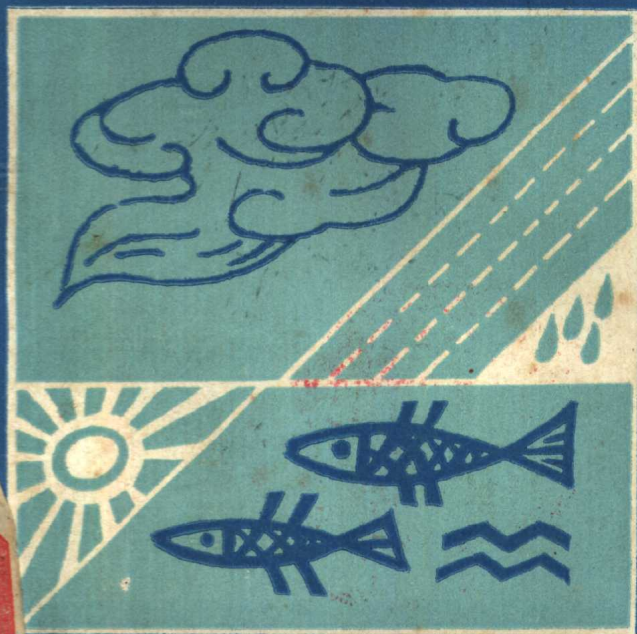


水产气象

杨柏松 编著



农业出版社

水产气象

杨柏松 编著

农业出版社

水产气象

杨柏松 编著

* * *

责任编辑 刘 存

农业出版社出版发行(北京市朝阳区农展馆北路2号)

通县曙光印刷厂印刷

787×1092mm 32 开本 8.25 印张 179 千字

1991年5月第1版 1991年5月北京第1次印刷

印数 1—1,780 册 定价 4.30 元

ISBN 7-109-01992-6/S·1309

內 容 簡 介

本书较为详尽地讨论了光、热、水、气等外界气象条件与水生生物的关系；使用丰富的资料，较为系统地叙述了包括鱼、虾、贝、藻类在内的淡水和海水养殖生产和捕捞作业中的气象问题，水产气象预报方法，以及在水产生产中如何运用气象适用技术夺取高产、优质、高效益等；简要地介绍了水产气候资源及区划，以及目前采用的水产气象观测和研究方法。可供水产、气象、农业、地理、水生生物等专业方面的科技人员、高等院校有关专业师生，以及有关业务单位的实际工作者参考使用。

前 言

水产生产与气象的关系十分密切。但是，不论在国内还是国外，对水产生产与气象条件的关系的专门研究较少；而且，这些研究又多侧重于海洋捕捞与温度条件方面的研究。进入80年代以来，随着我国水产事业的发展，对水产养殖和捕捞生产在产量、质量、效益方面的要求越来越高。因此，人们也越来越多地关注环境气象条件对水产生产的影响。气象部门和水产部门开始单独或联合对水产生产中的气象问题进行专门的分析和试验研究，并在养殖和捕捞生产中注意运用水产气象知识趋利避害，解决产量、质量和效益方面的实际问题。但是，迄今为止，尚未有人对有关水产气象的理论和实践问题进行系统的总结~~和~~阐述。这种状况很不适应我国水产和气象事业发展的需要。

为此，编者在广泛搜集、整理国内外有关水文气象资料的基础上，结合本人近年来的工作，参考相关学科的基本理论，对有关水产气象的理论、研究成果和实际经验进行了较为系统地总结和阐述。其中，重点讨论了光、热、水、气等外界气象条件与水生生物的关系，水产养殖与气象，捕捞与气象，以及水产气象预报问题，同时还介绍了水产气候资源及区划和水产气象观测、研究方法。由于目前的水产气象观测、研究方法尚不成熟，所以只在有关章节作了简要阐述，以启发思路，使读者可以进一步进行探索。此外，考虑到读

