บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ปูทะเล *Scylla serrata* (Forskal, 1755) เป็นปูที่มีขนาดใหญ่ในครอบครัว Portunidae พบกระจายเป็นบริเวณกว้างตั้งแต่เขตอบอุ่นถึงเขตร้อนและมีชุกชุมในเขตอินโดแปซิฟิก (Hill, 1975, 1976; Macintosh, 1982; Heasman and Fielder, 1983; Heasman *et al.*, 1985; Wright, 1990) สำหรับในประเทศไทยจากการศึกษาโดย ศุภลักษณ์ วิรัชพินทุ (2532) พบปูทะเลกระจายอยู่ทุกจังหวัดที่อยู่ติดกับชายฝั่งทะเลทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน

ปูทะเลเป็นสัตว์น้ำที่มีผู้นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายเนื่องจากเป็นสัตว์น้ำที่มีขนาดใหญ่ รสชาติดี และสามารถเก็บไว้ได้นานในสภาพที่มีชีวิต ปูทะเลจึงเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศ ทำให้การทำประมงปูทะเลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จากสถิติการประมงทะเลพบว่าปริมาณของปูทะเลในประเทศไทยมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากรายงานในปีพ.ศ. 2532 ประมาณ 5,000 ตัน เพิ่มเป็น 5,370 ตันในปีพ.ศ. 2536 โดยจับได้จากแหล่งทำการประมงในอ่าวไทยมีปริมาณ 3,555 ตัน และจากแหล่งทำการประมงในทะเลอันดามัน 1,815 ตัน ดังแสดงในตารางที่ 1. ทำให้มูลค่าผลผลิตของปูทะเลเพิ่มขึ้นจากในปีพ.ศ. 2532 ประมาณ 249.3 ล้านบาท เป็น 327.0, 358.0 และ 375.9 ล้านบาท ในปีพ.ศ. 2534, 2535 และ 2536 ตามลำดับ (กรมประมง, 2538) ดังแสดงในตารางที่ 2.

ตารางที่ 1. ปริมาณและมูลค่าของผลผลิตปูทะเลในปีพ.ศ. 2536

	อ่าวไทย	ทะเลอันดามัน	รวม
ปริมาณ (ตัน)	3,555	1,815	5,370
มูลค่า (ล้านบาท)	240.147	134.423	374.570

ที่มา : กรมประมง (2536)

ตารางที่ 2. ปริมาณและมูลค่าของผลผลิตปูทะเลระหว่างปีพ.ศ. 2532 ถึงปีพ.ศ. 2536

	ปี พ.ศ. 2532	ปี พ.ศ. 2533	ปี พ.ศ. 2534	ปี พ.ศ. 2535	ปี พ.ศ. 2536
ปริมาณ (ตัน)	5,000	4,200	4,900	4,800	5,400
มูลค่า (ล้านบาท)	249.3	166.4	327.0	358.0	375.9

ที่มา : กรมประมง (2538)

จังหวัดระนองเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทยระหว่างเส้นละติจูด $9^{\circ}21'$ ถึง $10^{\circ}22'$ เหนือ และเส้นลองจิจูด $98^{\circ}24'$ ถึง $98^{\circ}56'$ ตะวันออก จากรายงานของ ชงชัย จารุพพัฒน์ และ สุวิทย์ อ่องสมหวัง (2538) จังหวัดระนองมีพื้นที่ป่าชายเลนประมาณ 120,675 ไร่และได้ใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนในกิจกรรมต่างๆ เช่น การทำประมง การประมงปูทะเลเป็นส่วนหนึ่งของอาชีพประมงที่ทำในบริเวณป่าชายเลน จากการสำรวจปริมาณผลผลิตปูทะเลของจังหวัดระนองระหว่างปีพ.ศ. 2536 พบว่ามีประมาณ 261.2 ตัน (สุภาพ ไพรพนาพงศ์, 2538) เนื่องจากปูทะเลเป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่ตามพื้นโคลนหรือพื้นโคลนปนทรายในป่าชายเลนบริเวณปากแม่น้ำ (Fielder, 1978 อ้างถึงใน Cheewasedtham, 1990) ซึ่งปูทะเลแต่ละวัยตั้งแต่ลูกปูวัยอ่อนจนถึงปูทะเลที่โตเต็มวัยได้ใช้บริเวณต่างๆ ของป่าชายเลนเป็นแหล่งอาศัย แหล่งอาหาร และหลบซ่อนศัตรู (Hill *et al.*, 1982) อาหารของปูทะเลได้แก่สัตว์จำพวกหอยฝาเดียว หอยสองฝา ครัสตาเซียนและปลาชนิดต่างๆ ที่อาศัยอยู่ในบริเวณป่าชายเลน (Hill, 1976) และพบว่าปูทะเลกินอินทรีย์สารและเศษใบไม้เป็นอาหารด้วยเช่นกัน (Prasad and Neelakantan, 1988) ดังนั้นปูทะเลจึงเป็นสัตว์น้ำที่มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับป่าชายเลน แต่ขณะที่พื้นที่ป่าชายเลนของจังหวัดระนองได้ลดลงเนื่องจากการเพิ่มของประชากรทำให้มีความต้องการใช้พื้นที่เพิ่มมากขึ้นและได้มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ เช่น การทำเหมืองแร่ การขยายตัวของชุมชน การสร้างท่าเทียบเรือ การสร้างถนนและสายส่งไฟฟ้า การสร้างโรงงานอุตสาหกรรมและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งโดยเฉพาะการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ซึ่งขยายพื้นที่การเลี้ยงเพิ่มมากขึ้นจากพื้นที่เดิมในปี พ.ศ. 2532 มีประมาณ 143 ไร่ เป็น 2,287.8 ไร่ในปีพ.ศ. 2537 (สุภาพ ไพรพนาพงศ์, ติดต่อส่วนตัว, 2537) ทำให้พื้นที่ป่าชายเลนของจังหวัดระนองในปีพ.ศ. 2536 มีประมาณ 120,675 ไร่ จากที่เคยมีอยู่ในปีพ.ศ. 2504 ถึง 191,250 ไร่ ดังแสดงในตารางที่ 3. และ 4.

ตารางที่ 3. การลดลงของพื้นที่ป่าชายเลนของจังหวัดระนองระหว่างปีพ.ศ. 2504- 2536

	พื้นที่ป่าชายเลน ไร่	พื้นที่การทำลาย ไร่	%	อัตราการทำลาย ไร่	%
2504	191,250				
		40,000	20.91	2,857.14	1.50
2518	151,250				
		10,000	6.61	2,500.00	1.65
2522	141,250				
		6,250	4.42	892.86	0.63
2529	135,000				
		14,325	10.61	2,046.43	1.52
2536	120,675				
2504-2536		70,575	42.55	8,296.43	5.3

ที่มา : ดัดแปลงมาจากธงชัย จารุพพัฒน์ (2536) และ ธงชัย จารุพพัฒน์ และ สุวิทย์ อ่องสมหวัง (2538)

ตารางที่ 4. การใช้ประโยชน์ที่ดินป่าชายเลนจังหวัดระนอง

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	เขตอนุรักษ์ (ไร่)	เขตเศรษฐกิจ ก. (ไร่)	เขตเศรษฐกิจ ข. (ไร่)	รวม (ไร่)
ป่าชายเลน	14,101.74	106,548.25	25.00	120,675.00
นากุ้ง	119.75	1,136.50	0.00	1,256.25
แหล่งชุมชน	225.75	40.75	79.75	346.25
อื่นๆ	12,702.75	30,474.50	3,507.75	46,685.00
รวม	27,150.00	138,200.00	3,612.50	168,962.50

ที่มา : ธงชัย จารุพพัฒน์ และ สุวิทย์ อ่องสมหวัง (2538)

การเปลี่ยนสภาพป่าและการลดลงของพื้นที่ป่าชายเลน จะส่งผลกระทบทำให้ประชากรปูทะเลในธรรมชาติที่ใช้ป่าชายเลนเป็นแหล่งอาศัยและหาอาหารเสื่อมโทรมลงด้วย ประกอบกับในปัจจุบันรูปแบบการทำประมงปูทะเลในจังหวัดระนองเปลี่ยนไป ชาวประมงส่วนใหญ่ได้เปลี่ยนมาใช้ลอบปูซึ่งได้มีการพัฒนารูปแบบเป็นลอบปูแบบพับได้ ลอบปูประเภทนี้สามารถเก็บพับได้ทำให้สะดวกในการขนย้ายและมีประสิทธิภาพในการจับสูง โดยเฉลี่ยลอบปูชนิดนี้จะจับปูทะเลได้ 0.5 กิโลกรัมต่อลอบต่อวัน ซึ่งมากกว่าการใช้แร้วปูที่มีประสิทธิภาพในการจับเพียง 0.2 กิโลกรัมต่อแร้วต่อวัน (Tookwinas *et al.*, 1991) การทำประมงปูทะเลด้วยลอบปูจึงเป็นที่นิยมของชาวประมง ทำให้ปริมาณผลผลิตปูทะเลที่จับด้วยเครื่องมือประเภทลอบปูมีแนวโน้มสูงขึ้น จากรายงานปริมาณผลผลิตปูทะเลจากหมู่บ้านประมงทะเลฝั่งอันดามันที่จับด้วยเครื่องมือประเภทลอบปูมีแนวโน้มสูงขึ้นตั้งแต่ปีพ.ศ. 2530 และพบว่าปริมาณผลผลิตปูทะเลทั้งหมดของปีพ.ศ. 2534 มาจากการทำประมงด้วยเครื่องมือประเภทลอบปูเพียงประเภทเดียว (กรมประมง, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536) ในขณะเดียวกันการทำประมงด้วยลอบปูแบบพับได้อาจมีผลกระทบต่อประชากรปูในธรรมชาติ เนื่องจากตาอวนของลอบปูมีขนาดเล็กประมาณ 3.5 เซนติเมตร เมื่อปูทะเลขนาดต่างๆ เข้าไปในลอบจะไม่สามารถหลีกหนีออกมาได้ ดังนั้นปูทะเลส่วนหนึ่งที่จับได้จึงเป็นปูที่มีขนาดเล็ก ปูทะเลขนาดเล็กเหล่านั้นไม่มีโอกาสได้ผสมพันธุ์วางไข่ในธรรมชาติประกอบกับการทำประมงปูทะเลในรูปแบบเดิมที่ใช้เครื่องมือประเภทแร้วปูได้ส่งผลกระทบต่อประชากรปูทะเลอยู่แล้วเช่นกัน ดังรายงานการศึกษาเกี่ยวกับประชากรปูทะเลในป่าชายเลนบริเวณคลองหงาวซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของป่าชายเลนจังหวัดระนอง โดย Paphavasit *et al.* (1993) พบว่าปริมาณปูทะเลที่จับได้โดยใช้เครื่องมือประเภทแร้วปูจากบริเวณคลองหงาวมีประมาณ 109 ตันต่อปี ปูทะเลร้อยละ 46 ของปริมาณปูทะเลที่จับได้ทั้งหมดเป็นปูขนาดเล็ก ซึ่งความกว้างของกระดองน้อยกว่า 10 เซนติเมตร ส่วนปูขนาดใหญ่จะมีปริมาณคิดเป็นร้อยละ 42 ของปริมาณทั้งหมดที่ถูกจับ ปูทะเลขนาดใหญ่เพศเมียที่มีไข่ที่ถูกจับมีปริมาณคิดเป็นร้อยละ 12 ดังนั้นการทำประมงด้วยเครื่องมือประเภทแร้วปูจะส่งผลกระทบต่อประชากรปูทะเลในบริเวณดังกล่าว เนื่องจากปูทะเลที่ถูกจับได้มีปริมาณอย่างน้อยร้อยละ 50 ที่ไม่มีโอกาสได้ผสมพันธุ์วางไข่ในธรรมชาติ นอกจากนี้ในปัจจุบันได้มีการนำปูทะเลขนาดเล็กที่จับได้จากธรรมชาติซึ่งเดิมไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคมาเลี้ยงเพื่อผลิตและจำหน่ายแก่ผู้บริโภคในรูปของปูนิ่ม ผลผลิตจากการเลี้ยงปูนิ่มประกอบด้วยปูทะเลเพศผู้และเพศเมียที่มีขนาดเล็กยังไม่สมบูรณ์เพศปะปนอยู่ด้วย ทำให้ปูเหล่านั้นหมดโอกาสที่จะวางไข่แพร่พันธุ์ตามธรรมชาติ จึงเป็นการนำทรัพยากรปูทะเลขนาดเล็กมาใช้ประโยชน์อย่างไม่คุ้มค่าและเป็นการทำลายพันธุ์

