

C1-2 0494

鱼类种群生物统计量的 计算和解析

[加拿大] W. E. 里克 著



科学出版社

鱼类种群生物统计量的 计算和解析

〔加拿大〕W. E. 里克 著

费鸿年 袁蔚文 译

科学出版社

1984

内 容 简 介

本书为1975年加拿大渔业研究局出版的W. E. 里克关于研究水产资源数量变动的专著,是在他1948年和1958年出版的两本同一性质的手册的基础上重新改写,并增补了近二十年来各国科学家所发表的文献的新书。本书共分十三章,叙述了以鱼类种群为主的水产资源种群的生长、死亡、繁殖、补充、残存率、资源量、持续产量、亲鱼与后代数量关系以及外界环境的影响等各种基本概念和计算方法。它的特点,尽量使用无需有高深数学知识也能应用的数理模式,并以实例作了详细的示范演算,使初学者容易学习和掌握。

本书实质上是一本手册,可作为大专院校课外补充教材,是从事水产资源研究和参与渔业管理的技术人员的必备工具,也可作为大学生物系师生的生态学参考书籍。

W. E. Ricker

COMPUTATION AND INTERPRETATION OF BIOLOGICAL STATISTICS OF FISH POPULATIONS

Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, 1975

鱼类种群生物统计量的 计算和解析

〔加拿大〕W. E. 里克 著

费鸿年 袁蔚文 译

责任编辑 张志强

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1984年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16
1984年8月第一次印刷 印张:18 1/4
印数:0001—2,700 字数:408,000

统一书号:13031·2654

本社书号:3654·13—7

定价: 2.80 元

译 者 的 说 明

近十多年来,世界水产年总产量增长速度停滞不前,出现了许多传统性捕捞对象已达到利用充分或过度的征兆。所以各先进渔业国家都采取重大的水产资源保护措施,而深入展开水产资源的科学研究比以往任何时代提高到了更加重视的地位,我国的情况也不例外。由于到目前为止我国还没有比较完整的水产资源的中文书籍可供技术工作者参考,所以选了被各国水产科学工作者所广泛引用的 W. E. 里克所著的本书翻译出版,暂补这一空白。

原作者在水产资源的研究方面有过较大贡献,特别是对于标志放流以及亲鱼和补充量关系方面有独创性见解,所以在本书中这两项叙述所占篇幅较大。因标志放流在我国尚难有效使用,我们不便作删减,所以读者对这一部分的章节,可以暂时不必多下功夫。译稿根据作者本人提出的更正作了相应的修改。在缮正译稿和修饰文字以及编写索引方面得到陈国铭同志的帮助,特此致以谢忱。

由于译者的水平有限,译稿可能有不妥或错误之处,请读者指正。

译 者

1980年1月30日

前 言

本书是作者在鱼类种群生物统计学一般领域中所写的第三本专著。早出的两本分别在 1948 和 1958 年发行,都早已绝版。本书作为 1958 年版的修订本开始,但认为有必要时,作了大量的变更、补充及删减,所以从许多方面来说,已成为一本新著。虽然如此,在内容上并不想把这一领域中近年的发展都搜罗进去。材料的总设计和排列与 1958 年专著相似,但显然无法指明那些部分是新的,那些部分是从前著中重录的。不过例子如从以前著作引用时,注明它的原刊年份。概念相同的方法,放在同一章中,尽可能由简及繁。每一课题的历史发展也给予适当考虑,所以有些地方叙述特别详细。每一课题所安排的篇幅,依课题的重要性能和能取得的资料多少而定。凡在西方主要期刊上有过记载的研究步骤,一般不再作详细推导。通常只引用估算种群统计学所最需用的公式,采样误差的讨论,以及使公式能够应用的条件。对于出于来源不清的方法,以及现有方法的新发展和新方向,作了更为深入的记载。这一计划并未取得理想的平衡,但在有限的篇幅范围内,可能已发挥了最大的效用。

在选择范例时,并未考虑使它可以代表以地域为基础的渔业研究的份量,而用了手头现存的常用例子。用“借用”资料来作例子时,包含着错误解释的危险性,我们用这些例子的时候,以显示方法为主,并不重视于它所关联的具体情况;但同时也尽可能使它与现实相符。有些例子表达得很简单,有些例子则新颖细致,这完全是为了调节章节篇幅所致。但是正在工作的生物学者,立刻会发现他所从事的工作,常比任何手册上所列的复杂得多,也许与至今为止所有记载过的情况都不同,要求对现有的研究步骤有所改变。实验和观察所认为简单和呆板的东西,一经深入分析,就证明它有极大的复杂性,这可以当作一般规律。它的复杂性来源于生物的复杂性和多变性,而这些又从出生到死亡无时不在变化之中。两种通常的措施必须遵守。第一,把任何一宗数据分成不同范畴,例如把鱼依大小、年龄、性别或历史而细分,从每一这些范畴所得的两个或几个分组所算出的统计量进行比较;第二,以时间(连续的小时、日或季节)为基础把数据区分,从而作同上述那样的比较。

从渔业管理的观点出发,以本专著所记载的各种类型计算所提供的情报,只能是政策所依据的基础情报的一部分。可以肯定,它有时也能提供大部分的必要情报。在其他场合,它还只能对重要问题作含糊的回答。在几个种类可能同时占领或竞争一个重要环境,而它们之间数量比例随着捕捞强度和环境变化而起变异时,尤为如此。渔业行政当局也有选择实施管理措施的对象这一问题(常是不容易的问题),它包含着本书所未能涉及的经济的和行政政策的问题。但是,增加生物学情报已有改进,而且将继续改进,渔业管理的精度与效率将不成问题的。

为了满足初学渔业生物学的学生的需要,对某些例子设法作了详细的演算,甚至叙述了大部分标准数学方法。但是用作入门的教科书,应略去本书中一部分不常用的方法,而选用一部分已经出现的其他若干步骤来代替。如何选择应由地区性问题和需要来决定。

这一专著当然不是作为渔业生物学的完全教科书来编写的。鱼的测量、年龄鉴定、加志、加标、采集、渔业统计的编制——所有这些提供了必须估计的群体生物统计的数据，但在本书中只偶然提到一下。叙述这些内容的书有 Chugunova (1959)、Gulland (1966)、Lagler (1956)、Rounsefell 和 Everhart (1953)、Royce (1972) 以及 Ricker (1971a) 编的国际生物学规划手册。本书没有论述到环境中的其他动植物，维持水生种群的营养能的转化，或水体的总生产力。这些课题是在多数生态学书籍中都有讨论，而适合于鱼类生产的许多方面的，见于下列各作者的著作：Dickie 和 Paloheimo (1974)、Gulland (1971)、Moiseev (1969)、Nikolsky (1965)、Regier (1974)、Ricker (1946, 1969b)、Walford (1958)、Weatherle (1972)、Winberg (1965)。

1958 年的专著中列举了给我各种帮助的人士名单。名单中有些人士还继续给我帮助，现在对下列各位作过讨论和提意见的表示感谢：K. R. Allen, D. H. Cushing, J. A. Gulland, G. J. Paulik, H. A. Regier 和 B. J. Rothschild。

本书中的电子计算机计算是由 K. R. Allen 或 J. A. C. Thomson 进行的，A. A. Denbigh 帮助了绘新的插图。Barbara Korsvoll 夫人帮助打字和作许多计算。

目 录

译者的说明	i
前言	iii
第一章 序论	1
1. 问题	1
2. 定义、用语和术语解释	1
3. 符号	4
4. 死亡率的数字表达法	6
1) 总死亡率	6
2) 死亡率的划分	7
3) 普通用法	7
5. 补充、群体和渔获数	7
1) 理想鱼类种群类型	7
2) 参数之间的关系	8
3) 单一年龄组	8
4) 几个年龄组	9
5) 瞬时补充	9
6) 连续补充	10
7) 死亡率随年龄而变化的群体	11
6. 以重量计的生长和产量	11
1) 实测平均重量的应用	12
2) 生长率	12
3) 一年中群体大小的变化	12
4) 群体大小的逐年变化	13
7. 捕捞努力量和单位努力量的渔获量	13
1) 捕捞努力量的测定	13
2) 捕捞努力量记录不完全	13
3) 不同种类的渔具	14
4) 渔具效率的变异和渔具饱和作用	14
5) 群体遭捕度的变化	14
6) 单位捕捞努力量的渔获量当作丰盛度指标	15
7) 渔具单位间的竞争	16
8) 种类之间的竞争	16
8. 最大持续产量	17
9. 采样误差	18
第二章 从年龄组成估算残存率与死亡率	20
1. 从连续年龄组的丰盛度估计残存量	20
1) 简单情况	20
2) 残存率的合并估计——Heineke 法	20

3) 残存率的合并估计数——Robson 和 Chapman 法	21
4) 从一部分年龄序列估计残存率	22
5) 从平均年龄算残存率	22
6) 在渔业中度过平均时间	22
2. 简单捕捞曲线	23
3. 不均匀的补充	25
1) 补充的随机变异	25
2) 补充水准的继续变化	25
3) 补充量的极端变异	25
4) 补充的倾向性	25
5) 个别年代级在连续年龄中数量的比较	26
6) 依单位捕捞努力量的渔获量来作个别年代级的比较	27
4. 对渔业的补充包括有几个年龄	28
1) 一般关系	28
2) 有效地完全补充年龄	28
3) 随年龄而继续变化的遭捕度	29
4) 到达渔场的年龄和大小	29
5. 依年龄而发生死亡率的变化	30
6. 随时间而引起的死亡率变化	34
1) 瞬时补充	34
2) 逐步补充	35
3) 示例	38
7. 根据体长频率的捕捞曲线	42
8. 溯河性鱼类的捕捞曲线	45
9. 为年龄组成而作分层采样	46
10 不正确鉴定年龄对估计残存率的影响	48
11. 渔具的选择性	50
1) 刺网	50
2) 定置张网	51
3) 拖网和延绳钓	51
4) 残存率的估计	51
第三章 依标记所作生命统计: 单季试验	52
1. 依标记法估计种群的一般原理	52
2. Petersen 法(单一普查)	53
1) 简单 Petersen 估计值	53
2) 调整的 Petersen 估计值	54
3) Petersen 估计值的统计学偏倚	55
4) 采样误差与样品大小	55
3. 补充量的影响	57
4. 加志 (marking) 和加标 (tagging) 的效应	59
1) 微分死亡率	59
2) 标记鱼和非标记鱼的遭捕度差别	60
5. 标或志的失落	62

6. 标记鱼和捕捞努力量的非随机分布	63
7. 大小不同的鱼遭捕度不等	64
8. 不完全核实标记	66
9. 多次普查	67
1) 概说	67
2) Petersen 估计值的均数	67
3) Schumacher 和 Eschmeyer 的估计值	67
4) Schnabel 的方法	67
5) 统计学上的偏倚	68
10. 多次普查的系统误差	69
11. 群体自然消失和添加的估计	70
12. 用于分层种群的 Schaefer 方法	71
13. 不同的分离群体对共同渔业的贡献	73
第四章 根据两个和两个以上时间间隔的标记试验而有恒定残存率的种群统计	74
1. 在第一个渔季前进行标记	74
1) 两年重捕	74
2) 一系列年份的重捕	75
2. 在第一个渔季标记, 至少有两个季节回收	77
1) 若干年重捕	77
2) 两年重捕	78
3. 系统误差: A 型和 B 型	79
1) A 型误差	79
2) B 型误差	79
4. 系统误差: C 型误差	81
1) 正好在渔季开始前作鱼的标记	81
2) 整个渔捞季节进行标记	82
3) C 型误差的探索	83
5. 估算捕捞效力的几种图解法	84
1) 年初标记	84
2) 全年标记	85
第五章 根据两个和两个以上时间间隔的标记试验而残存率有变化的种群统计	86
1. 在两个连续年份渔捞开始时进行标记的种群量和残存率——Ricker 法	86
1) 各龄的自然死亡相同	86
2) 自然死亡随年龄变化	86
3) 根据一系列标记估算残存率——Robson-Seber 法	87
2. 全年进行标记时的残存率估算	88
3. 根据三次捕捞试验估计种群量、残存率和补充量——Bailey 法	90
1) 概况	90
2) Bailey 的确定性模式	90
3) 准确度	91
4) 继续标记和回收	91
5) 重复试验	91
6) 比较	92

7) Bailey 程序的说明	92
4. 根据 4 次或更长期捕捞的试验估计种群量、残存数和补充数——Seber-Jolly 法	92
1) Jolly (1965) 和 Seber (1965) 的随机模式	92
2) Seber-Jolly 估算的修改	93
3) 统计偏倚和采样误差	94
4) 第一年残存的估计	94
5) Seber-Jolly 法的说明	94
6) 采样误差的近似估算	95
5. 根据一个季节标记和捕捞努力量资料估计残存率	96
6. 全年进行标记, 自然死亡率随年龄而变化	98
7. 补充年份的捕捞率	99
1) 概况	99
2) 根据标记回收计算补充期间的残存率	99
3) 根据年龄组成计算补充期间的残存率	102
8. 出现于渔场中较年幼年龄群的百分比估计	103
第六章 根据渔捞成绩对渔获量或努力量的关系估算残存和捕捞率	104
1. 渔捞成绩法原理	104
1) 概况和历史	104
2) 计算类型和符号	104
2. 根据渔捞成绩与业已得到的渔获量的关系估计种群量——Leslie 法	105
1) 概说	105
2) 特殊情况	105
3) 变异性的作用	106
3. 根据渔捞成绩与累计捕捞努力量的关系估计种群量——DeLury 法	107
1) 一般情况	107
2) 特殊情况	107
3) 变异性的影响	108
4. 渔捞成绩法的系统误差	108
5. 标记种群中渔捞成绩法的应用	109
6. 应用一种以上捕捞努力量或只有一部分努力量资料时的渔捞成绩法	112
第七章 根据连续几年的渔获量和捕捞努力量估算残存数和捕捞率	114
1. 渔获量和捕捞努力量的直接比较	114
2. 通过捕捞努力量的平衡估计利用率——Sette 法	116
3. 比较在两种水准的捕捞努力量上的残存率, 估计捕捞率和自然死亡率——Silliman 法	117
1) 基本公式	117
2) 邻近年份的比较	117
4. 当努力量继续变化时, 从渔获量和努力量统计估算捕捞率和自然死亡率——Beverton 和 Holt 法	118
1) 程序	118
2) 回归线的选择	119
3) 实例	119
5. 从捕获量和努力量资料估算捕捞率和自然死亡率——Paloheimo 法	120
6. 当自然死亡率已知或假定时, 从渔获量和努力量资料估计捕捞率	120

1) 程序	120
2) 说明	120
7. 用不完全的渔获量和努力量资料作捕捞能率的估算	122
8. 根据渔获量和努力量资料以及补充量、自然死亡率估计捕捞率——Allen 法	123
1) 可取得两年的资料	123
2) 可取得若干年的资料	124
3) Allen 法的说明	124
4) 逐年计算的实例	125
第八章 从渔获量及其定性组成的统计来估计群体和死亡率	126
1. Derzhavin 的种群分析生物统计法	126
2. 在年龄组成有变化时估算利用群体与生物统计利用率——Boiko 的方法	130
3. 从利用种群和标志鱼回收率估计实际种群——Fraser 的方法	132
4. 用 Beverton-Holt 迭代手续与利用群体估计相合并	133
5. 给出恒定的补充量和自然死亡率以及两个或几个水准的稳定渔获量, 求自然和捕捞死亡率——Tester-Gulland 法	133
1) 2A 型种群	133
2) 2B 型种群	134
3) 1A 型种群	134
6. 捕捞率和群体大小的顺序计算(股分析)	134
1) 概说和历史	134
2) 关系	134
3) Pope 的方法	135
4) 自然死亡率	137
7. 在自然死亡以前从事捕捞的顺序计算	138
8. 由“组成变化”或称“二分法”作种群估算	138
9. 根据成熟年龄雌雄的区别来估计残存率——Murphy 的方法	139
1) 关系	139
2) 例示	140
第九章 长度和重量生长	141
1. 年龄和生长率的估计	141
1) 概况和历史	141
2) 年代级间的差别	142
3) 采样代表性的局限	142
4) 年龄-长度的换算表	142
5) 生长环节 (growth stanzas)	143
2. 生长率类型	143
3. 重量-长度关系	144
1) 基本关系	144
2) 资料的选择和分组	145
3) 等速生长和异速生长及条件因子	145
4) 长度、重量和转换因子的测定	145
5) 年龄组内的重量-长度关系	146
6) 几个年龄组之间的重量-长度关系	146

4. 大小选择性死亡的影响	150
1) 李氏现象 (Lees phenomenon)	150
2) 长度分布的形状及其变异性	150
3) 选择性采样的影响	150
5. 平均生长率的计算	151
1) 种群生长率和真正的生长率	151
2) 真正生长率的估算	151
3) 重量性死亡率 (ponderal mortality rate)	151
6. 长度增长的数学描述——Brody-Bertalanffy 程序	153
1) Brody 方程式	153
2) Von Bertalanffy 方程	154
3) Knight 方程	154
4) Ford 方程	154
5) Walford 线	154
6) Ford-Walford 关系的类型	155
7) 误差的来源	156
8) 理论考虑	156
9) 拟合一条 Von Bertalanffy 曲线——Beverton 法	156
10) 近似地配抛物线于 Brody-Bertalanffy 关系式——Knight 法	157
11) 用计算机拟合	157
7. Walford 线在估算较大年龄鱼的生长方面的应用	159
8. 根据标记鱼的生长作 Walford 线和求 Brody-Bertalanffy 方程——Manzer 和 Taylor 法	159
9. 随年龄而起的重量增加	161
1) 概况	161
2) 适配 Bertalanffy 型关系于重量	161
10. Gompertz 生长曲线	162
11. 生长的补偿作用	162
12. 根据捕获鱼的平均大小估计残存率	163
第十章 计算某一补充量的产量	164
1. 一般情况	164
2. 平衡产量的估算——Thompson 和 Bell 法	165
3. 估算平衡产量——Ricker 法	166
1) 计算	166
2) 计算手续	167
3) 最优最小尺寸的计算	167
4) 自然死亡率的季节性分配方式	168
4. 平衡产量的估算——Baranov 法	173
1) 计算的理论	173
2) 条件上的缺点	174
5. 平衡产量的估算——Beverton 和 Holt 法	175
6. 平衡产量的估算——Jones 对 Beverton 和 Holt 法的修改	178
7. Beverton-Holt 渔获量计算的近似法	179
1) 多项与少项的比较	179

2) 用 $b' = 3$ 作为近似算法所出现的效应	179
8. 由捕捞所引起年龄结构和生物量的变化	181
9. 捕捞率变化的短期效应	182
10. 计算最佳最小尺寸的 Allen 法	185
第十一章 补充作用和群体与补充量关系	186
1. 补充的类型	186
1) 繁殖	186
2) 刀口式补充	186
3) 分队 (platoon) 式补充	186
4) 连续补充	186
2. 补充量的计算——生物统计方法	186
3. 补充量的估算——Allen 法	187
1) 步骤	187
2) 说明	188
3) 捕捞率变化的影响	189
4) 补充鱼部分和非补充鱼部分的自然死亡率有差异时的影响	190
5) 未完全补充和充分补充年龄之间因自然死亡率的不同所引起的影响	190
6) 低估完全补充年龄所引起的影响	191
7) 捕捞季节和自然死亡率的影响——应用于第 II 型种群	192
8) 绝对补充量的估计	192
4. 环境对补充的作用	192
1) 概说	192
2) 加数和乘数的效应	192
3) 曲线回归	193
4) 时系的倾向	194
5) 探索性相关	194
6) 在短期观察中取得显著效应证据的困难	195
7) 两个或更多因子同时考虑的效应——多重回归	195
8) 逐步回归分析	196
5. 群体与补充量的关系	196
1) 概说	196
2) 补充曲线	197
6. Ricker 补充曲线	197
1) 第一形式	197
2) 第二形式	198
3) 几何平均与算术平均	199
4) 曲线的适配	199
5) 其他统计	200
6) 说明	200
7. Beverton-Holt 补充曲线	205
1) 公式	205
2) 曲线的适配	205

3) 说明	206
4) 样品问题	206
8. 其他补充曲线	207
1) Ricker 曲线的修改	207
2) 非参数关系	208
3) 复杂关系	208
9. 补偿的和非密度依赖的死亡率	209
第十二章 补充作用与渔业	210
1. 在不同补充曲线 (平衡状态) 时平衡产量与捕捞率的关系	210
2. 补充曲线与变化的捕捞率相互作用	210
1) 增进中的利用率	210
2) 下降的、增加的和平衡利用率的比较	212
3) 管理问题	213
3. 捕捞具有不同补充潜力的混合群体渔业	215
1) 平衡状态	215
2) 向平衡状态的发展过程	215
3) 说明	216
4) 管理问题	216
5) 增加产量的策略	217
4. 补充量与每补充鱼的产量分析相配合	217
1) Beverton-Holt 模式	217
2) Walters 模式	217
3) Silliman 模拟计算机技术	217
第十三章 平衡产量与群体大小和捕捞率关系的直接估算	219
1. 加减方法的总说	219
2. 抛物线剩余生产曲线和逻辑斯蒂生长曲线——Graham 法	220
1) 剩余生产抛物线及其推导	220
2) 种群生长的逻辑斯蒂曲线	221
3) 适配 Graham 曲线	222
3. 平衡产量对捕捞努力量的关系	223
4. 用群体的年增长或减少, 论剩余生产对群体大小的关系——Schaefer 法 (1954)	225
1) 年生产量计算	225
2) 匹配抛物线关系到逐年生产量	225
3) 与同一年群体大小和捕捞努力量有关的最大持续产量	226
5. 不能独立了解捕捞能率 q 时对抛物线产量曲线的计算——Schaefer (1957) 方法	230
6. 综合生产模式——Pella 和 Tomlinson 法	231
7. 剩余生产对产生当时补充量的各年群体大小的关系——Ricker 的方法	231
8. 单位努力量的渔获量对过去连接的几年捕捞努力量的关系——Gulland 的方法	233
1) 一般设想	233
2) 线性关系	234
3) 曲线型关系 (Gulland-Fox 指数模式)	234
附录 I 指数函数及其推导量表	238

附录 II 在泊松频度分布中,置信系数($=1-P$)为 0.95 和 0.99, 变量(x)的置信限界	244
附录 III 两种类型的补充曲线的特征量和有关量,每一型用两种不同形式表达	245
附录 IV 回归线	247
参考文献	249
内容索引	262
人名索引	269

第一章 序 论

1. 问题

作为鱼类种群的生物统计学所考虑的题目,包括有下列几个:

(1) 种群的丰盛度,一般是局限于某一年龄或大小而言。

(2) 在连续的年龄中,或甚至于在每年中的总死亡率。

(3) 分配于若干原因的每一原因的总死亡率的比例数。在许多时候可以分为:(a)由捕捞而引起的死亡;(b)由人类以外的捕食所引起的死亡;(c)由疾病、寄生物或衰老所引起的死亡;(b)和(c)合并为“自然”死亡率。

(4) 个体鱼的生长率。在人类人口中,个体的生长率一般不作为生命统计来处理。但鱼的生长率比人类更多变化,而且对丰盛度和对环境变异性比死亡率更加敏感。

(5) 繁殖率,特别是它与群体密度有关。

(6) 群体的剩余生产总率,是生长率加补充率减去自然死亡率的总结果。

从历史发展过程来看,年龄和生长率是这些项目中最早受到广泛注意的事项,可能是因为了解这些事项,无需作大量野外工作。现在用于估计生长率的方法,是在 1910 年代开展起来的,它的潜在的误差来源受到了认真考虑。

估计种群大小和残存率的步骤,开始得很早,但进展得极慢。在过去 25 年期间,在理论方面作了很多工作,并有不少新应用。一个研究工作者现在有许多方法可供选择,以便选一种最适用于所研究的种群,而且可多用一种方法去检验另一种方法。

最初研究繁殖或“年代级的势力”都着重于考虑它与外界环境因子的关系,但在近年来它与群体密度的关系已吸引了更多的注意。

最后,从 20 世纪 20 年代的中期以来,有不少作者对鱼类群体的总生产量与群体密度和捕捞率的关系感有兴趣,现在已积累了大量数据和相应的研究方法。

2. 定义、用语和术语解释

下面的术语只是在鱼类种群分析中所应用的无数术语学的一部分。有些名词的更详细记载见于后面各节。如果一个名词连带专门符号来表示时,这一符号用括弧括起来。名词角上加一星号的,是本书中所不用的名词,总之在叙述中不作严格的定义。

绝对补充量: 在单位时间(一般为年)内生长到可以被捕尺寸范围的鱼的数目。

年龄: 完成一个生命的年数,本书用阿拉伯数目字表示,如果有可能不够清楚的话,则后面加一括号(年龄 5, 年龄 5+)¹⁾。

年(或季)生长率(h): 一条鱼在一年(或一季)中的重量增长量用最初的重量来除。

年(或季)总死亡率(A): 在一年(或季)中死亡的鱼的数目,被最初的鱼数除。又称

1) 作以上的推荐以外,也还有其他用法。在北美常用罗马数目字,但它的繁琐失去了它的优点。有人同时用罗马数字和阿拉伯数字以表示生活的年数而并不指完成生命的年数。溯河鱼常表示它的实际年龄和向海洄游的年龄。为此用几种习惯表达方法,似乎在每一应用时都应说明清楚。

为实际死亡率,*死亡系数 (Heincke)。

可捕率 (Availability): (1) (r): 生活在一个区域的鱼类种群,在某一渔汛期间可以遭到被捕的分数 (Marr, 1951)。这一分数接受其他季节或其他年份未遭捕部分的补充或与其混合(任何不同程度的完全分离开来的一部分种群,最好当作个别的群体来对待)。

(2) C/f 或 Y/f : 单位努力量的渔获量。

生物量 (B): 鱼的群体的重量或群体的某一规定部分的重量。

捕捞能率 (Catchability) (q): 鱼类群体受一个规定单位的捕捞努力量所捕获的分数。如果单位非常小,则只能捕群体的极小部分——0.01 或更小——在计算种群变化时可作为瞬时率处理。(捕取一个群体的不同部分的一个比例数参阅“遭捕率”一词)又称为可捕系数,*捕捞死亡力 [Fry (1949), 24 页;在其附录中, Fry 又规定捕捞死亡力与本书所用的捕捞率 F 作同义词]。

捕捞曲线: 连续几个年龄或大小尺寸各被捕鱼数,用对数来表示所连成的图象。

单位捕捞努力量的渔获量 (C/f 或 Y/f): 由规定的捕捞努力量单位所捕获的鱼,用个体数或用重量来表示。又叫做每努力量的渔获量,渔捞成绩,可捕率 (2)。

条件捕捞死亡率 (m): 如果没有其他死亡起作用,在一年(或一季)中被捕捞数量占最初群体量的比例 ($=1 - e^{-F}$)。又称为年捕捞死亡率,季捕捞死亡率。

条件自然死亡率 (n): 假定没有捕捞死亡,在一年(或一季)中由其他原因引起的死亡数占最初群体数的比例 ($=1 - e^{-M}$)。又称为年自然死亡率或季自然死亡率。

临界大小: 鱼类在某一年代级中有某一时间,其重量方面的瞬时自然死亡率与瞬时生长率相等,这个时候的鱼的平均大小,叫做临界大小,又称*最佳大小。

有效捕捞努力量 (F/q): 捕捞努力量在必要时可作适当调整,这样调整过的每单位增加,能使瞬时捕捞死亡率也成比例的增加。

捕捞效力 (Effectiveness of fishing): 是用来表示从鱼的群体中取去鱼数的百分比的一个名词,但不象利用率或瞬时捕捞死亡率那样作特别规定。

平衡渔获数 (C_E): 表示用某一强度的捕捞使群体处于平衡时的渔获数,而它(不计环境变化的影响)的丰盛度逐年不变。

平衡产量 (Y_E): 一个产量(重量)从与某一强度的捕捞相平衡的群体中取得,它(不计环境变化的影响)的生物量从这一年到其次年份不起变化。又叫做持续产量,等价持续产量(参阅剩余产量)。

利用比率 (E): 渔获率对总死亡率的比率(当捕捞与自然死亡同时出现时 $= F/Z$),又称利用率。

鱼类群体: 见群体。

捕捞努力量 (f): (1) 在特定时期内所使用渔具总数。两种或更多种渔具同时使用时,必须调整为某一标准型(见本章第 7 节); (2) 有效捕捞努力量。

*捕捞强度: (1) 有效捕捞努力量; (2) 单位面积的捕捞努力量 (Beverton 和 Holt); (3) 捕捞效力。

*捕捞力量 (Fishing power) (一条船的或一渔具的): 群体对不同渔船或渔具的相对遭捕率。一般是某一器具所获得的渔获量再用在近于同一时间和地方的标准器具的渔获量来除而求得之。