

บทที่ 4

วิจารณ์ผลการศึกษา

1. ชนิดและการแพร่กระจายของปูน้ำจืดบริเวณลุ่มน้ำคลองอุตะเถา

การศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของปูน้ำจืดที่อาศัยในบริเวณลุ่มน้ำคลองอุตะเถาในครั้งนี้พบปูน้ำจืด 4 สปีชีส์ คือ *Salangathelphusa brevicarinata* (Hilgendorf, 1882) *Sayamia sexpunctata* (Lanchester, 1906) *Siamthelphusa improvisa* (Lanchester, 1901) และ *Stoliczia* sp. ซึ่งปูน้ำจืดแต่ละสปีชีส์มีการแพร่กระจายในระดับความสูงที่แตกต่างกันดังนี้

Siamthelphusa improvisa พบมากเป็นอันดับ 1 (ตารางผนวก 1) ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถาทั้งหมด มีการแพร่กระจายได้ดีในทุกระดับความสูงของพื้นที่ที่ทำการศึกษาในครั้งนี้คือตั้งแต่ 0 – 120 เมตร สามารถอาศัยอยู่ได้ในทุกสภาพพื้นที่ ซึ่งจากรายงานของ Ng and Naiyanetr (1997) พบว่าปู *Si. improvisa* มีการแพร่กระจาย ในพื้นที่กว้างมาก และพบเฉพาะในบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย ตั้งแต่จังหวัดชุมพร กระบี่ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง ตรังและสงขลา รวมถึงรายงานของ Ng (1988) ที่พบพบปูสปีชีส์นี้ในบริเวณตอนเหนือของประเทศมาเลเซีย แต่ไม่ทราบจุดพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่แน่ชัดซึ่งเป็นไปได้ว่าพื้นที่ดังกล่าวอาจเชื่อมต่อกับพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ และนฤมล แสงจันทร์ (2541) ได้รายงานสนับสนุนการพบปูสปีชีส์นี้ที่บริเวณคลองรัตภูมิ จังหวัดสงขลาและพบว่ามีการแพร่กระจายในทุกสถานที่ที่เก็บตัวอย่างเช่นกัน สำหรับการศึกษาครั้งนี้มีข้อสังเกตและน่าสนใจคือปู *Si. improvisa* ตัวเต็มวัย (สังเกตจากปูที่มีไข่ในกระดองแล้ว และปูที่มีไข่ติดหน้าท้อง) ที่เก็บได้จากแต่ละสถานีมักมีขนาดแตกต่างกันอย่างชัดเจน คือปูตัวเต็มวัยที่พบในบางสถานีมักมีขนาดเล็กมากเช่น สถานีบ้านทุ่งโพธิ์มีขนาดความกว้างกระดอง 18.9 มิลลิเมตร ในขณะที่ปูตัวเต็มวัยที่พบในอีกสถานีมักมีขนาดใหญ่กว่ามาก เช่น สถานีบ้านหุแร่ มีขนาดความกว้างกระดอง 34.3 มิลลิเมตร มีความเป็นไปได้ว่าน่าจะมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น อาหาร อุณหภูมิ สภาพถิ่นอาศัย และปริมาณแร่ธาตุ อาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปู ที่อาศัยอยู่ในแต่ละสถานีมักมีความแตกต่างกัน ซึ่งน่าจะมีการศึกษาถึง size maturity ของปูน้ำจืดชนิดนี้ต่อไป

Sayamia sexpunctata พบจำนวนค่อนข้างน้อยและไม่ทุกฤดูกาล (ตารางผนวกที่ 1) จากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 50 สถานี พบปูสปีชีส์นี้ 11 สถานี ลักษณะของลำคลองและถิ่นอาศัยที่พบมีสภาพคล้ายกันทุกสถานี คือ สภาพลำคลองกว้างใหญ่ น้ำค่อนข้างลึก พื้นท้องน้ำเป็นโคลนเลนถึงทรายละเอียด น้ำขาวขุ่น ปู *Say. sexpunctata* ที่พบในการศึกษาคั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Ng (1988) ถึง ปู *Somaniathelphusa sexpunctata* (= *Sayamia sexpunctata*) ที่พบในประเทศมาเลเซีย ทั้งในลักษณะถิ่นอาศัยและลักษณะทางอนุกรมวิทยา

Salangathelphusa brevicarinata ในการศึกษาคั้งนี้ พบมากเป็นอันดับ 3 โดยพบจาก 2 สถานีเท่านั้น และสามารถพบตลอดทั้งปีที่ทำการศึกษา (ตารางผนวกที่ 1) ลักษณะของถิ่นอาศัยของปู *Sal. brevicarinata* จากการศึกษาคั้งนี้ ชัดแย้งกับรายงานของ Kemp (1923) อ้างโดย Ng, 1988) ถึงระดับความสูงของพื้นที่ที่พบปู *Sal. brevicarinata* ในจังหวัดภูเก็ตที่ 360 เมตรจากระดับน้ำทะเล ซึ่งจากการศึกษาคั้งนี้ก็กลับพบปูสปีชีส์นี้ที่ระดับความสูง 61-90 เมตรและมีถิ่นอาศัยเป็น ทรวด ทรายหยาบ และดินเหนียว เนื่องจากรายงานการศึกษาที่ผ่านมาไม่มีข้อมูลไม่ชัดเจนเพียงพอที่จะยืนยันถึงการแพร่กระจาย และลักษณะถิ่นอาศัยที่เหมาะสมมากที่สุด ไม่สามารถสรุปได้ว่าปู *Sal. brevicarinata* มีความสามารถในการปรับตัวเพื่ออาศัยในสภาพแวดล้อมที่มีความหลากหลายได้

Stoliczia sp. พบว่าเป็นปูที่มีความจำเพาะเจาะจงในด้านการแพร่กระจายมากทั้งในระดับความสูงของพื้นที่ และฤดูกาล เนื่องจากตลอดช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง พบปูสปีชีส์นี้เพียงตัวเดียว เฉพาะในช่วงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงที่มีฝนตกชุก ซึ่งจากรายงานการศึกษาของ Ng (1988) พบว่าปูในสกุล *Stoliczia* Bott.1966 ได้แก่ปู *Stoliczia stoliczkana panhai* มีการแพร่กระจายบริเวณน้ำตกโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา และ ไพบูลย์ นัยเนตร (2526) ได้รายงานการแพร่กระจายของปู *Stoliczia tweedei* (= *Stoliczia panhai*) บริเวณน้ำตกโตนงาช้าง จังหวัดสงขลาและบริเวณน้ำตกที่มีต้นน้ำเกิดจากเทือกเขาสันกาลาศีรี ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ที่ทำการศึกษาในคั้งนี้ด้วยเช่นกัน การพบปูสกุลนี้เพียงตัวเดียวตลอดศึกษาในคั้งนี้จึงเป็นที่น่าสนใจว่าที่ระดับความสูงของพื้นที่เก็บตัวอย่างในการศึกษาคั้งนี้อาจจะไม่ใช่ถิ่นอาศัยของปูในสกุลนี้และตัวอย่างปูที่เก็บได้ในการศึกษาคั้งนี้อาจจะพลัดหลงลงมากับน้ำที่ไหลลงมาจากพื้นที่ที่สูงกว่าในช่วงฤดูฝนก็ได้ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของ Ng (1988) พบว่าปูสกุล *Stoliczia* ในประเทศมาเลเซียมีการแพร่กระจายในพื้นที่ที่มีความสูงมาก เช่น *Stoliczia leoi*, *Stoliczia tweedei*, *Stoliczia chaseni*, *Stoliczia pahangensis* และ *Stoliczia*

tweedei (= *Stoliczia panhai*) มีการแพร่กระจายที่ระดับความสูงถึง 700, 1000, 1300 และ 1900 เมตรตามลำดับ และ Ng (1992) รายงานถึงระดับความสูงของพื้นที่ที่พบ *Stoliczia panhai* ที่ 2500 ฟุต

2. สันฐานวิทยาบางประการของ *ปู Siamthelphusa improvisa*

2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดองและน้ำหนักตัว

ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดองและน้ำหนักตัวของ *ปู Si. improvisa* เพศผู้และเพศเมีย มีความสัมพันธ์กันแบบ positive allometric คือเมื่อมีการเจริญเติบโตจะพบว่าอัตราการเพิ่มของน้ำหนักตัวจะเร็วกว่าอัตราการเพิ่มของความกว้างกระดอง ซึ่งการเพิ่มของน้ำหนักตัวเป็นผลมาจากปัจจัยภายนอก เช่น ปริมาณอาหาร อุณหภูมิ แสงสว่าง และ sexual maturity (Hartnoll, 1982) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าปูเพศผู้มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นมากกว่าปูเพศเมีย มีความเป็นไปได้ว่าปูเพศผู้มีขนาดก้ามใหญ่กว่า และสำหรับ *ปู Si. improvisa* ที่ศึกษาในครั้งนี้ เมื่อพิจารณาจากลักษณะทางอนุกรมวิธานจะพบว่าปูเพศผู้ตัวเต็มวัยจะมีขนาดของก้ามใหญ่กว่าปูเพศเมียมากเช่นกัน (รูปที่ 15 และรูปที่ 16) การที่ปูเพศผู้มีก้ามใหญ่กว่าปูเพศเมียเป็นลักษณะของ sexual dimorphism เมื่อปูเข้าสู่ช่วงก่อนวัยเจริญพันธุ์และวัยเจริญพันธุ์ปูเพศเมียจะมีการเจริญของก้ามอย่างช้าๆแบบค่อยเป็นค่อยไป แตกต่างกับปูเพศผู้ซึ่งจะมีการเจริญรวดเร็วกว่าและการเจริญของก้ามจะยิ่งเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงวัยเจริญพันธุ์ ทำให้ปูเพศผู้มีก้ามใหญ่กว่าอย่างเห็นได้ชัด (Warner, 1977) ซึ่งน่าจะสืบเนื่องมาจากพฤติกรรมหลายประการ เช่นปูเพศผู้ต้องใช้ก้ามทำหน้าที่ในการเข้าสู่ผสมพันธุ์ การขุดรู การต่อสู้กับปูตัวอื่น เพื่อแย่งชิงเพศเมียและการป้องกันอาณาเขต ซึ่งล้วนแต่จำเป็นต้องอาศัยก้ามอันใหญ่โตและแข็งแรงทั้งสิ้น (Warner, 1977) และสอดคล้องกับรายงานของ Chu (1999) ซึ่งวิเคราะห์ความแตกต่างของขนาดก้ามของ ปูม้า *Charybdis affinis* ในประเทศจีน พบว่าที่ความกว้างของกระดองเท่ากัน ปูม้าเพศผู้จะมีขนาดก้ามใหญ่กว่าในเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$)

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างและความยาวกระดองของ *ปู Siamthelphusa improvisa*

ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างและความยาวกระดองของ *ปู Si. improvisa* เพศผู้และเพศเมีย มีความสัมพันธ์กันแบบ negative allometric คือเมื่อมีการเจริญเติบโตจะพบว่า

อัตราการเพิ่มของความยาวกระดูกจะช้ากว่าอัตราการเพิ่มของความกว้างกระดูก (Hartnoll, 1982) จะพบในกรณีที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของร่างกาย ซึ่งจะถูกกำหนดโดย กลไกภายในของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ในการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่ามีความผันแปรของรูปทรงกระดูกระหว่างปูขนาดเล็กและปูตัวเต็มวัย โดยเมื่อปูมีการเจริญ ความยาวของกระดูกจะเพิ่มในอัตราส่วนที่ช้าลงกว่าการเพิ่มของความกว้างกระดูก สมการความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างและความยาวกระดูกของปูแต่ละสปีชีส์จะมีความแตกต่างกัน แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของสัดส่วน รูปทรงกระดูก และรูปแบบการเจริญของปูแต่ละสปีชีส์ด้วย ซึ่งสามารถนำสมการความสัมพันธ์ดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ในการจำแนกสปีชีส์ของปูน้ำจืด ในกรณีที่ตัวอย่างปูสปีชีส์เดียวกันแต่มีขนาดแตกต่างกัน หรือกรณีที่เป็นปูต่างสปีชีส์กันแต่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาอื่นใกล้เคียงกันมาก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Stewart (1977) ที่ทำการศึกษาคือใช้ สมการความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างและความยาวกระดูกมาจำแนกปูน้ำจืด 2 สปีชีส์ซึ่งอยู่ในบริเวณเดียวกัน และมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ใกล้เคียงกันมากออกจากกัน คือปู *Potamonautes peratus* และ *Potamonautes parvispina* ซึ่งพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างและความยาวกระดูกปูทั้งสองสปีชีส์เป็นสมการเส้นตรง คือ ความยาวกระดูก = $0.57 + 1.31$ (ความกว้างกระดูก) และความยาวกระดูก = $4.37 + 1.26$ (ความกว้างกระดูก) ตามลำดับ

3. ชีววิทยาการสืบพันธุ์บางประการของปู *Siamthelphusa improvisa* เพศเมีย

3.1 ค่าดัชนีการเจริญเติบโตของรังไข่และอุจจารไข่ของ ปู *Si. improvisa*

ค่าดัชนีการเจริญเติบโตของรังไข่ของ ปู *Si. improvisa* และจำนวน ปู *Si. improvisa* ที่มีไข่และลูกปูขนาดเล็กติดหน้าท้อง มีค่าสูงสุดในเดือนมีนาคม และค่าต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน เมื่อพิจารณาจากค่าค่าดัชนีการเจริญเติบโตของรังไข่ (รูปที่ 23) สามารถสรุปได้ว่าปูสปีชีส์นี้ น่าจะมีการผสมพันธุ์และวางไข่ตลอดทั้งปีแต่จะมีช่วงที่วางไข่มากที่สุดในระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนกรกฎาคม ซึ่งสอดคล้องกับช่วงเวลาที่พบปู *Si. improvisa* ที่มีไข่และลูกปูขนาดเล็กติดหน้าท้อง มากที่สุดในเดือนนี้เช่นกัน ส่วนการที่ไม่พบปู *Si. improvisa* ที่มีไข่และลูกปูขนาดเล็กติดหน้าท้องในเดือนกันยายนและเดือนพฤศจิกายนนั้นเนื่องจากช่วงดังกล่าวมีฝนตก น้ำหลาก และน้ำไหลแรง จึงมีโอกาสน้อยมากที่จะพบปูที่มีไข่และลูกปูขนาด

เล็กติดหน้าท้อง (รูปที่ 24) เมื่อเปรียบเทียบกับฤดูกาลวางไข่ของของปูน้ำจืดสปีชีส์อื่น พบว่ามีความสอดคล้องกับ ปู *Sayamia germaini* ซึ่งมีการวางไข่ตลอดปีเช่นกัน เนื่องจากพบปูที่มีไข่ติดหน้าท้องตั้งแต่ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือน ธันวาคม และพบปูที่มีลูกปูขนาดเล็กติดหน้าท้อง ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม (วิยะดา สีบุตร, 2528)

อย่างไรก็ตามจะพบว่าในเดือนพฤษภาคมมีค่าดัชนีการเจริญเติบโตของรังไข่ของปู *Siamthelphusa improvisa* เพศเมียค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับเดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม ซึ่งน่าจะเป็นค่าที่ใกล้เคียงกัน ถึงแม้จะมีการทดสอบทางสถิติแล้วไม่มีความแตกต่างกันก็ตาม (รูปที่ 24 และตารางผนวกที่ 4) จำนวนปูเพศเมียที่มีไข่ติดหน้าท้อง และ ปูเพศเมียที่มีลูกปูขนาดเล็กติดหน้าท้องที่พบในเดือนนี้ก็น้อยเช่นกัน สาเหตุหนึ่งอาจเนื่องมาจากในเดือนพฤษภาคม 2541 ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างนั้นเป็นช่วงที่แล้งจัด อากาศร้อน น้ำในแหล่งน้ำต่างๆ ลดลงมาก น้ำแห้งในหลายสถานี ไม่สามารถเก็บตัวอย่างปูได้ หรือเก็บได้น้อยมากเมื่อเทียบกับเดือนอื่นๆ ทำให้โอกาสที่จะพบปูเพศเมียที่มีไข่แก่ ปูที่มีไข่ติดหน้าท้อง และปูที่มีลูกปูขนาดเล็กติดหน้าท้องน้อยลงด้วย

3.2 ความดกของไข่

ไข่ของ ปู *Si. improvisa* ลักษณะกลม มีจำนวนเฉลี่ย 178.78 ฟอง/ตัว และไข่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.3 มิลลิเมตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปูน้ำจืดสปีชีส์อื่นนับว่ามีจำนวนและขนาดที่ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 6) เนื่องจากปูน้ำจืดเป็นปูที่มีจำนวนไข่น้อย แต่ไข่จะมีขนาดใหญ่มากเมื่อเทียบกับขนาดของตัวปู (Ng, 1988) การที่ปูน้ำจืดโดยทั่วไปมีจำนวนไข่น้อย และไข่มีขนาดใหญ่ น่าจะเป็นผลเกี่ยวเนื่องมาจากหลายปัจจัยด้วยกันคือ การที่ปูน้ำจืดมีพัฒนาการของตัวอ่อนแบบ epimorphic development หรือ direct development พัฒนาการของตัวอ่อนเสร็จสมบูรณ์ตั้งแต่อยู่ในไข่และฟักออกมาเป็นลูกปูขนาดเล็ก ซึ่งเป็นการปรับตัวให้เหมาะสมกับถิ่นอาศัยของปูน้ำจืดนั่นเอง ซึ่งการพัฒนาตัวอ่อนระยะต่างๆภายในไข่จำเป็นต้องอาศัยอาหารหรือไข่แดง (Yolk) จำนวนมากเพื่อให้เพียงพอสำหรับตัวอ่อน เป็นสาเหตุที่ไข่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อรองรับปริมาณไข่แดง (Warner, 1977) เป็นผลให้ไข่มีจำนวนน้อยลงเพื่อเหมาะสมกับพื้นที่ผิวของส่วนท้องและรยางค์ส่วนท้อง (pleopod) ซึ่งมีจำกัด ประกอบกับพฤติกรรมการเลี้ยงลูกปูขนาดเล็กและการอุ้ม ไข่ของแม่ปูเป็นปัจจัยจำกัดจำนวนไข่ซึ่งต้องมีความพอดีและเหมาะสมกับพื้นที่ส่วนท้องของแม่ปูที่จะรับได้ (Ng, 1988)

ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดองและความคดของไข่ ของปู *Si. improvisa* อยู่ในรูปสมการเส้นตรง มีแนวโน้มที่เป็นไปได้ว่าปริมาณของไข่ขึ้นอยู่กับขนาดความกว้างกระดองของแม่ปู ถึงแม้ว่าความสัมพันธ์ของข้อมูลค่อนข้างกระจาย เนื่องจากจำนวนตัวอย่างปูที่ใช้ในการศึกษานี้น้อยก็ตาม ($r^2=0.7659$; $n = 23$ ตัว) ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะส่งผลให้ความสามารถในการสืบพันธุ์ของ ปู *Si. improvisa* ที่อาศัยอยู่ในแต่ละพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันไปตามสภาพของถิ่นอาศัย และปริมาณอาหารที่ปูได้รับ ส่วนในปูน้ำจืดสปีชีส์อื่นยังไม่พบว่ามีรายงานการศึกษาในเรื่องนี้

อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาควรแยกการศึกษาเรื่องชนิดและการแพร่กระจายของปูน้ำจืดกับการศึกษาเรื่องชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปูน้ำจืด ออกจากกัน เนื่องจากการกำหนดสถานีเก็บตัวอย่าง จำนวนสถานี ความถี่ในการเก็บตัวอย่าง ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างในแต่ละครั้ง และวิธีการเก็บตัวอย่าง มีความแตกต่างกัน จะทำให้ข้อมูลที่ได้ออกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบขนาดและจำนวนไข่ของปู *Siamthelphusa improvisa* กับ ปูน้ำจืด สปีชีส์อื่น

สปีชีส์ของปูน้ำจืด	ขนาดของไข่ (มิลลิเมตร)	ความคกไข่ เฉลี่ย (ฟอง/ตัว)	อ้างอิงโดย
<i>Siamthelphusa improvisa</i> (วงศ์ Parathelphusidae)	1.3 ± 0.10	178.78 ± 11.02	การศึกษาครั้งนี้
<i>Sayamia germaini</i> (วงศ์ Parathelphusidae)	ไม่ระบุขนาด	629.7	วิยะดา สีนบุตร (2528)
<i>Potamon dehaani</i> (วงศ์ Potamidae)	1.2	30 - 100	Ando and Makioka (1999)
<i>Geothelphusa egxiga</i> (วงศ์ Potamidae)	ไม่ระบุขนาด	17	Okano, Suzuki and Miura (2000)
<i>Globonautes macropus</i> (วงศ์ Gecarcinucidae)	< 2.0	30 - 50	Cumberlidge (1999)
<i>Metapaulus depressus</i> (วงศ์ Grapsidae)	1.5	100	Warner (1977)
<i>Geosesarma penangense</i> (วงศ์ Grapsidae)	1.5	ไม่ระบุ จำนวน	Ng, (1988)