จากปัจจัยที่สำคัญต่างๆ ได้แก่การลดลงของพื้นที่ป่าชายเลนอันเป็นแหล่งอาศัยและแหล่งอาหารของปูทะเล การทำประมงปูทะเลด้วยลอบปูแบบพับได้ที่มีประสิทธิภาพการจับสูง และการนำปูทะเลขนาดเล็กมาเลี้ยงเพื่อผลิตเป็นปูนิ่ม คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อประชากรปูทะเลเป็นสาเหตุให้ปริมาณปูทะเลในธรรมชาติมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ จนอาจสูญพันธุ์ได้ในอนาคต ดังนั้นจึงได้ดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับประชากรปูทะเล โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบแหล่งอาศัยของปูทะเลระหว่างป่าชายเลนธรรมชาติและป่าชายเลนปลูกทดแทนที่มีอายุแตกต่างกัน องค์ประกอบของอาหารและ

ชีววิทยาการประมงของปูทะเล โดยได้ทำการศึกษาในบริเวณป่าชายเลนคลองหงาว จังหวัดระนอง ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการทำประมงปูทะเลด้วยลอบปูแบบพับได้โดยชาวประมงพื้นบ้านประมาณ 70 ครอบครัว ปูทะเลขนาดเล็กที่จับได้ส่วนหนึ่งถูกนำไปเลี้ยงเพื่อผลิตเป็นปูนิ่มและบางส่วนของบริเวณดังกล่าวได้เปลี่ยนสภาพเป็นนากุ้งซึ่งอาจมีผลกระทบต่อประชากรปูทะเลในธรรมชาติ เพื่อจะได้นำผลของการศึกษาในครั้งนี้มาใช้ประโยชน์ในการจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรปูทะเลในบริเวณดังกล่าวและบริเวณอื่นๆ รวมทั้งเป็นการพิสูจน์สมมติฐานความสำคัญของป่าชายเลนที่ปลูกทดแทนในแง่เป็นแหล่งอาศัยและแหล่งอาหารของปูทะเล ซึ่งจะเป็นข้อมูลสนับสนุนความสำคัญของการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนที่มีต่อทรัพยากรประมงชายฝั่งต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบแหล่งอาศัยและอาหารของปูทะเล *Scylla serrata* (Forskal, 1755) ระหว่างป่าชายเลนธรรมชาติกับป่าชายเลนปลูกทดแทนที่มีอายุต่างกัน ในป่าชายเลนบริเวณคลองหงาว จังหวัดระนอง
2. เพื่อทราบชีววิทยาการประมงของประชากรปูทะเลที่อาศัยในป่าชายเลนบริเวณคลองหงาว

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำไปใช้พิสูจน์สมมติฐานความสำคัญของป่าชายเลนที่ปลูกขึ้นทดแทน ในแง่เป็นแหล่งอาศัยและแหล่งอาหารของปูทะเล
2. สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการประเมินสภาวะทรัพยากรและการอนุรักษ์ทรัพยากรปูทะเลในบริเวณคลองหงาว จังหวัดระนอง เพื่อให้ทรัพยากรปูทะเลในบริเวณนั้นคงอยู่ตลอดไปและเป็นแนวทางในการจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรปูทะเลในบริเวณอื่นๆ อีกด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำรวจเอกสาร

อนุกรมวิธาน

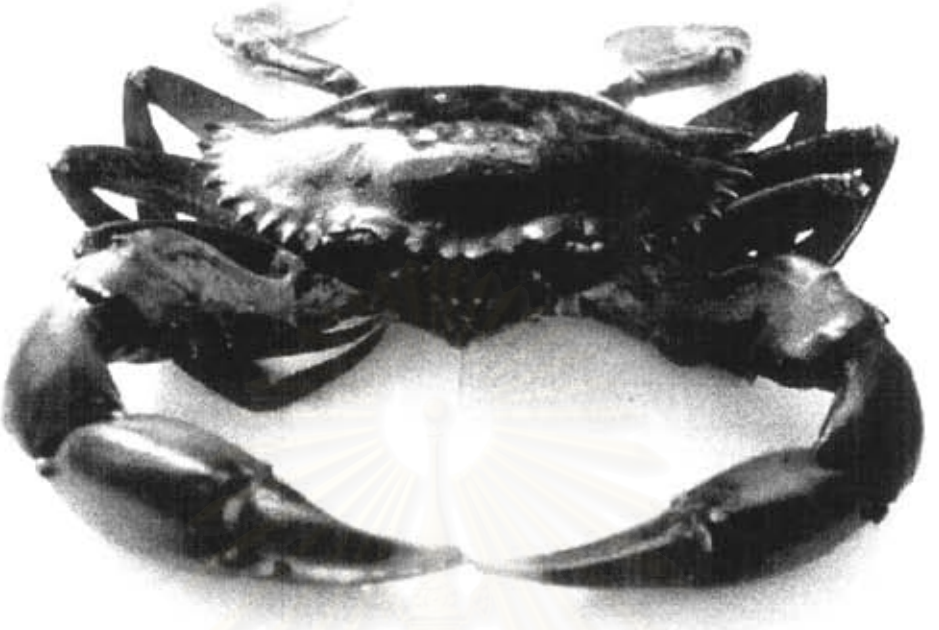
ปูทะเล *Scylla serrata* (Forskal, 1755) มีชื่อเรียกภาษาไทยในแต่ละท้องที่หลายชื่อ เช่น ปูดำ ปูทะเล และมีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า mud crab หรือ mangrove crab โดยมีการจัดจำแนกทางอนุกรมวิธานดังนี้

Phylum	Artropoda
Class	Crustacea
Order	Decapoda
Suborder	Malacostraca
Family	Portunidae
Subfamily	Portuninae
Genus	Scylla
Species	*Scylla serrata* (Forskal, 1755)

ลักษณะทั่วไปของปูทะเล

ปูทะเลมีกระดองกว้างเรียบนูน พันระหว่างตา (frontal teeth) 2 คู่ เป็นรูปสามเหลี่ยมปลายมนอยู่ในระดับเดียวกัน พันข้างกระดอง (antero-lateral teeth) มี 9 อัน รวมทั้งพันเบ้าตานอก (outer orbital teeth) มีรูปร่างและขนาดเหมือนกัน ก้าม (cheliped) สั้นป้อม ผิวเรียบ ข้อมือ (carpus) ด้านนอกไม่มีหนาม หรือมีร่องรอยของหนาม 1 อัน สันบนมือ (propodus) ไม่ชัด มีหนามทู่ที่ปลายสัน 2 อัน ขอบของมุมข้างข้างกระดองด้านท้ายเป็นสันค่อนข้างตรง ปลายสันชิดกับขอบหลังกระดอง กระดองสีน้ำตาลปนดำหรือสีเขียวปนดำเข้มมาก ก้ามมีสีเข้มเช่นเดียวกับกระดอง ผิวมือด้านนอกเป็นสีน้ำตาลปนแดง ปลายนิ้วสีน้ำตาลปนแดง ขาคู่สุดท้ายสีเขียวเข้ม ส่วนอกสีขาวปนแดงจาง (ศุภลักษณ์ วิรัชพินทุ , 2532)

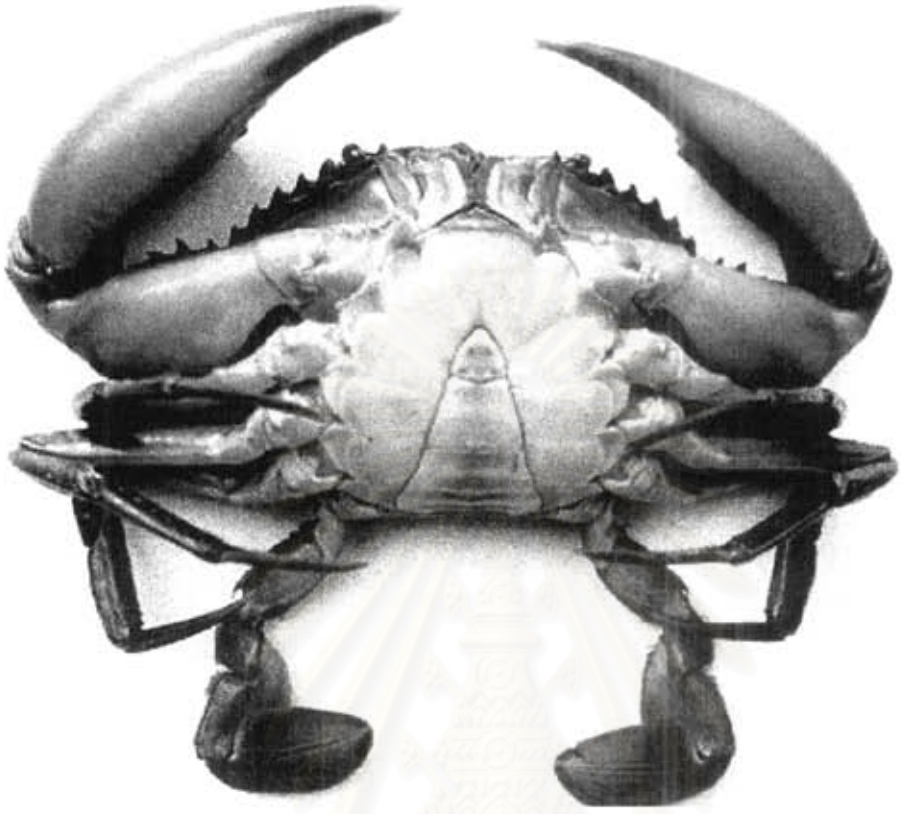
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



