



242590

59.1912
ZCY

鱼类的行动

赵传纲 唐小曼 陈思行 编著

农业出版社

鱼 类 的 行 动

赵传细 唐小曼 陈思行编著

农 业 出 版 社

鱼类的行动

赵传细 唐小曼 陈思行编著

农业出版社出版 新华书店北京发行所发行
农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 4印张 83字

1979年6月第1版 1979年6月北京第1次印刷

印数 1—9,500册

统一书号 16144·1866 定价 0.35元

前 言

鱼类行动及其分布,是近代鱼类学研究的主要课题之一,本书着重概述了与改进捕捞技术有关的鱼类行动。内容包括鱼类的结群、鱼群在网具作业区内的行动,以及自然因子(水温、盐度、密度、海流和潮流等)对鱼类行动的影响。并就声、光、电与人造引诱物的作业现状、发展趋势以及技术方法作了概略的介绍。全书以介绍国外情况为主,适当反映国内水平和现存差距。本书可供鱼类学者、渔捞工程技术人员、水产研究机构科研人员以及水产院校、高等院校生物专业专业和工业捕鱼专业师生参考。

由于我们缺乏实践经验,掌握的文献资料有限,加之水平较低,不免存在内容肤浅、讨论问题的广度和深度不够,评述也较简单等缺点,不妥之处请读者批评指正。

编者

一九七八年九月

目 录

绪 论	1
一、鱼类的结群	5
1. 结群的一般原理	6
2. 鱼群的垂直移动	11
3. 结群和渔场的关系	17
4. 鱼的游泳速度	18
二、鱼类行动与环境的关系	23
1. 鱼类行动和水温的关系	23
2. 鱼类行动和海流（潮流）的关系	30
3. 鱼类行动和盐度、密度的关系	34
三、鱼类对光的反应与光诱渔业	36
1. 鱼对光的反应	36
2. 光诱渔业	47
3. 利用生物光捕鱼	54
四、声与音响捕鱼	63
1. 鱼类的发声	63
2. 鱼类的听觉	65
3. 鱼类对渔船、渔具产生音响的反应	69
4. 利用鱼对音响反应设计和制造捕捞工具	70
5. 观察方法和今后工作	73

五、电捕鱼的原理及其现状	75
1. 鱼类对电的反应	75
2. 电流对鱼类生理的影响	80
3. 电捕鱼的发展状况	83
六、鱼类的嗅觉、味觉和人造引诱物	88
1. 嗅觉和味觉器官	88
2. 鱼的嗅觉和味觉反应	90
3. 人工制造引诱物的可能性及其前景	91
七、鱼类行动与捕捞技术的改进	93
1. 渔具和捕鱼技术现状	93
2. 鱼在网具中的行动	96
3. 新仪器和新方法的应用	98
4. 捕捞技术工作的改进方向	108
参考文献	115

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的近似正确的反映。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，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与长期生活环境（包括生物环境或非生物环境）相适应的结果。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捕捞方法和工具。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、提出一种新渔法是不可想象的。

不少国家都认识到这一问题的重要性，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。国际上历次的重大渔业技术会议几乎都讨论到鱼类行动问题，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。如1957

年在西德汉堡、1963年5月在英国伦敦、1970年在冰岛雷克雅未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和捕捞技术、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，还反复讨论此项工作的研究方向等等。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估算的工作，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，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，以及这一领域中今后的研究范围。各有关专业在各自技术领域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、电视装置及其它水下技术）；8篇讨论了捕捞效果的估计方法；4

篇牵涉到电场中、钓渔业作业区内和模式拖网中鱼类行动的反应。

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。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1953年召开了一次鱼类行动与鱼群侦察会议；1956年又开了第一次鱼类生理学会议。于1974年3月和1977年2月曾召开过两次全苏鱼类行动研究会议。

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差，因为鱼群中单个鱼在自然环境中的行动方式难于研究。整个鱼群行动方式所以研究得较多，主要是探鱼仪等新技术可记录鱼群的行为，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进行。为了完整而确切地掌握鱼群行动方式，据以使用合适的捕捞技术和渔具，海上自然观察及实验室的实验有必要同时进行，以便取长补短。

在自然条件下以及在渔具作业区内鱼类行动的研究工作也还不够，主要原因是直接观察还有一定困难，特别是潜入水中观察更困难。当然，近几十年来广泛采用各种新技术、新仪器，如探鱼仪、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。近年来，又发展了聚焦射束、高频探鱼仪、电子扫描声纳、多性能测位仪和载人水下装置、微光电视系统、水下遥感系统、人造地球卫星等等，已能增加在微光和混浊水域中研究鱼类行动的能力，工作取得了较大的进展。

合理利用水、陆动物资源应注意两个重要问题，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。鱼类资源的开发利用也是如此。鱼类在水中的聚群、扩散和局部移动等行动，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渔具设计和改进侦察技术，以便提高捕捞效率。当然，鱼类的行动生态和行动生理学知识，也关系到鱼类资源数量变动和鱼类的增殖问题。同时，鱼类行动研究成果又可提供六十年代新兴科学——仿生学的部分研究的依据。

学习外国的东西，是为了研究发展中国的东西。在我国，对鱼类行动的研究和应用，虽已有较丰富的知识，但是，由于渔业作业范围不断扩大，捕捞对象不断增加，技术不断改革，要求也日益提高。国外还有不少值得学习和借鉴的。

本书内容着重鱼类行动生态学方面的研究结果，及其在生物学和捕捞技术上表现的意义，偏重于海洋鱼类。考虑到目前世界现状和我国的实际需要，选择的内容和成果，力求适于我国今后渔业发展有用的鱼种的行动状况、生产经验及实验观察的成果和方法。至于鱼类行动的生理和机制原理等内容，属于鱼类生理学范畴，我们极少引用。内容以介绍国外为主，适当反映国内水平。介绍现状同时简略提出今后的发展方向。涉及到捕捞技术的一些问题，也作为重点内容之一。至于渔具、渔法和仪器设备等工程技术性较强的一些内容，暂不讨论。与鱼类行动有关的侦察鱼群的具体方法和组织方式，也留待专题讨论。

一、鱼类的结群

生产者对鱼群感兴趣的问题是：何时、何地、在什么水层、什么鱼种结群？群的大小又是怎样？要回答这些问题，需从科学上调查了解多方面的问题。例如：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、渔汛高峰时间等。一句话，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群的结群性状和结群形式。只有从本质上阐明和了解了鱼群的结群机制，才能更好地解决生产中提出的问题。愈清楚地掌握鱼类结群规律，就愈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，从二十世纪二、三十年代欧美开始有些人研究，并提出不同的定义和看法，至今还没有一致的意见。日本只在五十年代前后才开始研究，而且多为经验推断。虽然各人所作的定义不甚相同，不过有一点似乎是可以肯定的，即在鱼群和结群中，鱼类之间相互影响和相互反应是主要的，环境变化对鱼群的结构的影响则是次要的。当然最主要的研究标准应从渔业生产的实际意义上考虑则更好

些。

本书中我们只用鱼群和鱼类的结群（或称鱼类的集群）两种概念。鱼群是生物学范畴，是群体的基本形式。鱼群往往在个体数量上是不多的，在种的组成上、体长组成上是一致的。结群是由几个不同生物学状态、不同体长组成的相同种类和不同种类鱼群集聚于某一海区而形成。结群也是生活在变化的环境中的各种不同生态群的共同特性。结群的原因是多方面的，结群的时间可能是短暂的，也可能是较长的。

1. 结群的一般原理

鱼类的结群行为是个较复杂的现象。结群特性及其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，如繁殖、索饵、防御以及回游等，有着联系。鱼类的结群与其栖息的环境条件也有关。因之，研究鱼类的结群行为要从各方面进行。

研究鱼类行为的是掌握鱼类结群的一般规律，从而改进和提高渔具、渔法的效能，最后达到提高渔获量的目的。特别应强调和重视在增加最高产量的同时，必须保证维持鱼类资源量不断增长。换言之，就是要解决如何得到可允许的最大渔获量。

研究结群行为从理论上应从两方面探讨：结群适应性的意义和结群类型的机制。

任何适应性都是相对的。例如，一尾鱼长着不同的棘和鳍，借以加快游泳活动能力，同时能保证遇到敌害时有防御

能力，但是，当渔网接近时，这些棘和鳍条却又使鱼本身处于极危险的地位。再如，结群是为了便于觅食，但在某些情况下结群对鱼来说并没有利。在照明度低时，结群比单独个体更易受到凶猛动物的攻击。这时，分散就成为鱼类个体保护的机制。甚至在照明度比较高时，也曾发现鱼类分散活动。在鱼群遇到凶猛动物时可能缩小，而且群间信号能使整个鱼群脱离危险。被网具包围的鱼群，同样机制可使部分鱼发现危险，只要一尾或数尾鱼发现了网的破洞，整个鱼群就可能逃出网具。索饵时，群中部分鱼发现了食物时，又有利于使整个鱼群得到食物，结群时鱼类摄饵速度很高。

有些小型鱼类在整个生命时期中结群。有些鱼类只在性成熟前的早期生长阶段结群。另些鱼类性成熟后临时结群。

根据 Cushing 和 Handen Jones (1966) 的一套著名的照片表明，有两条带状鱼群，它们各有一条独立地向前游的领头鱼，当两个鱼群进入它们的视觉范围内时，两群鱼就汇集在一起。在恩格尔 (Engel) 的一张照片说明拖网两块网板之间的一半空间内一条鱼表现出多种游泳形式。这两项观察对研究鱼群和结群结构都是很有意义的。

不少人认为，至少有下列几种情况下结群具有适应性意义：在保护性预防凶猛动物攻击时；在寻找和捕捉活饵时；在产卵时；在越冬时；在回游和移动时。

鱼类生活的环境有生物性及非生物性两方面，结群的原因与这两方面密切相关。从生物性看有以下原因：

(1) 因营养需要而结群：生物种间和种内生物性联系的主要形式，是由于营养而发生的。鱼类在结群中比单独行

动时更多更快地能找到食物，往往鱼类为追食集群的饵料而聚集成群，一同索饵的同种鱼类一般多为同年龄组的鱼。成熟鱼、幼龄鱼及稚鱼因饵料对象不同彼此也不共同聚集一起摄食。不同种的鱼类往往为要摄食相同的饵料而聚集在一起。因之，索饵鱼群的大小往往和饵料生物的分布特点有关。索饵鱼群往往具有相似的昼夜营养节律，索饵行为同时开始，同时结束。形成这样的有利因素是同时行动起来方便，不利因素是饵料生物很快消灭。以底栖生物或其他鱼类为食的鱼类，在分散栖息时摄食却比结群时更强（Воробьев, 1937）。以浮游生物或结群性小鱼为食的鱼类，结群时的摄食程度比分散时更强，摄食时间多在早上和黄昏时，而不在晚上（Никольский, 1955）。例如到黄海中南部渔场索饵的鲈鱼和竹荚鱼（围网捕捞的主要对象），多在黄昏集群，一般以磷虾、细脚贼的集中与否做为这些鱼结群的指标。

（2）因生殖需要而结群：产卵结群的鱼几乎全是性成熟个体，为产卵而共同聚集在一起，凡因产卵而结群的鱼类，一般是被限制于狭隘的适温带水域以内，越接近产卵场结群的密度越大。产卵以后的鱼就分散游向新的索饵场或产卵后就死去。底层鱼类或中上层鱼类这方面的例子都不少。

（3）便于找到回游路线而结群：回游是水生动物行动中的特性，此特性是在漫长的岁月中为了其本身的繁盛，在长期的选择中产生的。回游一般是定向的，在一定顺序中及空间的一定方向中完成，而且周期性地重复出现于一年中一定时期和一定外界条件之下。单独生活的鱼不会比结群的鱼类能更快地找到回游路线。

(4) 因防御需要而结群：鱼主要以视觉器官及侧线器官定方位，体色为识别的依据，也是鱼类互相定位的依据。在同一结群中的鱼能在较远距离发觉危险，如对凶猛敌害的防御以及对渔具的防御等。结群的鱼类主要以视觉器官去发现凶猛鱼类，所以结群的鱼自然不能对夜间索饵的鱼类构成防卫。在太平洋中部和红海的一些鱼类（如雀鲷等）以结群来抵制竞争者。集群鱼类更容易发现渔具。

鱼类结群习性与其栖息的环境条件也有关。例如，印度大陆架水域的主要经济鱼类黄鳍金枪鱼和大眼金枪鱼，在生物生产力很高的气旋环流水团和反气旋环流水团之间的水域中结群，由于海流的关系，这里下降流和上升流之间海洋学水平梯度值最大。下降的充气良好的温水团与含有丰富生物物质的上升水团相互移动，促使形成高生产力区域，从而形成食物链的良好条件，所以在此处金枪鱼形成了可供捕捞的结群，调查资料表明，这种金枪鱼的性成熟期各不相同，因此，金枪鱼在印度洋大陆架水域不形成产卵前回游，结群主要是和索饵有关。

近年来欧洲一些国家对主要捕捞对象——大西洋西北鲱鱼和鳕鱼的集群及回游的模式已掌握。他们认为鲱鱼的几种典型结群形式是：

(1) 分散面大的结群(映象呈灰色层或云状)：这种结群是鲱鱼生活史中处于比较不活动阶段，大都在深海冬眠时期，此种集群水平分布可达几平方海里。垂直分布从20米到150米，其密度通常在0.1—1尾/米³范围内。用大型中层拖网捕这种集群是不难的，但由于船的骚扰有可能观察不到鱼。

渔具在时间和空间上也影响了鱼接近骚扰地点，甚至远距数米至几十米之外。为改变这种情况，有时可将拖速减小到2节，以减弱船的骚扰，可使鱼被捕。

(2) 静止的结群(映象呈黑色尖塔形和块状)：大多栖于近底层，在大陆架和新英格兰产卵期以及产卵后的鲱鱼多形成此种集群，产卵后的鱼做规则地昼夜垂直回游，鱼面对网具易于受惊，变成小群而逃逸。在网口处，它们试图与纲绳保持数米距离。大群则不易逃脱。正产卵的鱼常常在白天和夜晚处于休息状态，行动迟缓、极为懒惰，产卵盛期时，甚至能观察到船只和渔具对鱼无任何影响。

(3) 回游结群(映象呈边缘锋利的黑斑或呈垂直线束)：主要在向产卵场回游途中形成这种群。鱼群通常呈椭圆形，纵轴较长。昼夜均保持这种形状，约以40米/日的游速连续向目的地游动。这种鱼群经常呈一整体，在渔船前方飞快游过，拖网船无法追赶上，被渔船横穿过的鱼群，在拖网到达前，向两旁消失掉或潜入深水处。

(4) 小群和分散的结群(映象呈黑点状)：特别是产卵后已恢复体力的鱼常分散成几十个或几百个小群，适宜于瞄准捕捞。这些黑点通常靠近海底呈数层，其间，有时有较大的黑斑。

德国渔业技术研究所研究了近十年来关于北海、英吉利海峡等各渔场鲱鱼的行动。对鲱鱼行动的观察，是根据水声探鱼仪器发展的不同阶段而使用了垂直探鱼仪，以后又用辅助仪器网位仪和声纳。1965年起广泛使用了多能网位仪。这种网位仪是酌情交替开关装在渔具不同部位上的七个换能

器。有的还用“全景式”声纳，其发生器适用在渔业上。这种仪器能以各种大小的扇形面、水平或垂直方向扫描及显示出阴极射线束。

从非生物性关系看，所有的海域中形成可供捕捞规模的结群有下列几方面情况：在时间上都出现在一年中的两个大致特定时期，一是，从水文学的冬季向水文学夏季的转换期，俗称为春季集群；二是，从水文学的夏季向水文学冬季的转换时期，称为秋季集群。在地理上，集群有其一定的地理条件，如一定的深度，一定的底形，一定的内湾等。以及在不同物理、化学特性的海流交汇区。

2. 鱼群的垂直移动

(1) 垂直移动的形式：不少种鱼类有在上下水层之间移动的习性，称为垂直移动（或垂直回游）。各种鱼类垂直移动的时间往往是定时的（昼夜二十四小时有节律性），垂直移动达到的水层范围也各不相同。概括起来，鱼类垂直移动大体有以下几种概念：

①不少底层鱼类和上层鱼类有明显的昼夜节律的垂直移动，黄昏时鱼集聚上升到水面或上中水层，黎明时下降。

②在两极，在一天之内无昼夜交替或冬季为厚冰所覆盖的海区，光线不能透入的湖或浅海中，鱼类不作垂直移动。

③许多鱼类垂直移动的幅度在一定程度上受温度的影响。如黑海梭鲈、波罗的海鲱、大西洋鲱等下降到一定温度的水层之下；黄海、东海的鲈鱼、鳕鱼和温跃层的强度及深度关系甚为密切。鱼类在寒冷的冬季往往游向深水层。