



ทุนส่งเสริม
การผลิตอาหาร

ชีววิทยาประมง FISHERY BIOLOGY

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วัตรชัย ปรีชา
คณะสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



ชีววิทยาประมง

Fisheries Biology

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ฉัตรชัย ปรีชา
คณะสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
วิทยาเขตหนองคาย

ได้รับทุนสนับสนุนการผลิตตำรา มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ลำดับที่ 223
โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ.2567
ISBN (e-book) 978-616-438-886-4

ฉัตรชัย ปรีชา.

ชีววิทยาประมง / ฉัตรชัย ปรีชา. -- พิมพ์ครั้งที่ 1. -- หนองคาย : คณะสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, วิทยาเขตหนองคาย 2567.

225 หน้า : ภาพประกอบ

1. ชีววิทยาประมง. 2. ประมง. 3. ชีววิทยาทางน้ำ. 4. สัตว์น้ำ -- การสืบพันธุ์. 5. สัตว์น้ำ -- การเติบโต. 6. สัตว์น้ำ -- การตาย. (1) มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย. คณะสหวิทยาการ. (2) ชื่อเรื่อง.

QH90 ฉ232 2567

ISBN (e-book) 978-616-438-886-4

จัดทำโดย ศูนย์นวัตกรรมการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ราคา 270 บาท

สงวนลิขสิทธิ์ โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2567

คำนำ

ตำราชีววิทยาประมงเล่มนี้ เรียบเรียงจากหนังสือ ตำรา บทความวิจัย บทความวิชาการและเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นตำราที่มีเนื้อหาครอบคลุมหัวข้อความรู้ที่เกี่ยวกับ ชีวสถิติสำหรับชีววิทยาประมง ชีววิทยาประมง ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของสัตว์น้ำ อายุและการเติบโต การตาย การทดแทน การวิเคราะห์ประชากรเสมือน แบบจำลองผลผลิตส่วนเกิน การประเมินสถานะทรัพยากรประมง และการจัดการทรัพยากรประมง ตำราเล่มนี้จึงให้เนื้อหาครอบคลุมรายละเอียดของวิชาชีววิทยาประมงอย่างครบถ้วนสมบูรณ์ และเหมาะสำหรับนักศึกษา นิสิต อาจารย์ นักวิชาการประมงที่สนใจ ใช้สำหรับการเรียนการสอน การวิจัยทางด้านทรัพยากรประมง การประเมินทรัพยากรประมง และการจัดการทรัพยากรประมง

ผู้เขียนขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ได้จัดสรรทุนสนับสนุนการผลิตตำราใหม่ พ.ศ. 2563 ตามประกาศมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับที่ 1620/2564)

ด้วยความดีของตำราเล่มนี้ ผู้เรียบเรียงขอมอบแด่บิดา มารดา ครูบาอาจารย์ที่เคยอบรมสั่งสอน และให้ความรู้แก่ผู้เขียนมาตั้งแต่อดีตจนกระทั่งปัจจุบัน

ฉัตรชัย ปรีชา

เมษายน 2567

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 ชีวิตสถิติสำหรับชีววิทยาประมง	1
1.1 ชีวิตสถิติสำหรับชีววิทยาประมง	1
1.2 ประเภทของสถิติ	1
1.3 การนำสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	5
1.4 เทคนิคทางสถิติที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	7
1.5 ความหมาย ประเภท และแหล่งที่มาของข้อมูล	8
1.6 ระดับของข้อมูล	8
1.7 เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลชีวิตสถิติสำหรับชีววิทยาประมงขั้นต้น	9
1.8 เทคนิคการใช้สถิติเชิงอนุมานหรือสถิติอ้างอิง	19
1.9 การทดสอบสมมติฐาน	20
1.10 สหสัมพันธ์และการวิเคราะห์การถดถอย	23
1.11 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย	25
บทที่ 2 ชีววิทยาประมง	31
2.1 นิยามของการศึกษาชีววิทยาประมง	31
2.2 ขอบเขตของการศึกษาชีววิทยาประมงและแหล่งที่มาของข้อมูล	34
2.3 ความหมายของประชากรและกลุ่มสัตว์น้ำ	36
2.4 โครงสร้างประชากรและการจำแนกประชากรสัตว์น้ำ	38
2.5 ปัจจัยควบคุมประชากรสัตว์น้ำ	42
บทที่ 3 ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของสัตว์น้ำ	47
3.1 บทนำ	47
3.2 ความแตกต่างระหว่างเพศของสัตว์น้ำ	48
3.3 พฤติกรรมการสืบพันธุ์วางไข่ของสัตว์น้ำ	56
3.4 ประเภทไข่และการนับวัดขนาดไข่	60
3.5 ฤดูและแหล่งวางไข่	65
3.6 ตัวอ่อนและลูกปลาวัยอ่อน	70

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.7 ปัจจัยการอยู่รอดของลูกปลาวัยอ่อน	73
บทที่ 4 อายุและการเติบโตของสัตว์น้ำ	77
4.1 นิยามของการศึกษาอายุและการเติบโตของสัตว์น้ำ	77
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก รูปแบบการเติบโต และเส้นโค้งการเติบโต	78
4.3 การศึกษาอายุจากวงปีบนส่วนแข็งของสัตว์น้ำ	80
4.4 แบบจำลองการเติบโต	86
4.5 การแยกฐานนิยมของความยาว	89
4.6 การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต	92
4.7 การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโตแบบไม่เชิงเส้น	94
บทที่ 5 การตาย	105
5.1 นิยามของการตาย	105
5.2 แนวความคิดของการศึกษาการตาย	105
5.3 วิธีการประมาณค่าอัตราการตายของสัตว์น้ำ	110
5.4 ความผันแปรของการตาย	112
บทที่ 6 การทดแทน	117
6.1 นิยามของการทดแทน	117
6.2 ความผันแปรของปริมาตรการทดแทน	117
6.3 รูปแบบการทดแทน	121
6.4 แบบจำลองการทดแทน	122
6.5 ปัจจัยที่ควบคุมปริมาณการทดแทน	128
บทที่ 7 การวิเคราะห์ประชากรเสมือน	133
7.1 บทนำ	133
7.2 หลักการพื้นฐานในการวิเคราะห์ประชากรเสมือน	133
7.3 การวิเคราะห์รุ่นสัตว์น้ำที่ใช้ข้อมูลฐานอายุ	140

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
7.4 การวิเคราะห์ต้นทุนสัตว์น้ำโดยใช้ข้อมูลฐานความยาว	143
บทที่ 8 แบบจำลองผลผลิตส่วนเกิน	151
8.1 บทนำ	151
8.2 แบบจำลองของ Schaefer	152
8.3 แบบจำลองของ Fox	154
8.4 แบบจำลองผลผลิตส่วนเกินที่ใช้ในปัจจุบัน	158
บทที่ 9 การประเมินสถานะทรัพยากรประมง	169
9.1 บทนำ	169
9.2 แนวคิดและวัตถุประสงค์ของการประเมินสถานะทรัพยากรประมง	170
9.3 ข้อมูลที่สำคัญสำหรับการประเมินสถานะทรัพยากรประมง	172
9.4 การประเมินสถานะทรัพยากรประมง	174
บทที่ 10 การจัดการทรัพยากรประมง	183
10.1 นิยาม	183
10.2 หลักการจัดการทรัพยากรประมง	184
10.3 มาตรการในการจัดการทรัพยากรประมง	186
เอกสารอ้างอิง	201
ดัชนี	215
Index	221

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ลักษณะของข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ	5
1.2	ลักษณะความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ก) ทิศทางบวก (ข) ทิศทางลบ (ค) ไม่มีความสัมพันธ์	24
1.3	การวิเคราะห์ที่ได้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ข้อมูลผลการสอบกลางภาคของนักศึกษา	27
2.1	สภาพภาพของทรัพยากรประมงในทะเลตั้งแต่พ.ศ. 2517-2562	32
2.2	ผลผลิตสัตว์น้ำจากธรรมชาติและจากการเพาะเลี้ยงของโลกตั้งแต่พ.ศ. 2493-2563	41
2.3	ประเทศที่จับสัตว์น้ำได้มากที่สุดในโลก 10 อันดับ	42
3.1	รูปแบบการกำหนดเพศและการสมบูรณ์เพศของปลา	49
3.2	ลักษณะเพศปฐมภูมิของปลาเพศผู้ (ก) และปลาเพศเมีย (ข)	50
3.3	Urogenital papillae ของปลา Tigris mystus (<i>Mystus pelusius</i>) ซ้ายเพศผู้ ขวาเพศเมีย (บริเวณวงกลม)	51
3.4	คลาสเปอร์ของฉลามเพศผู้ (a) เพศเมีย (b)	51
3.5	ไพรอะเพียม (priapium) ของปลาบูโสเพศผู้ (บริเวณลูกศรชี้) (A) เพศเมีย (B)	52
3.6	ลักษณะของถุงหน้าท้องของม้าน้ำ (<i>Hippocampus</i> spp.) (บริเวณลูกศรชี้)	52
3.7	โกโนโปเดียม (gonopodium) ของปลาสดเพศผู้ (A) เพศเมีย (B)	53
3.8	โอวิโพสิเตอร์ (ovipositor) ในปลา Bitterling; <i>Rhodeus sericeus</i> เพศเมีย	53
3.9	ตุ่มสืบบริเวณส่วนหัวของปลา Bluehead Chub, (<i>Nocomis leptcephalus</i>)	54
3.10	ความยาวของก้านครีบก้นของปลาสด	54
3.11	ลักษณะหัวปลาแซลมอน <i>O. nerka</i> บน: เพศผู้ ล่าง: เพศเมีย	55
3.12	ลักษณะการเป็นพาราไซต์ของปลาแองเกอร์เพศผู้ (ลูกศรชี้)	55
3.13	ลักษณะสีสันของปลาหมอสี (<i>Pundamilia nyererei</i>) เพศผู้ (ก) เพศเมีย (ข)	56
3.14	สัตว์น้ำที่มีทั้งสองเพศในตัวเดียวกัน Bigfin Pearleye; <i>S. michaelisarsii</i>	57
3.15	Non-guarder ปลาทุ R. <i>brachysoma</i> (ก) ปลาตะเพียน B. <i>gonionotus</i> (ข)	61
3.16	สัตว์น้ำชนิดที่มีพฤติกรรมวางไข่ติดกับพรรณไม้น้ำและวัตถุแข็งในแหล่งน้ำ	62
3.17	วิธีการสูมน้ำไขจากรังไข่ของสัตว์น้ำ (ก). ไมโครมิเตอร์ (ข) ไข่ปลาเหาะ	63

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.18	แสดงวิธีการสุมตัวอย่างไข่จากรังไข่	63
3.19	ความสัมพันธ์ของระยะการพัฒนาของไข่กับค่า GSI ของปลา <i>Cyclopterus lumpus</i>	66
3.20	ความสัมพันธ์ระหว่างความตกไข่กับขนาดความยาวของปลาเพาะในแม่น้ำโขง	68
3.21	ความสัมพันธ์ของแบบจำลองที่ตอบสนองต่อความผันแปรของสิ่งแวดล้อมประเภทต่าง ๆ	70
3.22	ชีวประวัติของปลา <i>Sebastes marinus</i> (Linnaeus, 1758)	71
3.23	การพัฒนาการของไข่ และกายวิภาคศาสตร์ของไข่และตัวอ่อนของสัตว์น้ำ	72
3.24	ระยะไข่ตัวอ่อนและลูกปลาวัยอ่อนของปลา Horse's Mackerel	73
4.1	วิธีการในการศึกษาอายุของปลาจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายปลา	81
4.2	ตำแหน่งบนตัวปลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างเกล็ดเพื่อนำมาศึกษาอายุ	82
4.3	กระดูกหูของปลา (ก) การผ่าเอากระดูกหูออกจากส่วนหัวของปลา (ข) กระดูกหูทั้งสามคู่	83
4.4	การเติบโต (วงวัน) จากกระดูกหูของปลาชีวก้าว <i>Clupeichthys aesamensis</i>	83
4.5	กระดูกหูที่ทำการหล่อเรซิน (ก) เครื่องตัดกระดูกหูของปลาแบบความเร็วสูง (ข-ค) แบบความเร็วต่ำ (ง)	84
4.6	วิธีการอ่านวงปีจากกระดูกหูของปลา	85
4.7	แบบจำลองการเติบโตของ von Bertalanffy	88
4.8	ค่าพารามิเตอร์ความโค้ง (curvature parameter)	88
4.9	ข้อมูลการแจกแจงความถี่ของความยาว	90
4.10	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\Delta \ln n_t$ กับความยาว (L)	92
4.11	การติดตามการเติบโต	93
4.12	การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโตด้วยวิธีของ Ford-Walford	94
4.13	การเตรียมข้อมูลเพื่อจะวิเคราะห์ VBGF ใน โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Office Excel ด้วยคำสั่ง Solver	96
4.14	เมนูคำสั่ง Solver ในโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Office Excel	97

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.15 ชุดคำสั่ง Solver และการเลือกวิธีการใช้งาน	97
4.16 ผลการ Solver ที่แสดงให้เห็นค่าความคลาดเคลื่อน SSR ที่ลดต่ำลง	98
4.17 เส้นโค้งการเติบโตของปลาเฆาะในแม่น้ำโขง จังหวัดหนองคาย ที่ใช้การ Solver	98
4.18 Code สำหรับวิเคราะห์ VBGF ของปูม้า (<i>Portunus pelagicus</i>) ในโปรแกรม R	101
4.19 กราฟเส้นโค้งการเติบโตของปูม้า (<i>Portunus pelagicus</i>)	101
5.1 พลวัตการประมงของกลุ่มสัตว์น้ำที่ไม่มีการทำประมง (ก.) และกลุ่มสัตว์น้ำที่มีการทำประมง (ข.)	105
5.2 สาเหตุของการตายของสัตว์น้ำเนื่องจากสาเหตุทางตรง (เส้นทึบ) และสาเหตุโดยอ้อม (เส้นประ)	107
5.3 แสดงการลดลงของประชากรปลาใน 1 รุ่นอายุที่มีค่า Z ต่างกัน	109
6.1 พลวัตการประมงของกลุ่มสัตว์น้ำ	117
6.2 ชีวประวัติและการทดแทนของสัตว์น้ำ	119
6.3 ลูกปลาแซลมอนที่เริ่มฟักออกมาจากไข่ (ก) และชีวประวัติของปลาแซลมอน (ข)	119
6.4 ตัวอย่างอัตราการรอดและอัตราการทดแทนของสัตว์น้ำที่เกิดจากสาเหตุของความหนาแน่น	121
6.5 ช่วงชีวิตของสัตว์น้ำและลักษณะการทดแทนของปลาทะเล	122
6.6 แบบจำลองผลจับต่อหน่วยการทดแทน	125
6.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง Y/R กับอัตราการตายโดยการประมงที่ระดับต่างระดับกัน	127
7.1 การวิเคราะห์ VPA ตามรุ่นของสัตว์น้ำ (ซ้าย) และตามอายุของสัตว์น้ำ (ขวา)	134
7.2 ตารางตัวเลขแสดงอายุ (แถว) และรุ่นสัตว์น้ำ (คอลัมน์) ในแต่ละปี ลูกศรแสดงการคำนวณย้อนกลับจากรุ่นที่มีอายุมากที่สุด (แถวสุดท้าย)	134
7.3 การวิเคราะห์ประชากรเสมือน กราฟแท่งสีขาวคือจำนวนปลาที่รอดชีวิตปี t (N_t) กราฟแท่งที่ลากเส้นทแยงมุมสีดำคือค่า M และกราฟแท่งที่ระบายเป็นจุด ๆ คือ F_t	137
7.4 การประมาณค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์ VPA ที่ใช้ข้อมูลฐานอายุ (Pope's Cohort Analysis)	141

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
8.1	ผลผลิตส่วนเกินของปลากะพงขาว a CPUE (กิโลกรัมต่อตาข่าย 100 เมตรต่อวัน) b ผลผลิตส่วนเกินจากแบบจำลองของ Schaefer และแบบจำลองของ Fox	153
8.2	ผลผลิตส่วนเกินจากแบบจำลองของ Fox	155
8.3	ผลการประเมิน MSY ในประเทศจีน (YBS: ทะเลเหลืองและทะเลโปไห้, ESC: ทะเลจีนตะวันออก และ SEC: ทะเลจีนใต้)	159
8.4	ผลการประเมิน MSY ด้วยวิธี SPiCT	160
8.5	ขั้นตอนการทำงานของซอฟต์แวร์ JABBA	162
8.6	ผลผลิตส่วนเกินที่เป็นฟังก์ชันของมวลชีวภาพ ที่ระดับค่า m ระหว่าง 0.1- 4 โดยใช้แบบจำลองของ Pella–Tomlinson	163
8.7	ตัวอย่างผลการประเมิน B_{MSY} ด้วยซอฟต์แวร์ JABBA แสดงด้วยการพลอตแบบโคเบ (Kobe plot) (a) B/B_{MSY} และ F/F_{MSY} . (b) MSY (c) ประมาณการ MSY ปี 2016-2025 เส้นประคือ B_{MSY}	165
9.1	แนวความคิดของแบบจำลองผลจับ MSY (ก) และ MEY (ข)	171
9.2	ผลจับต่ออัตราการลงแรงประมงตามระยะเวลาของการลงแรงประมง	173
9.3	แผนผังของวิธีการประเมินตามแบบจำลองต่าง ๆ	179
10.1	แนวความคิดของการประมง	184
10.2	แบบจำลอง Schaefer (1957)	185
10.3	ความร่วมมือระหว่างหน่วยงานรัฐและองค์กรอื่น ๆ ในการดำเนินงานจัดการทรัพยากรแบบมีส่วนร่วม	190
10.4	ผู้ที่มีส่วนร่วมในการจัดการแบบมีส่วนร่วม (ผู้ใช้ทรัพยากร ชุมชน และหน่วยงานรัฐ)	191
10.5	กระบวนการและหลักการของการจัดการทรัพยากรประมงแบบมีส่วนร่วม	192
10.6	ขั้นตอนการพัฒนาไปสู่ระบบการจัดการประมงโดยชุมชน	194

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ค่าพารามิเตอร์และค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล	3
1.2	ข้อดี-ข้อเสียของค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยม	15
1.3	ลักษณะการกระจายของข้อมูล	16
1.4	ผลการทดสอบและความผิดพลาดในการทดสอบ	21
2.1	ผลผลิตสัตว์น้ำจากธรรมชาติ จากการเพาะเลี้ยง และการใช้ประโยชน์จากผลผลิตสัตว์น้ำของโลก ตั้งแต่พ.ศ. 2533-2563	40
3.1	การจำแนกพฤติกรรมการสืบพันธุ์ในปลากระดูกแข็ง (guilds of fish)	58
3.2	ระยะการพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์น้ำตามมาตรฐานใหม่ ICES	67
4.1	ข้อมูลอายุและความยาวของปูม้าเพื่อนำมาวิเคราะห์ VBFG แบบไม่เชิงเส้น	100
6.1	การเปรียบเทียบลักษณะการเลือกสรรระหว่างชนิดพันธุ์แบบ r และ k selection	123
7.1	ตัวอย่างข้อมูลผลจับตามอายุ (catch at age) ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ VPA	135
7.2	การวิเคราะห์ประชากรเสมือนจากข้อมูลผลจับปลาไวกิงในทะเลเหนือที่ถูกจับต่อปีต่อกลุ่มอายุ (หน่วย: ล้านตัว)	137
7.3	ผลลัพธ์การวิเคราะห์ VPA สำหรับสัตว์น้ำรุ่นค.ศ. 1974-1980 ของปลาไวกิง	140
7.4	ข้อมูลผลจับปลาแฮค (<i>Merluccius merluccius</i>) ตามระดับชั้นความยาว	144
7.5	ค่าความยาวของปลาแฮคที่เปลี่ยนเป็นช่วงอายุและค่าปัจจัยการตายโดยธรรมชาติ	145
7.6	กระบวนการคำนวณรุ่นสัตว์น้ำโดยใช้ข้อมูลฐานความยาวของปลาแฮค โดยมีค่า $K = 0.1$ ต่อปี $L_{\infty} = 130$ ซม. $M = 0.28$ ต่อปี terminal $F/Z = 0.5$	148
8.1	ค่า MSY และค่า F_{MSY} ของสัตว์น้ำหน้าดิน ปลาผิวน้ำ และปลากะตักในทะเลอ่าวไทยและอันดามัน พ.ศ. 2557	157
9.1	วิธีแบบประเมินสถานะทรัพยากรประมงของประเทศญี่ปุ่น	173
9.2	ข้อมูลพื้นฐานของแบบจำลองประชากร และผลลัพธ์พื้นฐานของแบบจำลอง	178

บทที่ 1

ชีวสถิติสำหรับชีววิทยาประมง

1.1 ชีวสถิติสำหรับชีววิทยาประมง

Central Marine Fisheries Research Institute [CMFRI] (2014) และ James et al. (2014) ได้ให้ความหมายของสถิติและชีวสถิติไว้ดังนี้คือ ข้อมูลสถิติ (statistical data) ที่สรุปได้จากการประมวลหรือการวิเคราะห์กลุ่มของข้อมูล เพื่อใช้แสดงลักษณะข้อมูลของกลุ่มนั้น หรือหมายถึง วิชาสถิติศาสตร์ (statistics) กล่าวคือ ศาสตร์ว่าด้วยการจัดกระทำต่าง ๆ เกี่ยวกับข้อมูล เพื่อบรรยายลักษณะของสิ่งที่ศึกษาได้อย่างเที่ยงตรงและเชื่อถือได้ นำไปใช้คาดคะเนและการตัดสินใจต่าง ๆ สามารถแบ่งได้ 2 ประเภทคือ (1) สถิติพรรณนา (descriptive statistics) และ (2) สถิติอ้างอิง (inferential statistics) (ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2552; กัลยา วานิชย์บัญชา, 2551; Kolding and Giordano 2002 และ Heumann et al., 2022) ตัวอย่างการศึกษาชีววิทยาและพลวัตประชากรปลาเผาะ (*Pangasius bocourti*) ในแม่น้ำโขงจังหวัดหนองคาย ได้สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีจำนวนมากพอเพื่อที่จะให้เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร ในเบื้องต้นจะวิเคราะห์ข้อมูลสถิติพรรณนา เมื่อได้ค่าสถิติมาแล้วจะประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากรต่อไป เช่น น้ำหนักเฉลี่ยและความยาวเฉลี่ยของตัวอย่าง ใช้อนุมานความยาวเฉลี่ยและน้ำหนักเฉลี่ยของประชากรปลาเผาะ (ฉัตรชัย ปรีชา, ทวนทอง จุฑาเกตุ และ ธนิษฐา วรรณพันธ์ ใจดี, 2554)

1.2 ประเภทของสถิติ

สถิติสามารถจำแนกประเภทออกได้เป็น 2 ประเภท (ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2552; กัลยา วานิชย์บัญชา, 2551; James et al., 2014 และ Heumann et al., 2022) ดังนี้คือ

1.2.1 สถิติพรรณนา เป็นสถิติที่ใช้ในการพรรณนาหรือบรรยายลักษณะของข้อมูล ที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งการบรรยายสามารถทำได้หลายวิธี ปกติการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพรรณนาจะเป็นการเก็บข้อมูลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างและข้อมูลจากทุกหน่วยของประชากร ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยสถิติพรรณนาก็จะไม่มีนำไปใช้อ้างอิงกับกลุ่มอื่น แต่จะเป็นการสรุปผลเฉพาะกลุ่มที่เก็บตัวอย่างมาซึ่งมีหลายวิธีดังต่อไปนี้

ก. การนำเสนอข้อมูล (Presentation) เป็นการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการบรรยายในรูปแบบบทความซึ่งอาจจะใช้ตารางหรือกราฟมาประกอบการบรรยาย

ข. การแจกแจงความถี่ (Frequencies) เป็นวิธีการบรรยายด้วยการนับจำนวนค่าที่เป็นไปได้ของข้อมูล หรือตัวแปรซึ่งเรียกว่าการแจกแจงความถี่ และมักแสดงในรูปของร้อยละ

ค. การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง (Measures of central tendency) เป็นวิธีการบรรยายด้วยค่าตัวเลขที่เกิดจากการคำนวณหรือเลือกค่าใดค่าหนึ่งของข้อมูลที่เก็บมาได้มาเป็นตัวแทนเพื่อใช้อธิบายข้อมูลซึ่งมีหลายวิธี เช่น การคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric mean) ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิก (Harmonic mean) การหาค่าฐานนิยม (Mode) การหาค่าที่แสดงตำแหน่งของข้อมูลหรือค่ามัธยฐาน (Median) ควอไทล์ (Quartiles) เดซิส์ (Deciles) และเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentiles)

ง. การหาค่าการกระจายของข้อมูล เป็นการหาค่าที่แสดงถึงความแตกต่างของข้อมูลหรือเรียกกันว่า การกระจายของข้อมูล ซึ่งมีวิธีการหาได้หลายวิธีดังต่อไปนี้ คือ พิสัย (Range) ส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์ (Quartile deviation) ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย (Mean deviation) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) สัมประสิทธิ์การแปรผัน (Coefficient of variation)

1.2.2 สถิติอ้างอิง เป็นสถิติที่ใช้อธิบายคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการศึกษา กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งหรือหลายกลุ่ม (กล่องที่ 1.1) แล้วสามารถอ้างอิงไปยังประชากรได้ (Population) โดยกลุ่มที่นำมาศึกษาจะต้องเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่าง จึงเรียกว่าตัวอย่าง (sample) (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2551)

กล่องที่ 1.1 ความหมายของประชากรและตัวอย่าง

ประชากร (population) หมายถึง กลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่นักชีววิทยาประมงสนใจ เช่น นักชีววิทยาประมงสนใจประชากรปลาสร้อยขาวในเขื่อนอุบลรัตน์ ดังนั้นปลาสร้อยขาวทุกตัวในเขื่อนอุบลรัตน์จึงเป็นกลุ่มประชากร ค่าประมาณที่ได้จากประชากรเรียกว่า ค่าพารามิเตอร์เช่นค่า μ , σ^2 และ N

ตัวอย่าง (sample) คือบางส่วนของกลุ่มประชากรที่สามารถใช้เป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรได้ เช่น นักชีววิทยาประมง ต้องการสำรวจพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามกรามในเขื่อนอุบลรัตน์ พ.ศ. 2565 ดังนั้นพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามกรามที่อยู่ในเขื่อนอุบลรัตน์ที่นักชีววิทยาประมงเก็บตัวอย่างมาได้ เรียกว่ากลุ่มตัวอย่าง ค่าประมาณที่ได้จากตัวอย่างเรียกว่า ค่าสถิติเช่นค่า $\bar{X}$, s^2 และ n

กัลยา วานิชย์บัญชา (2551) และ Glover and Mitchell (2016) อธิบายว่าค่าที่คำนวณได้จากประชากรจะเรียกว่า ค่าพารามิเตอร์ (parameters) และค่าที่คำนวณได้จากตัวอย่างจะเรียกว่า ค่าสถิติ (statistics) ดังตารางที่ 1.1 ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่าการอ้างอิงหรือการอนุมานทางสถิติคือ “การศึกษาค่าสถิติเพื่อไปอธิบายค่าพารามิเตอร์” เช่น สุ่มปลาสร้อยขาวจากเขื่อนอุบลรัตน์มาจำนวนหนึ่ง แล้วนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของความยาวทั้งหมด จากนั้นนำค่าเฉลี่ยดังกล่าวไปอนุมานความยาวเฉลี่ยทั้งหมดของประชากรปลาสร้อยขาว (*Henicorhynchus siamensis*) ที่อยู่ในเขื่อนอุบลรัตน์ (Preecha, 2018)

ตารางที่ 1.1 ค่าพารามิเตอร์และค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล	ค่าพารามิเตอร์ (parameters)	ค่าสถิติ (statistics)
ค่าเฉลี่ย (mean)	μ	$\bar{x}$
ค่าสัดส่วน (proportion)	π	p
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และ ความคลาดเคลื่อน (standard error)	σ	s
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation)	ρ	r
ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (regression)	β	b
ค่าอื่น ๆ	$\hat{\theta}$	θ

ที่มา: ดัดแปลงจาก ศิริชัย พงษ์วิชัย (2552)

ในการอ้างอิงหรือการอนุมานด้วยวิธีการทางสถิติสามารถจำแนกได้ 2 ประเภทดังนี้ (Glover and Mitchell, 2016)

ก. การอนุมานแบบพารามิเตอร์ (parametric inference) เป็นวิธีการอนุมานแบบที่มีข้อกำหนดเกี่ยวข้องกับลักษณะของข้อมูลที่จะนำมาอนุมานหลายประการ แต่จะแตกต่างกันไปสำหรับการอนุมานแต่ละแบบ ซึ่งสามารถสรุปคุณสมบัติทั่วไปได้ 3 ประการดังนี้

(1) ระดับการวัดของข้อมูลควรอยู่ในระดับช่วง (interval scale) หรืออัตราส่วน (ratio scale)

(2) ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) (กล่องที่ 1.2 และ ภาพที่ 1.1)

(3) ข้อมูลที่ถูกเลือกเป็นตัวอย่างได้มาจากการสุ่มที่มีความเป็นอิสระกัน

กล่องที่ 1.2 การแจกแจงแบบปกติ (normal distribution)

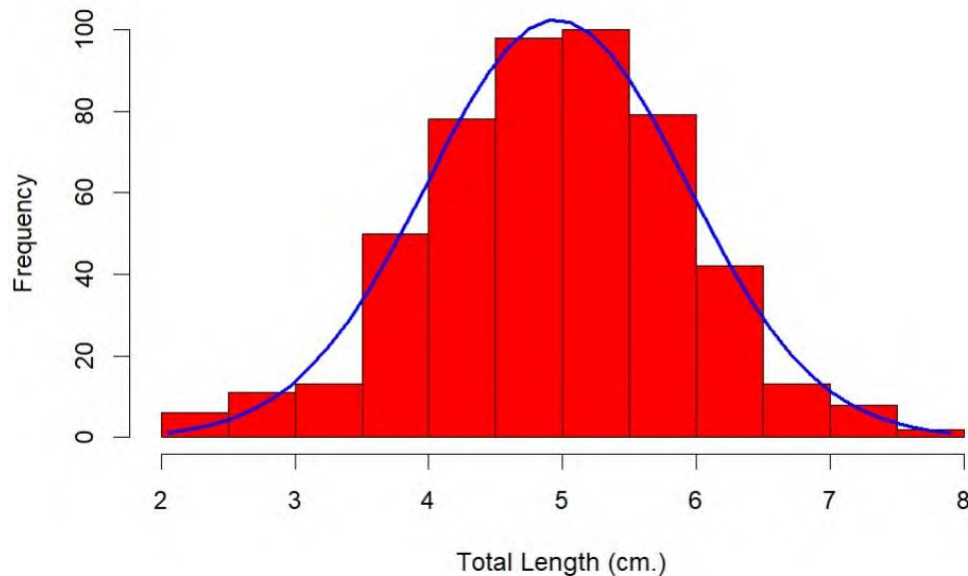
การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) เป็นการแจกแจงของข้อมูลรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเมื่อเก็บข้อมูลสัตว์น้ำมาจำนวนหนึ่งแล้ว ให้นำข้อมูลนั้นมาแจกแจงความถี่จะพบว่า ข้อมูลส่วนใหญ่จะกระจายอยู่รอบ ๆ ค่าเฉลี่ย และข้อมูลที่มีค่าแตกต่างจากค่าเฉลี่ยจะค่อย ๆ กระจายลดหลั่นกันไปทางด้านซ้ายและขวาในลักษณะเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน รูปแบบการแจกแจงแบบปกติแสดงด้วยเส้นโค้งความน่าจะเป็นที่มีพื้นที่ใต้เส้นโค้งทั้งหมดเท่ากับ 1 ลักษณะของเส้นโค้งปกติเป็นรูประฆังคว่ำ มีจุดศูนย์กลางที่ค่าเฉลี่ยของประชากร และสมมาตรรอบค่าเฉลี่ย ซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ย มีฐานะและฐานนิยมอยู่ที่จุดเดียวกัน พังก์ชันความน่าจะเป็นคือ $x \sim N(\mu, \sigma^2)$ เมื่อ μ = ค่าเฉลี่ย และ σ^2 = ความแปรปรวน

ลักษณะของการแจกแจงแบบปกติมีดังนี้

1. มีลักษณะเป็นโค้งรูประฆังคว่ำ และมีลักษณะสมมาตรอยู่ที่ค่าเฉลี่ย (μ)
2. ค่าเฉลี่ย ฐานนิยม และฐานนิยม อยู่ที่จุดเดียวกันและมีค่าเท่ากัน
3. ส่วนปลายโค้งปกติจะไม่จรดกับฐานหรือมีค่าเข้าใกล้ 0 และไม่มีขอบเขตทั้งด้านซ้ายและขวา มีค่าเป็นอนันต์ (∞)
4. พื้นที่ใต้เส้นโค้งมีค่าเท่ากับ 1 หรือร้อยละ 100
5. มีจุดโค้งสูงสุดเพียงจุดเดียว คือ จุดตรงกลางของโค้งปกติ (unimodal)
6. พื้นที่ใต้โค้งปกติ ประมาณ 68 % จะอยู่ในขอบเขต SD. ± 1 คือ พื้นที่ใต้โค้งจาก $\mu - \sigma$ ถึง $\mu + \sigma$ จะเป็น 68% เสมอ ไม่ว่าค่า μ และ σ จะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร
7. ณ จุด $\mu + \sigma$ และ $\mu - \sigma$ ถือเป็นจุดเปลี่ยนความเอียง (inflection point)

ข. การอนุมานแบบนอนพาราเมตริก (nonparametric inference) เป็นวิธีการอนุมานที่ใช้กับข้อมูลที่มีคุณสมบัติที่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขและข้อกำหนดตามวิธีการอนุมานแบบพาราเมตริก

เช่น ข้อมูลไม่ได้อยู่ในระดับช่วงหรืออัตราส่วน หรือไม่ทราบลักษณะการแจกแจงของข้อมูล นอกจากนี้ อาจจะใช้วิธีการอนุมานแบบนอนพาราเมตริกกับกลุ่มข้อมูลตัวอย่างที่มีขนาดเล็กหรือจำนวนน้อย (ขนาดตัวอย่างน้อยกว่า 30 หรือ $n < 30$) (ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2552 และ Heumann et al., 2022)



ภาพที่ 1.1 ลักษณะของข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ

ศิริชัย พงษ์วิชัย (2552) แนะนำว่า การอนุมานแบบพาราเมตริกนั้นมีข้อกำหนดและกฎเกณฑ์ที่เข้มงวดกว่าการอนุมานแบบนอนพาราเมตริก เช่น ข้อมูลต้องมีการแจกแจงแบบปกติ (กล่องที่ 1-2) และถ้าข้อมูลที่นำมาอนุมานนั้นสามารถผ่านข้อกำหนดและเงื่อนไขของการอนุมานแบบพาราเมตริกได้ ผลของการอนุมานจะสามารถนำไปใช้อ้างอิงได้ดีกว่าการอนุมานแบบนอนพาราเมตริก ซึ่งจะมี ความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูงหรือมีโอกาสผิดพลาดมาก

1.3 การนำสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการทางสถิติที่นำมาใช้ในการเรียนและทำวิจัยนั้นจะมีการนำทั้งสถิติพรรณนาและสถิติอ้างอิงมาช่วยในขั้นตอนการเรียนและทำวิจัยหลายขั้นตอนสรุปได้ 3 ขั้นตอนดังนี้ (กัลยา วานิชย์บัญชา , 2551; ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2552)

1.3.1 ขั้นตอนในการเลือกตัวอย่างและการกำหนดขนาดตัวอย่าง เป็นการอนุมานแบบพาราเมตริกมาใช้ในการเลือกตัวอย่าง ซึ่งจะมีทฤษฎีการเลือกตัวอย่างโดยเฉพาะ นอกจากนี้ยังนำสถิติ

อ้างอิงมาใช้ในการกำหนดจำนวนข้อมูลตัวอย่างที่จะนำมาใช้ในการวิจัย โดยอาศัยหลักความน่าจะเป็น และการประมาณค่าทางสถิติ

1.3.2 ขั้นตอนในการบรรยายลักษณะข้อมูล เป็นการนำสถิติมาใช้ในการบรรยายลักษณะของ ข้อมูลที่เก็บมาได้ว่า มีคุณลักษณะอย่างไร โดยอาศัยสถิติแบบพรรณนาเป็นส่วนใหญ่ เช่น การหาค่า ร้อยละ การแจกแจงความถี่ การคำนวณค่าต่าง ๆ เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าฐานนิยม ค่าที่แสดงถึงการกระจาย ของข้อมูล

1.3.3 ขั้นตอนในการหาข้อสรุปจากข้อมูลตัวอย่าง เป็นการนำสถิติมาใช้ในการหาข้อสรุปที่จะ นำไปสู่การตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยส่วนใหญ่จะอาศัยสถิติแบบอนุมาน ที่จะใช้วิธีการนำค่า ของข้อมูลที่ได้จากการเลือกตัวอย่างไปศึกษาและวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปข้อมูลประชากร โดยมี เทคนิคทางสถิติหลายเทคนิคดังต่อไปนี้ (Glover and Mitchell, 2016)

ก. การประมาณค่า (estimation) เป็นการนำค่าของข้อมูลที่ได้จากตัวอย่างไปประมาณ ค่าพารามิเตอร์ของประชากร ซึ่งเป็นค่าที่มีอยู่จริง แต่ไม่สามารถทราบค่ามาได้ เช่น การประมาณค่า ความยาวทั้งหมดเฉลี่ยของปลากดคัง (*Hemibagrus wyckioides*) ในแม่น้ำโขง

ข. การทดสอบสมมติฐาน (hypothesis testing) เป็นการนำค่าของข้อมูลที่ได้จาก ตัวอย่างไปทดสอบข้อสมมติของผู้วิจัย ซึ่งอาจจะเป็นข้อสมมติเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยหรือค่าสัดส่วน เช่น การ ทดสอบสมมติฐานที่ว่า ปลาบู่แคระ (*Brachyogobius mekongensis*) มีอายุขัยโดยเฉลี่ยไม่เกิน 5 ปี หรือการทดสอบอัตราส่วนเพศของปลาเสือตอลายเล็ก (*Datnioides undecimradiatus*) ว่ามี อัตราส่วนเพศเท่ากับ 1 : 1 หรือไม่

ค. การหาสหสัมพันธ์ (correlation and association) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป หรือข้อมูล 2 ชุดขึ้นไป โดยศึกษาจากข้อมูลที่ได้จากตัวอย่าง เพื่อจะ นำไปสู่การอธิบายหรือสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลประชากรและตัวอย่าง ประเภทของสหสัมพันธ์ อย่างง่ายได้แก่ สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product moment correlation) สหสัมพันธ์ แบบสเปียร์แมน (Spearman rank correlation) และ สหสัมพันธ์แบบฟี (Phi correlation) (Glover and Mitchell, 2016)

ง. การทำนาย (forecasting and prediction) เป็นการวิเคราะห์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ และรูปแบบความสัมพันธ์ข้อมูลตัวอย่าง เพื่อนำไปสร้างแบบจำลอง (model) สำหรับใช้ทำนายข้อมูล ประชากรในอนาคตที่ยังไม่เกิดขึ้น โดยสร้างแบบจำลองเป็นรูปสมการต่าง ๆ ด้วยวิธีของสถิติอ้างอิง

1.4 เทคนิคทางสถิติที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.4.1 เทคนิคทางสถิติมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีกฎเกณฑ์และข้อจำกัดที่แตกต่างกัน แต่สามารถสรุปสิ่งที่ผู้วิจัยควรต้องพิจารณาว่า ในงานวิจัยของตนเองนั้นเข้าข่ายข้อใดบ้าง ดังต่อไปนี้ (1) จำนวนคุณลักษณะหรือจำนวนตัวแปร (กล่องที่ 1.3) ที่ต้องการวิเคราะห์ในครั้งหนึ่ง โดยผู้วิจัยจะต้องพิจารณาว่า การวิเคราะห์ข้อมูลของผู้วิจัยเป็นในลักษณะใดต่อไปนี้ ต้องการวิเคราะห์หนึ่งตัวแปร (univariate) ต้องการวิเคราะห์สองตัวแปร (bivariate) หรือต้องการวิเคราะห์หลายตัวแปร (multivariate)

1.4.2 ระดับของการวัดของตัวแปรที่สนใจ เป็นการพิจารณาถึงลักษณะของข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์ว่าเป็นลักษณะแบบใดต่อไปนี้ (1) ลักษณะการวัดแบบตัวแปรกลุ่ม และ (2) ลักษณะการวัดแบบตัวแปรค่านวน (ดังจะอธิบายในหัวข้อ 1.6 ต่อไป)

1.4.3 การสรุปผล เป็นการนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาตีความสรุปและเขียนเป็นรายงานสรุปผล เช่น ผลการวิเคราะห์อัตราส่วนเพศของปลาเพาะเดือนกันยายน 2550 ได้ไคสแควร์ (χ^2) เท่ากับ 20.89 แต่ค่า ($\chi^2_{(0.05,1)}$) จากตารางเท่ากับ 3.84 ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า อัตราส่วนเพศของปลาเพาะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นอัตราส่วนเพศจึงไม่เท่ากับ 1 : 1 เป็นต้น (ฉัตรชัย ปรีชา, 2555)

ในการเลือกวิธีการทางสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ผู้วิจัยจะต้องยึดวัตถุประสงค์ของการวิจัยเป็นหลัก และพิจารณาจำนวนคุณลักษณะหรือตัวแปรที่ต้องการวิเคราะห์ จากนั้นให้ตรวจสอบระดับการวัดและวิธีการที่จะสรุปผล (Glover and Mitchell, 2016)

กล่องที่ 1.3 ตัวแปร (Variables)

ตัวแปร หมายถึงคุณลักษณะของสิ่งที่สนใจศึกษา อาจวัดเป็นตัวเลขเชิงปริมาณ เช่น น้ำหนัก ความยาวของปลาแต่ละตัว หรือบอกคุณลักษณะเชิงคุณภาพ เช่น ข้อมูลเพศ มักเป็นค่าที่ผันแปรไปตามหน่วยตัวอย่างที่ศึกษา สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

ตัวแปรต่อเนื่อง (continuous variable) เป็นตัวแปรที่ผู้วิจัยสามารถแสดงผลเป็นตัวเลขที่แท้จริงและในรูปทศนิยมได้

ตัวแปรไม่ต่อเนื่อง (discontinuous variable) เป็นตัวแปรที่สามารถแสดงผลเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม หรือตัวแทนระดับ หรือชนิดของตัวแปรต่าง ๆ ที่ศึกษาวิจัยได้

1.5 ความหมาย ประเภท และแหล่งที่มาของข้อมูล

1.5.1 ความหมายของข้อมูล หมายถึง ค่าที่เป็นตัวเลขหรือคุณลักษณะของตัวแปร เรียกว่า ข้อมูล ข้อมูลมักได้จากการสังเกต ชั่ง ตวง วัด นับ หรือสอบถามจากหน่วยตัวอย่างที่ศึกษา โดยที่หน่วยที่ศึกษาอาจเป็น คน สัตว์ พืช และสิ่งของ เมื่อหน่วยศึกษามีลักษณะที่แตกต่างกัน ข้อมูลที่ได้จึงแตกต่างกัน เรียกคุณลักษณะหรือค่าที่แตกต่างกันว่าตัวแปร เช่น เพศ กลุ่มเลือด น้ำหนัก ความยาวที่แตกต่างกัน

Glover and Mitchell (2016) กล่าวว่าข้อมูลอาจหมายถึงค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการสำรวจ (survey) หรือทดลอง (experiment) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ (1) ค่าที่เป็นตัวเลข (numerical หรือ quantitative data) เช่น ความยาวทั้งหมด น้ำหนัก ความกว้างกระดอง อายุ เป็นต้น และ (2) ค่าที่เป็นค่าเชิงคุณภาพ (non numerical หรือ qualitative data) ได้แก่ เพศ รูปร่าง สี รสชาติ เป็นต้น

1.5.2 แหล่งที่มาของข้อมูลแบ่งออกได้ 2 แหล่ง คือ

(ก) แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (primary source) เป็นข้อมูลที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมด้วยตัวเอง หรือทดลองด้วยตัวเอง

(ข) แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ (secondary source เป็นแหล่งข้อมูลที่ผู้วิจัย ไม่ได้เก็บข้อมูลด้วยตนเอง และเป็นการค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่ผู้อื่นเก็บรวบรวมไว้ เช่น ข้อมูลสถิติกรมประมง

1.6 ระดับของข้อมูล

ทวนทอง จุฑาเกตุ (2556), ศิริชัย พงษ์วิชัย (2552) และกัลยา วานิชย์บัญชา (2551) ได้อธิบายว่า ระดับการวัดของตัวแปรหรือข้อมูลมีประโยชน์ในการสรุป นำเสนอ และวิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเข้าใจถึงระดับการวัดของตัวแปรหรือข้อมูลเพื่อสรุป นำเสนอ และวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ระดับการวัดหรือมาตรการวัดของข้อมูลสามารถแบ่งเป็น 4 ระดับดังนี้

1.6.1 ระดับนามบัญญัติ (Nominal scale) เป็นระดับที่ใช้จำแนกความแตกต่างของสิ่งที่ต้องการวัดออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยใช้ตัวเลขหรือสัญลักษณ์แทนคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งของสิ่งที่ต้องการศึกษา เช่น ตัวแปรเพศของสัตว์น้ำ แบ่งออกเป็นเพศผู้และเพศเมีย ในการกำหนดตัวเลขอาจจะใช้ตัวเลข 1 แทนเพศผู้เลขตัวเลข 2 แทนเพศเมีย โดยตัวเลขในระดับนามบัญญัติ ไม่สามารถนำมาคำนวณ หรือหาสัดส่วนได้ และไม่ได้มีความหมายในเชิงปริมาณด้วย ดังนั้น ตัวแปรที่อยู่ภายใต้

มาตรวัดนี้มักเรียกว่า ตัวแปรคุณลักษณะ (attribute variable) หรือ ตัวแปรเชิงกลุ่ม (categorical variable) (ทวนทอง จุฑาเกตุ, 2556)

1.6.2 ระดับอันดับ (Ordinal scale) เป็นเพียงการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์เหมือนกับระดับนามบัญญัติ แต่ตัวเลขหรือสัญลักษณ์นั้น สามารถนำมาจัดกลุ่ม จัดอันดับ หรือตำแหน่งของสิ่งที่ต้องการวัดได้ ดังนั้น ตัวเลขในระดับนี้สามารถบอกความหมายในลักษณะมาก น้อย สูง ต่ำ อ้วน ผอม กว่ากันได้ และบางครั้งตัวแปรในระดับนี้จะเรียกว่าตัวแปรอันดับ (ranked variable) ข้อมูลแต่ละตัวจะบอกลำดับที่ของตัวเอง จึงสามารถจัดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย หรือจากน้อยไปหามากได้ อย่างไรก็ตามตัวเลขลำดับยังคงไม่มีความหมายในเชิงปริมาณ เช่น ลำดับในห่วงโซ่อาหาร ลำดับการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ เป็นต้น

1.6.3 ระดับอันตรภาคหรือระดับช่วง (Interval scale) เป็นระดับที่สามารถกำหนดค่าตัวเลขโดยมีช่วงห่างระหว่างตัวเลขเท่ากัน มีลักษณะเป็นข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่อง (discrete data) สามารถนำตัวเลขมาเปรียบเทียบกันได้ว่ามีค่ามากน้อยเท่าใด แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าของสองสิ่งนั้นมากกว่ากันเป็นกี่เท่า ข้อมูลในตัวแปรระดับนี้ไม่มีศูนย์แท้ เช่น อุณหภูมิ 0 องศาไม่ได้หมายความว่า จะไม่มีความร้อนเพียงแต่มีความร้อนเป็น 0 องศาเท่านั้น ตัวเลขในระดับนี้สามารถนำมาคำนวณได้

1.6.4 ระดับอัตราส่วน (Ratio scale) เป็นระดับที่สามารถกำหนดค่าตัวเลขให้กับสิ่งที่ต้องการวัดมีศูนย์แท้ เช่น น้ำหนัก ความยาว ส่วนสูง อายุ ระดับนี้สามารถนำตัวเลขมาคำนวณ หรือหาอัตราส่วนได้ ข้อมูลในลักษณะนี้จะเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

นักชีววิทยาประมงควรมีความรู้เรื่องของมาตรการวัดระดับต่าง ๆ เป็นอย่างดี เพื่อประโยชน์ในการเลือกใช้วิธีการทางสถิติที่เหมาะสม

1.7 เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลชีวสถิติสำหรับชีววิทยาประมงขั้นต้น

การวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านชีวสถิติขั้นต้น สำหรับชีววิทยาประมง ประกอบด้วย

1.7.1 วัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง (measures of central tendency)

Glover and Mitchell (2016) กล่าวว่า การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง หมายถึง การคำนวณเพื่อหาค่าสถิติเพียงค่าเดียวที่อยู่ตรงกลางไค้งการแจกแจงแบบปกติ (กล่องที่ 1.2) ของตัวแปร ซึ่งจะใช้เป็นตัวแทนของชุดข้อมูล ทำให้ทราบถึงลักษณะของข้อมูลทั้งหมดที่ได้สุ่มตัวอย่าง หรือเก็บรวบรวมมาศึกษา ค่าที่ได้จึงเป็นค่ากลาง และมีหลายประเภท เช่น ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean; AM) ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric mean; GM) ค่าเฉลี่ยฮาร์มอนิก (Harmonic mean;

HM) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก (Weighted mean; WM) ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าฐานนิยม (Mode) ค่ากลางแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะการแจกแจงของข้อมูล และวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ข้อมูลนั้น การคำนวณหาค่ากลางที่นิยมใช้มี 3 ชนิด คือ AM GM HM ค่ามัธยฐานและค่าฐานนิยม โดยทั่วไปแบ่งออกได้ 2 กรณี คือ (1) กรณีที่ข้อมูลไม่มีการแจกแจงความถี่ และ (2) กรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงความถี่แล้ว (Central Marine Fisheries Research Institute [CMFRI], 2016)

ก ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean; AM) เป็นค่าที่ใช้การคำนวณค่าโดยทั่วไป AM คือ การหาผลรวมของข้อมูลทั้งหมดด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด สามารถหาได้จาก 2 วิธีดังต่อไปนี้

วิธีที่ 1 การหาค่า AM ของเซตข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่

$$AM = \bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \text{ หรือ } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1.1)$$

เมื่อ AM = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
 $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ย
 x_1, x_2, x_n = ค่าสังเกตหรือข้อมูลลำดับที่ 1, 2 จนถึง n ลำดับ

ตัวอย่างที่ 1.1 จงการหาค่า AM โดยใช้ชุดข้อมูลดังนี้ 34, 27, 45, 55, 22 และ 34 วิธีการโดยการแทนค่าตัวเลขในสมการที่ 1.1 จะได้ $\bar{x} = (34 + 27 + 45 + 55 + 22 + 34)/6 = 217/6$ ดังนั้น $\bar{x} = 36.167$

วิธีที่ 2 การหาค่า AM ของข้อมูลที่มีการแจกแจงความถี่แล้ว สามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้ (CMFRI, 2016)

$$AM = \bar{x} = \frac{f_1x_1 + f_2x_2 + \dots + f_nx_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n} \text{ หรือ } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i x_i}{\sum_{i=1}^n f_i} \quad (1.2)$$

เมื่อ AM = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
 $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ย
 f_1, f_2, f_n = ค่าความถี่ของข้อมูลลำดับที่ 1, 2 จนถึง n ลำดับ
 x_1, x_2, x_n = ค่าสังเกตหรือข้อมูลลำดับที่ 1, 2 จนถึง n ลำดับ