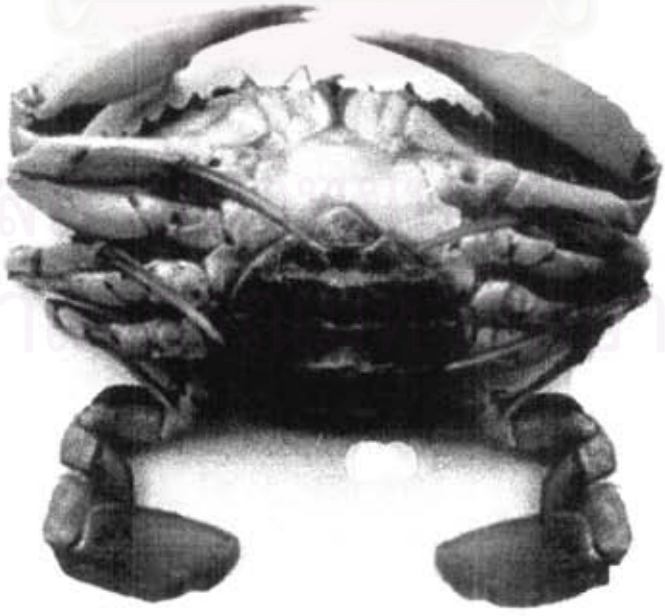
รูปที่ 1. ลักษณะทั่วไปของปูทะเล

การสืบพันธุ์ของปูทะเล

ปูทะเลเป็นสัตว์แยกเพศ เมื่อโตเต็มวัยแล้วปูทั้งสองเพศจะมีลักษณะเพศที่แตกต่างกันเด่นชัด ลักษณะที่ใช้จำแนกเพศปูทะเลได้แก่ ลักษณะของจับปิ้ง (abdomen) จะพบว่าเพศผู้มีส่วนจับปิ้งเรียวเล็กเป็นรูปสามเหลี่ยม ดังแสดงในรูปที่ 2. แต่ในเพศเมียจับปิ้งจะขยายกว้างออกจนเกือบเต็มปิดทรวงอก ดังแสดงในรูปที่ 3. และเมื่อเปิดจับปิ้งของปูทะเลเพศผู้จะพบอวัยวะเพศที่เรียกว่า "gonopod" หรือ "penis" ซึ่งเปลี่ยนมาจากรยางค์ว่ายน้ำ (pleopod) โดยในเพศผู้อวัยวะส่วนนี้มีเพียง 2 คู่ รูปร่างยาวคอนปลายเรียวเล็ก ทำหน้าที่เป็นอวัยวะนำน้ำเชื้อ (sperm) ไปสู่ถุงเก็บน้ำเชื้อ (receptacular sac) ในปูทะเลเพศเมีย ส่วนจับปิ้งของปูทะเลเพศเมียรยางค์ว่ายน้ำ (pleopod) 4 คู่ จะเปลี่ยนไปเป็นที่สำหรับให้ไข่ยึดเกาะหลังจากไข่ได้ถูกปล่อยออกมาและได้รับการผสมกับน้ำเชื้อของปูทะเลเพศผู้เรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 2. ลักษณะจับปิ้งของปูทะเลเพศผู้



รูปที่ 3. ลักษณะจับปิ้งของปูทะเลเพศเมีย

ในปูทะเลเพศเมียรังไข่มีการพัฒนาเป็นระยะต่างๆ ทำให้สามารถจำแนกการพัฒนาของรังไข่ออกเป็น 4 ระยะ (สมบัติ ภู่วชิรานนท์, 2530) ดังนี้

ระยะที่ 1 รังไข่ปรากฏให้เห็นไม่ชัดเจน ลักษณะรังไข่เป็นเส้นบางใสขนาดเล็ก อยู่เหนือ digestive gland ซึ่งมีลักษณะเป็นริ้วสีเหลืองอ่อนยาวไปตามความโค้งและอยู่ใต้กระดองด้านขอบหนามส่วนหน้า

ระยะที่ 2 สภาพรังไข่เริ่มปรากฏเห็นเป็นท่อลักษณะเป็นรอยหยัก รังไข่เปลี่ยนจากสีใสเป็นสีครีมหรือสีเหลืองอ่อน อยู่บน digestive gland

ระยะที่ 3 สภาพรังไข่มีขนาดใหญ่เปลี่ยนเป็นสีเหลือง ปกคลุมบน digestive gland ประมาณ 1/3 ถึง 3/4 ของ digestive gland ทั้งหมด

ระยะที่ 4 สภาพรังไข่มีขนาดใหญ่เต็มที่ มีสีส้มหรือสีส้มอมแดง ปกคลุมมิดส่วนบนของ digestive gland ทั้งหมด

การผสมพันธุ์ของปูทะเล เป็นการผสมภายใน (internal fertilization) โดยในฤดูผสมพันธุ์ ปูเพศเมียจะกระตุ้นให้ปูเพศผู้เข้าผสมโดยปล่อยฮอร์โมนเพศ (pheromone) ออกมา ปูเพศผู้จะไล่ตามปูเพศเมียแล้วใช้ก้ามและขาเดินทั้ง 3 คู่เกาะบนหลังปูเพศเมียเอาไว้แน่นตลอดเวลา เพื่อเร้าให้มีการเตรียมพร้อมที่จะผสมพันธุ์ ลักษณะที่จับคู่กันนี้เรียกว่า "doublers" แต่พบว่าจะไม่มีการจับคู่กันระหว่างปูเพศผู้และเพศเมียในเวลากลางคืน ปูเพศผู้และเพศเมียจะแยกออกจากกันในตอนเย็นใกล้ค่ำ การจับคู่ในลักษณะเช่นนี้จะทำติดต่อกันประมาณ 3-4 วัน จนกระทั่งถึงช่วงที่ปูเพศเมียมีการลอกคราบ เมื่อใกล้เวลาลอกคราบปูเพศเมียจะไม่กินอาหารและในขณะที่ปูเพศเมียลอกคราบ ปูเพศผู้จะช่วยป้องกันศัตรู เมื่อปูเพศเมียหลุดออกจากคราบแล้วในขณะที่กระดองปูยังนิ่ม มีสีขาว ปูเพศผู้จะเข้าผสมพันธุ์ทันที โดยปูเพศผู้จะพลิกปูเพศเมียให้หงายส่วนท้องขึ้น ปูเพศเมียจะเปิดจับปิ้งออกแล้วปูเพศผู้จะสอด gonopod ทั้งสองข้างเข้าไปในรูเปิดที่เป็นรูกลมๆ 2 รู บริเวณตรงโคนขาเดินคู่ที่ 3 ของปูเพศเมียเรียกว่า รูเปิดเพศเมีย (gonopore) ซึ่งมีถุงเก็บน้ำเชื้อ (sperm sac) อยู่ที่ตอนปลายของรูเปิด ปูเพศผู้ก็จะปล่อยน้ำเชื้อเข้าไปเก็บที่ถุงเก็บน้ำเชื้อ ในช่วงที่ผสมพันธุ์ปูเพศผู้จะไม่เกาะหลังของปูเพศเมียแต่จะอาศัยขาเดินคล่อมปูเพศเมียไว้เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับปูเพศเมียเนื่องจากช่วงนี้ปูเพศเมียเพิ่งลอกคราบใหม่กระดองยังไม่แข็งแรงพอ ในการผสมพันธุ์ครั้งหนึ่งๆ กินเวลาประมาณ 7-12 ชั่วโมง เมื่อผสมเสร็จปูเพศผู้จึงแยกจากไป จากนั้นไข่จะผสมกับน้ำเชื้อจากถุงเก็บน้ำเชื้อ เมื่อไข่ผสมกับน้ำเชื้อแล้วก็จะถูกปล่อยออกมาจากรูเปิดเพศเมียและจะเกาะติดอยู่กับ pleopod ทั้งสี่คู่โดยสร้างสารจำพวก cement เหนียวมายึดไข่ไว้ ปูทะเลสามารถปล่อยไข่ได้หลายครั้ง (multiple spawn) โดยมีความดกไข่ (fecundity) ประมาณ 2 ล้านฟองทั้งนี้ขึ้นกับขนาดของปูทะเล จากนั้นไข่จะวิวัฒนาการเรื่อยมาจนเป็นตัวอ่อน

วิวัฒนาการของปูทะเลวัยอ่อน

1. ระยะ Zoea Stage

ปูทะเลวัยอ่อนในระยะนี้สามารถแบ่งขั้นการเจริญเติบโตออกเป็น 5 ขั้นย่อยๆ คือ

- ระยะ First Zoea Stage ลักษณะของปูวัยอ่อนในระยะนี้กระดองมีลักษณะค่อนข้างกลม มีกรี (rostral spine) มีหนามหลังกระดอง (dorsal spine) และหนามข้างกระดอง (lateral spine) ข้างละอัน ลำตัวกว้าง รยางค์ส่วนสำคัญและเห็นได้ชัดคือ maxilliped คู่ที่ 1 และ 2 มีขนว่ายน้ำที่ exopodite คู่ละ 4 อันมีขนที่ขอบเว้าของแพนหางจำนวน 3 คู่ ส่วนท้องมีปล้องท้อง 5 ปล้อง ตายังไม่มีก้านตา

- ระยะ Second Zoea Stage ในระยะนี้อวัยวะต่างๆ เจริญมีความยาวขึ้นกว่าเดิม ตาเริ่มมีก้านตา ส่วนท้องมีปล้องท้อง 5 ปล้อง ขนที่ขอบเว้าของแพนหางเพิ่มเป็น 4 คู่

- ระยะ Third Zoea Stage ในระยะนี้ความกว้างและความยาวของส่วนต่างๆ เพิ่มขึ้นกว่าเดิมอีก รยางค์ของส่วนท้องที่จะเจริญต่อไปเป็นขาว่ายน้ำในระยะ Megalopa มีเฉพาะปล้องที่ 2-6 เท่านั้น โดยจะเริ่มเกิดเป็นปุ่มนูน รยางค์ที่จะเจริญไปเป็นขาเดินจะเริ่มเกิดเป็นปุ่มนูนขึ้น ส่วนท้องเริ่มมี 6 ปล้อง โดยปล้องที่ 6 แบ่งออกจากส่วนของแพนหาง บริเวณกึ่งกลางด้านข้างของส่วนปล้องท้องที่ 2 และ 3 มีปุ่มยื่นออกไปทางด้านข้างปล้องละ 1 คู่ ปุ่มของปล้องที่ 2 มีขนาดใหญ่กว่าและโค้งไปทางส่วนหาง ตอนท้ายด้านข้างของปล้องท้องที่ 2-5 มีหนาม ซึ่งยื่นชี้ไปทางส่วนหาง (postero-lateral spine) ปล้องละ 1 คู่ โดยยื่นล้ำผ่านแนวปล้องถัดไปและจะยื่นยาวมากขึ้นตามลำดับขั้นการเจริญเติบโต ขนที่รยางค์คู่ที่ 1 มีขนว่ายน้ำ 8 อัน ส่วนขนที่รยางค์คู่ที่ 2 มีขนว่ายน้ำ 9 อัน

- ระยะ Fourth Zoea Stage ในระยะนี้ความยาวของส่วนต่างๆ เพิ่มขึ้น ปมนูนที่จะเจริญเป็นขาว่ายน้ำและขาเดินจะยื่นยาวมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ขนที่รยางค์คู่ที่ 1 มีขนว่ายน้ำ 10 อัน ส่วนขนที่รยางค์คู่ที่ 2 มีขนว่ายน้ำ 11 วัน และมีขนขนาดสั้นอีก 1-2 อัน

- ระยะ Fifth Zoea Stage ในระยะนี้ความยาวและความกว้างส่วนต่างๆ เพิ่มขึ้น ขาว่ายน้ำแยกเป็นสองแฉก แพนหางลักษณะเป็นแบบสองแฉกขอบบนเว้าลึก ระหว่างแฉกมีขนซึ่งมีจำนวนมากขึ้นตามลำดับขั้นการเจริญเติบโต รยางค์ maxilliped คู่ที่ 1 และ 2 จะมีจำนวนขนที่ช่วยในการว่ายน้ำ (plumose natatory setae) ที่ส่วนปลายของ exopodite เพิ่มมากขึ้นตามลำดับขั้นการเจริญเติบโต รยางค์ว่ายน้ำยังไม่ทำหน้าที่ในการว่ายน้ำ

การเคลื่อนไหวของปูทะเลวัยอ่อนระยะนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ ลักษณะแรกเป็นการเคลื่อนไหวไปมาทางด้านหน้าหรือขึ้นลงอย่างเชื่องช้าโดยที่หนามหลังกระดองชี้ไปทางด้านหน้า อีกลักษณะหนึ่งเป็นการเคลื่อนไหวโดยการเหวี่ยงตัวของส่วนท้อง ได้แก่การเด้งตัวเพื่อถอยหลังหรือหลีกเลี่ยงการปะทะ และการเคลื่อนที่เป็นวงกลมเพื่อจับอาหาร ระยะนี้ชอบเคลื่อนที่เข้าหาแสงอย่างเห็นได้ชัด

การจับกินอาหาร ในระยะนี้จะอาศัยการทำงานของรยางค์ส่วนท้องและอก โดยรยางค์ส่วนท้องจะกวาดดันอาหารมายังบริเวณปาก หลังจากนั้นจะเป็นการประดับประดองให้อยู่ที่บริเวณปากโดยแพนหางและ maxilliped คู่ที่ 1 และ 2 (เฉพาะส่วนที่เป็น endopodite) ในการจับ

อาหารนั้น แม้ว่าปูวัยอ่อนในขั้น Forth Zoea Stage และ Fifth Zoea Stage จะมีส่วนที่เป็นก้ามเกิดขึ้นแล้วก็ตาม แต่ก้ามยังไม่เจริญเต็มที่ จากการสังเกตจึงไม่พบว่าปูทะเลวัยอ่อนระยะนี้ใช้ก้ามในการจับอาหาร

2. ระยะ Megalopa Stage

ปูทะเลวัยอ่อนในระยะนี้มีลักษณะดังนี้คือ กระดองมีลักษณะแบนและยาว มีกรีสั้น ขาเดินเจริญเต็มที่ทั้ง 5 คู่ ขาเดินคู่ที่ 1 มีขนาดใหญ่เป็นก้ามที่แข็งแรง ทำหน้าที่ในการจับอาหารและขับไล่ต่อสู้ศัตรู ขาเดินคู่ที่ 2-4 มีปลายเรียวแหลม ส่วนขาเดินคู่ที่ 5 ซึ่งเป็นคู่สุดท้ายมีปล้องสุดท้ายที่เริ่มขยายกว้างแบน และมีขนยาวด้านล่างของส่วนอก ตรงจุดกึ่งกลางของแนวพาดขวางลำตัวระหว่างขาเดินคู่ที่ 1 และ 2 มีหนามขนาดสั้นอยู่ 1 อัน ส่วนบริเวณโคนขาเดินคู่ที่ 4 จะมีหนามยาวโค้งชี้ไปทางส่วนหางข้างละอันเรียกว่า "sternal spines" ส่วนท้อง (abdomen) มีปล้องท้อง 6 ปล้อง ปล้องที่ 2-6 มีรยางค์ว่ายน้ำที่เจริญสมบูรณ์เต็มที่แล้ว แพนหางมีส่วนปลายกลมมน

การว่ายน้ำ ปูทะเลวัยอ่อนในระยะนี้ว่ายน้ำโดยอาศัยรยางค์ว่ายน้ำที่ส่วนท้อง การว่ายน้ำมีความเร็วและระยะทางไกลมากขึ้น แต่ในขณะพักจากการเคลื่อนไหวมักจะอยู่ในลักษณะนอนหงายเป็นส่วนใหญ่ ต่อมาจึงจะพยายามคว่ำตัวและคืบคลาน

ส่วนการกินอาหาร ในระยะนี้จะจับอาหารกินโดยใช้ก้าม และเนื่องจากการมีก้ามที่แข็งแรงและจากนิสัยที่ดุร้าย ปูทะเลวัยอ่อนในวัยนี้จึงมีการทำร้ายและกินกันเองด้วย

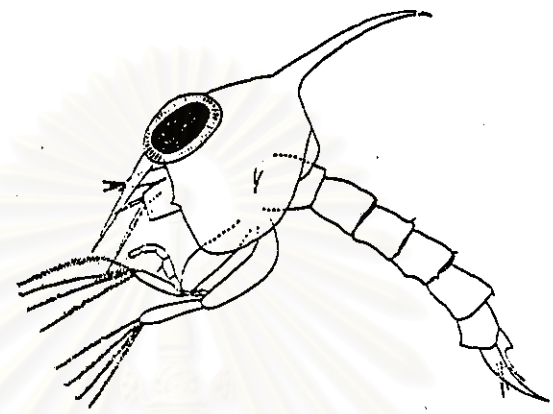
3. ระยะ Crab Stage

ลักษณะของปูทะเลวัยอ่อนในระยะนี้พบว่าปล้องที่ 2 ของขาดินคู่ที่ 5 แผ่แบนมากกว่าปูทะเลที่อยู่ในระยะ megalopa stage และทำหน้าที่ช่วยในการว่ายน้ำเหมือนใบพาย (natatory leg) ส่วนท้องหรือจับปิ้ง (abdomen) โค้งลงข้างล่างสู่ทรวงอก (cephalothorax) เหมือนกับตัวเต็มวัย มีฟันด้านข้างของกระดอง (antero-lateral spine) 9 อัน แต่ฟันซี่สุดท้ายยาวไม่มากเหมือนตัวเต็มวัย ปูทะเลวัยอ่อนระยะนี้สามารถแบ่งการเจริญเติบโตเป็นระยะย่อย ๆ ได้ดังนี้

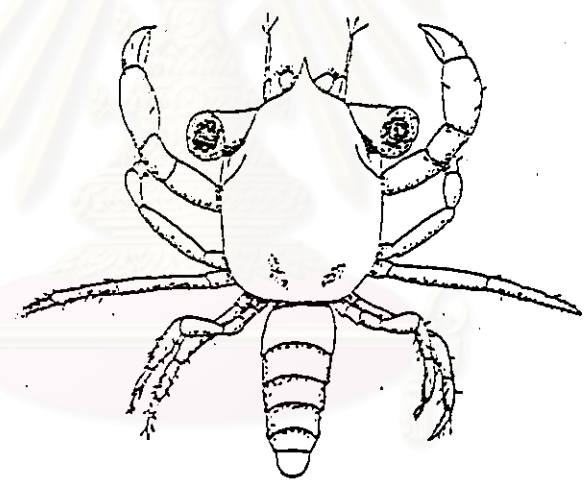
- ระยะ First Crab Instar ปูวัยอ่อนในระยะนี้มีความกว้างของกระดองโดยเฉลี่ย 3.4 มิลลิเมตร ที่บริเวณกระดอง ก้านตาและขาเดินมีจุดสี (chromatophore) ด้านข้างของกระดองมีฟันเล็กๆ 9 ซี่ บริเวณด้านหน้าของกระดอง (frontal) มีรอยหยักอยู่ตรงกลาง มีขนปกคลุมที่ขาเดินโดยเฉพาะปล้องที่ 2 จะมีมากเป็นพิเศษ นอกจากนี้ที่บริเวณ propodus และ dactylus ของขาว่ายน้ำ (natatory leg) จะมีขนยาวขึ้นปกคลุม โดยพบที่ propodus มีข้างละ 14 และ 19 เส้น ส่วน dactylus มีข้างละ 27 และ 22 เส้น

- ระยะ Second Crab Instar ปูวัยอ่อนในระยะนี้มีความกว้างของกระดองโดยเฉลี่ย 5.1 มิลลิเมตร ที่บริเวณกระดอง ก้านตาและขาเดินมีจุดสี (chromatophore) ด้านข้างของกระดองมีฟันซี่เล็ก ๆ บริเวณด้านหน้าของกระดอง (frontal) มีรอยหยักอยู่ตรงกลาง ที่บริเวณ propodus และ dactylus ของขาว่ายน้ำ (natatory leg) จะมีขนยาวขึ้นปกคลุมมากกว่าระยะแรกโดยพบที่ propodus มีข้างละ 19 และ 21 เส้น ส่วน dactylus มีข้างละ 41 และ 31 เส้น

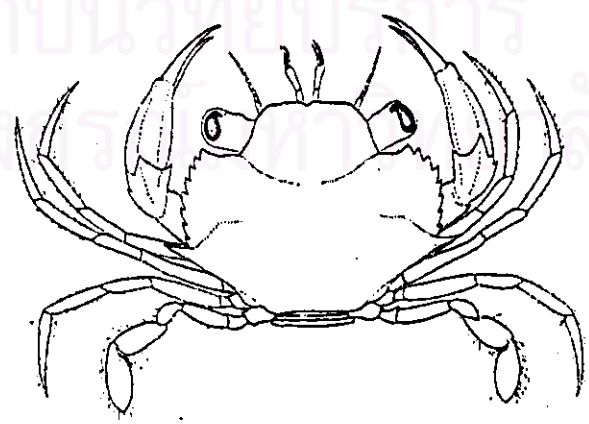
- ระยะ Third Crab Instar จนถึงตัวเต็มวัย ปูทะเลวัยอ่อนตั้งแต่ระยะนี้เป็นต้นไปจะมีรูปร่างและลักษณะคล้ายตัวเต็มวัย โดยมีลักษณะที่ต่างจากตัวเต็มวัยเพียงบางจุด เช่น ฟันที่อยู่บริเวณด้านหน้าของกระดองจะมีความลึกเพิ่มขึ้นและมีลักษณะเป็นรูปตัววี (V) จนกระทั่งถึงระยะ Instar 9 จึงมีลักษณะใกล้เคียงกับตัวเต็มวัย หรือ จุดสีจะค่อย ๆ จางลงจนถึงระยะ Instar 12 จึงมีสีเหมือนกับปูทะเลที่เป็นตัวเต็มวัย (Ong, 1965; 1966)



Zoea stage



Megalopa stage



Crab stage

รูปที่ 4. ปูทะเลวัยอ่อนระยะต่าง ๆ

การลอกคราบของปูทะเล

ปูทะเลเป็นสัตว์ที่อยู่ในกลุ่มครัสตาเซียน ซึ่งโดยทั่วไปมีเปลือกเป็นโครงสร้างภายนอกที่หนาและแข็ง แบ่งตามลักษณะขององค์ประกอบของไคติน (chitin) เป็น 2 ชั้นคือชั้นนอกไม่มีไคติน (non-chitin) เรียกว่า เอพิคิวติเคิล (epicuticle) ชั้นถัดมามีไคติน เรียกว่า เอนโดคิวติเคิล (endocuticle) และชั้นนี้ยังแบ่งย่อยออกเป็น 3 ชั้น คือชั้นที่มีสี (pigmented layer) ชั้นที่มีแคลเซียม (calcified layer) และชั้นในสุดที่ไม่มีแคลเซียม (uncalcified layer) การสร้างเปลือกของแต่ละชั้นขึ้นกับช่วงของการลอกคราบ โดย Drach (1939) อ้างถึงใน Waterman (1960) ได้แบ่งระยะการลอกคราบของปู (suborder Brachyura) ออกเป็นระยะต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 5 ลักษณะภายนอกของปูทะเลก่อนที่จะลอกคราบ ที่บริเวณจับปิ้ง (abdomen) พบว่ามีสีแก่จัดกว่าเดิม เป็นสีเขียวคล้ำ บางครั้งสีค่อนข้างไปทางน้ำตาลแก่ปนดำ และจะมีเนื้อแน่นมาก ถ้าหักขาตอนปลายจะเปราะหลุดออกมาทันที ขณะที่ปูทะเลเตรียมลอกคราบจะหยุดการเคลื่อนไหว การลอกคราบเริ่มด้วยส่วนของกระดองที่ติดกับจับปิ้งจะปริออกเล็กน้อยและค่อยๆ ห่างออกแล้วค่อยๆ เปิดมากขึ้น เนื้อเยื่อภายในจะขยายตัวช่วยดันกระดองด้านบนให้เปิดมากขึ้น เมื่อกระดองเปิดจนหมดจะเหลือเฉพาะบริเวณส่วนของดาขาเดิน และก้าม หลังจากนั้นปูทะเลจะดึงส่วนของจับปิ้งออกพร้อมกับส่วนของขาเดินที่เป็นใบพาย ต่อจากนั้นก็จะดึงส่วนขาเดินอื่นๆ ที่เหลือออก แล้วจึงค่อยดึงส่วนที่เป็นก้ามใหญ่ออกไปพร้อมกับบริเวณส่วนที่เป็นดา จากนั้นจึงค่อยๆ ถอยหลังออก เมื่อถอยหลังออกจนหมดกระดองของคราบจะปิดอยู่ในลักษณะเดิมเหมือนก่อนที่ปูทะเลลอกคราบ ปูทะเลที่ลอกคราบแล้วก็จะดูดน้ำเข้าตัวเพื่อให้ผิวเต่งดึงเพิ่มขนาดตัวให้ใหญ่ขึ้น ปูทะเลจะหาที่หลบซ่อนศัตรูโดยฝังตัวอยู่ใต้โคลน กระดองของปูทะเลจะแข็งภายใน 24 ชั่วโมง และจะแข็งแรงมากขึ้นหลังจากลอกคราบได้ 7 วัน

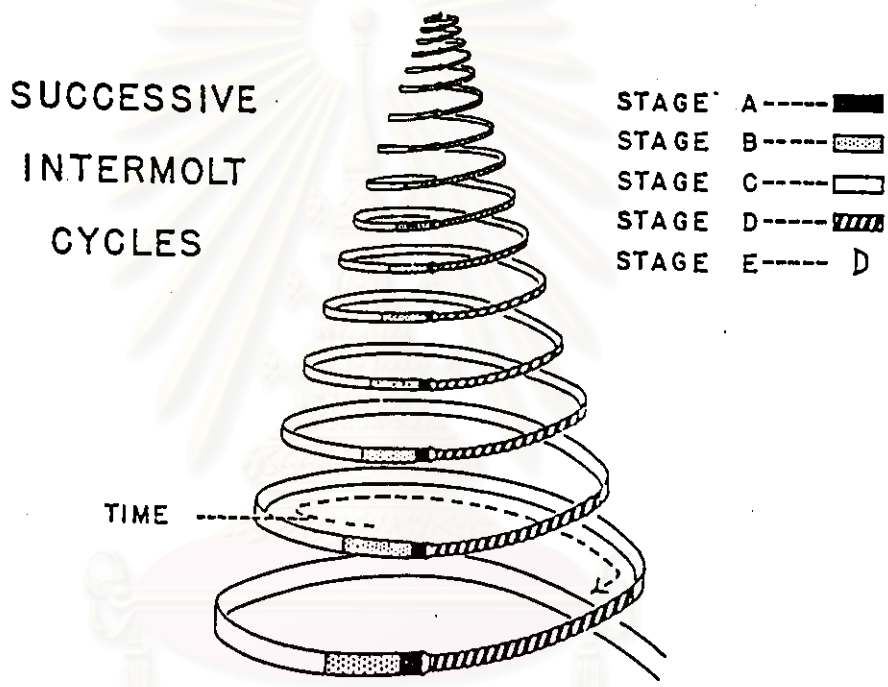
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ระยะการลอกคราบของปู (suborder Brachyura)

ระยะ	ลักษณะ	การดำเนินกิจกรรม	การกินอาหาร	น้ำเข้า (%)	ช่วงเวลา (%)
ระยะ A					
A1	สลัดคราบใหม่ ดูดซึมน้ำและเริ่มสะสมเกลือแร่	ค่อนข้างนิ่งเฉย	ไม่กินอาหาร	0	0.5
A2	เปลือกอ่อนนุ่ม เปลือกนอกมีการสะสมเกลือแร่	เคลื่อนไหวได้บ้าง	ไม่กินอาหาร	85	1.5
ระยะ B	เปลือกเปราะบาง				
B1	เริ่มสร้างสารเปลือกชั้นเอนโดติวติเคิล	เคลื่อนไหวได้	ไม่กินอาหาร	85	3
B2	การสร้างเปลือกชั้นเอนโดติวติเคิลเป็นไปอย่างรวดเร็ว ก้ามแข็ง เนื้อเยื่อขยายขึ้น	ปกติครบถ้วน	เริ่มกินอาหาร	83	5
ระยะ C	เปลือกแข็ง				
C1	เนื้อเยื่อส่วนใหญ่เติบโตขึ้น	ปกติครบถ้วน	กินอาหาร	80	8
C2	เติบโตขึ้น	ปกติครบถ้วน	กินอาหาร	76	13
C3	เปลือกนอกสมบูรณ์ เริ่มสร้างเมมแบรน	ปกติครบถ้วน	กินอาหาร	68	15
C4	ระหว่างช่วงการลอกคราบ สะสมสารอินทรีย์	ปกติครบถ้วน	กินอาหาร	61	30
หรือ					
C4 T	การลอกคราบครั้งสุดท้ายของชีวิตแล้วหยุดการลอกคราบอย่างถาวร	ปกติครบถ้วน	กินอาหาร	60	ถาวร
ระยะ D					
D0	เอพิเดอมิสและเยพพาโตแพนเครียสถูกกระตุ้น	ปกติครบถ้วน	กินอาหาร	60	10
D1	เริ่มสร้างเอพิติวติเคิลและหนาม	ปกติครบถ้วน	กินอาหาร	0	5
D2	เปลือกชั้นนอกเริ่มปริ	ปกติครบถ้วน	กินอาหาร	0	5
D3	โครงสร้างส่วนมากเริ่มมีน้ำซึม	กิจกรรมลดลง	หยุดกินอาหาร	0	3
D4	รอยปริที่รอยต่อขยายใหญ่ขึ้น	เคลื่อนที่ได้เล็กน้อย	ไม่กินอาหาร	น้ำเข้าตัวเร็ว	1
ระยะ E	ลอกคราบ ดันเปลือกเก่าออกไป	ไม่เคลื่อนที่	ไม่กินอาหาร	น้ำเข้าเร็วมาก	0.05

ที่มา : Waterman (1960)

จากการศึกษาของ Fielder และ Heasman (1978) พบว่าปูทะเลที่เติบโตจนมีขนาดความกว้างของกระดอง 15 เซนติเมตร จะต้องใช้เวลานานประมาณ 2.2-2.5 ปี และถ้าความกว้างของกระดอง 17 เซนติเมตร จะต้องใช้เวลานานประมาณ 3-3.5 ปี ระยะเวลาที่แตกต่างกันนี้ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่ใช้ในกระบวนการลอกคราบขั้นต่างๆ ที่เรียกว่า "Settling Period" จะเห็นได้ว่าปูทะเลจะมีช่วงที่เป็น "Settling Period" นานขึ้นตามขนาดที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 5.



รูปที่ 5. แผนภูมิแสดงช่วงระยะการลอกคราบ (Waterman, 1960)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การแพร่กระจายและแหล่งอาศัยของปูทะเล

ปูทะเลพบกระจายเป็นบริเวณกว้างตั้งแต่เขตอบอุ่นถึงเขตร้อนและมีชุกชุมในภูมิภาคอินโดแปซิฟิก (Hill, 1975; Heasman *et al.* 1985; Wright, 1990) จากรายงานการศึกษาของ Hill *et al.* (1982) ที่ได้ทำการศึกษาในประเทศออสเตรเลีย พบว่าโดยทั่วไปปูทะเลชอบอาศัยอยู่ตามพื้นโคลนหรือพื้นโคลนปนทรายในป่าชายเลนบริเวณปากแม่น้ำ และพบปูทะเลทุกวัยอาศัยอยู่ในเขตที่ได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเล ซึ่งปูทะเลแต่ละวัยจะมีแหล่งอาศัยเฉพาะในบริเวณดังกล่าวที่แตกต่างกัน กล่าวคือปูวัยอ่อนที่มีขนาดความกว้างของกระดองอยู่ในช่วง 20-99 มิลลิเมตร จะอาศัยอยู่ในป่าชายเลนทั้งในช่วงน้ำขึ้นและน้ำลง ปูวัยรุ่นที่มีความกว้างของกระดองอยู่ในช่วง 100-149 มิลลิเมตร จะอพยพเข้าหาอาหารในป่าชายเลนที่น้ำท่วมถึงในขณะที่น้ำขึ้นสูงสุดและกลับลงสู่ระดับน้ำลึกซึ่งอยู่ในแนวน้ำลงต่ำสุดในช่วงน้ำลง ส่วนปูทะเลตัวเต็มวัยที่มีความกว้างของกระดองตั้งแต่ 150 มิลลิเมตรขึ้นไปจะเข้ามาหาอาหารในป่าชายเลนที่น้ำท่วมถึงในขณะที่น้ำขึ้นสูงสุดเช่นกัน แต่พบว่าส่วนใหญ่จะใช้ชีวิตอยู่ในระดับน้ำที่ลึกกว่าแนวระดับน้ำลงต่ำสุด

อาหารธรรมชาติของปูทะเล

จากรายงานการศึกษาของ Hill (1976) ซึ่งได้ศึกษาองค์ประกอบอาหารจากกระเพาะอาหารของปูทะเลที่รวบรวมจากบริเวณ Moreton Bay ประเทศออสเตรเลีย จำนวน 67 ตัว (ความกว้างของกระดอง 25-176 มิลลิเมตร) และจากกระเพาะอาหารของปูทะเลที่รวบรวมจากบริเวณปากแม่น้ำ Kowei และ Kleinemond ประเทศอัฟริกาใต้ จำนวน 40 ตัว (ความกว้างของกระดอง 12-170 มิลลิเมตร) พบว่าสัตว์น้ำจำพวกหอยเป็นองค์ประกอบอาหารชนิดหลักที่พบในกระเพาะอาหารของปูทะเลมากที่สุด โดยในกระเพาะอาหารของปูทะเลที่รวบรวมจากแหล่งอาศัยในประเทศอัฟริกาใต้ พบหอยจำพวกหอยฝาเดียวเป็นองค์ประกอบ 47 เปอร์เซ็นต์ และพบหอยสองฝาเป็นองค์ประกอบในกระเพาะอาหาร 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหอยชนิดที่พบมากที่สุดได้แก่ *Nassa kraussiana* รองลงมาเป็นหอยชนิดอื่น เช่น *Musculus* sp., *Lamya* sp., *Modiolus* sp., *Pitaria* sp.และ *Solen* sp. ส่วนปูทะเลที่รวบรวมจากแหล่งอาศัยในประเทศออสเตรเลีย พบว่ามีหอยสองฝาเป็นองค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหาร 30 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะหอยที่อยู่ในกลุ่ม mytilid จะพบมากที่สุด และพบหอยจำพวกหอยฝาเดียวเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย 20 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบสัตว์น้ำอื่นๆ เช่นสัตว์จำพวกครัสตาเซียนเป็นองค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารของปูทะเลที่รวบรวมจากแหล่งอาศัยในประเทศอัฟริกาใต้ 22.5 เปอร์เซ็นต์ และจากแหล่งอาศัยในประเทศออสเตรเลีย 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งครัสตาเซียนที่พบว่าเป็นอาหารของปูทะเลส่วนใหญ่ได้แก่ ปูก้ามดาบและปูเสฉวนที่มีขนาดเล็ก สัตว์น้ำจำพวกปลาพบว่ามีอยู่ในองค์ประกอบอาหารของปูทะเลน้อยมาก โดยพบในกระเพาะอาหารของปูทะเลที่รวบรวมจากแหล่งอาศัยในประเทศออสเตรเลีย 3 ตัวและพบในกระเพาะอาหารของปูทะเลที่รวบรวมจากแหล่งอาศัยในประเทศอัฟริกาใต้เพียง 2 ตัวเท่านั้น นอกจากนี้ยังพบชิ้นส่วนพืชต่างๆ ในกระเพาะอาหารของปูทะเลที่เป็นตัวเต็มวัยจำนวน 4 ตัวที่จับจากแหล่งอาศัยในประเทศออสเตรเลีย แต่ยังไม่กระจ่างชัดว่าชิ้นส่วนของพืชที่พบดังกล่าวเป็นอาหารของปูทะเลในวัยดังกล่าวหรือถูกกลืนเข้าไปขณะที่ปูทะเลกำลังกินอาหารชนิดอื่น และพบว่าในกระเพาะอาหารของปูทะเล

ขนาดเล็ก (ความกว้างของกระดอง 15 มิลลิเมตร) จากแหล่งอาศัยในประเทศอัฟริกาใต้ 1 ตัวมีชิ้นส่วนของพืชที่ยังสดอยู่เกือบเต็มกระเพาะอาหาร

Prasad และ Neelakantan (1988) ได้ศึกษาองค์ประกอบอาหารของปูทะเลที่อาศัยในบริเวณ Karwar ประเทศอินเดียจำนวน 151 ตัว ซึ่งมีความกว้างของกระดองตั้งแต่ 41.04-136.82 มิลลิเมตร พบว่าอาหารของปูทะเลที่อาศัยในบริเวณนี้ประกอบด้วยสัตว์น้ำจำพวกครัสตาเซียน หอย ปลา ซากอินทรีย์สาร และสัตว์อื่นๆ โดยสัตว์จำพวกครัสตาซียนพบมากที่สุด คิดเป็นความถี่ได้ 94.04 เปอร์เซ็นต์ของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารทั้งหมด รองลงมาคือสัตว์น้ำจำพวกหอย คิดเป็นความถี่ที่พบสูงถึง 91.39 เปอร์เซ็นต์ สัตว์น้ำจำพวกปลาพบคิดเป็นความถี่สูงถึง 83.44 เปอร์เซ็นต์และมีมากถึง 23.57 เปอร์เซ็นต์ต่อปริมาตรของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปูทะเลทั้งหมด ส่วนเศษอินทรีย์สารและอนินทรีย์สารเป็นองค์ประกอบอาหารของปูทะเลที่พบมากเช่นกัน โดยพบมากถึง 35.79 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรอาหารที่พบทั้งหมด ซึ่งในองค์ประกอบของอาหารกลุ่มนี้ประกอบด้วยทรายและเศษดิน 61.52 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือเป็นเศษชิ้นส่วนของสาหร่ายและใบไม้ โดยสรุปองค์ประกอบชนิดอาหารของปูทะเลในบริเวณนี้เมื่อพิจารณาจากอัตราส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อปริมาตรของอาหารที่ปูทะเลกินทั้งหมด ได้แก่เศษอินทรีย์สาร (35.70%) ปลา (23.57 %) และครัสตาเซียน (18.37 %) ตามลำดับ และพบว่าเศษอินทรีย์สารจัดเป็นอาหารหลักที่พบในกระเพาะอาหารของปูทะเลที่มีความกว้างของกระดองน้อยกว่า 70 มิลลิเมตร ส่วนปูทะเลที่ขนาดความกว้างกระดอง 81-110 มิลลิเมตร และปูทะเลที่มีขนาดความกว้างกระดองมากกว่า 110 มิลลิเมตรมักพบสัตว์น้ำจำพวกปลาและครัสตาเซียนเป็นองค์ประกอบหลักของอาหารในกระเพาะ

การศึกษาทางชีววิทยาการประมง

ประชากรของสัตว์น้ำมีการเปลี่ยนแปลง (dynamics) จำนวนและน้ำหนักอยู่ตลอดเวลา โดยปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงคือ การเกิด (natality) การทดแทนที่ (recruitment) การตาย (mortality) และการเติบโตของสัตว์แต่ละตัว (growth) แต่ในระยะยาวประชากรในธรรมชาติมักจะอยู่ในสภาวะที่สมดุลย์ สำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของประชากรสัตว์น้ำของนักชีววิทยาการประมงจะพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับประชากรที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ (usable stock) ที่มีขนาดโตพอที่จะถูกจับได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในประชากรกลุ่มนี้เกิดขึ้นเนื่องจากการเติบโต การตาย และการทดแทนที่ โดย E.S.Russell ได้เสนอสมการทางคณิตศาสตร์อธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของประชากรดังนี้

$$S_2 = S_1 + (R+G) - (D+Y) \quad \text{.....(1)}$$

เมื่อ

S_2 = น้ำหนักของประชากรที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ (usable stock) ตอนปลายปี

S_1 = น้ำหนักของประชากรที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ (usable stock) ตอนต้นปี

G = การเติบโต

R = การทดแทนที่

D = การตายโดยธรรมชาติ

Y = ส่วนที่ถูกจับ

ซึ่งในการควบคุมประชากรให้สมดุลย์คือน้ำหนักของประชากรที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ (usable stock) ตอนปลายปี (S_2) เท่ากับน้ำหนักของประชากรที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ (usable stock) ตอนต้นปี (S_1) จะต้องควบคุมส่วนที่ถูกจับ (Y) เนื่องจากไม่อาจควบคุมในส่วนของการเติบโต (G) การทดแทนที่ (R) และการตายโดยธรรมชาติได้ (D) เพื่อปรับให้ค่าการเติบโตรวมกับการทดแทนที่เท่ากับค่าการตายโดยธรรมชาติรวมกับส่วนที่ถูกจับ (G+R = D+Y) แต่จากการที่สมการของ E.S. Russell แสดงปัจจัยต่างๆในรูปของน้ำหนัก ทำให้การประมาณค่าน้ำหนักของปัจจัยเหล่านั้นกระทำได้ยากมากในทางปฏิบัติ (ปรีชา สมมณี, 2520) ต่อมาจึงได้มีการศึกษาวิธีการต่างๆ เพื่อนำมาประมาณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในทางชีววิทยาการประมงดังนี้

การเติบโต (growth)

การเติบโต (growth) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงมวลของสิ่งมีชีวิต อัตราการเติบโตคือผลของความแตกต่างระหว่างขบวนการ anabolism และ catabolism ซึ่งต่างก็เป็นสัดส่วนกับค่ายกกำลังของน้ำหนัก ดังสมการ

$$dw/dt = HW^{d} - KW^{m} \quad \text{.....(2)}$$

เมื่อ dw = ผลต่างของน้ำหนัก

dt = ผลต่างของเวลา

H = ค่าสัมประสิทธิ์ของขบวนการ anabolism

K = ค่าสัมประสิทธิ์ของขบวนการ catabolism

d และ m = ค่าคงที่

ต่อมา Von Bertalanffy (1938 อ้างถึงใน Sparre and Venema, 1992) ได้สร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายการเจริญเติบโตของสัตว์ โดยมีข้อกำหนดว่าสิ่งมีชีวิตนั้นต้องมีการเจริญเติบโตแบบไอโซเมตริกคือการเจริญเติบโตของทุกส่วนของร่างกายต้องเป็นสัดส่วนกัน

สมการการเติบโตในรูปของความยาวและน้ำหนักมีดังนี้

$$L_t = L_\infty (1-e^{-K(t-t_0)}) \quad \text{.....(3)}$$

$$W_t = W_\infty (1-e^{-K(t-t_0)})^3 \quad \text{.....(4)}$$

เมื่อ L_t = ความยาวของสิ่งมีชีวิตที่มีอายุ t

W_t = น้ำหนักของสิ่งมีชีวิตที่มีอายุ t

L_∞ = ความยาวสูงสุดที่สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นสามารถเติบโตได้ หากไม่มีปัจจัยมาจำกัดการเติบโต (asymtotic length)

W_∞ = น้ำหนักสูงสุดที่สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นสามารถเติบโตได้ หากไม่มีปัจจัยมาจำกัดการเติบโต (asymtotic weight)

t = อายุของสัตว์

t_0 = อายุที่สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นมีความยาวเท่ากับศูนย์ (arbitary initial condition parameter)

K = สัมประสิทธิ์ของการเติบโต (curvature parameter)

การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต

นักชีววิทยาการประมงได้ศึกษาอายุและการเติบโตของปลาโดยวิธีศึกษาจากการเคลื่อนที่ของฐานนิยมขององค์ประกอบความยาว (length composition) จากปริมาณการจับที่ติดต่อกัน (model progession method) ซึ่ง Peterson (1894) ได้คิดค้นวิธีนี้ขึ้นเป็นคนแรก แต่วิธีนี้จะก่อให้เกิดปัญหากับปลาชนิดที่วางไข่หลายครั้งในรอบปี ในกรณีที่ปลาที่เกิดรุ่นที่สองเจริญเติบโตเร็วมากจนมีขนาดเดียวกับปลาที่เกิดรุ่นแรก ทำให้ความยาวของปลาที่เกิดต่างรุ่นปะปนกัน จากปัญหาดังกล่าว Harding (1949) และ Cassie (1954) ได้คิดวิธีแยกฐานนิยมโดยการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถี่สะสมของความยาว (percent relative cumulative frequency) กับความยาวในแต่ละอันตรภาคชั้นบนกระดาษกราฟความน่าจะเป็น สามารถหาค่าความยาวเฉลี่ยได้จากจุดเปลี่ยนทิศทางของเส้นกราฟ (inflexion point) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาวในแต่ละฐานนิยมออกมาได้ ซึ่งวิธีนี้เรียกว่า "probability paper method" ส่วน Tanaka (1953) ใช้วิธีสร้างกราฟรูปพาราโบลา (parabola method) ของลอการิธึมของจำนวนปลากับจุดกึ่งกลางของความยาว (mid point) ของปลาในแต่ละอันตรภาคชั้น เพื่อหาค่าความยาวเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กิตติพงศ์ กลิ่นรอด, 2530)

Bhattacharya (1967 อ้างถึงใน Sparre and Venema, 1992) ได้คิดวิธีหาค่าเฉลี่ยความยาวของสัตว์น้ำแต่ละรุ่น จากข้อมูลการแพร่กระจายความถี่ความยาวของสัตว์น้ำแบบ normal distribution ให้อยู่ในรูปของแนวเส้นตรง โดยการใช้ค่าผลต่างของลอการิธึมจำนวนสัตว์น้ำกับความยาวของสัตว์น้ำในแต่ละอันตรภาคชั้น นำค่าความยาวเฉลี่ยมาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการเติบโตคือค่า L_∞ และ K ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่

