# บทที่ 4

# วิจารณ์ผลการวิจัย

## องค์ประกอบสัตว์ทะเลหน้าดิน

จากการศึกษาองค์ประกอบของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ (macrofauna) ในป่าชายเลนธรรมชาติและป่าชายเลนที่ปลูกทดแทนอายุต่างๆ บริเวณคลองหงาว พบว่าองค์ประกอบเด่นได้แก่กลุ่มครัสตาเซียน (crustaceans) รองลงมาคือกลุ่มหอย (molluscs) ครัสตาเซียนที่พบส่วนใหญ่เป็นปูแสมในครอบครัว Grapsidae และปูก้ามดาบในครอบครัว Ocypodidae เช่นเดียวกับรายงานของ Frith (1977) และ Naiyanetr (1985) ทั้งนี้เพราะป่าชายเลนเป็นแหล่งอาหารของปูแสมซึ่งได้แก่ ใบ ดอก และฝักของพรรณไม้ในป่าชายเลนรวมทั้งมีสภาพแวดล้อมเหมาะสม เช่น มีความชุ่มชื้นสูงและมีที่กำบังแสงแดดโดยใช้ร่มเงาจากต้นไม้ (Frith *et al.*, 1976; Malley, 1977)

จากการวิเคราะห์ค่าดรรชนีความหลากหลาย (diversity) และค่า Eveness ของสัตว์ทะเลหน้าดิน พบว่าในบริเวณป่าธรรมชาติและป่าปลูกทดแทนอายุ 8 ปี มีสูงกว่าบริเวณป่าชายเลนปลูกอายุ 1 ปี ยกเว้นในบริเวณป่าชายเลนเพิ่งปลูกทดแทนที่มีค่าความหลากหลายและค่า Eveness สูงอาจเป็นเพราะเดิมบริเวณดังกล่าวเป็นป่าเสื่อมโทรมต่อมามีการถางพันเพื่อเตรียมพื้นที่ก่อนปลูกต้นไม้ทำให้มีเศษกิ่งไม้ใบไม้หลงเหลือตกค้างเป็นจำนวนมากและปกคลุมกระจายทั่วบริเวณ สัตว์ทะเลหน้าดินที่อาศัยในบริเวณนี้ได้ใช้ประโยชน์จากเศษกิ่งไม้ใบไม้เป็นอาหาร เช่น ปูแสม รวมทั้งใช้ประโยชน์ในการบดบังความเข้มของแสงทำให้พื้นผิวดินมีอุณหภูมิไม่สูงเป็นการช่วยลดการสูญเสียน้ำและยังเป็นแหล่งอาศัยที่เป็น microhabitat ส่งผลให้ค่าความหลากหลายและค่า Eveness ของสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบในบริเวณนี้สูง

สำหรับความหนาแน่นและมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดิน พบว่าในบริเวณป่าชายเลนแต่ละแปลงแตกต่างกันโดยสัตว์ทะเลหน้าดินในป่าชายเลนปลูกทดแทนอายุ 8 ปี มีความหนาแน่นและมวลชีวภาพสูงสุดและมีอัตราส่วนมากกว่าเป็น 2 เท่าเมื่อเทียบกับความหนาแน่นและมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดินที่อาศัยในป่าชายเลนปลูกทดแทนอายุ 1 ปี และป่าชายเลนที่เพิ่งปลูกทดแทน สำหรับกรณีที่พบว่าป่าชายเลนปลูกทดแทนอายุ 1 ปี มีความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินมากกว่าบริเวณป่าธรรมชาติ เนื่องจากมีหอยฝาเดียวชนิด *Cerithidea cingulata* ชุกชุมและมีความหนาแน่นสูงสุด เป็นเหตุให้ค่าความหนาแน่นและมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดินที่ในบริเวณป่าปลูกอายุ 1 ปีสูงกว่าบริเวณป่าชายเลนธรรมชาติ

การพบหอยฝาเดียวชนิดนี้ชุกชุมอาจเป็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากปัจจัยภายนอก (allogenic succession) โดยการกระทำของมนุษย์ที่ได้ถางตัดฟันและปรับสภาพพื้นที่ป่าเดิมเป็นนากุ้งและต่อมากลายสภาพเป็นนากุ้งร้างในที่สุด การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้สภาพแวดล้อมในบริเวณนากุ้งร้างไม่คงที่ ประกอบกับต้นไม้ที่ปลูกยังมีขนาดเล็กมีร่มเงาไม่มากพอ สภาพแวดล้อมดังกล่าวจึงเป็นปัญหาต่อการดำรงชีพของสัตว์ทะเลหน้าดินและทำให้มีสัตว์ทะเลหน้าดินน้อยชนิดที่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงหรืออาศัยในสภาพแวดล้อมนั้นได้ สัตว์ทะเลหน้าดินบางชนิดที่สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมดังกล่าว เช่น *Cerithidea cingulata* จึงมีชุกชุม

จากการเปรียบเทียบกับงานศึกษาเกี่ยวกับสัตว์ทะเลหน้าดินอื่นๆ พบว่าผลการศึกษาครั้งนี้เป็นไปในลักษณะเช่นเดียวกับการศึกษาของ Piyakarnchana (1988) ที่ศึกษาประชากรปูและหอยฝาเดียวในบริเวณป่าชายเลนปลูกอายุต่างๆ กันบนพื้นที่การทำเหมืองแร่ พบว่าในบริเวณป่าชายเลนปลูกอายุ 10 ปี และ 5 ปี มีความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินสูงเท่ากับ 136 และ 154 ตัวต่อตารางเมตรตามลำดับ แต่ในบริเวณป่าชายเลนปลูกที่มีอายุน้อยกว่า 1 ปี มีความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินต่ำสุดเท่ากับ 52 ตัวต่อตารางเมตร ส่วนป่าธรรมชาติที่ไม่ผ่านการทำเหมืองแร่มีความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินเท่ากับ 100 ตัวต่อตารางเมตร และเช่นเดียวกับรายงานของจิรากรณ์ คชเสนีและคณะ (2525) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบสัตว์ทะเลหน้าดินระหว่างบริเวณป่าธรรมชาติกับป่าโกงกางปลูกอายุ 2 ปี ป่าชายเลนที่มีต้นฝาดทะเลขาวเป็นพืชเด่น และบริเวณนากุ้งร้าง พบว่าบริเวณป่าโกงกางปลูกอายุ 2 ปี และบริเวณนากุ้งร้างมีจำนวนชนิดของสัตว์ทะเลหน้าดินน้อยมากรวมทั้งมีความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินน้อยกว่าบริเวณป่าธรรมชาติ

จากงานวิจัยข้างต้นจึงเห็นได้ว่าความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดินมีความสัมพันธ์กับอายุของป่าชายเลนที่ปลูกทดแทน เนื่องจากป่าชายเลนปลูกอายุหลายปีมีบทบาทในแง่เป็นแหล่งอาหารของสัตว์ทะเลหน้าดิน ป่าชายเลนปลูกที่มีอายุหลายปีจะมีเศษใบไม้ร่วงหล่นทับถมกันมากกว่าป่าชายเลนปลูกทดแทนที่มีอายุน้อย เศษใบไม้ที่ร่วงหล่นเป็นจุดเริ่มต้นของสายใยอาหารในป่าชายเลนโดยสัตว์ทะเลหน้าดินที่กินเศษใบไม้ที่ร่วงหล่นในป่าชายเลนเป็นอาหาร เช่น ปูแสมชนิด *Neoepisesarma mederi, N. versicolor, Parasesarma lanchesteri, Perisesarma eumolpe, Chiromanthes bidens, C. maipoensis* และ *Metopograpsus latifrons* (Nakasone *et al.* ,1985; Poovachiranon, 1986; Poovachiranon and Tantichodok, 1991) จะทำหน้าที่ย่อยสลายใบไม้ให้เป็นชิ้นเล็กๆ อย่างรวดเร็วแล้วถูกย่อยสลายต่อโดยพวกแบคทีเรียและรา หลังจากนั้นแบคทีเรียจะถูกกินโดยผู้บริโภคขั้นสูงกว่ามีการถ่ายทอดพลังงานเป็นสายใยอาหารและเกิดความซับซ้อนของสังคมสิ่งมีชีวิต ดังแสดงในรายงานของ Macintosh (1984) Nakasone และ Agena (1984) และ Shokita (1985) จึงทำให้บริเวณป่าชายเลนปลูกอายุหลายปีมีความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดินสูงสอดคล้องตามทฤษฎีปัจจัยที่มีผลต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต (Krebs, 1985; Valiela, 1995) ในด้านปัจจัยผลผลิต (Productivity factor) ประกอบกับสภาพป่าในบริเวณป่าชายเลนปลูกที่มีอายุหลายปี มีลักษณะหลากหลายคล้ายกับป่าชายเลนธรรมชาติ เช่น ลักษณะบริเวณรากและลำต้นรวมทั้งความ

สูงของต้นไม้ที่ต่างกัน ตลอดจนมีกิ่งไม้ใบไม้ที่ร่วงหล่นปกคลุมผิวดิน จึงมีส่วนเพิ่มความแตกต่างของที่อยู่อาศัยที่เป็น microhabitat ของสัตว์ทะเลหน้าดิน ความแตกต่างของ microhabitat มีผลทำให้ความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดินในบริเวณนี้สูงกว่าป่าชายเลนปลูกที่มีอายุน้อย เป็นไปตามทฤษฎีปัจจัยที่มีผลต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในด้านปัจจัยความแตกต่างหลากหลายของพื้นที่ (Spatial heterogeneity factor) นอกจากนี้ในบริเวณป่าชายเลนปลูกที่มีอายุหลายปีมีร่มเงาที่ช่วยในการบดบังแสงแดดรักษาความชุ่มชื้นของดิน ซึ่งการกระจายของสัตว์ทะเลหน้าดินบางกลุ่มเช่นปูและหอยต้องอาศัยลักษณะความชุ่มชื้นในดินและลักษณะร่มเงาไม้ (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, 2539) ร่มเงาไม้ยังก่อให้เกิดลักษณะสภาพแวดล้อมคงที่ ทำให้สัตว์ทะเลหน้าดินชนิดต่างๆ สามารถปรับตัวและอาศัยในสภาพแวดล้อมเช่นนี้ได้ จึงพบความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดินในบริเวณนี้สูง ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีปัจจัยที่มีผลต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ในด้านปัจจัยความคงที่ของสภาพแวดล้อม (Environmental stability factor)

**การศึกษาองค์ประกอบในกระเพาะอาหารปูทะเล**

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบในกระเพาะอาหารปูทะเลด้วยวิธี points method พบว่าครัสตาเชียน (crustaceans) เป็นองค์ประกอบหลักที่พบในกระเพาะอาหารของปูทะเล มีอัตราส่วนร้อยละ 51.58 รองลงมาได้แก่ ปลา (fishes) หอย (molluscs) สิ่งที่จำแนกไม่ได้ (unidentified) ทราย (sand) และเนื้อเยื่อของสัตว์ที่ผ่านการย่อย (digested animal tissue) มีอัตราส่วนคิดเป็นร้อยละ 15.47, 11.79, 1.85, 1.64 และ 17.67 ตามลำดับ เป็นไปในลักษณะเดียวกันกับรายงานการศึกษาของ Kathirvel และ Srinivasgam (1992) ที่พบครัสตาเชียนเป็นองค์ประกอบที่พบในกระเพาะอาหารปูทะเลในบริเวณ Cochin และ Pulicat ประเทศอินเดียมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 78.4 และ 46.6 ตามลำดับ รองลงมาได้แก่องค์ประกอบจำพวกปลาและหอยรวมทั้งอินทรีย์สารและสิ่งที่ไม่อาจจำแนกได้ อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้มีความแตกต่างจากรายงานของคนอื่นๆ เช่นกัน ดังรายงานของ Hill (1976) ที่ศึกษาองค์ประกอบอาหารของปูทะเลในประเทศออสเตรเลียและประเทศอัฟริกาใต้พบหอยเป็นองค์ประกอบหลักในกระเพาะอาหารของปูทะเลหรือรายงานของ Prasad และ Neelakantan (1988) ที่ศึกษาองค์ประกอบในกระเพาะอาหารของปูทะเลในบริเวณ Karwar ประเทศอินเดีย พบองค์ประกอบจำพวกอินทรีย์สารและปลาเป็นองค์ประกอบหลัก

ความแตกต่างของสัดส่วนองค์ประกอบในกระเพาะอาหารของปูทะเลในบริเวณต่างๆ เนื่องจากชนิดและความหนาแน่นของเหยื่อที่แตกต่างกันในแต่ละแหล่งอาศัย ดังกรณีการศึกษาองค์ประกอบในกระเพาะอาหารของปูทะเลบริเวณ Moreton Bay ประเทศออสเตรเลีย ที่พบองค์ประกอบหลักได้แก่ หอยสองฝา (bivalves) และหอยฝาเดียว (gastropods) มีอัตราส่วนคิดเป็นร้อยละ 30 และ 20 ตามลำดับเนื่องจากบริเวณนี้มีหอยสองฝากลุ่ม mytilid อาศัยอยู่อย่างชุกชุม แตกต่างจากองค์ประกอบหลักในกระเพาะอาหารของปูทะเลในบริเวณ Karwar ประเทศอัฟริกาใต้ที่พบหอยฝาเดียว (gastropods) ร้อยละ 47 และหอยสองฝา (bivalves) ร้อยละ 15 เนื่องจากในบริเวณ

ดังกล่าวมีหอยสองฝาอาศัยอยู่เพียงจำนวนน้อย แต่พบหอยฝาเดียวอาศัยอยู่ชุกชุมโดยเฉพาะชนิด *Nassa kraussiana* (Hill, 1976) หรือจากรายงานของ Hill (1979) ที่พบหอยสองฝาเป็นองค์ประกอบในกระเพาะอาหารปูทะเลในประเทศอัฟริกาใต้มีสัดส่วนสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 88 ขององค์ประกอบที่พบทั้งหมด สอดคล้องกับผลการสำรวจการกระจายของสัตว์ทะเลหน้าดินในบริเวณนั้นที่พบหอยสองฝามีหนาแน่นสูงสุด ดังนั้นองค์ประกอบที่พบในกระเพาะอาหารจึงมีความสัมพันธ์กับการกระจายและความหนาแน่นของเหยื่อที่ปูกินเป็นอาหาร (Pan-Wen *et al.*, 1992)

ปูทะเลรวมทั้งปูชนิดอื่นๆ ในครอบครัวนี้ เช่น *Portunus pelagicus, Thalamita crenata, Callinectes ornatus* จัดเป็นผู้ล่า (predator) ของสัตว์ทะเลหน้าดินชนิดต่างๆ โดยเฉพาะสัตว์หน้าดินที่เคลื่อนที่ช้า (Haefner, 1990; Cannicci *et al.*, 1996) จากผลการศึกษาองค์ประกอบสัตว์ทะเลหน้าดิน (macrofauna) ในป่าชายเลนบริเวณคลองหงาว พบว่าครัสตาเซียนเป็นองค์ประกอบของสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบในบริเวณนี้มากที่สุด ดังนั้นการพบครัสตาเซียนเป็นองค์ประกอบในกระเพาะอาหารของปูทะเลมากที่สุดจึงสอดคล้องสัมพันธ์กับการกระจายและความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินที่เป็นเหยื่อของปูทะเลในบริเวณนี้

สำหรับการศึกษาความถี่ของอาหารแต่ละชนิด (frequency of occurrence) ที่พบในกระเพาะอาหารปูทะเลในบริเวณนี้ พบว่าครัสตาเซียนมีความถี่ที่พบสูง คิดเป็นร้อยละ 65.9 รองลงมาได้แก่ หอย ปลา ทราย และสิ่งที่จำแนกไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 56.82, 43.18, 20.46 และ 20.46 ตามลำดับ ความถี่ขององค์ประกอบที่พบในกระเพาะอาหารปูทะเลในบริเวณนี้จึงสอดคล้องกับลักษณะการกระจายและความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินในบริเวณนี้เช่นกัน ความถี่ขององค์ประกอบในกระเพาะอาหารมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการย่อย (Cannicci *et al.*, 1996 ) การพบองค์ประกอบของปลาและหอยที่พบมีความถี่ค่อนข้างสูงใกล้เคียงกับกลุ่มครัสตาเซียนที่เป็นองค์ประกอบหลักในกระเพาะอาหารปูทะเล เนื่องจากกระดูกปลาและเปลือกหอยต้องใช้ระยะเวลาในการย่อยนาน จากรายงานของ Hill (1976) พบว่าปูทะเลต้องใช้เวลาในการย่อยกระดูกปลานานกว่า 3 วัน และต้องใช้เวลาในการย่อยส่วนเปลือกของหอยนานกว่า 9 วัน ทำให้มีโอกาสสูงที่จะพบองค์ประกอบกลุ่มปลาและหอยในกระเพาะอาหารของปูทะเล สำหรับเนื้อเยื่อของสัตว์ที่ผ่านการย่อย (digested animal tissue) มีความถี่ที่พบมากที่สุดคิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 75 เป็นเพราะปูทะเลมีอัตราการย่อยเนื้อเยื่อที่มีลักษณะอ่อนนุ่มเร็ว หลังจากที่ปูทะเลกินเหยื่อ ส่วนเนื้อเยื่อที่อ่อนนุ่มจะถูกย่อยอย่างรวดเร็วและเหลือเพียงร้อยละ 4 ภายใน 12 ชั่วโมง ดังนั้นจึงพบองค์ประกอบเนื้อเยื่อที่ผ่านการย่อยของเหยื่อกลุ่มต่างๆ เช่น ครัสตาเซียน ปลา หอย ในกระเพาะอาหารของปูทะเลเสมอ

สำหรับปูทะเลที่มีเพศและขนาดแตกต่างกันแม้ว่าจะมีอัตราส่วนและความถี่ที่พบองค์ประกอบในกระเพาะอาหารแตกต่างกัน แต่องค์ประกอบที่มีอัตราส่วนมากที่สุดและพบมีความถี่สูงคือกลุ่มครัสตาเซียน ซึ่งจากการทดสอบด้วยสถิติ chi-square พบว่าความถี่ขององค์ประกอบในกระเพาะอาหารของปูที่มีเพศและขนาดต่างกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า

องค์ประกอบในกระเพาะอาหารของปูทะเลไม่ได้เกิดจากอิทธิพลของเพศหรือขนาดที่แตกต่างกัน ดังนั้นความแตกต่างขององค์ประกอบในกระเพาะอาหารของปูแต่ละเพศหรือแต่ละวัยอาจเกิดจากความหลากหลายของเหยื่อที่ปูทะเลสามารถจับกินได้ (Williams, 1982)

**การเลือกอาหารของปูทะเล**

จากการใช้ Manly's Alpha Preference Index เป็นเครื่องบ่งชี้ชนิดอาหารที่ปูทะเลเลือก และใช้ค่า chi-square ทดสอบความถี่การเลือกอาหารของปูทะเลแสดงให้เห็นว่าอาหารหลักของปูทะเลที่อาศัยในป่าชายเลนบริเวณคลองหงาว ได้แก่ สัตว์ทะเลหน้าดินจำพวกปูแสม (Sesarmid crabs ) และปูก้ามดาบ *Uca* spp. ส่วนหอยฝาเดียวชนิด *Littorina scabra* และ *L. melanostoma* ที่พบอยู่ทั่วไปในบริเวณนี้จะถูกปูทะเลกินเป็นอาหารด้วยเช่นกัน แต่ไม่จัดว่าเป็นอาหารที่ปูทะเลเลือก ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Hill (1979) ที่ศึกษาการเลือกอาหารของปูทะเลในบริเวณ Kowie ประเทศอัฟริกาใต้โดยใช้ Ivlev Electivity Index เป็นเครื่องบ่งชี้ พบว่าอาหารที่ปูทะเลชอบมากที่สุด ได้แก่ปูแสมชนิด *Cleistostoma algoense* และปูชนิด *Hymenosoma orbbiculare* ในขณะที่หอยสองฝาชนิดอื่น เช่น *Solen corneus, Dosinia hepatica* ไม่จัดว่าเป็นอาหารที่ปูทะเลชอบ เนื่องจากปูทะเลจะได้พลังงานจากการกินอาหารจำพวกปูมากกว่าหอยสองฝา โดยพบว่าในปูชนิด *Cleistostoma algoense* และ *Hymenosoma orbbiculare* มีพลังงานเฉลี่ยสูงถึง 386 จูลต่อมิลลิกรัม ในขณะที่หอยสองฝาชนิด *Solen corneus* และ *Dosinia hepatica* มีพลังงานเฉลี่ยเพียง 67 จูลต่อมิลลิกรัมเท่านั้น ปูทะเลจึงเลือกที่จะกินอาหารที่ให้พลังงานสูงกว่า นอกจากนี้ปูทะเลยังต้องใช้พลังงานมากในการกินพวกหอยชนิดต่างๆ เนื่องจากมีโครงสร้างของเปลือกแข็ง ดังนั้นการเลือกอาหารของปูทะเลที่อาศัยในป่าชายเลนบริเวณคลองหงาวจึงเป็นไปในทำนองเดียวกันโดยเลือกกินสัตว์หน้าดินจำพวกปูแสมและปูก้ามดาบที่ให้พลังงานสูงกว่า ดังรายงานการศึกษาของ Thayer *et al.* (1973) ที่พบว่าในสัตว์จำพวกเดคาพอด (decapod) ในบริเวณปากแม่น้ำมีพลังงานเฉลี่ยในขณะมีชีวิตมากกว่าสัตว์จำพวกหอยฝาเดียว (gastropod) ประมาณ 3 เท่า สำหรับการศึกษาอิทธิพลของขนาดและเพศที่ต่างกันต่อการเลือกชนิดอาหาร พบว่าปูทะเลที่มีขนาดและเพศต่างกันจะชอบกินอาหารชนิดเดียวกันคือปูแสมและปูก้ามดาบ ส่วนอิทธิพลของขนาดที่มีต่อการเลือกกินของปูทะเล พบว่าปูทะเลจะเลือกกินอาหารที่มีขนาดใหญ่ก่อนเสมอเนื่องจากให้พลังงานมากกว่า จึงสรุปได้ว่าการกินอาหารของปูทะเลมีแนวโน้มที่จะเป็นไปตามทฤษฎี Optimal Foraging Theory

ในแง่พฤติกรรมการกินอาหาร จากการศึกษาในตู้ทดลองพบว่าปูทะเลเป็นสัตว์ที่ชอบหากินในเวลากลางคืน (nocturnal animal) เช่นเดียวกับรายงานการศึกษาของ Hill (1976) ซึ่งศึกษาในตู้ทดลองเช่นกัน พบว่าหลังจากดวงอาทิตย์ตกประมาณ 1 ชั่วโมงปูทะเลจะโผล่ออกจากใต้พื้นทรายเพื่อหาอาหารและจะขุดลงไปซ่อนตัวอยู่ใต้พื้นทรายอีกครั้งก่อนที่ดวงอาทิตย์จะขึ้น โดยปูทะเลจะมีการเคลื่อนไหวเพื่อหาอาหารตลอดทั้งคืน และพบปัจจัยเกี่ยวกับความเข้มของแสง

และการปรากฏของอาหารมีส่วนในการกระตุ้นให้ปูทะเลมีการเคลื่อนไหวหาอาหาร นอกจากนี้จากการสังเกตุพบว่าปูทะเลจะชอบไล่จับกินอาหารที่มีการเคลื่อนไหว (motile) มากกว่าพวกที่อยู่กับที่ (sessile) ปูทะเลจึงอาจจัดเป็นผู้ล่าชนิด pursuit hunter ด้วยเช่นกัน ส่วนลักษณะการจับและกินอาหารของปูทะเลขึ้นกับชนิดของอาหาร ปูทะเลจะอาศัยส่วนปลายของขาเดิน (dactyl) ที่มีประสาทสัมผัสทางเคมี (Chemoreceptor) ในการสำรวจเหยื่อ เมื่อส่วนปลายของขาเดินสัมผัสกับเหยื่อ ปูทะเลก็จะหยุดและใช้ก้ามจับเหยื่อป้อนเข้าปาก ในกรณีที่เหยื่อมีขนาดเล็กปูทะเลจะใช้ส่วนของ maxilliped คู่ที่ 3 ในการจับประคองเหยื่อไว้แล้วใช้ mandible กัดเหยื่อเป็นชิ้นเล็กขนาด 3-4 มิลลิเมตรหนาประมาณ 1-2 มิลลิเมตรก่อนที่จะทำการกลืนเข้าสู่ส่วนของกระเพาะอาหารเพื่อย่อยต่อไป (Hill, 1979)

**การเลือกแหล่งอาศัยของปูทะเล**

จากการศึกษาพบว่าปูทะเลที่จับจากแหล่งอาศัยในบริเวณป่าชายเลนธรรมชาติมีจำนวนมากกว่าปูทะเลที่จับจากบริเวณป่าชายเลนที่ปลูกทดแทนทุกแปลงและพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) เมื่อเทียบกับจำนวนของปูทะเลที่จับจากป่าชายเลนที่เพิ่งปลูกทดแทนและป่าชายเลนปลูกทดแทนอายุ 1 ปี ส่วนปูทะเลที่จับจากป่าชายเลนปลูกอายุ 8 ปี แม้มีจำนวนน้อยกว่าปูทะเลที่จับจากป่าชายเลนธรรมชาติ แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงแนวโน้มที่ปูทะเลจะเลือกอาศัยในป่าชายเลนปลูกที่มีอายุ 8 ปี ใกล้เคียงกับป่าชายเลนธรรมชาติ ซึ่งการเลือกแหล่งอาศัยที่แตกต่างกันของปูทะเลอาจเกิดจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ปัจจัยทางด้านอาหาร เนื่องจากผลการศึกษาการเลือกอาหารของปูทะเลที่อาศัยในบริเวณนี้ พบว่าปูทะเลชอบกินปูแสมเป็นอาหารมากที่สุดและจากการศึกษาองค์ประกอบสัตว์ทะเลหน้าดินพบความหนาแน่นของปูแสมในบริเวณป่าชายเลนธรรมชาติและป่าชายเลนปลูกทดแทนอายุ 8 ปี สูงสุดเท่ากับ 25 ตัวต่อตารางเมตร รองลงมาคือป่าชายเลนที่เพิ่งปลูก ส่วนในบริเวณป่าชายเลนปลูกอายุ 1 ปี พบความหนาแน่นของปูแสมต่ำที่สุดเท่ากับ 13.47 ตัวต่อตารางเมตร ประกอบกับรายงานของ Hill (1979) ที่พบความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ปูทะเลอยู่ในแต่ละบริเวณกับความหนาแน่นของเหยื่อ บริเวณที่มีความหนาแน่นของเหยื่อสูงปูทะเลจะอยู่ในบริเวณนั้นนานกว่าบริเวณที่มีความหนาแน่นของเหยื่อต่ำ แสดงถึงอิทธิพลความหนาแน่นของเหยื่อที่มีต่อการกระจายของปูทะเล ดังนั้นอาหารอาจเป็นปัจจัยประการหนึ่งที่มีผลต่อการเลือกแหล่งอาศัยของปูทะเล นอกจากนี้ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม เช่น ความชุ่มชื้น มีอิทธิพลต่อการเลือกแหล่งอาศัยของปูทะเลเช่นกัน เนื่องจากปูชนิดต่างๆ ที่อาศัยในบริเวณป่าชายเลนต้องประสบกับปัญหาการสูญเสียน้ำจากร่างกาย โดยเฉพาะพวกปูที่อาศัยอยู่ในน้ำ (aquatic crab) เช่น ปูทะเล จะมีอัตราการสูญเสียน้ำสูงดังตัวอย่างการทดลองของ Herried (1969) อ้างถึงใน Warner (1977) พบว่าปูสกุล Callinectes ซึ่งเป็นปูในครอบครัว Portunidae เช่นเดียวกับปูทะเล มีอัตราการสูญเสียน้ำสูงกว่าปูที่จัดเป็นพวกที่อาศัยบนดิน (land crab) เช่นปูแสม *Sesarma* spp. และปูก้ามดาบ *Uca* spp. ปูทะเลต้องมีการปรับกลยุทธเพื่อแก้ปัญหาการสูญเสียน้ำ เช่น มีพฤติกรรมการขุดและหลบอยู่ในรู รูของปูทะเลมักพบตามบริเวณชายน้ำ (Macnae, 1968; Khan and Alam, 1992) และมี

ความลึกของรูถึงระดับที่น้ำใต้ดินมาหล่อเลี้ยง (Jones, 1984) เพื่อปูทะเลจะได้จุ่มตัวลงในน้ำ กรณีการเลือกอาศัยในป่าชายเลนธรรมชาติและป่าชายเลนปลูกอายุ 8 ปี ที่มีความชุ่มชื้นมากอาจเป็นกลยุทธประการหนึ่งเพื่อช่วยลดปัญหาการสูญเสียน้ำของปูทะเล เนื่องจากร่มเงาของต้นไม้มีส่วนทำให้สภาพแวดล้อม เช่น ระดับอุณหภูมิและความชุ่มชื้นในบริเวณป่าชายเลนปลูกอายุหลายปีค่อนข้างคงที่และไม่แตกต่างกับบริเวณป่าชายเลนธรรมชาติ

สำหรับการเลือกแหล่งอาศัยของปูทะเลขนาดต่างๆ เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติ chi-square พบว่าการกระจายของปูทะเลขนาดต่างๆ ไม่เป็นอิสระ แสดงถึงอิทธิพลของแหล่งอาศัยที่มีผลต่อการเลือกแหล่งอาศัยของปูทะเลขนาดต่างกัน ปูที่มีขนาดความกว้างกระดองมากกว่า 6 เซนติเมตร มีจำนวนมากที่สุดในป่าชายเลนธรรมชาติ รองลงมาได้แก่บริเวณป่าชายเลนปลูกอายุ 8 ปี ป่าชายเลนเพิ่งปลูกทดแทน และป่าชายเลนปลูกทดแทนอายุ 1 ปี ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีปัจจัยด้านอาหารและสภาพแวดล้อมมาเกี่ยวข้อง และผลการวิเคราะห์ในครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Hill (1979) ที่ทดสอบการกระจายของปูทะเลด้วยสถิติ chi-square พบว่าไม่เป็นอิสระเนื่องจากมีปัจจัยความหนาแน่นของเหยื่อที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ส่วนบริเวณป่าชายเลนปลูกอายุ 1 ปี ที่พบปูทะเลขนาดเล็กมีขนาดความกว้างของกระดองน้อยกว่า 6 เซนติเมตรมากอาจเนื่องมาจากบริเวณนี้อยู่ใกล้กับทะเลมากที่สุด ตัวอ่อนของปูทะเลที่อพยพจากทะเลจึงมีโอกาสสูงที่จะเข้ามาอาศัยในบริเวณนี้ทำให้พบปูทะเลขนาดเล็กในบริเวณป่าชายเลนปลูกอายุ 1 ปี มากกว่าบริเวณอื่น

**สภาวะการประมงปูทะเลในป่าชายเลนบริเวณคลองหงาว**

จากข้อมูลที่บันทึกจากพ่อค้าคนกลางที่รับซื้อปูทะเลจากชาวประมง ปริมาณปูทะเลที่จับจากบริเวณป่าชายเลนคลองหงาวมีประมาณ 65 ตันต่อปี และลดต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Cheewasedtham (1990) ที่รายงานปริมาณปูทะเลที่ได้จากการจับในบริเวณเดียวกันมีประมาณ 109 ตันต่อปี การลดลงของปริมาณปูทะเลในบริเวณนี้อาจมีสาเหตุมาจากการจับปูทะเลที่มีขนาดเล็กขึ้นมาใช้ประโยชน์มากเกิน ซึ่งในปูทะเลขนาดเล็กเหล่านั้นส่วนหนึ่งเป็นปูทะเลเพศเมียที่ยังไม่สมบูรณ์เพศ เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้พบว่าขนาดความกว้างของกระดองแรกเริ่มสมบูรณ์เพศ (size at first sexual maturity) ของปูทะเลเพศเมียอยู่ในช่วง 8.2-12.6 เซนติเมตร ความกว้างกระดองขนาดแรกเริ่มสมบูรณ์เพศเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 9.9 เซนติเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Cheewasedtham (1990) ที่พบช่วงความกว้างกระดองที่เริ่มสมบูรณ์เพศและขนาดแรกเริ่มสมบูรณ์เพศเฉลี่ยเท่ากับ 8.35-11.51 และ 9.94 เซนติเมตรตามลำดับ และจากรายงานของ Ong (1966) พบว่าปูทะเลเริ่มวางไข่ครั้งแรก (first spawn) เมื่อมีความกว้างของกระดอง 11.42 เซนติเมตร ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลการกระจายความถี่ของความกว้างกระดองของปูทะเลที่จับจากบริเวณคลองหงาวกับข้อมูลการเติบโตของปูทะเลที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการของ Ong (1966) ที่พบว่าปูทะเลที่มีอายุ 1 ปี จะมีขนาดความกว้างกระดองประมาณ 10 เซนติเมตร ทำให้ทราบว่าปูทะเลเพศเมียที่ถูกจับโดยชาว

ประมงในบริเวณนี้ส่วนใหญ่เป็นปูทะเลที่มีอายุน้อยกว่า 1 ปี โดยมีอัตราส่วนปูทะเลเพศเมียที่ความกว้างกระดองน้อยกว่า 8 และ10 เซนติเมตรคิดเป็นร้อยละ 46.73 และ 87.43 ตามลำดับ ดังนั้นปูทะเลเพศเมียที่ถูกจับได้อย่างน้อยร้อยละ 80 ไม่มีโอกาสได้วางไข่ในธรรมชาติ และเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของ Paphavasit *et al.* (1992) ที่พบว่าปูทะเลเพศเมียที่ถูกจับได้ในช่วงเวลาดังกล่าวอย่างน้อยร้อยละ 50 ไม่มีโอกาสวางไข่ในธรรมชาติ ทำให้ทราบว่าการจับปูทะเลเพศเมียขนาดเล็กที่ยังไม่มีโอกาสวางไข่มีอัตราเพิ่มสูงขึ้น การจับปูทะเลที่มีขนาดเล็กได้เพิ่มมากขึ้นจากเดิมเป็นเพราะชาวประมงได้เปลี่ยนมาใช้ลอบปูแบบพับได้ที่มีตาอวนขนาดเล็กและมีประสิทธิภาพการจับสูงกว่าแร้วปูที่ใช้ในอดีตประกอบกับมีผู้รับซื้อปูทะเลขนาดเล็กมีน้ำหนักต่ำกว่า 200 กรัมหรือมีความกว้างของกระดองน้อยกว่า 10 เซนติเมตร ซึ่งเดิมไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคมาเลี้ยงผลิตเป็นปูนิ่มและจำหน่ายแก่ผู้บริโภคทั้งภายในและภายนอกประเทศ จึงเป็นสาเหตุให้มีการนำปูทะเลขนาดเล็กมาใช้ประโยชน์ในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น

**อัตราส่วนระหว่างเพศ**

จากผลการศึกษาอัตราส่วนระหว่างเพศของปูทะเลบริเวณป่าชายเลนคลองหงาว พบว่าปูทะเลเพศผู้มีจำนวนมากกว่าปูทะเลเพศเมีย โดยมีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 1:0.79 อัตราส่วนของปูทะเลเพศเมียได้ลดลง 2 ช่วงในรอบหนึ่งปี คือช่วงแรกระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคมและช่วงที่สองคือเดือนมิถุนายน ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Cheewasedtham (1990) ที่พบอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 1:0.82 และพบอัตราส่วนของปูทะเลเพศเมียได้ลดลง 2 ช่วงในรอบหนึ่งปีเช่นกัน คือช่วงแรกเดือนเมษายน และช่วงที่สองระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน และจากรายงานของ Poovachiranon (1992) พบว่าปูทะเลเพศเมียในบริเวณอ่าวพังงาที่มีขนาด 11 เซนติเมตรขึ้นไปได้ลดจำนวนลงในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากช่วงเวลาอื่น ($p<0.05$) ช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงปลายฤดูฝน อิทธิพลจากน้ำฝนทำให้อุณหภูมิและความเค็มของน้ำบริเวณป่าชายเลนมีการแปรปรวนและลดต่ำลง ลูกปูทะเลวัยอ่อนระยะ Zoea ไม่สามารถทนต่อความเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ดังนั้นปูทะเลเพศเมียจึงต้องอพยพจากบริเวณป่าชายเลนไปวางไข่ในทะเล ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของนักวิจัยอีกหลายท่านที่กล่าวถึงการอพยพของปูทะเลเพศเมียเพื่อไปวางไข่ในทะเลนอกบริเวณชายฝั่ง เช่น รายงานของ Ong (1966) Hill (1974) Wright (1990) Jayamanne (1992) และ Lee (1992)

Macintosh (1984) รายงานการลดลงของอัตราส่วนปูทะเลเพศเมียที่จับจากป่าชายเลนในประเทศมาเลเซียระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม และพบการเพิ่มของอัตราส่วนปูทะเลเพศเมียมีไข่นอกกระดองที่จับได้จากการทำประมงอวนลากบริเวณนอกฝั่งระหว่างเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม บ่งชี้ถึงการอพยพจากป่าชายเลนของปูทะเลเพศเมียเพื่อไปวางไข่ในทะเลนอกบริเวณชายฝั่ง ส่วนปูทะเลที่อาศัยในบริเวณคลองหงาวได้มีการเดินทางไปวางไข่นอกบริเวณป่าชายเลนด้วยเช่นกัน โดยพบอัตราส่วนของปูทะเลเพศเมียที่มีไข่นอกกระดอง (berried female) ที่ถูกจับจากการทำประมง

อวนลากบริเวณนอกชายฝั่งได้เพิ่มสูงขึ้นในระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม (UNDP/UNESCO, 1991) การอพยพไปวางไข่นอกบริเวณชายฝั่งนอกจากทำให้อัตราส่วนของปูทะเลเพศเมียในบางช่วงเวลาลดต่ำลง อาจส่งผลกระทบทำให้อัตราส่วนเพศโดยรวมของปูทะเลเพศเมียต่ำกว่าเพศผู้ เนื่องจากในระหว่างที่ปูทะเลเพศเมียเดินทางออกไปวางไข่มีโอกาสที่จะถูกจับโดยชาวประมงที่ทำประมงอยู่นอกบริเวณชายฝั่ง

**ช่วงการวางไข่ชุกชุม (spawning peak)**

การผสมพันธ์วางไข่ของประชากรสัตว์น้ำในเขตร้อนมักเกิดติดต่อกันเป็นเวลานานและไม่ค่อยเป็นฤดูกาลที่ชัดเจน โดย Quinn และ Kojis (1987) ได้สรุปกิจกรรมการสืบพันธุ์ของปูทะเลในเขตร้อนและเขตอบอุ่น ในเขตร้อนกิจกรรมการสืบพันธุ์ของปูทะเลจะเกิดตลอดปีเช่นในประเทศฟิลิปปินส์ พบว่าปูทะเลมีการวางไข่ตลอดปีและมีช่วงการวางไข่ชุกชุมในเดือนพฤษภาคมและเดือนกันยายน ส่วนปูทะเลที่อยู่ในเขตอบอุ่นเช่นประเทศอัฟริกาใต้และประเทศออสเตรเลียจะมีการวางไข่เป็นฤดูกาล ช่วงการวางไข่ชุกชุมจะเป็นช่วงที่แหล่งน้ำมีปริมาณธาตุอาหารสูงซึ่งมักสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนที่มีมากในฤดูมรสุมหรือเกิดจากพายุ ยกเว้นในบางบริเวณที่มีฝนตกไม่รุนแรงแต่มีฝนตกตลอดปีก็จะพบรูปแบบการผสมพันธุ์ที่เกิดตลอดปีเช่นกัน เนื่องจากบริเวณดังกล่าวได้รับปริมาณธาตุอาหารเพียงพอ

สำหรับประเทศไทย Poovachiranon (1992) ได้กล่าวถึงการอพยพไปวางไข่ของปูทะเลที่อาศัยในป่าชายเลนบริเวณอ่าวพังงาในตอนปลายฤดูฝน เนื่องจากอิทธิพลน้ำจืดทำให้อุณหภูมิและความเค็มของน้ำบริเวณป่าชายเลนมีการแปรปรวนลดต่ำลงประกอบกับในฤดูฝนมีการพัดพาชะล้างธาตุอาหารทำให้แหล่งน้ำบริเวณชายฝั่งมีปริมาณสารอาหารเพิ่มสูงขึ้น และมีปริมาณแพลงก์ตอนชุกชุม ดังนั้นในช่วงเวลาดังกล่าวจึงมีการอพยพปูทะเลเพศเมียจากบริเวณป่าชายเลนไปวางไข่ในทะเลที่มีความเค็มของน้ำอยู่ในช่วง 32-32.8 ส่วนต่อพันส่วน และอุณหภูมิ 27.6-30.8 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมกับการพัฒนาของตัวอ่อนปูทะเล งานดังกล่าวสนับสนุนความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงความเค็ม โดยเฉพาะการลดลงอย่างรวดเร็วของความเค็มเนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่มีมากจะกระตุ้นให้มีการอพยพวางไข่ของปูทะเล (Perrine, 1979 อ้างถึงใน Heasman *et al.*, 1985)

ส่วนปูทะเลที่อาศัยในบริเวณคลองหงาวจากการศึกษาครั้งนี้ คาดว่าจะมีการวางไข่ชุกชุมในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม และช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม โดยช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคมน่าจะเป็นช่วงที่มีการวางไข่ชุกชุมที่สุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิของจังหวัดระนอง (ตารางที่ 39.) พบว่าช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคมเป็นช่วงปลายของฤดูฝนและเริ่มเข้าสู่ฤดูร้อน น้ำจืดที่มีมากในฤดูฝนทำให้ความเค็มของน้ำในบริเวณคลองหงาวลดต่ำเป็นการกระตุ้นให้ปูทะเลออกไปวางไข่ในบริเวณที่มีความเค็มสูงกว่าและ

เหมาะสมกับการเติบโตของตัวอ่อน ซึ่งจากการทดลองเพาะฟักปูทะเลโดย Ong (1965,1966) Brick (1974) Heasman และ Fielder (1983) พบว่าความเค็มที่เหมาะสมกับตัวอ่อนระยะ Zoea และระยะ Megalopa อยู่ในช่วง 30-34.5 และ 26-28 ส่วนในพันส่วน (ppt) ตามลำดับ ประกอบกับระดับอุณหภูมิในบริเวณจังหวัดระนองในช่วงเวลาดังกล่าวใกล้เคียงกับระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเติบโตของตัวอ่อนปูทะเลระยะต่างๆ ดังรายงานของ Hill (1974) ที่ศึกษาอุณหภูมิและความเค็มของน้ำทะเลที่เหมาะสมกับตัวอ่อนของปูทะเลระยะ Zoea ในประเทศอัฟริกาใต้ พบว่าระดับอุณหภูมิที่ปูทะเลวัยอ่อนระยะ Zoea มีชีวิตรอดได้ต้องน้อยกว่า 25 องศาเซลเซียส และความเค็มต้องไม่ต่ำกว่า 17.5 ส่วนต่อพันส่วน (ppt) และเสนอแนะว่าในเขตร้อนปูทะเลอาจทนทานต่อระดับอุณหภูมิที่สูงกว่าได้ และจากรายงานของ Marichamy และ Rajapackiam (1992) พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเติบโตและพัฒนาของตัวอ่อนปูทะเลระยะต่างๆ รวมทั้งระยะ Megalopa อยู่ในช่วง 28-31 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ในช่วงฤดูฝนมีการพัดพาชะล้างธาตุอาหารลงสู่แหล่งน้ำชายฝั่ง จากการศึกษาของ สุภาพร รักเขียว (2533) พบว่าปริมาณธาตุอาหารในไตรเจนและฟอสฟอรัสในบริเวณคลองหงาวช่วงฤดูฝนมีปริมาณมากกว่าช่วงฤดูแล้งค่อนข้างชัดเจน เนื่องจากน้ำจืดที่พัดพาชะล้างธาตุอาหารลงมา ส่งผลทำให้แหล่งน้ำนอกบริเวณชายฝั่งมีปริมาณสารอาหารเพิ่มขึ้นซึ่งจะมีผลทำให้มีปริมาณแพลงก์ตอนที่เป็นอาหารของปูทะเลวัยอ่อนเพิ่มด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้สูงที่ช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคมเป็นช่วงที่มีการวางไข่อย่างชุกชุมของปูทะเลที่อาศัยในป่าชายเลนบริเวณคลองหงาว

ตารางที่ 39. ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิของจังหวัดระนองระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2537 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2538

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 2537 | | | | | | 2538 | | | |
| | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. | มิ.ย. |
| ปริมาณน้ำฝน | 794.4 | 828.6 | 1033.5 | 107.7 | 89.4 | 9.7 | 7.7 | 1.1 | 80.6 | 88.3 | 376.7 | 497 |
| อุณหภูมิ | 30.6 | 30.2 | 29.2 | 32.3 | 32.3 | 32.8 | 33.2 | 34.5 | 35.5 | 35.3 | 33.7 | 31.6 |

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2539)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดอง (CW) และน้ำหนัก (W) ของปูทะเล**

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดอง (CW) และน้ำหนัก (W) ของปูทะเล พบว่า

ปูทะเลเพศผู้ $W = 0.0894\ CW^{3.39}$

ปูทะเลเพศเมีย $W = 0.2245\ CW^{2.91}$

เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ สมบัติ ภู่วชิรานนท์ (2530) Cheewasedtham (1990) Poovachiranon (1992) และ สุภาพ ไพรพนาพงศ์ (2538) โดยทดลองแทนค่าความกว้างของกระดอง (CW) ลงในสมการความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดอง (CW) และน้ำหนัก (W) พบว่าปูทะเลเพศผู้และเพศเมียที่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้มีความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดองและน้ำหนักใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ สมบัติ ภู่วชิรานนท์ (2530) ที่ได้ทำการศึกษาในบริเวณป่าชายเลนบางลา จังหวัดภูเก็ตมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 40. และ 41.

ตารางที่ 40. การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดอง (CW) และน้ำหนัก (W) ของปูทะเลเพศผู้ในงานวิจัยเกี่ยวกับปูทะเลในประเทศไทย

| CW (cm.) | สมบัติ ภู่วชิรานนท์ (2530) | Cheewasedtham (1990) | Poovachiranon (1992) | สุภาพ ไพรพนาพงศ์ (2538) | งานวิจัยครั้งนี้ |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 2.61 | 5.65 | 2.53 | 4.10 | 3.70 |
| 5 | 17.28 | 37.42 | 17.01 | 23.79 | 20.93 |
| 8 | 98.32 | 212.94 | 98.00 | 119.81 | 102.99 |
| 10 | 224.44 | 486.14 | 225.08 | 258.09 | 219.45 |
| 12 | 440.51 | 954.31 | 443.99 | 483.15 | 407.16 |
| 15 | 1,005.50 | 2,178.72 | 1,019.70 | 1,040.80 | 867.54 |

ตารางที่ 41 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดอง (CW) และน้ำหนัก (W) ของปูทะเลเพศเมียในงานวิจัยเกี่ยวกับปูทะเลในประเทศไทย

| CW (cm.) | สมบัติ ภู่วชิรานนท์ (2530) | Cheewasedtham (1990) | Poovachiranon (1992) | สุภาพ ไพรพนาพงศ์ (2538) | งานวิจัยครั้งนี้ |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 6.41 | 8.00 | 6.71 | 7.81 | 5.49 |
| 5 | 26.58 | 29.58 | 27.02 | 30.81 | 24.28 |
| 8 | 98.31 | 98.53 | 97.32 | 108.84 | 95.33 |
| 10 | 182.93 | 174.45 | 178.83 | 198.16 | 182.48 |
| 12 | 303.83 | 278.21 | 293.99 | 323.33 | 310.19 |
| 15 | 565.33 | 492.55 | 540.21 | 588.66 | 593.80 |

และเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักระหว่างปูทะเลเพศผู้และเพศเมีย พบว่าปูทะเลเพศเมียที่มีความกว้างของกระดอง (CW) น้อยกว่า 8 เซนติเมตร มีน้ำหนักมากกว่าเพศผู้และในทางกลับกันปูทะเลเพศผู้ที่มีความกว้างของกระดอง (CW) ตั้งแต่ 8 เซนติเมตรขึ้นไปมีน้ำหนักมากกว่าเพศเมีย ความสัมพันธ์ในลักษณะนี้พบเช่นเดียวกับการศึกษาของ สมบัติ ภู่วชิรานนท์ (2530) Poovachiranon (1992) และสุภาพ ไพรพนาพงศ์ (2538) ทั้งนี้เป็นเพราะปูทะเลเพศเมียที่มีความกว้างของกระดอง (CW) ตั้งแต่ 8 เซนติเมตรขึ้นไปเป็นขนาดที่อยู่ในช่วงสมบูรณ์เพศ ปูทะเลเพศเมียที่สมบูรณ์เพศจำเป็นต้องใช้พลังงานที่ได้จากอาหารเพื่อสร้างและพัฒนารังไข่เมื่อได้รับการผสมจากเพศผู้ หลังจากนั้นปูทะเลจึงจะอพยพไปยังนอกบริเวณชายฝั่งทะเลเพื่อวางไข่ (Ong, 1966; Hill, 1975; Wright, 1990; Jayamanne, 1992) สำหรับรายงานในประเทศไทย สมบัติ ภู่วชิรานนท์ (2533) อ้างถึงข้อมูลของวีระ โภคพันธ์ ที่จับปูทะเลเพศเมียได้ประมาณ 15 ตัวด้วยเครื่องมืออวนล้อมขณะทำการสำรวจปลาทูน่านอกชายฝั่งทะเลอันดามันในช่วงปีพ.ศ. 2522 บริเวณดังกล่าวอยู่ห่างจากชายฝั่งประมาณ 15-84 ไมล์ทะเลและมีความลึกประมาณ 97-200 เมตร จึงเป็นการแสดงให้เห็นว่าปูทะเลได้เดินทางออกมาไกลจากชายฝั่งมากเพื่อวางไข่ซึ่งต้องสูญเสียพลังงานส่วนหนึ่งเพื่อใช้ในการเดินทาง สำหรับปูทะเลเพศเมียที่อาศัยในบริเวณคลองหงาว พบว่ามีการอพยพไปวางไข่ในทะเลนอกบริเวณชายฝั่งด้วยเช่นกันดังรายงานของ UNDP/UNESCO (1991) นอกจากการสูญเสียพลังงานในกระบวนการพัฒนารังไข่และเดินทางไปวางไข่ในทะเลนอกบริเวณชายฝั่ง Heasman *et al.* (1985) พบว่าปูทะเลที่มีไข่นอกกระดองมีการกินอาหารน้อยกว่าปูทะเลที่ไม่มีไข่นอกกระดอง จากปัจจัยที่กล่าวมาทั้งหมดประกอบกันจึงอาจเป็นสาเหตุทำให้ปูทะเลเพศเมียขนาดดังกล่าวที่อยู่ในช่วงสมบูรณ์เพศมีน้ำหนักน้อยกว่าปูทะเลเพศผู้

ส่วนผลการทดสอบค่า b ด้วย t-test พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดองและน้ำหนักของปูทะเลไม่เข้ากฎกำลังสาม (cube law) ของสมการการเติบโตของ Von Bertalanffy (1938 อ้างถึงใน Sparre and Venema, 1992) โดยค่า b ในสมการความสัมพันธ์ความกว้างของกระดองและน้ำหนักของปูทะเลเพศผู้และเพศเมียเท่ากับ 3.39 และ 2.92 ตามลำดับ แต่ก็นับว่าใกล้เคียง 3 และเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับผลการศึกษาของ Cheewasedtham (1990) ที่พบว่าปูทะเลเพศผู้มีค่า b เท่ากับ 3.37 ส่วนปูทะเลเพศเมียมีค่า b เท่ากับ 2.56 และแตกต่างจาก 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ในกรณีความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดองและน้ำหนักของปูทะเลไม่เข้ากฎกำลังสาม อาจมาจากสาเหตุ 2 ประการ ประการแรก ปูทะเลในบริเวณที่ทำการศึกษานี้มีการเติบโตแบบอัลโลเมตริก (allometric growth) อย่างแท้จริง ส่วนสาเหตุประการที่สองเกิดจากความแปรปรวนของตัวอย่างที่ทำการสุ่มวัด โดยบางครั้งพบว่าสัตว์ในกลุ่มครัสตาเซียน (crustaceans) ชนิดเดียวกันหรือสัตว์ชนิดเดียวกันแต่เพศต่างกัน มีความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักไม่เป็นไปในลักษณะเดียวกัน ดังผลการศึกษาของ Lalithadevi (1980) พบว่าค่า b ของปูทะเลเพศผู้ไม่ต่างจาก 3 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) ส่วนปูทะเลเพศเมียมีค่า b ต่างจาก 3 หรือจากรายงานของทวีป บุญวานิช (2536) ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวตลอดตัว (TL) และน้ำหนักตัวของ

กุ้งแชบ๊วย *Penaeus merguiensis* de Man เป็นไปตามกฎกำลังสาม แสดงว่าการเติบโตของกุ้งแชบ๊วยเป็นแบบไอโซเมตริก (isometric growth) แตกต่างจากการศึกษาของ ภัคจุฑา เขมากรณ์ (2539) ที่พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวตลอดตัว (TL) และน้ำหนักตัวของกุ้งแชบ๊วยไม่เป็นไปตามเป็นไปตามกฎกำลังสาม หรือจากผลการศึกษาของ กิตติพงศ์ กลิ่นรอด (2533) แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวตลอดตัว (TL) และน้ำหนักตัวของกุ้งปล้อง *Parapenaeopsis hungerfordi* แต่ละเพศที่แตกต่างกันโดยกุ้งปล้องเพศผู้ความสัมพันธ์ของความยาวและน้ำหนักไม่เป็นไปตามเป็นไปตามกฎกำลังสาม ส่วนกุ้งปล้องเพศเมียพบว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นไปตามกฎกำลังสาม แม้ว่าผลการทดสอบทางสถิติของค่า b จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดองและน้ำหนักของปูทะเลแตกต่างจาก 3 อย่างมีนัยสำคัญ แต่สามารถใช้ค่า b จากสมการความสัมพันธ์นี้ในสมการการเติบโตตามที่ Gulland (1969 อ้างถึงใน ปรีชา สมมณี, 2520) แนะนำ

## การประมาณค่าพารามิเตอร์ชีววิทยาการประมงของปูทะเล

### พารามิเตอร์การเติบโต

จากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป FISAT (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools) วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์การเติบโตจากข้อมูลการกระจายความถี่ความกว้างของกระดองปูทะเลด้วยวิธีการของ Bhattacharya (1967 อ้างถึงใน Sparre and Venema, 1992) และนำค่าความยาวเฉลี่ย (mean) ที่ได้มาวิเคราะห์หาค่า $L_\infty$ และค่า K ตามวิธีของ Gulland and Holt Plot (Sparre and Venema, 1992) พบว่าค่าความกว้างกระดองสูงสุด ($L_\infty$) ของปูทะเลเพศผู้เท่ากับ 14.82 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 0.94 ต่อปี และอายุที่ปูทะเลมีความกว้างกระดองเท่ากับศูนย์ ($t_0$) เท่ากับ 0.05 ปี ส่วนปูทะเลเพศเมียค่า $L_\infty$ เท่ากับ 12.51 เซนติเมตร ค่า K เท่ากับ 1.26 ต่อปี และ $t_0$ เท่ากับ 0.06 ปี แตกต่างจากผลการศึกษาของ Cheewasedtham (1990) ที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Compleat ELEFAN วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์การเติบโตของปูทะเลบริเวณคลองหงาวที่พบว่าค่า $L_\infty$ ของปูทะเลเพศผู้และเพศเมียเท่ากับ 17.5 และ17.7 เซนติเมตร ค่า K เท่ากับ 0.9 และ 0.6 ต่อปีตามลำดับ ดังนั้นจึงได้ตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ได้ในครั้งนี้โดยการแทนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในสมการของ Von Bertalanffy แล้วนำความกว้างของกระดองจากสมการของ Von Bertalanffy มาเปรียบเทียบกับความกว้างของกระดองของปูทะเลที่เพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการของ Ong (1966) พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 42. แสดงว่าค่าพารามิเตอร์การเติบโตที่ได้จากการวิเคราะห์ในครั้งนี้เป็นค่าที่เหมาะสม สำหรับสาเหตุที่ทำให้ค่า $L_\infty$ ที่ได้จากการศึกษาของ Cheewasedtham (1990) แตกต่างจากการวิเคราะห์ในครั้งนี้ เนื่องจากการวิเคราะห์ $L_\infty$ ด้วยโปรแกรม ELEFAN จะได้ค่า $L_\infty$ ที่สูงกว่าความเป็นจริง โดยพิจารณาจากค่า $L_\infty$ ที่วิเคราะห์ได้พบว่ามีค่าสูงกว่าค่าความยาวสูงสุดที่ได้จากการสังเกต (maximum observed length) (เพราวลัย นุชหมอน, 2532)

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต K ที่มีความสัมพันธ์ตรงข้ามกับค่า $L_\infty$ กล่าวคือปูทะเลเพศผู้มีค่า $L_\infty$ เท่ากับ 14.82 เซนติเมตร มีค่า K เท่ากับ 0.94 ต่อปี และปูทะเลเพศเมียมีค่า $L_\infty$ เท่ากับ 12.51 เซนติเมตร มีค่า K เท่ากับ 1.26 ต่อปี เนื่องจากเป็นไปตามความสัมพันธ์แบบผกผันระหว่างค่า $L_\infty$ และค่า K ดังนั้นปูทะเลเพศเมียที่มีค่า $L_\infty$ และค่าความยาวสูงสุดที่ได้จากการสังเกต (maximum observed length) ต่ำกว่าปูทะเลเพศผู้ จึงมีค่า K สูงกว่าปูทะเลเพศผู้

ตารางที่ 42. การเปรียบเทียบความกว้างของกระดองปูทะเล (cm.) จากรายงานของ Ong (1966) และความกว้างของกระดองปูทะเลที่ได้จากการแทนค่าพารามิเตอร์การเติบโตที่วิเคราะห์ได้ในสมการของ Von Bertalanffy

| ค่าความกว้างกระดองจากรายงานของ Ong (1966) | | | | ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์และแทนค่าลงในสมการ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Minimum | Maximum | Mean | Male | Female |
| อายุ (วัน) | | | | | |
| 30 | 0.33 | 0.36 | 0.34 | 0.42 | 0.32 |
| 34 | 0.48 | 0.53 | 0.51 | 0.56 | 0.49 |
| 38 | 0.60 | 0.75 | 0.68 | 0.71 | 0.65 |
| 44 | 0.80 | 1.03 | 0.92 | 0.93 | 0.89 |
| 52 | 1.13 | 1.36 | 1.21 | 1.21 | 1.21 |
| 60 | 1.39 | 1.69 | 1.54 | 1.49 | 1.52 |
| 71 | 1.58 | 1.95 | 1.86 | 1.86 | 1.93 |
| 82 | 1.98 | 2.58 | 2.35 | 2.22 | 2.32 |
| 97 | 2.60 | 3.29 | 2.94 | 2.70 | 2.83 |
| 113 | 3.26 | 4.27 | 3.61 | 3.19 | 3.36 |
| 135 | 4.07 | 4.84 | 4.33 | 3.83 | 4.03 |
| 165 | 4.50 | 5.73 | 5.10 | 4.65 | 4.86 |
| 195 | 5.34 | 6.65 | 6.01 | 5.40 | 5.61 |
| 231 | 6.25 | 8.06 | 7.08 | 6.24 | 6.42 |
| 281 | 7.56 | 9.72 | 8.54 | 7.27 | 7.38 |
| 336 | 8.98 | 11.42 | 9.97 | 8.30 | 8.30 |
| 415 | 9.73 | 11.08 | 10.60 | 9.48 | 9.28 |
| 523 | 10.70 | 11.95 | 11.33 | 10.77 | 10.29 |

**พารามิเตอร์การตาย**

ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z)

ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) เป็นผลรวมของค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) และค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) และการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงเป็นส่วนใหญ่ (Beverton and Holt, 1957 อ้างถึงใน สุนิสา สิรภควณิช, 2533) จากการเปรียบเทียบระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมของปูทะเลทั้งสองเพศ พบว่าปูทะเลเพศผู้มีค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมเท่ากับ 5.18 ต่อปี ซึ่งสูงกว่าปูทะเลเพศเมียที่มีค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมเท่ากับ 3.32 ต่อปีทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม เป็นข้อมูลที่ได้จากการทำประมงในบริเวณป่าชายเลนคลองหงาวโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนปูทะเลที่ถูกจับกับความกว้างของกระดองของปูทะเลแต่ละอันตรภาคชั้นในรูปลอการิธึมธรรมชาติ ดังนั้นปูทะเลเพศผู้ที่ไม่ได้อพยพจากบริเวณป่าชายเลนเพื่อไปวางไข่ในบริเวณนอกชายฝั่งเหมือนปูทะเลเพศเมียจึงถูกจับในบริเวณนี้มากกว่า ส่งผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมของปูทะเลเพศผู้ที่วิเคราะห์ได้สูงกว่าปูทะเลเพศเมีย และสอดคล้องกับผลการศึกษาอัตราส่วนระหว่างเพศของปูทะเลในบริเวณนี้ ซึ่งพบว่าปูทะเลเพศผู้มีอัตราส่วนมากกว่าเพศเมีย ส่วนการเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมของปูทะเลที่ Cheewasedtham (1990) ได้ทำการศึกษาในบริเวณนี้มาก่อน พบว่ามีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกันโดยปูทะเลเพศผู้มีค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมสูงกว่าปูทะเลเพศเมีย แต่ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมที่ประมาณได้มีความแตกต่างกันคือค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมของปูทะเลเพศผู้และเพศเมียเท่ากับ 6.374 และ 5.120 ต่อปีตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะการประมงและเครื่องมือประมงมีความแตกต่างกันและอาจเกิดจากความแตกต่างของเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกค่าสังเกต (observed value) ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์สมการเส้นตรง

**รูปแบบการทดแทนที่ (recruitment pattern)**

ปูทะเลเพศผู้และเพศเมียมีการทดแทนที่เข้าสู่ข่ายการทำประมงในบริเวณคลองหงาวตลอดปีและมีรูปแบบใกล้เคียงกัน กล่าวคือมีการทดแทนที่เข้าสู่ข่ายการประมงสูง 2 ช่วงในระหว่างเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคมและช่วงเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม ซึ่งเดือนกรกฎาคมเป็นเดือนที่มีการทดแทนที่สูงสุด คล้ายคลึงกับการทดแทนที่ของปูทะเลในบริเวณ Negombo ประเทศบังคลาเทศ ที่มีช่วงการทดแทนที่ 2 ช่วงในรอบปี คือ ช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคมและระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน (Jayamanne, 1992) นอกจากนี้พบว่าไม่แตกต่างกับการศึกษาของ Cheewasedtham (1990) ที่พบปูทะเลบริเวณคลองหงาวมีช่วงการทดแทนที่เข้าสู่ข่ายการทำประมงตลอดปีเช่นกันโดยปูทะเลเพศผู้มีช่วงการเข้าสู่ข่ายการทำประมงสูงในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ส่วนปูทะเลเพศเมียมีช่วงการทดแทนที่สูงสองช่วงคือระหว่างเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม และระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม รูปแบบการทดแทนที่บอกให้ทราบถึงจำนวนของฤดูกาลวางไข่ในรอบปี

ของกลุ่มประชากร (Pauly *et al.*, 1981 อ้างถึงใน Nugranad, 1990) และเมื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลวางไข่และรูปแบบการทดแทนที่ โดยพิจารณาระยะเวลาที่ใช้ในการเติบโตหลังจากเริ่มฟักออกเป็นตัวจนมีขนาดแรกจับ (size at first capture) พบว่าต้องใช้เวลาประมาณ 8 เดือนดังนั้นปูทะเลที่เข้าสู่ข่ายการประมงสูงในช่วงเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม จึงควรเป็นปูทะเลที่ฟักจากไข่ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม ซึ่งสอดคล้องกับช่วงการวางไข่ชุกชุมที่คาดคะเนไว้คือเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม และการที่ปูทะเลในบริเวณนี้มีรูปแบบการทดแทนที่ตลอดปีจึงสอดคล้องกับการวางไข่ของปูทะเลที่มีตลอดปีเช่นกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย