



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาแหล่ง และฤดูสืบพันธุ์วางไข่เพื่อการจัดการทรัพยากรปูทะเล,
Scylla olivacea (Herbst, 1796) ในบริเวณคลองหวาง จ. ระนอง

โดย ผศ. ธนิษฐา ทรรพนันท์ และคณะ

กันยายน 2547

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาแหล่ง และฤดูสืบพันธุ์วางไข่เพื่อการจัดการทรัพยากรปูทะเล,
Scylla olivacea (Herbst, 1796) ในบริเวณคลองหวาง จังหวัด ระนอง

คณะผู้วิจัย

สังกัด

1. ผศ. ธนิษฐา ทรรพนันท์

ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. นายวิทยา หะวานนท์

สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระนอง
อ.เมือง จ. ระนอง

ชุดโครงการ ปู

สนับสนุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

การศึกษาแหล่ง และฤดูสืบพันธุ์วางไข่เพื่อการจัดการทรัพยากรปูทะเล,
Scylla olivacea (Herbst, 1796) ในบริเวณคลองหงาว จังหวัด ระนอง

**A Study on Spawning Ground and Spawning Season for Management of
 Orange Mud crab; *Scylla olivacea* (Herbst, 1796) Population in
 Klong Ngao, Ranong, Thailand**

คำนำ

ในสมัยก่อนคนส่วนใหญ่เชื่อว่า ทรัพยากรประมง โดยเฉพาะอย่างยิ่งทรัพยากรประมงทะเล มีปริมาณไม่จำกัด และมนุษย์สามารถจะจับขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้โดยไม่มีวันหมด (inexhaustible) แต่ในปัจจุบัน สภาวะการประมงที่ประอบอยู่ในสัตว์ทะเลเศรษฐกิจหลายชนิดล้วนแสดงให้เห็นว่า ความเชื่อดังกล่าวไม่ถูกต้อง ในทางตรงกันข้าม ทรัพยากรประมงมีปริมาณจำกัด และการประมงสามารถทำให้ปริมาณสัตว์น้ำลดลงได้ แม้ว่าทรัพยากรประมงจะเป็นทรัพยากรที่สามารถเพิ่มปริมาณเพื่อทดแทนส่วนที่เสียไปได้ (renewable resource) ก็ตาม แต่ถ้าทำประมงโดยขาดความระมัดระวังแล้ว จะทำให้ปริมาณของสัตว์น้ำในสต็อกหรือขนาดสต็อก (stock size) ลดลงจนอาจถึงขั้นเสื่อมโทรมพันธุ์ (stock depletion) ได้คือ มีสัตว์เหลือน้อยจนไม่สามารถจะแพร่พันธุ์และเติบโตเพื่อเพิ่มปริมาณได้ภายในระยะเวลาอันสั้น นอกจากนี้ แนวความคิดที่ว่าทรัพยากรประมงเป็นสาธารณสมบัติ (common property resource) ทุกคนมีสิทธิ์ทำการประมง และทำได้อย่างเสรี จึงทำให้เกิดปัญหาที่สำคัญสองประการคือ จะเกิดการแข่งขันในการทำประมง เพื่อจับสัตว์น้ำให้ได้มากที่สุดตามความสามารถของแต่ละคน จนบางครั้งทำให้มีการกระทำที่ขาดความรับผิดชอบต่อส่วนรวมเช่น การใช้เครื่องมือประมงที่มีการทำลายพันธุ์สัตว์น้ำอย่างรุนแรง เป็นต้น ปัญหาอีกประการหนึ่งคือ พฤติกรรมการเล่นแบบของคนไทยที่เมื่อทราบว่ามีทรัพยากรประมงชนิดใดที่สร้างรายได้ให้ชาวประมงมากขึ้น ก็จะมีการเพิ่มจำนวนชาวประมงในการประมงทรัพยากรชนิดนั้นมากขึ้น โดยภาครัฐไม่อาจเข้ามาควบคุมได้ทันทั่วทั้งที่ อัตราการประมงจึงเพิ่มสูงขึ้น และเกิดสภาวะการประมงมากเกินไป (over-fishing) ขึ้นในที่สุด

ด้วยเหตุดังกล่าว ทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องมีการจัดการทรัพยากรประมง เพื่อให้สัตว์น้ำที่ถูกจับขึ้นมานั้นมีการใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน กล่าวคือ สามารถจับได้ในระยะยาวโดยผลจับไม่มีการเปลี่ยนแปลงและไม่เกิดความเสียหายต่อสต็อกของสัตว์น้ำ ขณะเดียวกัน ชาวประมงก็ได้รับผลตอบแทนจากการประมงสูงและผู้บริโภคก็ได้รับประโยชน์โดยสามารถซื้อหาสัตว์น้ำมาบริโภคได้ในราคาพอสมควร เกิดความสมดุลทั้งในเชิงชีวภาพ เศรษฐศาสตร์ และสังคม ซึ่งจะส่งผลให้ประชาคมเกิดความผาสุกได้ แต่อย่างไรก็ตาม ความสมดุลนี้จะเกิดขึ้นไม่ได้ หากไม่มีความรู้ความเข้าใจในตัวทรัพยากรประมงนั้น ทั้งความรู้พื้นฐานทางด้านชีวภาพ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของปริมาณทรัพยากรประมงเนื่องมาจากอิทธิพลต่าง ๆ ทั้งทางด้านธรรมชาติ และโดยการกระทำของมนุษย์คือการประมง และที่สำคัญคือ การจัดการที่จะให้เกิดประสิทธิผลสูงสุดนั้น ควรที่จะได้มีการจัดการ“ก่อน”ที่สัตว์น้ำนั้นจะอยู่ในสภาวะเสื่อมโทรม

ในบรรดาทรัพยากรประมงทะเลนั้น ปูทะเล; *Scylla oleovacia* (Herbst, 1796) จัดเป็นสัตว์เศรษฐกิจชนิดหนึ่งของไทยด้วย โดยเหตุที่ปูทะเล เป็นที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลายทั่วโลก ซึ่งผลผลิตปูทะเลในปัจจุบัน ยังคงต้องพึ่งพาจากการประมง (capture fisheries) ทั้งเพื่อการส่งออก การบริโภคภายในประเทศ ในรูปแบบของปูไข่ และปูนึ่ง มากกว่าการเพาะเลี้ยง (culture fisheries) ที่ยังไม่สามารถที่จะพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงในระดับมวลได้ดีพอ นอกจากนี้ การพัฒนาอุตสาหกรรมตามแนวชายฝั่งทะเล ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่ง ทำให้แนวโน้มของทรัพยากรปูทะเลในปัจจุบัน อยู่ในสถานะเสี่ยงต่อความเสื่อมโทรมเป็นอย่างยิ่ง ดังจะเห็นได้จากสถิติการประมงปูทะเลทางฝั่งอันดามันในรอบ 10 ปี ที่ผ่านมามีการเพิ่มขึ้นในช่วงแรก ๆ จาก 1,579 ตัน ในปี 2529 มาสูงสุดในปี 2537 คือ 3,653 ตัน และค่อย ๆ ลดลงเป็นลำดับ จนเหลือเพียง 2,421 ตัน ในปี 2540 (กรมประมง, 2531, 2533, 2540, 2543) ตามลำดับ

ผู้วิจัย จึงพิจารณาพื้นที่ศึกษาที่ยังคงมีความเหมาะสมต่อการดำเนินการวิจัย และพบว่า บริเวณคลองหวา จ.ระนอง น่าจะเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมเนื่องจาก ในบริเวณนี้ เนื่องจากถูกจัดให้เป็น “เขตสงวนชีวมณฑล” โดยกรมป่าไม้ และกรมประมงได้มีโครงการนำร่องเพื่อการเพิ่มผลผลิตปูทะเล โดยการเพาะเลี้ยงปูทะเลเพื่อปล่อยกลับสู่ธรรมชาติ (stock enhancement) นอกจากนี้ ในบริเวณคลองหวา ยังเคยเป็นพื้นที่ที่มีการศึกษาวิจัยเรื่องราวของปูทะเลอย่างต่อเนื่องมาก่อนหน้านี้ สามารถนำมาเป็นข้อมูลประกอบการศึกษาได้ การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จึงมุ่งเน้นไปที่การหาแหล่งวางไข่ของแม่ปูทะเล และฤดูสืบพันธุ์ในบริเวณดังกล่าว เพื่อประโยชน์ต่อโครงการการเพาะพันธุ์ปูกลับสู่ธรรมชาติของกรมประมง และยังสามารถต่อยอดความรู้เดิมได้ โดยอาจนำการศึกษาในบริเวณนี้ ไปเป็นแม่แบบเพื่อการจัดการทรัพยากรปูทะเลในพื้นที่อื่นต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาแหล่งวางไข่ ของปูทะเล โดยการทดลองติดเครื่องหมายปูทะเล ในบริเวณคลองหวาว จ. ระนอง
2. ศึกษาฤดูวางไข่ของปูทะเล โดยพิจารณาจากข้อมูลชีวประวัติบางประการ
3. ศึกษาพฤติกรรมการตอบสนองของปูทะเลต่อลอบปูแบบพับได้ โดยการสังเกตพฤติกรรม
4. ศึกษาประสิทธิภาพการจับและการเลือกจับของเครื่องมือลอบปูแบบพับได้

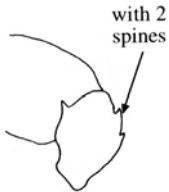
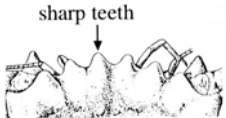
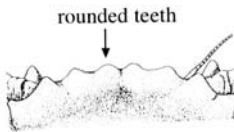
การตรวจเอกสาร

1. อนุกรมวิธานของปูทะเล

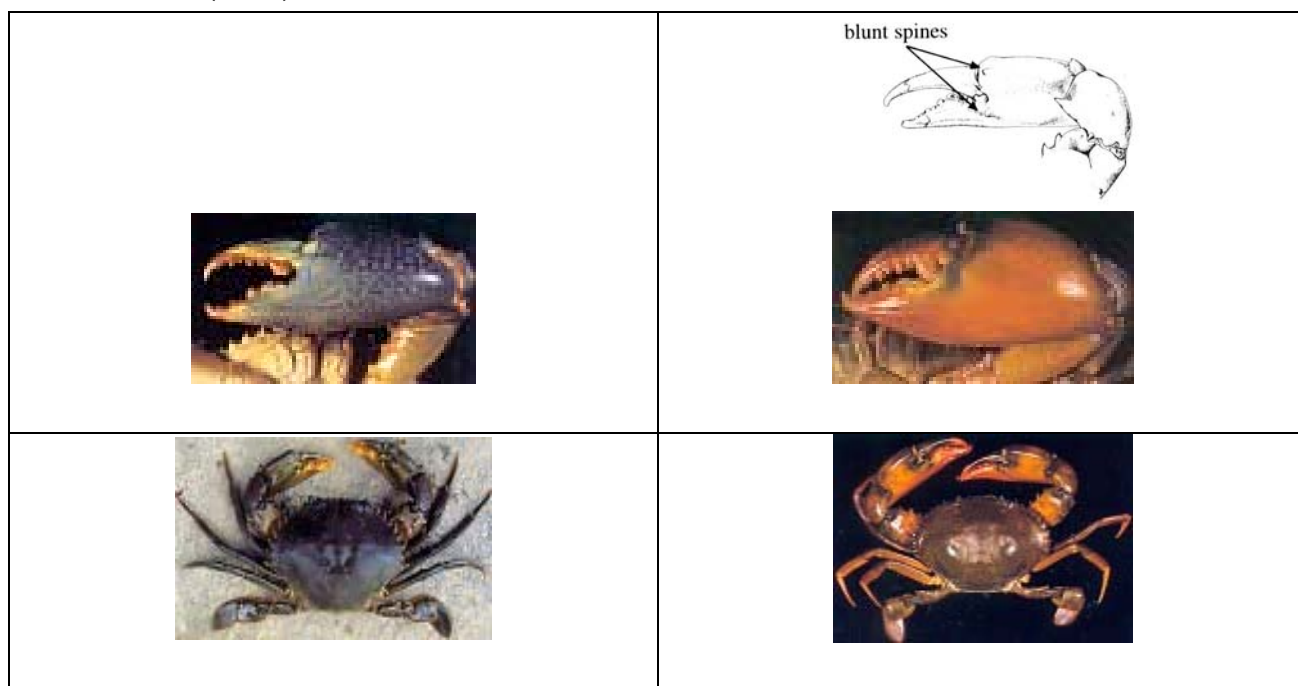
ปูทะเลในสกุล *Scylla* ถูกจัดอยู่ใน Phylum Arthropoda Class Crustacea Family Portunidae ซึ่งเป็นครอบครัวเดียวกับปูม้า (*Portunus* spp.) ปูทะเลในสกุลนี้ที่พบทั่วโลกและเป็นที่ยอมรับในปัจจุบันจากรายงานของ FAO (1998) มี 5 ชนิด ได้แก่ *Scylla serrata* (Forsskal, 1775), *S. olivacea* (Herbst, 1796), *S. paramamosain* Estampador, 1949, *S. tranquebarica* (Fabricius, 1798) และ *S. serrata* var. *oceanica* Dana, 1852 ซึ่งในประเทศไทย การจำแนกชนิดปูทะเลในสกุลนี้ ยังมีความสับสนอยู่มาก เพราะชาวบ้าน มักใช้สัตว์แยกชนิดเป็น ปูดำ ปูขาว ปูเขียว เป็นต้น ซึ่งลักษณะดังกล่าว มีความผันแปรได้ตามสภาพภูมิศาสตร์ และถิ่นอาศัย ดังนั้น หากจะใช้ลักษณะภายนอกอื่นๆ มาประกอบการพิจารณาตามหลักเกณฑ์ของ Estampador (1949) พบว่า ในน่านน้ำไทย มีปูทะเล 3 ชนิด คือ ปูดำหรือปูแดง (*Scylla serrata*) ปูขาวหรือปูทองเหลือง (*S. serrata* var. *oceanica*) และปูเขียว ปูทองโหลง หรือปูลาย (*S. tranquebarica*) (อ้างตาม บรรจง และบุญรัตน์, 2545)

สำหรับปูดำ ที่นักวิชาการไทยเชื่อถือมาตลอดว่าเป็นชนิด *Scylla serrata* นั้น จากการสำรวจเบื้องต้น บริเวณคลองหวาง จ.ระนอง โดยผู้วิจัยพบว่า ปูดำในบริเวณดังกล่าว มีแนวโน้มเป็นชนิด *S. olivacea* มากกว่า ทั้งนี้เนื่องมาจากลักษณะภายนอกที่เป็นดัชนีบ่งชี้ ตาม key จำแนกชนิดของ FAO (1998) ดังนี้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญของปูทะเล 2 ชนิด

<i>S. serrata</i>	<i>S. olivacea</i>
1. Carpus of cheliped with 2 distinct spiniform or sharp granules or spines on outer surface  with 2 spines	1. Carpus of cheliped with only 1 low to very low granule on outer surfaces never spiniform  unarmed
2. Sharp teeth, sharp granules on palm and carpus often spiniform  sharp teeth	2. Frontal margin usually rounded teeth, palm usually reduced, blunt spines  rounded teeth

ตารางที่ 1 (-ต่อ-)



ที่มา : ภาพลายเส้น จาก FAO (1998)

ภาพถ่ายจาก <http://mangrove.nus.edu.sg/giudebooks/text/2044.htm>

ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัย จึงใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ของปูทะเล หรือปูดำ ที่พบในบริเวณคลองหวาว ว่า *Scylla olivacea* (Herbst, 1796) และใช้ชื่อสามัญภาษาอังกฤษว่า Orange Mud Crab ตาม FAO (1998) และใช้ชื่อสามัญภาษาไทยว่า “ปูทะเล”

2. ลักษณะทั่วไป

ปูทะเลมี ส่วนหัวกับบอกรวมกันเรียกว่า Cephalothorax ส่วนนี้จะมีกระดอง (carapace) ห่อหุ้ม ลำตัวเปลี่ยนไปเป็นแผ่นบางๆ เรียกว่า “จับปิ้ง (abdomen)” พักอยู่ใต้กระดอง จับปิ้งเป็นอวัยวะที่ใช้เป็นที่อุ้มพุงไข่ของแม่ปูในระยะที่มีไข่นอกกระดอง นอกจากนี้ยังเป็นอวัยวะที่ใช้แยกเพศได้อีกด้วย กล่าวคือ ในเพศเมีย จับปิ้งจะมีลักษณะกว้างปลายมนกลมกว่าเพศผู้ ซึ่งมีรูปเรียวยาวและแคบ (ภาพที่ 1) กระดองของปูทะเลมีลักษณะเป็นรูปไข่และมีหนามเรียงจากตาไปทางด้านซ้าย-ขวาของกระดองด้านละ 9 อัน ตาของปูทะเลเป็นตาธรรม ประกอบด้วยตาเล็ก ๆ เป็นจำนวนมาก มีความรู้สึกไวต่อสิ่งเคลื่อนไหวอยู่รอบตัวและยังมีก้านตาช่วยในการชูลูกตาออกมาภายนอกบ้าง และหดกลับเข้าไปได้ ทำให้นับมองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้อย่างดียิ่งขึ้น

ปูทะเลมีขา 5 คู่ ขาคู่แรกอยู่หน้าสุดมีขนาดใหญ่มากเป็นพิเศษเรียกว่า “ก้ามปู (hand)” ปลายก้ามปูแยกออกเป็น 2 ง่ามมีลักษณะคล้ายคีม ใช้จับเหยื่อกินและป้องกันตัว ปลายสุดของขาคู่ที่ 2-4 มีลักษณะแหลมเรียกว่า “ขาเดิน (walking leg)” ทำหน้าที่ในการเดิน ส่วนขาคู่ที่ 5 ซึ่งเป็นคู่สุดท้ายเรียกว่า “ขาว่ายน้ำ (swimming leg)” ตอนปลายสุดของขาคู่นี้มีลักษณะแบนคล้ายใบพาย



ภาพที่ 1 ลักษณะความแตกต่างระหว่างเพศของปู
ที่มา : <http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm>

เลือดของปูทะเลมีสีฟ้าใส ซึ่งเป็นสารประกอบของทองแดง (haemocyanin) เมื่อได้รับบาดเจ็บ เช่น กระทบแตก หรือกำหลุด เลือดจะไหลออกมามีลักษณะข้น เมื่อโดนความร้อนจะกลายเป็นสีขาวข้นคล้ายครีม สำหรับอวัยวะภายในทั้งหมด ได้แก่ หัวใจ กระเพาะอาหาร ระบบประสาท ระบบสืบพันธุ์ ฯลฯ จะรวมกันอยู่ภายในกระดอง (<http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm>)

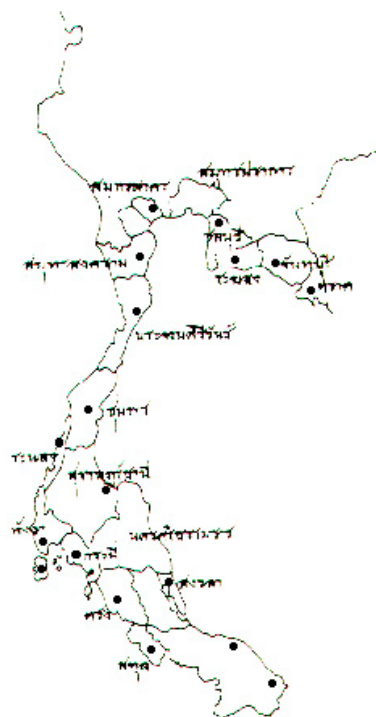
3. แหล่งที่อยู่อาศัย

ปูทะเลพบกระจายอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำกร่อย ป่าชายเลน และปากแม่น้ำที่มีน้ำทะเลท่วมถึง โดยขุดรูอยู่ตามไทรรากไม้หรือเนินดินบริเวณชายฝั่งทะเลทั้งฝ่ายอ่าวไทยและอันดามัน (ภาพที่ 2) โดยจะพบชุกชุมในบริเวณที่เป็นหาดโคลน หรือเลนที่มีป่าแสม และโกงกาง ตั้งแต่อ่าวไทยฝั่งตะวันออก ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี ระยอง ตราด ชลบุรี บริเวณอ่าวไทยตอนใน ได้แก่ สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม และอ่าวไทย ฝั่งตะวันตก มีชุกชุมที่จังหวัดชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ตรัง ส่วนที่ฝั่ง อันดามันมีชุกชุมที่จังหวัดระนอง กระบี่ พังงา และสตูล เป็นต้น

4. วงจรชีวิต

ปูทะเล จัดได้ว่า เป็นสัตว์ที่มีการอพยพย้ายถิ่น โดยเฉพาะเพื่อการแพร่พันธุ์ (spawning migration) โดยปูเพศเมียจะอพยพจากแหล่งหากินในบริเวณเขตน้ำกร่อยออกไปวางไข่ในทะเล ซึ่งจากการอพยพนี้ จะมีขึ้นภายหลังจากที่ได้ผ่านการจับคู่ผสมพันธุ์แล้ว และในขณะที่กำลังเดินทางสู่ทะเล แม่ปูบางตัวอาจจะปล่อยไข่ออกมาไว้ที่ส่วนท้อง ที่เรียกว่า “ไข่นอกกระดอง” แล้วก็ได้ (ชูชาติ, 2531) Hill (1976; 1983) กล่าวว่า ตัวอ่อนของปูที่ฟักออกเป็นตัว จะมีการพัฒนาเป็นลำดับขั้น (Metamorphosis) โดยผ่านระยะ Zoea 1-5 จำนวน 5 ระยะ และระยะ Megalopa 1 ระยะ ในระยะ Zoea เป็นระยะที่ระยางค์ว่ายน้ำยังไม่อยู่ในสภาพที่จะใช้งานได้ จึงดำรงชีพเป็นแพลงก์ตอน

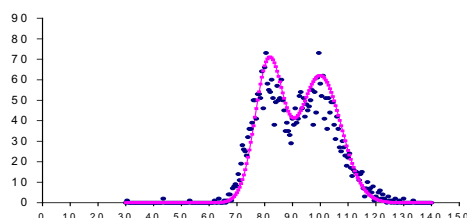
(planktonic larvae) จนเมื่อเข้าระยะ Megalopa จะมีการว่ายน้ำสลับกับการหยุดเกาะอยู่กับที่เป็นครั้งคราว ซึ่งระยะนี้ จะเริ่มมีการอพยพเข้ามาหากินในบริเวณน้ำกร่อย เมื่อลูกปูลอกคราบจากระยะ Megalopa เป็นตัวปูที่มีลักษณะเหมือนพ่อแม่ทุกประการ (juvenile) จะดำรงชีพอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยต่อไป เมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ก็จะมีการผสมพันธุ์และอพยพออกไปวางไข่ เป็นวัฏจักรเช่นนี้สืบไป



ภาพที่ 2 การแพร่กระจายของปูทะเลชนิด *S. olivacea* ในประเทศไทย

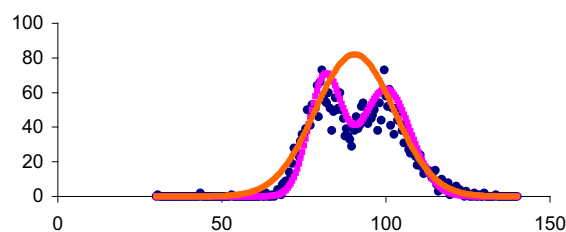
ที่มา : ดัดแปลงจาก <http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm> และ บรรจง และบุญรัตน์ (2545)

จากการศึกษาโดย ชลธิ์ (2533) ในบริเวณคลองหาว ได้พบข้อมูลที่น่าสนใจ กล่าวคือการกระจายขนาดของปูทะเลเพศเมียมีลักษณะคล้ายกับว่ามี 2 กลุ่มประชากรเติบโตอยู่ในแหล่งน้ำเดียวกัน (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 การกระจายของขนาดปูทะเลเพศเมียในบริเวณคลองหาวจากการศึกษาของ ชลธิ์ (2533)

แต่เนื่องจากมีข้อมูลที่กล่าวว่า ปูทะเลมีการอพยพออกนอกชายฝั่งเพื่อวางไข่ (บรรจง และบุญรัตน์, 2545) ดังนั้น จึงเป็นไปได้ว่าช่วงความยาวระหว่าง 80 - 110 มม. ของปูทะเลที่หายไป น่าจะเป็นปูทะเลที่มีการอพยพออกไปวางไข่ในทะเล แต่ข้อมูลดังกล่าวยังไม่มีการยืนยันและพิสูจน์ว่าปูทะเลขนาดดังกล่าวมีการอพยพจริง ซึ่งจำเป็นต้องจะหาข้อพิสูจน์โดยการทดลองติดเครื่องหมาย นอกจากนี้ ชลธิ์ (2533) ยังได้ศึกษาในห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับพฤติกรรมการผสมพันธุ์ของปูทะเล ด้วยการใช้ปูทะเลเพศผู้และปูเพศเมีย ทำให้ทราบถึงขนาดปูทะเลที่สามารถผสมพันธุ์ได้เป็นครั้งแรกและดูคล้ายกับว่าขนาดปูทะเลที่เพิ่มขึ้น มีขนาดสอดคล้องกับปูทะเลที่คาดว่าจะอพยพออกไปวางไข่ ดังกราฟสีแดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การกระจายของขนาดปูทะเลเพศเมีย (เส้นสีชมพู) และการกระจายของขนาดปูทะเลเพศเมียที่สามารถสืบพันธุ์ได้ครั้งแรก (เส้นสีแดง) โดยการศึกษาของ ชลธิ์ (2533)

ชลธิ์ (2533) รายงานว่า ในป่าชายเลนคลองหวาง ช่วงปลายเดือนสิงหาคม และเดือนกันยายน จะพบปูไข่ในกระดองเป็นจำนวนมาก หลังจากนั้นจะพบปูไข่นอกกระดองประมาณเดือนตุลาคม และช่วงเดือนตุลาคม-มกราคม ปูเพศเมียจะทยอยออกไปจากป่าชายเลน เพื่อออกไปวางไข่ในทะเล ซึ่งถ้าหากปูทะเลมีการวางไข่ตั้งแต่เดือนตุลาคม เมื่อนับเวลาต่อไปอีก 10 - 11 เดือน จะเป็นช่วงเวลาที่ตรงกับช่วงเดือนสิงหาคม และกันยายน ในปีถัดไป ซึ่งเป็นช่วงที่พบปูไข่ในป่าชายเลนเป็นจำนวนมาก

ดังนั้น จึงมีสมมติฐานที่น่าเป็นไปได้คือ ปูทะเลที่เกิดในช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน จะเป็นกลุ่มประชากรปูทะเลที่สามารถผสมพันธุ์และวางไข่ได้เป็นครั้งแรกในช่วงเดือนกันยายน-ตุลาคม ของปีถัดไป

5. อาหารและการกินอาหาร

ปูทะเลเป็นสัตว์หากินในเวลากลางคืน โดยจะออกจากที่หลบซ่อนหลังจากดวงอาทิตย์ตกไปแล้วประมาณ 1 ชั่วโมง และเข้าที่หลบซ่อนก่อนหน้าดวงอาทิตย์ขึ้นเพียงเล็กน้อยหรือหลังจากนั้นประมาณ 30 นาที ดังนั้น แสงและอาหารจึงมีอิทธิพลต่อการปรากฏตัวอยู่ภายนอกที่หลบซ่อน สำหรับอาหารที่ตรวจพบในกระเพาะอาหารของปูทะเล ได้แก่ หอยฝาเดียว หอยสองฝา กุ้ง ปู ปลา และเศษพืช นอก

จากนั้น ปูยังชอบกินปูด้วยกันเองด้วย ตามปกติแล้วปูทะเลจะไม่กินอาหารที่มีการเคลื่อนที่ หรือสามารถหลบหลีกได้ดี เช่น ปลาและกุ้ง อย่างไรก็ตาม จากการขุดปูทะเลในบ่อดิน พบว่า ปูจะออกจากที่หลบซ่อนเมื่อได้รับน้ำใหม่ และสามารถให้อาหารได้ทันทีหลังจากเก็บน้ำเต็มบ่อแล้ว

(<http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm>)

เมื่อปูทะเลกินอาหาร พบว่าอวัยวะสำคัญที่ใช้ในการดักจับเหยื่อ และตรวจสอบวัสดุต่าง ๆ ว่าเป็นอาหารหรือไม่ คือ ส่วนปลายของขาเดิน อาหารจะถูกส่งเข้าไปในปากผ่านไปถึงกระเพาะแล้วออกสู่ลำไส้ใหญ่ ซึ่งทอดผ่านจับปิ้ง ในที่สุดกากอาหารจะถูกถ่ายออกมาทางปล้องปลายสุดของจับปิ้ง

(<http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm>)

การเลือกแหล่งหากินของปูทะเลนั้น ปูแต่ละวัยหากินในอาณาบริเวณที่แตกต่างกันกล่าวคือ ปูวัยอ่อน (juvenile ขนาด 20-99 มิลลิเมตร) เป็นกลุ่มที่หากินในบริเวณป่าชายเลน และอาศัยอยู่ในบริเวณนี้ขณะที่น้ำทะเลได้ลดลงแล้ว ปูวัยรุ่น (subadult ขนาด 100-140 มิลลิเมตร) เป็นพวกที่หากินตามการขึ้นของน้ำ กล่าวคือ เข้ามาหากินในบริเวณป่าชายเลน และกลับลงสู่ทะเลไปพร้อมกับน้ำทะเล และปูโตเต็มวัย (adult ขนาดตั้งแต่ 150 มิลลิเมตรขึ้นไป) มีการแพร่กระจายเข้ามาหากินพร้อมกับระดับน้ำที่สูงขึ้นเช่นกัน แต่ส่วนใหญ่จะอยู่ในระดับลึกกว่าแนวน้ำลงต่ำสุด (subtidal level) (<http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm>)

6. การเติบโต

ปูทะเลเจริญเติบโตโดยอาศัยการลอกคราบ เนื่องจากกระดูกของปูเป็นสารประกอบพวกหินปูนที่มีความแข็งแรงมาก จึงไม่สามารถยืดขยายตัวออกไปได้ เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่คือ มีเนื้อแน่นเต็มกระดูก ก็จะมีการลอกคราบ เพื่อขยายขนาด (การเพิ่มน้ำหนักและขนาดตัว) โดยการสร้างกระดูกใหม่มาแทนที่ ระยะเวลาในการลอกคราบของปูจะเพิ่มมากขึ้นตามอายุของปู (<http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm>)

เมื่อปูทะเลลอกคราบใหม่ๆนั้น กระดองใหม่จะนิ่ม ผิวเปลือกย่น เรียกว่า "ปูนิ่ม" ซึ่งต่อมาจะค่อยๆ ตึงและแข็งตัวขึ้น ในระยะที่เป็นปูนิ่มจะเป็นระยะที่ปูมีความอ่อนแอมากที่สุด แทบจะเคลื่อนไหวไม่ได้ จึงต้องหาที่หลบซ่อนตัวให้พ้นจากศัตรู ระยะเวลาตั้งแต่ลอกคราบหลบซ่อนจนกระทั่งกระดองใหม่แข็งแรงสมบูรณ์เต็มที่แล้ว สามารถออกมาจากที่ซ่อนได้ กินเวลาประมาณ 7 วัน

(<http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm>)

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปูทะเลนั้น จากรายงานการทดลองเพาะฟักปูทะเล สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ภาวะสิ่งแวดล้อมบางประการสำหรับการเพาะฟักปูทะเล

ระยะ	ความ เค็ม	อุณหภูมิ	ผู้ศึกษา
Zoea-Megalopa	32	28-30	สมิง และคณะ(2522) ประเทศไทย
Zoea	17.5	10-25	Hill (1983) (อ้างตามชูชาติ, 2531) ประเทศออสเตรเลีย
1 st instar-7 th instar	21-27	-	Ong, (1996) ประเทศมาเลเซีย

ที่มา : <http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm>

7. ฤดูผสมพันธุ์วางไข่

สำหรับฤดูผสมพันธุ์วางไข่ของปูทะเลนั้น ปูทะเลสามารถวางไข่ได้ตลอดทั้งปี มีไข่ชุกชุมระหว่างเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม สำหรับรายงานจากประเทศมาเลเซียพบว่า ปูเพศเมียที่เริ่มมีการจับคู่ (mating) เป็นปูลำดับคราบที่ 16 17 และ 18 โดยมีขนาดความกว้างกระดองประมาณ 9.9-11.4 เซนติเมตร, 10.5-10.7 เซนติเมตร และ 10.7 เซนติเมตร ตามลำดับ ในประเทศไทยพบปูอุมไข่มีขนาดความกว้างกระดองอยู่ในช่วง 9.37-12.70 เซนติเมตร (<http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm>)

ปูทะเลในประเทศอิตาลีได้ ปูจะจับคู่เมื่อปูเพศผู้มีความกว้างกระดอง 14.1-16.6 เซนติเมตร ส่วนเพศเมียมีความกว้างกระดอง 10.3-14.8 เซนติเมตร ส่วนปูทะเลบริเวณป่าชายเลนบางลา จ.ภูเก็ต ปูทะเลเพศเมียขนาดตั้งแต่ 11 เซนติเมตร ขึ้นไป จะเริ่มมีการพัฒนาไข่ หรือมีความสมบูรณ์เพศ (<http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm>)

ไข่ของปูทะเลจะมีสีส้มแดง เมื่อไข่แก่ขึ้นจะเป็นสีน้ำตาลเกือบดำ ซึ่งถูกปล่อยออกมานอกกระดองบริเวณใต้จับปีง ไข่นอกกระดองของปูทะเลมีน้ำหนัก ประมาณ 45.33 กรัม มีจำนวนประมาณ 1,863,859 ฟอง โดยเฉลี่ยแล้วปูทะเลโตเต็มที่ตัวหนึ่งจะมีไข่จำนวนประมาณ 2,228,202-2,713,858 ฟอง (<http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm>)

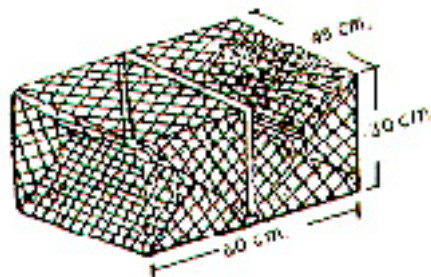
แม้ว่าการเลี้ยงปูทะเลในประเทศไทย จะมีมานานกว่า 20 ปีแล้วก็ตาม การทำฟาร์มเลี้ยงปูทะเลเพิ่งเริ่มทำกันอย่างจริงจังมาเมื่อไม่นานนี้ ทั้งนี้เนื่องจากตลาดภายนอกมีความต้องการปูทะเลสูงขึ้น ทำให้ปูขายได้ราคาดี และทำกำไรให้แก่ผู้เลี้ยงได้ไม่แพ้การเลี้ยงสัตว์น้ำอื่นๆ (<http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm>)

8. เครื่องมือและวิธีการทำประมง

เครื่องมือหลักที่ใช้ทำประมงปูทะเล สามารถจำแนกออกได้เป็น 9 ชนิด ใหญ่ๆ คือ อวนจมปู (crab bottom gill net) ไชนอน หรือลอบปลา (bamboo trap) ไชนั่ง (bamboo trap) เชงเลงราว (cone shaped

bamboo trap) จั่น หย่อง หยอง ยอปู (crab lift net) ตะขอเกี่ยวปู (hook) แร้วดักปู (crab lift net) และ
 ครอบปูแบบพับได้ (collapsible crab trap) (<http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm>)

สำหรับการทำประมงปูในบริเวณคลองหาว เท่าที่พบจากการสำรวจเบื้องต้นพบว่า เครื่องมือประมงปู
 ทะเลทั้งหมดเป็นครอบปูแบบพับได้ ซึ่งโครงสร้างประกอบด้วยเหล็กเส้นขนาด 2.5 หุน ทำเป็นรูปสี่เหลี่ยม
 ขนาด 45x60x30 เซนติเมตร ทาด้วยสีกันสนิม และคลุมด้วยอวนโปลีขนาดตาอวน 1 นิ้ว มีทางเข้า 2 ทาง
 คือ ทางตอนหัวและท้าย เรียกว่า "งาแซง" ลักษณะพิเศษของครอบปูนี้คือ สามารถพับเก็บได้ (ภาพที่ 5)
 (<http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm>)

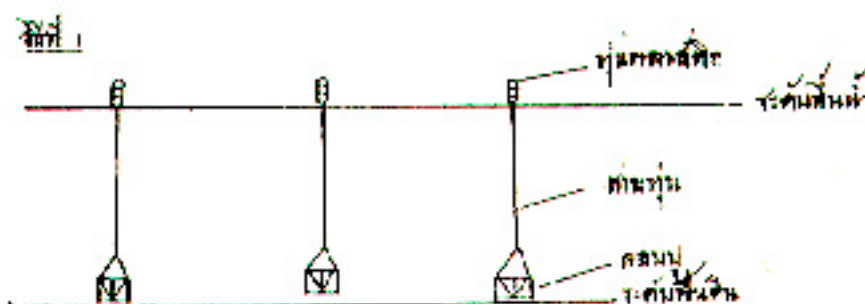


ภาพที่ 5 ลักษณะครอบปูแบบพับได้

ที่มา : ดัดแปลงจาก <http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm>

วิธีทำการประมง จะมี 2 วิธี ดังนี้

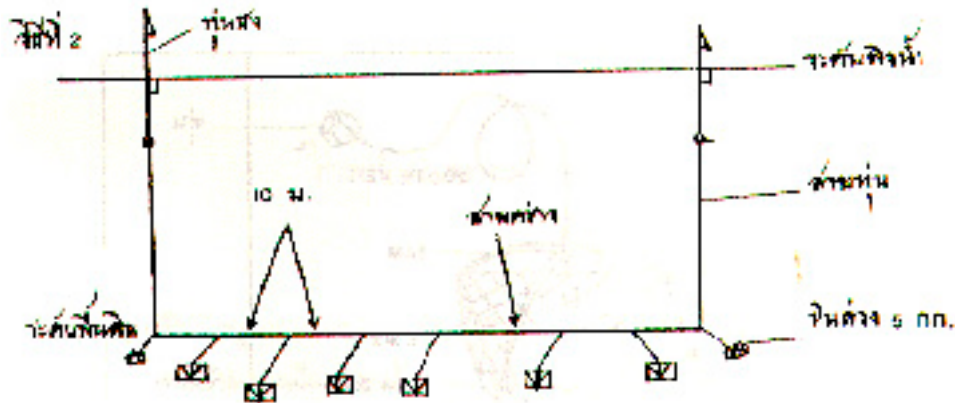
วิธีที่ 1 การวางครอบแบบเดี่ยวโดยใส่เหยื่อพลาสติกแล้ววางครอบผูกทุ่น การวางครอบจะใช้เวลา
 ประมาณ 1-2 ชั่วโมง ก็ทำการกู้ ชาวประมงรายหนึ่งๆจะมีครอบประมาณ 25-50 ลูก (ภาพที่ 6)
 (<http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm>)



ภาพที่ 6 การทำประมงปูทะเลด้วยครอบปูแบบพับได้วิธีที่ 1

ที่มา : ดัดแปลงจาก <http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm>

วิธีที่ 2 การวางแบบรว นาลอบมาผูกเชือกยาว 5 เมตร ผูกติดกับสายคร่าวให้ลอบแต่ละลูกห่างกัน 10 เมตร แหล่งทำการประมงด้วยเครื่องมือนี้ จะเป็นบริเวณตามชายฝั่งทะเลทั่วไป ปะการังเทียมและซากโป๊ะ (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 การทำประมงปูทะเลด้วยลอบแบบพับได้วิธีที่ 2
ที่มา : ดัดแปลงจาก <http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm>

การทำประมงปูทะเล จะทำประมงไปตามลักษณะการขึ้นลงของกระแสน้ำ กล่าวคือ ชาวประมงจะออกวางลอบในช่วงน้ำขึ้น และเก็บลอบในช่วงน้ำลง ใน 1 เดือน จะออกทำประมงเฉพาะช่วงน้ำเกิด คือระหว่างขึ้นและแรม 13 ค่ำ ถึง ขึ้นและแรม 5 ค่ำ ส่วนในช่วงน้ำตาย จะหยุดทำประมง (<http://web.ku.ac.th/agri/crab/crab4.htm>)

9. ป่าชายเลนคลองหวาว จ.ระนอง

ป่าชายเลนคลองหวาว เป็นส่วนหนึ่งของ “เขตสงวนชีวมณฑลระนอง (Ranong Biosphere Reserve)” ซึ่งองค์การยูเนสโกได้ให้ความหมายเขตสงวนชีวมณฑลว่า เป็นพื้นที่ระบบนิเวศทางบก และ/หรือชายฝั่งทะเล/ทะเล หรือพื้นที่ที่มีทั้งระบบนิเวศพื้นที่ระบบนิเวศบนบกและชายฝั่งทะเล/ทะเล ที่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติ ภายใต้โครงการมนุษย์และชีวมณฑลขององค์การยูเนสโก (UNESCO Man and the Biosphere – MAB Programme) ประกอบด้วยพื้นที่แกนกลาง (core area) พื้นที่กันชน (buffer zone) และพื้นที่รอบนอก (transition area) ในประเทศไทย องค์การยูเนสโกได้ประกาศรับรองให้มีเขตสงวนชีวมณฑล 4 แห่ง และบริเวณคลองหวาว ก็เป็น 1 ใน 4 ของเขตสงวนชีวมณฑลที่ได้รับการประกาศรับรองล่าสุดเมื่อพ.ศ. 2540 (โครงการมนุษย์และชีวมณฑลขององค์การยูเนสโกในประเทศไทย, มปป.)

เขตสงวนชีวมณฑลระนอง (Ranong Biosphere Reserve) มีพื้นที่ประมาณ 303 ตารางกิโลเมตร (โครงการมนุษย์และชีวมณฑลขององค์การยูเนสโกในประเทศไทย, มปป.) ครอบคลุมพื้นที่จากทางทิศใต้ของเมืองระนองไปถึงทิศเหนือของอำเภอกะเปอร์ ทิศตะวันออกจรดอุทยานแห่งชาติน้ำตกหวาว และทิศตะวันตกจรด

ทะเลอันดามัน พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ภายใต้การดูแลของกรมป่าไม้ ในอดีตพื้นที่บางส่วนเป็นป่าชายเลนสัมปทาน ประทานบัตรเหมืองแร่ และมีการทำนาทุ่งหลังป่าชายเลน มีเนินเขาเป็นทุ่งหญ้าและป่าดิบชื้น กระจายอยู่ทั่วไปทั้งในที่ดอน และในป่าชายเลน การจัดแบ่งพื้นที่ภายหลังการประกาศรับรอง โดยอาศัยสภาพภูมิประเทศ และความสมบูรณ์ของป่า กิจกรรมการเลี้ยงสัตว์น้ำ และการมีส่วนร่วมของชุมชนเป็นเกณฑ์ สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. พื้นที่ใจกลาง มีพื้นที่ 40,761.56 ไร่ (โครงการมนุษย์และชีวมณฑลขององค์การยูเนสโกในประเทศไทย, มปป.) เป็นป่าสมบูรณ์ และไม่ถูกรบกวนจากมนุษย์ เป็นพื้นที่ล้อมรอบด้วยแม่น้ำและทะเล จึงเหมาะที่จะเป็นแหล่งสงวนและอนุบาลสัตว์น้ำ และป้องกันการพังทลายของชายฝั่งอันเนื่องมาจากความรุนแรงของคลื่นลม
2. พื้นที่กันชน มีขนาด 26,744.31 ไร่ (โครงการมนุษย์และชีวมณฑลขององค์การยูเนสโกในประเทศไทย, มปป.) จะอยู่นอกพื้นที่ใจกลาง บางส่วนจะเป็นแหล่งที่มีกิจกรรมการทำเหมืองแร่และนาทุ่ง
3. พื้นที่เปลี่ยนสภาพ ขนาด 40,681 ไร่ (โครงการมนุษย์และชีวมณฑลขององค์การยูเนสโกในประเทศไทย, มปป.) เป็นพื้นที่ที่ถูกเปลี่ยนเป็นถนน สวนยาง มะพร้าว พืชไร่ ไร่เมืองร้าง และที่อยู่อาศัย

ปัจจุบัน มีงานวิจัยในพื้นที่บริเวณนี้อย่างกว้างขวาง ในรูปแบบของความร่วมมือระหว่างนักวิจัยไทยและต่างประเทศ รวมทั้งการสัมมนา ฝึกอบรมต่างๆ โดยเฉพาะโครงการที่ได้รับความช่วยเหลือจาก UNESCO/UNDP ระหว่างปี 2525-2533 การดำเนินงานภายใต้โครงการดังกล่าว ทำให้นักวิจัยไทย ได้มีความรู้ความเข้าใจในโครงสร้างและหน้าที่ของระบบนิเวศป่าชายเลนมากยิ่งขึ้น

สำหรับระบบนิเวศป่าชายเลนในบริเวณนี้ เริ่มจากสันดอนแม่น้ำกระบือ ซึ่งเป็นแนวกันพรมแดนระหว่างไทยกับพม่า แม่น้ำจะไหลลงทะเลอันดามันทางตะวันตกของคอคอดกระ แม่น้ำกระบือมีดินเลนที่มีอาณาเขตกว้างขวางและได้รับอิทธิพลจากการท่วมถึงของน้ำทะเลเป็นประจำ กลายเป็นพื้นที่ป่าชายเลนในเวลาต่อมา ป่าชายเลนในพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง มีลำคลองมาบรรจบเพิ่มเติมได้แก่ คลองหงาว คลองละออง และคลองบางรีน สำนักงานป่าไม้เขตสุราษฎร์ธานี (มปป.)