1) วิธี Gulland and Holt plot (Sparre and Venema, 1992) วิธีนี้หาค่าพารามิเตอร์ของการเติบโตได้จากความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเฉลี่ยในช่วงเวลา t ถึงเวลา t+d คือ $(L_t+L_{t+d})/2$ กับความยาวที่เพิ่มขึ้นต่อหน่วยเวลา $(\Delta L/\Delta t)$

$$\Delta L/\Delta t = a + b * L_t \quad \text{.....(5)}$$

เมื่อ $K = -b$ และ $L_\infty = -a/b$

เมื่อรู้ค่า L_∞ และ K แล้วนำไปหาค่า t_0 ที่ได้จากการดัดแปลงสมการการเติบโตของ Von Bertalanffy โดยใช้ความยาวของสัตว์น้ำขณะฟักออกมาเป็นตัว ดังสมการ

$$t_0 = t + 1/K * \ln(1-L_t/L_\infty) \quad \text{.....(6)}$$

เมื่อ t_0 = อายุของสัตว์น้ำเมื่อมีความยาวเท่ากับศูนย์
t = อายุของสัตว์น้ำหรือระยะเวลาหลังจากไข่ฟักเป็นตัว
K = ค่าสัมประสิทธิ์ของการเติบโต
L_∞ = ความยาวสูงสุดที่สัตว์น้ำชนิดนั้นสามารถเติบโตได้
L_t = ความยาวของสัตว์น้ำที่อายุ t

2) วิธี Ford-Walford plot (Sparre and Venema, 1992) หาค่าพารามิเตอร์ของการเติบโตได้จากความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเมื่อสัตว์น้ำมีอายุ $t+d(L_{t+d})$ กับความยาวเมื่อสัตว์น้ำมีอายุ t (L_t) ดังสมการ

$$L_{t+d} = a + b*L_t \quad \text{.....(7)}$$

เมื่อ $a = L_\infty*(1-b)$ และ $b = e^{-K}$
ดังนั้น $K = -\ln(b)$ และ $L_\infty = a/(1-b)$

และสามารถหาค่าพารามิเตอร์การเติบโตได้จากข้อมูลอายุและความยาวโดยวิธี Von Bertalanffy plot (Sparre and Venema, 1992) แต่วิธีนี้ต้องทราบค่า L_∞ ก่อน จึงจะหาค่า K ได้ จากสมการ

$$-\ln(1-L_t/L_\infty) = -Kt_0 + K*t \quad \text{.....(8)}$$

ค่าของความชันของเส้นกราฟที่ได้คือค่า K

การตาย (Mortality)

นักชีววิทยาการประมงแบ่งการตายของสัตว์น้ำออกเป็น 2 ประเภทคือการตายโดยธรรมชาติ (natural mortality; M) และการตายเนื่องจากการประมง (fishing mortality; F) ซึ่งตามปกติการตายของสัตว์น้ำที่เกิดจากสาเหตุทั้งสองนี้จะเกิดควบคู่กันไป และมีความสัมพันธ์กันในรูปการแก่งแย่ง กล่าวคือภายในเวลาช่วงใดช่วงหนึ่งสัตว์น้ำแต่ละตัวมีโอกาสตายจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งคืออาจตายเนื่องจากการประมงหรือโดยธรรมชาติ แต่เมื่อสัตว์น้ำตายโดยธรรมชาติแล้ว ย่อมไม่มีโอกาสถูกจับหรือสัตว์ที่ถูกจับแล้ว ย่อมไม่มีโอกาสตายโดยธรรมชาติ

การประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (instantaneous total mortality coefficient; Z)

สามารถวิเคราะห์จากข้อมูลองค์ประกอบความยาวของสัตว์น้ำ โดยอาศัยค่าพารามิเตอร์ของการเติบโต L_∞ และ K จากสมการ Von Bertalanffy ได้แก่

1) วิธี linearized length converted catch curve (Sparre and Venema, 1992) เป็นการหาสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) จากความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสัตว์น้ำที่ถูกจับกับความยาวของสัตว์น้ำในแต่ละอันตรภาคชั้นในรูปลอการิธึมธรรมชาติ โดยใช้สมการการเติบโตของ Von Bertalanffy เปลี่ยนความยาวของสัตว์น้ำที่ถูกจับได้ให้อยู่ในรูปของอายุ

$$\ln (C(L1,L2) / \Delta t(L1,L2)) = C - Z*t ((L1+L2)/2) \quad \ldots\ldots(9)$$

เมื่อ $C_{(L1,L2)}$ = จำนวนสัตว์น้ำแต่ละอันตรภาคชั้น

$(L1+L2)/2$ = จุดกึ่งกลางของแต่ละอันตรภาคชั้น

$\Delta t = 1/K*\ln (L_\infty - L1 / L_\infty - L2)$

$t((L1+L2)/2) = t_0 - 1/k*\ln(1-((L1+L2)/2L_\infty))$

ดังนั้นค่าความชัน (b) = -Z

2) วิธี Jones and Van Zalinge (Sparre and Venema, 1992) เป็นการหาสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) จากความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสะสมของสัตว์น้ำที่มีความยาวตั้งแต่ความยาวสูงสุดจนถึงความยาวในอันตรภาคชั้นต่างๆ กับผลต่างระหว่างความยาวสูงสุดกับความยาวขีดจำกัดล่างในแต่ละอันตรภาคชั้นนั้นในรูปลอการิธึมธรรมชาติ ดังสมการ

$$\ln C(L,L_\infty) = a + Z/K * \ln (L_\infty - L) \quad \ldots\ldots(10)$$

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อ $C(L,L_\infty)$ = จำนวนสะสมของสัตว์น้ำแต่ละอันตรภาคชั้นของความยาวที่ $\geq L$

L = ความยาวขีดจำกัดล่างของแต่ละอันตรภาคชั้น

a = ค่าคงที่

Z/K = ค่าความชัน (b)

ดังนั้น $Z = K*b$

3) วิธี Beverton and Holt's Equation (Sparre and Venema, 1992) สามารถหาสัมประสิทธิ์การตายรวมจากสมการ

$$Z = K*(L_\infty - \bar{L}) / (\bar{L} - Lo) \quad \text{.....(11)}$$

เมื่อ Z = สัมประสิทธิ์การตายรวม

$\bar{L}$ = ค่าเฉลี่ยของความยาวของสัตว์น้ำที่มีความยาว $\geq Lc$

Lc = ความยาวแรกจับ (length at first capture)

4) วิธี Powell-Wetherall method (Sparre and Venema, 1992) ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของสัตว์น้ำที่มีความยาวมากกว่า หรือเท่ากับความยาวที่ full recruitment ในรูปของสมการเส้นตรงซึ่งสามารถหาค่า L_∞ และ Z/K ได้ดังสมการ

$$(\bar{L} - L') = a + b*L' \quad \text{.....(12)}$$

เมื่อ $\bar{L}$ = ค่าความยาวเฉลี่ยของสัตว์น้ำที่มีความยาว $\geq L'$

L' = ความยาวในแต่ละอันตรภาคชั้นที่กำหนดให้เป็นความยาวที่ full recruitment

$a = -b*L_\infty$

$b = -K/ (Z+K)$

ดังนั้น $L_\infty = -a/b$ และ $Z/K = -(1+b)/b$

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากธรรมชาติ (natural mortality coefficient; M)

1) วิธีของ Taylor (1958 อ้างถึงใน กิตติพงศ์ กลิ่นรอด, 2533) ได้เสนอว่าอายุสูงสุดของสัตว์น้ำ (t_m) คืออายุของสัตว์น้ำที่เติบโตมาถึง 95 เปอร์เซ็นต์ของความยาวสูงสุด (L_∞) จากสมการ Von Bertalanffy สามารถหาความยาวสูงสุดของสัตว์น้ำได้ดังสมการ

$$t_m = t + 2.9557/K \quad \text{.....(13)}$$

และสามารถประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติได้จากสมการ

$$M = 2.9557/t_m \quad \text{.....(14)}$$

2) Pauly's empirical formula (Sparre and Venema, 1992) ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเติบโตและอุณหภูมิจากกลุ่มปลาในเขตอินโดแปซิฟิกแล้วเสนอเป็นสมการในรูปของลอการิธึม สำหรับใช้ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติดังนี้

$$\log_{10} M = - 0.0066 - 0.2790 \log_{10} L_\infty + 0.6543 \log_{10} K + 0.4634 \log_{10} T \text{.....(15)}$$

$$\log_{10} M = - 0.2107 - 0.0824 \log_{10} W_\infty + 0.6757 \log_{10} K + 0.4687 \log_{10} T \text{.....(16)}$$

เมื่อ M = สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (natural mortality coefficient)

L_∞ = ความยาวสูงสุด (asymtotic length) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

W_∞ = น้ำหนักสูงสุด (asymtotic weight) มีหน่วยเป็นกรัม

K = สัมประสิทธิ์การเติบโต (curvatur parameter)

T = อุณหภูมิ (C°)เฉลี่ยตลอดปีของแหล่งน้ำที่สัตว์น้ำชนิดนั้นอาศัยอยู่

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากการประมง (fishing mortality coefficient; F)

Beverton and Holt (1957 อ้างถึงใน Sparre and Venema, 1992) กล่าวถึงสัมประสิทธิ์การตายรวมที่เกิดจากการตายในทุก ๆ สาเหตุของสัตว์น้ำในประชากรนั้น ๆ และแบ่งการตายออกเป็น 2 สาเหตุใหญ่ ๆ คือ การตายเนื่องจากการประมง (fishing mortality, F)และการตายเนื่องจากธรรมชาติ (natural mortality, M) ดังนั้นเมื่อทราบค่า Z และค่า M แล้ว สามารถหาค่า F ได้ดังสมการ

$$Z = F + M \text{.....(18)}$$

$$F = Z - M \text{.....(19)}$$

เมื่อ Z = ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม
F = ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง
M = ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่ใช้ในทางชีววิทยาการประมง

1) LESA (Length based Fish Stock Assessment) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางชีววิทยาการประมง โดยใช้ข้อมูลการแพร่กระจายความถี่ของสัตว์น้ำในการวิเคราะห์ เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต (growth parameter) การตาย (mortality rate) วิเคราะห์กลุ่มประชากร (cohort analysis) และผลจับต่อการทดแทนที่ (yield per recruit) (Sparre, 1987 อ้างถึงใน Sparre and Venema, 1992)

2) ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis) เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โดยใช้ข้อมูลการแพร่กระจายความถี่ของขนาดสัตว์น้ำ (length frequency) มาใช้ในการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์การเติบโต (L_∞ และ K) การตาย (Z) จากกราฟของผลจับ (catch curve) และการทดแทนที่ในกลุ่มประชากร (Gayanilo, Soriano and Pauly, 1988)

3) FiSAT (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่รวมโปรแกรมข้างต้นทั้งสองโปรแกรมเข้าด้วยกัน (Gayanilo, Sparre and Pauly, 1994)

การศึกษาเกี่ยวกับชีววิทยาการประมงปูทะเล

Shanmugam และ Bensam (1980) ทำการศึกษาเกี่ยวกับชีววิทยาการประมงของปูทะเลในบริเวณ Tuticorin ประเทศอินเดียในระหว่างปีค.ศ. 1974-1975 ด้วยเครื่องมือประมงประเภทอวนและลอบ ผลผลิตปูทะเลที่จับได้ทั้งหมดประมาณ 9,460.6 กิโลกรัม โดยจำแนกเป็นผลผลิตที่จับได้ด้วยเครื่องมือประเภทอวน 5,072.1 กิโลกรัม (53.7%) และผลผลิตที่จับได้ด้วยเครื่องมือประเภทลอบ 4,388.5 กิโลกรัม (46.3%) ปูทะเลที่จับได้มีขนาดความกว้างของกระดองตั้งแต่ 8.0-20.5 เซนติเมตรและพบปูทะเลที่มีขนาดความกว้างของกระดอง 11.5 เซนติเมตรมากที่สุดในประชากรปูทะเลที่อาศัยในบริเวณนี้ รองลงมาคือปูทะเลที่มีขนาดความกว้างของกระดอง 15.5 และ 18.5 เซนติเมตร โดยมีอัตราส่วนระหว่างปูทะเลเพศผู้และเพศเมียที่เท่าๆ กันเฉพาะในเดือนพฤษภาคมและเดือนกันยายนของปีค.ศ. 1974 ซึ่งปูทะเลเพศเมียจะพบในอัตราส่วนที่มากกว่าปูทะเลเพศผู้ในเดือนมิถุนายนและกรกฎาคม ปีค.ศ. 1974 และระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม ปีค.ศ. 1975 ส่วนปูทะเลเพศผู้จะพบในอัตราส่วนที่มากกว่าปูทะเลเพศเมียในเดือนสิงหาคมและระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคมของปีค.ศ. 1974 นอกจากนี้จากการศึกษาระยะเจริญพันธุ์

พบว่าขนาดความกว้างกระดองของปูทะเลที่สมบูรณ์เพศ (mature) ของปูทะเลทั้งสองเพศอยู่ในช่วง 12.7-18.3 เซนติเมตร

Lalithadevi (1980) ทำการศึกษาเกี่ยวกับชีววิทยาการประมงของปูทะเลและปูชนิดอื่นในบริเวณ Kakinada ประเทศอินเดียในระหว่างปีค.ศ. 1979-1980 พบว่าผลผลิตปูทะเลในบริเวณนี้ที่จับได้จากเครื่องมือประมงประเภทต่างๆ เช่น อวนลาก อวนลอย มีประมาณ 169.66 ตัน มีขนาดความกว้างของกระดองอยู่ในช่วง 1.5-12.9 เซนติเมตร และขนาดที่พบมากอยู่ในช่วงความกว้างของกระดอง 4.85 เซนติเมตร โดยผลผลิตปูทะเลที่จับในบริเวณนี้มีมากในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน และระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดอง (CW) กับน้ำหนัก (W) ของปูทะเลทั้งสองเพศ พบว่าปูทะเลเพศผู้มีความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดอง (CW) กับน้ำหนัก (W) ดังนี้

$$W = -3.185900 + 2.718\ CW$$

ค่าสหสัมพันธ์ (r^2) = 0.9446

ส่วนปูทะเลเพศเมียมีความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดอง (CW) กับน้ำหนัก (W)

$$W = -3.00429 + 2.65819\ CW$$

ค่าสหสัมพันธ์ (r^2) = 0.9419

นอกจากนี้จากการศึกษาอายุและการเติบโตจากฐานนิยมของปูทะเลทั้งสองเพศที่จับได้ในบริเวณนี้พบว่า ปูทะเลเพศผู้มีอัตราการเติบโตเฉลี่ย 1 เซนติเมตรต่อเดือน ส่วนปูทะเลเพศเมียมีอัตราการเติบโต 0.7 เซนติเมตรต่อเดือน และพบว่าปูทะเลที่ถูกจับส่วนใหญ่มีอายุน้อยกว่า 1 ปี

ขนาดความกว้างกระดองของปูทะเลเพศเมียที่สมบูรณ์เพศ (mature) อยู่ในช่วง 5.7-11.8 เซนติเมตร โดยพบปูทะเลเพศเมียที่มีไข่นอกกระดองในระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน โดยพบมากที่สุดในเดือนธันวาคมและเดือนกุมภาพันธ์ และพบว่าอัตราส่วนระหว่างเพศของปูทะเลในบริเวณนี้ไม่มีความแตกต่างกัน

สำหรับประเทศไทยมีการศึกษาชีววิทยาการประมงของปูทะเลโดย สมบัติ ภู่วชิรานนท์ (2530) พบว่าปริมาณการจับปูทะเลโดยเครื่องมือประมงประเภทหยองปูที่บริเวณป่าชายเลนบางลา จังหวัดภูเก็ตตลอดปีพ.ศ. 2529 มีประมาณ 2,675 กิโลกรัม และจับปูทะเลได้มากในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน โดยจับได้ 250-380 กิโลกรัมต่อเดือน สำหรับเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคมปริมาณการจับได้ลดลงมีค่าระหว่าง 110-180 กิโลกรัมต่อเดือน โดยพบว่าปริมาณการจับปูทะเลมีความสัมพันธ์กับระดับน้ำทะเล ในระหว่างน้ำเกิดจะมีปริมาณการจับปูทะเลได้มากที่สุด ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดอง (CW) กับน้ำหนักของปูทะเล (W) มีดังนี้

ปูทะเลเพศผู้ log W = 3.6985 log CW-1.3474
ค่าสหสัมพันธ์ (r^2) = 0.9686
ปูทะเลเพศเมีย log W = 2.7827 log CW-0.5204
ค่าสหสัมพันธ์ (r^2) = 0.9709

นอกจากนี้จากการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของความสมบูรณ์เพศ โดยกำหนดค่าดรรชนีความสมบูรณ์เพศของปูเพศเมีย (female maturity index; FMI) กับขนาดความสัมพันธ์ของกระดองปู พบว่าปูทะเลเพศเมียส่วนใหญ่จะเริ่มมีการพัฒนารังไข่เมื่อมีค่าดรรชนีความสมบูรณ์เพศตั้งแต่ 0.88 หรือมีขนาดความกว้างกระดองตั้งแต่ 11 เซนติเมตรขึ้นไป

Cheewasedtham (1990) ได้ศึกษาชีววิทยาการประมงของปูทะเล ในบริเวณป่าชายเลนคลองหงาว จังหวัดระนอง พบว่าปูทะเลเพศผู้มีความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดอง (CW) กับน้ำหนัก (W) ดังนี้

log W = 3.69941 log CW-1.012642
ค่าสหสัมพันธ์ (r^2) = 0.9052

ปูทะเลเพศเมียมีความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดอง (CW) กับน้ำหนัก (W)

log W = 2.559879 log CW-0.318198
ค่าสหสัมพันธ์ (r^2) = 0.9184

และจากการศึกษาการเติบโต การตาย และการทดแทนที่จากข้อมูลการกระจายความถี่ของความกว้างกระดอง (carapace width frequency distribution) โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Compleat ELEFAN พบว่าค่าพารามิเตอร์ของการเติบโต (growth parameters) ของปูทะเลเพศผู้ L_∞ = 17.5 เซนติเมตร และ K= 0.9 ต่อปี ส่วนปูทะเลเพศเมียพบว่าค่าพารามิเตอร์ของการเติบโต L_∞ = 17.7 เซนติเมตร และ K = 0.6 ต่อปี ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (total mortality; Z) ในปูทะเลเพศผู้และปูทะเลเพศเมียเท่ากับ 6.374 และ 4.120 ตามลำดับ การตายโดยธรรมชาติ (natural mortality; M) ในปูทะเลเพศผู้และปูทะเลเพศเมียเท่ากับ 1.938 และ 1.481 ตามลำดับ ส่วนการตายอันเนื่องมาจากการประมง (fishing mortality; F) ในปูทะเลเพศผู้และเพศเมียเท่ากับ 4.436 และ 3.639 ปูทะเลเพศผู้มีช่วงอายุ 3.3 ปี และปูทะเลเพศเมียมีช่วงอายุ 5 ปี การทดแทนที่ (recruitment) ในกลุ่มประชากรปูทะเลในบริเวณนี้พบว่ามีตลอดทั้งปี โดยที่ปูทะเลเพศผู้จะมีช่วงการทดแทนที่สูงในระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ปูทะเลเพศเมียจะมีช่วงการทดแทนที่สูงสองช่วงคือ ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม และระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม การวางไข่ของปูทะเลจะปรากฏตลอดปี ช่วงที่ปูทะเลมีการวางไข่มากที่สุดอยู่ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนธันวาคม ปูทะเลเพศเมียที่เริ่มสมบูรณ์เพศ (mature) มีขนาดเฉลี่ย 9.94 เซนติเมตร

Poovachiranon (1992) ได้ทำการศึกษาชีววิทยาการประมงของปูทะเลในบริเวณอ่าวพังงา พบว่าปูทะเลส่วนใหญ่ที่จับได้มีขนาดความกว้างของกระดองอยู่ในช่วง 9-11 เซนติเมตร คิดเป็นร้อยละ 53 ของปริมาณปูทะเลที่จับได้ทั้งหมด รองลงมาคือปูทะเลที่มีขนาดความกว้างของกระดองน้อยกว่า 9 เซนติเมตรและปูทะเลที่มีความกว้างของกระดอง 11-13 เซนติเมตร คิดเป็นร้อยละ 23 และ 22 ตามลำดับ ส่วนปูทะเลที่มีความกว้างของกระดองมากกว่า 13 เซนติเมตรมีปริมาณน้อยเพียงร้อยละ 2 ของปริมาณปูทะเลที่จับได้ทั้งหมดและจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความกว้าง (CW) กับน้ำหนัก (W) พบว่าปูทะเลเพศผู้มีความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดอง (CW) กับน้ำหนัก (W) ดังนี้

$$W = 0.0423\ CW^{3.726}$$

$$r = 0.9768052$$

ปูทะเลเพศเมียมีความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดอง (CW) กับน้ำหนัก (W)

$$W = 0.3357\ CW^{2.7265}$$

$$r = 0.9774$$

และจากการศึกษาอัตราส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมียพบว่าจะแปรผันในแต่ละฤดูกาลกล่าวคือปูทะเลเพศผู้จะจับได้มากในระหว่างเดือนตุลาคมถึงมกราคม ส่วนปูทะเลเพศเมียจะจับได้มากในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน และพบว่าค่าดรรชนีความสมบูรณ์เพศ (Gonad Somatic Index; GSI) สูงสุดอยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ทำให้คาดคะเนได้ว่าการอพยพเพื่อวางไข่ของปูทะเลเพศเมียส่วนใหญ่จะอยู่ในระหว่างช่วงเดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์

สุภาพ ไพรพนาพงศ์ (2538) ได้ศึกษาปริมาณการจับและชีววิทยาบางประการของปูทะเลในจังหวัดระนองตลอดปีพ.ศ. 2536 พบว่าปริมาณการจับรวมทั้งหมดมีประมาณ 304.2 ตันต่อปีและมีความกว้างของกระดองระหว่าง 5.4-14.5 เซนติเมตร โดยปูทะเลเพศผู้มีความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดอง (CW) กับน้ำหนัก (W) ดังนี้

$$W = 0.0939\ CW^{3.4391}$$

ค่าสหสัมพันธ์ (r^2) = 0.9323

ส่วนปูทะเลเพศเมียมีความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดอง (CW) กับน้ำหนัก (W)

$$W = 0.4091\ CW^{2.6852}$$

ค่าสหสัมพันธ์ (r^2) = 0.9203

และพบว่าปูทะเลเพศเมียที่สมบูรณ์เพศมีความกว้างกระดองระหว่าง 7.7-12.5 เซนติเมตร ซึ่งในรอบปีจะพบจำนวนปูทะเลที่มีไข่มากที่สุดในเดือนกันยายนและพบจำนวนปูทะเลที่มีไข่น้อยที่สุดในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม