

高等水产院校交流讲义

鱼类生态学

尼科里斯基著

农业出版社

高等水产院校交流讲义

魚 类 生 态 学

尼 科 里 斯 基 著

唐小曼 叶冀雄 译

詹 之 吉 校

农 业 出 版 社

内 容 提 要

本书对鱼类生态学作了系统的介绍,是苏联著名鱼类学家Г. В. 尼科里斯基教授的近著。

本书在简短的序言中,扼要介绍了鱼类生态学的基本原理和术语解释。本文共分三编。第一编叙述了鱼类与非生物性和生物性环境的相互关系,其中包括水域的各种理化因子以及鱼类的种内关系和种间关系。第二编叙述了鱼类生命周期的各主要环节,如繁殖、发育、生长、群体变动、洄游、越冬、营养等。第三编叙述了鱼在人类生活中的意义和渔业合理经营的生物学基础。

书中对鱼类生态的各个方面阐述颇为详尽,在选材中特别注意了渔业合理经营上的重要经济鱼类,引用的资料到1959年为止,是这方面一本最新的卓越著作。

书中到第二编第一章为止由唐小曼同志译出,其余部分由叶冀雄同志译出。全书经詹之吉同志校改,最后承朱树屏先生扶病做了仔细审查,提出不少宝贵的意见。

本书系由水产部教材编审委员会推荐出版,可供高等学校生物系师生、水产院校师生、水产工作者教学及参考之用。

Г. В. Никольский

ЭКОЛОГИЯ РЫБ

Государственное издательство «Высшая школа» Москва 1961

根据苏联国立“高等学校”出版社1961年莫斯科俄文版本译出

高等水产院校交流讲义

魚 类 生 态 学

〔苏〕尼科里斯基 著

唐小曼 叶冀雄 译

詹 之 吉 校

农 业 出 版 社 出 版

北京老钱局一号

(北京市书刊出版业营业许可出字第106号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

上海新华印刷厂印刷装订

统一书号 K13144.136

1962年9月北京制型

1962年10月初版

1962年10月上海第一次印刷

印数 1—800 册

开本 787×1092 毫米

十六分之一

字数 236 千字

印张 十三又八分之七

定价 (9) 一元三角

紀念：恩師

博里斯·米海洛維奇·日特科夫

作 者 的 話

本书对鱼类生态学作了扼要的介紹。

本书是以作者在 1944 年发表的“鱼类生物学”为基础的。但与該书比較，本书已作了根本的修改。增加了魚在人类生活中的意义及漁业合理經營的生物学基础一章。其他各章实际上都已改写。

与国内外的其他同类书籍比較，本书的編排稍有不同。在簡短的緒論中叙述現代魚类生态学的基本原理后，接着介紹了魚类与其周围有机界和无机界的相互关系。在第二編中論述了魚类生命周期的各个基本环节。在实例的选材上尽可能引用了具有經濟意义的种类。首先，我探討了魚类生态中在漁业合理經營上具有重要关系的各个方面。由于 E. K. 苏沃罗夫的“魚类学基础”（1948年版）及拙著“分門魚类学”（1950、1954 年版）对各个种类的生态已有詳細的叙述，我認为本书不再列入特定对象的生态部分較为适宜。

参考文献目录分为两部分，即一般参考文献和本书引用过的文献。

在本书編写过程中，莫斯科大学魚类学教研室和苏联科学院 A. H. 謝維尔錯夫动物形态学研究所魚类学研究室的同志們給以很大帮助。繪图师 H. H. 康达科夫为本书創造性地繪制了許多插图。И. П. 波利索夫教授校閱了原稿并提出許多宝贵的意見。对本书編写过程中給予帮助的同志，我在此深表謝意。

自然，我希望此书能有助于漁业合理經營的生物学基础的研究，并对魚类学专家的培养起到一定的有益作用。

书中无疑会有很多缺点。对一切意見都将竭誠欢迎。

于国立莫斯科罗蒙諾索夫大学

生物-土壤系魚类学教研室

目 次

作者的話

緒 論..... 1

第一編 魚类与非生物性及生物性环境的相互关系

第一章 魚类对非生物性环境因子的适应	8
一、水的密度和压力	8
二、水的盐度	13
三、水的溫度	15
四、水的盐类組成	20
五、水中溶解气体	25
六、光、声及其他振动和輻射能的形式	31
光	32
声及其他振 动	39
电流、电磁振动	41
倫琴射线与放射性	41
七、底質及水中悬浮微粒	42
八、水的运动与魚类移动方式	46
第二章 魚类的生物性相互关系	55
一、魚类的种內联系	56
二、魚类的种間联系	62
三、魚类与其他生物的种間联系	68
细菌和病毒	68
植物	68
鱼与其他动物	71

