

魚類与圓口類

Д. К. 特烈契雅科夫著

鄭葆珊、鄭文蓮、徐恭昭譯

高 岫 校訂

科 学 出 版 社

1958

緒 論

在炎熱的夏天，瞧一瞧涼爽的小溪流水。無聲無息地急忙奔馳的一股股透明的流水中翻起了小而湍急的漩渦，這就是活潑可愛的小魚群出現了。它們逆流而游，或是長久而頑強地停留在某一個地方。深灰色的背部在水中反映出天藍色。魚群整齊地游動着，可愛的小魚彼此互不相撞，互不觸犯；有時它們中的某一成員急速地游到一邊去了，但迅速地又回到群中來。

在潺潺作聲的山澗溪流內、水量充足的江河內、湖泊中、大洋內、近海以及深海內，都生活着魚類。極地凍冰的水中和烈日照射下的熱帶水域中也布滿了魚類。甚至在溫泉中亦可見到魚類。

魚類的生活及其生活條件完全與陸地的生活條件不同，可是魚體的構造卻有不少和我們人類相似之點。當然，我們的皮膚並不復蓋着一層銀色的鱗片。我們沒有紅色的鰓，而魚類則有鰓並且多被鰓蓋掩蓋着。活魚的鰓蓋，其後緣時而離開身體時而緊貼着身體，根據這種動作可以覺察出魚類的呼吸節奏，而我們的呼吸節奏根據胸腔的動作才能覺察出來。

剖開魚腹，在它的腹腔中便可看到和我們相類似的器官：食道、胃、腸、肝、心等等。魚類的脊柱，也如同我們人的一樣，由骨化的椎骨所組成。魚類，和我們人一樣，屬於脊椎動物。魚體尾部的椎骨附加有上、下椎弓（圖1），通過上椎弓（髓弓）沿着身體而伸延的一條白色細繩狀物是脊髓，位於腹腔上方的椎骨有短的橫突，在這些橫突處聯接着肋骨。

脊柱與頭骨相聯接（圖2）。顱骨中包含着腦。小心地切去顱骨上壁，就可以看到浸沒在金黃色的脂肪中的帶玫瑰色的結節，前

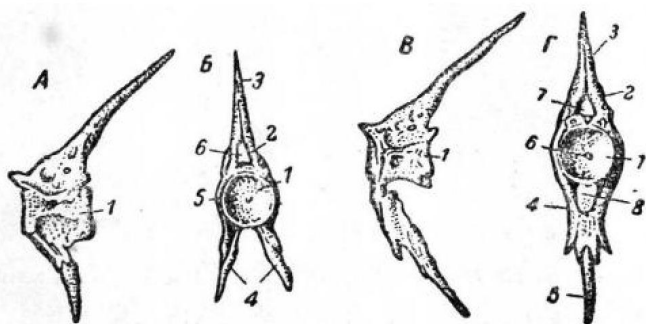


圖 1 鱧的椎骨: A, B. 鱧脊柱軀干部的椎骨; B, Γ. 鱧脊柱尾部的椎骨
A, B. 椎骨的側面觀; B, Γ. 椎骨的正面觀。1. 双凹椎體; 2. 髓弓; 3. 棘突; 4. 脉弓, 在 B, Γ 中为封閉式, 而在 A, B 則为开張式; 5. 在 B 圖指椎體中心的孔, 在 Γ 圖指下棘突; B 圖 6 和 Γ 圖 7. 髓管; 8. 脉管。

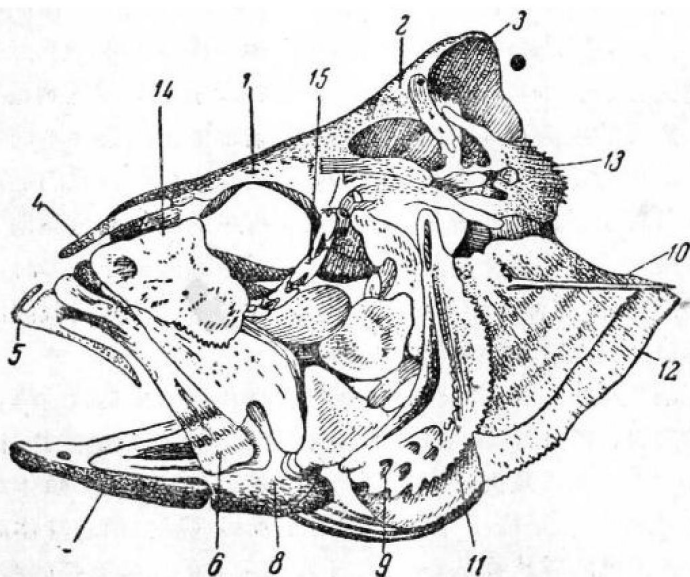


圖 2 鱧的头骨, 其位置在皮膚下很易辨識

1. 額骨; 2. 頂骨; 3. 枕上嵴; 4. 鼻骨; 5. 前頰骨; 6. 上頰骨; 7. 齒骨; 8. 关节骨; 9. 前鰓蓋骨; 10. 鰓蓋骨; 11. 間鰓蓋骨; 12. 下鰓蓋骨; 13. 后鰓骨; 14. 眶前骨; 15. 眶骨的眶下弓。

面一对結节是前脑。到鼻腔去的一对嗅神經与前面的一对小結节——嗅叶相連。前脑感受水的不同成份以及食物和其他魚的气味所产生的化学性刺激(圖3)。

視神經通到两个中部的結节中。它們的始端在眼中，能帶給脑以光的刺激。在中脑（視叶）之后聳立着不成对的小脑。小脑調节运动。如果将小脑比拟作在輪船底艙中工作的机械师，前脑則可說是在执行船长的职务。

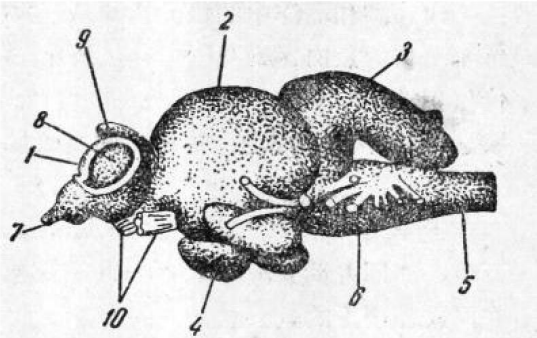


圖3 河鱖腦的側面圖。前腦頂部已切去

1. 前脑； 2. 中脑； 3. 小脑； 4. 垂体；
5. 脊神經； 6. 除去腦神經的延腦； 7. 嗅叶； 8. 紋狀体； 9. 腦上体； 10. 視神經交叉。

在內部器官中，我們找不到肺，因为魚沒有肺；但是有一个壁薄而充滿气体的鰓，鰓可呈单室式或复室式，有些魚类的鰓以細管与食道的背壁相連；另一些魚类的鰓則不与食道相連接。“閉鰓”的气体是由鰓的內壁分泌出来和吸收回去。“通鰓”的气体則只要魚由水中伸出了口便可将空气收集在咽部，并使之經過食道而进入鰓中，鰓壁放松，則可使空气以相反途徑由鰓內排出。

鰓使魚更易保持在水表面。减少鰓內气体数量，魚就可以迅速地潛入深層。但是必須附帶說明一点：并不是所有的魚类都有鰓。很有趣的是，有些魚的鰓还可作为呼吸器官。通常魚类是呼吸溶解于水中的氧气。水經過口入咽部，当水充滿了时，魚使水通过裂穿于咽壁两侧的鰓裂（鰓管）而排出。鰓裂的外緣，圍繞着紅色繖狀的鰓叶。鰓叶中有稠密的微血管网。微血管中的血液吸收从水中渗透进的氧气。鰓是魚的呼吸器官，除了有在水中呼吸的特性外，魚类的生活特性和构造——魚类有机体与人类有类似之处，

我們研究了魚类之后,也可知道人体的許多知識。同时,魚类还是作为人們食物的最重要的自然产品。

河、湖和海洋中的魚类資源是巨大的人民財富。世界市場上每年出售的魚肉达到 90—100 亿公斤,亦即 1000 万吨。它的营养价值相等于 6500—7000 万头牛的价值。苏联为漁撈量上丰产的国家之一,而按自然資源,亦即按魚类資源來說,有可能远超过任何一个国家。

近年来,苏联漁業从全部水域中每年平均的魚产量达到 175 万吨,亦即占世界漁撈量的 11.3%。这是可以闡明我国魚类富源在国民經济上的巨大意义,因此普及魚类生活特性的知識将会促进我国魚产量的繼續高漲。在目前我們的工作任务是最广泛地将这类知識付諸于实践。

人們在很久以前就注意到了魚类的异常多样性,它們身体上的閃光和变化多端的顏色,它們令人难解的大量出現和突然消失,中了某些魚类肌肉的毒和被它們的刺所刺伤等等駭人听聞的后果,以及使人惊奇与費解的魚类电击現象。古代,人們就已經找到了魚类各种器官的医用治疗特性,为沿岸出現巨大魚群的突然出現所驚訝以及对魚类的迁移的原因創造了許多假說。

* * *

南方城市的魚市場是以場面馳名的。讓我們看看那不勒斯(Неаполь)的情景。在这里,一目了然地看到了地中海的魚类富源。“挤过人群,——海洋专家 K. 凱勒* (Келлер) 写道,——你可見到来自喀普里島,来自伊什亞島或者索連托 (Сорренто) 灣的極其众多的駁船 (барка),滿載着最味美的魚;船中載滿了大量的多鋸鯛 (многоколючники)、鯖 (макрели)、有斑点的大海鱈 (пятнистая мурена)、暗青色的康吉鰻 (морской угорь)、寬闊的鰐类 (скаты) 和巨大的鯊类 (акулы),一筐筐地从卸貨脚船上卸下;狡猾的商人帶領着他們占有的担夫迅速地跑到停在岸边他自己的駁船上,各种

* K. Келлер, 海洋生物 (жизнь моря) СПб., 1911.

各样的人群从早到晚在岸边跑来跑去。广场上充满了叫喊、招呼、拍卖与詈罵的哼叫声，——在这种喧嚣之中，也可以意念的听到大城市巨大胃口的呼声，这个胃口正期待着海洋的丰富礼物来喂饱它。

神經衰弱的人們居留在这里并不特別愉快，因为整个五官，特別是嗅覺和听觉必須經受得起严重的考驗。”

我們苏联的漁夫們，捕魚所表現出的至为动人的場面是無可比拟的。我曾經不止一次到我国黑海諸城市漁民的魚筐中觀賞海魚。剛剛被捕获到的鯖、鯷或者鰭針魚，它們的真珠似的鮮艳色彩使得你目不轉睛；使你难以遏制为眼前的肥大如一整条猪似的巨大鱈魚所驚訝。在里海—伏尔加魚品加工厂里，正在緊張进行加工的大量魚也会使你感到驚訝。

現在讓我們談談魚类的研究历史。紀元前四百年，亚里士多德就开始了魚类的研究，他把魚类放在他的动物分类系統中，并且給以定义是：卵生，胎生者較少，体被以鱗片或者裸露，無足，用鰓呼吸和水中生活的动物。亚里士多德記述了 117 种魚，因此推动了后来称为魚类学（即研究魚类的科学）的这一动物学科的發展。

普利尼（Плиний，公元 23—79 年）在他的“自然历史”（Естественная история）一書中，曾經力圖使与他同时代的人注意到魚类的实践意义，他記述了許多有关魚类奇怪的幻想的特性，但是，在普利尼的著作中，魚类的科学研究并没有比亚里士多德前进一步。勤劳的希斯內（Конрад Геснер），仿效普利尼的方式，搜集了許多当时流行的有关魚类的故事，因为这些故事有許多是根据漁民的認識和經驗而产生的，所以故事本身有时是真实的，而解釋則是荒誕与不合乎科学的。例如希斯內提道，从深水中捕撈起来的鱈魚，形状很特殊，但是对这一事实却作了不正确的解釋。他写道：“漁民有一个关于日内瓦湖的傳說，——根据这个傳說，冬季落网的鱈魚，当强制地拉到水面时，鱈魚口腔中伸出一种紅色小囊，

漁民認為这种現象是鱸魚憤怒而产生的。”

只是到了 19 世紀，动物学家集博尔德（Зибольд）才解釋是这样一回事：“我在从很深的博甸湖里捕撈起来的全部鱸魚中，……观察到它們的口腔里塞滿了一种类似膨脹的舌的奇异物体；其中有些魚的这种物体甚至伸出口外。最近的調查研究，我才相信，这种尖圓形的紅色物体并不是什么別的东西，而是該凶猛魚类向外翻出的胃。在剖开体腔之后，我进一步地了解到，当鱸魚从 60—80 米深水層捕起时，由于空气的作用，鰓壁便自里往外大大的伸延与擴張。終于使鰓壁破裂因而空气进入腹腔，这样就有可能产生了胃翻到口腔中的現象。”

