

全国中等水产学校教材

# 水产生物统计

山东省水产学校 编

海淡水养殖专业用

农业出版社

全国中等水产学校教材

# 水产生物统计

山东省水产学校 编

海淡水养殖专业用

农业出版社

全国中等水产学校教材  
**水产生物统计**  
山东省水产学校 编

责任编辑 林维芳

出 版 农业出版社

(北京朝阳区枣营路)

发 行 新华书店北京发行所

印 刷 天水新华印刷厂

\* \* \*

开 本 787mm×1092mm 16开本

印 张 14 字数302千字

版、印次 1990年5月第1版

1998年5月甘肃第5次印刷

印 数 17,901—24,900册 定价15.20元

书 号 ISBN 7-109-01536-X/S·1042

ISBN 7-109-01536-X



9 787109 015364 >

## 前 言

本教材是根据全国中等水产学校四年制水产养殖专业的教学计划和1987年8月全国水产中专教学大纲审定会通过的《生物统计》教学大纲的要求编写的。

《水产生物统计》是一门应用概率论和数理统计的原理和方法来研究水产生物科学中随机现象的科学，本书内容主要包括试验设计和统计分析两大部分。在试验设计中主要介绍了试验设计的基本概念、试验设计的三大原则、试验方案的制订以及常用的试验设计方法等。在统计分析中主要介绍了数据资料的搜集和整理方法、统计推断方法、方差分析方法以及回归与相关分析方法等。

本教材是在作者1984年编写的《水产生物统计》讲义的基础上修改编写而成，在这次编写中注意了以下几点：

1.在内容安排上注意了由浅入深，由具体到一般。对于基本概念、公式和方法作较详细的阐述，力求条理清楚，通俗易懂。考虑到目前水产养殖专业学生的数学知识面较窄，故尽量避免冗长的数学推导，而着重方法的应用，其目的是使读者学习后，能在后继课程的学习和今后所从事的水产生产和水产生物科学研究中仿照应用，并能解释和分析自己试验的结果。

2.在编写中注意了针对性，紧密联系水产养殖专业，贯彻理论联系实际原则。对于基本概念、公式和方法以海、淡水养殖专业中的有关例子加以解释说明和应用，使学生更好地理解统计中的概念、公式和方法，学以致用，以引起学生的学习兴趣。

3.在编写中注意全书的系统性，但各章也有相对地独立性，这样有利于各学校不同的教学和学习要求，有利于不同的教学时间选用合适的教材内容。本书中先讲数据整理与统计分析方法（前七章），后讲试验设计方法和试验结果的统计分析（后三章）。这样处理的好处使各种统计分析方法有个再复习和应用的过程，这利于巩固所学的知识，有利于提高教学质量。

4.在编写中考虑到本书作为教科书，且为海、淡水养殖专业所共用。因此，在例题和习题的配备上注意了海、淡水两者兼顾，但在使用中可依海、淡水专业不同，可适当取舍或增补，灵活运用。每章后附有思考题与练习题，可供学生复习和练习用。为了方便，书后还附有常用的统计简表12个。

5.考虑到目前各单位使用电子计算器的型号很不统一，故大纲中规定的选学内容“电子计算器使用简介”一章，这次就没有编进本书。各单位在应用中，可根据自己的型号，结合使用说明书，简单介绍统计运算功能，并教会学生使用即可。

6.本书中的例子和练习题，多数是编者近几年所接触的实际问题，部分例子和练习题

中的数据参考了其他有关著作，并根据教学统计方法的需要加以改造。由于时间延续将近10年，又多为平时数字记录，所以有关著作的作者难以一一罗列。在此，编者对于这些同志的支持，谨致谢忱。

7. 节前有\*者为选学内容。

参加本书审定的有大连水产学院的查健录教授、黑龙江省水产学校的魏国源高级讲师和山东省水产学校的蒋祖惠讲师。河北省水产学校的刘丽霞高级讲师也审阅了本书的初稿。对以上同志和其他有关同志为本书初稿提出了很多宝贵意见，在此深表感谢。