第二編 魚类生命周期的主要环节

第一章 魚的生殖和发育	96
第二章 魚类的体长、生长及年齡	124
第三章 魚类群体的变动	150

第四章 鱼类的洄游	154
一、产卵洄游	160
二、索饵洄游	165
三、越冬洄游	169
第五章 鱼的越冬和休眠	171
第六章 鱼类的营养和食物相互关系	174

第三編 魚在人类生活中的意义及漁业合理經營的生物学基础

文献目录	204
------------	-----

緒 論

生物学这門統一的科学分为若干独立的学科,其中,形态学研究有机体的结构,分类学研究自然系統,生理学研究器官及整个机体的机能,生态学研究生活方式。

鱼类生态学是鱼类学的一个部門,它研究鱼类的生活方式,即种群变动的性质、种內(小群、群、群落)及种間集群、分布、洄游、昼夜和季节性生活节律、食物相互关系的特性、繁殖等。当然,任何生物(包括鱼类)的生活方式都与其器官的结构和机能密切相关。

因为动物的形态、机能和生活方式有着不可分割的相互联系,动物(包括鱼类)生活方式的研究只有在認識其器官的结构和机能的基础上才是可能的。

包括鱼类生态学在內的現代生态学主要原理,是生物(种)与其环境保持統一的概念。生物不能脱离环境而存在。任何一种生物、种群、种都依靠其特有的环境而生活,脱离与环境的相互作用就会停止生存。生物的特点就在于它与保証其发展及生存的环境之間具有相互适应作用。

生物与环境的各种适应关系的体系,是由与非生物环境(底质、含有溶解氧及盐类的海水、无机悬浮微粒等)和生物性环境的相互联系形成的。生物性的相互关系又分为种間联系和种內联系,前者是与餌料生物、凶猛生物、寄生生物的关系等等。后者是亲体与后代、雄体与雌体、不同年龄个体間的关系等等。

生物与其各个非生物性和生物性环境因素的关系不是孤立存在的,这些关系处于統一的不可分割的相互联系的体系之中。如北里海斜齿鳊的营养条件既决定于餌料生物的数量、质量及行动,以及在索餌場摄食这些生物的其他鱼类及凶猛无脊椎动物(种間联系),也决定于該种类索餌个体的数量和状态(种內联系),决定于在很大程度上制約着餌料生物利用程度的底质特点,决定于海水的渾浊度、波浪等(非生物性联系)。

这样一来,在自然界中生物与其某一环境因素的联系,不是脱离其他联系孤立存在,而是与这些联系处于不可分割的相互作用之中。在把某一联系体系人为地隔离开的試驗研究工作中,必須考虑到这种相互关系。

如果改变自然界中某一主导的生物性或非生物性联系,我們就必然会引起生物与其环境的各种相互关系的整个体系的改变。

生物与周围自然界的某种相互作用,不仅是不同种类,而且也是同一种类的不同个体所独具的特点。

同一自然体对不同的种类构成不同的环境。例如,对里海斜齿鳊——*Rutilus rutilus*

caspicus (Iak.) 或青魚——*Mylopharyngodon piceus* (Rich.) 來說, 軟體动物是食物, 而对于鱗鯢——*Rhodeus sericeus* (Pall.) 來說, 軟體动物就成为产卵的地方(产卵基质)了。同一自然体对有机体的不同发育阶段來說可能是不同的环境。例如, 橈足类的劍水蚤——*Cyclops* 以鯉科魚的卵及刚刚破卵而出的自由胚胎——前期仔魚为食, 对它构成敌害。仔魚随着成长而不再被劍水蚤捕食, 因而劍水蚤已不是敌害, 而从环境因素轉化为与其无关的外界因素。但幼魚进一步生长后, 又开始摄食劍水蚤, 这种橈足类又成为环境因素, 但已不是别的, 而是食物。摄食劍水蚤, 直到魚达到一定长度, 捕捉劍水蚤所消耗的能量已不能从摄食所得热量中得到完全补偿时为止。这时劍水蚤不再被魚摄食, 对魚來說又成为与其无关的外界因素。

我們对生态学中一般应用的基本概念, 采用了下列定义。

外界(внешний мир)——自然界、人类及人类的活动。客观存在的现实。

生境(生活小区) [местообитание (биотоп)]——生物、种群、种生活于其中的景观因素。有时某些研究者称之为栖息环境(среда обитания)。

环境(среда)——生物、种群、种与之有直接适应关系的自然体和現象。某些研究者称之为生存环境(среда существования)。

生活条件(условия жизни)——决定着生物、种群、种与环境之間的特定联系的特定环境因素(如上所述, 特定条件不是彼此独立存在, 而是相互联系的)。

生物与环境的相互作用具有适应性。任何适应都是具体的, 沒有一般的适应, 而只有对一定环境因素的适应。隆头魚科——*Labridae* 魚或富氏斜齿鰱——*Rutilus frisii* (Nordm.) 的咽齿适应于摄食硬壳的貝类, 但不适于捕捉活魚; 鲭鯊——*Lamna cornubica* Gmel. 或狗魚——*Esox lucius* L. 的齿适应于捕捉活泼的猎物, 但不适于咬碎貝壳。适应是种在其发生过程中在其中生活并与之相适应的那些条件下保証存在和繁荣的一种特性。有时种群依靠部分个体的早期死亡而得到保存。如許多湖中鱒魚——*Perca fluviatilis* L. 的大型个体几乎完全以本种的幼魚为食, 借此利用幼魚体内的浮游动物, 而对直接摄食浮游动物則未能适应。这样鱒魚就有可能在此外并无适宜餌料因而非此不能生存的水域中生活下去。

种的生物与环境的各种特殊关系的体系称为**小生境**(ниша) 或**一般小生境**(общая ниша) (Элтон, 1934; Васнецов, 1938, 1953)。

特定小生境(частная ниша)——这是动物(魚)的某一生活机能——营养、繁殖等等所引起的对环境要素的各种关系的总体。譬如, 我們可以說, 食浮游动物魚类的小生境, 那就是魚摄食浮游生物所引起的各种关系, 或者喜貝壳魚类的小生境, 那就是魚类与产卵基质的双壳貝类的关系。

生态学研究各种动植物的生活方式。种是客观现实。它們存在于自然界之中, 而不是学者为了便于研究而臆想出的虚构概念。

种是生物由于老衰个体死亡和年青个体发生而不断更新的自由交配的群落(сообщество)。种的特点是具有相对的形态、生理、生态稳定性, 这种稳定性是种与在其中形成并在与

之保持统一的条件下而存在的一定环境相适应的结果。种的特征反映出对一定生存条件的适应。属于某一种的个体并不反映出种的一切属性。种是不断更替的多数,而这种更替的特性本身亦即群体的变动类型(成熟时期、寿命等)乃是种的特征。种的特征的变异不超越种的特性的范围。这个变异越大,种就越能适应比较多变的条件。生活在较不稳定条件下的种群,对多变的环境因子形成适应的那些特征,具有较大的变异幅度。生活在较稳定条件下的种类也就有较小的变异性。变异幅度也是保证种群有较有利生活条件的一种适应性。如在不利的营养条件下,短触须个体改食一种饵料,长触须个体改食另一种饵料,这样就扩大了整个种群的饵料基础。

分布范围较小的种类,其特征和特性的变异幅度一般小于广泛分布的种类。在种的分布区范围内,变异幅度象其他种的特征一样,保证着种与环境的统一。种对生活条件的变化也通过改变变异幅度与之相适应。

种占有一定的分布区,在此范围内环境符合于它的形态、生理、生态特点。种的形态、生理及生态特性在时间上是相当稳定的。

例如,里黑纹间冰期沉积层中发现了距今五十万年的鳊鱼——*Abramis brama* L.,外观与现代鳊鱼毫无区别;在该沉积层中发现的鳊鱼及其他种类也是如此(图1),现代鱼类的这种稳定性是在很长时期保存下来的。就许多种类来看,发现种的特性直到第三纪中期并无变化,而北半球所有现代淡水鱼类区系很可能是起源于第三纪中期。

生物界的历史发展,是通过种在相当稳定期的交替中比较迅速的变化而进行的。种的形成过程是组成种的个体与其环境的相互联系的体系发生变化的结果,即生存条件的变化及由此产生的种群中个体的形态、生理、生态特点变化的结果。种在形成过程中产生对非生物性条件及生物条件的适应。所以,种的形成通常是一集体的过程,这个过程往往包括动物区系中相互联系着的种类的大部分,是保证它们相互适应的一个过程。

种内的变化,除年龄变化及与性别有关的变化外,均带有区域性,即发生于一定的生境或者说分布区域内的一定地理区。这种集体变异性乃是使种能居住在比较多种的生境(如许多种鱼除体形纵扁的河川类型外,还出现体形侧扁的湖泊类型)或者说具有较广泛地理分布的一种种的适应。

集体变异性自然是通过种群各个个体的变异而发生的,所以,种群内的所谓个体变异,如果不是病态,则同时也是种群的适应。

鱼类同其他生物一样,栖息于一定的,它们固有的不同生境。生境的动植物群体的特征在很大程度上与生境的特征有关。

从鱼类栖息于一定生境的事实出发;可将其分为海水、淡水、溯河性及咸淡水四个生态群。

(一)海水鱼类 生活在海水中。又可分为栖于水层中的上层鱼类,如鲱——*Engraulis*, 鲈——*Scomber scombrus* L., 金枪鱼、翻车鱼——*Mola mola* L., 及生活在海底的底层

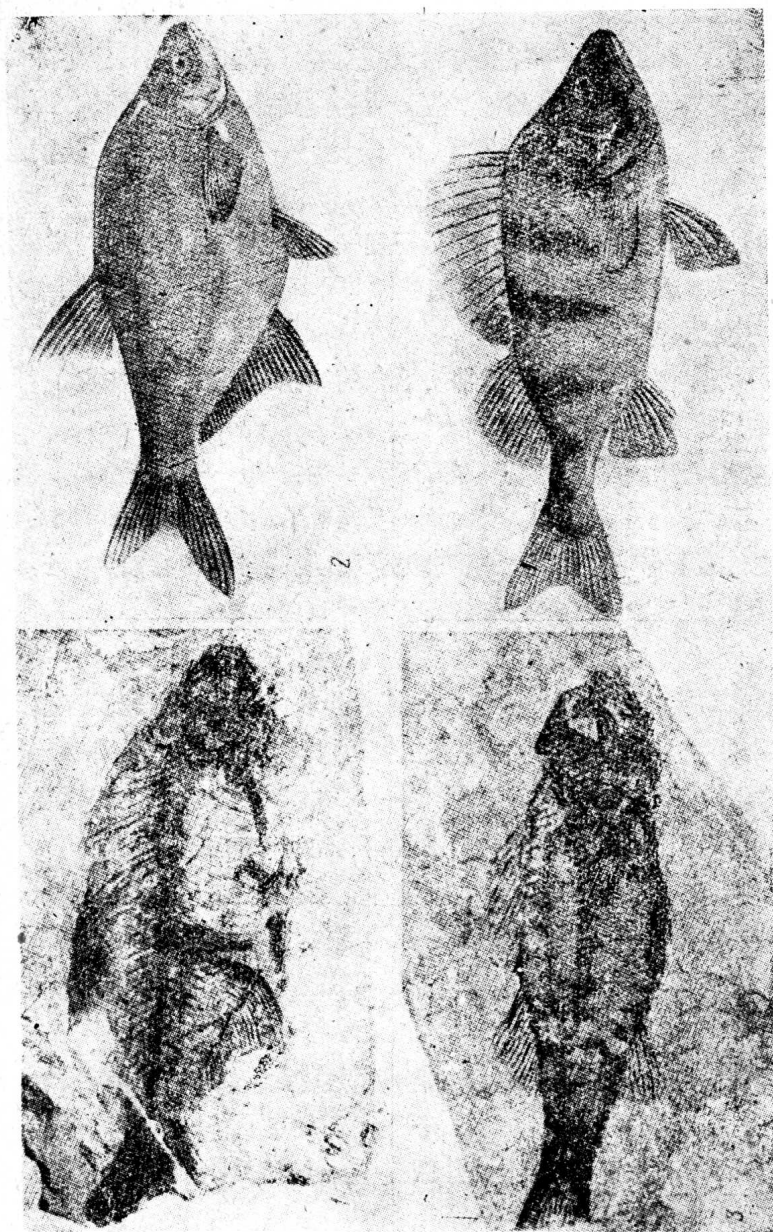


图 1 鱼类种的特征在时间上的相当稳定
1—里黑纹间冰期沉积层中的鳊鱼；2—现代鳊鱼；3—里黑纹间冰期沉积层中的鲈鱼；4—现代鲈鱼。

魚類。這一類中有鱈、比目魚、杜父魚等。

海水魚類還可以分為生活於外海表层的大洋魚類（許多種飛魚、竹刀魚、金槍魚等），栖於沿岸水域的沿岸魚類（大部分鯛科魚——Sparidae、鰕虎魚、比目魚等）和深水魚類。深水魚類又分為中層魚類（燈籠魚——Myctophidae、犀魚亞目——Ceratioidei）和底層魚類（*Pseudoliparis ambliomopsis* Andriashev）。

（二）淡水魚類 經常生活在淡水中，在咸淡水中一般不能遇到。淡水魚類可分為適應於流水生活的喜流性魚類（淡水鮭、許多種弓魚——Schizothorax、條鰻——*Nemachilus* 等）及適應於靜水生活的湖沼魚類（鰱、鯽、泥鰍等）。

流水（喜流性）及靜水（湖沼）魚類又可分為棲息於水層中的上層魚類、近底層魚類及底層魚類。

以下兩類介於海水魚類與淡水魚類之間，無疑有一部分起源於兩者之一。

（三）溯河性魚類 從海水向淡水洄游產卵（鮭、鱒、鱒科魚）或從淡水向海水洄游產卵（鰻鱺 *Galaxias attenuatus lenyns* 等）。根據溯河性魚類成魚索餌場的位置，可分為海中營養（鮭、鱒）及淡水營養（鰻鱺）兩種。

（四）咸淡水魚類 棲息在鹽度低的淡化海區、河口區及內海。可分為來到河的下游產卵，在咸淡水中索餌的半溯河性魚類，如白鮭——*Coregonus*、里海斜齒鱈——*Rutilus rutilus caspicus* lak 等，以及定居在咸淡水海區的真正咸淡水魚類（鰕虎魚、鰻、海龍）。

魚類生態學象任何其他科學部門一樣，只有在科學與生活，與國家經濟密切聯繫的條件下才能得到順利的发展。

漁業經常向魚類生態學以及整個魚類學提出決定着漁業順利發展的一系列問題。目前擺在魚類生態學面前的主要問題是魚類群體數量及生物量變動問題與洄游及集團行動問題。這些問題具有很大的理論意義。其中前一問題與魚類個體發育和生長規律、種內和種間關係規律等問題的研究有關。這個問題也關係到種的問題。魚類數量變動問題的研究，有巨大的經濟意義，一方面，是為了改進經濟魚類可能捕獲量預報方法及保證更順利地制訂捕撈計劃；另一方面，是為了研究控制捕撈對象群體變動的方法，從而提高其生產力並保證增加魚產品數量。

現代魚類生態學的第二个主要問題是洄游及集團行動問題。這個問題是與魚群的防禦、覓食、洄游等作用，魚發聲的生物學意義、各種感覺器官在魚類行動中的作用等理論問題的研究相聯繫的。這個問題的研究對改進魚群探索、提高漁具效率、創造新漁法等實際問題的解決有着重要的意義。

魚類生態學同蘇聯的任何其他科學一樣，正在以辯證唯物主義哲學為基礎，依靠辯證唯物主義的發展理論向前發展。只有在此理論的基礎上，蘇聯的科學才有可能日益發展——有成效地探討經濟管理的科學基礎。

第一編 魚類与非生物性及生物性环境的相互关系

在約計五亿一千万平方公里的地球表面上,約有三亿六千一百万平方公里,即占总面积的71%为海洋。此外,将近二百五十万平方公里,即地球面积0.5%左右为內陆水域。已知的海洋最大深度約达一万一千米。深三千米以上的海面,根据不同著者的材料,占海洋水域总面积的51—58%。魚类生活的范围就是如此。

很自然,地球上自两极至赤道,在高度达海拔六千米以上及深度达一万余米的范围内的水域,就魚类的生存条件来看,是极其不同的。魚类的生活既然与水域相联系,它們的分布范围就从高山水域直到大洋深处,在极地水域以及热带地区都可遇到。很自然,为了能在如此多样的条件中生活,魚类就要形成极为不同的适应,以便在水的流速达每秒二米或更多的山区急流中,在靜水水域中,在压力达一千大气压的一万米以上的深处,以及在水的表层都能生存。魚类对温度的适应幅度也极大,能在接近盐水冻结的温度(-2°C , -3°C)和 50°C 下生活。魚类能以生活的盐度条件,同样也有很大的变幅。

魚类生活于其中的生物性条件也同样是多种多样的,它們受到从植物、腔腸动物和軟体动物直到鳥类和哺乳动物等极其不同的有害生物的攻击。魚类的食物也同样复杂,有植物、无脊椎动物及魚类本身。魚类与生物性环境之間还有許多其他形式的联系。

自然,对相应的生物性和非生物性条件的适应也与形态生理变化有关。魚类生活环境的多样性也决定着魚类的多样性。

魚类在脊椎动物中形成包括两万种現存代表在內的种类最多的类群,在很大程度上原因就在于此。但是,很自然,魚类在結構及生活方式上有这样大的多样性的同时,它們也有从同一起源及对水中生活的适应而产生的一些共同特点。其中首先應該指出用以呼吸水中溶解氧的鰓;帮助在水中运动的鳍状肢体;消除在水中前进时产生的涡流及逆流,并在轉向时起舵的作用的尾部;富于分泌粘液的腺体,使魚类在水中运动时减少摩擦的皮肤。自然,少数魚类的后三个特点可能稍微变形,但就魚类整个类群来看,上述特征是最有代表性的。

如上所述,魚类与非生物性及生物性环境因子的各种联系不是孤立存在,而是相互制約的。因而,联系中的一个体系的改变必然引起另一体系的改变。所以,虽然我們为了研究而将魚与特定环境因素的相互作用分开观察,但必須注意到这样分开观察是有条件的,因为在自然界中生物与环境的一切关系均处在相互联系之中。还必须強調指出,魚类与某些环境因素的相互作用的性质,在很大程度上取决于魚类本身的状态:肥滿度、含脂量、性产物状况等等。魚类視本身的生物学状态如何对同一刺激可能有不同的反应。例如,秋季降温使肥滿的

鱈魚在威海停止索餌而开始越冬洄游,而这种魚的瘦弱个体却繼續停留在肥育地点强烈摄食。肥滿的鯉魚在越冬时比瘦弱的鯉魚罹病較少。

研究魚类与某一非生物性或生物性环境因素的相互作用时,所有这些因素必需加以考虑。

第一章 魚类对非生物性环境因子的适应

水的物理特性在魚类生活中起很大作用。魚类在水中的运动条件在很大程度上决定于水的密度。水的光学特性及水中悬浮微粒的含量,影响到借视觉器官辨别方向的魚类的捕食条件以及防御敌害的条件。

水温在很大程度上决定着魚类新陈代谢过程的强度。温度的变化多为决定产卵、洄游等的开始期的天然刺激。水的其他理化特性,如盐度、含氧量、粘滯性,也具有巨大的意义。

一、水的密度和压力

我們知道,水的密度首先取决于水中盐类含量及温度。随着水中盐类的增长,水的密度逐漸增大。相反,随着温度的升高($+4^{\circ}\text{C}$ 以上),密度逐漸减低。

生物一般比水重。生物的比重为1.02—1.06。不同种类的魚的比重,根据 A. П. 安德利亚舍夫的資料(A. П. Андрияшев, 1944),里海魚类在1.01—1.09之間。因此,魚类为了留居水层中,就要有某种特殊的适应,我們下面将要談到,这些适应可能相当不同。

魚用以調节本身的比重从而留居一定水层的主要器官是鳔。只有栖息于水层中的少数魚无鳔。鯊魚及某些鯖科魚也无鳔。这些魚只借鳍的运动在某一水层調节栖息的位置。

有鳔魚类,如竹筴魚——*Trachurus*, 隆头魚——*Crenilabrus* 和 *Ctenolabrus*, 南方黑棕鱈——*Odontogadus merlangus euxinus* Nordm. 之类,比重稍小于无鳔魚类,为1.012—1.021。无鳔魚类(鮃——*Scorpaena porcus* L., 瞻星魚——*Uranoscopus scaber* L., 鰕虎魚——*Neogobius melanostomus* (Pall.) 及 *N. fluviatilis* (Pall.) 等)的比重在1.06—1.09之間。

指出魚的比重与其活动性的相互联系是饶有兴趣的。无鳔魚类中活动性較大的魚比重較小,如鲱鯉——*Mullus barbatus* (L.) (平均为1.061),比重最大的是水底埋居的魚类,如瞻星魚比重平均为1.085。有鳔魚类也有类似的規律。当然,魚的比重不仅取决于鳔的有无,而且还取决于魚的含脂量、骨骼的发展程度(甲片的存在)等等。

魚的比重随其生长,而在一年之内又随肥滿度和含脂量的变化而有改变。如鲱魚——*Clupea harengus Pallasi* Val. 的比重变动在11月的1.045到2月的1.053之間(Tester, 1940)。

鱼类的较古代类群中,大多数(硬骨鱼类中几乎整个鲱形目和鲤形目,以及肺鱼亚纲、多鳍鱼总目、全骨目、软骨硬鳞目)的鳔借特殊管道——ductus pneumaticus 与肠相连。其余鱼类——鲱形鱼、鲱形目及其他硬骨鱼类的成体鳔与肠不相连。

某些鲱鱼和鳊鱼(анчоусы), 如大洋鲱——*Clupea harengus* L., 黍鲱——*Sprattus sprattus*(L.), 鳊——*Engraulis encrasicolus*(L.) 的鳔有二孔。除 ductus pneumaticus 外, 鳔的后部尚有一外孔, 在紧靠肛门后面开口(Световидов, 1950)。鱼类在迅速沉降或在短时间从深处升到水面时, 此孔将多余气体从鳔中排出。这时, 降向深处的鱼的多余气体, 在随沉降而增大的鱼体所受水压的作用下, 成为气泡而出现在水中。在鱼上升时外压急剧减少, 鳔中气体力求占有更大的容积, 因此鱼常常不得不将其排出。

向水面上升的鲱鱼群, 常可根据从深处上升的无数小气泡而被发现。在亚得里亚海沿阿尔巴尼亚海岸(发罗拉湾等地), 阿尔巴尼亚渔民用灯光诱捕沙丁鱼时, 根据鱼排出的气泡, 能准确预言这种鱼即将从深处出现。渔民们这样说:“气泡出现了——沙丁鱼也即将出现”(Г. Д. Поляков 报道)。

开鳔鱼以及似乎大多数闭鳔鱼并非从卵中孵出后鳔中立即充满气体。当孵出的自由胚胎悬在植物茎上或横卧水底渡过休眠期时, 鳔中无气体。鳔是依靠从外部吞进气体充气的。许多种鱼连通肠与鳔的管道到成体时便消失, 而仔鱼却有这种管道, 也正是由此向鳔中充入气体。这种观察在下列试验中得到证实。从鲱科鱼卵孵化出仔鱼, 在所用容器中以仔鱼不能穿过的密网把水面与底部隔开。在自然条件下鲱科鱼孵出后第2—3天鳔中便充满气体。在试验容器中养到第5—8天, 然后取出把仔鱼与水面隔离开的障碍物。但此时鳔与肠的联系已断, 因而鳔中尚未充入气体。可见, 无论开鳔鱼或大多数闭鳔鱼, 鳔中的最初充气过程都是相同的。

枪鱼长约7.5毫米时鳔内充满气体。如此时尚未充入气体, 则鳔已闭塞的仔鱼, 甚至在有可能吞入小气泡时, 气体也充满肠腔, 不再进入鳔内, 即由肛门排出(Крыжановский, Дислер и Смирнов, 1953)。

在气体(哪怕是少量)未从外部进入鳔中以前, 不可能开始从循环系统(原因不明)把气体排入鳔内。

不同鱼类通过不同的方式进一步调节鳔内气体的数量与组成。就鳔与肠相连的鱼类来看, 气体在很大程度上是通过 ductus pneumaticus 出入鳔中。闭鳔鱼类在最初从外部充气后, 以后便通过从血液排出及吸入气体而改变其数量与组成。这种鱼的气鳔内壁上有红体(красное тело)——贯穿着无数微血管的一种组织。如鳊气鳔上的两个红体有88,000条静脉微血管及116,000条动脉微血管, 总长度各为352米和464米。与此同时, 鳊红体上全部微血管的容积不过64立方毫米, 即不超过普通的一滴。各种鱼类的红体有所不同, 从一个小斑点直到由柱状腺上皮形成的强有力的气体分泌腺。有时具 ductus pneumaticus 的鱼也有红体, 但这时红体的发达程度通常不如闭鳔鱼。

就鳔内气体的组成来看,不同种类以及同一种类的不同个体均有不同。如冬穴鱼通常含有氧气约8%,鲢鱼为19—25%,狗鱼为19%左右,斜齿鳊为5—6%。因为从循环系统进入鳔中的气体主要为氧气及二氧化碳,所以充气的鳔内通常占优势的是这两种气体;这时氮所占比例很少。相反,当通过循环系统从鳔中排除气体时,鳔内氮含量百分比就急剧增加。一般海水鱼类鳔中含氧量高于淡水鱼类。看来,这主要与海水鱼类中闭鳔种类占优势有关。鳔中含氧量特别大的是次生性深水鱼类。

鱼的鳔内气体的压力通常是通过某一路径传达到听迷路(图2)。如鲱科、鳊科及某些其他鱼类鳔的前部有一对突起,通到张有薄膜的软骨听囊孔(鳊科)或甚至于进入其中(鲱科)。鲤形目鱼向听迷路传达鳔的压力借助所谓韦氏器官(Веберов аппарат)——鳔与听迷路之间的一些小骨片。

鳔不仅用来改变鱼的比重,而且起着外压测定器官的作用。许多鱼类,如营底栖生活的鳅科鱼——Cobitidae 的大多数种类鳔已显著退化,这个器官的主要机能是感受压力的变化。鱼类能感受甚至微小的压力变化;在气压发生变化时,例如在暴风雨前,鱼的行动也随之变化。在日本,为此目的用水族箱专门蓄养了一些鱼,根据它们的行动变化判断即将到来的天气变化。

除某些鲱科鱼以外,有鳔鱼类不能从表层迅速游到深处,反之亦然。因此,能进行快速垂直移动的种类,大多数(金枪鱼、鲑、鲨)或完全无鳔,或鳔已退化而借肌肉的运动留居水层之中。

许多底层鱼,如鰕虎鱼科——Gobiidae、鲷科——Blenniidae、鳅科——Cobitidae等的许多种类鳔也已退化。底层鱼类鳔的退化自然与必须使鱼体有较大的比重有关。某些近缘种类鳔的发达程度常有不同。如鰕虎鱼类中,一部分营浮性生活的种类(Aphya)有鳔,而另一部分,如Gobius niger Nordm.,只浮游仔鱼保存着鳔。仔鱼也营底层生活的鰕虎鱼类,如Neogobius melanostomus(Pall.)仔鱼及成鱼的鳔均已退化。

深水鱼类由于在深水生活鳔与肠常失去联系,因为在巨大的压力下气体会被挤出鳔外。甚至鲱形目的Opistoproctus和Argentina中生活在水面附近的具ductus pneumaticus的种类,也有这种特性。其他深水鱼类的鳔可能均已退化,如Stomiatoidei的某些种类。

对深水生活的适应,也使鱼类发生与水压无直接关系的其他重大变化。这些特殊适应与

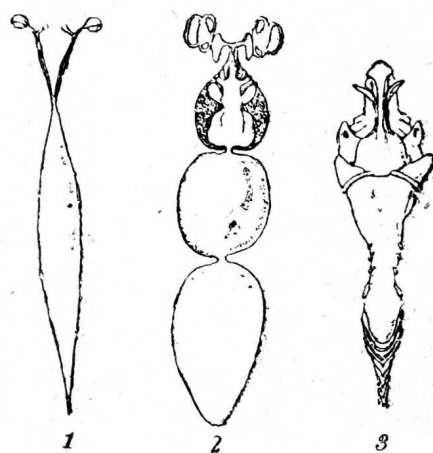


图2 鱼类的鳔与听觉器官连接示意图
(引自 Kyle and Ehrenbaum, 1926;
Wunder, 1936; Световидов, 1937)

1—大洋鲱 *Clupea harengus* L. (鲱形目); 2—鲤
Cyprinus carpio L. (鲤形目); 3—*Physiculus*
japonicus Hilg. (鳊形目)。