บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1.ลักษณะสัณฐานของปลามัด

ปลามัดพบแพร่กระจายอยู่บริเวณแหล่งน้ำของชุมชนบ้านปลายอวน ตำบลพรหมโลก อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช หรือเรียกว่าต้นน้ำคลองปลายอวน ปลามัดอาศัยอยู่บริเวณห้วยที่มีเขตเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่อยู่อาศัยของคนในชุมชนกับเขตอุทยานแห่งชาติเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช แหล่งที่พบปลามัดอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 60–400 เมตร ได้แก่ ห้วยตาเข่ (08° 30′ 31″N, 099°48′ 25″E) ห้วยเมียบ (08° 29′ 58″N, 099° 48′ 21″E) ห้วยคลองปลายอวน(08° 30′ 557″ N, 099° 47′ 285″E) และห้วยเขาสมภาร (08° 31′ 10″N, 099° 47′ 30″E) ปลามัดมีลำตัวเรียวยาวทรงกระบอก ผิวเรียบลื่น ไม่มีเกล็ด จากการวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานโดยใช้ตัวอย่างปลามัดวัยเจริญพันธุ์จำนวน 23 ตัว พบว่าปลามัดมีความยาวจากปากถึงจุดเริ่มต้นของครีบหลัง ครีบก้น ครีบท้อง และครีบอก ร้อยละ 29.8-34.1, 41.1-50.9, 37.1-43.6 และ 15.1-20.1 ของความยาวมาตรฐาน ตามลำดับ และมีความยาวของฐานครีบหลัง ครีบก้น ครีบท้อง และครีบอก ร้อยละ 66.2-72.3, 50.6-57.6, 6.9-11.8 และ 9.3-13.6 ของความยาวมาตรฐาน ตามลำดับ

ปลามัดมีความความลึกของลำตัว และหัว ร้อยละ 9.4-14.8 และ 8.3-9.5 ของความยาวมาตรฐาน ระยะห่างระหว่างปลายกะโหลกท้ายทอยถึงจุดเริ่มต้นของครีบหลังห่างกันมาก ร้อยละ 7.9–11.5 ของความยาวมาตรฐาน สำหรับการวิเคราะห์ค่าร้อยละของความยาวจากจุดถึงจุดเทียบกับความยาวหัวพบว่าปลามัดมีลักษณะของปลายกะโหลกท้ายทอยแหลมมีความกว้าง และความยาวของปลายกะโหลกท้ายทอยร้อยละ18.3–33.1 และ7.5–17.6 ของความยาวหัว ตามีขนาดเล็กและกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง และระยะห่างระหว่างตาร้อยละ 4.9–8.7 และ48.2-62.1 ของความยาวหัว ความยาวหนวดตรงจมูก ขากรรไกรบน ขากรรไกรล่างด้านในและด้านนอก ยาวร้อยละ 79.2-114.1, 97.6-186.1, 75.7-109.7 และ103.4-155.4 ของความยาวหัวตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ลักษณะทางสัณฐานของปลามัด

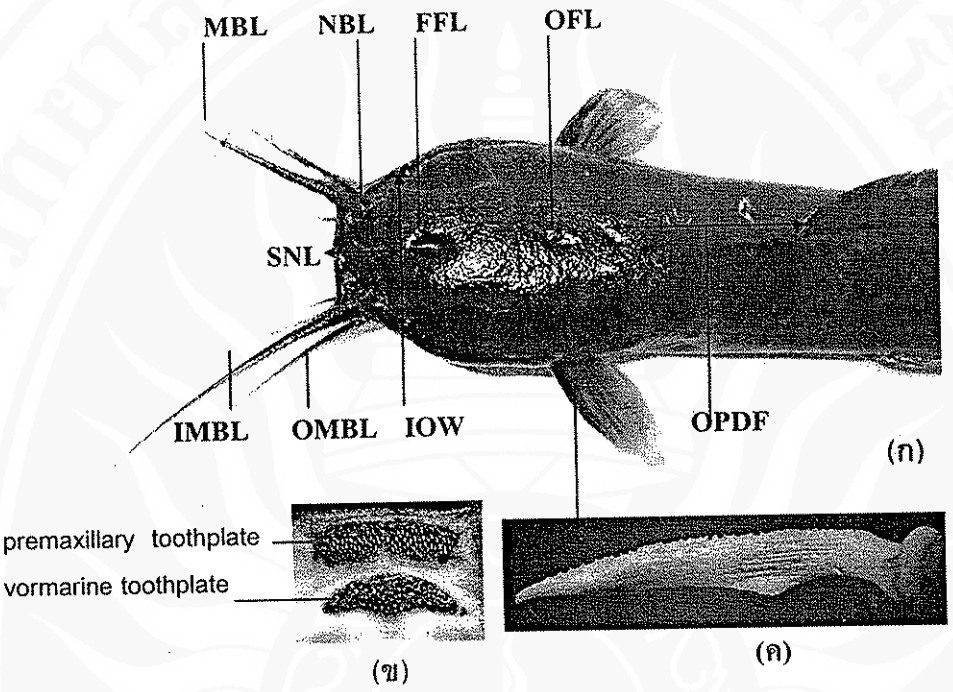
ระยะวัดจากจุดถึงจุดทางสัณฐาน(morphometric)	จำนวนตัว (N)	Min (cm.)	Max (cm.)	Mean (cm.)	SD
ความยาวเหยียด(TL)	23	16.7	23.3	19.4	1.9
ความยาวมาตรฐาน(ST)	23	15.0	20.3	17.1	1.5
วิเคราะห์ความยาวเป็นร้อยละของความยาวมาตรฐาน(% in standard length)					
ความยาวจากปากถึงจุดเริ่มต้นของครีบหลัง(PDL)	23	29.8	34.1	31.4	1.1
ความยาวจากปากถึงจุดเริ่มต้นของครีบก้น(PAL)	23	41.1	50.9	46.5	1.9
ความยาวจากปากถึงจุดเริ่มต้นของครีบท้อง(PPL)	23	37.1	43.6	39.4	1.4
ความยาวจากปากถึงจุดเริ่มต้นของครีบอก(PPEL)	23	15.1	20.1	17.5	1.6
ความยาวของฐานครีบหลัง(DFL)	23	66.2	72.3	69.8	1.5
ความยาวของฐานครีบก้น(AFL)	23	50.6	57.6	54.5	1.6
ความยาวของฐานครีบท้อง(PFL)	23	6.9	11.8	7.9	1.2
ความยาวของฐานครีบอก(PEFL)	23	9.3	13.6	11.3	1.1
ความยาวก้านครีบแข็ง(PESL)	23	5.4	9.4	7.7	0.9
ความยาวของครีบหาง(CFL)	23	10.6	19.2	13.5	1.9
ระยะระหว่างปลายสุดกะโหลกท้ายทอยถึงจุดเริ่มของฐานครีบหลัง(OPDF)	23	7.9	11.5	10.1	0.9
ความลึกของลำตัว(MBD)	23	9.4	14.8	12.2	1.1
ความกว้างของคอดหาง(CPD)	23	4.5	8.4	6.9	0.8
ความยาวหัว(HL)	23	16.2	20.6	18.3	1.4
ความกว้างหัว(HW)	23	14.3	17.7	15.7	0.8
ความลึกหัว(HD)	23	8.3	9.5	8.8	0.2
วิเคราะห์ความยาวเป็นร้อยละของความยาวหัว(%Head length)					
ความยาวจงอยปาก(SNL)	23	22.4	33.2	28.4	2.7
ระยะห่างระหว่างตา(IOW)	23	48.2	62.1	54.6	4.3
ขนาดตา(ED)	23	4.9	8.7	6.7	0.9
ความยาวหนวดตรงจมูก(NBL)	23	79.2	114.1	94.0	9.6
ความยาวหนวดขากรรไกรบน(MBL)	23	97.6	186.1	142.5	19.8
ความยาวหนวดขากรรไกรล่างด้านใน(IMBL)	23	75.7	109.7	91.0	8.9
ความยาวหนวดขากรรไกรล่างด้านนอก(OMBL)	23	103.4	155.4	126.9	15.2
ความยาวของรอยบุ๋มบนแผ่นกะโหลกหน้า(FFL)	23	16.3	23.6	21.1	2.2
ความกว้างของรอยบุ๋มบนแผ่นกะโหลกหน้า(FFW)	23	5.1	8.7	7.5	1.0
ความยาวของรอยบุ๋มบนแผ่นกะโหลกหลัง(OFL)	23	6.0	16.0	11.1	2.9
ความกว้างของรอยบุ๋มบนแผ่นกะโหลกหลัง(OFW)	23	2.5	8.2	5.2	1.6
ความยาวของปลายกะโหลกท้ายทอย(OPL)	23	7.5	17.6	12.2	3.3
ความกว้างของปลายกะโหลกท้ายทอย(OPW)	23	18.3	33.1	25.3	3.4
ความยาวของแผ่นฟันชิ้นแรกของขากรรไกรบน(PML)	23	29.9	33.6	31.7	2.6
ความกว้างของแผ่นฟันชิ้นแรกของขากรรไกรบน(PMW)	23	9.27	11.1	10.1	0.7
ความยาวของแผ่นกระดูกฟันเวอร์เมอริน(VML)	23	28.8	29.6	29.2	0.6
ความกว้างของแผ่นกระดูกฟันเวอร์เมอริน(VMW)	23	5.6	9.23	7.4	2.6

ลักษณะส่วนหัวของปลามัดเมื่อมองทางด้านบนหัวค่อนข้างกลมรีคล้ายไข่ไก่ มีมัดกล้ามเนื้อบริเวณแก้มทั้งสองข้างนูนออกมา เห็นได้ชัด และเห็นลายบนหัวชัดเจน รอยบุ๋มบนแผ่นกะโหลกหน้ารูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนคอดตรงกลาง ส่วนรอยบุ๋มบนแผ่นกะโหลกท้ายทอยกลมรี มีขนาดเล็กกว่าส่วนหน้า ตามีขนาดเล็กและกลม ปลายสุดกะโหลกท้ายทอยแหลม ปลามัดมีหนวด 4 คู่ ริมฝีปากบน 2 คู่ และริมฝีปากล่าง 2 คู่ แต่ละเส้นมีขนาดเล็กปลายเรียว (ภาพที่ 1ก)

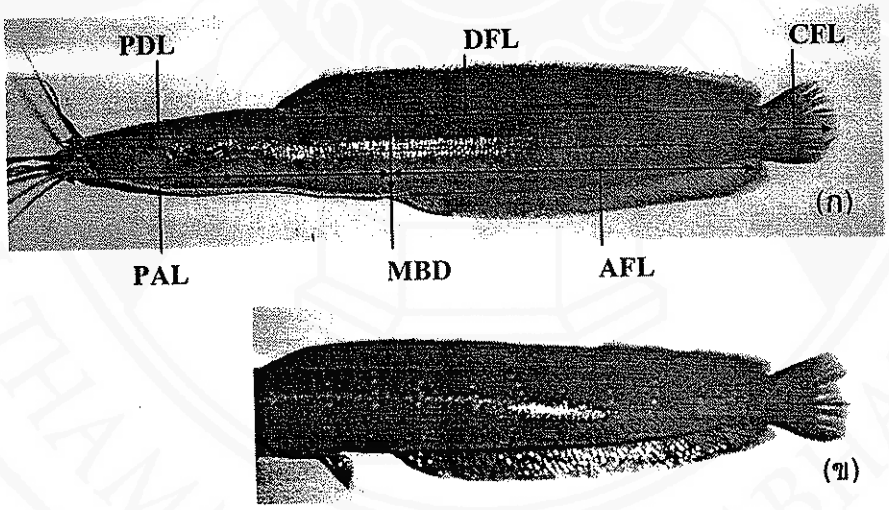
ฟัน เป็นแบบคาดิฟอร์ม(cardiform) มีแผ่นฟันหน้าเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้า 2 แผ่น มีร่องตรงกลางลักษณะของซี่ฟันเล็กเป็นกลุ่มๆโค้งเข้าด้านในเล็กน้อย และถัดมาเป็นแผ่นฟันเวอร์เมอรินเป็นรูปโค้งเสี้ยวพระจันทร์มีหยักแหลมตรงกลาง ลักษณะของซี่ฟันเป็นกลุ่มปลายป้าน (ภาพที่ 1ข) มีซี่กรองเหงือกเป็นซี่เล็กๆ เรียงเป็นแถวบนกระดูกเหงือกอันแรก จำนวน 14-17 อัน

ลักษณะครีบประกอบด้วย ครีบหลัง ครีบอก ครีบท้อง ครีบก้น และครีบหาง ปลามัดมีครีบหลังยาวไปตามฐานของลำตัวด้านหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมโค้ง ขอบครีบใสเห็นก้านครีบชัดเจน ครีบหลังมีจำนวนก้านครีบอ่อน 61-78 จุดเริ่มต้นของครีบหลังห่างจากปลายกะโหลกท้ายทอยมาก ครีบอกมีก้านครีบแข็งขนาดเล็กข้างละ 1 อัน มีก้านครีบอ่อนจำนวน 8 ก้าน ลักษณะครีบเป็นรูปสี่เหลี่ยมแหลม ลักษณะของก้านครีบแข็งเรียวแหลมปลายโค้งเล็กน้อยด้านหน้ามีหยักถี่ๆ คล้ายฟันปลา ด้านหลังเป็นหยักห่างๆ(ภาพที่ 1ค) ครีบท้องมีขนาดเล็ก มีก้านครีบอ่อนจำนวน 6 ก้าน ลักษณะครีบเป็นรูปสามเหลี่ยมปลายมน ครีบท้องอยู่ด้านหน้าของช่องเปิดทวาร ครีบก้นยาวไปตามฐานของลำตัวด้านหน้าของครีบเป็นรูปสามเหลี่ยมโค้งส่วนด้านหลังปลายมน มีจำนวนก้านครีบอ่อน 53-67 ก้าน จุดเริ่มต้นของครีบก้นอยู่ถัดจากรูก้น และอยู่กึ่งกลางบริเวณด้านล่างของลำตัว สำหรับครีบหางกลมมนปลายครีบใสเห็นก้านครีบอ่อนชัดเจนจำนวนก้านครีบอ่อน 14-18 ก้าน(ภาพที่ 2ก)

ลำตัวมีสีน้ำตาลเข้ม ครีบหลัง ครีบหาง และหัวมีสีน้ำตาลเข้ม ส่วนครีบอก ครีบท้อง ครีบก้นและบริเวณท้องมีสีจาง ส่วนของลำตัวมีจุดสีขาวเรียงเป็นแถวตามขวางไปตามลำตัว จำนวน 12 - 14 แถว ลักษณะการเรียงตัวของจุดเหนือเส้นข้างลำตัวเป็นแถวแต่ถัดจากเส้นข้างลำตัวลงมาจุดมีการเรียงตัวกระจัดกระจาย (ภาพที่ 2ข)



ภาพที่ 1 ลักษณะส่วนหัวของปลามัด(ก) ฟัน(ข) และ ก้านครีบแข็งของครีบอก(ค)



ภาพที่ 2 ลักษณะครีบหลัง ครีบก้น และครีบหาง(ก) การเรียงแถวของจุดบนลำตัว(ข)

2. ความแตกต่างระหว่างเพศและอัตราส่วนเพศ

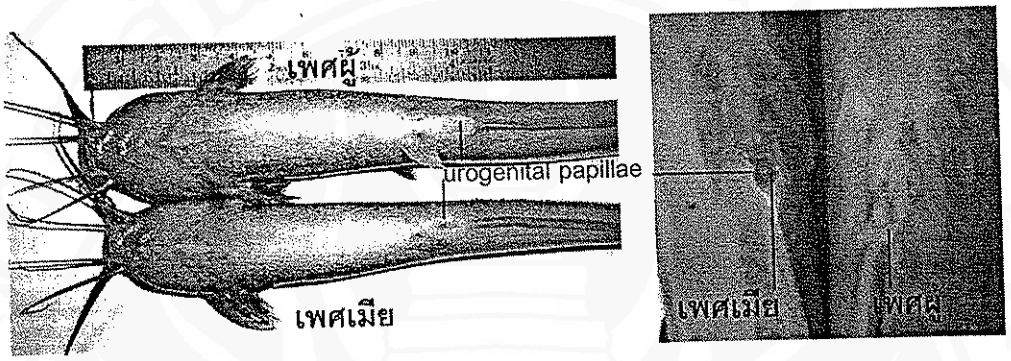
ปลามัดเป็นปลาที่แยกเพศผู้เพศเมียออกจากกัน เมื่อพิจารณาลักษณะภายนอกด้วยตาเปล่า น้ำหนัก และความยาว สามารถแยกความแตกต่างเพศได้ดังนี้

2.1 ความแตกต่างของอวัยวะเพศผู้และเพศเมีย

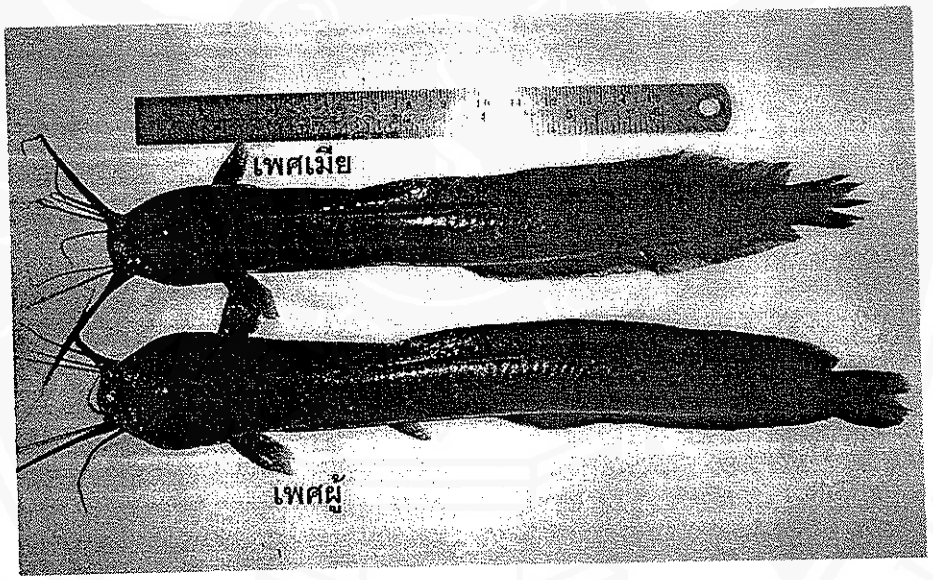
ปลามัดสามารถแยกเพศได้ชัดเจน โดยดูจากภายนอกบริเวณอวัยวะเพศที่มีลักษณะเป็นติ่งเพศ(urogenital papillae) สำหรับเพศผู้มีติ่งเพศเรียวยาว และปลายแหลม เป็นทางออกของน้ำเชื้อ ส่วนเพศเมียติ่งเพศจะมีลักษณะกลมมนเป็นทางออกของไข่ ซึ่งอวัยวะเพศทั้ง 2 เพศจะอยู่ถัดจากทวารลงมา(ภาพที่ 3) ลักษณะที่แยกเพศปลามัดจากภายนอกได้ชัดเจนอีกลักษณะหนึ่งคือกล้ามเนื้อบริเวณแก้มทั้งสองข้างซึ่งจะพบว่าปลาเพศผู้มีขนาดใหญ่และนูนออกมาเห็นได้ชัดเจนกว่าเพศเมียทำให้ส่วนหัวของเพศผู้มีขนาดใหญ่กว่าและเป็นเหลี่ยม ขณะที่ส่วนหัวของเพศเมียค่อนข้างกลมรี และเมื่อเข้าสู่ฤดูกาลสืบพันธุ์วางไข่ ติ่งเพศของปลามัดเพศเมียจะบวมและมีสีแดงเรื่อ บริเวณท้องจะอูมเป่ง ผนังท้องตึงใสสามารถมองเห็นเม็ดไข่ในระยะใกล้สุกได้ชัด เมื่อศึกษาเพศจากลักษณะภายในพบว่าอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้หรือถุงน้ำเชื้อจะมีสีขาวขุ่น 2 พู อยู่ติดกับกระดูกสันหลัง ส่วนอวัยวะสืบพันธุ์ของเพศเมียหรือรังไข่จะมี 2 ฝัก ไข่อ่อนจะเห็นเป็นสีเหลือง เมื่อไข่แก่เต็มที่เม็ดไข่จะมีสีน้ำตาลเข้ม เม็ดกลมใส

2.2 ความแตกต่างด้านความยาวและน้ำหนัก

การวิเคราะห์ความแตกต่างด้านความยาวทั้งหมด ความยาวมาตรฐาน และน้ำหนักปลามัดเพศผู้กับเพศเมียที่รวบรวมได้ทั้ง 13 เดือน ได้ตัวอย่างปลาที่ตรวจสอบทั้งหมด 286 ตัว เพศผู้จำนวน 115 ตัว ความยาว 4.5 – 24 เซนติเมตร และเพศเมีย 171 ตัว ความยาว 4.5 – 20.5 เซนติเมตร พบว่าปลาเพศผู้มีความยาวทั้งหมดเฉลี่ย 14.6 $\pm$ 3.7 เซนติเมตร ความยาวมาตรฐานเฉลี่ย 12.9 $\pm$ 3.3 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ย 19.1 $\pm$ 13.4 กรัม ส่วนปลาเพศเมียมีความยาวทั้งหมดเฉลี่ย 13.6 $\pm$ 2.7 เซนติเมตร ความยาวมาตรฐานเฉลี่ย 11.9 $\pm$ 2.5 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ย 15.3 $\pm$ 8.3 กรัม จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างเพศผู้และเพศเมียโดยการคำนวณ t - test ของความยาวทั้งหมด ความยาวมาตรฐาน และน้ำหนัก มีค่า 2.63, 2.92 และ 2.99 ตามลำดับ โดย ค่า $t_{0.05,284}$ เท่ากับ 1.96 พบว่าปลามัดเพศผู้มีความยาวมากกว่าปลามัดเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อน้ำหนักเท่ากันพบว่าปลาเพศผู้มีความยาวมากกว่าปลามัดเพศเมียเสมอ(ภาพที่ 4) สำหรับความยาวน้อยสุดของตัวอย่างปลามัดที่ได้จากธรรมชาติและสามารถแยกเพศได้ด้วยติ่งเพศทั้งเพศผู้และเพศเมียมีความยาว 4.5 เซนติเมตร



ภาพที่ 3 ความแตกต่างระหว่างอวัยวะสืบพันธุ์ของเพศผู้และเพศเมีย



ภาพที่ 4 ความแตกต่างของความยาวระหว่างปลามัดเพศผู้และเพศเมีย

2.3 อัตราส่วนเพศ

ปลามัดที่รวบรวมในรอบปี จำนวน 286 ตัว เป็นปลามัดเพศผู้ 115 ตัว เพศเมีย 171 ตัว มีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียของผลรวมข้อมูลตลอดปีมีค่าเท่ากับ 1:1.49 เมื่อทดสอบทางสถิติของค่าอัตราส่วนเพศของผลรวมข้อมูลโดยวิธีไคสแควร์ พบว่ามีค่า 10.96 มีค่าน้อยกว่าค่าไคสแควร์ตาราง(0.05,17) ซึ่งมีค่า 27.59 แสดงว่าค่าที่ทดสอบได้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยอัตราส่วนเพศของปลามัดในช่วงที่ทำการศึกษามีอัตราส่วนเพศเท่ากับ 1:1 เช่นเดียวกับการทดสอบทางสถิติของค่าอัตราส่วนเพศรายเดือน มีค่าทดสอบน้อยกว่าค่าไคสแควร์ตาราง(0.05,1) ซึ่งมีค่า 3.84 (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 อัตราส่วนเพศของปลามัดจำแนกตามรายเดือนในรอบปี

เดือน/ปี	เพศผู้ (ตัว)	เพศเมีย (ตัว)	รวม (ตัว)	ค่าที่คาดว่าจะได้	อัตราส่วนเพศผู้:เพศเมีย	ไคสแควร์รายเดือน
ก.ค. 45	7	6	13	6.5	1 : 0.86	0.08
ส.ค. 45	3	4	7	3.5	1 : 1.33	0.14
ก.ย. 45	5	7	12	6	1 : 1.40	0.33
ต.ค. 45	5	9	14	7	1 : 1.80	1.14
พ.ย. 45	8	12	20	10	1 : 1.50	0.80
ธ.ค. 45	9	18	27	13.5	1 : 2.00	3.00
ม.ค. 46	7	12	19	9.5	1 : 1.71	1.32
ก.พ. 46	11	17	28	14	1 : 1.54	1.28
มี.ค. 46	8	15	23	11.5	1 : 1.87	2.13
เม.ย. 46	5	3	8	4	1 : 0.60	0.50
พ.ค. 46	7	14	21	10.5	1 : 2.00	2.33
มิ.ย. 46	9	13	22	11	1 : 1.44	0.73
ก.ค. 46	4	9	13	6.5	1 : 2.25	1.92
ส.ค. 46	9	6	15	7.5	1 : 0.67	0.60
ก.ย. 46	6	9	15	7.5	1 : 1.50	0.60
ต.ค. 46	5	7	12	6	1 : 1.40	0.33
พ.ย. 46	4	6	10	5	1 : 1.50	0.40
ธ.ค. 46	3	4	7	3.5	1 : 1.33	0.14
รวม	115	171	286	133	1 : 1.49	10.96

3. ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวของปลามัด

3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวปลามัดเพศผู้

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของน้ำหนักและความยาวทั้งหมดจากตัวอย่างปลามัดเพศผู้ จำนวน 115 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ย 19.1 $\pm$ 13.4 กรัม(W) และความยาวทั้งหมดเฉลี่ย 14.6 $\pm$ 3.7 เซนติเมตร(TL) พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวทั้งหมด ดังนี้

$$W = 0.0079TL^{2.8478} \quad \text{(ภาพที่ 5)}$$

$$\text{หรือ } \log W = 2.8478 \log TL - 2.1045 \quad \text{(ภาพที่ 6)}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์(r^2) = 0.9434

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวทั้งหมดของปลามัดเพศผู้มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์สูงมาก แสดงถึงการใช้ความยาวอธิบายถึงน้ำหนักของปลาได้ถึงร้อยละ 94.34 และมีความสัมพันธ์กับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวเพศเมีย

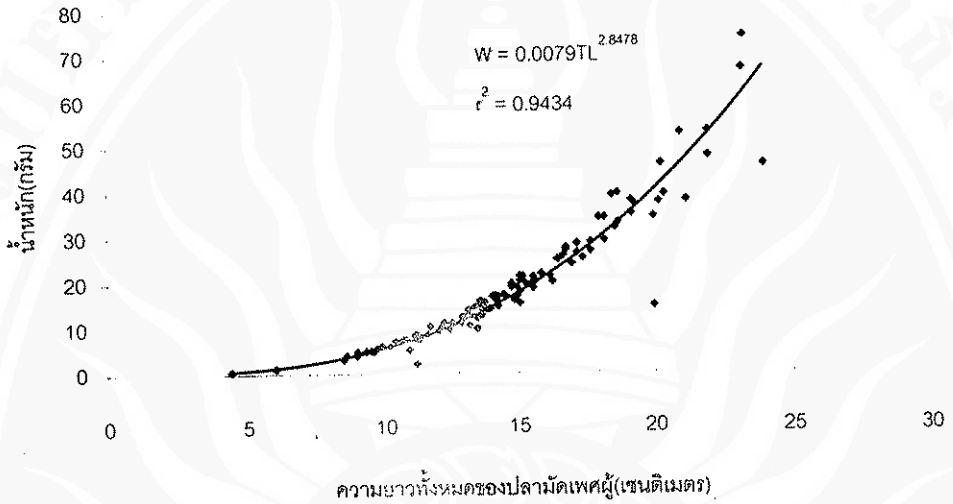
การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของน้ำหนักและความยาวทั้งหมดจากตัวอย่างปลามัดเพศเมียจำนวน 171 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ย 15.3 $\pm$ 8.3 กรัม(W) และความยาวทั้งหมดเฉลี่ย 13.6 $\pm$ 2.7 เซนติเมตร(TL) พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและความยาวทั้งหมด ดังนี้

$$W = 0.0094TL^{2.7903} \quad \text{(ภาพที่ 7)}$$

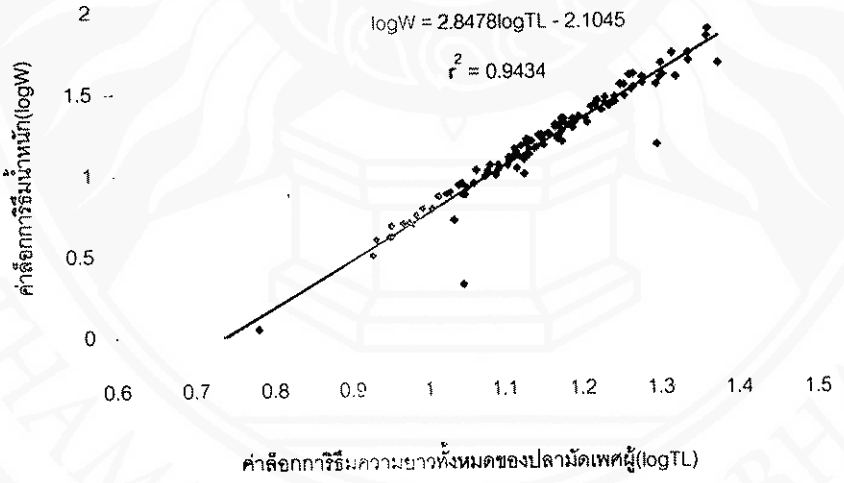
$$\text{หรือ } \log W = 2.7903 \log TL - 2.0254 \quad \text{(ภาพที่ 8)}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์(r^2) = 0.9037

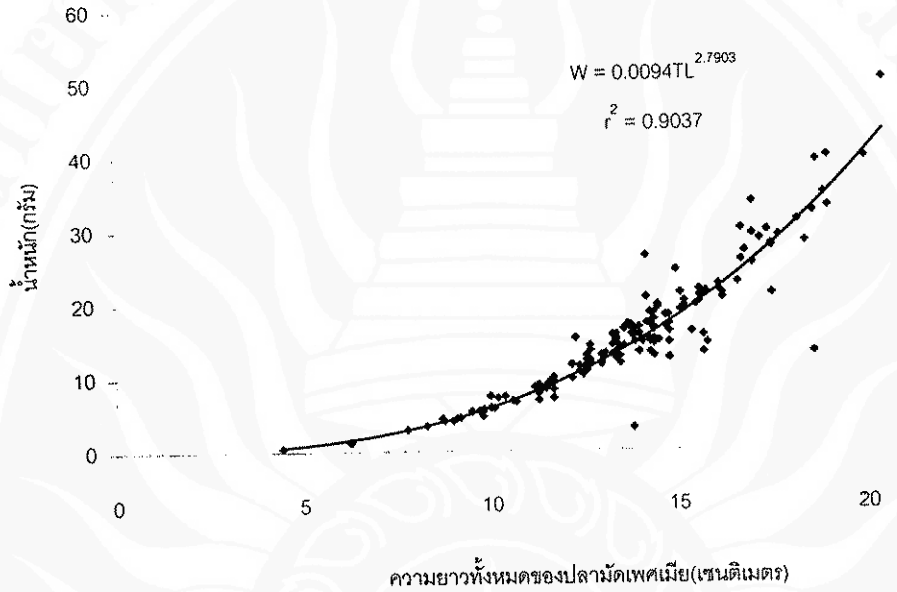
ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวทั้งหมดของปลามัดเพศเมียมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์สูง แสดงถึงการใช้ความยาวอธิบายถึงน้ำหนักของปลาได้ร้อยละ 90.37 และมีความสัมพันธ์กับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



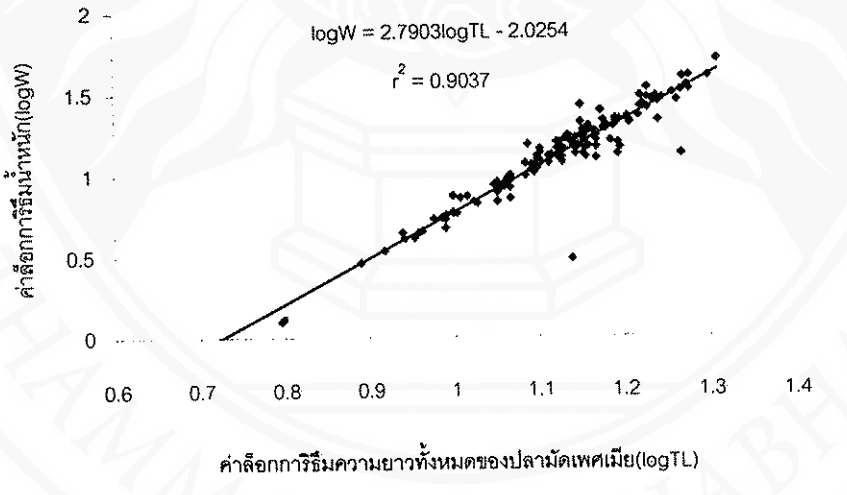
ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวทั้งหมดของปลามัดเพศผู้ โดยน้ำหนักเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวทั้งหมดยกกำลัง 2.8478



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าล็อกการิธึมน้ำหนักกับความยาวทั้งหมดของปลามัดเพศผู้



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวทั้งหมดของปลามัดเพศเมีย โดยน้ำหนักเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวทั้งหมดยกกำลัง 2.7903



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าล็อกการิธึมน้ำหนักกับความยาวทั้งหมดของปลามัดเพศเมีย

3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวทั้งหมดแบบรวมข้อมูลทั้งสองเพศ

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของน้ำหนักและความยาวทั้งหมดจากตัวอย่างปลามัดเพศผู้และเพศเมียจำนวน 286 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ย 16.3 $\pm$ 8.1 กรัม(W) และ ความยาวทั้งหมดเฉลี่ย 14.0 $\pm$ 3.2 เซนติเมตร(TL) พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและความยาวทั้งหมดดังนี้

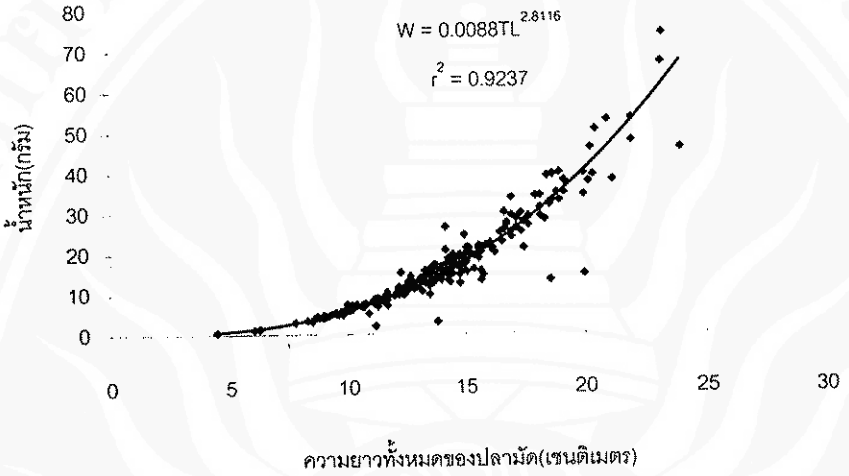
$$W = 0.0088\ TL^{2.8116} \qquad \text{(ภาพที่ 9)}$$

หรือ $\log W = 2.8116 \log TL - 2.0548$ (ภาพที่ 10)

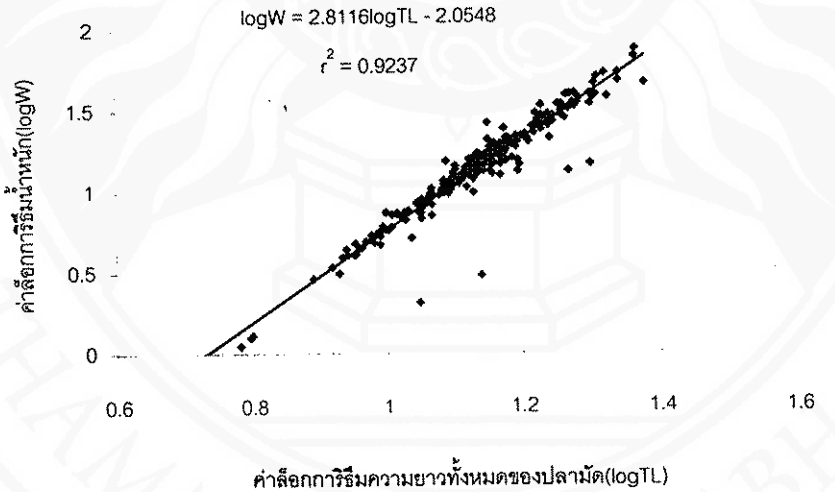
ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์(r^2) = 0.9237

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวทั้งหมดของปลามัดมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์สูง แสดงถึงการใช้ความยาวอธิบายถึงน้ำหนักของปลาได้ร้อยละ 92.37 และมีความสัมพันธ์กับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับการวิเคราะห์รูปแบบการเติบโตของปลามัดโดยการทดสอบสมมุติฐานเลขยกกำลังของความยาวมีค่าเท่ากับ 3 ซึ่งหมายถึงการเติบโตแบบไอโซเมตริก และเลขยกกำลังของความยาวไม่เท่ากับ 3 หมายถึงการเติบโตแบบอัลโลเมตริก ด้วยสถิติ t-test พบว่าค่า t ที่คำนวณได้ 3.93 มีค่ามากกว่าค่า t จากตาราง 2.58 ($t_{0.01,284}$) ดังนั้นปลามัดมีการเติบโตแบบอัลโลเมตริก คือ การเติบโตของร่างกายไม่เป็นสัดส่วนกันโดยตรง กล่าวคือน้ำหนักตัว(W)ของปลามัดไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวทั้งหมดยกกำลังสาม(TL^3)



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวทั้งหมดของปลามัดโดยน้ำหนักเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวทั้งหมดยกกำลัง 2.8116



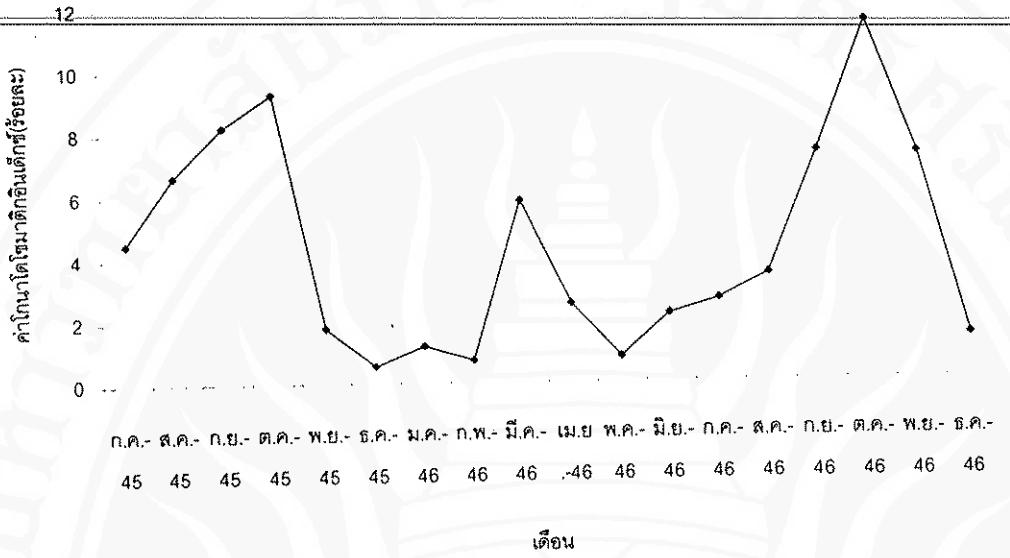
ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าล็อกการิธึมน้ำหนักกับความยาวของปลามัด

4. ค่าโกนาโดโซมาติกอินเด็กซ์ของปลามัดเพศผู้และเพศเมีย

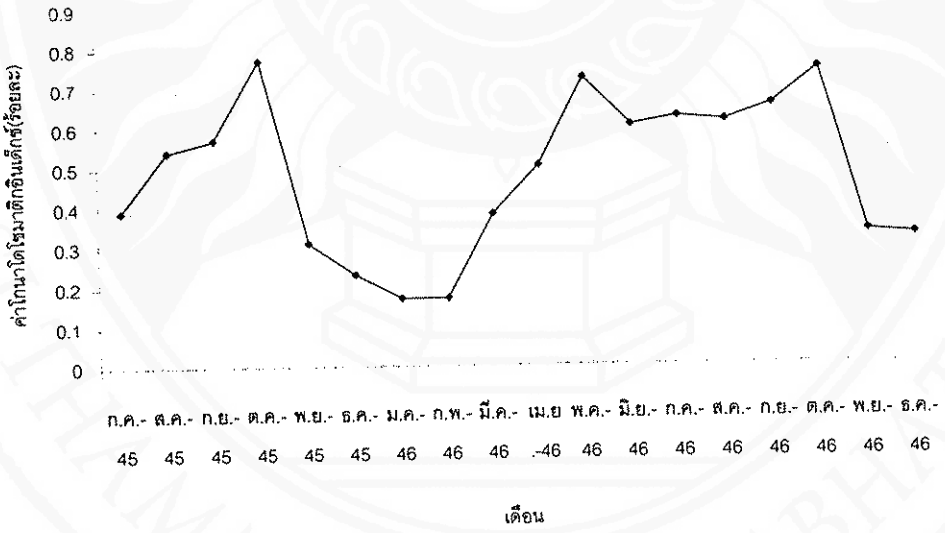
การวิเคราะห์ค่าโกนาโดโซมาติกอินเด็กซ์ของปลามัดเพศเมียที่มีความสมบูรณ์เพศจำนวน 80 ตัว จากตัวอย่างที่รวบรวมได้ในแต่ละเดือน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 0.55-11.36 และมีค่าเฉลี่ยสูงในเดือนตุลาคม (ร้อยละ 11.36±1.35) และลดลงต่ำในเดือนธันวาคมจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ขณะที่ในเดือนมิถุนายนเริ่มปรากฏค่าโกนาโดโซมาติกอินเด็กซ์สูงขึ้นและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งสูงสุดในเดือนตุลาคม สำหรับการวิเคราะห์ค่าโกนาโดโซมาติกอินเด็กซ์ของปลามัดเพศผู้ที่มีความสมบูรณ์เพศจำนวน 100 ตัว จากตัวอย่างที่รวบรวมได้ในแต่ละเดือนมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 0.17-0.77 และมีค่าเฉลี่ยสูงในเดือนตุลาคม (ร้อยละ 0.77±1.35) และมีแนวโน้มลดลงต่ำในเดือนธันวาคมจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ และค่อยเพิ่มสูงขึ้นในเดือนมีนาคมจนสูงสุดอีกครั้งในเดือนตุลาคม(ตารางที่ 7 ภาพที่ 11 และภาพที่ 12)

ตารางที่ 7 ค่าโกนาโดโซมาติกอินเด็กซ์ของปลามัดจำแนกรายเดือนในรอบปี

เดือน	น้ำหนักรังไข่เฉลี่ย (กรัม)	GSI± SD ของเพศเมีย (ร้อยละ)	น้ำหนักถุงน้ำเชื้อเฉลี่ย(กรัม)	GSI±SD ของเพศผู้ (ร้อยละ)
ก.ค.45	0.84	4.49±3.79	0.10	0.39±0.08
ส.ค.45	1.30	6.63±5.08	0.04	0.54±0.26
ก.ย.45	1.19	8.20±1.54	0.23	0.57±0.08
ต.ค.45	1.99	9.23±1.79	0.20	0.77±0.14
พ.ย.45	0.44	1.77±3.49	0.06	0.31±0.17
ธ.ค.45	0.14	0.55±0.08	0.10	0.23±0.07
ม.ค.46	0.53	1.18±0.64	0.03	0.17±0.06
ก.พ.46	0.09	0.71±0.09	0.02	0.17±0.04
มี.ค.46	1.29	5.78±4.49	0.13	0.38±0.10
เม.ย.46	0.46	2.48±1.95	0.13	0.50±0.16
พ.ค.46	0.21	0.77±0.13	0.18	0.72±0.19
มิ.ย.46	0.58	2.13±0.19	0.20	0.60±0.70
ก.ค.46	0.51	2.58±0.65	0.11	0.62±0.27
ส.ค.46	0.71	3.37±0.05	0.13	0.61±0.22
ก.ย.46	1.41	7.23±5.94	0.06	0.65±0.03
ต.ค.46	1.76	11.36±1.35	0.20	0.74±0.15
พ.ย.46	1.14	7.14±2.92	0.09	0.33±0.09
ธ.ค.46	0.18	1.35±1.54	0.10	0.32±0.03



ภาพที่ 11 ค่าโกนาโดโซมาติกอินเด็กซ์ของปลามัดเพศเมียในรอบปี ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม 2545 ถึงเดือน ธันวาคม 2546



ภาพที่ 12 ค่าโกนาโดโซมาติกอินเด็กซ์ของปลามัดเพศผู้ในรอบปี ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม 2545 ถึงเดือน ธันวาคม 2546

5. ความดกของไข่และขนาดของไข่ของปลามัด

การวิเคราะห์ความดกไข่ของปลามัดเพศเมียที่มีความสมบูรณ์เพศและมีระยะพัฒนาการของรังไข่ในระยะที่พร้อมจะวางไข่ พบในปลามัดเพศเมียที่มีความยาวอยู่ระหว่าง 11.5 -17.0 เซนติเมตร มีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 10.1-26.75 กรัม โดยมีความยาวทั้งหมดเฉลี่ย 13.8±1.4 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ย 17.3±4.9 กรัม น้ำหนักรังไข่เฉลี่ย 1.71 ± 0.7 กรัม มีปริมาณไข่เฉลี่ย 306 ± 125 ฟอง ค่าโกนาโดโซมาติคอินแด็กซ์ เฉลี่ยร้อยละ 9.3 ± 1.6 ไข่ปลามัดเป็นไข่ประเภทจมติดกับวัตถุ ไข่อ่อนเป็นเม็ดกลมสีเหลืองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.19-0.22 มิลลิเมตร และไข่แก่จะมีสีน้ำตาลใสเป็นเม็ดกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.24-0.26 มิลลิเมตร เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและความยาวทั้งหมดกับความดกไข่ พบว่ามีความสัมพันธ์ดังนี้

5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวกับความดกไข่ มีความสัมพันธ์ดังนี้

$$F = 5.8469\ W^{1.3794}$$ (ภาพที่ 13)

หรือ $\log F = 1.3794 \log W + 0.7669$ (ภาพที่ 14)

ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์(r^2) = 0.9214

ความสัมพันธ์ที่วิเคราะห์ได้สามารถใช้อธิบายถึงความดกไข่(F)ที่จะผันแปรไปตามน้ำหนักของตัวปลา(W)ได้ร้อยละ 92.14 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

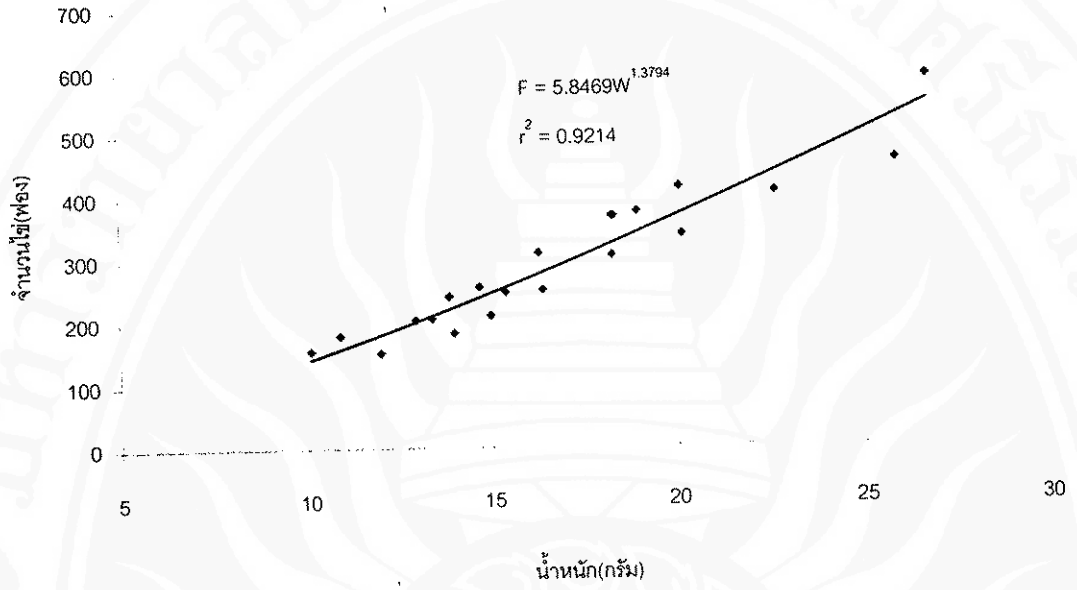
5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวทั้งหมดกับความดกไข่ มีความสัมพันธ์ดังนี้

$$F = 0.0265TL^{3.5379}$$ (ภาพที่ 15)

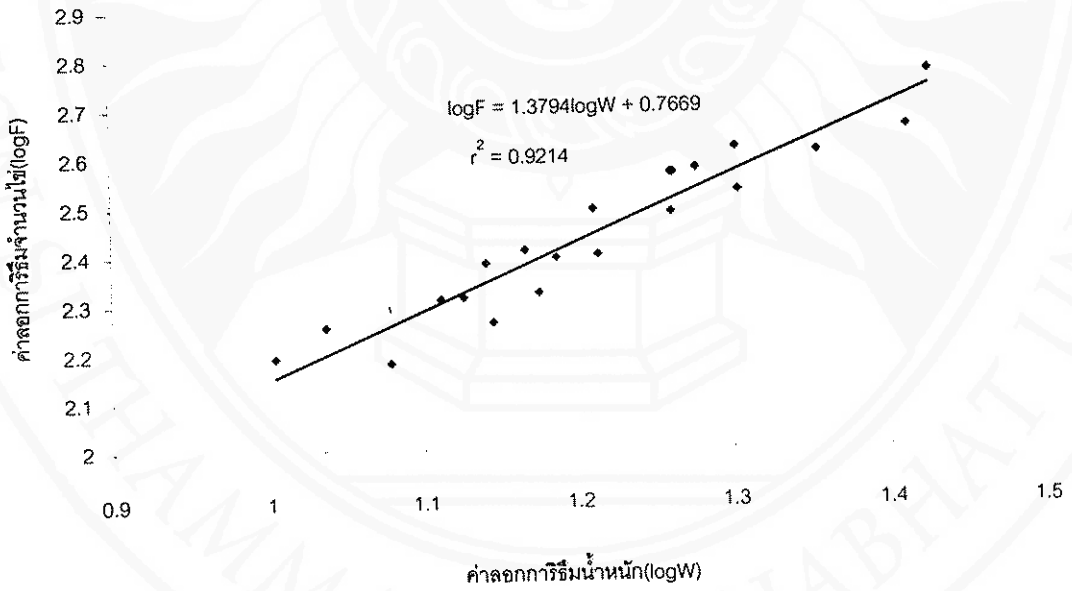
หรือ $\log F = 3.5379 \log TL - 1.5774$ (ภาพที่ 16)

ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์(r^2) = 0.8140

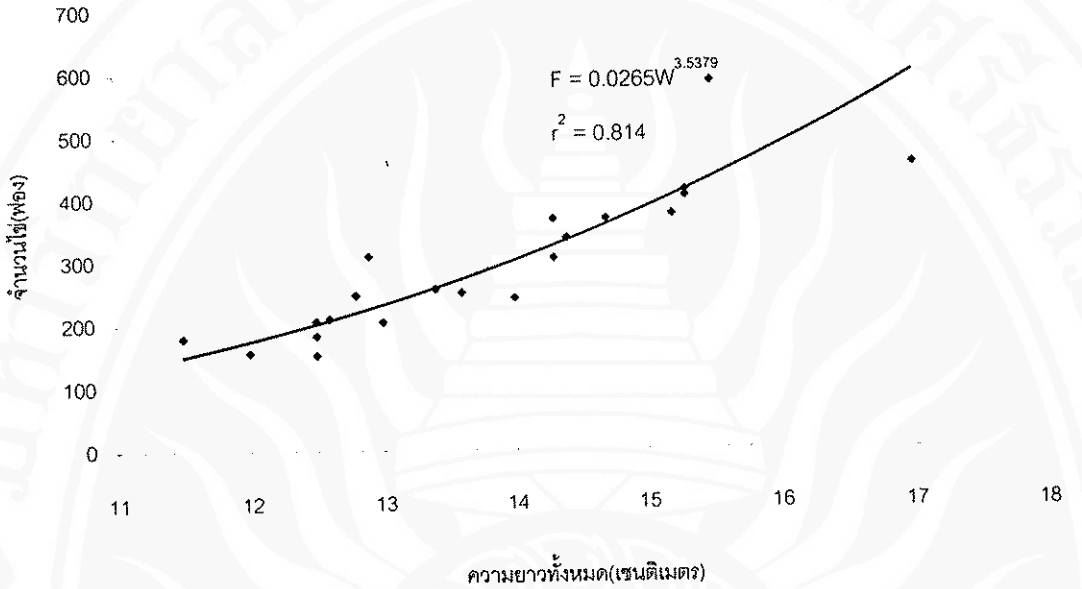
ความสัมพันธ์ที่วิเคราะห์ได้สามารถใช้อธิบายถึงความดกไข่(F)ที่จะผันแปรไปตามความยาวทั้งหมดของตัวปลา(TL)ได้ร้อยละ 81.40 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



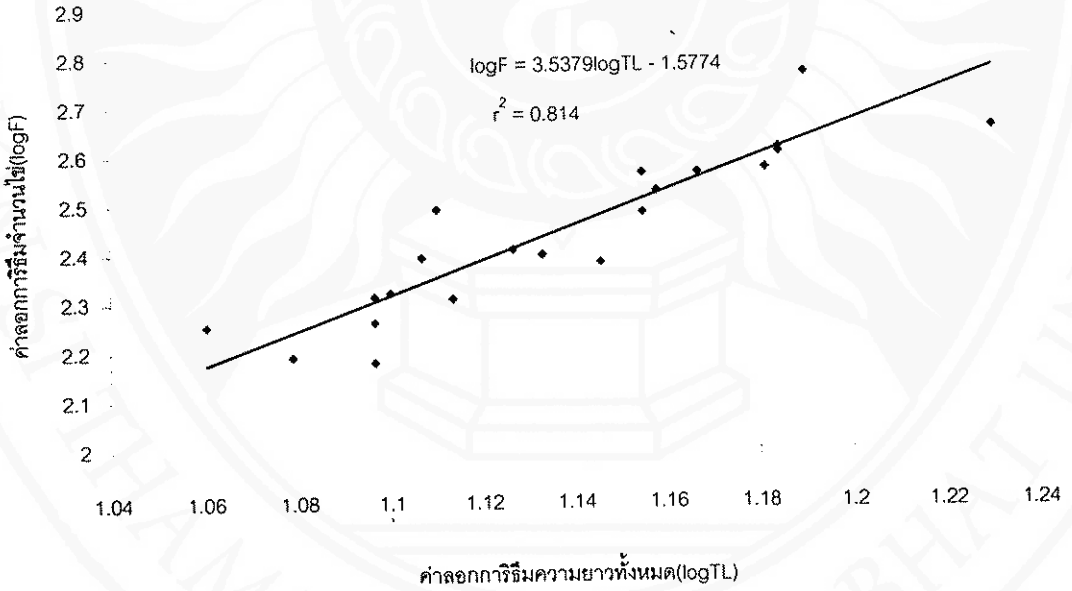
ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความดกไข่



ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอกการิธึมน้ำหนักกับความดกไข่



ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวทั้งหมดกับความดกไข่



ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอกการิธึมความยาวทั้งหมดกับความดกไข่

6. ลักษณะเนื้อเยื่อของรังไข่และอัณฑะ

อวัยวะสืบพันธุ์ของปลามัดจะอยู่ในบริเวณช่องท้องตอนปลายของลำตัวอยู่เหนือเยื่อบุช่องท้องที่ติดกับกระดูกสันหลังและอยู่ใต้ไตตอนปลายโดยมีเนื้อเยื่อมีเซนทารี(mesentaries)ยึดอวัยวะสืบพันธุ์ไว้กับเยื่อบุช่องท้องเกือบตลอดความยาวของอวัยวะสืบพันธุ์จนถึงช่องเปิดของอวัยวะเพศ ปลามัดมีอวัยวะสืบพันธุ์เป็นคู่ทั้งเพศผู้และเพศเมีย

6.1 ลักษณะเนื้อเยื่อของรังไข่

การวิเคราะห์อวัยวะสืบพันธุ์ในแต่ละเดือนของปลาเพศเมีย จำนวน 171 ตัว พบว่ามีการพัฒนาการของรังไข่ในระยะต่าง ๆ ตลอดทั้งปี พบปลาเพศเมียมีพัฒนาการของไข่ในระยะที่ 2 แมทัวริง เวอร์จิน(maturing virgin) และ ระยะที่ 3 ดีเวลลอป(developed)ในเดือนกุมภาพันธ์และเมื่อเข้าสู่เดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน ปลามัดเพศเมียส่วนใหญ่มีพัฒนาการของไข่อยู่ในระยะที่4 ดิเวลลอปปิงจ์(developing) สำหรับ ระยะที่ 5 กราวิด(gravid)ซึ่งเป็นระยะที่พร้อมจะวางไข่กับระยะที่ 6 สปอนนิงจ์(spawning)มีอยู่ 2 ช่วง ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม และเดือนกรกฎาคมถึงเดือนพฤศจิกายน แต่พบมากในเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน สำหรับปลาเพศเมียที่อยู่ในระหว่างพักตัวเพื่อปรับสภาพรังไข่เตรียมพร้อมสำหรับฤดูกาลต่อไปพบในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม

การศึกษาลักษณะเนื้อเยื่อของอวัยวะสืบพันธุ์ของปลามัดเพศเมีย พบว่าภายในรังไข่มีระยะการเจริญของไข่รวมกันอยู่อย่างน้อย 2 ระยะ แสดงถึงฤดูวางไข่ของปลามัดจะมีได้ตลอดปีและอายุช่วงวางไข่จะยาวนาน และสามารถจำแนกระยะการเจริญของไข่ได้ดังนี้

6.1.1 ไข่ระยะที่ 1(Oocyte stage1) ไข่มีขนาดเล็กมากหรืออยู่ในรูปโอโอโกเนีย (oogonia) อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันล้อมรอบ มีนิวเคลียสกลมตรงกลางเซลล์ (ภาพที่ 17)

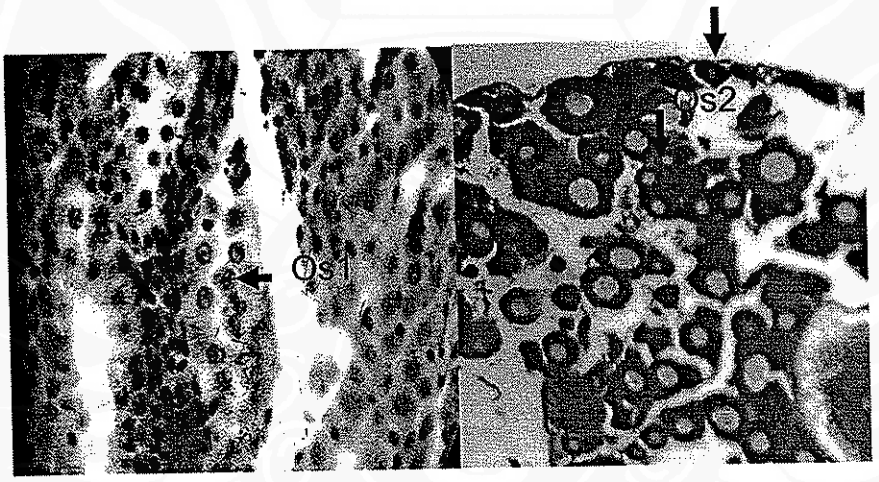
6.1.2 ไข่ระยะที่ 2(Oocyte stage 2) ไข่มีขนาดใหญ่ขึ้น นิวเคลียสจะมีขนาดใหญ่อยู่ตรงกลางเซลล์ (ภาพที่ 17)

6.1.3 ไข่ระยะที่ 3(Oocyte stage 3) ไข่มีขนาดใหญ่ขึ้นค่อนข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยม นิวเคลียสอาจอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเซลล์ ภายในนิวเคลียสเริ่มเห็น โปรวิทเทลลินนิวคลีโอไล(provitelline nucleoli) พร้อมกับมีการพัฒนาของฟอลลิคูลาร์ (follicular cell)(ภาพที่ 18)

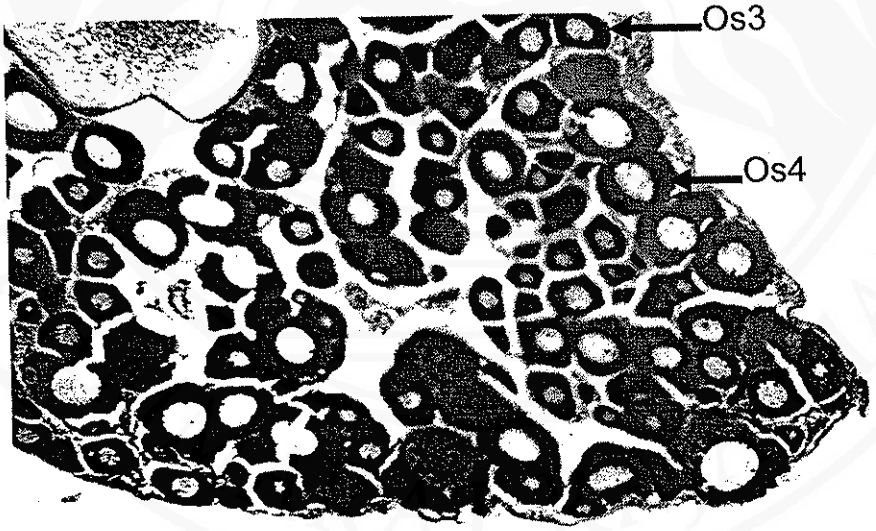
6.1.4 ไข่ระยะที่ 4(Oocyte stage 4)ไข่มีขนาดใหญ่ขึ้นมาก มีโปรวิทเทลลินนิวคลีโอไล เคลื่อนที่ไปอยู่ที่ขอบของนิวเคลียส เริ่มเห็นโยล์ค กรานูน(yolk granules) และแฟต แวคคิวโอล(fat vacuole)(ภาพที่ 18)

6.1.5 ไข่ระยะที่ 5(Oocyte stage 5) ไข่มีขนาดที่ใหญ่ขึ้นกว่าระยะที่ 4 ระยะนี้จะมีโยล์ค กรานูน และ แฟต แวคคิวโอล เพิ่มจำนวนมากขึ้นในไซโตพลาสซึม สามารถแยกชั้นเห็นชั้นโซนา เรดิเอตา(zona radiate) ออกจากชั้นเยื่อบุฟอลลิคูลาได้ชัด(ภาพที่ 19)

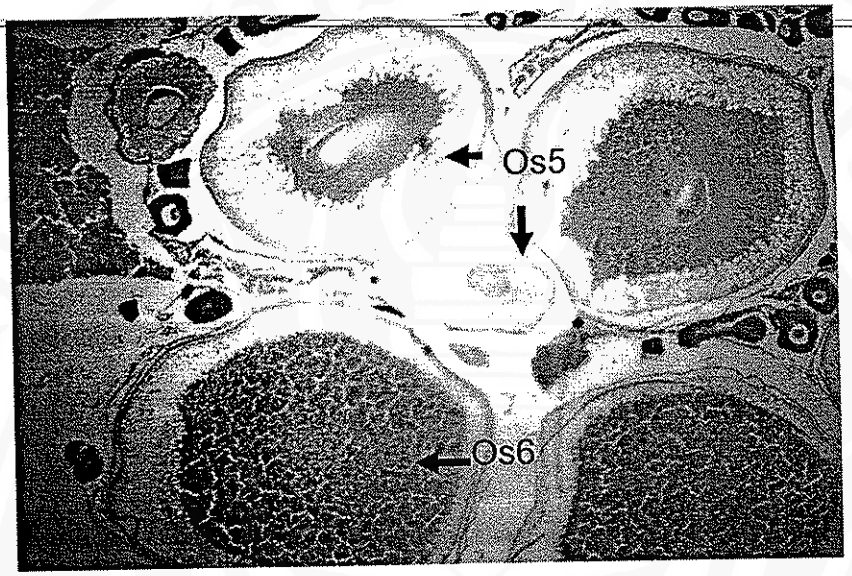
6.1.6 ไข่ระยะที่ 6(Oocyte stage 6) ไข่มีขนาดใหญ่มากขึ้น ลักษณะเด่นของไข่ระยะนี้คือในไซโตพลาสซึมมีโยล์ค กรานูน และแฟต แวคคิวโอล ขนาดใหญ่ขึ้นมีปริมาณมาก ในระยะนี้เนื้อเยื่อล้อมรอบไข่จะหนาไม่เท่ากันตลอด และเห็นชั้นโซนา เรดิเอตา, ฟอลลิคูลา เซลล์ และธีคา(theca)ชัดเจน เมื่อดูภายนอกด้วยสายตาเปล่าเม็ดไข่จะมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเข้ม (ภาพที่ 19 และ ภาพที่ 20)



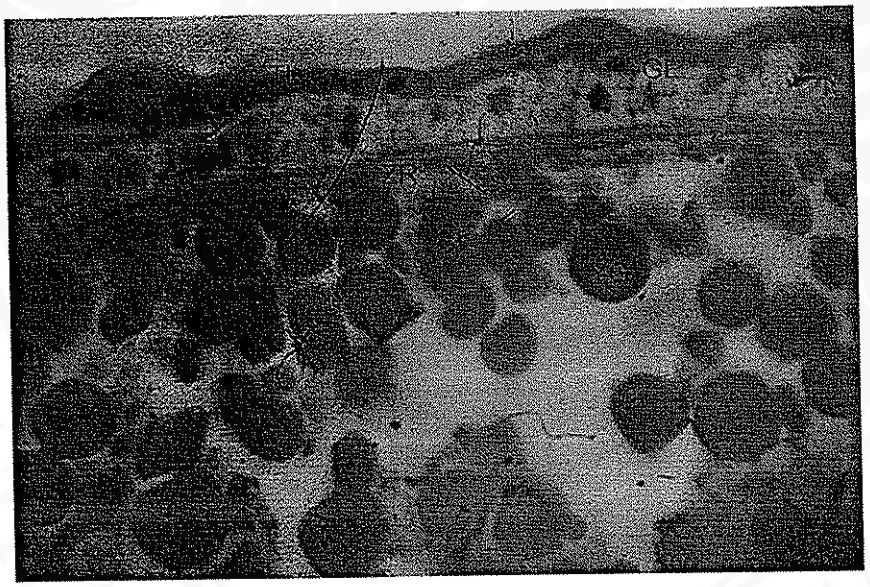
ภาพที่ 17 ระยะการเจริญของไข่ปลามัดระยะที่ 1(Os1) และระยะที่ 2(Os2)



ภาพที่ 18 ระยะการเจริญของไข่ปลามัดระยะที่ 3(Os3) และระยะที่ 4(Os4)



ภาพที่ 19 ระยะการเจริญของไข่ปลามัดระยะที่ 5(Os5) และระยะที่ 6(Os6)



ภาพที่ 20 ระยะการเจริญของไข่ปลามัดระยะที่ 6 ภายในไซโตพลาสซึม จะเต็มไปด้วยโยล์ค กรานูล(YG) เห็นชั้นธีคา(TL) กรานูโลซา(GL) และชั้นโซนา เรดิเอตา(ZR)

6.2 ลักษณะเนื้อเยื่อของอัณฑะ

การวิเคราะห์อวัยวะสืบพันธุ์ของปลาเพศผู้จากตัวอย่างปลา 115 ตัว เมื่อตรวจสอบพัฒนาการของถุงน้ำเชื้อในรอบปี พบว่าปลาเพศผู้มีน้ำเชื้อสมบูรณ์เต็มที่ในระยะที่ 5 กราวิด(gravid) ซึ่งพร้อมจะผสมพันธุ์ได้ตลอดปี โดยเฉพาะในช่วงเดือนเมษายน ถึงเดือนตุลาคม และมีความพร้อมที่สุดในเดือนตุลาคม แต่มีความพร้อมในการผสมพันธุ์ต่ำสุดในเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์

การศึกษาลักษณะเนื้อเยื่อของอวัยวะสืบพันธุ์ของปลามัดเพศผู้ พบว่าภายในอัณฑะมีระยะการเจริญของเซลล์สืบพันธุ์ในระยะที่ 3 4 และ 5 ซึ่งพบได้ตลอดปีและสามารถจำแนกระยะการเจริญของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ ได้ดังนี้(ภาพที่ 21)

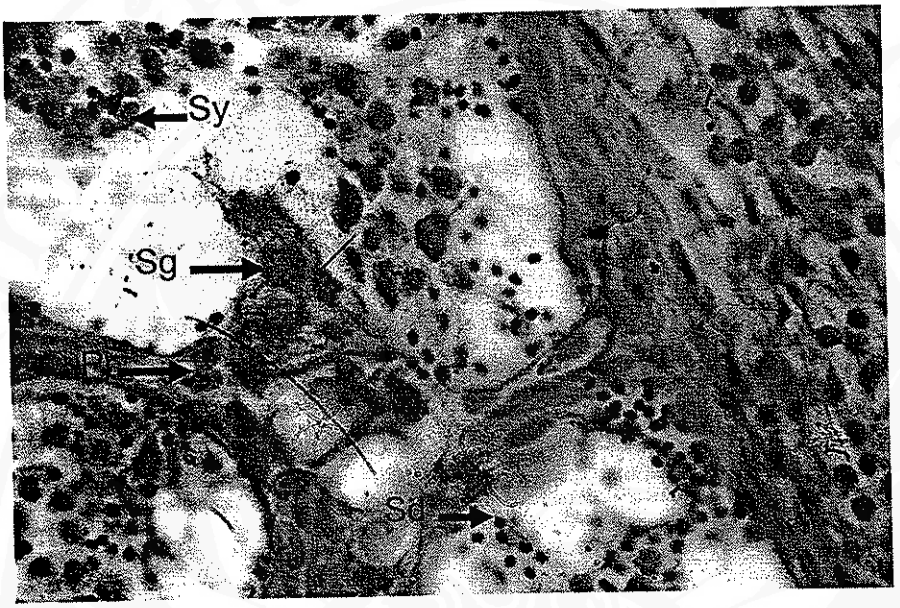
6.2.1 ระยะที่ 1 สเปอร์มาโตโกเนีย(Spermatogonia) เกิดขึ้นในโกนาดอลลาเมลลา(gonadal lamella) นิวเคลียสค่อนข้างใหญ่ติดสีชมพู เริ่มปรากฏอัณฑะมีลักษณะเป็นเส้นใส ๆ ภายในมีสเปอร์มาโตโกเนีย จำนวนมาก พัฒนาการของอัณฑะของระยะนี้เรียกว่า อิมแมททัว (immature testis)

6.2.2 ระยะที่ 2 ไพรมารี สเปอร์มาโตไซต์(Primary spermatocytes) มีขนาดเล็กกว่าสเปอร์มาโตโกเนีย โดยเกิดจากการแบ่งเซลล์ของสเปอร์มาโตโกเนีย และเมื่อย้อมสีจะติดสีชมพูเข้มกว่า สเปอร์มาโตโกเนีย นิวเคลียสติดสีเข้มซึ่งเป็นกลุ่มของโครมาติน(chromatin) ระยะนี้อัณฑะมีลักษณะเป็นริ้วแตกแขนงสั้น ๆ สีขาวครีม

6.2.3 ระยะที่ 3 เซคคันดารี สเปอร์มาโตไซต์(Secondary spermatocytes) มีจำนวนมากกว่าและขนาดเล็กกว่าไพรมารี สเปอร์มาโตไซต์ โดยเกิดจากการแบ่งเซลล์ของไพรมารี สเปอร์มาโตไซต์ นิวเคลียสติดสีชมพูเข้ม ระยะนี้อัณฑะมีลักษณะเป็นริ้วแตกแขนงเพิ่มขึ้นคล้ายนิ้วมือ สีขาวครีมพัฒนาการของอัณฑะระยะที่ 2 และ 3 รวมเรียกว่า แมททัวริง(maturing testis)

6.2.4 ระยะที่ 4 สเปอร์มาติด(Spermatids) มีขนาดเล็กกว่า เซคคันดารี สเปอร์มาโตไซต์ เกิดจากการแบ่งเซลล์ของเซคคันดารี สเปอร์มาโตไซต์ นิวเคลียสยังคงติดสีน้ำเงินเข้ม ระยะนี้อัณฑะใกล้เจริญพันธุ์มีลักษณะเป็นริ้วและแขนงยาวขึ้นมีสีขาวขุ่น

6.2.5 ระยะที่ 5 สเปอร์มาโตซัว(Spermatozoeas) เกิดจากการเปลี่ยนรูปร่างจากสเปอร์มาติด โดยไม่ได้แบ่งเซลล์ แต่เปลี่ยนรูปร่างโดยมีหางเกิดขึ้น จะติดสีชมพู อัณฑะถึงระยะเจริญพันธุ์มีลักษณะเป็นริ้วและแขนงยาวขึ้นคล้ายนิ้วมือ สีขาวผิวตึง พัฒนาการของอัณฑะระยะที่ 4 และ 5 รวมเรียกว่า แมททัว์(mature testis)



ภาพที่ 21 ระยะการเจริญของเซลล์สืบพันธุ์ปลามัดเพศผู้ ประกอบด้วย
สเปอร์มาโตโกเนีย(Sg) ไพรมารี สเปอร์มาโตไซต์(Pr)
เซคคันดารี สเปอร์มาโตไซต์(Sy) สเปอร์มาติด(Sd)

7. คุณภาพน้ำและลักษณะแหล่งที่อยู่ของปลามัด

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำคุณภาพน้ำบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยปลามัด พบว่าอุณหภูมิของน้ำผันแปร ในช่วง 24-28 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิอากาศมีค่าอยู่ในช่วง 26-32 องศาเซลเซียส ซึ่งช่วงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วงแคบ ๆ เหมาะที่สัตว์น้ำจะอาศัยอยู่ ค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 6.0 ถึง 7.3 ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตนั้นพบว่าอยู่ในช่วง 5.9 ถึง 8.7 mg/l ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำไม่ต่ำกว่า 3.0 mg/l จะทำให้สัตว์น้ำดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระก็เป็นปัจจัยสำคัญที่พืชน้ำใช้ในการสังเคราะห์แสง จากการศึกษาพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.5 – 15 mg/l ซึ่งแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปจะเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับนี้เช่นกัน ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำธรรมชาติควรมีคาร์บอนไดออกไซด์อิสระอยู่ในระดับไม่เกิน 30 mg/l ค่าความเป็นด่างของน้ำในแหล่งที่อยู่อาศัยปลามัดอยู่ในช่วง 6 – 21 mg/l as $CaCO_3$ ซึ่งค่าความเป็นด่างที่พบมีค่าอยู่ในระดับ

ปานกลางค่อนข้างต่ำและโดยทั่วไปค่าความเป็นด่างของน้ำจะมีค่าใกล้เคียงกับค่าความกระด้างของน้ำ ณ สถานีเดียวกัน ค่าความกระด้างของน้ำอยู่ในช่วง 5 – 30 mg/l as $CaCO_3$ พบว่าความกระด้างของน้ำไม่สูงมากนัก ปริมาณแอมโมเนียที่พบอยู่ในช่วง 0.02 – 0.07 mg/l ปริมาณ ไนไตรท์ที่พบอยู่ในช่วง 0.00 – 0.01 mg/l ปริมาณไนเตรทที่พบอยู่ในช่วง 0.00 – 0.02 mg/l ซึ่งตามมาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทที่ 2 ให้มีแอมโมเนียสูงสุดไม่เกิน 0.5 mg/l และไนเตรทสูงสุดไม่เกิน 5 mg/l(ตารางที่ 8)

ปลามัดเป็นปลาที่อาศัยในระบบนิเวศแบบน้ำไหล พบได้ในระดับความสูง 61-375 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ปลามัดอาศัยอยู่ตามห้วย ลักษณะห้วยที่พบมี 2 ลักษณะคือ ห้วยที่มีสภาพพื้นท้องน้ำเป็นดินและห้วยที่มีสภาพพื้นท้องน้ำเป็นหิน สภาพห้วยดินมีการทับถมของใบไม้ ดินเป็นดินแดงปนทราย น้ำใส บริเวณริมตลิ่งปกคลุมด้วยหญ้าและพรรณไม้ชนิดต่างๆ ปลามัดจะอาศัยอยู่ภายในโพรงของห้วยดิน โดยทั่วไปโพรงจะมีความลึกประมาณ 20 – 85 เซนติเมตร ความกว้างของปากโพรง 5 – 10 เซนติเมตร บริเวณที่พบโพรงจะปกคลุมด้วยหญ้า บางโพรงส่วนของปากโพรงจะอยู่ใต้รากไม้ ดินภายในโพรงจะเป็นดินแดงปนทราย สำหรับโพรงในห้วยที่มีสภาพพื้นท้องน้ำเป็นหิน โพรงจะมีความลึกประมาณ 25 – 100 เซนติเมตร ความกว้างของปากโพรงประมาณ 5 – 15 เซนติเมตร พื้นที่ภายในโพรงเป็นพื้นทราย บางโพรงจะมีรากไม้อยู่ภายในโพรง บางครั้งพบปลามัดหลบซ่อนใต้หิน ใต้ใบไม้ และโพรงปลามัดที่พบบริเวณห้วยคลองปลายอวนมีลักษณะเหมือนกับโพรงหิน แต่จะอยู่ใต้ก้อนหินขนาดใหญ่ มีความกว้างภายในโพรงมากกว่าโพรงในห้วยอื่น ๆ น้ำจะไหลผ่านโพรง พื้นภายในโพรงเป็นพื้นทราย จากการสังเกตจำนวนปลามัดที่อยู่ภายในโพรงพบว่ามี ปลามัดอาศัย 2 – 7 ตัวต่อโพรง ปลามัดเป็นปลาที่ออกหาอาหารในเวลากลางคืน อาหารที่พบในแหล่งที่อยู่อาศัย ได้แก่ กุ้ง ตัวอ่อนแมลง ซากสัตว์ เป็นต้น ส่วนระดับน้ำบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยของปลามัดจะแปรผันตามปริมาณน้ำฝน อยู่ในช่วงระดับความลึก 10 – 100 เซนติเมตร

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำบริเวณแหล่งที่อยู่ของปลามัดในรอบปี ในช่วงเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเดือนธันวาคม 2546

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	SD
อุณหภูมิน้ำ(°C)	25.6	28.0	24.0	0.9
ความเป็นกรดด่าง	6.8	7.3	6.0	0.2
ปริมาณออกซิเจน(mg/l)	7.7	8.7	5.9	0.6
คาร์บอนไดออกไซด์(mg/l)	4.2	15.0	0.5	3.0
ความเป็นด่าง(mg/l as $CaCO_3$)	11.9	21.0	6.0	2.8
ความกระด้าง(mg/l as $CaCO_3$)	10.6	30.0	5.0	5.0
แอมโมเนีย(mg/l)	0.04	0.07	0.02	0.01
ไนไตรท์ (mg/l)	0.004	0.01	0.00	0.001
ไนเตรท (mg/l)	0.006	0.02	0.00	0.005

อภิปรายผล

1. ลักษณะทางสัณฐานของปลามัด

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานของปลามัดจากแหล่งที่อยู่บริเวณต้นน้ำ คลองปลายอวน ตำบลพรหมโลก อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช ในเขตพื้นที่รอยต่อของพื้นที่ชุมชนกับเขตอุทยานแห่งชาติเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช พบลักษณะทางสัณฐานจำแนกเป็นชนิดปลาดุก *Clarias batu* เป็นปลาชนิดเดียวกับชนิดที่พบใหม่(new species)ในประเทศมาเลเซีย รัฐปาหัง บริเวณหมู่เกาะ Pulau Tioman ซึ่งรายงานการพบปลาชนิดใหม่โดย นักอนุกรมวิธาน Lim and Ng(1999) จากมหาวิทยาลัยแห่งชาติสิงคโปร์ โดยกล่าวถึงลักษณะทางสัณฐานที่แตกต่างจากปลาดุกชนิดอื่นที่พบในคาบสมุทรมลายู คือ เป็นปลาที่มีรูปร่างลำตัวยาวทรงกระบอก มีความลึกของลำตัวเป็นร้อยละ 9.0-11.4 ของความยาวมาตรฐาน และระยะห่างระหว่างปลายกะโหลก ท้ายทอยถึงจุดเริ่มต้นของครีบหลังร้อยละ 9.9-11.8 ของความยาวมาตรฐาน ปลายครีบหลังและ ครีบก้นไม่เชื่อมติดกับครีบหาง ผิวเรียบสีน้ำตาลปนดำ มีจุดสีครีมเรียงเป็นแถวตามขวางเหนือเส้นข้างลำตัว 9-14 แถว ซึ่งสอดคล้องกับปลามัดที่ได้ศึกษาในครั้งนี้ พบว่าเป็นปลาที่มีรูปร่างลำตัวยาวทรงกระบอก มีความลึกของลำตัวเป็นร้อยละ 11.4-13.7 ของความยาวมาตรฐาน และระยะห่างระหว่างปลายกะโหลกท้ายทอยถึงจุดเริ่มต้นของครีบหลังร้อยละ 7.9-11.5 ของความยาวมาตรฐาน ปลายครีบหลังและ ครีบก้นไม่เชื่อมติดกับครีบหาง ผิวเรียบสีน้ำตาลปนดำ มีจุดสีครีมเรียงเป็นแถวตามขวางเหนือเส้นข้างลำตัว 12-14 แถว และพบว่าเป็นปลาที่อยู่อาศัยประจำถิ่นบริเวณแหล่งน้ำจืด เป็นลำธาร น้ำตกในเขตเชิงเขาเช่นเดียวกัน

ปลามัดชนิด *Clarias batu* มีลำตัวตัวยาวกว่าปลามอด *Clarias teysmanni* ซึ่งเป็นชนิดปลาดุกที่รายงานพบบริเวณคลองปง อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช อยู่ในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวงเช่นเดียวกัน(Smith, 1945, p. 349 และ โสภา อารีรัตน์, 2513, หน้า 9) โดยมีความลึกของลำตัวร้อยละ 14.0 ของความยาวมาตรฐาน และระยะห่างระหว่างปลายกะโหลกท้ายทอยถึงจุดเริ่มต้นของครีบหลังร้อยละ 5.9-8.2 ของความยาวมาตรฐาน(Lim, 1994, p. 9) สำหรับปลาดุกชนิดอื่นๆ ที่รายงานพบในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ได้แก่ ปลาดุกอุย *(Clarias macrocephalus)* ปลาดุกด้าน(*Clarias batrachus*) ปลาดัก(*Clarias meladerma*) ปลาดุกลำพัน(*Clarias nieuhofii*) ปลาดุกภูเขา(*Clarias cataractus*) และปลาดุก(*Clarias leiacanthus*) เมื่อนำมาจัดจำแนกกลุ่มชนิดของปลาดุกตามวิธีการจัดกลุ่มปลาดุกที่พบใน

แถบภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้โดยการรายงานของนักอนุกรมวิธาน Ng(1999, p. 25) สามารถจำแนกได้ 3 กลุ่มคือ

กลุ่มที่หนึ่ง เป็นชนิดปลาดุกที่มีลำตัวสั้น จำนวนก้านครีบหลัง 60-76 ก้าน พบระยะห่างระหว่างปลายสุดของกะโหลกท้ายทอยถึงจุดเริ่มต้นของครีบหลังสั้นคิดเป็นร้อยละ 2.1-4.7 ของความยาวมาตรฐาน ได้แก่ ปลาปลาดุกอุย ปลาดุกด้าน และปลาดัก สำหรับความแตกต่างของปลาดุกทั้งสามชนิดนี้สามารถจำแนกด้วยลักษณะภายนอกที่เห็นได้ชัดเจนคือรูปทรงของปลายกะโหลกท้ายทอย จะพบว่ามีรูปทรงป้านหรือโค้งในปลาดุกอุยและปลาดัก ขณะที่ปลาดุกด้านมีรูปทรงแหลม ส่วนปลาดักจะมีลักษณะที่ต่างจากปลาดุกทุกชนิดที่พบในจังหวัดนครศรีธรรมราชคือก้านครีบแข็งของครีบอกจะมีซี่ฟันอยู่ด้านหน้าด้านเดียวเห็นได้ชัดเจน

กลุ่มที่สอง เป็นชนิดปลาดุกที่มีลำตัวสั้นเช่นกัน จำนวนก้านครีบหลัง 62-74 ก้าน พบระยะห่างระหว่างปลายสุดของกะโหลกท้ายทอยถึงจุดเริ่มต้นของครีบหลังยาวกว่ากลุ่มแรกคิดเป็นร้อยละ 7.1-12.5 ของความยาวมาตรฐาน ได้แก่ ปลามัด ปลามอด และ ปลาดุกภูเขา ซึ่งปลาดุกทั้ง 4 ชนิดเป็นการรายงานพบในจังหวัดนครศรีธรรมราช บริเวณอุทยานแห่งชาติเขาหลวง ความแตกต่างของปลามัดทั้งสองชนิด(*C. batu* and *C. teysmanni*)กับปลาดุก(*C. leiacanthus*) สามารถจำแนกด้วยลักษณะภายนอกที่เห็นได้ชัดเจนคือรูปทรงของปลายกะโหลกท้ายทอย จะพบว่ามีรูปทรงป้านหรือโค้งเล็กน้อยในปลาดุกชนิด(*C. leiacanthus*) ขณะที่ปลามัดมีรูปทรงแหลม (Ng, 2001, p. 160) สำหรับปลาดุกภูเขา(*C. cataractus*) สามารถจำแนกความแตกต่างกับปลามัด คือ ปลาดุกภูเขามีจำนวนกระดูกซี่กรองเหงือก 31 ซี่ ขณะที่ปลามัดมี 14-17 ซี่

กลุ่มที่สาม เป็นชนิดปลาดุกที่มีลำตัวเรียวยาวมาก จำนวนก้านครีบหลัง 87-106 ก้าน พบระยะห่างระหว่างปลายสุดของกะโหลกท้ายทอยถึงจุดเริ่มต้นของครีบหลังใกล้เคียงหรือน้อยกว่ากลุ่มที่สองคิดเป็นร้อยละ 6.6-9.3 ของความยาวมาตรฐาน ได้แก่ ปลาดุกลำพัน(*C. nieuhofii*) ซึ่งมีความแตกต่างกับปลามัดตั้งแต่ที่อยู่อาศัยพบว่าปลาดุกลำพันจะพบจำเพาะในพื้นที่พรุซึ่งมีพีเอชน้ำต่ำกว่า 6 ขณะที่ปลามัดพบในเขตพื้นที่สูงตามแหล่งน้ำบนภูเขาซึ่งมีพีเอชประมาณ 7 ปลาดุกลำพัน มีจำนวนก้านครีบหลัง 82-105 ก้าน ก้านครีบก้น 73-96 ก้าน กระดูกซี่กรองเหงือก 15-24 ซี่ และมีแถวของจุดเหนือเส้นข้างลำตัวตามขวาง 15-20 แถว(Sudarto, Teugels and Pouyaud,2004, p. 17)

การศึกษาสัณฐานปลามัดบริเวณต้นน้ำคลองปลายอวน ตำบลพรหมโลก อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าเป็นปลาชนิดเดียวกับที่พบในคาบสมุทรมลายู ซึ่งจัดเป็นระบบแม่น้ำในเขตสัตวภูมิศาสตร์ ซุนดาอิก แสดงความเหมือนกันของชนิดปลาในเขตหมู่เกาะ

ซุนดาใหญ่ และประเทศมาเลเซีย อันเนื่องมาจากการที่แผ่นดินและระบบแม่น้ำในบริเวณนี้เคยต่อเนื่องกับเกาะ สุมาตรา บอร์เนียว และชวา เมื่อ 5 หมื่น ถึง 1 ล้านปีก่อน(ชวลิต วิทยานนท์, จรัลธาดา กรรณสูต และ จารุจินต์ นภีตะภัฏ, 2540, หน้า 7)

2. ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวของปลามัด

ปลามัดมีการเติบโตแบบอัลโลเมตริก คือ การเติบโตของร่างกายไม่เป็นสัดส่วนกันโดยตรง กล่าวคือน้ำหนักตัว(W)ของปลามัดไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวทั้งหมดยกกำลังสาม(TL^3) โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวปลามัดทั้งหมดของเพศผู้ ในรูปสมการ $W = 0.0079TL^{2.8478}$ ส่วนเพศเมียความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวทั้งหมดในรูปสมการ $W = 0.0094TL^{2.7903}$ และความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวทั้งหมดแบบรวมข้อมูลทั้งสองเพศในรูปสมการ $W = 0.0088\ TL^{2.8116}$ และพบว่าในเพศผู้มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าเพศเมีย การเติบโตของปลามัดมีค่ายกกำลังของความยาวทั้งหมดไม่เท่ากับ 3 แสดงถึงการเริ่มสู่ภาวะของการลดลงของน้ำหนักตัวปลา สามารถสะท้อนถึงภาวะโภชนาการและการเติบโตของปลามัดในแหล่งที่อยู่อาศัยที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง(Pauly, 1984, p. 5) เป็นสภาวะเช่นเดียวกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวของปลาดุกลำพันในพื้นที่พรุโต๊ะแดง พรุสะปอม และพรุกาบแดง อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส พบว่าปลาดุกลำพันเพศผู้มีความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวในรูปสมการ $W = 0.02059TL^{2.6289}$ และเพศเมียมีความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความยาวในรูปสมการ $W = 0.0972TL^{2.1822}$ (ศราวุธ เจะโส๊ะ, สุวิมล สี่หิรัญวงศ์ และ พรพนม พรหมแก้ว, 2538, หน้า 344) แสดงว่าปลาดุกลำพันมีการเติบโตแบบอัลโลเมตริกเช่นเดียวกับปลามัด เกิดภาวะของการลดลงของน้ำหนักตัวปลา สามารถสะท้อนถึงภาวะโภชนาการ อันเนื่องจากการเสื่อมโทรมของแหล่งที่อยู่อาศัย จนอาจทำให้ปลาที่อาศัยอยู่ในสภาวะอย่างนี้สูญพันธุ์ได้ในที่สุด เพราะจะเกิดการสูญเสียทางพันธุกรรม เนื่องจากจำนวนประชากรใน วัยเจริญพันธุ์มีน้อยซึ่งสูญเสียไปจากธรรมชาติได้ง่ายโดยการทำประมงแบบจับปลาในหน้าแล้งโดยวิธีวิดจนแห้ง ปลาจะถูกจับจนเกือบหมด ซึ่งเกิดได้ง่ายในปลาดุก(อุทัยรัตน์ ณ นคร, พนม สอดสุข, ประจิตร วงศ์รัตน์ และ สมหมาย เจนกิจการ, 2542, หน้า 609) สภาวะการทำประมงเช่นนี้เกิดขึ้นได้ง่ายมากสำหรับปลามัด ซึ่งการอนุรักษ์ปลาดุกในพื้นที่จะเป็นวิธีการดีที่สุดแต่ต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของประชาชนที่อยู่ในพื้นที่การเกษตรเป็นหลัก(อุทัยรัตน์ ณ นคร, 2544, หน้า 335)

3. การสืบพันธุ์ของปลามัด

3.1 ความแตกต่างระหว่างเพศ

ปลามัดเป็นปลาที่แยกเพศผู้เพศเมียออกจากกันได้ชัดเจน โดยดูจากภายนอกบริเวณอวัยวะเพศที่มีลักษณะเป็นติ่งเพศ(urogenital papillae) สำหรับเพศผู้มีติ่งเพศเรียวยาวและปลายแหลม เป็นทางออกของน้ำเชื้อ ส่วนเพศเมียติ่งเพศจะมีลักษณะกลมมนเป็นทางออกของไข่ ซึ่งอวัยวะเพศทั้ง 2 เพศจะอยู่ถัดจากทวารลงมา ความแตกต่างระหว่างเพศดังกล่าวเป็นลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในปลาดุกชนิดอื่นๆ(อุทัยรัตน์ ณ นคร, 2538, หน้า 22) ลักษณะที่แยกเพศปลามัดจากภายนอกได้ชัดเจนอีกลักษณะหนึ่ง คือ กล้ามเนื้อบริเวณแก้มทั้งสองข้างซึ่งจะพบว่าปลาเพศผู้มีขนาดใหญ่และนูนออกมาเห็นได้ชัดเจนกว่าเพศเมียทำให้ส่วนหัวของเพศผู้มีขนาดใหญ่กว่าและเป็นเหลี่ยม ขณะที่ส่วนหัวของเพศเมียค่อนข้างกลมรี

ปลามัดเพศผู้มีความยาวมากกว่าปลามัดเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อน้ำหนักเท่ากันพบว่าปลาเพศผู้มีความยาวมากกว่าปลามัดเพศเมียเสมอ สำหรับความยาวน้อยสุดของตัวอย่างปลามัดที่ได้จากธรรมชาติและสามารถแยกเพศได้ด้วยติ่งเพศทั้งเพศผู้และเพศเมียมีความยาว 4.5 เซนติเมตร แต่จะแตกต่างจากการศึกษาพัฒนาการระบบสืบพันธุ์ของปลาดุกอุยเมื่ออายุ 3.5 เดือน พบว่าขนาดความยาวต่ำสุดเฉลี่ยที่สามารถแยกเพศจากภายนอกได้ในเพศผู้และเพศเมียคือ 16.35$\pm$0.69 และ16.20$\pm$1.97 เซนติเมตร ตามลำดับ(พรรณศรี จริโมภาส, ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล, สุปราณี ชินบุตร และ อรรถพล วงศ์อมฤต, 2538, หน้า 253) และเมื่อเข้าสู่ฤดูสืบพันธุ์ติ่งเพศของปลามัดเพศเมียจะบวมและมีสีแดงเรื่อ บริเวณท้องจะอูมเป่ง ผนังท้องตึงใสสามารถมองเห็นเม็ดไข่ในระยะใกล้สุกหรือระยะที่ 5 กราวิด ได้ชัดเจน

การศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศจากลักษณะภายในพบว่าอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้หรือถุงน้ำเชื้อจะมีสีขาวขุ่น 2 พู อยู่ติดกับกระดูกสันหลัง ส่วนอวัยวะสืบพันธุ์ของเพศเมียหรือรังไข่จะมี 2 ฝัก ไข่อ่อนจะเห็นเป็นสีเหลือง เมื่อไข่แก่เต็มที่เม็ดไข่จะมีสีน้ำตาลเข้ม เม็ดกลมใสเช่นเดียวกับที่พบในปลาดุกอุย ปลาดุกด้าน และปลาดุกลำพัน สำหรับลักษณะเพศที่ปรากฏของปลามัดทั้งลักษณะภายนอกและภายในจัดเป็นการสืบพันธุ์แบบแยกเพศ โดยการสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะแยกจากกัน โดยปลาเพศผู้จะสร้างสเปิร์ม ส่วนปลาเพศเมียจะสร้างไข่ และการปฏิสนธิจะเกิดขึ้นภายนอกในลักษณะที่เรียกว่า โอวิพารัส(oviparous) หมายถึงการปฏิสนธิเกิดขึ้นภายนอก ออกลูกเป็นไข่ ตัวอ่อนเจริญเติบโตโดยอาศัยอาหารที่สะสมในโยล์คในระยะแรก และสอดคล้องกับการศึกษาอัตราส่วนเพศของปลามัดระหว่างเพศผู้กับเพศเมียในช่วงรอบปีเท่ากับ 1:1 แสดงถึงโอกาสที่จะได้รับการผสมพันธุ์ในช่วงฤดูกาลสืบพันธุ์วางไข่ตามแหล่งน้ำธรรมชาติ มีความ

เป็นไปได้สูง และปัจจัยสิ่งแวดล้อมยังไม่มีผลกระทบต่อการกำหนดเพศในระยะวัยอ่อน โดยเฉพาะคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ดีและเหมาะสมต่อโอกาสกำหนดอัตราส่วนเพศที่ปกติของโครงสร้างประชากรปลามัดให้เท่ากับ 1:1(Wootton, 1999. pp. 170-171)

3.2 ฤดูกาลสืบพันธุ์

ค่าโกนาโดโซมาติกอินเด็กซ์ของปลามัดเพศเมียที่มีความสมบูรณ์เพศ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 0.55 -11.36 โดยมีค่าเฉลี่ยสูงในเดือนตุลาคม (ร้อยละ 11.36±1.35) และลดลงต่ำในเดือนธันวาคมจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ขณะที่ในเดือนมิถุนายนเริ่มปรากฏค่าโกนาโดโซมาติกอินเด็กซ์สูงขึ้นและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งสูงสุดในเดือนตุลาคม การเปลี่ยนแปลงของค่าโกนาโดโซมาติกอินเด็กซ์สัมพันธ์กับการศึกษาพัฒนาการของรังไข่ในระยะต่าง ๆ ตลอดทั้งปี โดยปลาเพศเมียมีพัฒนาการของไข่ในระยะที่ 2 แมทัวริง เวอร์จิน(maturing virgin) และ ระยะที่ 3 ดีเวลลอป(developed)ในเดือนกุมภาพันธ์ และเมื่อเข้าสู่เดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน ปลามัดเพศเมียส่วนใหญ่มีพัฒนาการของไข่อยู่ในระยะที่4 ดิเวลลอปปิงจ์ (developing) สำหรับ ระยะที่ 5 กราวิด(gravid)ซึ่งเป็นระยะที่พร้อมจะวางไข่กับระยะที่ 6 สปอนนิงจ์(spawning)คือระยะวางไข่ พบว่ามีอยู่ 2 ช่วง ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม และเดือนกรกฎาคมถึงเดือนพฤศจิกายน แต่พบมากในเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน สำหรับปลาเพศเมียที่อยู่ในระหว่างพักตัวเพื่อปรับสภาพรังไข่เตรียมพร้อมสำหรับฤดูกาลต่อไปพบในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม ดังนั้นฤดูสืบพันธุ์ปลามัดจึงพบได้ 2 ช่วงคือเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม และเดือนกรกฎาคมถึงเดือนพฤษจิกายนซึ่งจะพบมากในช่วงนี้ เนื่องจากความเหมาะสมตามธรรมชาติของปลาเขตร้อน ส่วนใหญ่จะวางไข่ในฤดูฝน โดยมีปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสิ่งแวดล้อมต่างๆ ทำให้ปลาดุกอุย ปลาดุกด้าน และปลาดุกอัฟริกัน วางไข่เต็มที่ภายหลังฝนตกหนักๆ หลายครั้ง(อุทัยรัตน์ ณ นคร, 2544, หน้า 7) ปลามัดเพศเมียวางไข่ได้ในช่วงใดช่วงหนึ่งเพียงครั้งเดียว แต่อาจจะผสมพันธุ์วางไข่ได้มากกว่า1 ครั้งในหนึ่งฤดูกาล เนื่องจากลักษณะเนื้อเยื่อของรังไข่ มีระยะการเจริญของไข่รวมกันอยู่อย่างน้อย 2 ระยะ โดยจะมีการสร้างไข่ชุดที่ 2 มาแทนที่ชุดที่ 1 เมื่อแม่ปลาเสร็จสิ้นการสร้างและสะสมโยล์คของไข่ชุดที่ 1(วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย, 2536, หน้า 61)

สำหรับค่าโกนาโดโซมาติกอินเด็กซ์ของปลามัดเพศผู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 0.17 - 0.77 และมีค่าเฉลี่ยสูงในเดือนตุลาคม ร้อยละ 0.77±1.35 ขณะที่การศึกษาพัฒนาการของอัณฑะในรอบปี พบว่ามีน้ำเชื้อสมบูรณ์เต็มที่ในระยะที่ 5 กราวิด(gravid) คือระยะที่พร้อมผสมพันธุ์ได้ตลอดฤดูกาล โดยภายในเนื้อเยื่อของอัณฑะมีระยะการเจริญของเซลล์สืบพันธุ์ใน

ระยะที่ 5 หรือมีสเปิร์มตลอดปี ลักษณะของอัณฑะจะมีขอบหยักไม่เรียบ เช่นเดียวกับที่พบในปลาดุกด้าน แต่จะต่างกับที่พบในปลาดุกอุยซึ่งลักษณะอัณฑะมีขอบหยักเป็นรูปนิ้วมือชัดเจน (ชลอ ลิ้มสุวรรณ, ปวีณา กิจสวัสดิ์ และสุปราณี ชินบุตร, 2530, หน้า 82) ดังนั้นความพร้อมในการผสมพันธุ์ของปลามัดเพศผู้พบได้ในช่วงเดือนเมษายน ถึงเดือนตุลาคม และมีความพร้อมที่สุดในเดือนตุลาคม แต่มีความพร้อมในการผสมพันธุ์ต่ำสุดในเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ทำให้โอกาสที่เพศเมียจะได้รับการผสมพันธุ์ในช่วงใดช่วงหนึ่งของฤดูสืบพันธุ์เป็นไปได้ดี

3.3 ความดกของไข่และขนาดของไข่ของปลามัด

ปลามัดเพศเมียที่มีความสมบูรณ์เพศและมีระยะพัฒนาการของรังไข่ในระยะที่พร้อมจะวางไข่ พบได้ในปลามัดเพศเมียที่มีความยาวอยู่ระหว่าง 11.5 -17.0 เซนติเมตร น้ำหนัก 10.1-26.75 กรัม โดยมีความยาวทั้งหมดเฉลี่ย 13.8$\pm$1.4 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ย 17.3$\pm$4.9 กรัม น้ำหนักรังไข่เฉลี่ย 1.71 $\pm$ 0.7 กรัม มีปริมาณไข่151-583 ฟอง โดยเฉลี่ย 306 $\pm$ 125 ฟอง ความดกไข่(F) มีความสัมพันธ์กับน้ำหนัก(W) และความยาวทั้งหมด(TL) ในรูปสมการ $F = 5.8469\ W^{1.3794}$ และ $F = 0.0265TL^{3.537}$ ตามลำดับ โดยความดกไข่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับน้ำหนักหรือเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวยกกำลังสามและมีความผันแปรตามขนาด อายุ และความสมบูรณ์ของแม่ปลาที่แปรผกผันตามปัจจัยสิ่งแวดล้อมในแหล่งที่อยู่อาศัยซึ่งมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนความยาวยกกำลังสาม(Wootton, 1999, p.158) ปลามัดมีความดกไข่เฉลี่ยต่ำกว่าปลาดุกชนิดอื่น กล่าวคือ ปลาดุกลำพันซึ่งมีความดกไข่ 3,340-10,435 ฟอง ปลาดุกด้านมีความดกไข่ 6,700-25,210 ฟอง และปลาดุกอุยมีความดกไข่ 6,021-16,087 ฟอง ซึ่งความแตกต่างของความดกไข่ในปลาดุกแต่ละชนิดจะแปรผกผันตามปัจจัยสิ่งแวดล้อมและความอุดมสมบูรณ์ในแหล่งที่อยู่อาศัยของปลาชนิดนั้น ปลาที่มีจำนวนไข่น้อยมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งกับพฤติกรรมการดูแลไข่ และการวางไข่ภายในรังที่ป้องกันไม่ให้ไข่ได้รับอันตรายจากศัตรูและสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับการอาศัยอยู่ภายในโพรงของปลามัด ซึ่งเกิดจากก้อนหินขนาดใหญ่ที่อยู่ในลำธารมีการทับซ้อนหรือเบียดชนกันจนเกิดช่องว่างให้น้ำไหลผ่านภายในโพรงตลอดเวลา และปลามัดจะออกจากโพรงมาหาอาหารในช่วงเวลากลางคืนเท่านั้น เป็นพฤติกรรมการอาศัยและวางไข่ที่สอดคล้องปลาดุกอุยที่สร้างรังวางไข่โดยการขุดแอ่งตื้นๆ หลังจากวางไข่แล้วพ่อแม่จะคอยเฝ้าดูแลไข่ ขณะที่ปลาดุกด้านจะขุดโพรงในบริเวณที่มีรากพืชอยู่จำนวนมาก กว้างและลึกประมาณ 30 เซนติเมตร พ่อแม่จะคอยเฝ้าดูแลไข่เช่นกัน

ไข่ปลามัดเป็นไข่ประเภทจมติดกับวัตถุ(adhesive egg) จะมีสารเหนียวบริเวณเปลือกไข่ ทำให้ไข่เหนียวติดวัตถุ ไข่อ่อนเป็นเม็ดกลมสีเหลืองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.9-2.2

มิลลิเมตร และไข่แก่จะมีสีน้ำตาลใสเป็นเม็ดกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.4-2.6 มิลลิเมตร จัดเป็นกลุ่มปลาที่มีไข่ขนาดใหญ่และมีความดกไข่น้อย ปลามัดมีขนาดไข่ใหญ่กว่าปลาดุกด้านและปลาดุกอุยที่พบว่ามีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0-1.6 มิลลิเมตร แต่พบว่าไข่ปลามัดมีขนาดใกล้เคียงกับปลาดุกลำพันซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 2 มิลลิเมตร การเปลี่ยนแปลงเส้นผ่าศูนย์กลางของไข่ที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับฤดูกาลวางไข่ของปลา เช่น การศึกษาในปลาดุกอัฟริกันในแม่น้ำอสิ ประเทศตุรกี จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.4-1.7 มิลลิเมตรในช่วงฤดูวางไข่ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม ขณะที่เดือนอื่นๆ มีขนาดเม็ดไข่เล็กกว่าช่วงดังกล่าว(Yalcin, Solak and Akyurt, 2001, p. 453) การเปลี่ยนแปลงเส้นผ่าศูนย์กลางของไข่ที่เพิ่มขึ้นจะแปรผกผันปริมาณออร์โมนที่นำมาใช้ในการเพาะพันธุ์ปลา โดยพบว่าปริมาณฮอร์โมนจะไม่มีผลต่อการตกไข่ของปลา ถ้าไข่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่าในช่วงฤดูกาลวางไข่ และขนาดไข่ในช่วงฤดูกาลวางไข่ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่าจะใช้ปริมาณฮอร์โมนที่น้อยลง(บัญญัติ ศิริธนาวงศ์, 2543, หน้า 81)

4. คุณภาพน้ำและลักษณะแหล่งที่อยู่ของปลามัด

4.1 คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยปลามัด จัดเป็นแหล่งมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 1 ที่มีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่เหมาะต่อการขยายพันธุ์ตามธรรมชาติและการอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ โดยพบว่าอุณหภูมิของน้ำผันแปร ในช่วง 24-28 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิอากาศมีค่าอยู่ในช่วง 26-32 องศาเซลเซียส ซึ่งช่วงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วงแคบ ๆ เหมาะต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ เนื่องจากอุณหภูมิอากาศกับแสงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก รวมทั้งแหล่งน้ำเป็นระบบนิเวศน์น้ำไหลที่ทำให้เกิดการผสมของมวลน้ำอยู่ตลอดเวลา(Cushing and Allan, 2001, pp. 27-28) ค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 6.0 ถึง 7.3 ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสม

ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตนั้นพบว่าอยู่ในช่วง 5.9 ถึง 8.7 mg/l ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ กำหนดค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำไม่ต่ำกว่า 3.0 mg/l จะทำให้สัตว์น้ำดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระก็เป็นปัจจัยสำคัญที่พืชน้ำใช้ในการสังเคราะห์แสง จากการศึกษาพบว่าค่าคาร์บอนไดออกไซด์อิสระอยู่ในช่วง 0.5 – 15 mg/l ซึ่งแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปจะเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับนี้เช่นกัน ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำธรรมชาติควรมีคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในระดับไม่เกิน 30 mg/l(ไมตรี ดวงสวัสดิ์, 2530, หน้า 11-12)

ค่าความเป็นด่างของน้ำในแหล่งที่อยู่อาศัยปลามัดอยู่ในช่วง 6 – 21 mg/l as $CaCO_3$ ซึ่งค่าความเป็นด่างที่พบมีค่าอยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างต่ำ และโดยทั่วไปค่าความเป็นด่างของน้ำจะมีค่าใกล้เคียงกับค่าความกระด้างของน้ำ ณ สถานีเดียวกัน ค่าความกระด้างของน้ำอยู่ในช่วง 5 – 30 mg/l as $CaCO_3$ พบว่าความกระด้างของน้ำจัดอยู่ในกลุ่มน้ำอ่อนคือมีความกระด้างอยู่ในช่วง 0-75 mg/l as $CaCO_3$ (กรรณิการ์ สิริสิงห, 2544, หน้า 106) จัดเป็นเกณฑ์เฉพาะของน้ำจากแหล่งน้ำตกต่างๆ โดยพบว่า คุณภาพน้ำของน้ำตกกระทิง จังหวัดจันทบุรี มีค่าความเป็นด่างและความกระด้างอยู่ในช่วง 8.42-11.02 mg/l as $CaCO_3$ และ 6.42-7.17 mg/l as $CaCO_3$ตามลำดับ(วรรณณี เหมือนแก้ว, สุริยะ จันทร์แก้ว และ ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง, 2543, หน้า 74) สอดคล้องกับคุณภาพน้ำตกพรหมโลก จังหวัดนครศรีธรรมราช มีค่าความเป็นด่าง และความกระด้างอยู่ในช่วง 10-15 mg/l as $CaCO_3$ ตามลำดับ(สุริยะ จันทร์แก้ว, 2546, หน้า 67)

ปริมาณแอมโมเนียที่พบอยู่ในช่วง 0.02 – 0.07 mg/ l ปริมาณ ไนไตรท์ที่พบอยู่ในช่วง 0.00 – 0.01 mg/l ปริมาณไนเตรทที่พบอยู่ในช่วง 0.00 – 0.01 mg/l ซึ่งตามมาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทที่ 2 ให้มีแอมโมเนียสูงสุดไม่เกิน 0.5 mg/l และไนเตรทสูงสุดไม่เกิน 5 mg/l (กรมควบคุมมลพิษ, 2538, หน้า 19) สำหรับไนไตรท์นับเป็นสารพิษมีปริมาณที่กำหนดไว้สำหรับน้ำดื่มไม่เกิน 2 mg/l ดัชนีคุณภาพน้ำที่ศึกษาในแหล่งที่อยู่อาศัยของปลามัดอยู่ในเกณฑ์ที่ดี น้ำมีความสะอาดสูง จึงสามารถกล่าวได้ว่าปลามัดเป็นปลาที่ชี้ถึงความสะอาดของแหล่งน้ำบริเวณต้นน้ำคลองปลายอวน และนำมาเป็นดัชนีบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในพื้นที่ได้

4.2 ลักษณะแหล่งที่อยู่ของปลามัด

ปลามัดเป็นปลาที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศแบบน้ำไหลของต้นน้ำคลองปลายอวน ตำบลพรหมโลก อำเภอพรหมคีรี พบได้ที่ระดับความสูง 61-375 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ปลามัดอาศัยอยู่ตามห้วยหรือลำน้ำสาขาย่อยที่แยกมาจากสันปันน้ำของอุทยานแห่งชาติเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช ไหลมารวมกันเป็นคลองปลายอวนบริเวณชุมชนบ้านปลายอวน และไหลออกสู่อ่าวไทย ที่บ้านปากน้ำปากพูน อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช รวมความยาว 19 กิโลเมตร ลักษณะห้วยที่พบปลามัดมี 2 ลักษณะคือ ห้วยที่มีสภาพพื้นท้องน้ำเป็นดินและห้วยที่มีสภาพพื้นท้องน้ำเป็นหิน ปลามัดจะอาศัยอยู่ภายในโพรงของห้วยดิน โดยทั่วไปโพรงจะมีความลึกประมาณ 20 – 85 เซนติเมตร ความกว้างของปากโพรง 5 – 10 เซนติเมตร บริเวณที่พบโพรงจะปกคลุมด้วยหญ้า สำหรับโพรงในห้วยที่มีสภาพพื้นท้องน้ำเป็นหิน โพรงจะมีความลึกประมาณ 25 – 100 เซนติเมตร ความกว้างของปากโพรงประมาณ 5 – 15 เซนติเมตร

การศึกษาปลามัดในแต่ละครั้งของการเก็บตัวอย่างอาศัยการมีส่วนร่วมกับชุมชนที่มีความชำนาญในการจับปลามัดมาบริโภคภายในครัวเรือน โดยเฉพาะกลุ่มสมาชิกชมรมอนุรักษ์ธรรมชาติเขาหลวงบ้านปลายอวน นำโดยประธานชมรมฯ คุณสมพงค์ ผกากรอง และประชาสัมพันธ์ชมรมฯ คุณสุนันต์ มณีรัตน์ รวมสมาชิก 30 คน ได้ร่วมศึกษาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในวาระการประชุมประจำเดือนและระหว่างที่ดำเนินการศึกษาตัวอย่างปลามัด จึงได้ร่วมอภิปรายผลลักษณะแหล่งที่อยู่อาศัยของปลามัดร่วมกับการศึกษาในครั้งนี้ กล่าวคือการอาศัยอยู่ภายในโพรงแสดงถึงลักษณะพฤติกรรมการอยู่ประจำถิ่น จะออกจากโพรงเพื่อหาอาหารในเวลากลางคืนและกลับเข้าสู่โพรงในเวลากลางวัน และช่วงฤดูผสมพันธุ์วางไข่จะอาศัยโพรงเป็นที่วางไข่และเลี้ยงตัวอ่อน โดยน้ำจะไหลผ่านโพรงตลอดเวลา และระดับน้ำบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยของปลามัดหรือภายในโพรงจะเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วงระดับความลึก 10 – 100 เซนติเมตร ดังนั้นข้อจำกัดของแหล่งที่อยู่อาศัยที่มีความจำเพาะทำให้ปลามัดมีพฤติกรรมที่ดุร้าย เมื่อเกิดการแย่งที่อยู่อาศัยจะพบว่าปลามัดมีการทำร้ายกันเมื่อต้องอยู่ภายในโพรงเดียวกัน โดยสังเกตจากลักษณะการขาดของครีบหางซึ่งเป็นตัวชี้ให้ทราบถึงปริมาณปลามัดในโพรงทำให้เกิดการเลือกจับได้ง่าย โพรงปลามัดเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติเนื่องจากการทับซ้อนหรือเบียดชนกันของก้อนหินขนาดใหญ่และเมื่อน้ำไหลผ่านเกิดการชะล้างหรือกัดเซาะจนทำให้เกิดช่องหรือโพรงที่น้ำเข้าไปขังและไหลวนผ่านภายในโพรง ลักษณะจำเพาะดังกล่าวทำให้โพรงปลามัดมีตำแหน่งที่แน่นอน หากโพรงใดเคยเป็นที่อยู่ของปลามัดเมื่อถูกจับจนหมดโพรงจะมีปลามัดตัวใหม่เคลื่อนย้ายมาอยู่แทน จึงทำให้ง่ายต่อการจับปลามัด จึงมีการกล่าวถึงความหมายของปลามัด ที่สัมพันธ์กับการผูกมัดหรือผูกพัน อยู่ประจำถิ่นไม่ทิ้งที่อยู่อาศัยเดิม ดังนั้นการจดจำตำแหน่งโพรงปลามัดในคลองปลายอวนจึงจำเป็นสำหรับการจับปลามัด

การจับปลามัดเพื่อบริโภคใช้วิธีทำประมงพื้นบ้านคือการตก และการใช้ลอบ สำหรับการตกปลามัดในโพรงเป็นวิธีการเกิดขึ้นภายในท้องถิ่นซึ่งเรียกวิธีการนี้ว่า ยอนเบ็ด หรือ ยอนโพรงปลามัด ซึ่งจะนิยมทำประมงด้วยวิธีนี้ในเวลาใกล้ค่ำ หรือช่วงก่อนที่ปลามัดจะออกจากโพรงไปหากิน หากเข้าสู่ช่วงกลางคืนแล้วจะใช้วิธีวางลอบโดยมีเหยื่อภายในลอบดักปลามัดที่ออกจากโพรงมาหากินในพื้นที่ต่างๆ ของคลอง ปลามัดสามารถว่ายทวนกระแสน้ำได้รวดเร็ว ปีนป่ายและไต่ไปตามซอกหินได้อย่างดี ปลามัดจะใช้เวลาในการหากินนอกโพรงเพียงระยะสั้นประมาณ 4 ชั่วโมง จึงกลับเข้าสู่โพรง ดังนั้นการทำประมงพื้นบ้านจะไม่นิยมจับปลามัดในช่วงเวลาหลังจาก 22.00 น. ล่วงแล้ว ในปัจจุบันการจับปลามัดจะไม่เป็นที่นิยมเหมือนในอดีต เนื่องจากมีจำนวนน้อยลงมาก ทำให้ต้องใช้เวลานานจนไม่คุ้มต่อเวลาที่สูญเสียไปและการบริโภคปลาภายในชุมชนจะนิยมซื้อ

ปลาดุกจากท้องตลาดมาบริโภคแทนโดยเฉพาะปลาดุกลูกผสม การที่จำนวนปลามัดได้ลดจำนวนลงมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศของต้นน้ำคลองปลายอวนเมื่อครั้งเกิดอุทกภัยน้ำป่าไหลหลากในปีพ.ศ.2531 มีตะกอนดินโคลนทับถมคลองปลายอวนให้ตื้นเขิน จนทำให้โพรงปลามัดถูกทำลายไปมาก