป็นตัวเต็มวัยจึงหลุดลอยกลับไปยังต้นน้ำ (active drift)

การพัฒนาด้านเกษตรกรรมทำให้เกิดการกระจายและปนเปื้อนของสารต่างๆลงสู่แหล่งน้ำ และมีการสะสมของตะกอนดินโคลน และทรายที่เพิ่มปริมาณมากขึ้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแมลงน้ำในอันดับต่างๆ คือ