

热带鱼类生态学

[英] R. H. 洛-麦康内尔 著

科学出版社
丛书

科学出版社

9.4

内 容 简 介

本书是英国出版的《生物学研究》丛书之一(第76册),是一本较通俗的科普读物。作者汇集了大量有关热带鱼类的调查研究资料,内容共分六章,对种类繁多的热带鱼类群落的进化发展、生活行为、栖息环境及其保护和利用等问题作了简明扼要的描述。读后对热带鱼类区系可有一个较明确而完整的概念。

本书可供有关学科的研究人员和大专院校师生阅读,对从事渔业工作人员也有一定参考价值。

R. H. Lowe-McConnell
ECOLOGY OF FISHES IN
TROPICAL WATERS

Edward Arnold, 1977

热带鱼类生态学

〔英〕R. H. 洛-麦康内尔 著

林特溟 孙儒泳 译

责任编辑 朱博平

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1982年4月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1982年4月第一次印刷 印张: 3

印数: 0001—2,600 字数: 65,000

统一书号: 13031·1874

本社书号: 2547·13—10

定价: 0.50元

总 序

当前要使一本教科书既能概括整个生物学领域，又能充分反映其最新成果，这已经是不再可能的了。同时，中学和大专院校的师生们还需要掌握这个学科的最近动向和了解哪些领域有了重大发展。

为了满足进一步探求这些知识的需要，几年来我们生物研究所主持编辑了这套小丛书，题目由专门编辑小组精心选定，并受到中学和大专院校师生们对这套小丛书的热情欢迎，这就表明这套书的选题范围，特别是在研究方面和观点的进展方面，以及阐述简明而内容新颖，对读者是具有实用价值的。

这套小丛书的特点是注意研究方法，并尽可能为实际工作提出建议。

作者和本研究所主管教育负责人欢迎读者批评。

生物研究所 伦 敦

前 言

自古以来，鱼类就是热带国度里的主要食源之一。近年来，随着世界人口的迅速增长，人们也大大地加快了热带地区渔业发展的步伐，而渔业的发展又促进了鱼类生态学的研究。鱼类生态学研究包括下列内容：现有种类及其种群动态、生长率和繁殖率、营养（食物）联系和死亡原因。这些研究清楚地说明了热带地区和温带地区的生态环境是多么不同。

温暖、清澈的热带海洋和五光十色、绚丽多彩的珊瑚礁群落在强烈地吸引着人们，许多生物学家都在研究自然条件下和人工水域中鱼类的行为。

在现存脊椎动物中，鱼类是最古老和种类最多的一大类群。在许多鱼类中呈现出来的奇异的适应辐射，引起人们对了解进化机制方面的极其重要的研究。

有关的研究成果相当零散，而在各类刊物中发表的许多资料又不易弄到。为了便于学习研究，作者在这本入门书中把资料汇集起来，并用它们来阐明在热带水域中鱼类群落的发展、行为和演化，以及影响其利用和资源保护等方面的观点。

R. H. 洛-麦康内尔 1976

目 录

总序

前言

1	鱼类区系和环境	(1)
1.1	热带鱼类区系的复杂性	(1)
1.2	鱼体构造与生活方式的关系	(3)
1.3	资料来源	(4)
1.4	热带海洋鱼类的分布	(5)
1.5	海洋环境的划分	(7)
1.6	热带淡水鱼类及其分布	(11)
2	海洋鱼类的研究	(14)
2.1	上涌水流区的鲱亚目鱼类	(14)
2.2	公海中海洋上层带的鱼类	(20)
3	底栖鱼类的研究	(27)
3.1	影响底栖鱼类的因子	(27)
3.2	大陆架上拖网捕鱼的调查研究	(31)
3.3	高低不平海底的底栖鱼类研究	(39)
4	珊瑚礁群落中的鱼类：水下观察	(44)
4.1	环境及其影响	(44)
4.2	珊瑚礁鱼类区系的成带现象	(46)
4.3	营养联系	(48)
4.4	近岸肉食性鱼类的昼夜活动和行为	(52)
4.5	珊瑚礁鱼类的现存量	(54)
4.6	珊瑚礁鱼类群落的补充量	(54)
4.7	珊瑚礁鱼类的领域性行为	(56)

4.8	雀鲷的社群行为	(58)
4.9	鱼类“清洁工”的行为	(60)
5	淡水鱼类的研究	(64)
5.1	江河里的鱼类	(65)
5.2	人造湖的生态学变化	(70)
5.3	非洲的大湖及其鱼类和渔业	(72)
6	热带鱼类的利用和保护	(75)
6.1	热带对世界捕鱼量的贡献	(75)
6.2	鱼类群落的类型和对其保护的必要性	(81)
附录		(86)
译后记		(89)

1 鱼类区系和环境

1.1 热带鱼类区系的复杂性

鱼类是脊椎动物中最古老和数量最多的一个大类群。现存鱼类大约有20,500种,包括五百种板鳃鱼类和二万种硬骨鱼类,它们主要生活在世界各地的温暖水域中。在暖海大陆架上水深不足200米的地方生活着约八千种(占鱼类种的总数40%);与此形成鲜明对照的是,在冷海中条件相似的栖息环境里大约只有1130种鱼(占5%)。淡水鱼种类多得惊人,共约8275种,占鱼类种数41%,它们主要分布在热带广阔的江河湖泊中。在南美洲的亚马孙河水系里有一千多种鱼,非洲的扎伊尔河(刚果河)中的种类也接近这个数字;相比之下,北美洲的密西西比河水系里的种类就少得多,只有250种。东非洲的每个大湖里都有大约200种鱼,其中大多数是某特定湖中的特有种类,而全欧洲已知的鱼类仅有192种。

热带动植物群落都具有种类繁多和相互关系极其复杂的特点。温带地区的动植物群落正好相反,在那里,物种的数量少,而个体的数量却很多。鱼类区系符合这个总的生态规律,无论在科内和环境中都是这样。在热带水域里,同一科的许多种鱼往往生活在一起,相比之下,在温带同科的种类在一起的就少。在珊瑚礁里,一年四季的条件都很稳定,那里的动物区系比任何其他群落生境的都更复杂。但是,在营养物质有季节性波动的地方,例如在上涌水流地区,鱼类区系就比较贫乏,就象温带地区的情况一样,那里可能只有