現在我們知道，生活在極深的水層中的魚的鰓中所含的混合气体，是受水压力和大气压力所压縮的，在大洋底層，这种压力是很大的*。希斯內所提到的，漁民对于从深水層捕起来的鱸魚的、形状的解釋是極其幼稚的。虽然如此，普利尼和希斯內的著作也含有許多真实可靠的材料，因此在文化史上有很大的价值。

魚类学这門科学，只是从欧洲历史上的資本主义时代初期才發达起来。黑海習見的鰕針魚类的拉丁文名（Belone）就是为紀念当时（16 世紀）最早魚类学家之一——法国动物学家比隆（Belone）而保留下来的。比隆的“魚类学”著作中，把所有用肉眼可見到的水生动物都放在內。在魚类的分类上，他并不比亚里士多德准确。他把河狸（бобр），水獺（выдра），海豹（тюлень），河馬（бегемот），鱷魚（крокодил），蛙（лягушка），以及甚至莫明其妙地把蜥蜴类的避役（хамелеон）等都划分入“魚类”部分里。比隆并没有把海龙和海馬（морская игла и конька）放进魚类，因为他認為这些动物是海洋中的廢物。

* 6000—7000 米深水層的水压力等于 600 大气压力。

法国学者龙杰里 (Ронделе) 和意大利学者薩里維安尼 (Сальвиани), 也在同一世紀出版了有关魚类方面的著作。17世紀出現了美洲魚类的著作。在巴西工作过的馬尔克格拉夫 (Маркграф) 医师和皮佐 (Пизо) 医师所編著的“巴西自然历史”(Естественная История Бразилии) (1648) 中, 記述了巴西的魚类。英国学者維律格比 (Уиллугби) 和烈伊 (Рей) 出版了他們的“魚类历史”(История рыб) (1636) 一書, 這本書已經力圖保持有在魚类和其他动物分类中較合乎科学的物种概念了。这一概念是烈伊所构成的, 并且成为了林奈(18世紀)所創立的分类基础。

林奈的朋友, 阿尔切季 (Артедь) (1705—1785), 在他所著的“魚类学”一書中, 提出一种新的魚类分类法, 具备了种和屬的較为确切的划分。他記述了 72 种魚类, 并将它們分为 45 屬。林奈将阿尔切季的分类法稍加变动后放在他所著的“自然系統”(Система природы) 一書中。

后来, 到了 19 世紀, 居維叶 (Cuvier) 和他的同事瓦朗西揚 (Valenciennes) 完成了一部巨大的著作。他們記述了几千种魚, 創著了許多卷著作“魚类自然历史”(Естественная история рыб)。第一卷出版于 1828 年, 居維叶是一位比較解剖学家, 因此, 他了解到, 在分类上絕不可以滿足于——像过去所已达到的——仅只指出魚类的外部特征。

魚类的分类研究就按照这样的方向进行了。繆勒尔 (Müller) 应用了他广博的魚类解剖学知識, 重新审定了魚类的分类, 并且改造了魚类的分类。英国博物館 A. 根德 (Günther) 接受了这种分类法, 記述了該博物館数量極多的一套魚类标本, 这套“大英博物館魚类录志”(Каталог рыб Британского музея), 共有八大卷。

当时, 达尔文的进化学說創立了魚类的进化概念, 說明了魚类血緣的相互关系、魚类的起源問題与系統發生路綫。达尔文对魚类学的影响首先是在于, 第一次开始把魚类的名字放在較高的位

置，并且把較低等的古代魚类和較高等的近代魚类区分开来。在过去的著作中，則正好相反，把魚类放在較低等的位置。其次，他提出了魚类系統發生問題，亦即开始了魚类类群（группа）的起源以及魚类的血緣关系的研究。从此魚类学与古生物学，以及与形态学的联系逐渐地巩固起来了；分类学家們开始力求尽可能搞得更多的魚类外形和内部结构的特征。布倫格（Boulenger）（1904）、利耿（Regan）、古德利奇（Goodrich）、約旦（Jordan）（1923）等的分类就屬於这一学派。

形态学家和古生物学家們（А. Н. 謝維爾錯夫，Л. С. 別尔格和許多学者）的著作对魚类分类上的許多問題产生了巨大的影响。

在革命前的俄国，科学院就已經拿出力量来从事祖国境内水域的魚类研究。П. С. 帕拉斯（Паллас）院士和 18 世紀的其他院士，曾經忘我地进行了长途的旅行，他們的著作是关于俄国丰富的魚类資源的首次科学报导。在帕拉斯院士稍后不久，格梅林（С. Г. Гмелин）、列彼兴（И. И. Лепёхин）等对俄国，特别是西伯利亚和外貝加尔的魚类富源进行了研究，后来，諾爾德曼（А. Нордман）記述了黑海和黑龙江的魚类。19 世紀 50 年代，К. 拜尔（К. Бэр）院士和达尼列夫斯基（Н. Я. Данилевский）合著的七卷巨著——“俄国漁業研究”出版了。К. 拜尔院士完成了新地島的旅行，因而奠定了以后的魚类学著作的新的开展。

喀斯列尔（К. Ф. Кесслер）报导了黑海、里海和咸海的魚类，格利姆（О. А. Гримм）研究了里海和伏尔加三角洲的經濟魚类。德波夫斯基（Б. И. Дыбовский）指出了貝加尔湖和黑龙江流域的魚类类群中特有的种类。薩邦涅夫（Л. П. Сабанеев）总結了俄国河川与湖泊魚类的研究。索尔达托夫（В. К. Солдатов）使我們丰富了黑龙江鱒科魚类与鮭科魚类的知識。克尼坡維奇（Н. М. Книпович）研究过巴倫支海魚类，并且調查了里海和黑海的魚类。在更早以前，格列布尼茨基（Гребницкий）就已闡述了遙远的康曼

多群島魚類的特有區系。

19世紀末至20世紀初，俄國的魚類學方面，就已經涌現了具有淵博知識與豐富實際經驗的大批科學工作者。在這些科學工作者中必須特別提出的有：對北部諸海進行了許多研究的 К. М. 捷留金 (Дерюгин)，對遠東諸海進行過研究的 П. Ю. 什密特 (П. Ю. Шмидт) 和 Л. С. 別爾格，別爾格精細地編寫了魚類區系綜合性記載一書“蘇聯及其鄰國的淡水魚類”(1932—1933)，該書在蘇聯曾重版幾次。

Л. С. 別爾格 (Берг) 在 1940 年出版的“現代和化石魚類及魚形動物的系統”(Система рыбообразных и рыб, ныне живущих и ископаемых)* 一書，該書對全世界各科魚類均作了概述，必須承認作者在這方面的巨大功績。蘇聯魚類學家們的研究看來，蘇聯各海洋的魚類成員並沒有與世界的魚類區系隔離開來的任何顯著特點。因此，我們將來可能得到就像在鄂霍次克海發現真正的深海魚類那樣的意料之外的發現。

* 此書名或可譯為“現代和化石魚形動物及魚類分類學”，其中譯本將由科學出版社出版——譯者。

水环境的一般生活条件

水是鱼类通常的生活场所，和水一起鱼类广泛地分布于全球。在地球表面的五亿一千万平方公里面积中，有三亿六千一百万平方公里，即约为 71% 为大洋和海水所占据。为了对地球上水层的整个面积得到一个明确而清楚的概念，还必须在海洋的面积中加上在剧烈变动着的湖泊、河流、沼泽、溪涧等的水的面积。

大洋和海中的生物可分为三个基本类群（圖 4），浮游生物（планктон）多半是被动地随水流而移动的一类小型生物。海底生物（бентос）是在底层游动或者固着于海底，以及在海底沉积物中进行穿掘的种类。最后一类自游动物（нектон），它们是有能力在水层中进行独立游泳的一类动物，其中以鱼类和水生哺乳类为主。我们把水的沿岸地带称为潮汐带（литораль）。水位变动

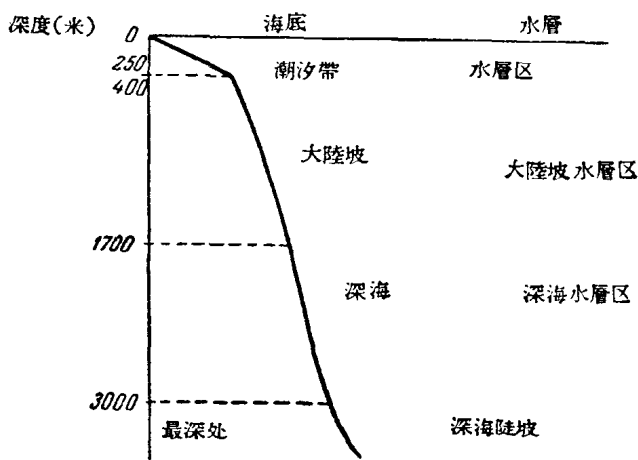


圖 4 大洋中生物的垂直分布圖解

时，潮汐带的生物时而在水中，时而岸边。我們所熟悉的动物，正是終生生活在沿岸潮汐带与拍岸浪的波与浪花所及地带的动物。通常由潮汐带底層到250米深处是逐渐下降的（这就是所謂大陆棚 *континентальная ступень*）。大陆棚以下海底坡度开始急剧地向下傾斜。在潮汐带的深处便見不到海藻了，而在較近岸处，在較淺的亚潮汐带（*сублитораль*）藻类則很發达。

大陆棚以下，进入深海的斜坡，称为大陆坡（*батиль или пре-абиссаль*）；大陆坡的深度是250米到1,000—1,700米之間。大陆坡以下到最深处称为深海或海盆（*абиссаль*）。海底动物（底栖生物）即分布在大陆坡和深海內。200米以上的浮游生物分布区称为水層区（*пелагиаль*），而紧接此区以下的水層則称大陆坡水層区（*батипелагиал*）。

大西洋的最深处發現于波多黎各島附近，深度是8,525米。太平洋的最深处在岷达諾島附近，深度达10,800米。印度洋最深处是7,000米。

不能認為最深的地方就是大洋的中心区域。

在大西洋，从冰島向南，沿海底有一条很高的海岭（*вал*），在海岭上方的深度是1~3千米。而海岭的兩側，深度則超过5~6千米。海岭的南端，繞过非洲后，轉向东面与印度洋的海岭相会合，沿此海岭可达到阿拉伯。在太平洋方面，西部有一条由新几內亚延伸到新西兰的海岭，这一条海岭在繞过澳大利亚后，則向南到达南極洲。有人推测到太平洋的东部亦应有形状極复杂的海岭。

世界海洋（亦即全部大洋与各大洋所屬的海）的整个海水容积是很巨大的，約等于13亿立方公里。大洋海水的平均盐度，測定的結果是每1,000重量单位海水含有35重量单位的盐分（1,000立方厘米海水含盐份35克）。海水中盐类成份包括了有机体成份中所有那些大家所熟悉的基本的化学物質，如碳、氢、氧、氮、硫、磷、氯、鉀、鈉、鈣、鎂和鉄。

在热带地区，大洋的表層水温可升高到 32°C ，而同一大洋的深層水温則經常保持 2°C 。兩極地区，表層水温可冷到 -10°C 。但是通常当水温为 -1°C 时，兩極的大洋面就形成了薄冰層。

生物在大洋中的分布是不均匀的。暖的深海中生物很丰富，例如地中海的水温不低于 13°C 。生物大量地群集在具有咸水流入的很温暖的海灣和海峡中，以及在那些深層海水上升到表層所引起的水下脊層的海礁处。这种海水带着丰富的能促进水生植物繁茂生长的营养盐，同时也促进了动物的繁荣生活，在極帶的大西洋和北冰洋，这种地方叫做極鋒綫（линия полярного фронта）。

在这种地方，寒冷的表層水流潛入深層，随着水流兩極冷水性生物甚至于可能进入热带大洋的底層。位于極鋒綫的地区，經濟魚类最为丰富。

大洋的中心区域称为大洋荒野（океаническая пустынь），这个名字对亚热带特别合适。大洋荒野的浮游生物和海底生物是很貧乏的。从3,000—5,000米水層，深層网在数万平方米面积中所采得的各种动物总共只有20—100种。同时，世界性大洋有四分之一的面积还要更深。在这里，光过强与温度过高对于作为其他生物营养基础的浮游生物是不利的。大洋荒野的浮游生物大半是降落到50—200米，甚至于更深的水層中。

在大西洋西部，从赤道以北，巴哈馬群島和亚速尔群島之間形成了唯一的極其特殊的条件，大洋的这一部份，表層布满了从加勒比海沿岸强大的拍岸浪所带来的漂浮着的藻类。环流把这些藻类带到上述被称为馬尾藻海（саргассовое море）的区域。哥倫布曾橫渡过藻海，并且对于該海大量的藻类和生活于其中的蟹类感到异常惊奇。藻海的魚类也适宜于生活在藻类之中，这些藻类保护着它們免受高热和过强的光。飞魚类（летучие рыбы）、刺魷类（ёжи-рыбы）、鱗魷类（спинороги）、海龙类（морские иглы）

等都是藻海中習見且数量很多的魚类。藻海的北部栖息着大量的美洲鰻和欧洲鰻，这些鰻是从欧洲沿岸和北美沿岸到此地来进行产卵的。無数的仔鰻在藻海中孵化出来，并且要在藻海中停留一些时候。

水中溶解氧的含量对于水生动物的生活具有决定性的意义。大气是水中氧的来源，此外当水生植物受到白昼的陽光的作用时，亦給水补充一部份氧。河水也把氧带入海中。海流使得氧气分布到海洋的各个水層，甚至到达最深的深海。因此，在大洋中缺氧的赤道地带的所有水層中，都还有生物生活。

但在水中發生有硫化氢的地方，动物便不能生存。挪威沿岸很深的海灣（菲奥尔德 Фиорды）由于很高的海檻（барьеры）隔断了海灣深層的海水与大洋的联系，妨碍了与大洋水进行充分交换，因而在这些海灣的深層便沒有动物。在黑海由于硫化氢的有害影响在 100—200 米深处以下就可觉察出来，而这里只有細菌才能生存。其中以分解海水中的硫酸盐而产生硫化氢的硫磺細菌（серобактерия）占绝对多数。而有机物質的腐化則占次要地位，由于有机物質腐化而产生的硫化氢还不到黑海中硫化氢总数的 1%。

湖泊，也像海洋一样，可划分为沿岸区和水層区，水層区的底是湖底区。沿岸区以上为水进入湖下地带的岸边地带。这种划分法对于大型湖泊是很清楚的。但是湖泊可能由于沿岸区植物的丛生而縮小以及因沉积而变淺。湖泊可以逐漸变成带有沿岸地区性質的水池。水池进一步变淺則成为沼澤地，在沼澤地中，已經不可能有水下沉水植物，而大半是挺水植物。位于气候温暖地区的相当深的湖泊，底層密度最大的水的温度約为 4°C 左右。夏季表層水温較近底層为高，冬季則較近底層为低。秋季發生了所謂对流性水流*：密度較大的表層冷水潜入深層，而原先在深層的水則上

* 对流（конвекция，拉丁文——轉移）是流体通过变热了的質点（нагретые частицы）的移动而傳播热能的現象。

升到表面上来。于是整个湖水深層的水温逐渐完全变成 4°C 。但是，在初冬以后，这种情况就为稳定的冬季水温分布所代替了。

春季，冰融解后，水从湖表面开始变温，在温度达到 4°C 时，密度最大的表面水層沉入深層。因此又重新产生对流性的水流。上面所談的水温的分層現象是温带湖泊的一种典型特性。風可以加强水層的混和，但是当風刚开始吹时，只是对表層水产生作用，使表層水温变得均匀起来。而表層以下各層水温則仍然保持照旧。这样就产生了温变層，而温变層的水温則与表層水温有着極大的差别。温变層可以保持整个夏季，不过温变層出現的位置越来越深，以至到达湖底。

在波罗的海型的平原湖泊中，温变層中亦可看出氧变層的現象。温变層以上氧很充足，因为大气和綠色植物均供給这一層以充份的氧。温变層以下的水中氧气就很缺乏了，因为大气距离这里很远，同时，植物所需要的光在这里也已很弱了。亚高山型的深水湖泊則沒有氧变層現象。在腐植土質性湖泊中，由于水中含有大量的植物殘体，因此也有氧分布的分層現象。

波罗的海型的湖泊对于生物的發育最为有利，魚类在这里可以得到丰富的食料。在亚高山型湖泊中，魚类的食料很少，而腐植土質湖泊中的魚类食料則还要少。在这些湖泊中水的透明度很小，水色往往为由黄色到褐色的各种色彩。

河流的上游發源有由山地流下的小溪或者由沼澤地聚集而成的小溪。生活在这些小溪中的魚类，沒有彩色漂亮的各式各样品种。在河流中游，水底植物紧貼着水流緩慢的岸边生长。河流的流动性形成了一些不同于湖泊和海洋中的生活条件。河流中水温和含氧量的分布就不同于湖泊，也不同于海洋，而是均匀的；底層和表層水温或者一致（在冬季），或者区别很小。

热带湖泊的水温，不論表層和近底層都很高。例如非洲的尼

亞薩湖，在 12 月，表層水溫為 30°C 左右，而 193 米深处的水溫則為 22.75°C 。生活在熱帶湖泊中的魚類，是極其多種多樣的並且與熱帶海洋魚類保持着較為密切的親緣關係。熱帶地區的河川情況也一樣。按魚種的數目來說，亞馬遜河最多，共有 748 種淡水魚，婆羅洲群島的河川中有 404 種，剛果河約 400 種，尼羅河有 192 種，可是在歐洲總共只有 126 種。

熱帶河川的河口部份，水溫幾乎和海洋的河口前區是一致的。這樣的水溫條件，海洋魚類進入淡水是極其容易的。

大洋島嶼上的河川和湖泊中生活的某些種魚類，無疑地是由古代的海洋魚類進入到河川和湖泊中而形成的。屬於這類的魚有鰕虎魚類（бычки）、鰯類（кефали）、銀漢魚類（атерины）。

魚類對於水的鹽度關係是極其多種多樣的。死海由於鹽度過高而使得生物一般都不能生活。因此在死海中沒有魚類。在正常鹽度為 39.58% 的地中海的 350 種魚類中，進入到鹽度為 17—18.3% 的黑海中並且已適應於在黑海中繁殖的種類，據推測總共有 74 種。

水域中光照的強度有很大的意義。一部份陽光從表面反射出去，另一部分則為水所吸收並消失在水中。紅光最先在不深的水層中被吸收，而後藍光和綠光能射入深度達 1,000—1,700 米的水層。在湖泊中，陽光則沒有射入這麼深，例如日內瓦湖，在 200—240 米深的水層中就已見不到陽光了。當然，陽光射入的深度是與水的透明度有關的。稠密的浮游生物、礦物質微粒所產生的混濁度和腐植土質性湖泊的水色均降低了透明度。

陽光首先是沉水植物所必需的。沉水植物也像陸生的綠色植物一樣，沒有陽光就不能生存。表層水透明度很低就會妨礙生活在下層的植物營養與生長。

大洋中深度到 100 米的水層還有充足的陽光，這一水層叫做多陽光層。這層是藻類充份發展的地帶。多陽光層以下到 500 米

深处是中陽光層。适宜于生活在弱光条件中的藻类都集中在这一水層，而在 500 米深度以下則不見藻类了。

到 1,500 米深为止只能透入更为微弱光綫的少陽光層。只能采用很敏感的照相底片进行的精細調查，才得到証明，深 1,500 米的水中还有光綫射入，不过光綫已非常微弱了。

最后，少陽光層以下，則是永久無光的黑夜，亦即無光層。無光層連陽光的痕迹也沒有了。但是我們不能說这里沒有光。因为这里有由發光动物所發出的閃光，不过这类光的强度，一般說來是極其微弱的。可是畢竟是有了这类光才使得动物能看得見它們的捕食对象和它們的敌人，以及識別异性的个体。

通常帶有适应性質的魚类顏色，是依賴于某一水層的光綫强度和光綫性質而轉移的，某一些魚类由于具备了这种性質的顏色而不易被它們的捕食对象所覺察出，另一些魚类則可借此而得以躲开追击者的視綫。

水域深处的黑夜較水面上結束得迟而开始得早。在馬得拉島的錨地，不过在 40 米深处，白天就縮短了将近 10 小时。再深处則根本就沒有白天而完全为黑夜所控制了。水面所反射出的光量，在夏季正午是極小的，但是随着太陽偏向地平綫的角度而增加。而射入水中的光量則随着日落而减少。

天空的淺藍色是光綫受大气中最微小的塵粒的反射以及光的散射而产生的。水的淺藍色則是水的本色。水中的混和物可以改变水的本色，同时也降低了水的透明度，当然透明度并不是絕對的。海水的最大透明度出現于藻海。水可以吸收透过水中的光綫，但是对于不同顏色的光綫，吸取的程度則有不同。

海洋首先吸收光譜中的紅外綫和紅光，用曾經以精密的物理仪器研究过这个問題的苏联海洋学家 В. В. 舒列金 (Шулейкин) 的話來說，深水生物沒有白天。射入水中的光綫是透过厚达数千米的藍色和青綠色滤光器而透入的。