บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

1. การศึกษาพลวัตประชากรปลาสำหรับการจัดการประมง

การศึกษาพลวัตประชากรสัตว์น้ำเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของประชากรสัตว์น้ำชนิดที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ (ปรีชา, 2520) การประมาณค่าพารามิเตอร์ของสัตว์น้ำที่จำเป็นสำหรับการศึกษาพลวัตประชากรสัตว์น้ำ ในเบื้องต้นได้แก่ ค่าพารามิเตอร์การเติบโต และการตาย (การตายรวม การตายโดยธรรมชาติ และการตายโดยการทำการประมง) เป็นค่าพารามิเตอร์เบื้องต้นที่สำคัญสำหรับใช้ในการประเมินสภาวะทรัพยากรสัตว์น้ำชนิดนั้น ๆ ต่อไป ซึ่งรายละเอียดของแต่ละค่าพารามิเตอร์ อธิบายรายละเอียดได้ตามลำดับ ดังนี้

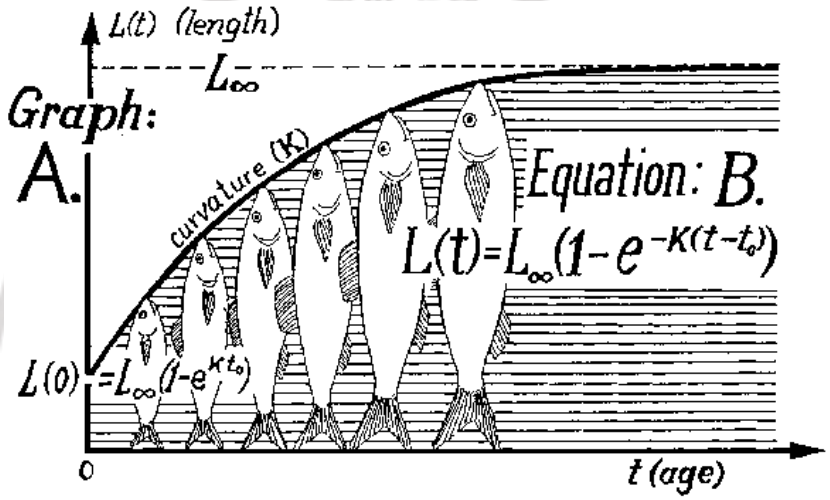
1.1 อายุ และการเติบโต

ข้อมูลอายุ และการเจริญเติบโตของปลา หรือการประมาณค่าขนาดตัวตามอายุของปลาไม่เพียงจะมีความสำคัญกับการศึกษาทางด้านชีววิทยา (Biology of fish) หรือชีวประวัติของปลา (Life history of fish) เท่านั้น แต่ยังเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการประเมินสภาวะทรัพยากร เนื่องจากการประเมินสภาวะทรัพยากรสัตว์น้ำทุกวิธีจำเป็นต้องใช้ข้อมูลองค์ประกอบอายุ และนำพาไปสู่ข้อมูลของเวลาเกิด อัตราการเติบโต อายุแรกเริ่มเจริญพันธุ์และวางไข่ อัตราการทดแทนที่ หรืออายุ (ขนาด) ที่เข้ามาในข่ายการประมง เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการจัดการทรัพยากรปลาอย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาการเติบโตสามารถกระทำได้หลากหลายวิธีการ อาทิเช่น การศึกษาการเพิ่มขนาดลำตัวโดยใช้วิธีติด หรือทำเครื่องหมายและจับคืน (Mark and recapture method) การศึกษาวงในส่วนแข็งในร่างกาย (เช่นกระดูกแข็งส่วนต่าง ๆ หรือในกระดูกหู) การติดตามการแพร่กระจายของขนาดสัตว์น้ำ (ฐานข้อมูลความยาว) เป็นต้น (Sparre and Venema, 1998)

แบบจำลองที่นิยมใช้ในการศึกษาการเติบโตของสัตว์น้ำซึ่งได้แก่ แบบจำลองของ Von Bertalanffy (Bertalanffy, 1938) การกำเนิดของแบบจำลองนี้มีพื้นฐานมาจากแนวความคิดที่มีพื้นฐานจากกระบวนการทางสรีรวิทยาของสัตว์น้ำ ได้แก่ กระบวนการเมตาบอลิซึม (Metabolism) ซึ่งประกอบด้วยการเติบโตเป็นผลลัพธ์จากกระบวนการสร้าง (Anabolism) และกระบวนการสลาย (Catabolism) โดยมีข้อสมมุติฐาน คือ อัตราการสร้าง เป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่ผิวในการดูดซับอาหาร อัตราการสลาย เป็นสัดส่วนโดยตรงกับมวลสารหรือน้ำหนักของสิ่งมีชีวิต และรูปแบบการเติบโตเป็นแบบไอโซเมตริก (Bertalanffy, 1938)

แบบจำลอง Von Bertalanffy (Bertalanffy, 1938) ดังกล่าว เป็นแบบจำลองที่สอดคล้องกับรูปแบบการเติบโตของสัตว์น้ำหลายชนิดโดยเฉพาะปลา นอกจากนี้ยังมีโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่ค่อนข้างพื้นฐาน มีตัวแปร (ค่าพารามิเตอร์) นำเข้า เพียง 3 ค่า ได้แก่ ค่าพารามิเตอร์ความโค้ง (K) ความยาวสูงสุดของสัตว์น้ำชนิดนั้น ๆ หรือความยาวอนันต์ (L_∞) และอายุของสัตว์น้ำที่มีความยาวลำตัวเป็นศูนย์ (t_0) ลักษณะของเส้นโค้งที่ประมาณได้จากแบบจำลองนี้ดังได้กล่าวมาแล้วว่า

สอดคล้องกับรูปแบบการเติบโตของสัตว์น้ำหลายชนิดโดยเฉพาะปลา อธิบายลักษณะเส้นโค้งได้คือ ความยาวของปลาจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาดำเนินไป และความยาวจะเพิ่มขึ้นด้วยอัตราที่ลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งสัตว์น้ำมีความยาวเท่ากับความยาวอนันต์ (L_∞) และอัตราการเติบโตจะเข้าใกล้ศูนย์ (กล่าวคือการเพิ่มขนาดลำตัวมีค่าน้อยมากเมื่อสัตว์น้ำมีอายุมากขึ้น) เส้นโค้งดังกล่าวจะมีลักษณะแบบโค้งซิกมอยด์ (ภาพที่ 2) (Sparre and Venema, 1998)



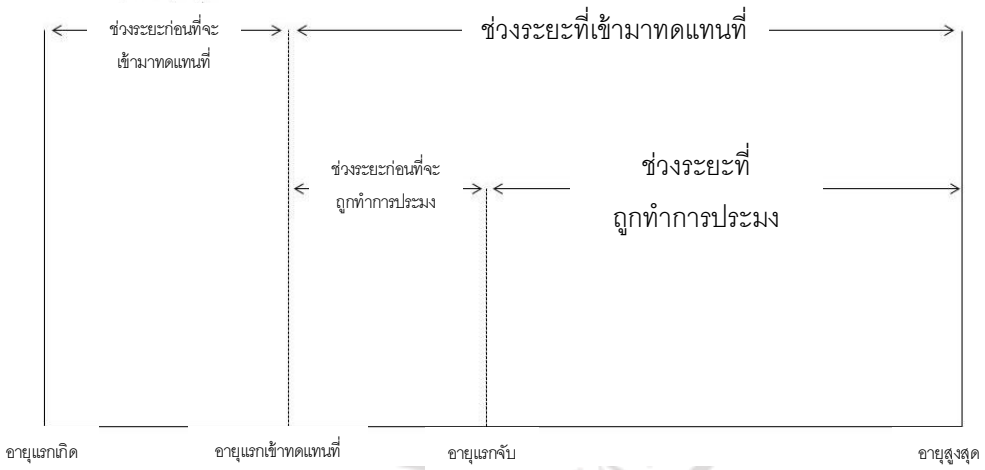
ภาพที่ 2 เส้นโค้งการเติบโตในรูปของความยาวที่ประมาณได้จากแบบจำลอง Von Bertalanffy
ที่มา: Sparre and Venema (1998)

1.2 การตาย

การตาย (Mortallity) ในทางวิทยาศาสตร์การประมง โดยเฉพาะทางชีววิทยาประมง ถือว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงของประชากรสัตว์น้ำที่มีผลทำให้เกิดการลดลงของประชากรสัตว์น้ำในธรรมชาติ การตายในสัตว์น้ำที่ถูกนำขึ้นมาใช้ประโยชน์มีสองปัจจัยหลัก ได้แก่ การตายโดยธรรมชาติ (M) และการตายโดยการประมง (F) ซึ่งผลรวมของทั้งสองปัจจัยเราเรียกว่าการตายรวม (Z) การตายโดยธรรมชาติของสัตว์น้ำเป็นการตายที่เกิดขึ้นจากสาเหตุต่าง ๆ ในธรรมชาติที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทำการประมงสัตว์น้ำชนิดนั้น ๆ เช่น การสิ้นอายุขัย การถูกล่าโดยผู้ล่า การขาดอาหาร การเกิดโรคระบาด ภาวะมลพิษในแหล่งอาศัย และสาเหตุอื่น ๆ การตายโดยธรรมชาติมีค่าแตกต่างกันระหว่างชนิดสัตว์น้ำ ขนาดและอายุสัตว์น้ำ และแหล่งอาศัยของสัตว์น้ำ แต่ในการศึกษาเกี่ยวกับพลวัตประชากรอาจประมาณการณ์ได้ว่าการตายโดยธรรมชาติมีค่าเกือบคงที่ตลอดช่วงชีวิตของสัตว์น้ำสต๊อคใดสต๊อคหนึ่ง ส่วนการตายโดยการประมงเป็นการตายของสัตว์น้ำซึ่งเกิดจากการที่สัตว์น้ำถูกจับโดยเครื่องมือประมง (ทั้งที่ตั้งใจจับเป็นสัตว์น้ำเป้าหมาย และทั้งที่ไม่ตั้งใจจับแต่พลอยติดมากับเครื่องมือประมง) การตายโดยการประมงมีความแตกต่างกันระหว่างสต๊อคสัตว์น้ำขึ้นอยู่กับขนาดและอายุของสัตว์น้ำ ชนิดเครื่องมือที่ทำการประมง และแรงกดดันของการทำการประมง (Sparre and Venema, 1998)

1.3 การประเมินปริมาณการจับปลาที่เหมาะสมจากการทำประมง

การประเมินหาปริมาณการจับที่เหมาะสมในการทำการประมงปลานั้นนิยมใช้แบบจำลองผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่เป็นเครื่องมือในการศึกษา แบบหุ่นจำลองผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่ (Yield per recruit model: Y/R) เป็นหุ่นจำลอง (Model) ที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของประชากรปลารุ่นใดรุ่นหนึ่ง โดยอาศัยการประมวลผลของข้อมูลพื้นฐานทางพลวัตประชากรที่สำคัญ 3 ประการ คือ การเติบโต การตาย และการทดแทนที่ โดยหุ่นจำลองนี้ทำการทำนายผลจับซึ่งสัมพันธ์กับการตาย (อันเนื่องจากการทำการประมง) และความยาวแรกจับของสัตว์น้ำชนิดนั้น ๆ เมื่อมีการผันแปรของตัวแปรระดับการตายในธรรมชาติ และค่าพารามิเตอร์การเติบโตเปลี่ยนแปลงไปในระดับต่าง ๆ (Welcome, 2001; ทวนทอง, 2547) วัตถุประสงค์ของแบบจำลองนี้เพื่อที่จะหามาตรการการทำการประมงที่จะทำให้ผลจับของสัตว์น้ำรุ่นใดรุ่นหนึ่งมีน้ำหนักมากที่สุด (Maximum yield per recruit) โดยหุ่นจำลองนี้จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลจับสัตว์น้ำตลอดช่วงชีวิตการประมง (Fishable life span; ภาพที่ 3) จากกลุ่มสัตว์น้ำที่เกิดในปีเดียวกันที่เข้ามารวมในสต๊อคที่มีการทำการประมง โดยเริ่มตั้งแต่เวลาที่สัตว์น้ำเข้ามาในสต๊อค (อายุแรกเข้าทดแทนที่) จนกระทั่งสัตว์น้ำมีอายุมากที่สุด ซึ่งจะทำให้สัตว์น้ำแก่ตายเองโดยธรรมชาติ



ภาพที่ 3 การแบ่งช่วงชีวิตต่าง ๆ ของสัตว์น้ำที่ถูกทำการประมง
ที่มา: Beverton and Holt (1957); ทวนทอง (2547)

หุ่นจำลองผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่ (Yield per recruit model: Y/R) เป็นหุ่นจำลอง (Model) ที่ได้เสนอโดย Beverton and Holt (1957) โดยหุ่นจำลองนี้เป็นหุ่นจำลองที่อธิบายภาวะของกลุ่มสัตว์น้ำและผลผลิตในภาวะที่แบบแผนการประมงไม่เปลี่ยนแปลงเป็นระยะเวลานาน (ปรีชา, 2520; มาลา และเจริญ, 2544) และสัตว์น้ำจะได้รับระดับทำการประมงที่คงที่นี้ตลอดอายุขัยนับแต่แรกเข้ามาทดแทนที่ในสต๊อค ซึ่งในหุ่นจำลองของ Beverton and Holt (1957) นี้ต้องอาศัยข้อสมมุติดังต่อไปนี้

(1) อัตราการเติบโตคงที่และไม่เปลี่ยนแปลงตามขนาดประชากร และเป็นการเติบโตแบบ Isometric

(2) สัตว์น้ำที่เข้ามาทดแทนที่ในรุ่นเดียวกันนั้นฟักออกมาจากไข่ในวันเดียวกัน

(3) เมื่อสัตว์น้ำเข้ามาอยู่ในสต๊อคที่มีการทำการประมง อัตราการตายโดยธรรมชาติและการประมงมีค่าคงที่

(4) ปริมาณสัตว์น้ำที่เข้ามาทดแทนที่คงที่ และไม่เปลี่ยนแปลงตามขนาดสต๊อคของพ่อแม่พันธุ์

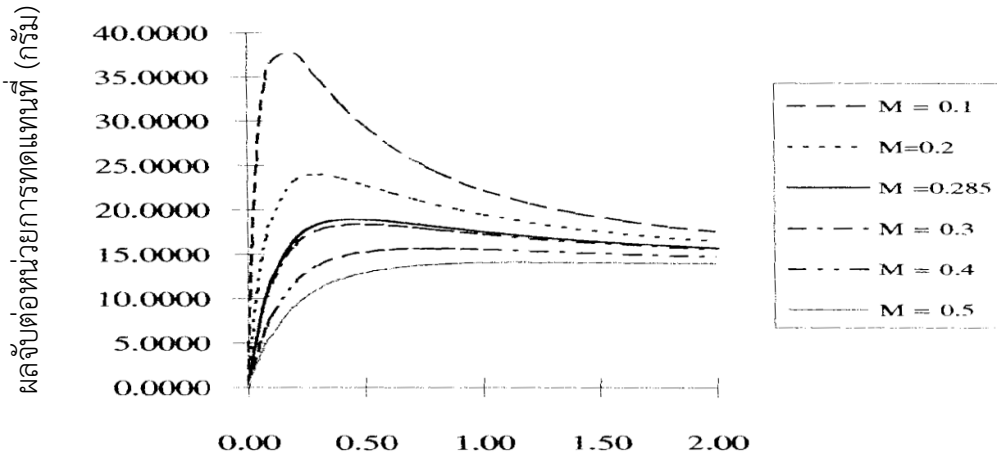
(5) สัตว์น้ำในสต๊อคมีการผสมผสานกันอย่างสมบูรณ์ภายในกลุ่มสัตว์น้ำชนิดพันธุ์เดียวกัน

(6) การทดแทนที่และการเลือกจับของเครื่องมือเป็นแบบขอบตัดตรง (Knife-edge)

อย่างไรก็ตามเนื่องด้วยสภาวะการทำการประมงอย่างหนักในหลาย ๆ สต๊อคสัตว์น้ำการเลือกรูปแบบการทดแทนที่ที่เป็นแบบขอบตัดมาใช้เป็นรูปแบบในการศึกษามักทำให้เกิดข้อจำกัดในการประเมิน ทำให้ในปัจจุบันความน่าจะเป็นในการเลือกจับสัตว์น้ำในแต่ละขนาดได้ถูกนำมาใช้เป็นหลักในการประเมิน (Pauly and Soriano, 1986; Amarasinghe and Sriya, 2002; ทวนทอง, 2547)

ดังนั้น จะเห็นได้ว่า ในการจัดการทรัพยากรประมงโดยใช้หุ่นจำลองผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่นั้น ค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่ ได้แก่ ปริมาณการลงแรงงานการประมง (หรือค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง) และอายุ (หรือขนาด) แรกจับ เป็นหลัก

ในกรณีของปริมาณการลงแรงประมงนั้น ขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติด้วย ซึ่งจะเห็นได้ว่าในกรณีที่ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติต่ำ (M<0.5) ปริมาณผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณการลงแรงประมงที่เพิ่มขึ้นในระยะหนึ่ง หลังจากที่เลยระดับที่สูงสุดมาแล้วเมื่อมีการปรับเพิ่มปริมาณการลงแรงประมงขึ้นไปอีก ปริมาณผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่จะค่อย ๆ ลดลง (ทวนทอง, 2547) (ภาพที่ 4)



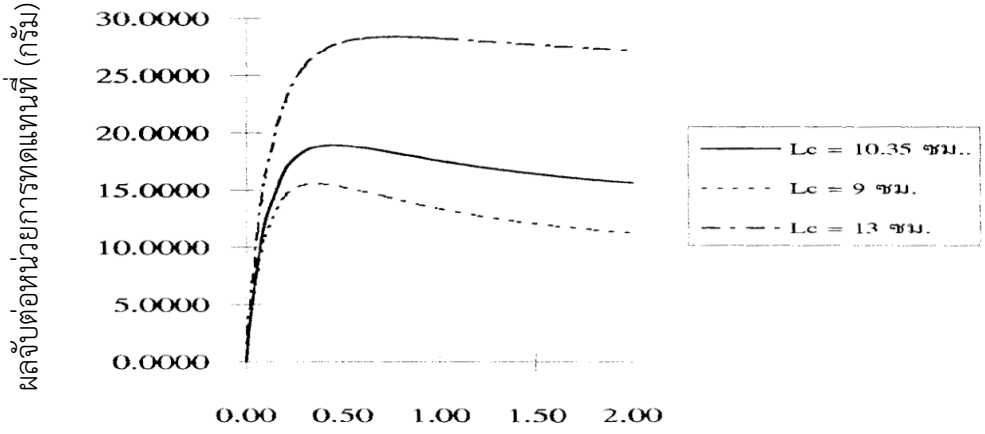
ภาพที่ 4 ผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่ที่ระดับต่าง ๆ ของค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) เมื่อสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) มีการเปลี่ยนแปลง

ที่มา: ทวนทอง (2547)

จากภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่า ณ ที่ระดับค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติต่ำ เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่ กับ สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง จะเป็นเส้นโค้งที่มีจุดยอด การเพิ่มปริมาณการลงแรงประมงไม่จำเป็นว่าต้องได้ปริมาณผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าทางซ้ายของจุดยอดนั้นจำนวนสัตว์น้ำที่ถูกจับมีน้อยและยังมีสัตว์น้ำคงเหลืออยู่ในสต๊อคเป็นจำนวนมาก ดังนั้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณการลงแรงประมงมากขึ้น สัตว์น้ำที่ถูกจับได้จะเพิ่มมากขึ้นทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่าน้ำหนักที่สูญเสียไป (จากการตายโดยธรรมชาติ) ในขณะที่ทางขวามือของเส้นโค้งจำนวนสัตว์น้ำในสต๊อคมีเหลืออยู่น้อยส่วนมากจะถูกจับไปก่อนที่สัตว์น้ำจะมีโอกาศที่จะเติบโต และตัวที่มีขนาดใหญ่ได้ถูกจับไปใช้ประโยชน์เกือบหมด ทำให้สัตว์น้ำที่ยังคงมีอยู่ในสต๊อคเป็นสัตว์น้ำขนาดเล็ก ทำให้น้ำหนักเฉลี่ยของสัตว์น้ำที่จับได้มีค่าต่ำ แต่ในกรณีที่ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติสูง (M>0.5) สัตว์น้ำส่วนใหญ่จะมีปริมาณการตายโดยธรรมชาติสูง การที่เพิ่มปริมาณการลงแรงประมงจึงเป็นแค่การที่จับเอาสัตว์น้ำขึ้นมาใช้ประโยชน์ก่อนที่สัตว์น้ำนั้นจะตายไปโดยธรรมชาติ ดังนั้นปริมาณผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่จะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการลงแรงประมงเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่งเท่านั้น และจะเข้าสู่ขีดจำกัดบน เป็นเส้นโค้งแบบมีขีดจำกัด (ปรีชา, 2520; ทวนทอง, 2547)

ในขณะที่ค่าพารามิเตอร์อีกตัวหนึ่งคือ อายุหรือขนาดแรกจับนั้น สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดตาอวน ซึ่งถ้าหากว่าค่าสัมประสิทธิ์การตาย (ทั้งโดยธรรมชาติ และการประมง) มีค่าคงที่แล้ว ในระยะแรกผลจับจะเพิ่มขึ้นตามอายุแรกจับ เพราะอัตราการตายต่ำกว่าอัตราการเติบโต แต่เมื่อถึงจุดหนึ่ง ถึงแม้มีการเพิ่มขึ้นของอายุแรกจับปริมาณผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่จะลดลง เนื่องจากในระยะหลังนี้อัตราการตายสูงกว่าอัตราการเติบโต และผลจับจะเท่ากับศูนย์เมื่ออายุแรกจับเท่ากับอายุสูงสุดของสัตว์น้ำชนิดนั้น ๆ เนื่องจากสัตว์น้ำจะตายโดยธรรมชาติไปหมดแล้ว (ดำริห์, 2534; ทวนทอง, 2547) (ภาพที่ 5)

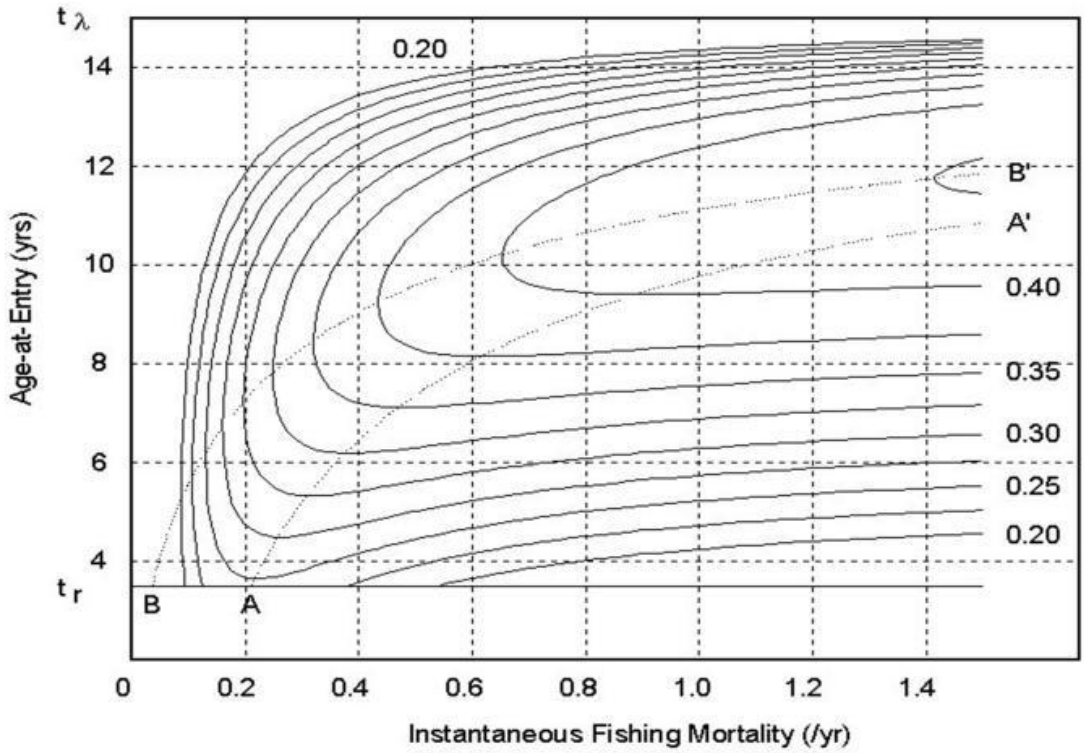
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพที่ 5 ผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่ที่ระดับต่าง ๆ ของค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) เมื่อขนาดแรกจับ (L_c) มีการเปลี่ยนแปลง
ที่มา: ทวนทอง (2547)

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่สามารถแสดงในรูปภาพสองมิติ (Yield isopleth diagram) ในรูปแบบความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง และอายุ (หรือขนาด) แรกจับ ซึ่งเสนอไว้โดย Beverton and Holt (1957) ไดอะแกรมนี้มีประโยชน์ในการวางมาตรการควบคุมการประมง เพราะจากไดอะแกรม จะทราบถึงระดับการตายโดยการประมงที่หมาะสม กับอายุ (ขนาด) แรกจับที่เหมาะสม (ปรีชา, 2520; ทวนทอง, 2547) นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่ยังสามารถแสดงในรูปภาพสองมิติโดยค่าสัมประสิทธิการตายโดยการประมงจะอยู่ในแกนนอน และอายุ (ขนาด) แรกจับจะอยู่ในแกนตั้ง ส่วนปริมาณผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่จะอยู่บนแนวเส้นคอนทัวร์ (Contour line) (ภาพที่ 6)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพที่ 6 ไอโซเปล็ตไดอะแกรมสองมิติของปลา plaice *Pleuronectus platessa*
ที่มา: Beverton and Holt (1957)

จากภาพที่ 6 เป็นตัวอย่างของการศึกษาในปลา Plaice บริเวณทะเลเหนือ ที่เสนอโดย Beverton and Holt (1957) ซึ่งปรีชา (2520) และ ทวนทอง (2547) ได้อธิบายว่า เส้นโค้ง AA' เป็นเส้นที่แสดงสภาวะสำหรับอายุแรกจับที่มากที่สุดกับอัตราการตายโดยการประมงที่น้อยที่สุด และเป็นเส้นที่แสดงระดับการตายโดยการประมงที่เหมาะสมกับอายุแรกจับที่กำหนดไว้ สำหรับเส้นโค้ง BB' แสดงสภาวะสำหรับอายุแรกจับที่น้อยที่สุดและอัตราการตายโดยการประมงสูงสุด จะทำให้ทราบถึงอายุ (ขนาด) แรกจับที่ก่อให้เกิดปริมาณผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่สูงสุด จากการตายโดยการประมงในระดับที่กำหนดไว้

Gulland (1969) ได้เสนอตารางการประเมินสภาวะการประมงในรูปผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่เพื่ออำนวยความสะดวกในการคำนวณค่าดังแสดงในภาพที่ 7 ซึ่งในตารางดังกล่าว นอกจากผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่แล้ว ยังสามารถใช้ประเมินมวลชีวภาพต่อหน่วยการทดแทนที่ (Biomass per recruitment: B/R) จำนวนสัตว์น้ำที่ถูกจับต่อหน่วยการทดแทนที่ (Number per recruit: N/R) ผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่ (Catch per recruitment: C/R) และน้ำหนักเฉลี่ยของผลผลิตรายปี (W)

ข้อมูลพื้นฐานที่ต้องทราบ

ชนิดสัตว์น้ำ: _____

ขนาดตาอวน: _____

ค่าสัมประสิทธิ์การตายในธรรมชาติ (M): _____

น้ำหนักสูงสุด (W_∞): _____

ค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโต (K): _____

อายุสมมติเมื่อความยาวตัวเป็นศูนย์ (t_0): _____

อายุแรกจับ (t_c): _____

อายุแรกเข้าทดแทนที่ (t_r): _____

ส่วนข้อมูลนำเข้า 1

$t_c - t_r$ = _____ $t_c - t_0$ = _____

$M(t_c - t_r)$ = _____ $K(t_c - t_0)$ = _____

$\exp[M(t_c - t_r)]$ = _____ **(M)** $\exp[K(t_c - t_0)]$ = _____ **(D)**

$W_\infty * \exp[M(t_c - t_r)]$ = _____ **(N)**

$B_n = (F+M+nK)$; $C_n = \{U_n \exp(-n[K(t_c - t_0)])\} / (F+M+nK)$

n	$(D)^n$	U_n	(G_n) $U_n(D)^n$
0		+1	+1
1		-3	
2		+3	
3		-1	

	n = 0		n = 1		n = 2		n = 3							
(A)	(B_0)	(C_0)	(B_1)	(C_1)	(B_2)	(C_2)	(B_3)	(C_3)	(P)	(Q)	(R)	(S)	(T)	(V)
F	(A)+M	$1/(B_0)$	(A)+M+K	$(G_1)/(B_1)$	(A)+M+2K	$(G_2)/(B_2)$	(A)+M+3K	$(G_1)/(B_1)$	$(C_0)+(C_1)+(C_2)+(C_3)$	(P)*(N)	(Q)*(A)	(C_0)*(M)	(S)*(A)	(Q)/(S)
										B/R	Y/R	N/R	C/R	W

ภาพที่ 7 การประเมินสภาวะการประมงในรูปผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่ตามวิธีการของ Gulland (1969)

ที่มา: Gulland (1969)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2. ชีววิทยา และการศึกษาพลวัตประชากรของปลาลัง

ปลาลัง หรือ ปลาโม่ง ปลาทูโม่ง ปลาโม่งลัง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1816) และมีชื่อสามัญภาษาอังกฤษว่า Indian mackerel การจำแนกปลาลังตามหลักอนุกรมวิธาน แสดงได้ดังนี้ (อ้างตาม ทวีศักดิ์, 2530)

Order Perciformes

Suborder Scombroidei

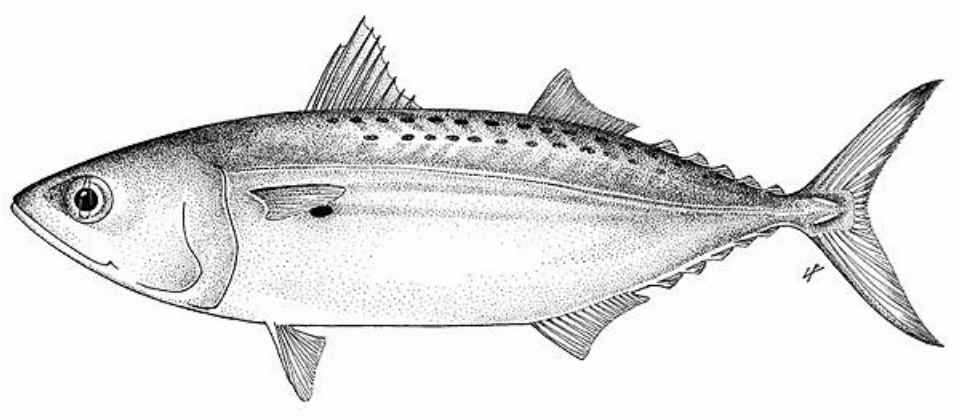
Family Scombridae

Genus *Rastrelliger*

Species *R. kanagurta* (Cuvier, 1816)

ปลาลังเป็นปลาที่มีลักษณะลำตัวเรียวยาวแบบ fusiform มีความกว้างของลำตัวปานกลาง (moderately deep) ความยาวมาตรฐาน (standard length) จะมีความยาวเป็น 4 ถึง 4.8 เท่าของความยาวหัว กระดูกขากรรไกรบน (maxlilla) จะถูกปกคลุมไว้ด้วยกระดูก lacrimal นัยน์ตามีเยื่อไขมัน (adipose eyelid) ที่พัฒนาดี ลำไส้ยาวเป็น 1.3 ถึง 1.7 เท่าของความยาวมาตรฐาน ปากมีขนาดกว้าง ซี่เหงือก (gill raker) จะพัฒนาดีและมองเห็นได้ชัดเจนเมื่อปลาอ้าปาก จำนวนซี่เหงือกมีระหว่าง 30 ถึง 40 ซี ครีบหลังมีจำนวน 2 ครีบ ครีบหลังและครีบก้นมีก้านครีบฝอย 5 ก้าน ครีบหางเว้าลึกเป็นรูปส้อม (ภาพที่ 8) สีพื้นลำตัวมีสีน้ำเงินปนเขียว บริเวณสีข้างมีสีน้ำเงินเคลือบทองอ่อน ๆ มีจุดสีดำ 2 แถวเรียงไปตามแนวสันหลังบริเวณใต้ฐานครีบหลังประมาณ 16 จุด มีแถบสีดำแคบพาดตามยาวของลำตัวด้านบน ซึ่งจะมีสีทองในตัวอย่างที่สด และบริเวณฐานครีบหูมีจุดสีดำอยู่ด้านละ 1 จุด ด้านท้องมีขาวเงิน ครีบหลังมีสีค่อนข้างเหลืองมีสีดำบริเวณตอนปลาย ด้านบนครีบหางและครีบหูมีสีค่อนข้างเหลือง ส่วนครีบอื่น ๆ จะมีสีขาวปนเทา (FAO, 1974)

ลักษณะที่แตกต่างระหว่างปลาทู (*R. brachysoma*) กับปลาลัง (*R. kanagurta*) คือ ปลาทูจะมีขนาดลำตัวกว้างกว่าปลาลัง ความยาวมาตรฐานของตัวปลาทูจะยาวเป็น 3.7 ถึง 4 เท่า ส่วนปลาลังจะยาวเป็น 4 ถึง 4.8 เท่าของความยาวของหัว (จากปากถึงบริเวณขอบของแผ่นปิดเหงือก) ลำไส้ของปลาทูจะมีความยาว 3.0 ถึง 3.4 เท่าของความยาวมาตรฐาน ซึ่งมากกว่าปลาลังที่มีความยาว 1.3 ถึง 1.7 เท่าของความยาวมาตรฐาน ปลายจมูกของปลาทูนั้นจะกลมสั้น ในขณะที่ปลาลังนั้นจะแหลม จุดสีดำใต้ฐานครีบหลังของปลาทูมีจำนวน 12-14 จุด ในขณะที่ปลาลังมี 16 จุด (ทวนทอง, 2540)



ภาพที่ 8 ลักษณะทั่วไปของปลาลัง (*R. kanagurta*)
ที่มา: FAO (1974)

ปลาลังเป็นปลาที่มีการแพร่กระจายอย่างชุกชุมในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยจะแพร่กระจายอยู่ในเขตที่ห่างฝั่งเกิน 20 ไมล์ทะเล ปลาลังเป็นปลาที่หากินบริเวณชายฝั่งที่กินอาหารทั้งแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ (neristic omnivorous) ในระยะตัวเต็มวัยพบว่ากินแพงก์ตอนสัตว์ ในขณะที่ระยะวัยอ่อนจะกินพวกแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร (Chullasorn and Martosubroto, 1986)

อรุพันธ์ (2509) ได้ศึกษาถึงแหล่งวางไข่ของกลุ่มปลาทู-ลังในอ่าวไทย พบว่าตั้งแต่กลางเดือนมีนาคมถึงต้นเดือนเมษายน ไข่ของปลาทู-ลังทั้งฝั่งตะวันตกและตะวันออกจะอยู่บริเวณห่างฝั่งเกิน 20 ไมล์ทะเล ทางตะวันออกของอ่าวไทยพบทางทิศตะวันตกและทิศใต้ของเกาะช้าง ส่วนทางฝั่งตะวันตกพบในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์และจังหวัดชุมพร ในช่วงกลางเดือนมิถุนายน พบไข่ของปลาทู-ลังแบ่งออกเป็น 2 บริเวณกว้าง ๆ คือ บริเวณหน้าจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ กับบริเวณตั้งแต่แหลมใหญ่สะพลีถึงหน้าอ่าวชุมพร เดือนนี้ปลาวางไข่ไม่ไกลฝั่งมากนัก ในช่วงเดือนสิงหาคม พบไข่ปลาหนาแน่นเป็น 2 บริเวณกว้าง คือบริเวณช่องเกาะเต่าและด้านนอกของเกาะสมุยและเกาะพงัน

Boonrangsa (1986) ได้ศึกษาพลวัตประชากรของปลาลังในบริเวณฝั่งตะวันตก (ทะเลอันดามัน) พบว่าปลามีขนาดความยาวแรกทดแทนที่โดยเฉลี่ยเท่ากับ 9.8 เซนติเมตร โดยมีขนาดส่วนใหญ่ที่จับได้อยู่ระหว่าง 18.5 ถึง 23.5 เซนติเมตร ค่าพารามิเตอร์การเติบโต (k) เท่ากับ 1.716 ต่อปี ค่าความยาวสูงสุดของตัวปลา (L_∞) เท่ากับ 27.9 เซนติเมตร ค่าความยาวแรกจับ (L_c) มีค่าเท่ากับ 20.8 เซนติเมตร ค่าอัตราส่วนของการทำการประมง (E) เท่ากับ 0.4 และได้อาศัยสมการความสัมพันธ์ของ Schaefer ในการหาผลจับถาวรสูงสุดเท่ากับ 20,900 ตัน ชูจิต (2536) ได้ศึกษาสถานการณ์ประมงปลาทูและปลาลังในอ่าวไทย พบว่าค่าพารามิเตอร์การเจริญเติบโต (k) เท่ากับ 2.534 ต่อปี ค่าความยาวสูงสุดของตัวปลา (L_∞) เท่ากับ 24.58 เซนติเมตร และหาค่าผลจับถาวรสูงสุดโดยใช้วิธี virtual population analysis พบว่ามีค่าเท่ากับ 53,000 ตัน ซึ่งมีค่า F-factor เท่ากับ 1.2 ชูจิต (2539) ได้ศึกษาสภาวะทรัพยากรปลาลังในอ่าวไทยพบว่ามีศักย์การผลิตเท่ากับ 32,533 ตัน และมีค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงเท่ากับ 4.04 ต่อปี

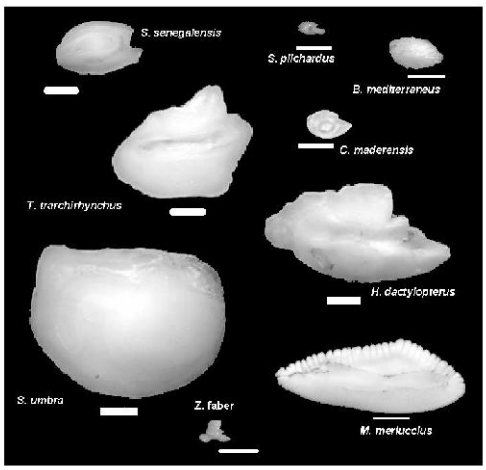
จากรายงานของ FAO (1990) ค่าพารามิเตอร์การเติบโต (k) ของปลาลังในน่านน้ำไทยพบว่ามีค่าเท่ากับ 1.30 ต่อปี และมีค่าความยาวสูงสุดของตัวปลา (L_∞) เท่ากับ 28.00 เซนติเมตร

Tampubolon (1988) ได้ทำการศึกษาพลวัตประชากรของปลาลังในช่องแคบมะลากา พบว่ามีค่าพารามิเตอร์การเติบโต (k) เท่ากับ 0.78 ต่อปี มีค่าความยาวสูงสุดของตัวปลา (L_∞) เท่ากับ 28.7 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) เท่ากับ 3.9 ต่อปี โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยประมง (F) และค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) เท่ากับ 2.36 และ 1.54 ต่อปี ตามลำดับ

การศึกษาชีวประวัติปลาในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดตราด มีการศึกษาชีววิทยาปลาลังอยู่บ้าง เช่น การศึกษาของ อุดม และคณะ (2556) ที่เก็บตัวอย่างปลาลังบริเวณอำเภอแหลมงอบ อ่าวตราด หมู่เกาะช้างและเกาะกูด ไปจนถึงบริเวณหน้าอำเภอคลองใหญ่ และรายงานผลว่า พบปลาลังเพศผู้มีความยาวระหว่าง 10.40-22.70 เซนติเมตร และ ปลาลังเพศเมียมีความยาวอยู่ระหว่าง 15.10-22.90 เซนติเมตร ปลาลังที่พบในพื้นที่ดังกล่าวมีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:0.56 (แสดงว่าพบเพศผู้มากกว่าเพศเมีย) ส่วนประเด็นการสืบพันธุ์นั้น พบว่าเพศผู้มีระยะเจริญพันธุ์สูงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์และช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม ส่วนเพศเมียมีระยะเจริญพันธุ์ สูงในช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม และพฤศจิกายน-ธันวาคม สื่อให้เห็นว่าในช่วงดังกล่าวเป็นช่วงผสมพันธุ์วางไข่ของปลาลังในพื้นที่ดังกล่าว

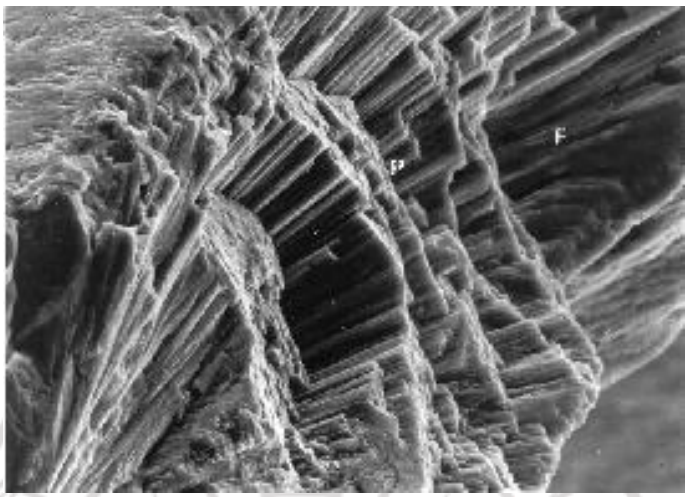
3. การศึกษาอายุปลาจากกระดูกหู

กระดูกหู (Otoliths) (ภาพที่ 9) เป็นชิ้นส่วนกระดูกสีขาวประกอบด้วยผลึกของแคลเซี่ยมคาร์บอเนต (calcium carbonate crystals) และสารประกอบอินทรีย์ที่มีกำเนิดมาจากโปรตีน พบในหูชั้นในของปลากระดูกแข็ง (Teleostean fish) ทุกชนิด ซึ่งโดยปรกติแล้วผลึกของแคลเซี่ยมคาร์บอเนตที่พบเป็นโครงสร้างของ Otoliths ของปลากระดูกแข็งจะเป็นรูปทรงแบบ Aragonite crystals (ภาพที่ 10) (Morales-Nin, 1987)



ภาพที่ 9 กระดูกหูของปลาชนิดต่าง ๆ
ที่มา: Lombarte et al. (2006)

ลิขสิทธิ์ของ ... รรณี

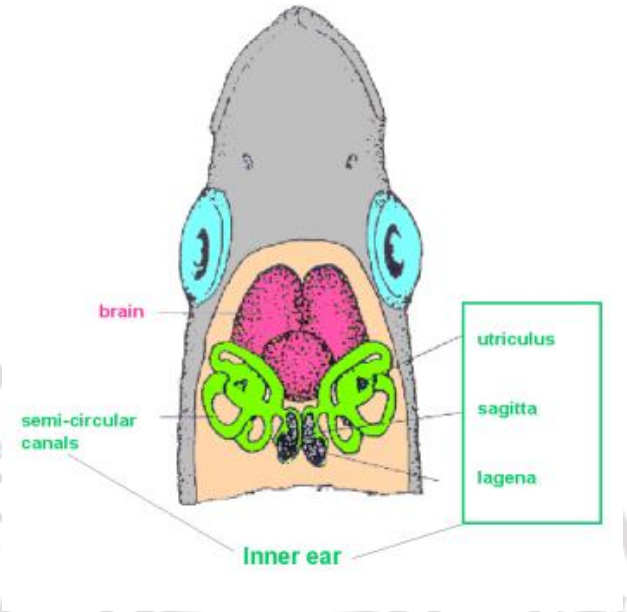


ภาพที่ 10 โครงสร้างของกระดูกหู (otoliths) มีลักษณะเป็นผลึกแบบ aragonite crystals
ที่มา: Morales-Nin (1987)

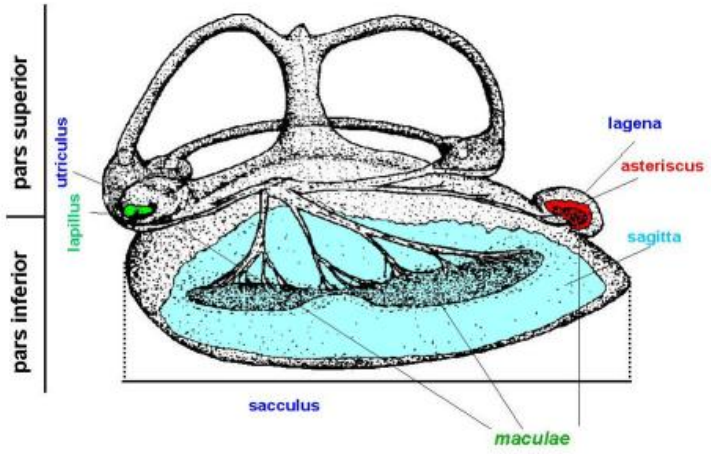
กระดูกหูที่พบในหูชั้นในของปลากระดูกแข็งอยู่ในอวัยวะที่เป็นส่วนหนึ่งของหูชั้นในของปลาที่เรียกว่า Otolithic ซึ่งมีทั้งหมด 3 คู่ คือ Utricule, Lagena และ Saccule (ภาพที่ 11) เป็นอวัยวะที่เป็นเยื่อหุ้มล้อมรอบกระดูกหูแต่ละชิ้นไว้ เยื่อต่าง ๆ เหล่านี้มีพื้นที่ที่มีเซลล์ที่ทำหน้าที่รับความรู้สึกเป็นจำนวนมาก เรียกพื้นที่นี้ว่า Macula พื้นที่ส่วนนี้มีความสัมพันธ์กับส่วนที่แบนของกระดูกหู (ส่วนที่เรียกว่า Sulcus acusticus) ตำแหน่งของอวัยวะส่วนที่กล่าวมานี้มีตำแหน่งอยู่ที่ด้านท้ายของกะโหลกศีรษะปลา (Secor *et al*., 1992)

ในปลานั้น หูชั้นในทำหน้าที่พื้นฐาน 2 อย่าง คือ รับรู้เกี่ยวกับเสียง และรับรู้เกี่ยวกับการทรงตัว การทำงานใน 2 ระบบนี้มีอิทธิพลร่วมกันทำให้โครงสร้างของหูชั้นในสามารถแบ่งตามกายวิภาคได้เป็น 2 ส่วนเช่นกัน (ภาพที่ 12) คือ หูชั้นในส่วนบน ประกอบด้วยส่วน Utriculus และท่อที่เรียกว่า semicircular channels ทำหน้าที่ส่วนใหญ่คือการทรงตัว หูชั้นในส่วนล่าง ประกอบด้วย Lagena และ Sacculus ทำหน้าที่รับเสียง โดยมีกระดูกหูทำหน้าที่รับและส่งต่อสัญญาณเสียงไปยังระบบประสาท

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพที่ 11 กายวิภาคของช่องหูชั้นในปลาและตำแหน่งของกระดูกหูชิ้นต่าง ๆ
ที่มา: Secor *et al*. (1992)



ภาพที่ 12 รายละเอียดของโครงสร้างของหูชั้นในของปลา
ที่มา: Lombarte (1990)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยนครราชสีมา

กระดูกหูที่พบในปลากระดูกแข็งมี 3 คู่ ประจำอยู่ตาม Utricule, Lagena และ Saccule ส่วนละ 1 คู่ มีชื่อตามลำดับคือ Lapillus, Asteriscus และ Sagitta กระดูกหูชิ้นที่มีขนาดใหญ่ มีรูปร่างหลากหลายที่สุด และมักถูกนำมาใช้ศึกษาทางชีววิทยาของปลา คือ Sagitta ในการศึกษาทางด้านชีววิทยาประมง กระดูกหูของปลากระดูกแข็งเป็นชิ้นส่วน และเป็นเครื่องมือที่สำคัญมากในการทำความเข้าใจในรูปแบบชีวิต และประชากรของปลา เนื่องจากกระดูกหูของปลามีส่วนที่เรียกว่าวงการเติบโต (Growth ring or annuli) มีลักษณะไม่แตกต่างจากวงปีที่พบในต้นไม้เนื้อแข็ง Growth ring หรือ annuli นี้จะบันทึกข้อมูลของอายุปลา และการเติบโตตั้งแต่เกิด (Date of hatch) จนตาย ในวงการเติบโตนี้สามารถระบุได้ละเอียดถึงวงการเติบโตในรอบวัน (Daily growth ring) ซึ่งจะเห็นได้

ชัดในช่วงปีแรกของชีวิตปลา (โดยมองใต้กล้อง Microscope) นอกจากนี้องค์ประกอบทางเคมีที่พบในกระดูกหูของปลาก็สร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ มากมาย เช่น ข้อมูลของการเกิด ข้อมูลการเติบโต ข้อมูลที่ใช้ในการจำแนกประชากร (หรือสต๊อค) ข้อมูลการอพยพ ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำ เป็นต้น (Morales-Nin, 1987; Lombarte, 1990)

การศึกษาวงในกระดูกหูของปลาเป็นวิธีหนึ่งซึ่งสามารถใช้ศึกษาอายุปลาอย่างตรงไปตรงมาได้ วงในกระดูกหูปลาเกิดขึ้นทุกวัน ดังนั้นจึงเรียกวงนี้ว่าวงวัน (Daily ring) กระบวนการสร้างวงวัน (Daily increment) ของปลาในเขตร้อนเกิดจากการสะสมของแคลเซี่ยม คาร์บอเนต ในรูปของผลึกแบบ aragonite และสารอินทรีย์ในรอบ 24 ชั่วโมงเกิดเป็นแถบสว่างและแถบมืดเมื่อมองผ่านกล้องจุลทรรศน์ โดยชั้นที่มีการสะสมของแคลเซี่ยม คาร์บอเนต จะแสดงแถบสว่างขนาดกว้างเรียกว่า Accretion zone หรือ Incremental zone ส่วนชั้นสะสมของสารอินทรีย์จะเกิดเป็นแถบมืดซึ่งแคบกว่าเรียกว่า Discontinuous zone (Secor *et al*., 1992) การศึกษาช่วงเวลาที่สร้างวงวันมีรายงานว่าวงวันสร้างในช่วงเย็นของวันแรกที่ปลาฟักออกจากไข่ (Jenkins and Davis, 1990) ช่วงเวลาที่ใช้ในการสร้างวงวันที่สมบูรณ์เท่ากับ 24 ชั่วโมง (Campana and Neilson, 1985) ซึ่งการสร้างวงวันสมบูรณ์ใน 24 ชั่วโมงนี้ยังพบมีรายงานในปลาหลายชนิดทั้งจากการศึกษาในห้องปฏิบัติการ และการศึกษาจากปลาในธรรมชาติ อาทิเช่นปลา *Thunnus maccoyii* ในมหาสมุทรอินเดีย (Jenkins and Davis, 1990) และปลา *Trachurus symmetricus* จากน่านน้ำชิลี (Araya *et al*., 2003) และปลาอื่น ๆ อีกหลากหลายชนิด นอกจากนี้ด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยขึ้นทำให้การศึกษาอายุจากกระดูกหูสามารถวิเคราะห์รายละเอียดได้ถึงวงวัน ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์อายุปลาลังโดยใช้การเก็บข้อมูลเป็นวงวัน ดังจะได้อธิบายรายละเอียดในส่วนของอุปกรณ์และวิธีการต่อไป

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี