

## บทที่ 4

ผลที่ได้จากการศึกษา



4.1 การทดลองเริ่มเมื่อวันที่ 29 ต.ค. สิ้นสุดวันที่ 21 ธ.ค. 23 ผลที่ได้จากการทดลองแสดง  
ในภาคผนวก ก. และรูป 4.1, 4.2 และ 4.3

## 4.2 การวิเคราะห์

4.2.1 แผ่นลดความเร็วแบบที่ 1 (รูป 1.2 และ 4.1) การทดลองที่ความลาดเอียง 1:4, 1:5 และ 1:6 ที่ความเร็วของกระแสน้ำ 0.30 ถึง 0.55 ม./วินาที (ตาราง 4.1) ผลปรากฏว่าที่ความลาดเอียง 1:6 และความเร็วของกระแสน้ำ 0.35ม./วินาที ปริมาณปลาสูงสุดที่ผ่านบันไดมีจำนวน 9,256ตัว/วัน(รูป 4.4, 4.5 และ 4.6) ประเภทของปลาที่ผ่านแผ่นลดความเร็วแบบที่ 1 แสดงในตาราง 4.2

แผ่นลดความเร็วแบบที่ 2 (รูป 1.3 และ 4.2) ทำการทดลองเช่นเดียวกับแบบที่ 1 ทั้งความลาดเอียงของบันไดและความเร็วของกระแสน้ำ (ตาราง 4.1) ผลปรากฏว่า ที่ความลาดเอียง 1:6 และความเร็วของกระแสน้ำ 0.45 ม./วินาที ปริมาณปลาสูงสุดที่ผ่านบันได คือ 17,976 ตัว/วัน(รูป 4.4, 4.5 และ 4.6) ประเภทของปลาที่ผ่านแผ่นลดความเร็วแบบที่ 2 แสดงในตาราง 4.2

แผ่นลดความเร็วแบบที่ 3 (รูป 1.4และ 4.3) ทำการทดลองที่ความลาดเอียงของบันไดเช่นเดียวกับสองแบบแรก แต่ความเร็วของกระแสน้ำเปลี่ยนเป็น 0.90 ถึง 1.30 ม./วินาที (ตาราง 4.1) ผลปรากฏว่า ที่ความลาดเอียง 1:6 และความเร็วของกระแสน้ำ 1.15ม./วินาที ปริมาณปลาสูงสุดที่ผ่านบันไดมีจำนวน 16,392ตัว/วัน(รูป 4.4,4.5 และ 4.6) ประเภทปลาที่ผ่านแผ่นลดความเร็วแบบที่ 3 แสดงในตาราง 4.2 และรูป 4.10 ถึง 4.15

จากผลการทดลองทั้งสามแบบแสดงให้เห็นว่า แผ่นลดความเร็วแบบที่ 2 ดีกว่าอีกสองแบบ แต่แบบนี้มีข้อเสียสำหรับปลาประเภทที่กระโดดไม่ได้ เช่น ปลากระต๊อง ปลาหลด ฯลฯ ส่วนแผ่นลด

ความเร็วประเภทที่ 3 นั้น สามารถให้ปลาทุกชนิดผ่านไปได้และยังปรากฏด้วยว่า ปลาที่ผ่านไม่ค่อยได้รับบาดเจ็บเหมือนแบบที่ 1 และ 2 แต่แผ่นลดความเร็วแบบนี้มีอัตราการตกค้างของปลาในท่วงพักจะมีมากกว่า ทั้งนี้ เพราะปลาที่จะผ่านไปแต่ละชั้นจะต้องมาออกรอจังหวะสำหรับการลอด

4.2.2 ความลาดเอียงของบันไดปลาโจน ผลการทดลองเขียนเป็นรูปภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนปลากับค่าความลาดเอียงของบันได ดังแสดงในรูป 4.7, 4.8 และ 4.9 ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

ก. แผ่นลดความเร็วแบบที่ 1 ความเร็วของกระแสน้ำ 0.35 ม./วินาที และความลาดเอียงของบันได 1:4 จำนวนปลาที่ผ่านมีเพียง 16 ตัว/วัน เมื่อเทียบกับความเร็วของกระแสน้ำและแผ่นลดความเร็วเหมือนเดิม แต่ที่ความลาดเอียงของบันได 1:6 จำนวนปลาที่ผ่านมีถึง 9,256 ตัว/วัน

ข. แผ่นลดความเร็ว แบบที่ 2 ความเร็วของกระแสน้ำ 0.45 ม./วินาที และที่ความลาดเอียงของบันได 1:4 จำนวนปลาที่ผ่าน 400 ตัว/วัน แต่ที่ความเร็วของกระแสน้ำและแผ่นลดความเร็วเหมือนเดิม ความลาดเอียงของบันได 1:6 จำนวนปลาที่ผ่านมีถึง 17,967 ตัว/วัน

ค. แผ่นลดความเร็วแบบที่ 3 ความเร็วของกระแสน้ำ 1.15 ม./วินาที ที่ความลาดเอียงของบันได 1:4 จำนวนปลาที่ผ่าน 290 ตัว/วัน ที่ความเร็วของกระแสน้ำและแผ่นลดความเร็วเหมือนเดิม ความลาดเอียงของบันได 1:6 จำนวนปลาที่ผ่านมีถึง 16,392 ตัว/วัน

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองของความลาดเอียงทั้งสองค่า คือ 1:4 และ 1:6 ของแผ่นลดความเร็วทั้งสามแบบ แสดงให้เห็นว่า เมื่อค่าความลาดเอียงของบันไดเพิ่มขึ้น ปลาจะสามารถผ่านบันไดปลาได้มากยิ่งขึ้น สำหรับความเร็วของกระแสน้ำ ค่าอื่น ๆ นั้น ให้ดูผลที่ได้ตามตาราง 4.1 และรูป 4.7, 4.8 และ 4.9

4.2.3 ความเร็วของกระแสน้ำที่ผ่านบันไดปลาโจน จากการทดลองพบว่า ความเร็วที่ปลาสามารถผ่านได้มากที่สุด คือ 0.45 ม./วินาที คือปลาผ่านได้ถึง 17,976 ตัว/วัน (ที่ความลาดเอียง 1:6 แผ่นลดความเร็วแบบที่ 2) ส่วนแผ่นลดความเร็วแบบที่ 3 ความเร็วที่ปลาผ่านได้มากที่สุด คือ 1.15 ม./วินาที คือปลาผ่านได้ถึง 16,392 ตัว/วัน ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและจำนวนปลาที่ผ่านแสดงตามรูป 4.4, 4.5 และ 4.6

สำหรับความเร็วของกระแสน้ำที่เหมาะสมนั้น ผู้วิจัยได้ปรึกษากับทางนักวิชาการ การประมงแล้ว มีความเห็นว่า ความเร็วของกระแสน้ำที่สามารถทำให้ปลาผ่านได้วันละ 7,000 ตัว/วันขึ้นไป ถือได้ว่า อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมเป็นที่พอใจต่อการประมง ทั้งนี้ เพราะสามารถให้ค่า standing crop ของปลาได้ถึง 10 กก./ไร่ (สำหรับกว้านพะเยา) ดังนั้น จากหลักการดังกล่าว จึงสามารถกำหนดความเร็วที่เหมาะสมได้ดังนี้

ก. แผ่นลดความเร็วแบบที่ 1 ความเร็วที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.34 ถึง 0.37 ม./วินาที ที่ความลาดเอียงของบันได 1:6

ข. แผ่นลดความเร็วแบบที่ 2 ความเร็วที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.38 ถึง 0.52 ม./วินาที ที่ความลาดเอียงของบันได 1:6

ค. แผ่นลดความเร็วแบบที่ 3 ความเร็วที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.90 ถึง 1.20 ม./วินาที ที่ความลาดเอียงของบันได 1:6

4.2.4 สภาพแวดล้อมอื่น ๆ สภาพและคุณสมบัติของสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการเดินทางของปลาแน่นอน ปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการเดินทางของปลามีอยู่ 2 ประเภท คือ สภาพภายในร่างกายของปลา กับสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ที่เปลี่ยนแปลงไป สำหรับสภาพแวดล้อมภายนอก จำแนกที่สำคัญได้ดังนี้

ก. ระดับน้ำที่เพิ่มขึ้น จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเมื่อระดับน้ำสูงขึ้นจากเดิมจะทำให้ปลาเริ่มเดินทาง (รูป 4.16) พบว่า ในขณะที่ระดับน้ำในลำน้ำอิงยังมีมาก




(ท่อมฝายและข่ายคักปลา) จะมีปลาเดินทางมาก พอระดับน้ำลดลงไม่ท่อมฝายท่อน้ำ ปลา ก็จะมาน้อย

ข. อุณหภูมิของน้ำ เป็นสิ่งกระตุ้นตามธรรมชาติที่ทำหน้าที่เหมือน "สัญญาณ" ของการเริ่มวางไข่ การเดินทางและตลอดถึงการประกอบภาระกิจอื่น ๆ จากการศึกษาของ Symons (1978) ได้พบว่า เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไปจะทำให้ความสามารถในการกระโดดของปลาแตกต่างกันไป (ตาราง 4.3) Brayshaw (1967) ได้ศึกษาพบว่า เมื่ออุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนไป ปลาจะเริ่มเดินทาง (รูป 4.17) ในประเทศไทยนั้นความแตกต่างของอุณหภูมิมิมีไม่มากเหมือนในประเทศแถบเหนือ ดังนั้น จึงสังเกตเห็นอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการเดินทางของปลาได้ไม่เด่นชัด แต่ถ้าพิจารณากันอย่างละเอียดแล้วก็จะพบว่า ปลาเดินทางในช่วงเวลากลางวันมากกว่ากลางคืน ข้อสังเกตดังกล่าวนี้มีผลเช่นเดียวกับการศึกษาของสถานีประมงพะเยาที่ผ่านมา (ตาราง ข5 ข13 และรูป ข2 ข8)