10. การศึกษาการอพยพย้ายถิ่นเพื่อการวางไข่โดยการติดเครื่องหมาย

ธนิษฐา (2543ก) กล่าวว่า ในการศึกษาทางด้านประชากรนั้น การศึกษาเรื่องการแพร่กระจาย (distribution) และอพยพย้ายถิ่น (migration) ของประชากรเป็นเรื่องที่ต้องให้ความสนใจเนื่องจาก เป็นข้อมูลทางชีวประวัติที่สำคัญ และเป็นโปรแกรมการศึกษาเรื่องแรกที่จะต้องดำเนินการในการศึกษาทางด้านชีววิทยาประมง การอพยพย้ายถิ่นของสัตว์น้ำที่สำคัญ คือการอพยพเพื่อการวางไข่ (spawning migration) การ

อพยพเพื่อหาอาหาร (feeding migration) และการอพยพเพื่อหนีสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม (wintering migration) สำหรับการอพยพเพื่อการวางไข่ นั้น เป็นไปเพื่อความเหมาะสมของการเจริญของตัวอ่อนสัตว์น้ำ ในระยะแรกของช่วงชีวิตที่ดำรงชีพเป็นแพลงก์ตอนชั่วคราว (planktonic larvae) ที่ต้องการคุณสมบัติของน้ำ และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งอาหารที่แตกต่างไปจากระยะตัวเต็มวัย ดังนั้น สัตว์น้ำจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเดินทางไปวางไข่ยังแหล่งวางไข่ (spawning ground) เพื่อแพร่ขยายพันธุ์ จากนั้นเมื่อตัวอ่อนมีการพัฒนาไปตามลำดับขั้นจนถึงตัวเต็มวัยแล้ว ก็จะมีการอพยพเข้ามารวมกับกลุ่มของสัตว์น้ำตัวเต็มวัยเกิดกระบวนการที่เรียกว่า การทดแทนที่ (recruitment) ขึ้น และทำให้เกิดการดำรงอยู่ของเผ่าพันธุ์สัตว์น้ำ

ในการที่จะศึกษาเส้นทางการอพยพเพื่อการวางไข่ของสัตว์น้ำ วิธีการที่เป็นที่นิยมคือ การติด (tagging) เครื่องหมาย (tagging หรือ marking) สัตว์น้ำ ซึ่ง Nielsen (1992) กล่าวว่า รายละเอียดของกระบวนการ เช่น การตัดสินใจว่าจะทำ หรือติดเครื่องหมาย ชนิดและตำแหน่งที่เหมาะสมของการติดเครื่องหมาย ข้อได้เปรียบ-เสียเปรียบของเครื่องหมายแบบต่างๆ ตลอดจนจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสม ฯลฯ นั้น มีความแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์น้ำ และวัตถุประสงค์ของการศึกษา อย่างไรก็ตาม ในต่างประเทศนั้น การทดลองการติดเครื่องหมาย ได้เป็นที่นิยมมาเป็นเวลานานแล้ว รวมทั้งมีการพัฒนาเครื่องหมายอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลาร่วมร้อยปี เครื่องหมายในปัจจุบัน มีตั้งแต่เครื่องหมายที่ใช้อย่างง่าย ไปจนถึงเครื่องหมายที่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง และมีบริษัทผู้ผลิตหลายบริษัท ที่มีความชำนาญในการผลิตเครื่องหมายแตกต่างกันออกไป แต่การศึกษาทางด้านนี้ในประเทศไทย ยังไม่มีผู้ให้ความสนใจมากนัก เนื่องมาจากการทำงานที่ต้องใช้เวลา งบประมาณ และเสี่ยงต่อความล้มเหลว คือการไม่ได้รับเครื่องหมายกลับคืน และเครื่องหมายที่ได้มาตรฐานส่วนใหญ่ไม่สามารถผลิตได้เองในประเทศ

สำหรับสัตว์ในกลุ่มปู นั้น Jones (1979) กล่าวว่า เครื่องหมายที่เหมาะสม มีอยู่ 2 ลักษณะคือ แบบที่ติดลงบนกระดอง และแบบแทงทะลุผ่านกล้ามเนื้อ (transbody tag ; Nielsen,(1992)) ซึ่งเป็นเครื่องหมายที่ต้องแทงทะลุผ่านกล้ามเนื้อ และตำแหน่งที่เหมาะสมคือบริเวณส่วนท้ายของจับปีง (ภาพที่ 9) เครื่องหมายแบบแรกนั้น อาจเกิดปัญหาขึ้นได้ในช่วงการลอกคราบ ถ้าการทดลองกินเวลานาน ซึ่งในปัจจุบันเครื่องหมายประเภทนี้ มีทั้งที่เป็นแบบคลื่นวิทยุ (ภาพที่ 8ก.) และแบบกระดุม (button tag) (ภาพที่ 8ข.)



. แบบ sonic tag

ที่มา : <http://www.sonotronics.com/photos/>



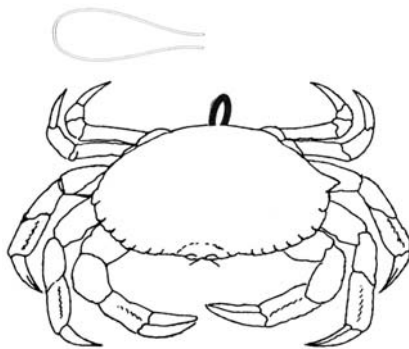
. แบบ button tag

ดัดแปลงจาก : <http://www.halcyon.com/floytag/>

ภาพที่ 8 เครื่องหมายบนกระดองปู

ลักษณะเครื่องหมายแบบนี้ มีข้อดีคือติดง่าย สำหรับแบบคลื่นวิทยุ เครื่องหมายมีราคาแพงและต้องใช้เครื่องรับสัญญาณ ซึ่งต้องซื้ออุปกรณ์รับสัญญาณเพิ่ม และต้องติดตามเอง ซึ่งไม่คุ้มกับการศึกษาในระดับประชากร ส่วนแบบกระดุม ราคาจะถูกกว่า สามารถติดเครื่องหมายได้เป็นจำนวนมาก และจะใช้การจับคืน อย่างไรก็ตาม ข้อเสียของเครื่องหมายชนิดนี้คือ เมื่อปูลอกคราบ เครื่องหมายจะหลุดออกไปด้วย ทำให้ไม่เหมาะกับการศึกษาระยะยาว

ลักษณะเครื่องหมายแบบแทงทะลุผ่านกล้ามเนื้อ จะต้องอาศัยความชำนาญของผู้ติดเครื่องหมาย ไม่ให้โดนเส้นเลือดเวลาแทงเครื่องหมาย และต้องเพิ่มความระมัดระวังในเรื่องของความสะอาด โดย Jones (1979) กล่าวว่า น้ำทะเลจะเป็นตัวฆ่าเชื้อโรคได้ดี ดังนั้นจึงแนะนำให้ปล่อยปูลงทะเลทันทีที่ติดเครื่องหมายเสร็จเรียบร้อยแล้ว



ก.



ข.

ภาพที่ 9 เครื่องหมายแบบแทงทะลุผ่านกล้ามเนื้อ

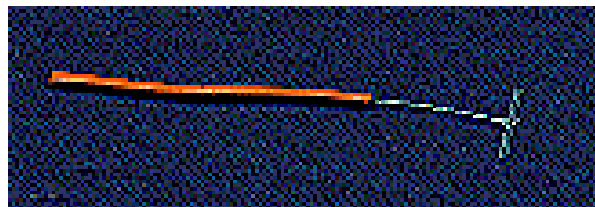
ที่มา : ก. <http://www.halcyon.com/floytag>

ข. <http://fwie.fw.vt.edu/tagging/tag.shtm>

เครื่องหมายชนิดนี้ ราคาแพงกว่าแบบกระดุมเล็กน้อย และการติดเครื่องหมายต้องมีความชำนาญ เนื่องจากต้องระวังเรื่องการบอบช้ำ แต่ข้อดีของเครื่องหมายชนิดนี้คือ แม้ว่าปูจะลอกคราบ เครื่องหมายก็จะไม่หลุดตามไปด้วย เหมาะกับการศึกษาติดตามในระยะยาว ดังนั้น การวิจัยในครั้งนี้ จึงเลือกใช้เครื่องหมายแบบนี้ เรียกว่า spaghetti tag รุ่น FT-4 ของบริษัท Floytag® ร่วมกับการพัฒนาเครื่องหมายแบบกระดุม ซึ่งไม่จำเป็นต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ และเป็นหลักการโดยทั่วไปของการติดเครื่องหมายที่ควรจะใช้ multiple tagging เพื่อสร้างความมั่นใจในกรณีที่อาจเกิดการหลุดหายของเครื่องหมายแบบใดแบบหนึ่ง อย่างไรก็ตาม จากรายงานของบรรจงและบุญรัตน์ (2545) ที่กล่าวว่า แม่ปูที่ได้รับน้ำเชื้อแล้วจะไม่ลอกคราบจนกว่าจะวางไข่หมดชุด จึงเป็นที่น่ามั่นใจได้ว่า เครื่องหมายแบบกระดุมจะไม่หลุดระหว่างการทดลองเนื่องจากเกิดการลอกคราบ ขณะที่เครื่องหมายแบบ spaghetti ก็ไม่น่าจะเกิดปัญหาต่อปูในระหว่างการลอกคราบ รวมทั้งการดำรงชีวิตตามปกติ

11 การทดลองการติดเครื่องหมายของสัตว์ในกลุ่มปู

การศึกษาการติดเครื่องหมายในกลุ่มปูนั้น มีผู้ศึกษาไว้บ้างพอสมควร ดังจะเห็นได้จากรายงานของ McPherson (2002) ได้กล่าวถึงการใช้เครื่องหมายแบบ T-bar anchor tag (ภาพที่ 10) ในปูม้าชนิด *Portunus pelagicus* (L.) ซึ่งจากผลการศึกษาได้ระบุว่า การใช้เครื่องหมายขนาดมาตรฐาน ซึ่งเหมาะกับปลา มากกว่าปูนั้น ไม่ประสบผลสำเร็จภายใต้การทดลองในห้องปฏิบัติการ เพราะเมื่อปูมีการลอกคราบจะเกิดการตายทั้งหมด เนื่องจากเครื่องหมายจะไปกีดขวางการลอกคราบของปู แต่เมื่อได้ปรับขนาดของเครื่องหมายให้ สั้นลงครึ่งหนึ่ง พบว่าพอจะประสบผลสำเร็จบ้าง คือไม่เกิดการตายในระหว่างการลอกคราบ



ภาพที่ 10 เครื่องหมายแบบ T-bar anchor ซึ่งต้องใช้ปืน (tagging gun) ในการติดเครื่องหมาย
ที่มา : <http://fwie.fw.vt.edu/tagging/tag.shtml>

McPherson (2002) ได้ให้ข้อสังเกตว่า การทดลองการติดเครื่องหมายนั้น เหมาะเฉพาะการศึกษาเส้นทางอพยพย้ายถิ่น ซึ่งเป็นชีวประวัติสัตว์น้ำ มากกว่าการใช้ข้อมูลจากการติดเครื่องหมายมาประเมินค่าขนาดของประชากร ทั้งนี้เนื่องจากอัตราการจับคืน (recovery) จากการประมงพาณิชย์นั้น มีน้อยเกินกว่าระดับที่จะยอมรับได้หากนำข้อมูลมาใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ทางด้านพลวัตประชากรอื่นๆ นอกจากนี้ ในรายงานฉบับนี้ยังได้กล่าวถึงการศึกษาการติดเครื่องหมายในปูชนิดต่างๆ เช่น Williams (1982) (อ้างตาม McPherson, 2002) ได้ทดลองใช้ plastic anchor tag ศึกษาเส้นทางอพยพย้ายถิ่นของปูม้าชนิด *P. pelagicus* พบว่า การใช้เครื่องหมายชนิดนี้ได้ผลกับการศึกษาที่ใช้ระยะเวลาไม่มากนัก แต่มีปัญหาต่อการจับคืนเนื่องจากสังเกตเครื่องหมายได้ยาก นอกจากนี้ เครื่องหมายที่ติดลงไป จะสร้างปัญหาระหว่างการลอกคราบของปู และทำให้เกิดการตายเป็นจำนวนมาก

Hill (1982) (อ้างตาม McPherson, 2002) ใช้ Floy Tag® รุ่น FD 67 และ FD 68B ซึ่งเป็นเครื่องหมายแบบ anchor tag (ภาพที่ 11) ในปูทะเลชนิด *S. serrata* ซึ่งตำแหน่งที่ติดเครื่องหมายจะเป็นบริเวณส่วนท้ายของขาจับ ผลการศึกษาพบว่า เครื่องหมายไม่มีผลกระทบต่อกระบวนการลอกคราบของปูทะเล อย่างไรก็ตาม Hill (1982) ก็ได้สรุปในแนวทางเดียวกับ McPherson (2002) และ Williams (1986) ว่า การทดลองติดเครื่องหมายไม่เหมาะต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากร เนื่องจากเกิดความคลาดเคลื่อน (bias) ของการจับคืน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จะเกิดการเลือกจับ (selectivity) ของเครื่องมือประมงเช่น

การใช้ลอบพับได้ เป็นต้น แต่ถ้าเป็นการศึกษาเส้นทางการอพยพย้ายถิ่น การใช้ข้อมูลการจับคืนจากการทดลองติดเครื่องหมายก็สามารถใช้ได้ผลดี



ภาพที่ 11 เครื่องหมายชนิด anchor tag

ที่มา : <http://marylandfisheries.fws.gov/anchortag.htm>

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาฤดูวางไข่

- 1.1 เก็บข้อมูลปูจากบริเวณป่าชายเลนคลองหวาง จ.ระนอง โดยขอเก็บข้อมูลจากจากชาวประมง ความถี่ของการเก็บข้อมูลคือ 1 เดือนต่อครั้ง ในช่วงข้างขึ้น 13 ค่ำ ถึงแรม 5 ค่ำ ใช้เวลาเก็บข้อมูลโดยประมาณ 3 วัน ต่อเดือน เก็บข้อมูลต่อเนื่อง 12 เดือน (ตุลาคม 2545 – กันยายน 2546)
- 1.2 การสุ่มซื้อตัวอย่างปูจากชาวประมง โดยสุ่มให้ได้ครบทุกขนาด เพื่อนำมาศึกษาในห้องปฏิบัติการ โดยศึกษาข้อมูล ความกว้างกระดอง ความยาวกระดอง เพศ ขั้นตอนการสมบูรณ์เพศของปูเพศเมีย น้ำหนักไข่ ขั้นตอนพัฒนาของไข่จากการสังเกตด้วยตาเปล่า และความตลกของไข่ โดยใช้การสุ่มด้วยน้ำหนัก (gravimetric method)

2. การศึกษาแหล่งวางไข่

มีขั้นตอนการศึกษาย่อย ดังนี้

2.1 การทดสอบเครื่องหมายปูทะเล

- 2.1.1 เตรียมบ่อซีเมนต์ขนาด กว้าง 1.43 เมตร x ยาว 3.3 เมตร x สูง 1.28 เมตร จำนวน 1 บ่อ ทำความสะอาดก่อนการทดลอง แล้วแบ่งพื้นที่ภายในบ่อด้วยอิฐบล็อกขนาดพื้นที่ กว้าง 47 x ยาว 66 ซม. ตามแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์
- 2.1.2 จัดสภาพภายในบ่อเลียนแบบธรรมชาติ โดยนำทรายที่ล้างสะอาดมาใส่ลงในตะกร้าพลาสติกที่รองพื้นตะกร้าด้วยฉนวน เพื่อให้ปูฝังตัว และสร้างสถานที่สำหรับหลบซ่อนตัว โดยใช้ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 20 ซม. ยาว 20 ซม. วางไว้บนทราย
- 2.1.3 ระบบการเปลี่ยนถ่ายน้ำ ในช่วงเดือนแรกเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน เพื่อให้มีสภาพจำลองของน้ำขึ้น-น้ำลง และปรับสภาพปู ช่วงเดือนที่สองเมื่อปูปรับสภาพได้ดีแล้ว จะเปลี่ยนถ่ายน้ำ 5 วัน ต่อครั้ง จนถึงสิ้นสุดการทดลอง
- 2.1.4 สุ่มซื้อปูทั้งตัวผู้และตัวเมียในระยะต่าง ๆ กัน จำนวน 90 ตัว แบ่งการทดลองออกเป็น สอง ส่วน ตามเพศ Block ด้วยขนาดของปู 3 ขนาด treatment ที่ใช้ คือกลุ่ม control (ไม่ติด

เครื่องหมาย); การติดเครื่องหมายที่โคนขาว่ายน้ำ และการติดเครื่องหมายโดยการสอดทะลุข้อพับ จัดใส่ลงในบล็อก บล็อกละ 5 ตัว

- 2.1.5 ระหว่างการเลี้ยงให้อาหารวันละ 1 ครั้ง ในระหว่างเวลา 18.00 – 20.00 น. อาหารเป็นหอยแมลงภู่มิชีวิต ในปูขนาดเล็กที่ยังคืบเปลือกไม่แตก จะทุบเปลือกหอยให้แตกก่อน อัตราการให้อาหารใช้หอย 2 ตัว / ปู 1 ตัว / 1 มือ
- 2.1.6 ตรวจดูปู 2 ครั้ง ต่อวัน ในตอนเช้า และตอนเย็น ตรวจสอบและจดบันทึกจำนวนตัวที่ตาย ลอกคราบ และลักษณะการตาย
- 2.1.7 ดำเนินการทดลองเป็นเวลา 100 วัน (24 มีนาคม – 2 กรกฎาคม 2546) จากนั้นสรุปผลและเลือกตำแหน่งและวิธีการติดเครื่องหมายที่ดีที่สุด ในการติดเครื่องหมายในภาคสนาม

2.2 การติดเครื่องหมายภาคสนาม

- 2.2.1 สุ่มซื้อแม่ปูที่มีไข่แก่จำนวนเฉลี่ยเดือนละ 200 ตัว
- 2.2.2 ติดเครื่องหมายโดยอาศัยวิธีการที่ได้ข้อสรุปจาก 2.1 และติดเครื่องหมายแบบกระดุมบริเวณหลังกระดองปู
- 2.2.3 ชั่ง-วัดปูรายตัว
- 2.2.4 ปลอยคืนในป่าชายเลน โดยปล่อยให้กระจายทั่วพื้นที่ จุดละประมาณ 10 ตัว บันทึกตำบลที่ของการปล่อย โดย G.P.S. และบันทึกเครื่องหมายบนตัวปู
- 2.2.5 ประชาสัมพันธ์ให้ชาวประมงในพื้นที่ จ.ระนอง ได้ทราบเกี่ยวกับการวิจัยในครั้งนี้ตลอดเวลา เพื่อให้ชาวประมงได้เข้าใจถึงวัตถุประสงค์ของการศึกษา
- 2.2.6 รับซื้อแม่ปูที่ติดเครื่องหมายคืนจากชาวประมง บันทึกแหล่งที่ชาวประมงจับปูได้, สภาพโดยทั่วไปของแหล่ง และเครื่องมือที่ใช้จับแม่ปู เพื่อนำไปบันทึกลงในแผนที่ แสดงขอบเขตและเส้นทางของการอพยพย้ายถิ่นเพื่อการวางไข่ของแม่ปูจากคลองหาว

3. การทดสอบพฤติกรรมการตอบสนองของปูทะเล

แบ่งการทดสอบออกเป็น สองส่วนคือ พฤติกรรมของปูทะเลต่อลอบแบบปกติที่ชาวประมงใช้ในปัจจุบัน กับลอบที่ดัดแปลง

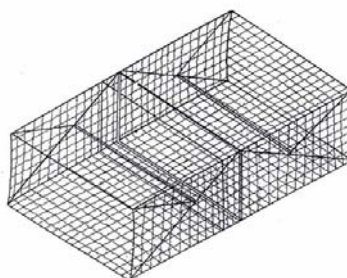
3.1.1 พฤติกรรมของปูทะเลต่อลอบแบบปกติ

3.1.1.1 แบ่งขนาดของปูออกเป็น 3 ขนาด โดยไม่ได้แยกเพศ ดังนี้

- ขนาดเล็ก น้ำหนักน้อยกว่า 100 กรัม
- ขนาดกลาง น้ำหนัก 100 – 200 กรัม
- ขนาดใหญ่ น้ำหนัก 200 กรัมขึ้นไป

ก่อนทำการทดลองทำการชั่งน้ำหนัก วัดความกว้างกระดอง (Internal carapace width) ความยาวกระดอง (Carapace Length) ความหนาของลำตัว

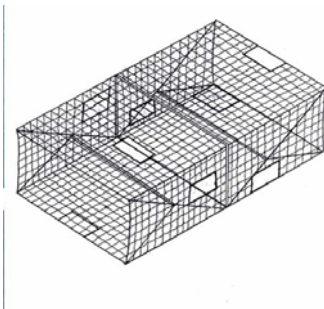
3.1.1.2 เตรียมบ่อทดลองขนาด 1.5 x 4 x 1.5 เมตร นำลอบปูแบบพับได้ที่ชาวประมงใช้ในปัจจุบันคือมีขนาดกว้าง 26 ซม. ยาว 43 ซม. สูง 12 ซม. ใส่เหยื่อ (เนื้อปลาสดเป็นท่อน ห่อใส่ถุงอวน) ตรงกลางลอบ วางลอบไว้ในบ่อทดลอง ใส่ปูครั้งละ 1 ตัว สังเกตพฤติกรรมของปูที่มีต่อการเข้าลอบ ลักษณะการเข้าลอบ เวลาที่ปูเข้าลอบ ทำซ้ำจำนวน 3 ซ้ำ โดยเปลี่ยนปูที่ทดลองทุกซ้ำ และทำเช่นเดียวกันทั้ง ปูขนาดเล็ก ปูขนาดกลาง ปูขนาดใหญ่



ภาพที่ 12 ลอบปูแบบพับได้ที่ใช้ปัจจุบัน

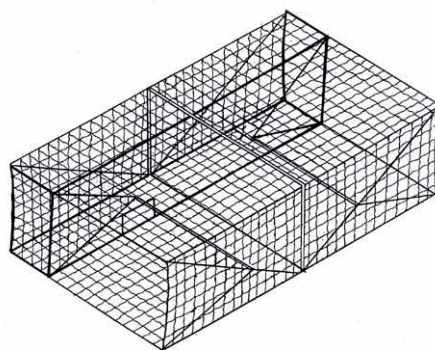
3.1.2 พฤติกรรมของปูทะเลต่อลอบแบบดัดแปลง

3.1.2.1 ดัดแปลงลอบแบบพับได้ โดยเจาะช่องสี่เหลี่ยมบนตัวลอบ 8 ตำแหน่ง โดยแต่ละช่องจะมีขนาด 3 x 5 ซม. (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 ลอบปูแบบดัดแปลงที่มีช่องทางออก 8 ช่องทาง

- 3.1.2.2 ปล่อยปูในลอบครั้งละ 1 ตัว ที่มีขนาดความกว้างของลำตัวต่ำกว่า 7.7 ซม. ซึ่งเป็นขนาดแรกสืบพันธุ์ ตามรายงานของ สุภาพ (2528) จากนั้นบันทึกความถี่ของช่องทางที่ปูใช้ออกจากลอบ ทำทั้งหมด 80 ครั้ง โดยเปลี่ยนปูตัวใหม่ทุกครั้ง
- 3.1.2.3 หาดำแหน่งที่เหมาะสมในการสร้างช่องทางออกของปู โดยพิจารณาจากจำนวนความถี่ของตำแหน่งช่องทางออกที่ปูใช้หลบหนี นำผลที่ได้มาออกแบบดัดแปลงลอบ
- 3.1.2.4 ดัดแปลงลอบจากรูปแบบปกติในภาพที่ 12 โดยแบ่งภายในลอบออกเป็น 2 ห้อง ห้องเล็กขนาดกว้าง 8 ซม. ยาว 49 ซม. สูง 17 ซม. และห้องใหญ่ขนาดกว้าง 24 ซม. ยาว 49 ซม. สูง 17 ซม. และมีช่องทางหลบหนี 1 ช่อง ตามภาพที่ 14



ภาพที่ 14 ลอบปูแบบดัดแปลงที่จะนำไปทดลองในภาคสนาม

จากการดัดแปลงลอบในครั้งนี้ พบว่า ความกว้างของงาแซงภายในลอบต่างจากลอบก่อนการดัดแปลง 2 ซม. อย่างไรก็ตาม ไม่มีผลต่อขนาดของปูที่เข้าลอบ เนื่องจากในธรรมชาติขนาดปูที่ใหญ่ที่สุดที่จับได้ จะมีความกว้างของกระดองอยู่ระหว่าง 5.4 – 14.5 ซม. (สุภาพ, 2528) ซึ่งยังมีขนาดเล็กกว่าทางเข้า หรือางแซงของลอบอยู่แล้ว

3.1.2.5 แบ่งปูออกเป็น 3 ขนาด โดยใช้เกณฑ์เดิม

3.1.2.6 นำปูขนาดละ 1 ตัว ใส่ในบ่อทดลองพร้อมกัน วางลงในบ่อทดลอง พร้อมกับใส่เหยื่อภายในบ่อ สังเกตพฤติกรรมการเข้าลอบของปูแต่ละขนาด พฤติกรรมที่มีต่อกัน (การทำร้ายกัน) ทั้งในบ่อทดลองและในลอบ ดำเนินการเช่นนี้ 3 ชั่วโมง แต่ละครั้งเปลี่ยนปูชุดใหม่ทุกครั้ง

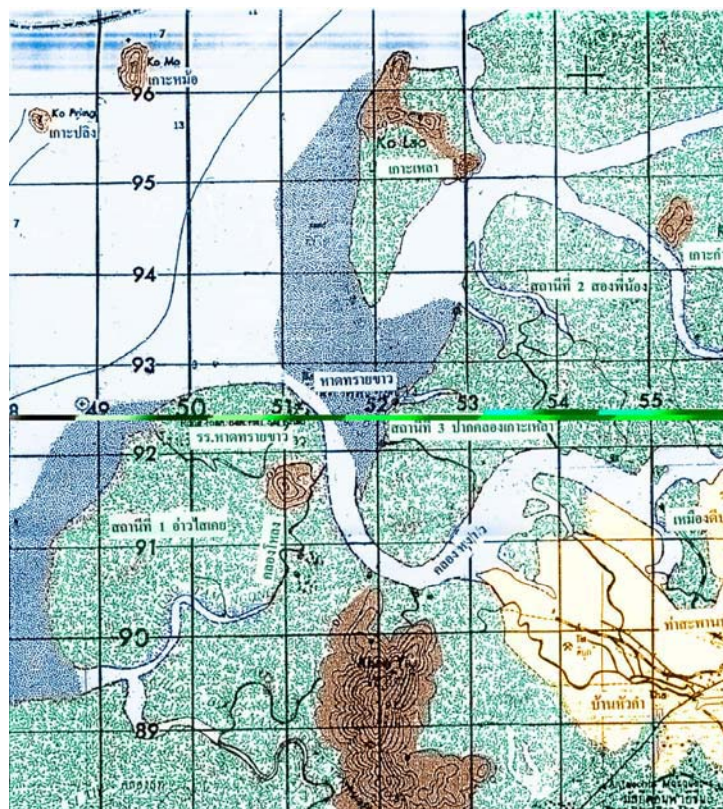
4. การทดลองประสิทธิภาพการจับ และการเลือกจับของลอบปูทะเล

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการในขั้นตอนที่ 3 จะสามารถหารูปแบบของลอบ และตำแหน่งช่องทางหนีที่เหมาะสม จากนั้นนำลอบปกติ และลอบดัดแปลง วางในแหล่งประมงโดยแบ่งออกเป็น 3 สถานี ตามความยาวของคลอง ดังภาพที่ 15

สถานีที่ 1 คลองไสเคย ตัวแทนบริเวณปลายคลอง

สถานีที่ 2 คลองสองพี่น้อง ตัวแทนบริเวณกลางคลอง

สถานีที่ 3 คลองยายแมวหน้าเกาะเหลา ตัวแทนบริเวณต้นคลอง



ภาพที่ 15 บริเวณทดลองวางลอบปูทะเลแบบพับ

- 3.1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (อนันต์ชัย, 2542) ใช้จำนวนซ้ำ 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ทรีทเมนต์ คือ ลอบปกติ และลอบดัดแปลง โดยให้สถานีเก็บตัวอย่างเป็นบล็อก
- 3.2 ลอบทุกใบ จะใส่ถุงเหยื่อที่ทำจากอวนโพลีเอทิลีน โดยใช้เหยื่อล่อเป็นปลาหลังเขียว น้ำหนักเหยื่อประมาณ 80 กรัม/ถุง ผูกไว้ตรงกลางห้องลอบ และจะเปลี่ยนเหยื่อใหม่ทุกครั้งที่มีการลงลอบครั้งใหม่
- 3.3 การวางลอบในพื้นที่ ใช้การวางจางชาวประมง ซึ่งใช้เรือหางยาวขนาด 3.8 เมตร ขนาดเครื่องยนต์ 13 แรงม้า เก็บตัวอย่างทุกเดือนละ 1 ครั้ง สลับกันระหว่างช่วงข้างขึ้น 11-15 ค่ำ และข้างแรม 11-15 ค่ำ เป็นเวลา 8 เดือน (เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม 2546 – พฤษภาคม 2547)
- 3.4 นำตัวอย่างปูทะเลที่จับได้มาแยกเพศ ชั่งน้ำหนัก (กรัม) วัดความกว้างของกระดอง (ICW) ความยาวกระดอง (CL) ความหนาของลำตัว (มม.) โดยแยกข้อมูลระหว่างปูที่อยู่ในห้องลอบปกติกับห้องลอบกักปูขนาดเล็ก บันทึกผลจับของสัตว์น้ำอื่น ๆ ทั้งหมดที่เข้าลอบ (ถ้ามี)

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลทั้งหมด นำมาวิเคราะห์ผลตามขั้นตอน ดังนี้

5.1 ชีวิตวิทยาการสืบพันธุ์

- 5.1.1 การศึกษาอัตราส่วนเพศจำแนกตามความกว้างกระดอง นำข้อมูลการแจกแจงความถี่ของความกว้างกระดอง มาจำแนกออกเป็น 2 แบบ คือ ปูเพศผู้ และปูเพศเมีย (รวมกะเทย) เพื่อวิเคราะห์ว่า อัตราส่วนเพศในแต่ละกลุ่มความยาวมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงโดยขึ้นกับขนาด จะมีความสัมพันธ์เชิงเส้นในรูปแบบใด
- 5.1.2 การศึกษาอัตราส่วนเพศจำแนกตามรายเดือน นำข้อมูลอัตราส่วนเพศทั้ง 2 แบบ มาวิเคราะห์จำแนกตามรายเดือน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนเพศในรอบปี ตรวจสอบความสอดคล้องกับฤดูผสมพันธุ์-วางไข่ ของปูทะเล
- 5.1.3 การศึกษาขนาดแรกสืบพันธุ์ของปูเพศเมีย ศึกษาสัดส่วนของปูที่มีขั้นการพัฒนาของรังไข่ในระยะที่ 1 ขึ้นไป ต่อปูเพศเมียทั้งหมด (กะเทย+เพศเมีย) นำมาประมาณค่าความยาวแรกสืบพันธุ์ของปูเพศเมียด้วยฟังก์ชันแบบลอจิสติก (Sparre and Venema, 1992)

- 5.1.4 ศึกษาดัชนีสมบรูณ์เพศของปูเพศเมีย โดยศึกษา female maturity index (F.M.I.) เปรียบเทียบกับ gonosomatic index (G.S.I.) และเปรียบเทียบกับ ขั้นตอนการพัฒนาของรังไข่ (สมบัติ, 2530)
- 5.1.5 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดกของไข่ กับขนาดของแม่ปู นำข้อมูลความดกของไข่ที่ได้จากวิธี gravimetric มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น กับความกว้างของกระดอง (ธ นิ ษ ฐ ำ , 2543ข)
- 5.1.6 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดองและน้ำหนักตัว และทดสอบรูปแบบการเติบโต และ condition factor ของปูทั้ง 3 แบบ (ธ นิ ษ ฐ ำ , 2543ข)
- 5.1.7 ศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงของขั้นตอนการพัฒนาไข่ เทียบกับเวลา
- 4.1.1 ศึกษาปริมาณไข่ในกระดองเทียบกับเวลา

5.2 การศึกษาแหล่งวางไข่

นำผลที่ได้จากการรับซื้อคืนปูที่ติดเครื่องหมาย มาลงจุดในแผนที่ เพื่อตรวจสอบแหล่งวางไข่ของปูทะเล โดยพิจารณาจากเส้นทางการเดินทางที่เห็นได้อย่างชัดเจน

5.3 การทดลองเครื่องมือลอบปูทะเล

การทดลองเครื่องมือลอบปูทะเลในทุกหัวข้อ จะเปรียบเทียบระหว่างลอบปกติที่ชาวประมงใช้ กับลอบดัดแปลงที่ได้ผลสรุปเกี่ยวกับช่องทางออก และรูปแบบที่เหมาะสมในการทดลองจากห้องปฏิบัติการ ในหัวข้อต่อไปนี้

- 5.3.1 เปรียบเทียบองค์ประกอบผลจับในรูปน้ำหนัก
- 5.3.2 วิเคราะห์เส้นโค้งการเลือกจับ และขนาดแรกจับของปูทะเล
- 5.3.3 เปรียบเทียบผลจับต่อหน่วยการลงแรงประมง (CPUE)

ผลการศึกษา

1. ชีวิตวิทยาการสืบพันธุ์

1.1 อัตราส่วนเพศ

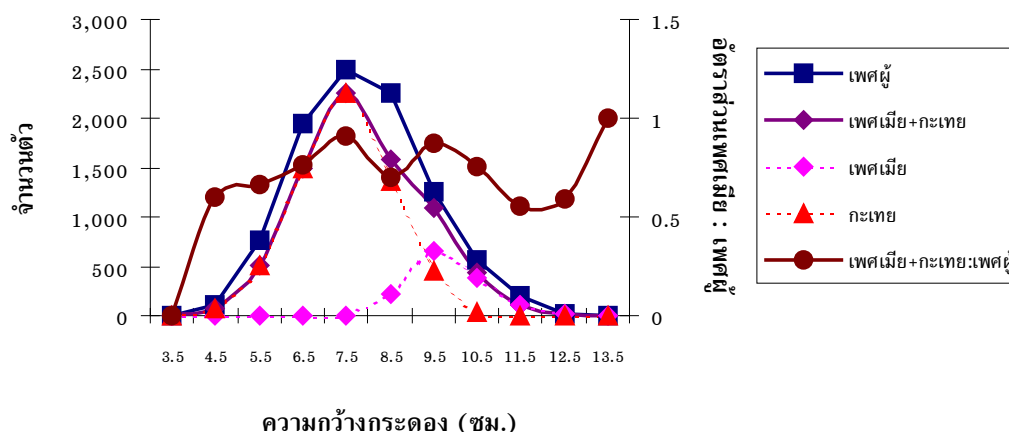
1.1.1 อัตราส่วนเพศจำแนกตามความกว้างกระดอง

ศึกษาอัตราส่วนเพศจำแนกตามความกว้างกระดองโดยนำข้อมูลการแจกแจงความถี่ของความกว้างกระดอง (เป็นข้อมูลที่ได้รับคำแนะนำจากโครงการของคุณกาญจนา) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2545 ถึง ธันวาคม 2546 มาจำแนกออกเป็น 3 แบบ คือ ปูเพศผู้ กะเทย และเพศเมีย เพื่อวิเคราะห์ว่า อัตราส่วนเพศในแต่ละกลุ่มความกว้างกระดองเป็นอย่างไร และอัตราส่วนเพศมีความสัมพันธ์ขึ้นกับความกว้างกระดองหรือไม่

ตารางที่ 3 อัตราส่วนเพศจำแนกตามความกว้างกระดองของปูทะเล

ICW	จำนวนตัว					อัตราส่วน เพศเมีย:เพศผู้
	เพศผู้	เพศเมีย	กะเทย	เพศเมีย+ กะเทย	รวม	
3-4	3	0	0	0	3	0
4-5	109	0	65	65	174	0.5963
5-6	756	0	504	504	1260	0.6667
6-7	1951	0	1490	1490	3441	0.7637
7-8	2492	9	2252	2261	4753	0.9073
8-9	2256	224	1364	1588	3844	0.7039
9-10	1254	646	452	1098	2352	0.8756
10-11	569	390	39	429	998	0.7540
11-12	199	107	3	110	309	0.5528
12-13	27	16	0	16	43	0.5926
13-14	3	3	0	3	6	1
รวม	9616	1395	6169	7564	17183	

เมื่อนำมาสร้างกราฟ ได้ผลดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 อัตราส่วนเพศจำแนกตามความยาวของปูทะเล

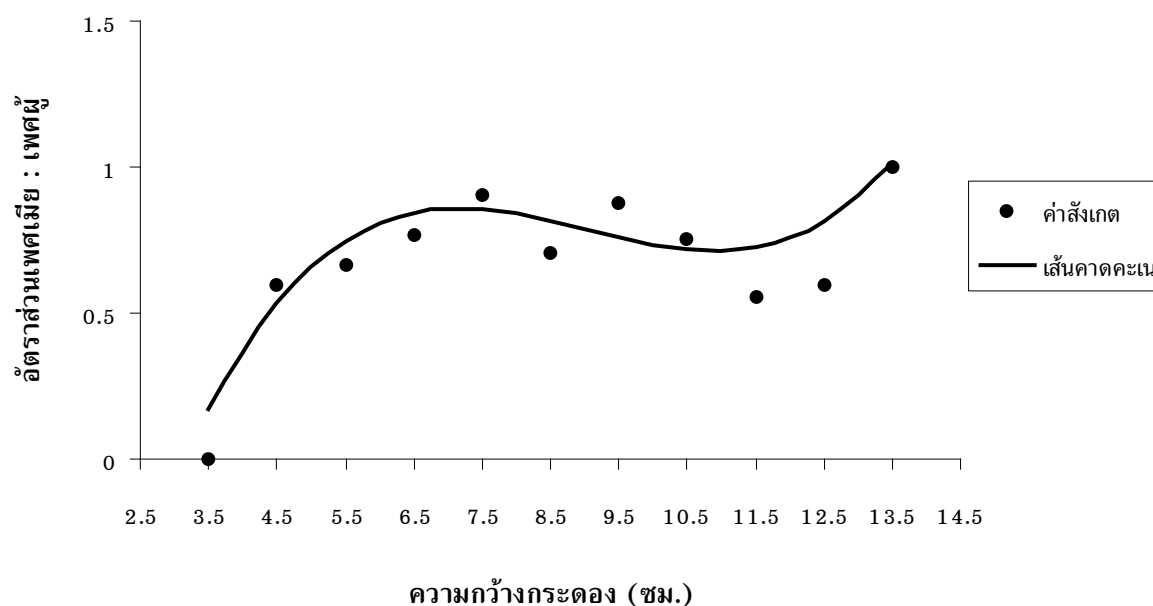
จากผลการศึกษาพบว่า ปูเพศผู้มีพิสัยของความกว้างกระดองตั้งแต่ 3 ซม. จนถึง 14 ซม. และเพศเมีย (รวมกะเทย) มีพิสัยของความกว้างกระดองตั้งแต่ 4 ซม. จนถึง 14 ซม. เพศผู้ มีมากกว่าเพศเมีย (ทั้งที่เป็นเพศเมีย และเพศเมียรวมกะเทย) ในทุกอันตรภาคชั้นความกว้างกระดอง และเมื่อพิจารณาจำนวนตัวที่จับได้ในผลจับจากการประมงพาณิชย์พบว่า ปูกะเทย จะมีปริมาณมากกว่าปูเพศเมีย ซึ่งปูกะเทย เป็นปูเพศเมียที่ยังไม่เคยมีโอกาสดำเนินการผสมพันธุ์-วางไข่ เพื่อให้ประชากรรุ่นใหม่ ทำให้มีผลกระทบโดยตรงต่อประมาณทรัพยากรปูทะเลในอนาคต

เมื่อพิจารณาการกระจายของความกว้างกระดอง ระหว่างปูทะเลเพศเมีย กับปูกะเทย จะเห็นว่า เริ่มเป็นเพศเมียเมื่อมีความกว้างกระดองตั้งแต่ 7 ซม. ขึ้นไป ส่วนขนาดที่เล็กกว่านั้น จะเป็นปูกะเทย และมีส่วนทับซ้อนกันที่อันตรภาคชั้น 7 – 12 ซม. และจะไม่พบปูกะเทยเมื่อมีความกว้างกระดองมากกว่า 12 ซม.

เมื่อนำข้อมูลอัตราส่วนเพศ (SR) กับความกว้างกระดอง (ICW) มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น แบบ Non-linear Regression โดยใช้โปรแกรม SPSS พบว่า มีความสัมพันธ์ในรูปเส้นโค้งแบบ cubic โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.52 ตามสมการ

$$SR = -2.7548 + 1.2913 ICW - 0.1492 ICW^2 + 0.0055 ICW^3 \dots\dots\dots(1)$$

และมีรูปความสัมพันธ์ ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนเพศกับความกว้างกระตอง

1.1.2 อัตราส่วนเพศจำแนกตามรายเดือน

นำข้อมูลอัตราส่วนเพศทั้ง 2 เพศ มาวิเคราะห์จำแนกตามรายเดือน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนเพศในรอบปี และตรวจสอบความสอดคล้องกับฤดูผสมพันธุ์-วางไข่ ของปูทะเล ได้ผลดังตารางที่ 4

ผลการทดสอบความแตกต่างของอัตราส่วนเพศเมียต่อเพศผู้ โดยใช้ chi-square พบว่า ในรอบปี เพศเมีย มีปริมาณต่ำกว่าเพศผู้อย่างมีนัยสำคัญ และมีนัยสำคัญยิ่ง ยกเว้นในเดือน มีนาคม – เมษายน และ เดือน มิถุนายน – กรกฎาคม ที่มีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย เป็น 1:1

ตารางที่ 4 อัตราส่วนเพศจำแนกตามรายเดือน

เดือน	เพศเมีย	เพศผู้	เมีย:ผู้	χ^2
พ.ย. 45	219	351	0.623	30.57**
ธ.ค. 45	198	247	0.801	5.40*
ม.ค. 46	252	483	0.521	72.60**
ก.พ. 46	908	1188	0.764	37.40**
มี.ค. 46	615	670	0.917	2.35 ^{ns}
เม.ย. 46	923	922	1.001	0.001 ^{ns}
พ.ค. 46	705	584	1.207	11.36**
มิ.ย. 46	637	615	1.035	0.39 ^{ns}
ก.ค. 46	253	297	0.851	3.52 ^{ns}
ส.ค. 46	497	632	0.786	16.14**
ก.ย. 46	694	782	0.887	5.25*
ต.ค. 46	625	877	0.712	42.28**
พ.ย. 46	559	1070	0.522	160.30**
ธ.ค. 46	479	900	0.532	128.53**
รวมตลอดปี	7564	9618	0.786	245.54**

หมายเหตุ: $\chi^2_{(0.05, \alpha)} = 3.84$; $\chi^2_{(0.01, \alpha)} = 6.63$

1.2 ขนาดแรกสืบพันธุ์ของแม่ปูทะเล

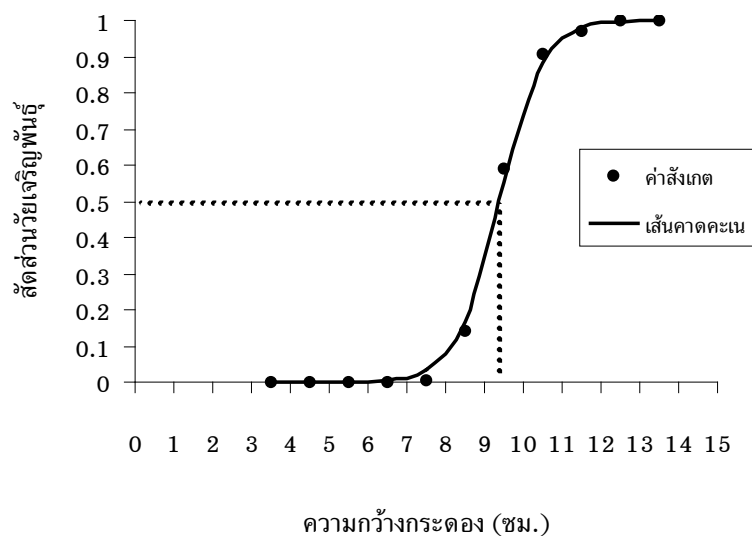
นำข้อมูลปริมาณปูทะเลเพศเมีย และปูกะเทย มาคำนวณสัดส่วนของปูเพศเมียวัยเจริญพันธุ์ต่อปูเพศเมียทั้งหมด (กะเทย+เพศเมีย) โดยจำแนกตามความกว้างของกระดอง ได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สัดส่วนของปูเพศเมียวัยเจริญพันธุ์ต่อปูเพศเมียทั้งหมดจำแนกตามความกว้างกระดอง

ICW (ซม.)	จำนวนตัว			สัดส่วน เพศเมีย/(เพศเมีย+กะเทย)
	เพศเมีย	กะเทย	เพศเมีย+ กะเทย	
4-5	0	65	65	0
5-6	0	504	504	0
6-7	0	1490	1490	0
7-8	9	2252	2261	0.003981
8-9	224	1364	1588	0.141058
9-10	646	452	1098	0.588342
10-11	390	39	429	0.909091
11-12	107	3	110	0.972727
12-13	16	0	16	1
13-14	3	0	3	1
	1395	6169	7564	

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง สัดส่วนวัยเจริญพันธุ์ (P_L) กับความกว้างกระดอง (ICW) ตามสมการลอจิสติก ได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$P_L = \frac{1}{1 + e^{(16.981 - 1.809ICW)}} \dots\dots\dots(2)$$



ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนวัยเจริญพันธุ์กับความกว้างกระดอง

ผลการวิเคราะห์ขนาดแรกสปีพันธุ์ในปูทะเลเพศเมีย พบว่า มีขนาดแรกสปีพันธุ์เมื่อปูทะเลเพศเมียมีความกว้างกระดอง 9.39 ซม.

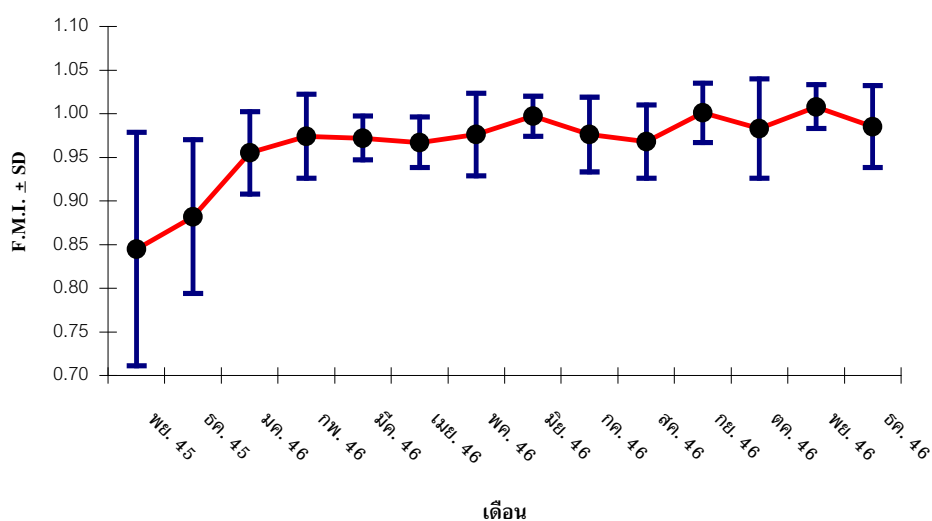
1.3 ดัชนีสมบุรณ์เพศ

1.3.1 Female Maturity Index (F.M.I.)

รวบรวมปูทะเลเพศเมีย ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2545 ถึง ธันวาคม 2546 นำมาวัดส่วนกว้างที่สุดของจับปีปล้องที่ 5 และความกว้างระหว่างฐานคู่ที่ 5 (บรรจบ และบุญรัตน์, 2545) แล้วหาสัดส่วนของค่า female maturity index (F.M.I.) จำแนกตามรายเดือนได้ดังตารางที่ 6 และภาพที่ 19

ตารางที่ 6 ค่า F.M.I ของปูทะเลเพศเมียจำแนกตามรายเดือน

เดือน	F.M.I.+s.d.	เดือน	F.M.I.+s.d.
พย. 45	0.845±0.134	มิย. 46	0.997±0.023
ธค. 45	0.882±0.088	กค. 46	0.976±0.043
มค. 46	0.955±0.047	สค. 46	0.968±0.042
กพ. 46	0.974±0.048	กย. 46	1.001±0.034
มีค. 46	0.972±0.025	ตค. 46	0.983±0.057
เมย. 46	0.967±0.029	พย. 46	1.008±0.025
พค. 46	0.976±0.047	ธค. 46	0.985±0.047
เฉลี่ยทั้งปี 0.9635			



ภาพที่ 19 ความผันแปรของค่า F.M.I. ของปูทะเลเพศเมียจำแนกตามรายเดือน

ค่า F.M.I. เป็นดัชนีที่ใช้กำหนดขนาดของปูที่เริ่มเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ (สมบัติ, 2530 อ้างตาม บรรจง และบุญรัตน์, 2545) โดยที่ค่า F.M.I. จากการศึกษาในครั้งนี้ มีพิสัยระหว่าง 0.845 – 1.008 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.9635

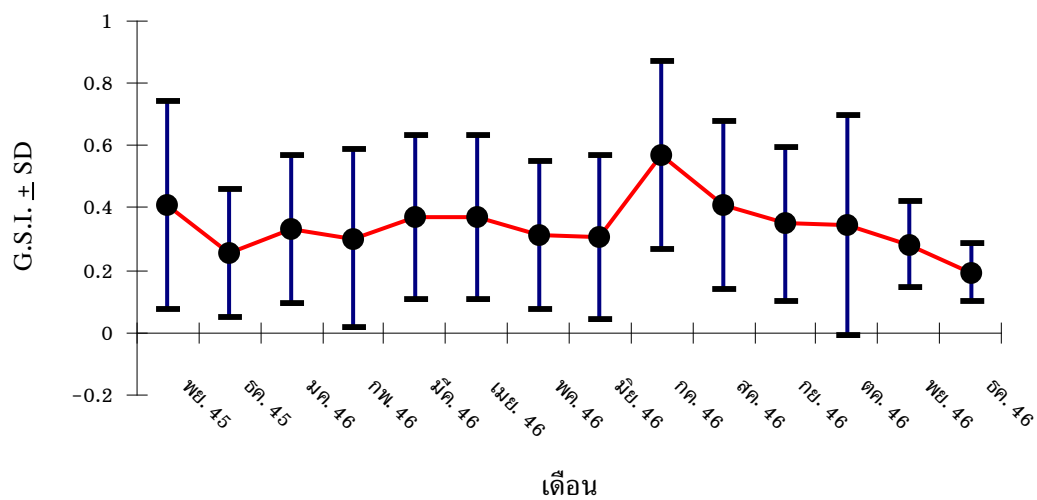
1.3.2 Gonosomatic Index (G.S.I.)

นำปูทะเลทั้งสองเพศ มาชั่งน้ำหนักตัว จากนั้นผ่าเปิดกระดองแล้วตัดเฉพาะอวัยวะเพศมาชั่งน้ำหนัก คำนวณค่า gonosomatic index (G.S.I.) จำแนกตามรายเดือนได้ผลดังตารางที่ 7 ภาพที่ 20ก. และ ข.

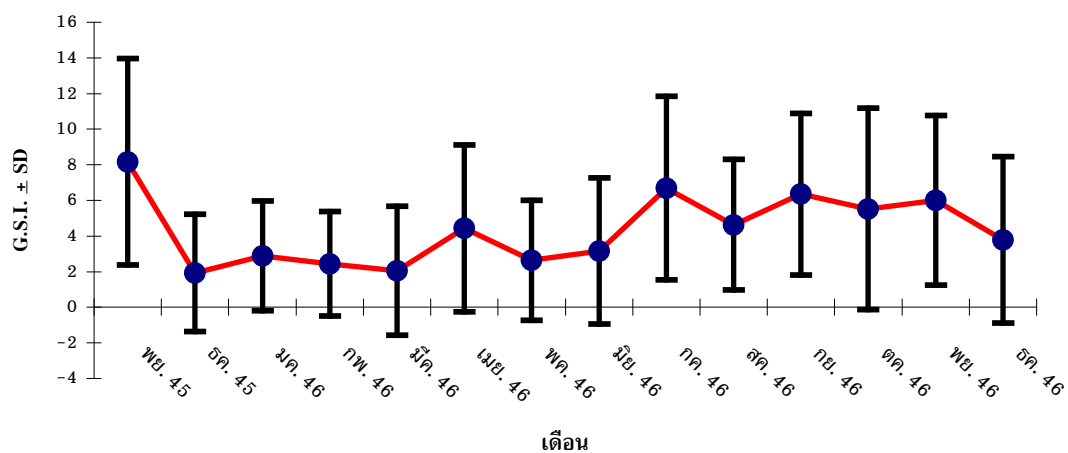
ตารางที่ 7 ค่า G.S.I จำแนกตามรายเดือน

เดือน	G.S.I.±s.d. เพศเมีย	G.S.I.±s.d. เพศผู้
พย. 45	8.168±5.783	0.411±0.335
ธค. 45	1.931±3.296	0.256±0.208
มค. 46	2.88±3.091	0.332±0.238
กพ. 46	2.427±2.935	0.303±0.284
มีค. 46	2.042±3.627	0.370±0.263
เมย. 46	4.435±4.680	0.371±0.261
พค. 46	2.632±3.362	0.314±0.236
มิย. 46	3.153±4.091	0.306±0.264
กค. 46	6.689±5.149	0.571±0.303
สค. 46	4.625±3.668	0.412±0.269
กย. 46	6.346±4.548	0.349±0.247
ตค. 46	5.523±5.660	0.344±0.352
พย. 46	5.992±4.761	0.284±0.138
ธค. 46	3.779±4.664	0.194±0.095

ผลจากตารางจะเห็นว่า ปูทะเลทั้งสองเพศ มีการแกว่งตัวของความสมบูรณ์เพศเป็นระยะ ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่สอดคล้องตรงกันตลอดทั้งปี



ก. เพศผู้



ข. เพศเมีย

ภาพที่ 20 ความผันแปรของค่า G.S.I. ของปูทะเลจำแนกตามรายเดือน

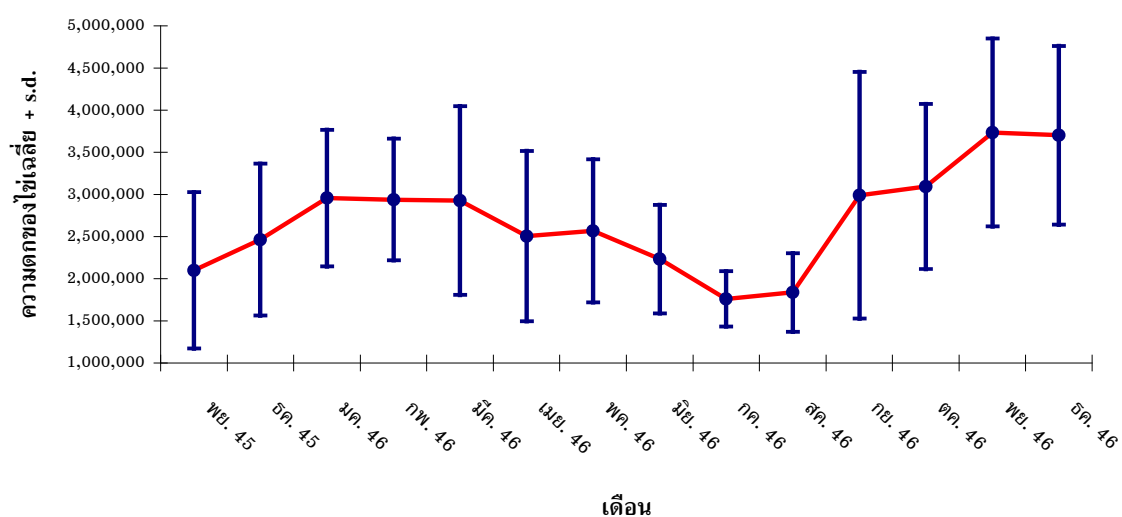
1.4 ความตกของไข่

1.4.1 ความผันแปรของความตกของไข่ในรอบปี

นำรังไข่ปูทะเลเพศเมีย ระยะที่ 3 ขึ้นไป มาเก็บรักษาในน้ำยา Gilson เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้น นำมาหาความตกของไข่โดยวิธี gravimetric โดยแยกเป็นรายเดือน พบว่า มีความผันแปรของความตกของไข่ดังตารางที่ 8 และภาพที่ 21

ตารางที่ 8 ความตกของไข่จำแนกตามรายเดือน

เดือน	ความตกของไข่+s.d.
พย. 45	2,099,713 $\pm$ 928,804.5
ธค. 45	2,464,694 $\pm$ 899,981.7
มค. 46	2,956,065 $\pm$ 811,833.5
กพ. 46	2,939,938 $\pm$ 719,139
มีค. 46	2,927,059 $\pm$ 1,117,867
เมย. 46	2,504,037 $\pm$ 1,009,299
พค. 46	2,566,552 $\pm$ 847,580.2
มิย. 46	2,232,348 $\pm$ 643,262
กค. 46	1,758,804 $\pm$ 328,401.8
สค. 46	1,836,889 $\pm$ 467,613.1
กย. 46	2,988,007 $\pm$ 1,463,445
ตค. 46	3,094,943 $\pm$ 980,146.6
พย. 46	3,734,344 $\pm$ 1,112,338
ธค. 46	3,701,944 $\pm$ 1,060,643
เฉลี่ยรวมทั้งปี	2,700,381.21



ภาพที่ 21 ความผันแปรของความตกของไข่ในรอบปี

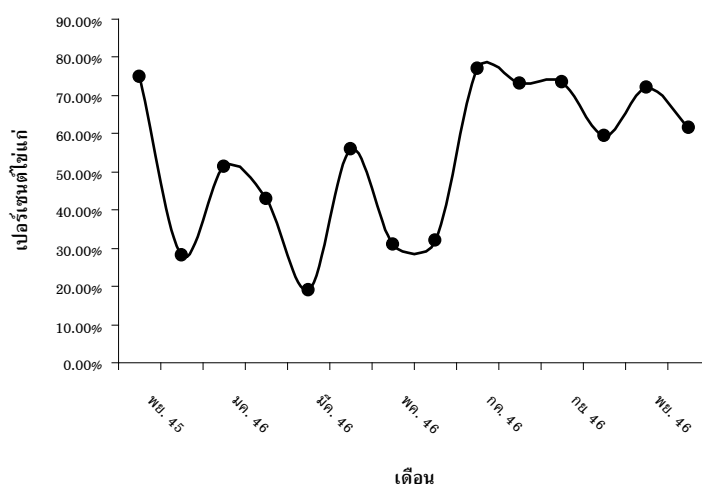
1.4.2 การเปลี่ยนแปลงของขั้นการพัฒนาไข่ เทียบกับเวลา

เก็บตัวอย่างปูทะเลเพศเมียในแต่ละเดือน เปิดกระดอง และตรวจสอบขั้นการพัฒนาของรังไข่ด้วยสายตาตามเกณฑ์ของ บรรจงและบุญรัตน์ (2545) สามารถจำแนกได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ขั้นการพัฒนาของรังไข่จำแนกตามรายเดือนของปูทะเลเพศเมีย

เดือน	stage1	stage2	stage3	stage4	%ไข่ stage 3 + 4
พย. 45	4	1	7	8	75.00%
ธค. 45	15	3	4	3	28.00%
มค. 46	16	2	13	6	51.35%
กพ. 46	17	3	10	5	42.86%
มีค. 46	14	3	3	1	19.05%
เมย. 46	7	4	5	9	56.00%
พค. 46	11	7	6	2	30.77%
มิย. 46	13	4	3	5	32.00%
กค. 46	6	0	4	16	76.92%
สค. 46	4	6	12	15	72.97%
กย. 46	6	2	8	14	73.33%
ตค. 46	2	9	3	13	59.26%
พย. 46	3	2	2	11	72.22%
ธค. 46	10	0	11	5	61.54%

นำค่าเปอร์เซ็นต์ของไข่ระยะ 3 ถึง 4 มาสร้างกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาได้ดังภาพที่ 22



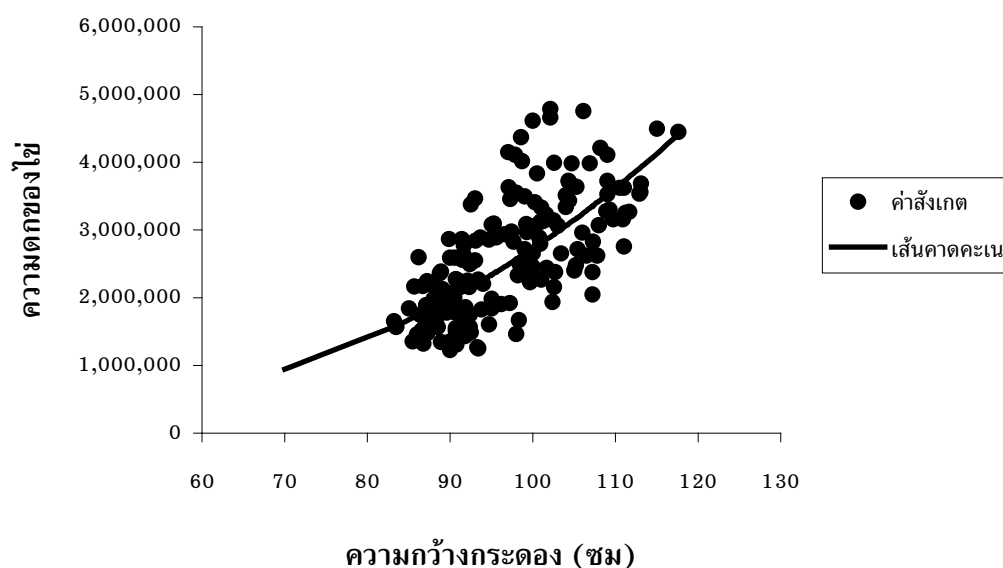
ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ไข่แก่ของปูทะเลเพศเมียเทียบกับเวลา

1.4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความตกของไข่กับขนาดแม่ปูทะเล

นำข้อมูลความตกของไข่ (Fe) ที่ได้จากวิธี gravimetric จากตัวอย่างทั้งหมด 186 ตัว นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น กับความกว้างของกระดอง (ICW, cm) ได้สมการความสัมพันธ์แบบกำลัง ตามสมการ

$$Fe = 2866.11 ICW^{2.9778}; R^2 = 0.4811 \dots \dots \dots (3)$$

ได้กราฟความสัมพันธ์ตามภาพที่ 23



ภาพที่ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างความตกของไข่กับความกว้างกระดอง

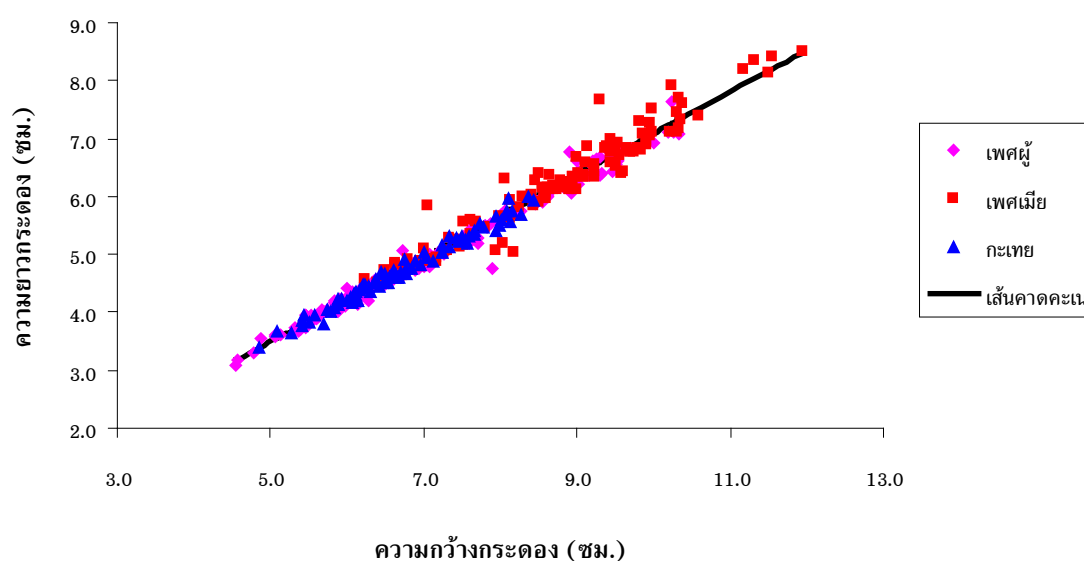
1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดองและน้ำหนักตัว

1.5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วน

นำปูทะเลมาหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกระดอง (carapace length; CL) และความกว้างกระดอง (ICW) หน่วยเป็นเซนติเมตร โดยแยกเก็บข้อมูล เป็นเพศผู้ 164 ตัว เพศเมีย 117 ตัว และกะเทย 85 ตัว รวม 366 ตัว แต่เมื่อนำมาทำแผนภาพการกระจายพบว่า การกระจายของข้อมูลทับซ้อนกัน แสดงว่า สัดส่วนระหว่างความกว้างและความยาวกระดองไม่ขึ้นกับเพศ จึงได้นำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันแล้ววิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างง่าย ได้ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงดังนี้

$$CL = 0.7206 ICW - 0.116; R^2 = 0.9776 \dots \dots \dots (4)$$

ความสัมพันธ์แสดงดังภาพที่ 24



ภาพที่ 24 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของปูทะเล

1.5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดองและน้ำหนักตัว

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความกว้างของกระดอง และทดสอบรูปแบบการเติบโตแยกเพศตามรายเดือน ได้ผลสรุปดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดองและน้ำหนักตัวตามรายเดือน

เดือน	เพศผู้		เพศเมีย	
	ความสัมพันธ์	รูปแบบการเติบโต	ความสัมพันธ์	รูปแบบการเติบโต
พ.ย. 45	$W = 0.126L^{3.298}$	allometric	$W = 0.272L^{2.87}$	allometric
ธ.ค. 45	$W = 0.0626L^{3.626}$	allometric	$W = 0.202L^{3.009}$	isometric
ม.ค. 46	$W = 0.084L^{3.484}$	allometric	$W = 0.265L^{2.877}$	allometric
ก.พ. 46	$W = 0.137L^{3.254}$	allometric	$W = 0.287L^{2.838}$	allometric
มี.ค. 46	$W = 0.106L^{3.373}$	allometric	$W = 0.289L^{2.814}$	allometric
เม.ย. 46	$W = 0.135L^{3.252}$	allometric	$W = 0.319L^{2.769}$	allometric
พ.ค. 46	$W = 0.138L^{3.266}$	allometric	$W = 0.387L^{2.698}$	allometric
มิ.ย. 46	$W = 0.126L^{3.299}$	allometric	$W = 0.484L^{2.579}$	allometric
ก.ค. 46	$W = 0.111L^{3.362}$	allometric	$W = 0.407L^{2.666}$	allometric
ส.ค. 46	$W = 0.144L^{3.232}$	allometric	$W = 0.390L^{2.690}$	allometric
ก.ย. 46	$W = 0.143L^{3.233}$	allometric	$W = 0.391L^{2.686}$	allometric
ต.ค. 46	$W = 0.116L^{3.338}$	allometric	$W = 0.293L^{2.831}$	allometric
พ.ย. 46	$W = 0.107L^{3.364}$	allometric	$W = 0.298L^{2.819}$	allometric
ธ.ค. 46	$W = 0.089L^{3.464}$	allometric	$W = 0.262L^{2.889}$	allometric

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 10 จะเห็นว่าโดยภาพรวม รูปแบบการเติบโตของปูทะเลเป็นแบบ allometric หมายถึงการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวไม่เป็นสัดส่วนกำลังสามกับความกว้างกระดอง ยกเว้นปูทะเลเพศเมียในเดือนธันวาคม เพียงเดือนเดียว ที่มีรูปแบบการเติบโตเป็นแบบ isometric ซึ่งอาจเป็นผลจากการสุ่มตัวอย่าง ในกรณีเช่นนี้ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในภาพรวมจะพิจารณาตัดข้อมูลในเดือนนี้ออกเนื่องจากตัวอย่างมีมากเกินไป

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวของปูทะเล เพศผู้ และเพศเมีย หลังจากตัดข้อมูลออกแล้ว เป็นดังนี้

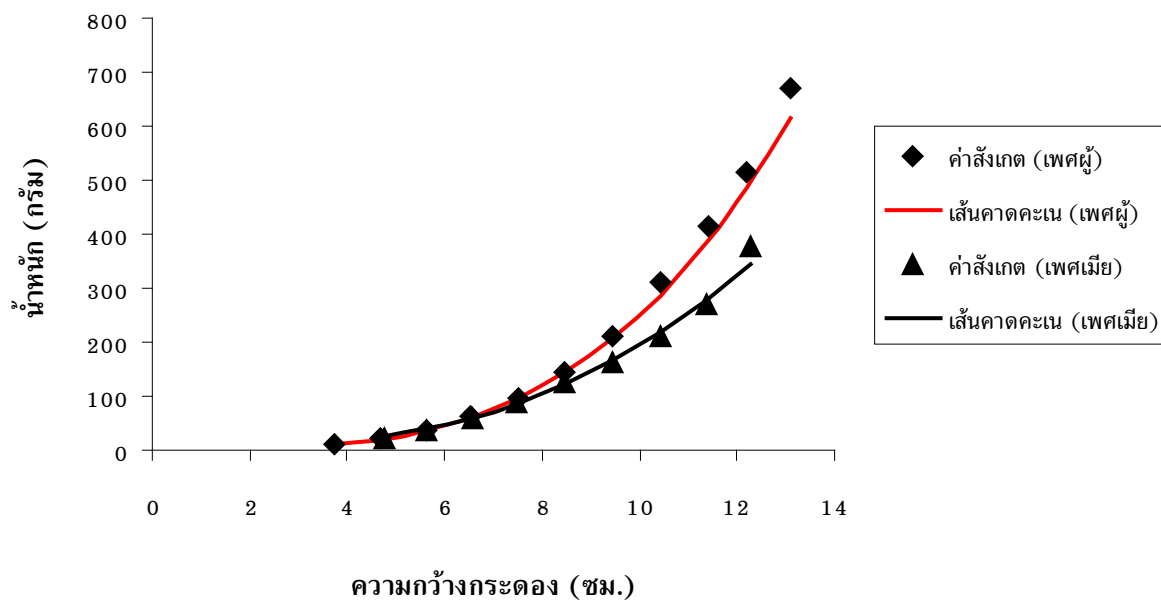
เพศผู้

$$W = 0.1177L^{3.3286} ; R^2 = 0.9642 \quad \dots\dots\dots (5)$$

เพศเมีย

$$W = 0.3155L^{2.789} ; R^2 = 0.9626 \quad \dots\dots\dots (6)$$

ซึ่งเป็น allometric pattern ทั้งสองเพศ และได้กราฟความสัมพันธ์ตามภาพที่ 25



ภาพที่ 25 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดองและน้ำหนักตัวของปูทะเล

1.5.3 ปัจจัยความสมบูรณ์ (condition factor)

ปัจจัยความสมบูรณ์ เป็นค่าที่ใช้ตรวจสอบความสมบูรณ์ของสัตว์น้ำ ที่นิยมใช้คือ Fulton-type condition factor (K) (Murphy and Willis, 1996) ซึ่งหมายถึงค่าคงที่ที่เกี่ยวข้องกับความถ่วงจำเพาะในสมการความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวตามข้อมูลในตารางที่ 10

ตารางที่ 11 ปัจจัยความสมบูรณ์แยกเพศตามรายเดือน

เดือน	ค่าปัจจัยความสมบูรณ์	
	เพศผู้	เพศเมีย
พย. 45	0.126	0.272
ธค. 45	0.063	0.202
มค. 46	0.084	0.265
กพ. 46	0.137	0.287
มีค. 46	0.106	0.289
เมย. 46	0.135	0.319
พค. 46	0.138	0.387
มิย. 46	0.126	0.484
กค. 46	0.111	0.407
สค. 46	0.144	0.390
ก.ย. 46	0.143	0.391
ต.ค. 46	0.116	0.293
พ.ย. 46	0.107	0.298
ธ.ค. 46	0.089	0.262
เฉลี่ย*	0.118	0.316

* จากสมการที่ (5) และ (6)

นำมาสร้างกราฟเพื่อตรวจสอบความผันแปรตามรายเดือนได้ดังภาพที่ 26

