บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ทรัพยากรปลาทะเลนับว่ามีบทบาทสำคัญต่อชีวิตและความเป็นอยู่ของคนไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยได้มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงทั้งวิธีการและเครื่องมือทำการประมง เพื่อให้จับสัตว์น้ำเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากเดิมเคยใช้เครื่องมือประจำที่ เช่น โป๊ะ เป็นต้น ได้พัฒนาปรับเปลี่ยนมาใช้เครื่องมืออวนล้อมจับปลาผิวน้ำและเครื่องมืออวนลากปลาหน้าดินเป็นเครื่องมือหลักในการทำการประมงมากขึ้น ในช่วงปี พ.ศ. 2536-2540 มีผลผลิตทางการประมงทะเล ซึ่งเป็นผลผลิตรวมจากการเพาะเลี้ยงและการประมงทั้งในน่านน้ำและนอกน่านน้ำไทย อยู่ระหว่าง 3.0-3.2 ล้านตันต่อปี (กรมประมง, 2543ก.) และส่งเป็นสินค้าออกที่สำคัญของประเทศ (กรมประมง, 2543ข.) สำหรับทรัพยากรประมงทะเลที่ถูกนำขึ้นมาใช้ประโยชน์นั้น มีกลุ่มปลาผิวน้ำอยู่ประมาณร้อยละ 32.5 ของผลผลิตที่จับได้จากการประมงทะเลทั้งหมด (กรมประมง, 2543ก.) ในกลุ่มปลาผิวน้ำนี้ มีปลาที่มีความสำคัญและมีคุณค่าทางเศรษฐกิจหลายชนิด ได้แก่ ปลาทู ปลาโอ ปลาหลังเขียว ปลาอินทรี ปลาทูแขก ปลาสีกุน ปลาลัง และปลากะตัก เป็นต้น ในส่วนของปลาสีกุนนั้น จากการสำรวจโดยเรือประมงอวนล้อมจับประกอบแสงไฟล่อและเรืออวนลากคู่ในอ่าวไทย พบปลาสีกุนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ 3 ชนิด คือ ปลาสีกุนข้างเหลือง (*Selaroides leptolepis*) ปลาสีกุนบั้ง (*Atule mate*) และปลาสีกุนตาโต (*Selar crumenophthalmus*) มีองค์ประกอบเป็นอัตราส่วนประมาณ 1:3:4 (พิศมร, 2537) จากสถิติผลผลิตสัตว์ทะเลทั้งในอ่าวไทยและฝั่งอันดามันในปี พ.ศ. 2536 ปริมาณการจับปลาสีกุน (ไม่รวมปลาสีกุนตาโต) เท่ากับ 56,500 ตัน เพิ่มขึ้น เป็น 68,800 ตัน ในปี พ.ศ. 2537 และค่อย ๆ ลดจำนวนลงเป็น 55,700 ตัน, 53,000 ตัน และ 49,700 ตัน ในปี พ.ศ. 2538, 2539 และ 2540 ตามลำดับ (กรมประมง, 2543ก.) จากสถิติปริมาณการจับปลาสีกุนนี้ แสดงให้เห็นว่ามีการนำทรัพยากรปลาสีกุนขึ้นมาใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่แล้วและมีแนวโน้มการลดลงของทรัพยากร

ปลาสีกุนบั้งจัดเป็นปลาผิวน้ำที่มีความสำคัญและมีคุณค่าทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งในการประมงของไทย อาศัยอยู่บริเวณผิวน้ำและกลางน้ำ และมักอยู่รวมกันเป็นฝูง (เพียรศิริ, 2526) การศึกษาทางด้านชีววิทยาประมงของปลาสีกุนบั้งยังมีไม่มากนัก เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาทางด้านชีววิทยาประมงที่ปรากฏในประเทศไทย ได้แก่ Development of eggs and larvae of *Caranx mate* (Miller and Barbara, 1974), Growth rate of a carrangid fish, the Omaka *Caranx mate*, in Hawaii (Watarai, 1973)

การสำรวจ ศึกษา หรือวิจัยทางการประมงนั้น ส่วนใหญ่จะมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้สำหรับการประเมินสภาวะหรือสถานการณ์ความชุกชุมของทรัพยากร เพื่อหาระดับความเหมาะสมของการประมง นำไปสู่การจัดการทรัพยากรที่จะให้ผลผลิตตอบสนองต่อการใช้ประโยชน์สูงสุดอย่างยั่งยืน ทั้งการประเมินสภาวะของทรัพยากรและการจัดการทรัพยากร ต้องการข้อมูลสนับสนุนจากการศึกษาทั้งด้านชีววิทยาประชากรและพลวัตประชากรของทรัพยากรชนิดนั้น ๆ เช่น การผสมพันธุ์วางไข่ การเติบโต และการตาย เป็นต้น (Ricker, 1978) การวางไข่และการเติบโตเป็นปัจจัยที่ทำให้ปริมาณสัตว์น้ำเพิ่มขึ้น ส่วนการตายเป็นปัจจัยที่ทำให้ปริมาณสัตว์น้ำลดลง (King, 1995)

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทางด้านชีววิทยาประชากร เช่น การศึกษาขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ เพื่อประเมินว่าสัตว์น้ำมีขนาดความยาวเท่าใดที่สามารถจะเริ่มสืบพันธุ์และวางไข่ได้ (King, 1995) การศึกษาอัตราส่วนเพศตามขนาดความยาวของสัตว์น้ำ ซึ่งโดยปกติแล้วสัตว์น้ำส่วนใหญ่จะมีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียโดยรวมเป็น 1:1 (Nikolskii, 1969) แต่ข้อมูลอัตราส่วนเพศในแต่ละความยาวของสัตว์น้ำอาจจะเบี่ยงเบนออกจากอัตราส่วนดังกล่าว ข้อมูลนี้สามารถจะนำมาคาดคะเนปริมาณสัตว์น้ำเพศผู้และเพศเมียที่ขนาดความยาวต่าง ๆ (ทวีป, 2536) ส่วนการศึกษาความดกไข่ตามขนาดความยาวจะบ่งบอกได้ว่าแม่พันธุ์แต่ละขนาดความยาวสามารถให้ผลผลิตรุ่นต่อไปปริมาณเท่าใด ดังนั้นการศึกษาความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ อัตราส่วนเพศ และความดกไข่ สามารถนำไปสู่การคาดคะเนปัจจัยทางบวกที่ทำให้ปริมาณประชากรสัตว์น้ำเพิ่มขึ้นโดยการเข้าไปทดแทนที่ของประชากร การศึกษาฤดูวางไข่ของสัตว์น้ำเพื่อให้ทราบว่าสัตว์น้ำมีการวางไข่ในช่วงใด วางไข่กี่ครั้งต่อปี สามารถนำไปสู่การออกมาตรการในการอนุรักษ์ เช่น การศึกษาฤดูวางไข่ของปลาทูในฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย ในเขตน่านน้ำของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี ซึ่งพบว่ามี 2 ช่วง คือเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน และเดือนมิถุนายน-สิงหาคม (อุรุพันธ์, 2508) ได้นำไปสู่การออกมาตรการปิดอ่าวในช่วงฤดูปลามีไข่ตั้งแต่ 15 กุมภาพันธ์–31 มีนาคม และฤดูปลาวัยอ่อนตั้งแต่ 1 เมษายน–15 พฤษภาคม ของทุกปีในบริเวณพื้นที่ดังกล่าว ทำให้ชาวไทยยังคงมีทรัพยากรปลาทูรับประทานกันมาจนถึงทุกวันนี้

ในปัจจุบันประชากรไทยได้เพิ่มมากขึ้นทุกปี ในขณะที่อาหารโปรตีนจากทะเลกลับน้อยลงเนื่องจากความเสื่อมโทรมของทรัพยากรสัตว์น้ำโดยรวม การเพิ่มขึ้นหรือคงไว้ซึ่งแหล่งอาหารโปรตีนจากทะเลให้กับประชากรไทย อาจทำได้ทั้งจากทรัพยากรธรรมชาติและจากการเพาะเลี้ยง ในส่วนของทรัพยากรธรรมชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาหน้าดินได้เสื่อมโทรมลงเป็นอย่างมาก ปลาสีกุนบั้งก็เป็นสัตว์น้ำอีกชนิดหนึ่งที่ถูกนำขึ้นมาใช้ประโยชน์สูงสุดแล้วและมีแนวโน้มเสื่อมลงดังจะเห็นได้จากสถิติผลผลิตสัตว์ทะเล ดังนั้นการศึกษาชีววิทยาประมงจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาขั้นต่อไป ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ประกอบในการ

วางแผนอนุรักษ์ บริหารและจัดการทรัพยากรปลาสีกุนบั้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังจะเป็นแนวทางในการศึกษาชีววิทยาประมงในสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ ที่กำลังจะหมดไปจากท้องทะเล

การศึกษาวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาชีววิทยาประชากรบางประการของปลาสีกุนบั้ง ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนัก อัตราส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาว ความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ ความดกไข่และฤดูวางไข่ และศึกษาทางด้านพลวัตประชากร ซึ่งได้แก่ การเติบโตและการตาย

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทางอนุกรมวิธาน

ปลาสีกุนบั้ง หรือ ปลาสีกุนกบ ปลาหางกิ่ว ปลาหางแข็ง มีชื่อสามัญว่า One-finlet Scad มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Atule mate* (รูปที่ 1)

การจำแนกปลาสีกุนบั้งตามหลักอนุกรมวิธาน (FAO, 1974)

Class Teleostomi (Ostrichthyes)
Order Perciformes
Suborder Percoidei
Family Carangidae
Genus *Atule*
Species *mate* (Cuvier,1833)

ปลาสีกุนบั้งเป็นปลาที่มีลักษณะลำตัวรูปกระสวย แบนข้าง จะงอยปากแหลมยาวกว่าตา มีขากรรไกรบนยาวถึงขอบหน้าของตา เยื่อหุ้มตาขนาดใหญ่และหนาปกคลุมทั้งด้านหน้าและด้านหลังของตา บนกระดูกเหงือกอันล่างมีซี่กรองเหงือก 25-26 ซี่ จำนวนสันกระดูกแข็งที่ส่วนท้ายของเส้นข้างตัว 43-44 อัน ก้านครีบอ่อนแยกจากตัวครีบจำนวนหนึ่งอันบริเวณด้านท้ายครีบหลังและครีบก้น ครีบหางเป็นแฉกลึก มีแต้มสีดำบริเวณท้ายกระดูกปิดเหงือก ครีบหลัง ครีบหาง และฐานครีบอกมีสีเหลือง ครีบท้องสีขาว (ไพโรจน์ และ อังสุนีย์, 2542)

2. การแพร่กระจาย

ปลาสีกุนบั้ง อาศัยอยู่บริเวณกลางน้ำและผิวน้ำ มักอยู่รวมกันเป็นฝูง (เพียรศิริ, 2526) พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปบริเวณชายฝั่งในเขตอินโด-แปซิฟิค สำหรับในประเทศไทยพบกระจายอยู่ทั่วไปในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยและอันดามัน (Bhatiyasevi, n.d.)

รูปที่ 1 ปลาสีกุนบั้ง *Atule mate* (Cuvier, 1833)

3. อาหาร

ปลาสีกุนบั้งเป็นปลากินเนื้อสัตว์เป็นอาหาร (carnivorous) โดยอาหารของปลาสีกุนบั้งได้แก่ ปลา กุ้ง และสัตว์น้ำขนาดเล็ก (กรมประมง, 2535) เช่นเดียวกับปลาในกลุ่มสีกุนชนิดอื่นๆ เช่น *Atropus atropus*, *Alepes melanoptera*, *Carangoides equula*, *Selar boops* และ *Selar crumenopthalmus* เป็นต้น (FAO, 1974)

4. โรคพยาธิ

วิไลลักษณ์ (2532) ได้ทำการศึกษาชนิดของปรสิตในปลาสีกุนบั้งในอ่าวไทย พบว่าปรสิตภายนอก ซึ่งจะพบบริเวณเหงือก แผ่นแก้มและช่องปาก เป็นพวกปรสิตตัวกลม ปรสิตเปลือกแข็ง ปรสิตตัวแบน ปรสิตตัวตืด และปรสิตภายใน ซึ่งพบในเยื่อบุอวัยวะของตับ ม้ามกระเพาะอาหาร ลำไส้ ไส้ติ่ง อัณฑะและรังไข่ เป็นพวกปรสิตตัวกลม ปรสิตหัวหนาม ปรสิตตัวตืด โดยในปลาสีกุนบั้งขนาดใหญ่จะมีปรสิตมากกว่าในปลาขนาดเล็กทั้งชนิดและปริมาณ

5. การประมง

เครื่องมือประมงที่จับปลาสีกุนบั้งได้มาก ได้แก่ อวนล้อมและอวนลาก (ปลอดประสพ, 2533) จากสถิติผลจับปลาสีกุนในอ่าวไทยในปี พ.ศ. 2537 พบว่าปริมาณการจับปลาสีกุน (ไม่รวมปลาสีกุนตาโต) จากเครื่องมืออวนล้อม, อวนลากแผ่นตะเฆ่, อวนลากคู่และเครื่องมืออื่นๆ มีดังนี้ 43,374 ตัน (77.99 %), 8,735 ตัน (15.71 %), 2,370 ตัน (4.26 %) และ 1,137 ตัน (2.04 %) ตามลำดับ (กรมประมง, 2539) จากสถิติผลจับจะเห็นได้ว่าปลาสีกุนจะถูกจับโดยเครื่องมืออวนล้อมเป็นส่วนใหญ่

6. การศึกษาด้านชีววิทยาประชากร

การศึกษาทางด้านชีววิทยาประชากรของปลาสีกุนบั้งในประเทศไทยยังมีน้อยมาก เพียรศิริ (2526) รายงานว่าปลาสีกุนบั้งในอ่าวไทยมีการวางไข่มากในช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม และเดือนมิถุนายน-สิงหาคมในปีที่ทำการศึกษา (พ.ศ. 2523-2524)

6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนักสัตว์น้ำ

โดยทั่วไปแล้วน้ำหนักของปลาและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง จะเป็นสัดส่วนกับความยาวตามสมการความสัมพันธ์ของ Ricker (1971)

$$W = a L^{b}$$

โดยที่ W = น้ำหนักของสัตว์น้ำ (กรัม)

L = ความยาวของสัตว์น้ำ (เซนติเมตร)
a และ b = ค่าคงที่หาโดยใช้การวิเคราะห์เส้นถดถอย (linear regression analysis)

ซึ่งหากรูปแบบและความถ่วงจำเพาะของสัตว์ไม่เปลี่ยนแปลงตลอดชีวิต ความสัมพันธ์ของน้ำหนักและความยาวจะเป็นสัดส่วนที่เรียกว่ากฎกำลังสาม (cube law) คือ ค่า b ซึ่งในที่นี้จะหมายถึงสัมประสิทธิ์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมื่อความยาวมากขึ้น มีค่าเท่ากับ 3 เป็นการเจริญเติบโตแบบไอโซเมตริก (isometric growth) นั่นคือ การเติบโตในทุกส่วนของร่างกายจะมีการเติบโตอย่างเป็นสัดส่วนกันโดยตรง แต่ถ้า b มีค่าไม่เท่ากับ 3 จะเป็นการเจริญเติบโตแบบออลโลเมตริก (allometric growth) นั่นคือ การเติบโตในทุกส่วนของร่างกายไม่เป็นสัดส่วนกันโดยตรง (Bertalanffy, 1938 อ้างโดย ทวีป, 2536) สัตว์น้ำที่มีผู้รายงานว่ามีการเจริญเติบโตแบบไอโซเมตริก เช่น ปลาโอลาย *Euthynnus affinis* และ ปลาโอแกลบ *Auxis thazard* (ทวีป และคณะ, 2540) ปลาลัง *Rastrelliger kanagurta* (ทวนทอง, 2540) ปลาทูแขก *Decapterus maruadsi* (เพราลัย, 2532) ปลาอกแร *Dussumeria acuta*, ปลาทู *Rastrelliger brachysoma*, ปลาสีกุน *Carangoides malabaricus* และ ปลาแป้น *Secutor ruconius* (Cinco, 1982) เป็นต้น ส่วนสัตว์น้ำที่มีการเจริญเติบโตแบบออลโลเมตริก โดยมีค่า b มากกว่า 3 ได้แก่ กุ้งแชบ๊วย *Penaeus merguiensis* (ภัคจุฑา, 2539) ปลาเห็ดโคน *Sillago aeolus* (เสาวนีย์, 2540) ปลาจวด *Otolithes ruber* (Navaluna, 1982)`ปลากะตักควาย *Stolephorus indicus* และ ปลาสีกุน *Alepes kalla* (Cinco, 1982) เป็นต้น ส่วนสัตว์น้ำที่มีค่า b น้อยกว่า 3 ได้แก่ กุ้งปล้อง *Parapenaeopsis hungerfordi* (กิตติพงศ์, 2533 อ้างโดย ภัคจุฑา, 2539) หมึกกล้วย *Loligo duvauceli* (Chotiyaputta, 1995 อ้างโดย สุภาวดี, 2541) หมึกหอม *Sepioteuthis lessoniana* (มาโนช, 2540) ปลาทรายขาว *Scolopsis taeniopterus* (ทัศพล และ สายจิตร, 2543) ปลาเห็ดโคน *Sillago sihama* (เสาวนีย์, 2540) และ ปลาหลังเขียว *Sardinella albella* (Cinco, 1982) เป็นต้น ซึ่งสัตว์น้ำที่มีค่า b มากกว่า 3 จะมีการเติบโตในลักษณะขยายทางด้านความกว้างหรือด้านความลึกของลำตัวมากกว่าสัตว์น้ำที่มีค่า b น้อยกว่า 3

โดยทั่วไปค่า a และ b จะแตกต่างกันไปในสัตว์น้ำแต่ละชนิด ต่างสต็อค หรือแม้แต่เป็นสัตว์น้ำชนิดเดียวกันและสต็อคเดียวกัน อาจจะมีความแตกต่างกันได้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ โดยปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า a ได้แก่ เพศ ฤดูกาล และการเปลี่ยนแปลงของค่า b จะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของสัตว์น้ำ โดยเฉพาะในชนิดที่มีการพัฒนาของตัวอ่อนเป็นขั้น ๆ อย่างแท้จริง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของ a เมื่อเทียบกับ b พบว่าค่า a มีความผันแปรมากกว่าค่า b (ธนิษฐา, 2543)

6.2 อัตราส่วนเพศจำแนกตามความยาว

ข้อมูลอัตราส่วนเพศจำแนกตามความยาว สามารถนำมาใช้ในการประเมินได้ว่าปลาในแต่ละช่วงความยาวมีอัตราส่วนเพศระหว่างเพศผู้และเพศเมียเป็นอย่างไร และเมื่อมีค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ สามารถนำไปใช้เป็นค่ามาตรฐานในการคาดคะเนปริมาณพ่อแม่พันธุ์ที่มีอยู่ในแหล่งประมง (ทวีป, 2536)

ทวีป และคณะ (2541) ได้ศึกษาอัตราส่วนเพศจำแนกตามความยาวลำตัวของหมึกกล้วย (*Loligo chinensis*) โดยใช้ข้อมูลการแจงนับที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง ทำการแยกเพศผู้และเพศเมีย แล้วนำมาหาอัตราส่วนเพศเมียต่อจำนวนทั้งหมดในแต่ละเดือนและเฉลี่ยในรอบปี และพบว่าความยาวกับอัตราส่วนเพศเมียมีความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง โดยใช้สมการ

$$R_{f(L)} = a + bL$$

เมื่อ

$$R_{f(L)} = \frac{N_{f(L)}}{[N_{f(L)} + N_{m(L)}]}$$

โดยที่ L = ค่าความยาวกึ่งกลาง (mid length) ในแต่ละอันตรภาคชั้น

$R_{f(L)}$ = อัตราส่วนของจำนวนหมึกกล้วยเพศเมียต่อจำนวนหมึกกล้วยทั้งหมดในช่วงความยาว L

$N_{f(L)}$ = จำนวนหมึกกล้วยเพศเมียในช่วงความยาว L

$N_{m(L)}$ = จำนวนหมึกกล้วยเพศผู้ในช่วงความยาว L

a และ b = ค่าคงที่หาโดยการวิเคราะห์เส้นถดถอย

ได้สมการความสัมพันธ์ดังนี้ คือ

$$R_{f(L)} = 0.699 - 0.013\ L$$

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า *L. chinensis* มีค่าอัตราส่วนเพศเมียน้อยลงที่ความยาวเพิ่มขึ้น ซึ่งจากการศึกษาของ Chotiyaputta (1995, อ้างโดย ทวีป และคณะ, 2541) ได้ค่าความยาวสูงสุด (L_∞) ของ *L. chinensis* เพศเมียและเพศผู้เท่ากับ 36.77 และ 42.04 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังนั้นโอกาสที่จะพบ *L. chinensis* เพศเมียที่ความยาวมากกว่า 36.77 เซนติเมตร มีน้อยมากหรือไม่มีเลย การศึกษาอัตราส่วนเพศจำแนกตามความยาวสามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยการประมาณค่าอัตราส่วนเพศที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงขนาดความยาวต่าง ๆ

6.3 ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์

ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ หมายถึง ขนาดความยาวของสัตว์น้ำที่เจริญเติบโตถึงขั้นที่อวัยวะสืบพันธุ์ (gonad) ได้พัฒนาเข้าสู่ขั้นการเจริญพันธุ์ โดย King (1995) ใช้ขนาดความยาวที่ร้อยละ 50 (L_{50}) ของสัตว์น้ำในช่วงความยาวนั้น มีอวัยวะสืบพันธุ์อยู่ในขั้นการเจริญพันธุ์ และ Bakhayokho (1983, อ้างโดย ไพเราะ, 2541) กล่าวถึงขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ว่าหมายถึง ขนาดที่เล็กที่สุดของเพศเมียที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์ ซึ่งขนาดที่ได้นี้จะไม่เป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด ขึ้นอยู่กับตัวอย่างที่ทำการศึกษา การคัดเลือกขนาดของสัตว์น้ำที่จับได้ของเครื่องมือประมงที่ใช้เก็บรวบรวมตัวอย่างและช่วงเวลาที่ทำการเก็บรวบรวมตัวอย่าง ทวนทอง (2540) กล่าวว่าค่าความยาวเฉลี่ยที่เริ่มสืบพันธุ์ได้ของสัตว์น้ำแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน และในสัตว์น้ำชนิดเดียวกันก็จะต่างกันขึ้นกับสภาพแวดล้อมที่สัตว์น้ำอาศัยอยู่

ทวีป และคณะ (2540) ศึกษาความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาโอลาย (*Euthynnus affinis*) และปลาโอแกลบ (*Auxis thazard*) โดยใช้สมการในรูป logistic วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของขนาดความยาวกับค่าสัดส่วนของปลาที่เจริญพันธุ์ต่อจำนวนทั้งหมด ดังนี้

$$P_{(L)} = \frac{1}{1 + \exp(a + bL)}$$

เมื่อ $P_{(L)} = \frac{N_{s(L)}}{N_{f(L)}}$

โดยที่

$P_{(L)}$ = ค่าสัดส่วนของปลาเพศใดเพศหนึ่งที่เจริญพันธุ์ต่อจำนวนปลาเพศเดียวกันทั้งหมดในช่วงความยาว L

$N_{s(L)}$ = จำนวนปลาเพศเมีย (หรือเพศผู้) ในช่วงความยาว L ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

$N_{f(L)}$ = จำนวนปลาเพศเมีย (หรือเพศผู้) ในช่วงความยาว L ทั้งหมด

L = ความยาวกึ่งกลางในแต่ละอันตรภาคชั้น

a และ b = ค่าคงที่หาโดยการวิเคราะห์เส้นถดถอย

เมื่อให้ $P_{(L)}$ ในสมการความสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.5 จะได้ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์เฉลี่ยที่ร้อยละ 50 (L_{50}) = $\frac{a}{-b}$ จากรายงานการศึกษาดังกล่าวค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์เฉลี่ยของปลาโอลายเพศผู้และเพศเมีย เท่ากับ 36.6 และ 37.9 เซนติเมตร ของปลาโอแกลบเพศผู้และเพศเมียเท่ากับ 28.6 และ 29.1 เซนติเมตร ตามลำดับ

เสาวนีย์ (2539) ใช้วิธีการนี้หาขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ในเพศเมียของปลาทรายแดง (*Nemipterus hexodon* และ *N. peronii*) ได้เท่ากับ 22.55 และ 22.71 เซนติเมตร ตามลำดับ

มาโนช (2540) ใช้วิธีการเดียวกันนี้หาความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของหมึกหอม (*Sepioteuthis lessoniana*) ซึ่งเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง พบว่าหมึกหอมเพศผู้และเพศเมียมีความยาวลำตัว (mantle length) แรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์เท่ากับ 9.0 และ 13.3 เซนติเมตร ตามลำดับ

ทวีป (2536) ศึกษาความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของกุ้งแชบ๊วย (*Penaeus merguiensis*) โดยใช้ Johnson-Schumacher function

$$P_{(L)} = a \times \exp\left[\frac{b}{(L - L_o)}\right]$$

เมื่อ $P_{(L)} = \frac{N_{s\,(L)}}{N_{f\,(L)}}$

โดยที่ $P_{(L)}$ = ค่าสัดส่วนของกุ้งแชบ๊วยที่เจริญพันธุ์ต่อจำนวนกุ้งทั้งหมดในช่วงความยาว L

$N_{s(L)}$ = จำนวนกุ้งแชบ๊วยเพศเมียในช่วงความยาว L ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

$N_{f(L)}$ = จำนวนกุ้งแชบ๊วยเพศเมียในช่วงความยาว L ทั้งหมด

L = ความยาวกึ่งกลางในแต่ละอันตรภาคชั้น

L_0 = ค่าความยาวแรกเริ่ม ที่ค่า $P_{(L)}$ เริ่มมีค่ามากกว่าศูนย์

a และ b = ค่าคงที่หาโดยการวิเคราะห์เส้นถดถอย

เมื่อให้ $P_{(L)}$ ในสมการความสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.5 จะได้ค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์เฉลี่ยที่ร้อยละ 50 $(L_{50}) = \frac{b}{\ln(0.5/a)} + L_0$ จากรายงานการศึกษาดังกล่าวค่าความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์เฉลี่ยของกุ้งแชบ๊วยเพศเมียเท่ากับ 14.6 เซนติเมตร นั่นคือ กุ้งแชบ๊วยเริ่มผสมพันธุ์และวางไข่ที่ขนาดความยาวเฉลี่ย 14.6 เซนติเมตร

6.4 ความดกไข่

Bagenal (1978) ได้กล่าวถึงความดกไข่ว่าหมายถึงจำนวนไข่ที่พบในเพศเมียก่อนการวางไข่ ส่วน Joseph (1969, อ้างโดย อมรา, 2524) ได้ให้ความหมายของคำว่า ความดกไข่

หมายถึง จำนวนไข่แก่ที่เจริญดีพร้อมที่จะปล่อยออกมาจากปลาเพศเมียวัยเจริญพันธุ์ ในขณะที่ Hunter และ Goldberg (1980) กล่าวว่า ค่าความดกไข่ที่ได้โดยการนับจากไข่ที่มีการพัฒนาไม่เต็มที่จะมีค่าสูงกว่าค่าที่ควรจะเป็น เนื่องจากไข่ที่นับได้อาจจะไม่ได้พัฒนาไปเป็นไข่แก่ทั้งหมด

MacGregor (1970) กล่าวว่า การศึกษาเกี่ยวกับความดกไข่ของปลามีผล 2 ประการ ประการแรก ทำให้ทราบจำนวนและขนาดของไข่ปลา ประการที่สอง ช่วยในการคาดคะเนจำนวนครั้งของการวางไข่ในแต่ละปี โดย MacGregor (1957, อ้างโดย อมรา, 2524) พบว่าไข่ในรังไข่ทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของปลา *Sardinops caerulea* มีพัฒนาการอยู่ในขั้นเดียวกัน และมีจำนวนไข่ซึ่งมีไข่แดงในปริมาณเท่ากันทั้ง 2 ฝัก และ Boonprakop (1966, อ้างโดย ยอดยิ่ง และ ทวี, 2523) พบว่าค่าความดกไข่ของปลาในกลุ่มปลาทู-ลัง ที่ได้จากการศึกษาเปรียบเทียบโดยการนับไข่ที่สุ่มจากส่วนต้น ส่วนกลาง และส่วนปลายของรังไข่ ไม่มีความแตกต่างกัน Holden และ Raitt (1974) หาความดกไข่โดยใช้สมการ

$$Fc = \frac{nG}{g}$$

โดยที่ Fc = ความดกไข่
n = จำนวนของไข่ที่ได้มาจากการสุ่มตัวอย่าง
G = น้ำหนักของรังไข่ (กรัม)
g = น้ำหนักของรังไข่ส่วนที่สุ่มตัวอย่าง (กรัม)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่กับความยาวของสัตว์น้ำจะทำให้ได้ข้อมูลที่ใช้ในการคาดคะเนได้ว่าแม่พันธุ์แต่ละขนาดความยาวสามารถให้ผลผลิตสัตว์น้ำรุ่นต่อไปได้ปริมาณเท่าใด โดย Bagenal (1978) หาความสัมพันธ์ตามรูปสมการ

$$Fc = a\,L^{b}$$

โดยที่ L = ความยาวของสัตว์น้ำ (เซนติเมตร)
a และ b = ค่าคงที่หาโดยใช้การวิเคราะห์เส้นถดถอย

ทัศพล และ สายจิตร (2543) ใช้สมการดังกล่าวศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่กับความยาวปลายหางของปลาทรายขาว (*Scolopsis taeniopterus*) พบว่าจำนวนไข่ของปลาทรายขาวจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อขนาดความยาวปลายหางเพิ่มขึ้น

มาโนช (2540) ใช้สมการดังกล่าวศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดกไข่กับความยาวลำตัวของหมึกหอม (*Sepioteuthis lessoniana*) พบว่าจำนวนไข่ของหมึกหอมจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อขนาดความยาวลำตัวของหมึกหอมเพิ่มขึ้น

จะเห็นได้ว่าค่าความดกไข่ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณการผลิตไข่ของปลาแต่ละตัวสามารถนำไปใช้ในการประเมินประชากรได้ (อมรา, 2524)

6.5 ฤดูวางไข่

การศึกษาฤดูวางไข่ของสัตว์น้ำเพื่อให้ทราบว่าช่วงเดือนไหนเป็นช่วงที่สัตว์น้ำมีความพร้อมที่จะวางไข่สูง เสาวนีย์ (2539) ศึกษาฤดูวางไข่ของปลาทรายแดง (*Nemipterus hexodon* และ *N. peronii*) โดยการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของปลาเพศเมียที่อวัยวะสืบพันธุ์อยู่ในระยะเจริญพันธุ์ ในแต่ละเดือน โดย

$$P_F = \left[\frac{N_{Fm}}{N_F}\right] \times 100$$

โดยที่ P_F = เปอร์เซ็นต์ปลาเพศเมียที่รังไข่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

N_{Fm} = จำนวนปลาเพศเมียที่รังไข่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์

N_F = จำนวนปลาเพศเมียทั้งหมด

ถ้าเดือนใดมีเปอร์เซ็นต์ของปลาเพศเมียที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์สูงจัดว่าเป็นฤดูวางไข่ของสัตว์น้ำ

ทวีป และคณะ (2540) ศึกษาฤดูวางไข่ของปลาโอลาย (*Euthynnus affinis*) และปลาโอแกลบ (*Auxis thazard*) โดยการหาดัชนีการเจริญพันธุ์ของปลาแต่ละเพศในแต่ละเดือน แล้วทำการปรับค่าดัชนีเพื่อดูแนวโน้มฤดูวางไข่โดยรวมของปลาโอลายและปลาโอแกลบเพศเมียในรอบปี โดยใช้วิธี moving average 3 ของค่าดัชนี

$$I_i = \frac{[\, PM_{(i-1)} + PM_{(i)} + PM_{(i+1)} + PF_{(i-1)} + PF_{(i)} + PF_{(i+1)} \,]}{6}$$

โดยที่ I_i = ดัชนีการเจริญพันธุ์ที่ปรับค่าของเดือนที่ i

$PM_{(i)}$ = ค่าเปอร์เซ็นต์ของปลาเพศผู้ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์ของเดือนที่ปรับค่า

$PM_{(i-1)}$ = ค่าเปอร์เซ็นต์ของปลาเพศผู้ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์ของเดือนก่อนเดือนที่ปรับค่า

$PM_{(i+1)}$ = ค่าเปอร์เซ็นต์ของปลาเพศผู้ที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์ของเดือนถัดไปของเดือนที่ปรับค่า

$PF_{(i)}$ = ค่าเปอร์เซ็นต์ของปลาเพศเมียที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์ของเดือนที่ปรับค่า

$PF_{(i-1)}$ = ค่าเปอร์เซ็นต์ของปลาเพศเมียที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์ของเดือนก่อนเดือนที่ปรับค่า

$PF_{(i+1)}$ = ค่าเปอร์เซ็นต์ของปลาเพศเมียที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์ของเดือนถัดไปของเดือนที่ปรับค่า

เช่น เมื่อ i เท่ากับเดือนกุมภาพันธ์ i-1 คือเดือนมกราคม และ i+1 คือเดือนมีนาคม โดยที่ช่วงเดือนที่มีค่า I_i สูงจะเป็นช่วงฤดูวางไข่

7. การศึกษาทางด้านพลวัตประชากร

โดยธรรมชาตินั้น ประชากรสัตว์น้ำจะมีการปรับปริมาณให้อยู่ในสภาวะที่สมดุลอยู่ตลอดเวลา โดยมีปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลง คือ การเกิด (natality) การตาย (mortality) การทดแทนที่ (recruitment) และการเติบโต (growth) สำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรหรือพลวัตประชากรทางการประมงเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของประชากรที่สามารถจะนำมาใช้ประโยชน์ได้ (usable stock) ซึ่งเป็นการศึกษาสัตว์น้ำที่มีขนาดโตพอที่จะจับได้แล้วโดยเครื่องมือประมง (ปรีชา, 2520)

ปรีชา (2520) กล่าวถึงโมเดลของ Russell ซึ่งอธิบายการเปลี่ยนแปลงประชากรดังนี้

$$S_2 = S_1 + (R+G)-(D+Y)$$

โดยที่

S_2 = น้ำหนักของประชากรที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ตอนปลายปี

S_1 = น้ำหนักของประชากรที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ตอนต้นปี

R = น้ำหนักของประชากรที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการทดแทนที่ระหว่างปี

G = น้ำหนักของประชากรที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเติบโตระหว่างปี

D = น้ำหนักประชากรที่ลดลงเนื่องจากการตายโดยธรรมชาติระหว่างปี

Y = น้ำหนักของประชากรส่วนที่ถูกจับระหว่างปี

การควบคุมประชากรในธรรมชาติให้อยู่ในสภาวะสมดุล ($S_2 = S_1$) นั้น ปัจจัยเดียวที่เราสามารถควบคุมได้คือประชากรส่วนที่ถูกจับ (Y) ในขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของ

การทดแทนที่ (R) การเจริญเติบโต (G) หรือการตายโดยธรรมชาติ (D) เราไม่สามารถควบคุมได้ การประมาณค่าปัจจัยต่าง ๆ ดังกล่าวนี้จึงกระทำได้ยาก ดังนั้นจึงมีการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาใช้เพื่อประเมินขนาดและการเปลี่ยนแปลงประชากร เช่น การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต การประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย

7.1 การเติบโต (growth)

การเติบโต หมายถึง การที่สัตว์น้ำมีขนาดโตขึ้นหรือมีน้ำหนักมากขึ้นเมื่อมีอายุมากขึ้น การเติบโตจึงเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับขนาดและอายุของสัตว์น้ำ ความสัมพันธ์ระหว่างอายุและขนาดความยาวหรือน้ำหนักมักเป็นเส้นโค้ง เรียกว่า เส้นโค้งเติบโต (growth curve) โดยความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับความยาวของสัตว์น้ำจะเป็นเส้นโค้งที่มีขีดจำกัดบนที่ความยาวสูงสุด (asymptotic curve) คือมีอัตราการเติบโตลดลงเรื่อย ๆ เมื่ออายุเพิ่มขึ้น จนอัตราการเติบโตมีค่าเข้าใกล้ศูนย์เมื่ออายุมีค่าเข้าใกล้อนันต์และความยาวเข้าใกล้ความยาวสูงสุด ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับน้ำหนักจะเป็นเส้นโค้งลักษณะคล้ายตัว S (asymptotic sigmoid curve) ซึ่งแบ่งเส้นโค้งออกเป็น 2 ช่วง โดยช่วงแรกเป็นช่วงที่อัตราการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักจะเพิ่มขึ้นตามอายุจนถึงจุดที่เรียกว่าจุดเปลี่ยนความเอียง (point of inflection) ซึ่งเป็นจุดที่อัตราการเติบโตสูงที่สุด และหลังจากจุดเปลี่ยนความเอียงจะเป็นช่วงหลัง ซึ่งเป็นช่วงที่อัตราการเพิ่มของน้ำหนักตัวลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น (ธนิษฐา, 2543)

การเติบโตเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญและจำเป็นในการที่จะทำให้ประชากรของสัตว์น้ำคงอยู่ได้โดยไม่เกิดการเสื่อมโทรมหรือสูญพันธุ์

การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต

von Bertalanffy (1934, อ้างโดย Sparre and Venema, 1992) ได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ เป็นสมการการเติบโตในรูปความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับอายุ คือ

$$L_t = L_\infty \left[1 - \exp\left(-K(t - t_0)\right)\right]$$

เมื่อ L_t = ความยาวของสัตว์น้ำเมื่ออายุ t (เซนติเมตร)

L_∞ = ความยาวสูงสุดที่สิ่งมีชีวิตนั้นสามารถเติบโตได้

t = อายุของสัตว์น้ำ

t_0 = อายุของสัตว์น้ำเมื่อมีความยาวเท่ากับศูนย์

K = สัมประสิทธิ์การเติบโต

Chen และคณะ (1992) ได้เปรียบเทียบแบบจำลองการเติบโตของ von Bertalanffy กับแบบจำลองอื่นๆ พบว่าแบบจำลองการเติบโตของ von Bertalanffy มีความยืดหยุ่นต่อข้อมูลปลาน้ำจืด 6 ชนิดที่ศึกษามากกว่าแบบจำลองแบบอื่นๆ

Navaluna (1982) ได้ใช้แบบจำลองการเติบโตของ von Bertalanffy ในการอธิบายการเจริญเติบโตของปลาจวด (*Otolithes ruber*) บริเวณ San Miguel Bay ประเทศฟิลิปปินส์ ซึ่งมีการเจริญเติบโตแบบออลโลเมตริก

การศึกษาอายุของสัตว์น้ำเพื่อนำไปใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต จะให้ผลชัดเจนและทำได้ไม่ยากในปลาเขตอบอุ่นและเขตหนาว เนื่องจากอุณหภูมิที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนในรอบปี โดยเฉพาะในฤดูหนาวปลาต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศที่หนาวเย็นและขาดแคลนอาหาร ทำให้การเติบโตของปลาหยุดชะงักในช่วงนั้น เป็นผลให้เกิดร่องรอยที่เรียกว่าวงปี (annual ring) บนส่วนแข็งของร่างกาย เช่น กระดูก และเกล็ด เป็นต้น การนับวงปีที่เกิดขึ้นทำให้ทราบอายุของปลาและสามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโตได้ แต่ในปลาเขตร้อนอุณหภูมิในรอบปีไม่แตกต่างกันมากนัก ปลาจึงไม่มีช่วงการหยุดชะงักการเติบโตชัดเจนเหมือนปลาในเขตอบอุ่นและเขตหนาว การศึกษาอายุของปลาในเขตร้อนจึงทำได้ยากหรืออาจทำไม่ได้ อย่างไรก็ตามได้มีการพัฒนาวิธีการนำข้อมูลการกระจายความถี่ความยาวมาใช้ในการประมาณค่าอายุและพารามิเตอร์การเติบโตได้ (Sparre and Venema, 1992)

Bhattacharya (1967) ได้พัฒนาวิธีการหาค่าเฉลี่ยความยาวของปลาแต่ละกลุ่มอายุจากข้อมูลองค์ประกอบความยาวของปลา โดยใช้สมมติฐานที่ว่าการกระจายความถี่ความยาวของปลากลุ่มอายุเดียวกันเป็นการกระจายแบบปกติ (normal distribution) ค่าความยาวเฉลี่ยดังกล่าวสามารถคำนวณได้ โดยการแปลงข้อมูลการกระจายความถี่ความยาวของสัตว์น้ำแต่ละกลุ่มอายุที่อยู่ในรูปการกระจายแบบปกติ (ระฆังคว่ำ) ให้อยู่ในรูปความสัมพันธ์แบบเส้นตรง จะได้ข้อมูลความยาวเฉลี่ยของปลาในแต่ละกลุ่มอายุ จากนั้นนำความยาวเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละกลุ่มอายุนี้ มาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต

ทวีป (2536) และ พิศมร (2537) ใช้ข้อมูลการกระจายความถี่ความยาวปลายหางของสัตว์น้ำ โดยอันตรภาค 1 เซนติเมตร นำมาหาค่าความยาวเฉลี่ยของสัตว์น้ำแต่ละกลุ่มอายุตามวิธีของ Bhattacharya (1967) แล้วนำค่าความยาวเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละกลุ่มอายุ มาใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต ได้แก่ สัมประสิทธิ์การเติบโต และความยาวสูงสุด โดยใช้วิธีของ Gulland และ Holt (1959, อ้างโดย Sparre and Venema, 1992) ซึ่งมีรูปสมการดังนี้

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = (K L_{\infty}) - (K \overline{L}_t)$$

โดยที่ ΔL = ผลต่างระหว่างความยาวที่อายุ t_1 และ t_2

Δt = ผลต่างระหว่างอายุ t_1 และ t_2

K = สัมประสิทธิ์การเติบโต

L_∞ = ความยาวสูงสุดที่สัตว์น้ำสามารถเติบโตได้

$\overline{L}_t$ = ความยาวเฉลี่ยของสัตว์น้ำระหว่างความยาวที่อายุ t_1 และ t_2

แล้วคำนวณหาค่า slope (b) และ Y-intercept (a) โดยการวิเคราะห์เส้นถดถอยได้ค่า $K = -b$ และ $L_\infty = \frac{a}{-b}$

เพียรศิริ (2526) ได้ศึกษาอายุและการเจริญเติบโตของปลาสีกุนบั้งที่จับได้ในอ่าวไทย โดยเครื่องมืออวนล้อมซั้ง พบว่าปลาสีกุนบั้งมีความยาวสูงสุด (L_∞) เท่ากับ 25.79 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 0.0107 ต่อเดือน

ทวนทอง และคณะ (2541) ได้ศึกษาแบบจำลองการเติบโตของปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ณ ฟาร์มประมงของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พบว่าสามารถนำเอาผลการศึกษาไปทำนายการเติบโตของปลานิลระยะต่าง ๆ ล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลความยาวและน้ำหนักที่มีอยู่

การประมาณอายุสัตว์น้ำเมื่อมีความยาวเท่ากับศูนย์ (t_0) โดยใช้สมการของ von Bertalanffy (1934, อ้างโดย Sparre and Venema, 1992) ประมาณค่า t_0 โดยการใช้อายุและความยาวของสัตว์น้ำในกลุ่มอายุเดียวกัน

$$-\ln\left[1 - \frac{L_t}{L_\infty}\right] = -K t_0 + K t$$

โดยที่

L_t = ความยาวของสัตว์น้ำเมื่ออายุ t

L_∞ = ความยาวสูงสุดที่สัตว์น้ำสามารถเติบโตได้

K = สัมประสิทธิ์การเติบโต

t_0 = อายุของสัตว์น้ำเมื่อมีความยาวเท่ากับศูนย์

t = อายุกำหนดที่สัมพันธ์กับความยาวใน cohort นั้น

จากสมการคำนวณหาค่า slope (b) และ Y-intercept (a) โดยใช้การวิเคราะห์เส้นถดถอยได้ค่า $-Kt_0 = a$ และ $K = b$ ดังนั้น $t_0 = \frac{a}{-b}$

นอกจากจะใช้สมการหาค่า t_0 แล้ว ยังสามารถทราบค่า t_0 ได้โดยใช้ข้อมูลการศึกษาอายุจากเกล็ด (scale) หรือกระดูกหู (otolith) หรือสามารถทราบค่า t_0 จากการเพาะเลี้ยง ซึ่งจะได้ค่าความยาวของสัตว์น้ำขณะฟักเป็นตัวในสัตว์น้ำที่สามารถเพาะเลี้ยงได้ (ธนิษฐา, 2543) Miller และ Barbara (1974) ได้ทำการวัดความยาวของปลา *Caranx mate* ที่ได้จากการทดลองโดยการเก็บรวบรวมไข่และให้อากาศ ให้ฟักเป็นตัว และพบว่าที่อายุ 1 วัน ปลา *Caranx mate* มีความยาว 1.36 มิลลิเมตร

7.2 การตาย

การตาย (mortality) เป็นปัจจัยที่ทำให้ปริมาณสัตว์ในประชากรลดลง ทั้งในแง่ของน้ำหนักและจำนวน นักชีววิทยาประมงได้แบ่งสาเหตุการตายของสัตว์น้ำออกเป็น 2 สาเหตุใหญ่ ๆ คือ การตายโดยธรรมชาติ (natural mortality) และการตายเนื่องจากการทำการประมง (fishing mortality) ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งสัตว์น้ำแต่ละตัวมีโอกาสตายจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่ง สัตว์น้ำอาจจะตายจากสาเหตุธรรมชาติ หรืออาจจะตายจากการถูกนำมาใช้ประโยชน์ทางการประมง เมื่อสัตว์น้ำตายโดยธรรมชาติแล้วจะไม่มีโอกาสที่จะตายโดยถูกจับขึ้นมาใช้ประโยชน์ หรือสัตว์น้ำที่ถูกจับมาใช้ประโยชน์จะไม่มีโอกาสตายโดยธรรมชาติ (ทวนทอง, 2540) ค่าพารามิเตอร์การตายในทางชีววิทยาประมง จึงมี 3 ค่า คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (natural mortality coefficient, M) ค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากการทำการประมง (fishing mortality coefficient, F) และค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (total mortality coefficient, Z) ซึ่งสามารถประมาณค่าแต่ละค่าได้ดังนี้

7.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z)

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมโดยอาศัยความสัมพันธ์ของลอการิทึ่มของผลจับสัตว์น้ำในแต่ละช่วงความยาวต่ออายุที่เพิ่มขึ้นในช่วงความยาวนั้นกับอายุเฉลี่ยของสัตว์น้ำในช่วงความยาวนั้น โดยใช้สมการการเจริญเติบโตของ von Bertalanffy เปลี่ยนความยาวของสัตว์น้ำที่ถูกจับได้ให้อยู่ในรูปอายุ ซึ่งเรียกวิธีนี้ว่า length converted catch curve (Sparre and Venema, 1992)

$$\ln\left[\frac{C_{(L1,\,L2)}}{\Delta t_{(L1,\,L2)}}\right] = c - Z \times t_{\left[\frac{(L1+L2)}{2}\right]}$$

$$t_{L1} = t_0 - \left[\frac{1}{K}\right] \times \ln\left[1 - \left[\frac{L1}{L_\infty}\right]\right]$$

$$t_{L2} = t_0 - \left[\frac{1}{K}\right] \times \ln\left[1 - \left[\frac{L2}{L_\infty}\right]\right]$$

เมื่อ

$$\Delta t_{(L1,L2)} = t_{L2} - t_{L1} = \left[\frac{1}{K}\right] \times \ln\left[\frac{(L_\infty - L1)}{(L_\infty - L2)}\right]$$

$$t_{\left[\frac{(L1+L2)}{2}\right]} = \frac{t_{L1} + t_{L2}}{2}$$

โดยที่ $C_{(L1,L2)}$ = จำนวนผลจับรวมตลอดปี (รวมทุกเดือน) ในแต่ละช่วงความยาว L1 ถึง L2

$\Delta t_{(L1,L2)}$ = ผลต่างระหว่างอายุในแต่ละช่วงความยาว L1 ถึง L2

Z = สัมประสิทธิ์การตายรวม (ในรอบปี) ในที่นี้เท่ากับ slope (b)

c = ค่าคงที่ ในที่นี้เท่ากับ intercept (a)

t = อายุของแต่ละความยาว

t_{L1} = อายุที่ความยาว L1

t_{L2} = อายุที่ความยาว L2

L1 = ความยาวล่างของแต่ละช่วงความยาว L1 ถึง L2

L2 = ความยาวบนของแต่ละช่วงความยาว L1 ถึง L2

7.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M)

การตายโดยธรรมชาติของสัตว์น้ำอาจเกิดจากการถูกล่า (predation) การกินกันเอง (cannibalism) โรค (diseases) ความเครียดจากการผสมพันธุ์วางไข่ (spawning stress) การขาดอาหาร (starvation) และการแก่ตาย (old age) เป็นต้น โดยปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการตายโดยธรรมชาติของสัตว์น้ำ (King, 1995)

ปลาชนิดที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงจะมีอัตราการตายโดยธรรมชาติสูงกว่าปลาชนิดที่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ ปลาที่มีขนาดใหญ่ถูกล่าน้อยกว่าปลาขนาดเล็ก มีผลทำให้อัตราการตายโดยธรรมชาติของปลาขนาดเล็กสูงกว่า โดยเฉพาะในช่วงแรกของชีวิต ปลาจะมีอัตราการตายโดยธรรมชาติสูงกว่าช่วงอื่น ๆ และปลาที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีอุณหภูมิสูง (ในขีดจำกัดที่มันสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้) จะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าปลาที่อาศัยในแหล่งน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ เป็นผลให้ปลาที่อยู่ในที่มีอุณหภูมิสูงจะมีอัตราการตายโดยธรรมชาติสูงกว่าปลาที่อยู่ในที่มีอุณหภูมิต่ำ เช่น ปลาที่อยู่ในเขตร้อนจะมีอัตราการตายโดยธรรมชาติสูงกว่าปลาที่อยู่ในเขตหนาว (Sparre and Venema, 1992)

Pauly (1983, อ้างโดย Sparre and Venema, 1992) ได้ศึกษาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติของปลาผิวน้ำหลายชนิด โดยนำค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต ค่าความยาวสูงสุดของปลาผิวน้ำ และอุณหภูมิผิวน้ำ มาหาความสัมพันธ์ ซึ่งได้สมการดังนี้

$$M = 0.8 \times \exp[-0.0152 - 0.279\ln(L_\infty) + 0.6543\ln(K) + 0.463\ln(T)]$$

โดยที่ M = สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ

L_∞ = ความยาวสูงสุดที่สัตว์น้ำสามารถเติบโตได้

K = สัมประสิทธิ์การเติบโต

T = อุณหภูมิผิวน้ำเฉลี่ยในแหล่งน้ำนั้นในรอบปี

7.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F)

สาเหตุการตายของสัตว์น้ำมี 2 สาเหตุ คือ การตายโดยธรรมชาติ และการตายเนื่องจากการประมง โดยค่าสัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากการประมง จะคำนวณได้จากผลต่างของการตายโดยรวมและการตายโดยธรรมชาติ

$$F = Z - M$$

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชีววิทยาประชากรของปลาสีกุนบั้ง ที่เกี่ยวข้องกับการผสมพันธุ์ วางไข่ ตลอดจนความสัมพันธ์ของขนาดความยาวและน้ำหนัก ดังต่อไปนี้
   1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนัก
   1.2 อัตราส่วนเพศจำแนกตามขนาดความยาว
   1.3 ความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์
   1.4 ความดกไข่
   1.5 ฤดูวางไข่
2. เพื่อศึกษาพลวัตประชากรเบื้องต้นของปลาสีกุนบั้ง เป็นการศึกษาถึงการเติบโต (growth) และการตาย (mortality) อันเป็นปัจจัยในการเปลี่ยนแปลงของขนาดประชากร ซึ่งการเติบโตจะเป็นปัจจัยในการเพิ่มขึ้น ส่วนการตายจะเป็นปัจจัยในการลดลงของขนาดประชากรปลาสีกุนบั้ง