



(第二版)

鱼类的行动

编 唐小曼 陈思行 编 · 农业出版社

鱼 类 的 行 动

(第 二 版)

赵传纲 唐小曼 陈思行 编

农 业 出 版 社

鱼类的行动

(第二版)

赵传纲 唐小曼 陈思行 编

* * *

责任编辑 林维芳

● 农业出版社出版 (北京朝阳区枣营路)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm 32 开本 8.5 印张 170 千字

1979 年 6 月第 1 版 1989 年 9 月第 2 版北京第 1 次印刷

印数 1—950 册 定价 3.55 元

ISBN 7-109-00641-7/S·484

再 版 前 言

《鱼类的行动》一书1978年问世以来得到广大读者的欢迎。当时我们考虑到我国对鱼类行动的研究缺乏经验，不少人可能对这方面研究了解不多。所以书中有些内容偏重于科学普及教育，以介绍国际研究的动态、成就和结论为主要内容。时过8年，随着我国的对外开放政策，国际科技交流日渐频繁，渔业生产的迅速发展，渔业科技研究工作的深度和广度不断扩大，迫切要求更为系统的理论知识和从事鱼类行动研究的方法、设备等。针对这一情况我们在此书再版时着重补充了一些鱼类行动的生理机制，并适当增加了鱼类各种感受器官的构造，同时就一些国家、机构和学者的研究工作内容、试验方法、实验设备，特别是对鱼类行动研究的新仪器、新设备做了些必要的补充，以求从知识性和实用性两方面充实原作。所以本版本的个别章节做了较大的修订。

由于我们水平所限，对文献资料取舍当否以及疏漏之处我们仍然殷切希望广大读者批评指正。

编 者

一九八六年四月

目 录

绪论	1
一、鱼类行动的一些概念	5
二、鱼类的结群	9
1. 结群的一般原理	10
2. 鱼群的垂直移动	16
3. 结群和渔场的关系	22
4. 鱼的游泳速度	24
三、鱼类行动与环境的关系	30
1. 鱼类行动和水温的关系	30
2. 鱼类行动和海流(潮流)的关系	42
3. 鱼类行动和水系、水团的关系	46
4. 鱼类行动和水的盐度、密度的关系	47
四、鱼类行动与太阳、月亮(月相)、地球、地磁活性 的关系	52
1. 鱼类行动与太阳(活动周期)的关系	52
2. 鱼类行动与月亮(月相)的关系	54
3. 鱼类行动与昼夜节律的关系	55
4. 鱼类行动与地磁活性的关系	56
五、鱼类对光的反应与光诱渔业	70
1. 鱼类眼睛的构造	70
2. 鱼的视觉及对光的反应	72
3. 鱼类的趋光性	74
4. 鱼的色觉及对各种光色的反应	87

5. 鱼对网具颜色的反应	92
6. 鱼对闪光和闪动物体的反应	93
7. 光诱渔业	94
8. 利用生物光捕鱼	108
六、声与音响捕鱼	113
1. 鱼类的发声	113
2. 鱼的发声方法	115
3. 鱼类的听觉	116
4. 鱼类对声的反应	125
5. 鱼类对渔船、渔具产生音响的反应	130
6. 利用鱼对音响反应设计和制造捕捞工具	132
7. 方法和今后工作	138
七、电捕鱼的原理及其现状	145
1. 鱼的生物电场	145
2. 鱼类对电的反应	148
3. 电流对鱼类生理的影响	153
4. 电捕鱼的发展状况	156
5. 电场的选择和鱼类、虾类行动的关系	163
八、鱼类的嗅觉、味觉与人造引诱物	167
1. 嗅觉和味觉器官	167
2. 化学感受器官(嗅觉和味觉器官)的反应	169
3. 人工制造引诱物的可能及其前景	172
九、鱼类行动与捕捞技术	176
1. 渔具和捕鱼技术现状	176
2. 鱼在渔具中的行动	178
3. 新仪器和新方法的应用	189
4. 捕捞技术工作的改进方向	235
十、鱼类行动研究在养殖中的应用	242
1. 内分泌控制法	242

2. 物理因子控制法	243
3. 生物声学装置	246
4. 海洋牧场控制法	248
5. 网箱控制法	250
参考文献	252

绪 论

自然界是一个处于有规律地运动中的物质世界。自然科学和各种技术知识，无非就是自然界物质运动的客观规律性在人们头脑中近似的反映。我们在向大自然进军的过程中，总要研究和掌握自然界物质运动的规律，发展科学技术，反过来又改造自然界。所以说，研究自然现象，认识和掌握隐藏在自然现象后面的客观规律，对于发展科学技术实为重要。

鱼类的行动（或称“行为”）和鱼类的繁殖、生长、体形构造、器官结构等一样，都是按照一定的物质运动规律，都是长期和生活环境（包括生物环境和非生物环境）相适应的结果。我们要充分开发利用鱼类资源，就必须研究并掌握鱼类的行动规律，据以制订和设计合理的采捕方法和工具。渔具、渔法本身虽是工程技术性工作，但必须以鱼类行动的生物学知识为基础，没有鱼类行动的正确资料为依据，要想有效地设计一种新渔具是不可想像的。俗话说“近水知鱼性，近山识鸟音”，分散的鱼以钩钓获，集群的鱼以网捕之，公元前690—705年的捕鱼工具，除了钓钩、鱼网外，还有荆条编的鱼罩、鱼篓等渔具，说明这一真理已为我们祖先所认识。

不少国家都认识到这一问题的重要性，所以不断加强捕捞技术和捕捞方法有关的鱼类行动的科学研究工作。国际上历次重大的渔业技术会议几乎都讨论到鱼类行动的问题，一

些专业性较强的技术会议还提出今后开展研究工作的方向。远的不说，如1957年在联邦德国的汉堡、1963年5月在英国伦敦、1970年在冰岛雷克亚米克召开的三次世界性渔具会议都有不少专门讨论鱼类行动、捕捞技术和设备的论文。并再三强调鱼类行动研究工作是渔具设计的重要依据，还反复讨论了此项工作的研究方向等。1973年12月在加拿大温哥华联合国粮农组织召开的渔业管理和发展技术会议，最后对粮农组织提出的十条建议中，有一条是“为了有效地管理传统的及新开辟的渔业，必须依靠种群估测及鱼类种群变化模式的研究结果。要求为解决这些问题加强生物学和海洋学的研究。特别要经常地作水产资源评估的工作。有助于更好地预测渔业受外界和人为环境的影响状况。”

此外，专门召开与捕捞技术、捕捞方法有关的鱼类行动世界性会议是经过反复酝酿、讨论，经过1965年11—12月联合国粮农组织第十三次会议同意，于1967年10月19—27日在挪威卑尔根举行的，曾邀请了35个国家128名代表一起研究会议的主题。这次会议系统地审查了和渔具、渔法有关的鱼类行动现有的知识，以及在这一领域中今后的研究工作范围。同时各有关专业在收集世界专著和各自在技术领域の研究实验工作基础上，初步交流了情报资料、工作经验和设想。会后于1969年出版了三本会议概况介绍和专题论文集。

1976年10月4—13日在丹麦哥本哈根召开的国际海洋调查会议，专题讨论了“渔具与捕捞对象的行动”，有关论文共42篇，其中10篇是关于综合性的问题，8篇涉及到渔具设计，4篇讨论了捕捞对象行动的观察方法（包括水声学的、电视装置及其他水下技术），8篇讨论了捕捞效果的估计方法，4篇涉及到电场中、钓鱼业作业区内和模式拖网中鱼类

行动的反应。1977年4月在联邦德国的汉堡召开国际海洋工作会议，对渔具作用区内的鱼类行动问题进行了专门的讨论。1977年在意大利的贝拉焦国际水生生物资源管理中心召开过会议，并于1980年出版了论文集，也曾讨论到鱼类行动以及与捕鱼业、养殖业的关系。

至于分海区、分国家召开专门性的鱼类行动会议更是不胜枚举。苏联于1953年召开了一次鱼类行动与鱼群侦察会议，1956年又召开了第一次鱼类生理学会议。1958年印度洋—太平洋渔业委员会主办了专门的鱼类行动讨论会。苏联于1974年3月和1977年2月还曾召开过两次全苏鱼类行动研究会议，专门讨论了鱼类行动与改进捕捞技术的问题。

过去，各国研究鱼类行动的方法，多以整个鱼群的行为为内容，对个别鱼的单独行动方式研究较少，因为鱼群中单个鱼在自然环境中的行动方式更不易研究。整个鱼群的行为方式之所以研究得较多，主要是探鱼仪等新技术可记录群体的行动，在自然海区中易于观察。个别鱼的行为研究主要是在实验室内开展。为了完整而确切地掌握鱼群行动方式和恰当地改进捕捞技术和渔具，海上自然观察和实验室的实验观察有必要同时进行，以便达到互补长短之效果。

在自然条件下及在渔具作业区内鱼类行动的研究也还不够，主要原因是直接观察还有一定困难。近几十年来，广泛采用各种新技术、新仪器，如探鱼仪、潜水器、潜水箱、潜水球、潜水艇、声纳、水下电视、电子闪光水下摄影等，可以扩展直接观察鱼类在水下活动的范围。但是，观察和摄影的视野和真实性还受到一定的限制，而且进展比较慢。随着聚焦射束、高频探鱼仪、电子扫描声纳、多性能网位仪和微光电视系统、水下遥测系统、地球卫星遥感技术等的发展和

应用，增加了在微光和混浊水域中研究鱼类行动的能力，工作有了较大的进展。80年代，已形成了研究控制鱼类行为方法的行动学。

合理利用水、陆动物资源值得注意的两个重要问题：一是如何持续保持最适产量和提高生物生产力问题；另一个是人类是否能在最近期内尽可能多地把自然界动物资源都利用起来，即如何充分合理而有效地利用动物资源。鱼类资源的开发亦是如此。鱼类在水中的聚群、扩散、局部移动等行动都直接受到本身新陈代谢的影响，鱼类的行动又直接关系到有效的设计渔具和改进侦察技术，以及提高捕捞效率等捕捞技术和渔业生产问题。当然，鱼类的行动和行动生理也关系到鱼类资源的数量变动和增殖问题。

在我国对鱼类行动虽有所了解和作了一些研究，但至今仍未将其作为一门学科——鱼类行动学来进行研究，尚缺乏研究鱼类行动的手段、实验设备和仪器，特别应注意如何将鱼类行动的研究应用于捕捞技术和网具的改进，以及应用于养殖中。随着我国远洋渔业的发展，捕捞作业区将不断扩大，新捕捞对象不断增加，也要求捕捞技术不断地改进和创新。国外在这方面仍有不少值得学习和借鉴之处。考虑到目前世界渔业现状和我们的实际情况，本书选择的内容力求适用于我国渔业今后有发展鱼种的行动状况、生产经验及实验观察方法、仪器设备与研究成果，特别着重海洋鱼类行动和捕捞技术的关系。对于渔具、渔法和仪器设备等工程技术性较强的一些内容未做论述。

一、鱼类行动的一些概念

生态学是研究以个体为单位的行动和个体集群时所出现的各种现象，以及包括生物环境和非生物环境的自然结构等。过去，人们常认为行动学(行为学)是生态学的一部分，因为二者都是把环境变化作为刺激，研究生物(鱼类)对这些刺激的反应行动。但是，随着行动学的发展，行动学与生态学的区别则越来越显著，所以行动学逐渐形成了一个独立的领域。行动学的中心内容应是研究产生细微行动的机制。鱼类所产生的种种行动往往与环境条件变化的刺激有关，因此，可以将鱼类个体对环境的反应，称之为行动。这种反应是肌肉和鳍的运动，以及腺体活动等所产生的，并与神经系统有关，即体内组织结构是必不可少的物质基础。通过表现出来的行动方式的差异性，则能辨别出行动的性质，如摄食行动、性行动或逃避行动等。

在动物行动学研究方面有两种不同的学派，一个是以欧洲研究者为中心的比较行动学派，主要从事动物本能行动方面的研究。另一个是以美国研究者为中心的心理学派，着重研究动物能够进行怎样的行动和模仿学习。不过，两派的共同特点都把动物的行动看作是与动物身体适应相同的谋求生存的手段，是适应性的进化带来的结果。

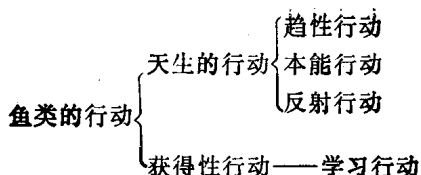
生态学、行动学和生理学研究的主要内容是动物最直接

接触的环境作用及动物对环境作用的反应和调节等。无论是动物对环境的反作用，还是生物间的相互作用，都是以动物的生理活动为媒介，特别是行动学，它是与生理学密切相关的。不过，行动学与生理学的主要区别在于：行动学主要阐明外界因子对行动的影响，而生理学则是研究产生感觉的生理机制。

鱼类行动学应从鱼类的定向、信号系统、结构和各种器官的功能、高级神经作用以及复杂的行动方式等物种的特性出发，着手研究各种鱼类的适应性。也正是这些物种的特性与其他适应能力，才使得每种鱼的种群得以生存。当然，还应研究鱼类及其特性间的生态关系、研究鱼类行动各种适应性的机制，这样才能奠定控制鱼类行动的理论基础。所以从这一点来讲，行动学和生理学所研究的内容又有相似之处。

鱼类行动学不仅要研究个体鱼的行动，还要研究鱼群的行动。因此，鱼类行动学和鱼群行动学可作为同义语。由于捕捞对象的鱼，大多是结群的鱼，即鱼群，故鱼群行动学与渔业有关，可将其作为渔具渔法学和渔业学的基础。

像各种动物一样，鱼类的行动具有两种类型，一种是从神经系统遗留下来的“天生的行动”(先天性行动)(innate behaviour)；另一种是在生活过程中通过经验和学习模仿而发展起来的“获得性行动”(后天性行动)(acquired behaviour)。先天性行动中包括趋性行动，反射行动、本能行动等；获得性行动中有适应行动、联合行动、学习行动等。先天性(遗传性)行动又称做原生行动(primary behaviour)，获得性行动又称做后生行动(secondary behaviour)。若按刺激因子有来自外因还是内因，鱼类的行动又可分为反应行动和自发行动两大类。



趋性：鱼类对外来刺激所产生的反应行动，这种运动具有方向性时便称为“趋性”。运动一般分为两种，一种是有一定方向的；另一种没有一定的方向，在运动过程中逐渐达到定位。前者是狭意的趋性，也称指向趋性，而通常所说的趋性乃指后者。鱼类的代表性趋性有趋光性、趋流性、趋电性、趋化性、趋重性等。趋向刺激源的称为正趋性；朝刺激源反方向运动的称为负趋性。下面我们还将分别较详细地讨论鱼类的各种趋性。

反射：反射是鱼类一种遗传机能的表现。反射与趋性的区别是：趋性乃是整个鱼体的反应，反射则是身体的某部分产生的反应。

本能：本能是与学习相对而言的，在鱼类生来就有的运动中最复杂和最奇异的的就是它们的本能行动。要给本能下定义是较难的。有人以下列三个标准来衡量本能行动：

- (1) 不是通过学习所得的，
- (2) 是某种类所特有的，
- (3) 其行动能适应一定的目的。

以上三条标准来区别鱼类的各种行动是否是本能的也并非易事。目前已抛弃了将一切都归结于本能的解释，进而对各种复杂的行动方式进行了实验研究，产生了对本能行动的新的理解。例如，鲑鱼和鳗鲡长距离返回出生地的洄游性，虽属鱼类的本能行动，但是，新的行动学研究已经揭示

了这种洄游行动的机制。如大西洋的鳗鲡长到10龄以上便离开河川，进入海洋，横渡大西洋到西印度洋群岛附近产卵，并在此处死去。据研究结果，这是由于卵巢成熟后激素从血液中流出，其化学物质被送入大脑而产生的本能，并不是从幼鱼期就具有的。其事先并未受到出发时间和路线的教育，这种洄游行动是10龄以后才表现出来的本能，可能是根据随流冲来的溶解物质含特有的气味而探索前进的。据认为，洄游是基于鱼类本能的行动，当前，洄游起因及其机制是人们研究的中心。在洄游中集群又是最主要的。作为洄游的直接诱发因子有二方面，外因是水温变化，内因是激素分泌的变化。

学习：属于获得性行动，是指动物的行动受过去经验而改变、以致会产生出新的统治的行动。

以上是对鱼类行动所做的简单区分。以后各章节中将鱼类的各种行动做详细的叙述。

二、鱼类的结群

生产者对鱼群感兴趣的是：何时、何地、在什么水层、什么鱼种结群，群的大小又是怎样？科学研究者要回答这些问题，需从科学上调查了解好多方面的问题：在鱼群质的方面：鱼种（包括亚种群）、鱼体质量、发育阶段、年龄组成等；在鱼群分布方面：位置、面积、深度等；在鱼群出现时间方面：渔汛开始和结束时间、持续时间、渔汛高峰时间，一句话，也就是要从鱼群的生物学、鱼群结构以及从生理学、生态学、甚至力学上去研究鱼类的结群性状和结群形式。只有从本质上阐明和了解鱼类的结群机制，才能更好地解决生产提出的问题。可以断言，越清楚地掌握鱼类结群规律，就越有可能提高捕捞效率。

关于鱼群以及鱼群不同性状、不同大小的定义、结群和集聚的命名等字义上的概念，从20世纪20—30年代，欧美就有些人开始研究，并提出了不同看法和意义，至今还没有一致的意见。日本只在50年代前后才开始研究，而且多为经验推断。虽然各人所做的定义不甚相同，不过，有一点似乎是可以肯定的，即鱼群和结群中鱼类之间相互影响、相互反应，应是主要的，至于环境变化对群的结构的影响应是次要的。当然，最主要的研究标准应从渔业的实际意义上考虑则为更好。

鱼群的定义是什么呢？可以简单地把鱼群解释为鱼的集团。最近的研究将鱼群定为“school”，即指年龄、体长近似的同一种的集团，也是行动一致性且具有持续性的集团，C. M. (布里德)认为，任何鱼群都是以相互引诱为基础的。在school中，鱼具有整体方向性，个体之间相互保持平衡，大体上保持一定距离。如用普通生物学用语表示，则鱼群相当于“个体群”，是群体的基本形式，鱼群往往在个体数量上是不多的。鱼群之间也有一致的方向性、游速和活动空间。

结群，或称集群 (aggregation) 是由几个不同生物状态和不同体长组成的相同种类和不同种类集聚于某一海区而成。不同种类的结群无完全一致的方向性。集聚的原因是多方面的，结群时间可能是短暂的，也可能较长。结群是在变化环境中生活的各种不同生态群的共同特性。

布里德为了分辨鱼类群集的方向性，还提出了特定群集 (obligate schooler) 和随意群集 (facultative schooler) 两种情况。

本书中仅采用鱼群和结群这两个不同概念的术语。

1. 结群的一般原理

据统计，全世界的硬骨鱼类约有2万种，其中有25%鱼类在其生活史中都有结群现象，特别是一些小型鱼类。绝大多数鱼类仅在性成熟前的早期阶段结群；另有一些鱼类在性成熟后临时结群。鱼类的结群行为是个复杂的现象，结群特性和作用均与鱼类的生态学类群、属性、种类、个体发育阶段及其生理学状况有关。结群特性与作用的不同又和鱼类的各种生活机能有着联系，如繁殖、索饵、防御以及洄游等，鱼类的结群与其栖息的环境条件也有关。因为研究鱼类的结