由于编者水平所限，书中难免存在缺点和错误，敬请读者批评指正，以便今后有机会再版时订正。

编者

1988年12月

**编者** 山东省水产学校 孙尽善

**审稿者** 大连水产学院 查健录

黑龙江省水产学校 魏国源

山东省水产学校 蒋祖惠

# 目 录

第一章 绪论 .....	1
第一节 水产生物统计研究的对象 .....	1
第二节 水产生物统计的性质、任务及其在水产养殖专业中的地位 .....	2
第三节 水产生物统计的基本内容与学习中应注意的问题 .....	2
第四节 生物统计发展简史及其在水产养殖方面的应用近况 .....	4
第二章 数据资料的搜集、整理和次数分布 .....	6
第一节 资料的性质和要求 .....	6
第二节 搜集资料的方法 .....	7
第三节 变数的次数分布 .....	10
第四节 频率分布与累积频率分布 .....	13
第三章 平均数与变数 .....	16
第一节 变数分布的特征 .....	16
第二节 平均数 .....	16
第三节 变数 .....	21
第四章 统计推断 .....	28
第一节 频率分布与概率分布 .....	28
第二节 正态分布 .....	31
第三节 总体与样本的内在联系 .....	35
第四节 统计推断的基本原理 .....	37
第五节 大样本的 $u$ 检验 .....	44
第六节 小样本的 $t$ 检验 .....	48
第七节 两种非参数检验法 .....	54
*第八节 总体分布类型的概率纸检验法 .....	57
第五章 方差分析 .....	61
第一节 方差分析的基本原理 .....	61
第二节 单因素多水平试验的方差分析 .....	71
第三节 双因素试验的方差分析 .....	76
*第四节 方差分析的基本假定和数据转换 .....	84
第六章 卡平方 ( $\chi^2$ ) 测验 .....	90
第一节 $\chi^2$ 检验的意义、原理和方法 .....	90
第二节 适合性检验 .....	94
第三节 独立性测验 .....	95

*第四节	方差同质性检验	99
第七章	回归与相关分析	103
第一节	回归与相关的基本概念	103
第二节	直线回归与相关	105
第三节	直线回归方程在水产中的应用	118
第四节	化曲线为直线的回归问题	121
第五节	多元线性回归	126
第六节	多项式回归	130
第八章	试验设计概述	135
第一节	试验设计的基本概念	135
第二节	水产试验的内容和要求	137
第三节	试验设计的基本原则	138
第四节	水产养殖试验的一般程序	139
第五节	水产养殖试验方案的内容及拟定试验方案时应注意的事项	140
第九章	试验设计方法和试验结果的统计分析	142
第一节	对比试验设计和试验结果的分析	142
第二节	间比试验设计法和试验结果的分析	144
第三节	完全随机分组试验设计法	146
第四节	随机区组试验设计和试验结果的统计分析	148
第五节	拉丁方试验设计和试验结果的分析	154
第六节	二因素随机区组设计和试验结果的分析	159
*第七节	试验效果的评定	163
第十章	正交试验法	167
第一节	正交试验概述	167
第二节	正交试验的一般步骤	169
第三节	正交试验结果的方差分析	172
第四节	水平数不等的正交试验	179
第五节	有交互作用的正交试验	182
第六节	多指标的试验	185
第七节	正交试验法原理的直观解释	189
第八节	正交试验的优点及试验中注意事项	189
附录	常用统计表	193
附表 1	正态分布的累积函数	193
附表 2	标准正态分布临界值 $u_{\alpha}$ (两尾)	195
附表 3	t 分布的临界值 $t_{\alpha}$	195
附表 4	符号检验	196
附表 5	秩和检验	197
附表 6	F 检验的临界值 ( $F_{\alpha}$ )	197
附表 7	新复极差测验 SSR	199



附表 8	$\kappa^2$ 分布的临界值 $\kappa\alpha^2$ .....	201
附表 9	相关系数 $r$ 与 $R$ 的临界值 .....	202
附表10	随机数字表.....	204
附表11	标准拉丁方.....	206
附表12	正交表.....	207
主要参考文献	.....	215

# 第一章 绪 论

水产生物统计是概率论与数理统计应用于水产生物科学的产物。本章我们将要介绍：水产生物统计的研究对象；水产生物统计课的性质、任务及其在水产养殖专业中的地位；水产生物统计的基本内容及学习中应注意的事项；生物统计发展简史及其在水产养殖方面应用的近况等。

## 第一节 水产生物统计研究的对象

**一、客观世界中的三种现象（或事件）** 在自然界里有各种各样的现象或事件经常发生。例如，高处的水必然要向低处流；纯水在一个标准大气压下，加热到 $100^{\circ}\text{C}$ 必然沸腾；纯种鲤鱼的后代必然是鲤鱼等，这些在一定条件下必然要发生的现象，称为必然现象。又如，鱼虾在缺氧的水体中能正常生长；一粒未受精鱼卵能孵化出1尾鱼苗；刚生下来的小孩就会跑等，这些现象都是不可能的。象这样，在一定条件下必然不能发生的现象，称为不可能现象。

必然现象和不可能现象都是确定性的现象。但在自然界的诸多现象中，还有大量的现象呈现为不确定性，下面的几例就是。

例1-1 某海区明年4月份的平均水温大于 $14^{\circ}\text{C}$ 。由于海水温度的变化受多种因素的影响，故我们不能完全准确的预测明年4月份该海区的平均水温一定大于 $14^{\circ}\text{C}$ 。

例1-2 利用LRH-A催产鲢鱼试验，每千克体重注射 $1.5\mu\text{g}$ 能够成功。但由于众多因素影响，故在试验前成功与否实验人员是不能准确预言的。

例1-3 在亲鱼培育池中，任意捕三尾鱼，其中雄鱼可能是零尾、1尾、2尾也可能是3尾，在没有捕上来以前3尾鱼中雄鱼尾数也是不能确定的。

例1-4 某成鱼养殖场改变养殖措施，亩产鲜鱼可能低于 $300\text{kg}$ ，可能在 $300$ 与 $350\text{kg}$ 之间，也可能高于 $350\text{kg}$ ，在收捕前也是不能准确预言的。

从以上所举各例现象的共同特点是：在一定条件下，一种事物可能出现这种结果，也可能出现另一种结果，呈现出一种偶然性。象这种在一定条件下可能发生也可能不发生的现象，称为随机现象。随机现象在水产生产和水产生物科学研究中会经常遇到。

**二、水产生物统计研究的对象** 人们经过长期的实践逐步认识到，随机现象虽然就某一次试验或观察的结果来看它具有不确定性，但在大量地重复试验或观察下，它的结果却呈现出某种规律性。例如，多次重复的投掷一枚5分的硬币，正面朝上或背面朝上发生的次数比率总是近于一比一，而且投掷的次数越多，就越接近这个比率。又如，进行鲤鱼孵化的

试验,拿一粒受精卵进行孵化,可能孵化出鱼苗也可能孵化不出鱼苗,表现出不确定性,但一大批受精卵,孵化出鱼苗比率却能稳定在某一个数值(如90%),这种在大量试验或观察中所呈现出的固有规律性,就叫做统计规律性。

水产生物统计,就是应用概率和统计的原理、方法,来研究分析和解释水产生物科学中各种随机现象或随机事件的一门学科,它是应用数学的一个分支,属于生物数学的范畴。

在水产生产和水产生物科学研究中,我们所期望知道的是总体规律,但在具体工作实践中,我们能够得到的往往是“样本”。因此,水产生物统计在某种意义上来说,它就是在水产生物科学研究中,以样本来推断总体的一门学科。

## 第二节 水产生物统计的性质、任务及其在水产养殖专业中的地位

水产生物统计是水产养殖专业的一门专业基础课。它的任务是为鱼、虾、贝、藻养殖专业课服务,同时也为学生毕业后从事水产生产和进行水产生物科学研究打下必要的基础。

随着科学的进步,水产养殖专业各学科的内容也逐渐更新,定性地、描述式的分析和研究问题的方法,已不适应形势的发展。今天,生物学的发展已由定性研究进入定量研究生命现象的阶段。这就需要用生物统计的原理、方法来分析和解释水产生物学上的数量变化,以正确的试验设计,科学地处理试验结果,才能得出较为客观的结论。生物统计将在生物研究的定量分析中起到越来越重要的作用,水产生物统计,在水产养殖专业中的地位,将随着现代科学的进步和水产养殖专业课程的更新会越来越高。

## 第三节 水产生物统计的基本内容与学习中应注意的问题

**一、水产生物统计的基本内容** 水产生物统计的基本内容,概括起来主要包括两大部分,即试验设计和统计分析。

在试验设计中,主要介绍试验设计的有关概念、试验设计的三大原则、试验设计方案的制定、试验设计的常用方法,其中主要的有对比试验设计法、随机区组试验设计法、拉丁方试验设计法以及正交试验设计法等。

水产养殖方面的试验,是为了提高水产生产力而进行的一种自觉地、有计划地科学实践,它的任务首先在于解决水产生产中需要解决的问题。例如,网箱养鱼的密度试验,就是通过试验找出合理的放养密度,以提高单位水体的产量;品种对比试验就是通过试验找出优质高产的品种;人工配合饵料试验就是通过试验找出饵料配方的最佳配比等。

水产养殖方面的试验,一般是在易于控制的较小水体内进行的,它能较好地排除非试验因素的干扰,突出试验因素,探索最佳方案,就是试验失败了也不致造成大的损失。从水产试验与水产生产的关系来说,水产试验通常都可看作水产生产的先行和准备。“先行”体现了水产试验的探索性及先进性,“准备”则体现了水产试验的目的性。为了迅速发展我国的水产生产和水产科学,必须大力加强水产试验的研究工作。

在统计分析中主要包括：数据资料的搜集和整理方法、统计推断方法、方差分析方法以及回归与相关分析方法等。

统计分析方法是做好水产试验和试验结果进行分析的必不可少的工具，它的基本任务主要有：

1. 提供整理和描述数据资料的科学方法 一批试验或调查得来的数据资料，若不整理则杂乱无章，不能说明任何问题。统计方法提供了整理资料、化繁为简的科学程序，它可以从众多的数据资料中，归纳出几个特征数或绘出一定形式的图表，使试验研究者能从少数的特征数或一些简单的图表中了解大批数据资料中蕴藏的信息。

2. 提供由样本推断总体的科学方法 试验的目的在于认识总体规律，但由于总体庞大一般无法实施，在实践中都是抽总体中的部分作为“样本”，用统计方法以样本来推断总体规律，在这种推断中，统计原理和方法起到了理论上的保证作用。

3. 提供通过误差分析以鉴定试验结果是否可靠的科学方法 一般在试验中要求除试验因素外，其他条件都应控制一致，但在实践中无论试验控制的如何严格，其试验结果总是受试验因素和其他偶然因素的影响。偶然因素的影响就是造成误差的重要原因。一个试验结果，是由试验因素造成的还是误差造成的？要正确判断必须应用统计分析方法。

4. 提供试验设计的一些重要原则 为了以较少的人力、物力和财力取得最多的试验信息和较好的试验结果，在任何一项水产养殖方面的试验之前，都必须科学地进行试验设计，如对样本容量的确定、抽样方法、处理设置、重复次数的确定以及试验的安排等，都必须以统计学的原理为依据。以往也看到一些试验资料，但由于设计不当而丧失了大量的试验信息，究其原因多半是由于缺乏一定的统计知识所造成。

以上说明统计分析方法，对于了解试验研究的全过程都是十分有用的。试验设计和统计分析是一个有机的整体，它构成了水产生物统计的基本内容。

## 二、学习水产生物统计要注意的问题

1. 水产生物统计是研究水产养殖中不确定性的随机的自然现象，而它所用的方法则是概率统计方法。应用生物统计方法分析水产养殖中的问题所作出的结论，都是统计结论，即在一定概率保证下的结论。因此，学习生物统计首先应树立一种新的思想，以运动变化的观点来考虑问题。

2. 水产生物统计所研究的资料，不是单一的数据，而通常研究的是鱼、虾、贝、藻的一个群体，它包含有多项资料，而这些资料都必须能用数字表示，否则就无法进行统计分析。因此，在生物统计的学习和应用中，要注意数据的处理，立足于部分着眼于总体，从大量的试验数据中，来探索总体的统计规律。

3. 在学习和应用统计方法，从事水产生产和水产生物科学研究时，必须在水产科学专业理论指导下进行，统计方法只是水产生物科学研究中的一个应用工具。因此，任何背离水产科学理论的研究，应用生物统计方法来处理问题都是徒劳的。

4. 生物统计是一门实践性很强的课程，一般要受时间和条件的限制，这门课的学习只能通过课堂教学来完成。因此，在学习要充分理解例题，认真做好习题。从某种意义上

说，本课程的练习题就是本课程的“实验”，按质按量做好练习题，将对学习和掌握水产生物统计课的基本内容和应用，都具有十分重要的意义。

#### 第四节 生物统计发展简史及其在水产养殖方面的应用近况

一般认为现代统计学起源于17世纪，它主要有两个来源，其一是政治科学的需要，其二是当时贵族阶层对机率数学理论很感兴趣而发展起来的。另外，研究天文学的需要也促进了统计学的发展。

统计学用于生物学的研究，开始于19世纪末。正态分布是生物统计学的重要理论基础，天文学家与数学家高斯（1777—1855）在正态分布的理论建立中，起了决定性的作用，因此，常把正态分布称为高斯分布。

1870年英国遗传学家高尔顿（1822—1911）首先应用统计学的方法，分析了生物的变异，探索生物的遗传定律，并提出了相关与回归的概念，尽管他的研究当时没有成功，但开创了应用统计方法研究生物的先例，故后人推崇他为生物统计的创始人。

1899年K. 皮尔逊（1857—1936）提出了一个测定实际数与理论数偏离度的指数 $\chi^2$ ，它在属性资料统计中，直到如今仍有广泛的应用。

K. 皮尔逊的学生古斯特（1876—1937）对样本标准差的分布作了不少研究，并在1908年发表了“t检验”，直至目前t检验仍是生物统计中的重要工具之一。

1923年英国的费雪尔（1890—1962）第一个提出了F检验和方差分析。在生物统计中方差分析有着广泛的应用，它对农业科学、生物学和遗传学的研究和发展起了奠基作用。

1936年纳耶曼和1938年E. S. 皮尔逊分别提出了一种统计假设检验的学说，对于促进理论研究和对试验研究作出结论都具有实用价值。

由于实践的需要和以上学者和其他广大学者的工作，直至本世纪初才逐渐形成生物统计这门年青的新兴学科。近几十年来它发展迅速，其内容更加丰富，体系更趋成熟。

我国早在本世纪30年代，生物统计和田间试验已成为农学系的必修课。在水产方面应用相对来说比较迟，真正应用生物统计来研究水产养殖方面的问题，才是最近一、二十年的事情。近几年来随着我国现代化事业的发展，生物统计的知识在水产养殖方面的应用越来越被人们所重视。目前，在鱼类遗传育种中，对新的鱼、虾、贝、藻品种选择、幼苗培育、饵料筛选、鱼病防治试验以及高产养殖措施的探讨等，一系列的科学试验和试验结果的统计分析中，都已逐渐地应用了生物统计的方法。目前多因素的正交试验法引入生物统计后，又丰富了生物统计的内容，在水产养殖方面采用正交试验已取得了一批可喜成果。水产养殖方面应用生物统计正在出现“忽如一夜春风来，千树万树梨花开”的繁荣景象。电子计算机的普及应用，将有力地促进生物统计的发展并拓宽了生物统计的应用范围。我们深信生物统计知识，在我国水产养殖中的应用，必将逐步铺开，定会繁花似锦。

## 思考和练习题一

1. 什么是必然事件？什么是不可能事件？什么是随机事件？各举一例说明。
2. 水产生物统计研究的对象是什么？
3. 什么叫统计规律性？
4. 水产生物统计课的性质是什么？它的主要任务以及它在水产养殖中的地位如何？
5. 水产养殖试验的含义是什么？它有什么特点和作用？
6. 统计分析方法有哪些？它们的基本任务是什么？
7. 水产生物统计有什么特点？学习这门课时应注意什么问题？
8. 在教师指导下练习电子计算器的使用方法。

## 第二章 数据资料的搜集、整理和次数分布

在水产生产和水产生物科学研究中，我们要经常与各种数据打交道。一批数据若不整理杂乱无章，不仅提供不了有用的信息，更不能从中看出事物的规律性。这一章将介绍描述统计学的有关内容，即收集、整理和初步分析数据资料的方法。

收集资料就是依据生产和科研的目的，进行调查或试验设计，根据生产和试验的要求，收集准确、完整的数据资料，这是统计工作的前提和基础。

整理资料就是把收集的原始数据资料，有目的有计划地进行科学加工，一般是整理成表格和绘出其图象，使数据系统化、条理化和形象化，以便进行统计分析。

分析资料就是依据整理好的数据资料，通过观察对比，结合专业知识利用统计方法找出和阐明事物的规律，应用于改造客观世界的实践。

### 第一节 资料的性质和要求

**一、资料的性质** 对于调查或试验所得的资料，由于使用方法和研究的性状特性的不同，其资料的性质也不一样，常见的可分为两大类，即数性资料与属性资料。

1. 数量性状的资料 这种资料一般由计数和测量或度量得到。由计数法得到的为间断性变数资料。例如，数得的鱼的尾数，海带的棵数，贝类的个数等，它们一般都是正整数。由测量或度量所得的数据，一般不限于整数，在相邻数值之间有微小差异的数值存在。例如，测量一尾鱼的体长在25—26cm之间，它可能是25.3cm或25.35cm，……其小数位数的多少，随仪器精度和要求而定，一般在两个数之间有无穷多个数存在，这类变数称为连续性变量。

2. 属性性状资料 即指只能观察而不能测量的资料。例如，鱼的肤色，鱼类的雌雄，鱼病的好转和痊愈等。为了统计分析，一般先把属性性状资料数性化，即采用统计次数法或评分法把属性资料转化为数性资料。

(1) 应用统计次数法 该法是根据某一属性的类别统计其次数，以次数来作属性性状的数据。在分组统计时可按属性性状的类别进行分组，然后统计各组出现的次数。例如，在研究鲤鱼肤色遗传时，其分类统计表如表2-1。

(2) 应用评分法 该法是对某一属性性状，依性状不同等级按比例分别给予评分。例如，紫菜的质量与其颜色有关，好的为深紫色，较好的为紫色，差的为黄色。假若好的评为10分，较好的评为8分，差的评为5分。这样，就可以把属性资料数性化了。

**二、对资料的要求** 应用统计方法研究某一事物时，一般是从调查、试验和观测所研

表 2-1 杂交鲤鱼后代肤色分离情况

性状分组	肤 色			总 计
	红	灰	花	
次 数	332	96	22	450
次数百分率(%)	73.8	21.3	4.9	100

究事物的一定数量的数据资料开始的。现场调查和观测的过程，就是收集资料的过程，为了对研究的问题能有一个比较客观的结论，在收集资料过程中必须注意以下要求：

1. 资料的一致性 由于统计分析是研究在相同条件下相同事物的数量特征和规律，故在收集资料时，不能把不同条件下不同性质的事物的数据资料混在一起。例如，在调查某水库 2 龄鲢鱼的体重时，不能把 1 龄或 3 龄鲢鱼的体重统计进来，更不能把草鱼、鲤鱼的体重也统计进来，所收集的数据资料只能是该水库的 2 龄鲢鱼的体重，这样才能保证资料的一致性。

2. 资料的代表性 只有收集对于某一属性有代表性的数据，进行统计分析时才能得到比较可靠的结果。在取样时必须排除人为意志，随机抽取。否则，若取样时加入人为的因素，把合乎意图的留下，把不合乎意图的删掉，这样得到的数据就没有代表性，就会影响统计结果。

3. 资料的可靠性 在统计分析中原始数据的可靠程度是极为重要的，若在收集的数据资料中有几个不可靠的数据出现，则必然影响分析结果的准确性。要想得到可靠的数据资料，在收集数据时必须注意测量中的精确度，仔细度量，作好观察记录，注意核对避免差错，更不能为了某种需要人为地拟定和补充数字。

4. 资料的完整性 数据资料片断零碎，不便整理，也不能反映问题的真貌，只有完整的资料才能全面反映问题。当某种试验要求连续观测时，应严格按计划要求进行，中间不应间断和遗漏，如研究某地的水温变化，就要连续观测才能得到完整的资料。又如关于贝类成熟期的积温研究，也要连续观测每天的水温，才能得出正确的积温结论。

## 第二节 搜集资料的方法

水产生物统计所研究的一切问题，归根结蒂都是一个用样本来估计总体的问题。为了获得充分的样本资料，必须亲自调查或试验，如果我们对研究的对象能够进行全面的调查或试验，就能得到可靠的资料，但在实践中全面调查或试验往往是办不到的。例如，研究一个大型水库中的鲢鱼生长情况，把全水库的所有鲢鱼都捕上来，每一尾都量其长度称其重量；研究渤海湾的对虾生长情况，把渤海湾的对虾都捕上来称其体重，……诸如此类问题，均由于情况复杂数量过大而难以做到。特别是破坏性试验，全面实施就不能允许。为了节省人力、物力、财力和时间，一般来说对于某个对象的全部调查或试验是没有必要的，而是采用抽样调查或部分试验的方法。下面结合水产生产和水产生物科学研究中的需



要,简单介绍抽样调查中有关的几个基本概念,以及抽样调查的原则和常用的几个方法。

### 一、抽样调查中的几个基本概念

1.个体和总体 根据研究的目的符合指定条件的全部观察对象称为总体,构成总体的每一个成员称为该总体的个体。例如,欲研究某成鱼池鲢鱼的体重,全池子的鲢鱼构成总体,每一条鲢鱼就是个体。而当调查一个成鱼养殖场时,一个池子的鱼又可作为个体,而全场所有池子的鱼就是一个总体。因此,在一定的条件下个体与总体是相对而言的。一般地说,在统计分析研究某一个事物时,一个确定的单元叫做个体,所有单元组成的这个事物就是总体。若组成总体的单元数目是有限的,则该总体称为有限总体;若组成总体的单元数目是无限的,则该总体称为无穷总体。

2.样本及其容量 总体的一部分个体称为该总体的一个样本。样本中所含个体的多少称为该样本的容量。例如,检查港养对虾的生长情况,从港池中任意抽 $n$ 尾对虾来检查,这 $n$ 尾对虾就组成样本容量为 $n$ 的样本。当 $n \geq 30$ 时称为大样本,当 $n < 30$ 时称为小样本。大小样本也有以50为分界的,目前我国还没有一个统一的规定,为了研究问题方便,本书暂以30为大小样本的分界限。

抽样调查就是从总体中抽出部分个体组成样本,由样本的特征来推断总体特征,以完成对总体规律的认识。

二、抽样调查的原则 在进行抽样调查时,必须遵守随机原则,即在抽样调查抽取总体的若干个体时,哪一个个体被抽中与否,不允许掺杂人为因素,使总体中的每一个个体都有同等的机会被抽中,这就是随机原则。例如,利用抽样检查的办法,检查一批待售的扇贝苗是否符合规格,如果在抽样时专挑大的或专挑小的,就不能客观地反映这批扇贝苗的基本情况,用这样的方法抽取的样本资料,来推断总体特征时,就会出现偏大或偏小的现象,这样就没有实用价值。因此,由总体抽取个体组成样本时,必须随机进行。

三、抽样调查的方法 在收集资料时,组织抽样的方法很多,在水产生生产和水产生生物学科学研究中,常用的有下列几种。

1.按抽样调查的组织形式分有:

(1)简单随机抽样法 这种抽样法不依人的主观意志,从总体中随机抽取个体组成样本。常用的有抽签法、随机数表法和经验数据法等。

①抽签法 先将有限总体中的每一个个体编一个号码,然后将这些号码编制成签或写在纸条上团成团,均匀混合后,随机地抽取需要数量的个体组成样本。这种抽签组成样本的方法,在总体的个体数不多时适用,个体数目较多时不大方便。

②利用随机数表法 随机数表是利用抽签的办法抽出大量随机数字编成的表如附表10,下面通过一个例子说明如何利用随机数表进行随机抽样。

例如:已知某养殖队管理海带1000绳,为了检查生长情况,欲抽20绳组成样本,问如何用随机数表进行抽样?

我们先把1000绳海带编号为000,001,002,……999(可明编也可暗编)。在随机数字表的任一数字起,按行或按列,向上或向下,向左或向右连续取20个三位数字(遇到相