者的广泛性，还对涉及水产气象的有关水环境和水生生物的基本概念进行了粗略叙述。

编者编写这本书的目的，一方面在于“抛砖引玉”，为建立和发展水产气象学这门边缘学科做点基础工作，企望本书能成为今后建立一门完整的水产气象学学科的“铺路石”；另一方面，也为我国水产工作者和气象工作者提供一份参考资料。由于本书初稿成于1989年3月，因而引用国内文献一般止于1988年年底，引用国外文献止于1987年。

由于我国的水产气象工作开展时间不长，目前的水产气象研究还很零散，本书在成书过程中也无同类的专著可供借鉴，加上编者的水平和掌握的资料也有限，所以，本书的缺点和不足在所难免，可能还会出现谬误，恳请广大读者给予批评指正。

本书是国家气象局气象科学基金资助课题成果。

编著者

一九八九年十一月

目 录

前言	
绪论	1
第一章 水环境和水生生物	6
第一节 水环境的主要特点及水域的分区特征	6
第二节 水生生物的生态类群	12
第三节 水域生物生产力的基本概念	16
第二章 光、热、水、气与水生生物的关系	19
第一节 概述	19
第二节 光照与水生生物	21
第三节 温度与水生生物	39
第四节 水中溶解气体与水生生物	81
第五节 大气压力和风与水生生物	95
第六节 大气自然降水与水生生物	99
第三章 水产养殖与气象	102
第一节 概述	102
第二节 主要养殖对象的人工繁殖与气象	104
第三节 鱼类养殖与气象	115
第四节 对虾养殖与气象	131
第五节 珍珠养殖与气象	137
第六节 经济藻类养殖与气象	146
第七节 起捕与气象	156
第八节 并塘、越冬与气象	159
第九节 途中运输与气象	163

第十节 水产病害与气象	166
第十一节 引种驯化与气象	169
第十二节 水产养殖制度与气象	177
第四章 捕捞与气象	183
第一节 洄游及其与气象条件的关系	183
第二节 天然鱼苗的捕捞和采捕	186
第三节 海洋捕捞与气象	190
第五章 水产气象预报	199
第一节 泛塘气象预报	199
第二节 渔期气象预报	206
第三节 渔业产量气象预报	210
第四节 适宜催产期气象预报	217
第五节 渔用天气预报	218
第六章 水产气象观测和研究方法	223
第一节 水产气象观测方法	223
第二节 水产气象研究方法	234
第七章 水产气候资源及区划	238
第一节 我国的水域资源概述	238
第二节 我国的水产资源概述	238
第三节 我国的水产气候资源概述	240
第四节 我国水产气候区划方案	244
主要参考文献	256

绪 论

水产生产是从海水和淡水水域中取得各种有经济价值的水生动物和植物以供人类利用的生产事业。水产品的生产有两大类，一类是使用工具捕捞天然生长的鱼、虾、贝、藻类等，另一类是通过人工控制培育养成，前者称为捕捞生产，后者称为养殖生产。

水产生产与农业、林业、牧业等生产一样，都是在一定的自然条件和资源条件下进行的。自然条件的好坏和水产资源的丰歉直接或间接地影响到水产生产发展的规模、速度及其经济效益。气象条件是自然条件的重要因素，对水产生产有着重大影响。光、热、水、气等气象要素以及它们之间配合是否适宜，在很大程度上影响着水产生产的丰歉、品质和成本的高低。长期以来，人们在生产实践中已不同程度地了解到水产生产与气象条件的关系，但却没有深入地对这些关系进行系统的总结和研究。随着我国水产事业的不断发展，水产、气象以及其它有关部门的科技工作者和生产者越来越感到，要达到趋利避害、夺得优质、高产、低耗的目的，必须深入研究、了解水产生产与气象条件之间的关系。水产气象学就是在总结目前国内外的有关研究成果的基础上，发展形成的一门新的学科。

水产气象学是研究水生经济生物及其水域环境与气象条件之间关系的一门学科，是介于水产与气象之间的桥梁科

学，是应用气象学的一个分支，也可以说是广义的农业气象学的一个分支。

水产气象研究和实际工作，具有以下特点：

(一) 平行观测 在试验研究中，要遵循平行观测这一基本原则，这也是水产气象研究与农业气象、林业气象、畜牧气象研究的最重要的相同点。由于水产气象是将气象与水产两方面相互关联地进行研究，这就要求研究者一方面观测环境水文气象条件，同时又要观测水生经济生物与生产措施对这些条件的反应。在资料统计、分析工作中，也要选取彼此有密切联系的水产与气象两方面的资料进行对比分析。

(二) 复杂性 水产气象工作一般是与各种水体联系在一起的，因而比起农业气象、林业气象、畜牧气象研究来，水产气象研究更为复杂。它除了要研究包括养殖和捕捞对象本身在内的水生经济生物的行动分布、生活习性、资源数量变动外，还必须研究它们所栖息水域的生态环境条件（如水体的物理条件、化学条件、生物条件）和影响、制约水生经济生物及水域生态环境的外界气象条件（如气温、降水、气压、风等）。而且，养殖和捕捞对象、水域生态环境条件和气象条件都处在不断的变化之中；在它们之间又存在着相互影响、相互制约、互为因果的关系，如果其中一种因素发生变化，其它因素也会引起或大或小的变化。此外，外界气象条件给予水生经济生物的直接影 响，或者通过水域环境条件的相应改变产生的间接影响，不仅表现在当时，而且还产生后效应，即在水生经济生物生长发育后期有反应。再者，作为研究对象的水生生物一般栖息于各种水体之中，水生动物还具有机动能力；同时，即使处于同一气象条件下，也会由于水域生态条件的差异，使得气象条件对水生经济生物的生长

发育造成的影响也有差异，有时甚至是较大的差异。因此，比起陆生生物，尤其是陆生植物及其所栖息的陆地环境的研究来说，更增加了水产气象调查、观测和人工控制的难度。

(三) 研究周期长 水生经济生物的生育周期，一般为一年一次或多年一次。因此，研究完一个周期耗费的时间较长，且要取得不同气候年型的代表性资料与验证实验结果，便要延续更长的时间，花费更大的精力和财力。

(四) 应用性强 水产气象作为一门应用科学，其研究目的是以服务为主。所以，水产气象研究必须实行理论与实际相结合，立足于应用。

(五) 学科涉及面广 水产气象作为一门边缘学科，在进行深入研究时，往往涉及到水生生物学、生态学、气象学、气候学、应用化学、鱼类学、各类水产养殖学、渔业捕捞学、海洋学、水文学等多个学科。因此，要求研究者应当具有广泛的知识，并熟悉水产生产，特别是渔业生产。

(六) 缺少资料 往往缺乏系统的、质量较高的水域生态环境条件和水生经济生物的有关测定资料。

所以，水产气象研究必须适应以上特点，采取理论联系实际的方法，实行野外调查、观测试验和室内实验模拟相结合，定性分析与定量分析相结合，宏观与微观相结合。同时，要重视学科间的相互渗透、不同学科科技工作者的合作研究。在研究内容上，也不必拘泥于学科界限。事实上，迄今为止，涉及水产气象学科的大量研究工作，是由水生生物工作者及水产部门完成的。

我国从古代就开始注意水产气象问题。如：《齐民要术》所录的《陶朱公养鱼经》（即范蠡的《养鱼经》）系世界上最早发现的一部养鱼著作，大约写作于公元前460年左右。其中

写道：“池中九洲八谷，谷上立水二尺，又谷中立水六尺。”

“谷”是鱼池中下陷的地方，“谷上立水二尺”就是浅水，“谷中立水六尺”就是深水，八谷就是八个凹地。这样的鱼池池底便有深有浅，如果气温过高或过低，养殖鱼类便可自行上、下调节。可见，早在二千四百年以前，我国劳动人民便已开始注意到改善水体内小气候的问题。在西汉《淮南子》一书中也曾记载，在阴雨前低气压来临之际，鱼类要浮出水面呼吸。明代黄省曾也曾在《养鱼经》中指出：“池不宜太深，深则水寒而难长。”“池之正北浚宜特深，鱼必聚焉。则三面有日而易长。饲之草，亦宜此方，一日而两番，须有定时。”也就是说，在一般情况下，养鱼池塘水位不宜过深，过深则底部常缺氧，水温也较低，不利于鱼的成长；同时，池塘北边要挖得深一些，使鱼常聚集于此，多接受阳光，冬季可避寒，在这里定点、定时投饵。这些都是我国古代劳动人民在养鱼实践中，充分注意到气象条件的影响，对趋利避害措施进行的经验总结。所以，水产气象学的发生和发展过程，是紧密地与人类的经济活动，首先是由于渔业上的需要而产生的。

现代水产气象研究实际上是从本世纪初开始的。如，1927年日本学者便分别对低气压、气象要素与渔获量之间的关系进行了研究。以后，世界各国研究工作者也陆续进行了一些研究工作。但是，迄今为止，不论在国内还是在国外，水产气象研究工作都很零散，尚未发现有人对水产气象的理论和实践问题进行过系统的总结和阐述。为了推动水产气象工作的开展，下面从光、热、水、气等气象条件与水生生物的关系、水产养殖和捕捞生产中如何适应和利用气象条件、水产气象预报、水产气候区划以及相应的水产气象观测和研究方

法等几个方面来系统地阐述水产气象的有关理论、研究成果和实践经验。

第一章 水环境和水生生物

第一节 水环境的主要特点及 水域的分区特征

一、水环境的主要特点

水是生命存在的主要条件，而水体则是有机体存在的优良环境。这表现在以下几个方面：

(一) 水的溶解能力 水是一种良好的溶剂，有着极大的溶解能力。在天然水体中，溶解有生命过程中所需要的各种无机物质和有机物质，这对于水生生物的生长发育极为重要。因此，在水环境中植物不仅能够在水底生长，而且也能在水层中生活，比如：浮游植物。

(二) 水的热学特性 水的比热很大，能够吸收很多的热量；导热率却较小，因而热量的传播过程慢；在蒸发和结冰时，要吸收和放出热量，故具有调节热量的作用。这样，就使得水体中的温度状况比较稳定，不象陆地那样，温度经常发生剧烈而突然的变化，尤其是在水体深层，则更为稳定。这种环境对于大部分属于冷血型的水生动物的生活，有着很大的好处。而且，又由于水的密度以 4°C 时为最大，因此，即使结冰也总是从表面开始。由于冰的覆盖，失热过程

更慢，冰下水层更不易冻结。所以，即使在极寒冷的气候条件下，许多水生生物仍然可以在冰下水层中正常生活。

(三) 水的浮力 水的密度远比空气大（空气密度仅为水的0.0013），从而浮力也比空气大得多。因此，许多比重较小的生物，在其整个生命史中能够受水的浮力作用，在水中保持悬浮生活状态。由于水的浮力大，许多水生动物不需要坚强的骨骼来支持身体，有些动物，如水母，甚至没有骨骼也可在水中生活。而这些动物在空气环境中生活，则是不可能的。此外，一些大型动物，如世界上最大的动物鲸类，也是生活在水中的，而在陆地上，这样大的动物是难以生存的。

(四) 水的流动性 水经常处于各种形式的运动状态下，包括大陆径流、波浪、潮汐、海流（或潮流）、混合（涡动和对流）等等。水的水平和垂直流动，使得气体、营养盐类和热量得以向深水层传播，趋向均匀分布；同时，又可消散生物代谢活动的废物，使水环境不断得以循环更新。水的流动也可将动、植物的孢子、卵和幼体传播开，有利于它们的繁殖和分布。此外，水的流动还有利于固着动物的呼吸和获得食物。所以，水的流动性对于水生生物的生活也有着重要的意义。

以上几点，是水环境的主要特点。这些特点，对水生生物的生活是十分有利的。但是，水环境对于水生生物的生活来说，也有不如陆地环境的地方。如：由于光线只能照射到水体的表层，所以水体光照条件差，从而限制了植物的分布；由于水中含氧量远比空气少，所以往往制约着水生动物的生活；诸如波浪和洪水等强烈运动，也给水生生物带来不利的影响。

二、水域的分区及其特征

水域有两大类型，即陆地水域和海洋水域。按水域各部分的物理、化学特性和其中的生物学特点，可把两类水域划分为若干级的生物区。水域中最基本的生活区为水底区（或称底栖区）和水层区（或称浮游区）。前者包括所有水底部分，后者包括整个水层。又可将上述两个基本分区进一步分成若干次级生物区。划分的原则对于陆地水域和海洋水域基本上是相同的，但由于二者在某些理化和生物学特性上不尽相同（如：透明度、水的运动方式等方面），因此具体的划分也有所区别。

（一）陆地水域 根据流动状态和容积大小，可将陆地水域划分为流水水域、静水水域和半流水水域三类。流水水域包括泉、溪涧、河流等，水流沿着一定方向流动。静水水域包括湖泊、池塘、沼泽等，水流没有一定方向。半流水水域，如水库等，水的流动状态介于上述二者之间。

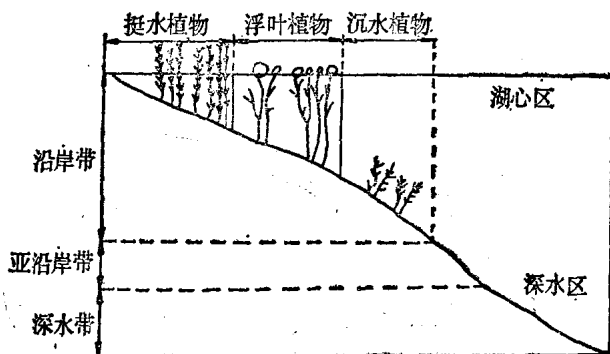


图1-1 湖泊环境的分区

（引自《水生生物学》，1961）

下面以湖泊为例，介绍一下陆地水域的分区及其特征。

1. 水底区的分区及其特征 水底区的范围自水边开始，沿水底直至湖泊最深处的整个湖盆底部。又根据其理化和生物学特性，划分成三个生态带（图1-1）。

（1）沿岸带 范围由水边向下延伸到沉水植物生长的下限。这一区域一般具有以下特征：①水位经常变动；②波浪作用较强烈；③水温变化幅度较大，在北方冬季通常冰冻；④光照条件较好；⑤水中含氧量和溶解盐类较丰富。这些条件总的说来对生物的生活是有利的。所以，这一带生长有各种水生植物，从而使动物具有丰富的食物和掩蔽、栖息的场所，因此动物在种类和数量上也很丰富。其中，又以软体动物和水生昆虫占绝对优势。从整个水底区来说，沿岸带是生物量最大的地带。

（2）亚沿岸带 这一带系沿岸带至深水带的过渡性区域。其特征为：①一般没有高等植物生长；②光照条件和氧气状况均较沿岸带差，因此生物的种类、数量都较少；③温度变化幅度相对也小；④波浪作用小，接近消失。在冬季，沿岸带有些生物会移到这一地带来越冬。

（3）深水带 包括亚沿岸带以下的全部深水部分的底部。这一区域的特征为：①光线微弱或没有光线；②温度较低；③氧气条件更差；④环境稳定，周年变化极小。因此，这一带几乎没有植物生长，动物种类也十分贫乏，只有少数的昆虫和水蚯蚓类可以生活。

2. 水层区的分区及其特征 水层区系指整个水层而言。对于大而深的湖泊，按其水平方向又可分为两个区：

（1）沿岸区 即沿岸带以上的浅水部分。这一区的主要特征是光线可以透射到水底，其它特征同沿岸带。