ค. ปริมาณออกซิเจนในน้ำ พบว่าปลามีการเดินทางตามอัตราค่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณออกซิเจนในน้ำ (รูป ข4 และ ข9) ปริมาณออกซิเจนในน้ำจะมีมากในช่วงตอนกลางวัน เนื่องจากการสังเคราะห์แสงของพืชใต้น้ำ ดังนั้น จึงมีผลต่อเนื้อให้ปลาผ่านบันไดในช่วงกลางวันมากกว่ากลางคืน (ตาราง 4.1)

ง. ปริมาณแสงของดวงอาทิตย์ แสงจากดวงอาทิตย์มีอิทธิพลต่อชีวิตปลาไม่น้อยกว่าปัจจัยอื่น ๆ แสงช่วยให้ปลามองเห็น อาหาร ศัตรู ดังนั้น ปลาจึงเดินทางในช่วงเวลาที่มีแสงมากกว่าในช่วงที่ไม่มีแสง กล่าวคือ ปลาเดินทางในตอนกลางวันมากกว่ากลางคืน การทดลองในเวลากลางวัน พบว่า หากเพิ่มแสงสว่างโดยหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ และหลอดสปอร์ตไลท์ ก็พบว่า ปลาสามารถผ่านบันไดได้มากยิ่งขึ้นเมื่อเทียบกับไม่มีไฟเลย แต่ก็ยังน้อยกว่าจำนวนปลาที่ผ่านบันไดในเวลากลางวัน (ตาราง 4.1)




ตาราง 4.1 ข้อมูลแผ่นลดความเร็ว, ความเร็วของกระแสน้ำ, จำนวนปลา และความลาดเอียงของบันได

ชนิดของแผ่น ลดความเร็ว	ลำดับ	ความเร็วของ กระแสน้ำ (ม./วินาที)	จำนวนปลา (ตัว)		รวมจำนวน ปลา/วัน (ตัว)	ความลาดเอียง ของ บันได
			เวลา 06.00-18.00น.	เวลา 18.00-06.00น.		
 แบบที่ 1	1	0.55	182	18	200	1:6
	2	0.45	1,046	18	1,064	
	3	0.40	2,101	103	2,083	
	4	0.35	8,930	326	9,256	
	5	0.30	1,247	89	1,336	
	6	0.20	1,808	246	2,054	
		รวม		15,314	800	
 แบบที่ 2	1	0.55	256	44	300	
	2	0.45	16,200	1,776	17,976	
	3	0.40	8,340	1,884	10,224	
	4	0.35	2,620	220	2,840	
	5	0.30	2,130	270	2,400	
	6	0.20	370	30	400	
		รวม		29,916	4,224	
 แบบที่ 3	1	1.30	630	90	720	
	2	1.20	5,632	1,780	7,412	
	3	1.15	13,728	2,564	16,392	
	4	1.10	6,730	1,438	8,168	
	5	0.95	11,220	220	11,440	
	6	0.90	9,150	2,030	11,180	
		รวม		47,090	8,122	55,312

ตาราง 4.1 (ต่อ)

ชนิดของแม่ ลดความเร็ว	ลำดับ	ความเร็วของ กระแสน้ำ (ม./วินาที)	จำนวนปลา (ตัว)		รวมจำนวน ปลา/วัน (ตัว)	ความลาดเอียง ของ บันได
			เวลา 06.00-18.00น.	เวลา 18.00-06.00น.		
 แบบที่ 1	1	0.55	13	3	16	↑ 1:5 ↓
	2	0.45	29	7	39	
	3	0.40	33	4	37	
	4	0.35	19	0	19	
	5	0.30	10	0	10	
	6	-	-	-	-	
			รวม	104	14	
 แบบที่ 2	1	0.55	25	5	30	
	2	0.45	50	15	65	
	3	0.40	102	2	104	
	4	0.35	5,547	53	5,600	
	5	0.30	97	3	100	
	6	-	-	-	-	
			รวม	5,821	78	
 แบบที่ 3	1	1.30	14	1	15	
	2	1.20	10	0	10	
	3	1.15	10	10	20	
	4	1.10	9	2	11	
	5	0.95	8	2	10	
	6	-	-	-	-	
			รวม	51	15	66

ตาราง 4.1 (ต่อ)

ชนิดของแผ่น ลดความเร็ว	ลำดับ	ความเร็วของ กระแสน้ำ (ม./วินาที)	จำนวนปลา (ตัว)		รวมจำนวน ปลา/วัน (ตัว)	ความลาดเอียง ของ บันได
			เวลา 06.00-18.00น.	เวลา 18.00-06.00น.		
 แบบที่ 1	1	0.55	250	50	300	1:4
	2	0.45	650	200	850	
	3	0.40	97	3	100	
	4	0.35	6	10	16	
	5	0.30	10	0	10	
	6	-	-	-	-	
			รวม	1,013	263	
 แบบที่ 2	1	0.55	200	0	200	
	2	0.45	270	130	400	
	3	0.40	1,045	65	1,100	
	4	0.35	70	30	100	
	5	0.30	100	0	100	
	6	-	-	-	-	
			รวม	1,685	225	
 แบบที่ 3	1	1.30	150	50	200	
	2	1.20	230	50	280	
	3	1.15	250	40	290	
	4	1.10	190	10	200	
	5	0.95	97	8	105	
	6	-	-	-	-	
			รวม	917	158	1,075

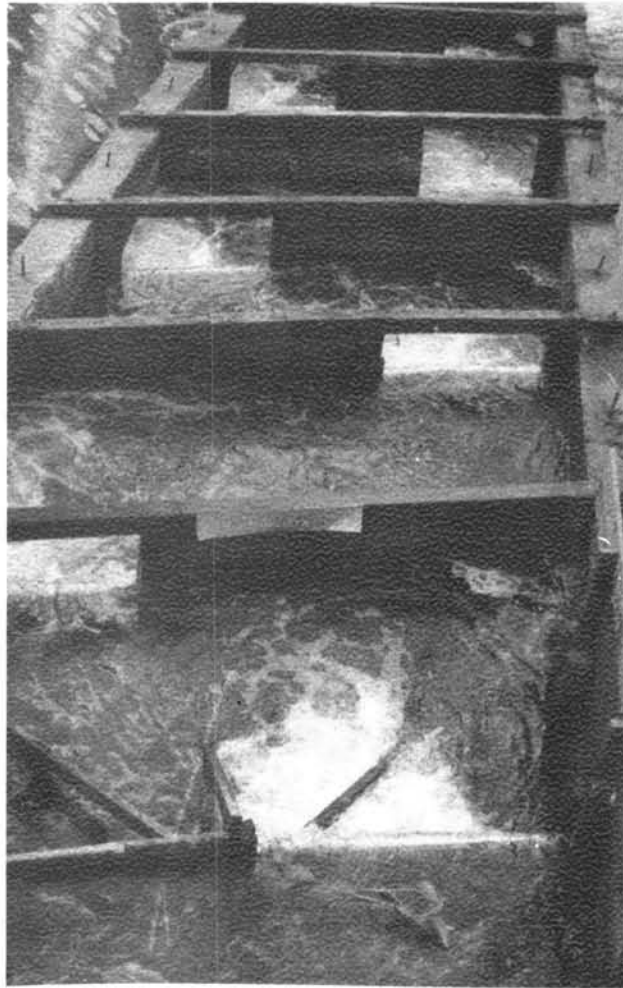
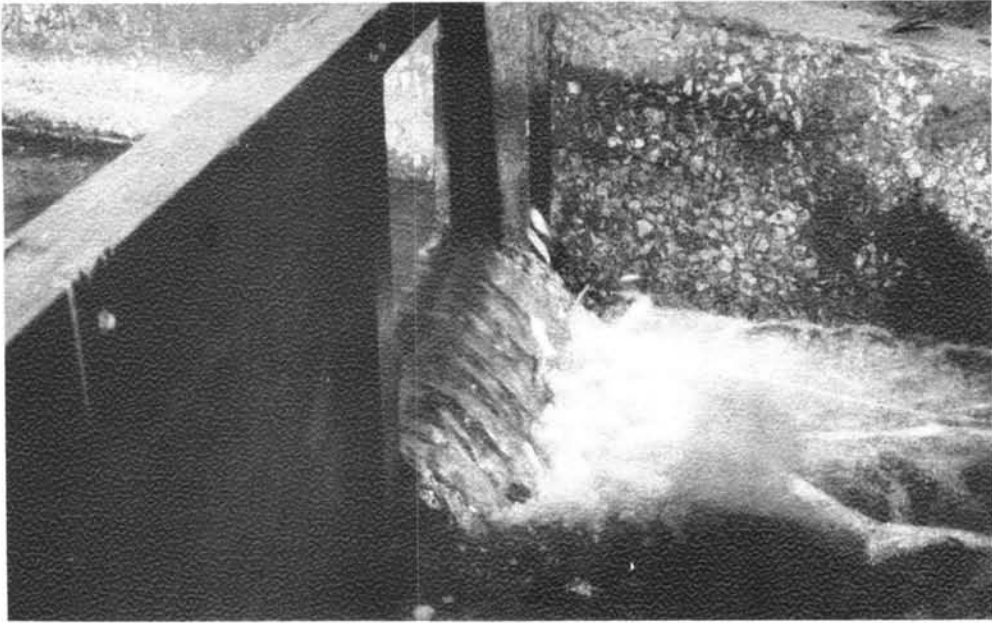
ตาราง 4.2 ชนิดปลาที่ผ่านแผ่นลดความเร็วทั้งสามแบบ

ชื่อปลา	แบบของแผ่นลดความเร็วที่ปลาผ่านไปได้		
	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
สร้อยขาว ( <u>Cirrhinus jullieni</u> )	/	/	/
ไล่ตัน ( <u>Cyclocheilichthys apogon</u> )	/	/	/
ตะเพียนทราย ( <u>Puntius leiacanthus</u> )	/	/	/
กระสูบจุด ( <u>Hampala dispar</u> )	/	/	/
เล็บมือนาง ( <u>Epalzeorhynchus siamensis</u> )	/	/	/
สร้อยดอกยาง ( <u>E. coatesi</u> )	/	/	/
แปปลา ( <u>Oxygaster siamensis</u> )	/	/	/
แป ( <u>Paralaubuca riveroi</u> )	/	/	/
ร่องไม้ดับ ( <u>Osteochilus vittatus</u> )	/	/	/
ชีว ( <u>Rosbora dusonensis</u> )	/	/	/
ตะเพียนขาว ( <u>Puntius gonionotus</u> )	/	/	/
ชีวอ้าว ( <u>Luciosoma bleekeri</u> )	/	/	/
ซ่อน ( <u>Ophiocephalus striatus</u> )	/	/	/
รากกล้วย ( <u>Neacanthopsis gracilentus</u> )	/	/	/
เต้า ( <u>Wallagonia attu</u> )	/	/	/
กา ( <u>Morulius chrysophekadion</u> )	/	/	/
หมูลัก ( <u>Botia lecontei</u> )	/	/	/
กระสุนบั้ง ( <u>Hampala macrolepidota</u> )	-	-	/
กระตัง ( <u>Mastacembelus armatus</u> )	-	-	/
หมูข้างลาย ( <u>Botia hymenophysa</u> )	-	-	/
กตเหลือง ( <u>Mystus nemurus</u> )	-	-	/
หลด ( <u>Macrognathus aculeatus</u> )	-	-	/

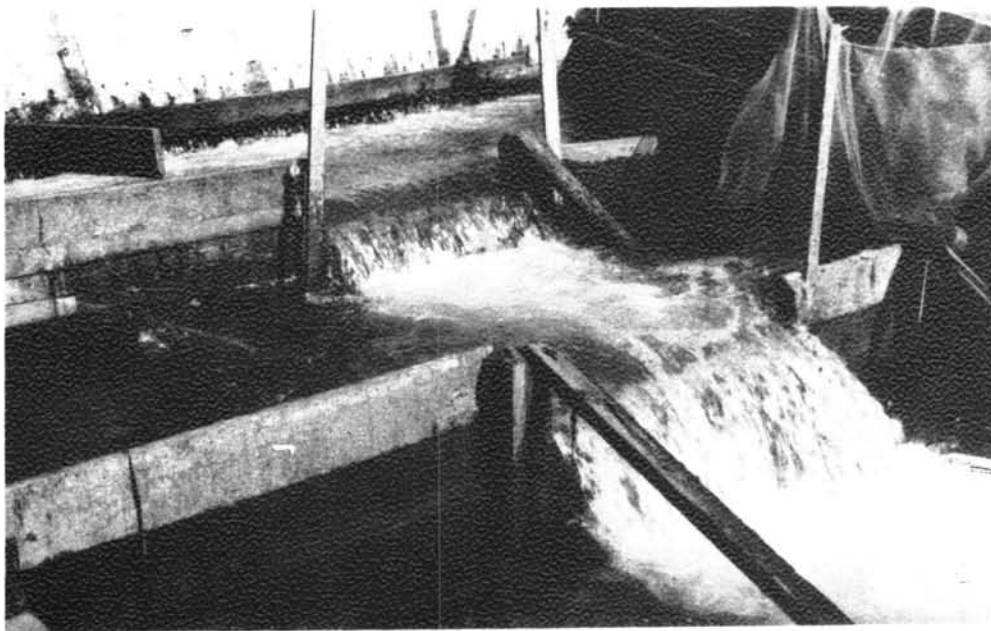
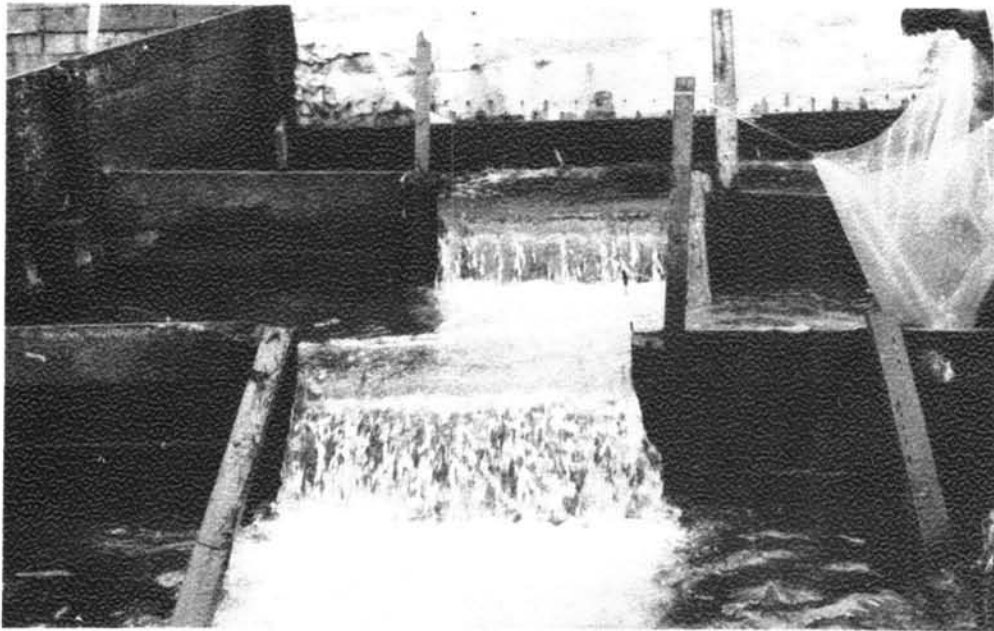


ตาราง 4.2 (ต่อ)

ชื่อปลา	แบบของแผนลดความเร็วที่ปลาผ่านไปได้		
	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
ตุก ( <u>Clarias batrachus</u> )	-	-	/
ปล ( <u>Tilapia nilotica</u> )	-	-	/
หมอช้างเหียน ( <u>Pristolepis fasciatus</u> )	-	-	/
เขยงใบข้าว ( <u>Mystus cavasius</u> )	-	-	/
สลิด ( <u>Trichogater pectoralis</u> )	-	-	/
หมูข้าวตอก ( <u>Botia berdmorei</u> )	-	-	/
กุ้งฝอย ( <u>Macrobrachium lenchesteri</u> )	-	-	/
กุ้งก้ามกราม ( <u>Macrobrachium rosenbergii</u> )	-	-	/

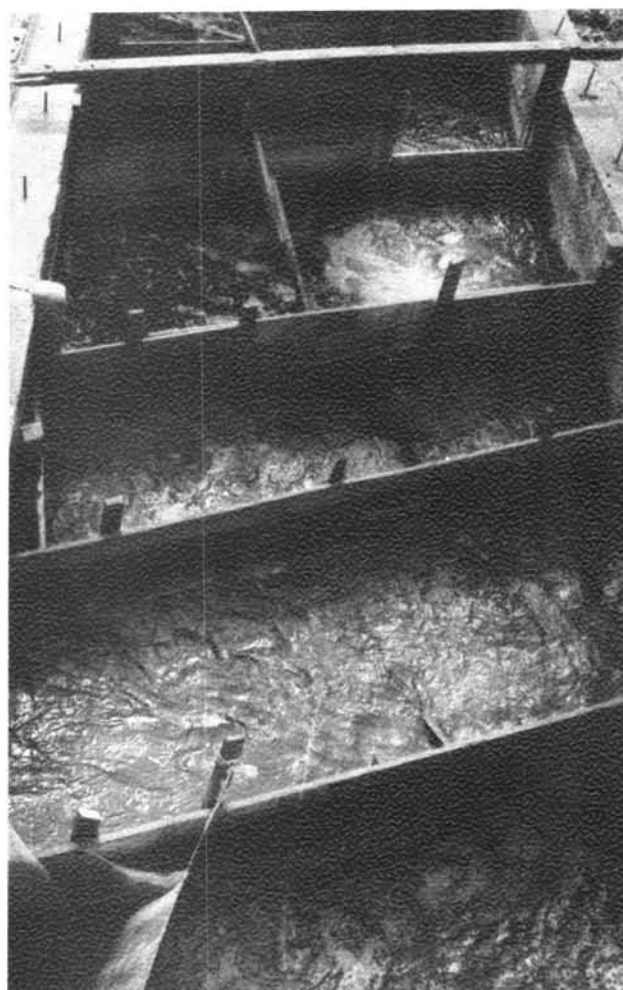
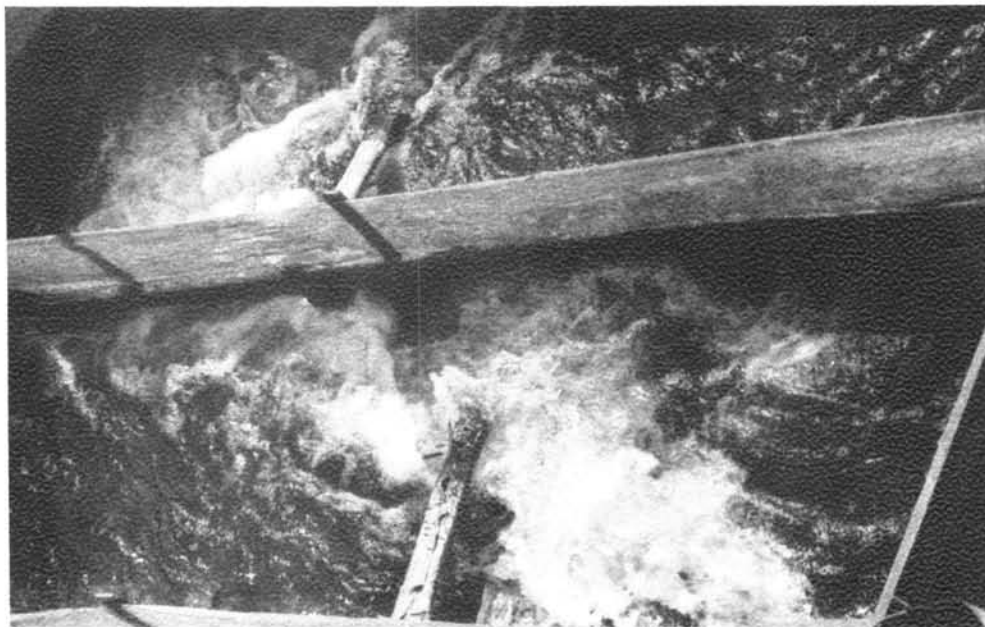


รูป 4.1 แสดงการทดลองการใช้แผ่นลดความเร็วแบบที่ 1

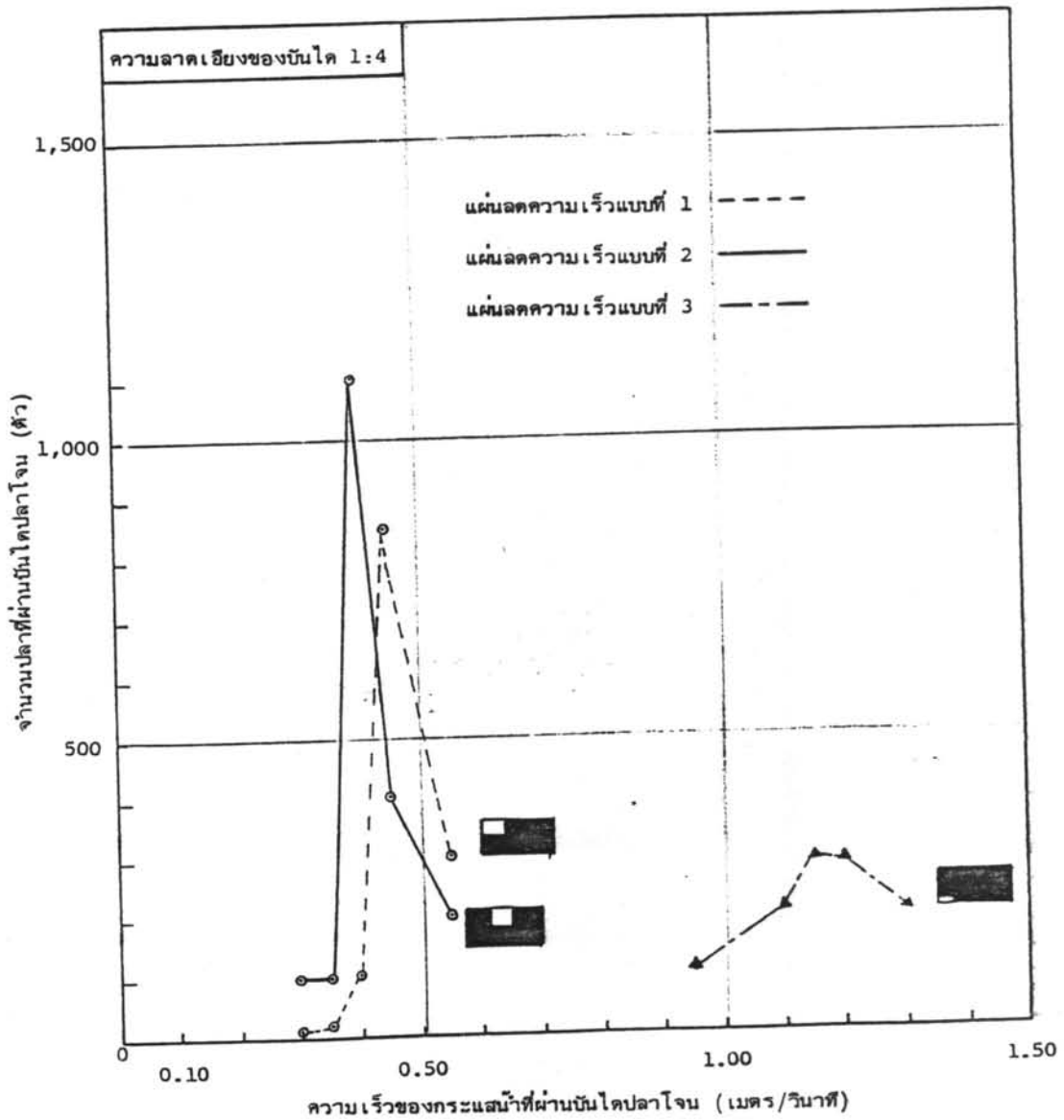


รูป 4.2 แสดงการทดลองการใช้แผ่นลดความเร็วแบบที่ 2

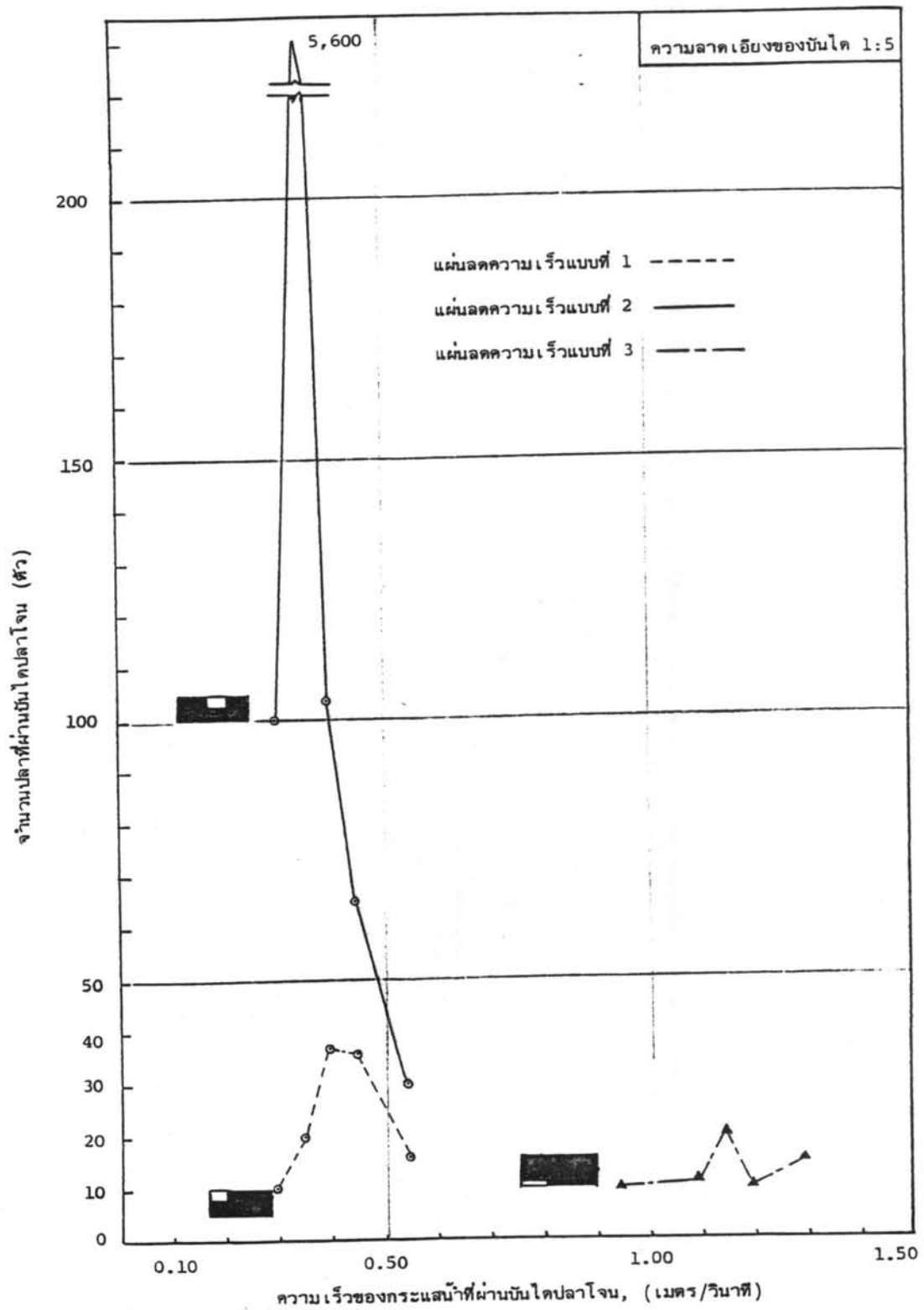
I1582A608



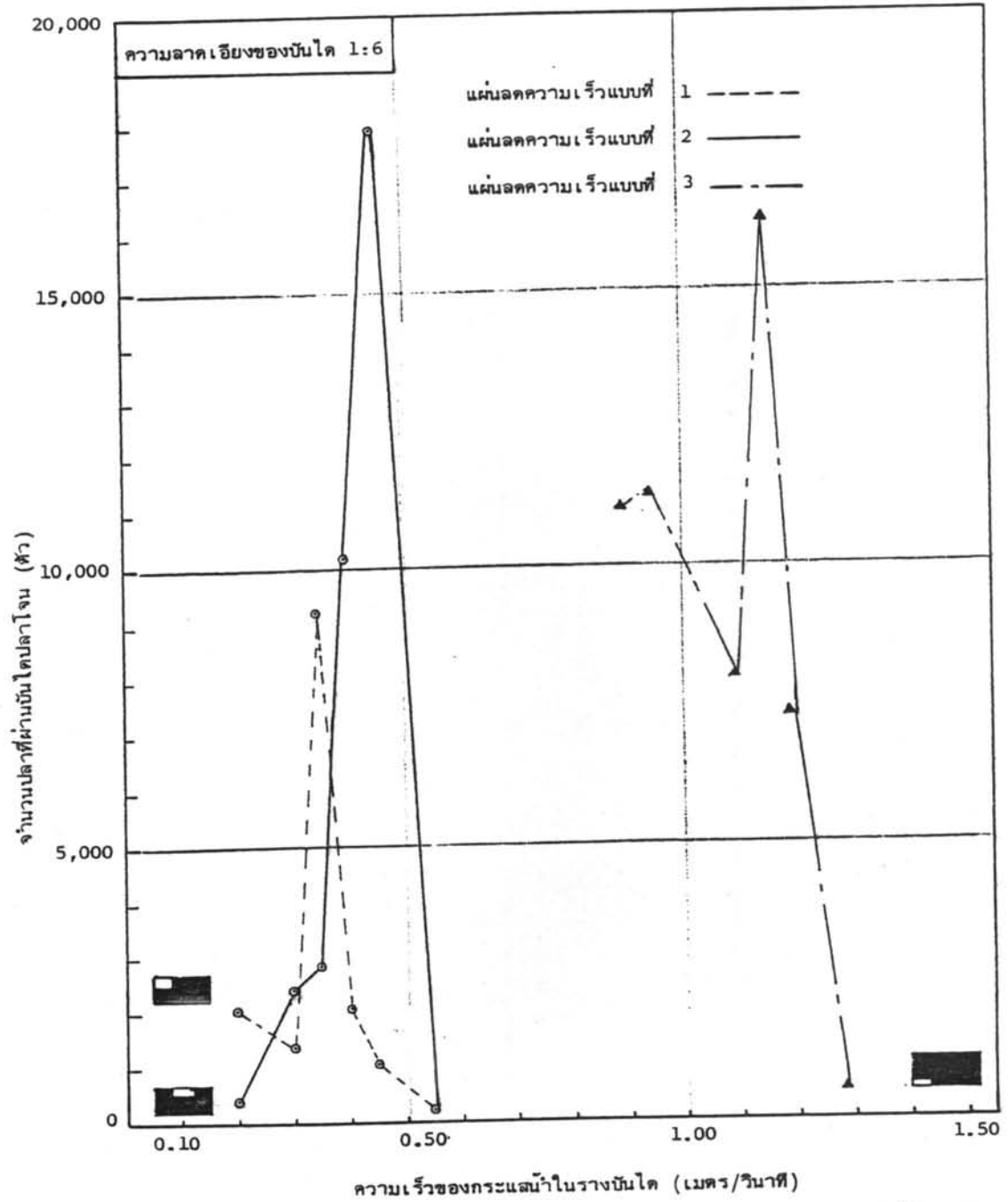
รูป 4.3 แสดงการทดลองการใช้แผ่นลดความเร็วแบบที่ 3



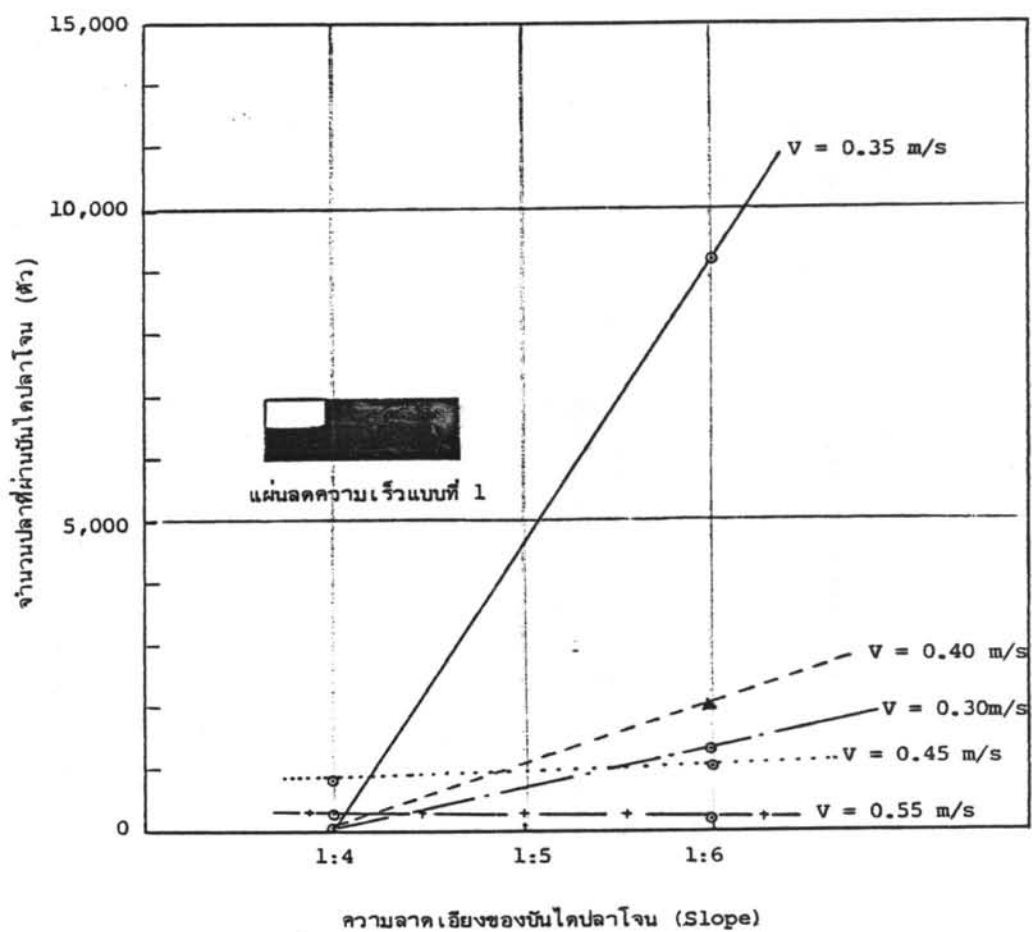
รูป 4.4 แสดงเส้นกราฟเปรียบเทียบจำนวนปลากับความเร็วยของกระแสน้ำที่ผ่านบันไดปลาโจน ที่ค่าความลาดเอียงของบันได 1:4



รูป 4.5 แสดงเส้นกราฟเปรียบเทียบจำนวนปลากับความเร็วของกระแสน้ำที่ผ่านบันไดปลาโจน ที่ค่าความลาดเอียงของบันได 1:5

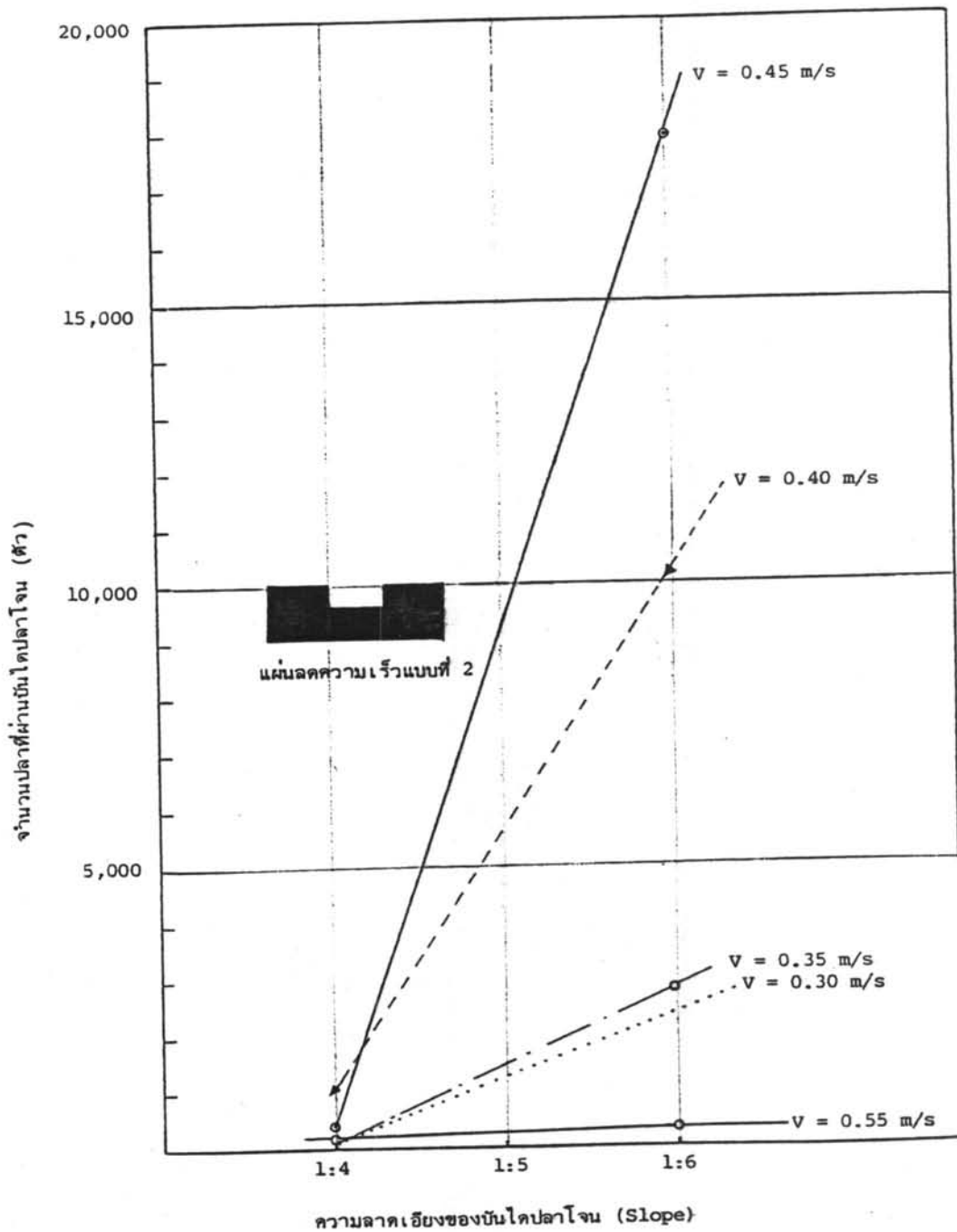


รูป 4.6 แสดงเส้นกราฟเปรียบเทียบจำนวนปลาที่ผ่านบั้งโตปลาโจนที่ค่าความลาดเอียงของบั้งโต 1:6

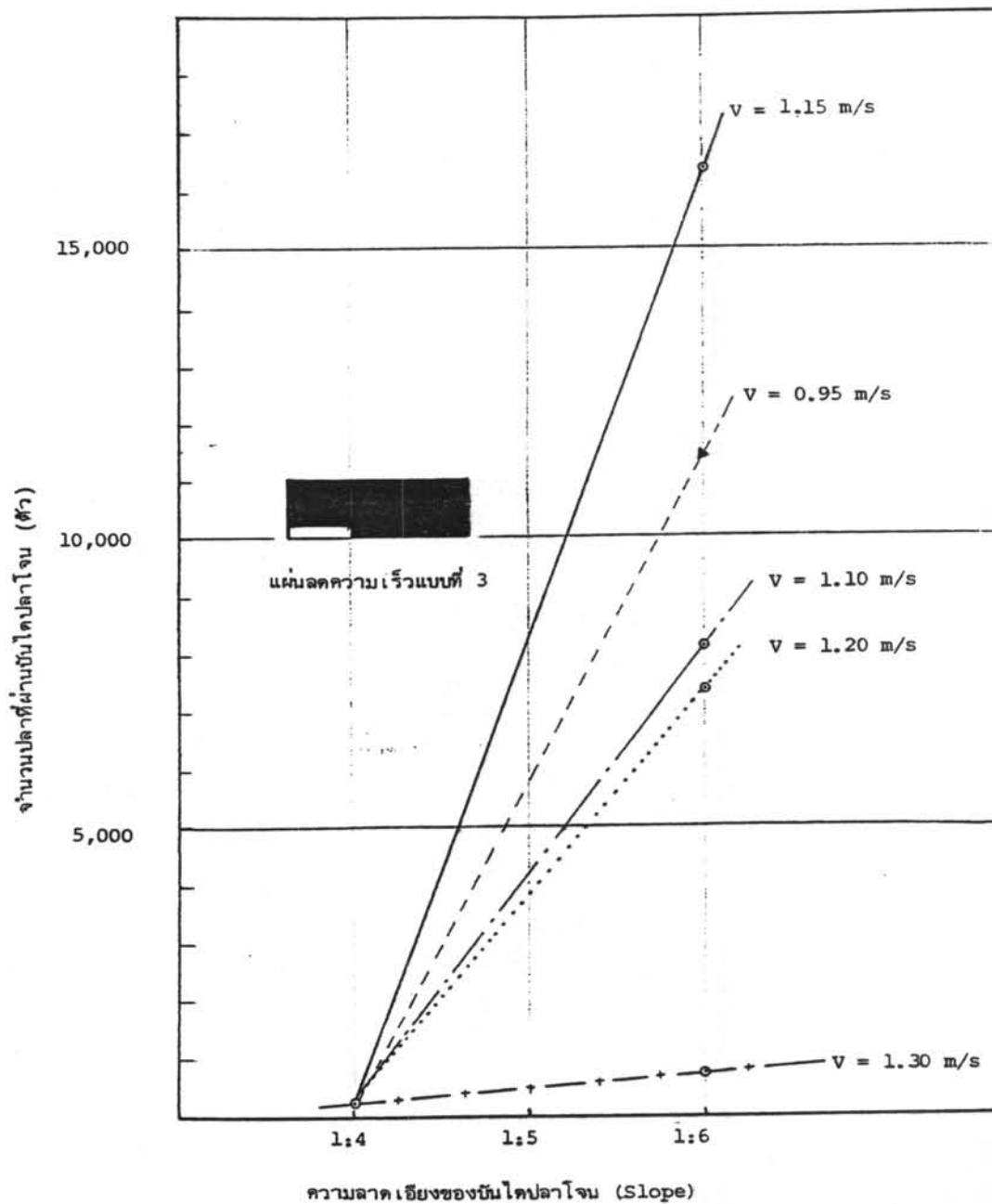


รูป 4.7 แสดงเส้นกราฟเปรียบเทียบระหว่างจำนวนปลากับความลาดเอียงของบันไดปลาโจนและความเร็วของกระแสน้ำซึ่งผ่านแผ่นลดความเร็วแบบที่ 1

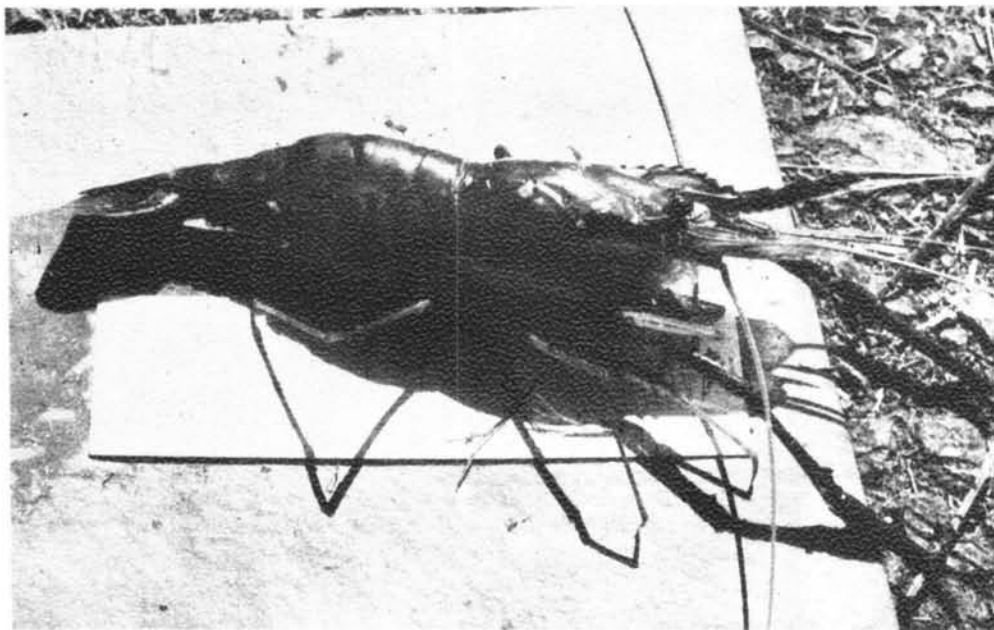




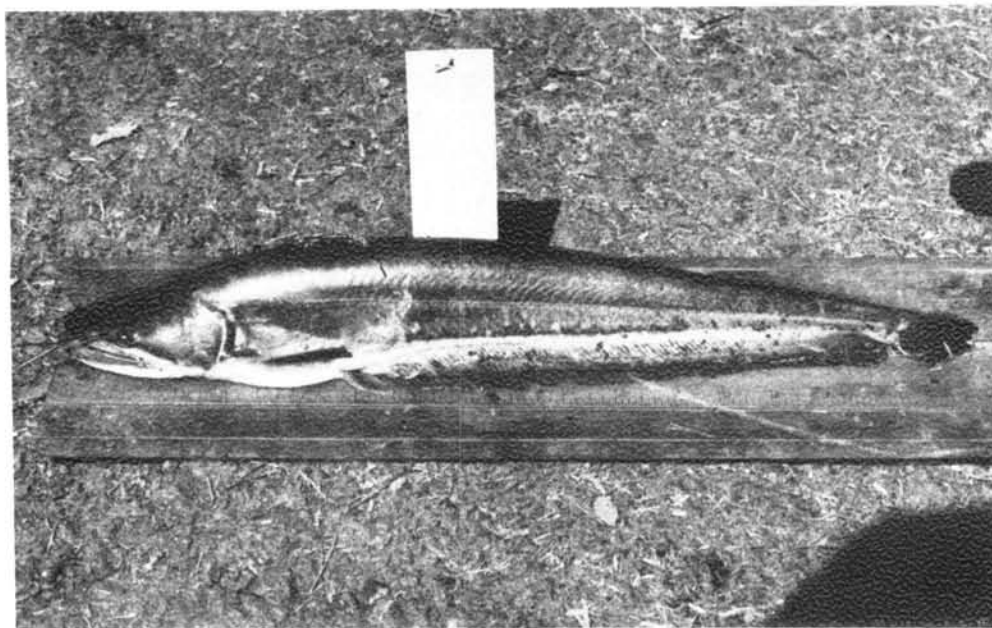
รูป 4.8 แสดงเส้นกราฟเปรียบเทียบระหว่างจำนวนปลากับความลาดเอียงของชั้นโปลาโจนและความเร็วของกระแสน้ำซึ่งผ่านแผ่นลดความเร็ว แบบที่ 2



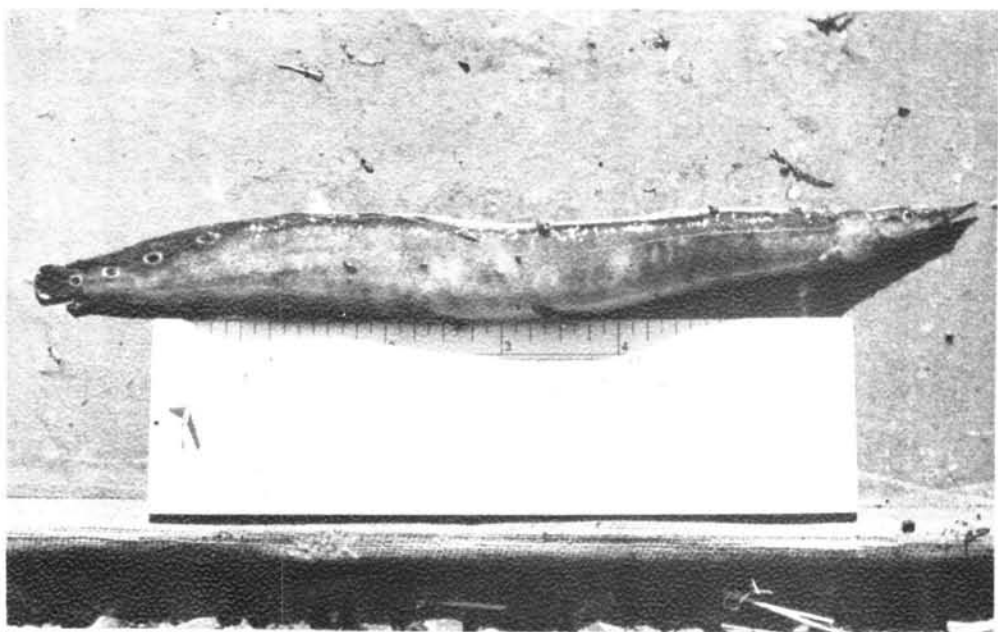
รูป 4.9 แสดงเส้นกราฟเปรียบเทียบระหว่างจำนวนปลากับความลาดเอียงของบันไดปลาโจนและความเร็วของกระแสน้ำซึ่งผ่านแผ่นลดความเร็วแบบที่ 3



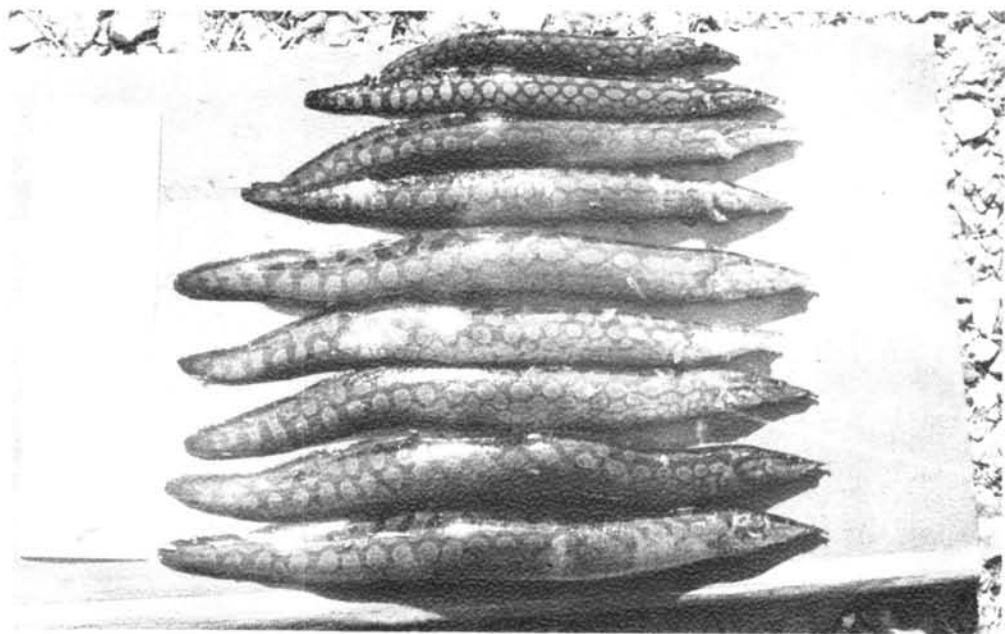
รูป 4.10 กุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*)



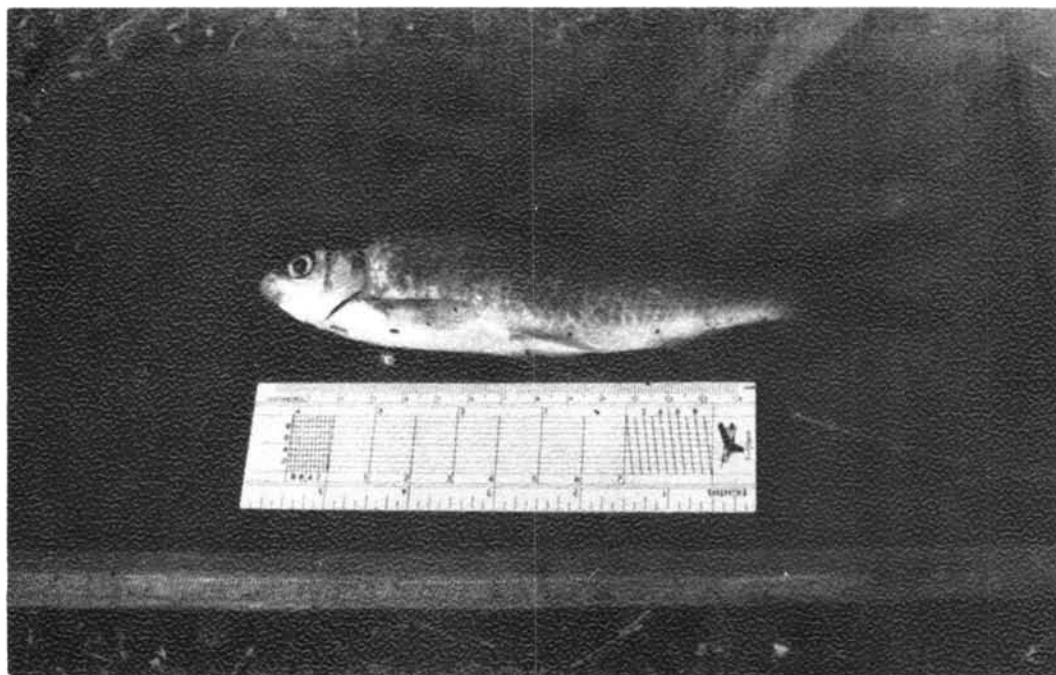
รูป 4.11 ปลาเต้า (*Wallagonia attu*)



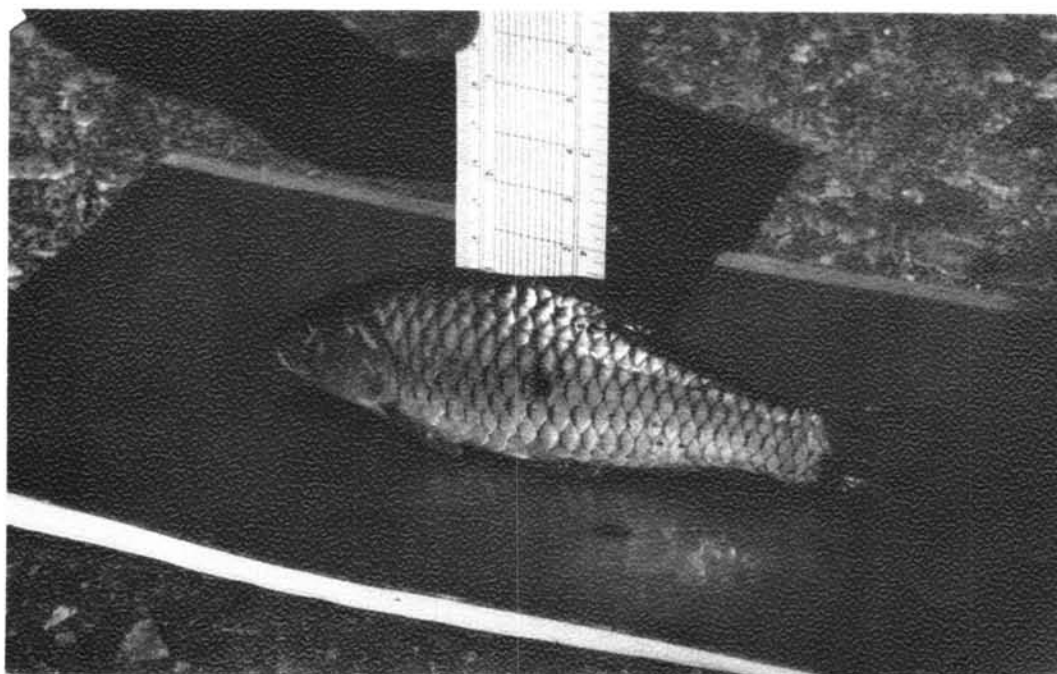
รูป 4.12 ปลาทลต (*Macragnathus aculacatus*)



รูป 4.13 ปลากระทิง (*Mastacembelus armatus*)



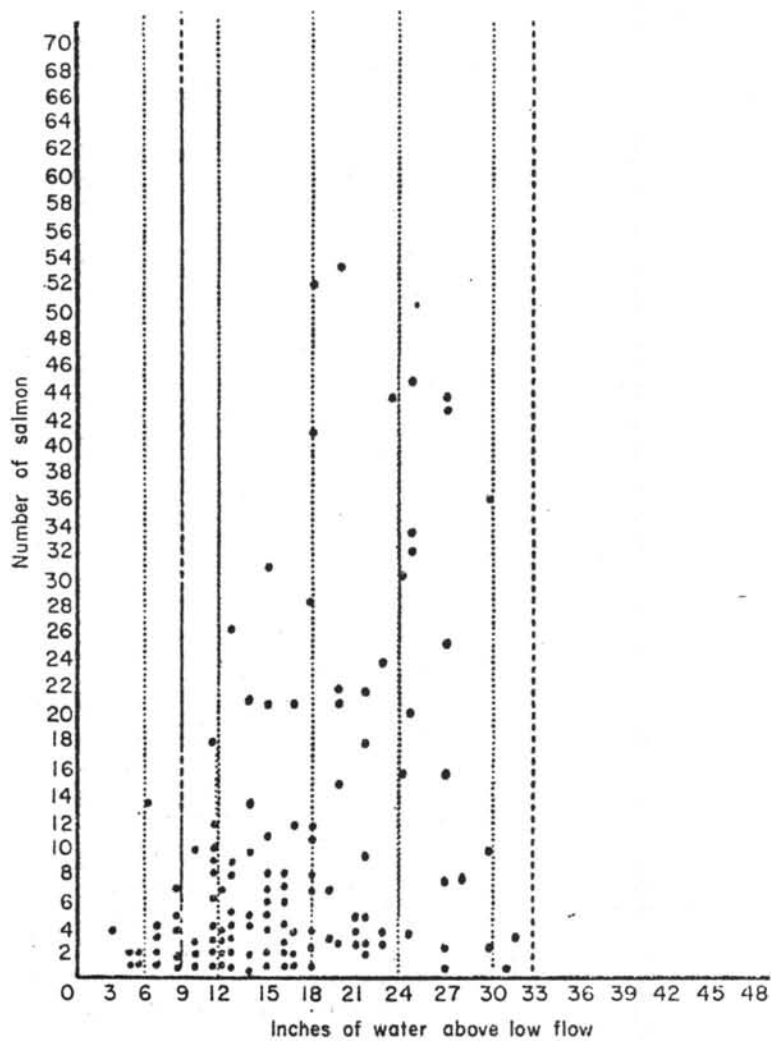
รูป 4.14 ปลาสร้อยขาว (*Cirrhinus jullieni*)



รูป 4.15 ปลากระสบจูด (*Hampala dispar*)

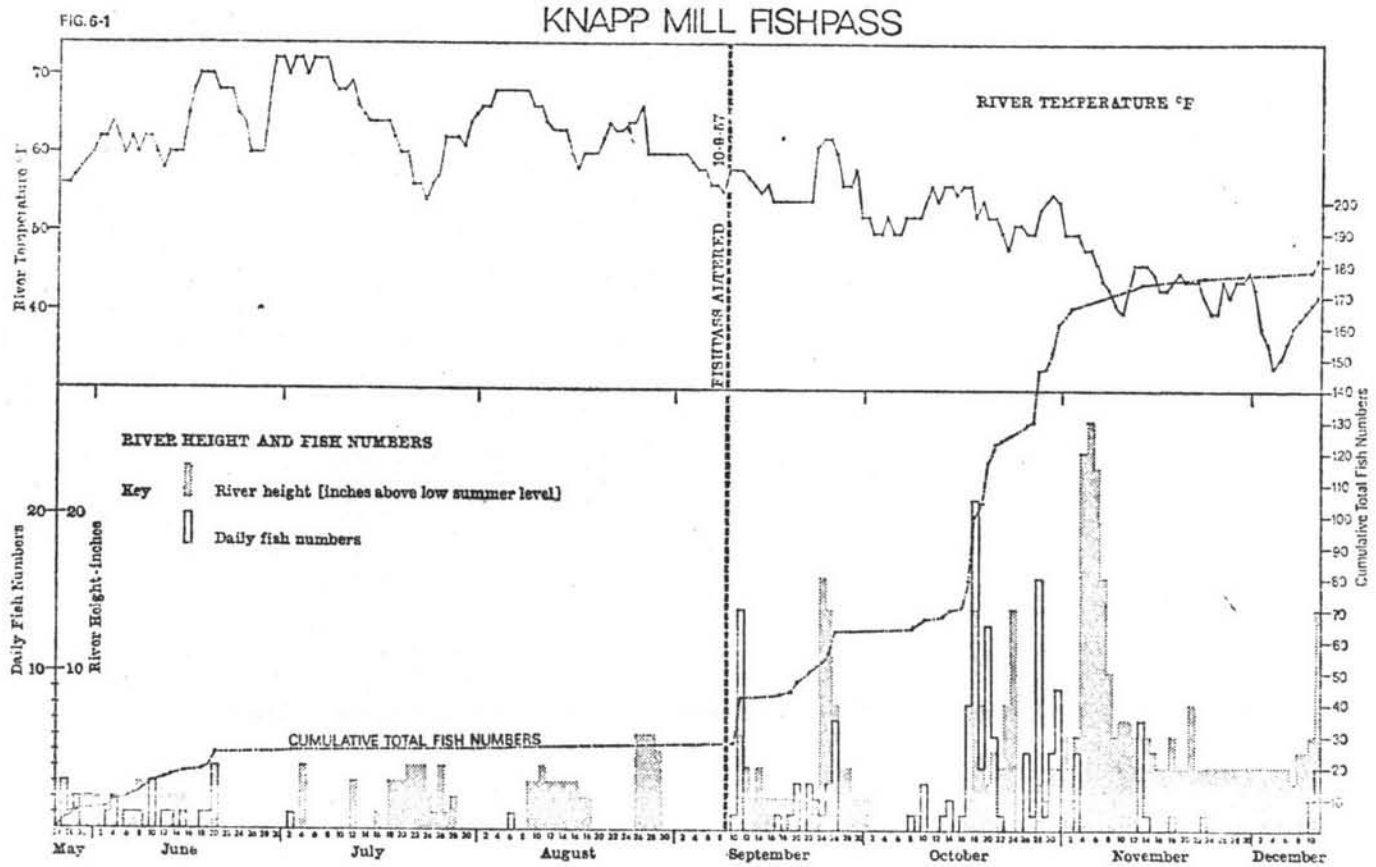
	Temperature (°C)							Totals at each fall ht
	Not recorded	<8.0	8.0-9.9	10.0-11.9	12.0-13.9	14.0-15.9	16.0-17.0	
	<i>Coho salmon</i>							
Fall ht (cm)								
12	0	0	1 (0)	28 (3)	17 (2)	14 (1)	3 (2)	63 (8)
27	5 (0)	4 (0)	13 (1)	34 (2)	51 (2)	0	0	107 (5)
57	25 (0)	0	5 (0)	23 (0)	40 (0)	10 (2)	0	103 (2)
Totals at each temp	30 (0)	4 (0)	19 (1)	85 (5)	108 (4)	24 (3)	3 (2)	273 (15)
	<i>Atlantic salmon</i>							
Fall ht (cm)								
12	14 (1)	0	4 (1)	25 (4)	21 (2)	6 (3)	0	70 (11)
27	35 (0)	5 (0)	0	20 (0)	25 (0)	20 (0)	0	105 (0)
57	10 (0)	0	10 (0)	0	59 (0)	5 (0)	5 (1)	89 (1)
Totals at each temp	59 (1)	5 (0)	14 (1)	45 (4)	105 (2)	31 (3)	5 (1)	264 (12)

ตาราง 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับการกระโดดของปลา (Symons, 1978)



รูป 4.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนปลากับความสูงของระดับน้ำ

(Brayshaw, 1967)



รูป 4.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับจำนวนปลา อุณหภูมิของน้ำที่มีผลต่อการเดินทางของปลา

(Brayshaw, 1967)