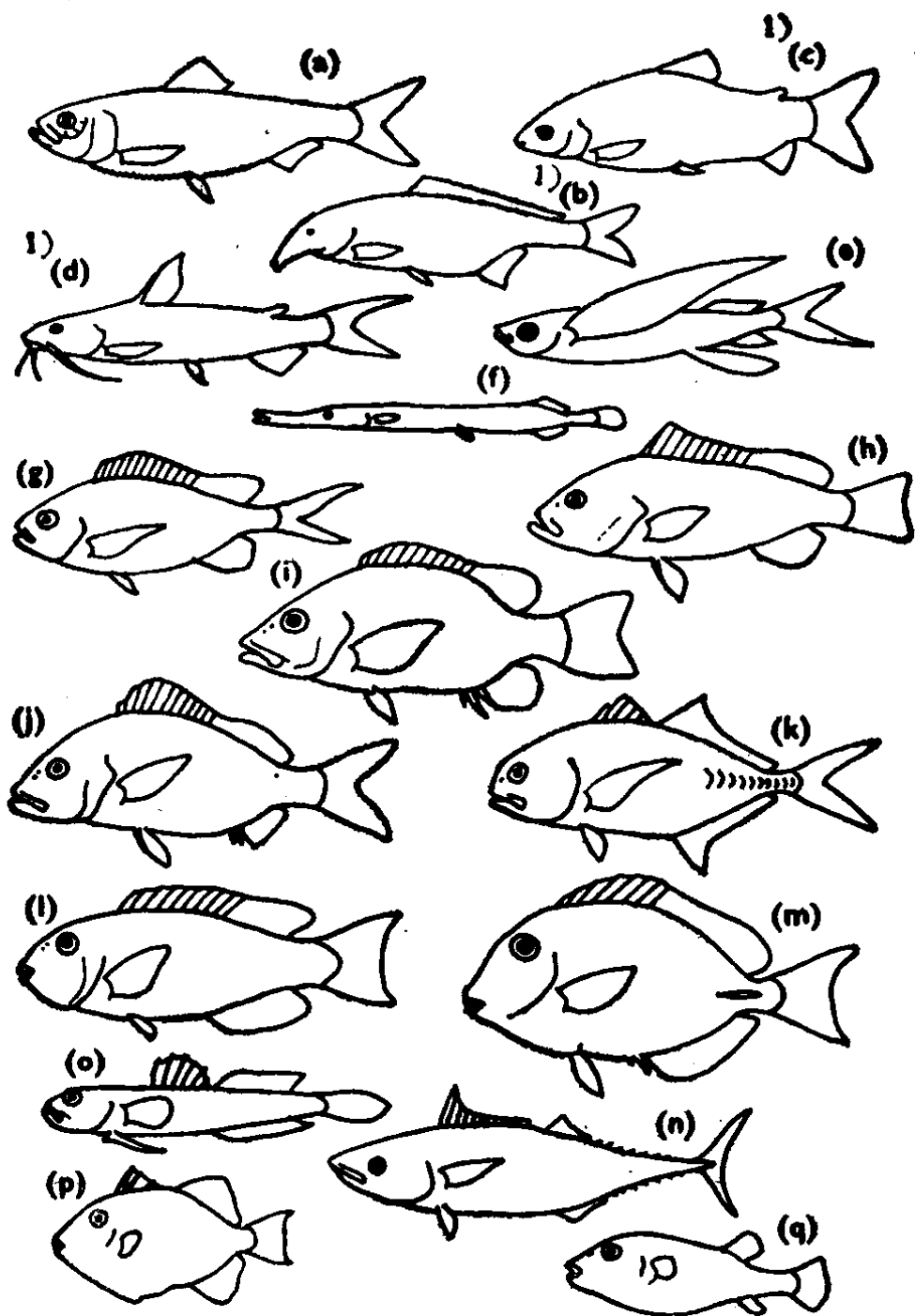


图1-1 热带鱼类群落中的主要鱼群。其中大多数身长在10—60厘米之间，例外的有刺𩚰虎鱼、雀鲷(少于10厘米)和鲈类、鲭亚目鱼类、某些鲹科鱼类(60厘米以上)。1)表示淡水鱼。

(a) 鲱科，鲱鱼；(b) 长颌鱼科；(c) 脂鲤亚目；(d) 鲶科，鲶鱼；(e) 飞鱼科，飞鱼；(f) 管口鱼科，管口鱼；(g) 雀鲷科，雀鲷；(h) 鲈科，鲈鱼；(i) 笛鲷科，笛鲷；(j) 石鲈科，石鲈；(k) 鲹科，鲹；(l) 鹦嘴科，鹦嘴鱼；(m) 刺尾鱼科，刺尾鱼；(n) 鲭科，金枪鱼；(o) 𩚰虎科，刺𩚰虎鱼；(p) 鳞鲀科，单角鲀；(q) 鲀科，鲀。

少数几种鱼类占优势。

在数量巨大的鱼类科、种之中，某些种类由于占有优势或具有特殊的经济上或生物学上的价值而居于特殊地位，这些种类就构成了本书的主题，其中有一些为图1-1所说明，它们之间的亲缘关系可见附录。

1.2 鱼体构造与生活方式的关系

对于鱼类，可按其生活方式进行分类。例如，远洋鱼类生活在开阔海洋里，底栖鱼类就以海底或靠近海底的地方为自己的活动舞台。一种鱼的进化地位（如果从外形、身体构造和生理学来讲）与它的生活环境，它的生态和行为都有密切联系。分类系统（见附录）表明进化关系，它会告诉你某一物种的许多有关身体构造和大概的生活方式。具有软鳍条的鱼类（如鲱科的鲱鱼）通常被认为比有棘鳍条的鱼类（如鲈科的鲈）原始。在进化的长河中，鱼类的身体不断发生变化，其中包括许多使得它们更加机动灵活的变化：腹鳍向前移位，从鱼鳔通往消化道的管道闭合，也就是由通鳔进化到闭鳔，从而使鱼鳔成为一个流体静力器官；颌骨也发生了变化，上颌骨已不再是嘴裂的一部分，这一来，进化程度更高的鱼类就能向外伸颌，以便利用更多种类多样的食物资源。

许多软鳍条鱼类（如鲱鱼）的构造适应于在开阔海洋里游泳而不受沉重的脊骨和鳞片的拖累，它们只消一张口就能获得各种食物。这些鱼的繁殖习性简单，能产大量漂浮性的卵，而这些卵就在海洋里随波逐流，到处漂泊。另一方面，进化程度更高的棘鳍条鱼类能藏身于礁石之间，还能在狭窄的罅隙中来往穿行，因而获得礁石环境中各种类型的食物。有些棘鳍条鱼类产浮游性的幼鱼，另一些种类（如雀鲷）则有

守护鱼卵的习性，它们每次繁殖后代的数量也相对地少。许多棘鳍条鱼类的领域性的生活方式往往会导致产生互相隔离的地方种群，它有助于产生新的物种，因而在这些鱼类中呈现出引人注目的“适应辐射”。

鱼类的生态和行为能反映其身体构造的类型。许多开阔海洋鱼类在利用最低营养级食物*的过程中特化了，因而为自己开辟了广阔的食源。在食物供应充足的时间和地点里，例如在上涌水流地区，这类鱼的数量通常是十分丰富的。它们中的许多种类生命周期短，在进化中形成了一套迅速繁殖的机制，所以能在食物丰富时生产大量后代，以便充分利用食源。这样看来，在开阔海洋里的上涌水流地区，不失时机是鱼类成功的关键；而对珊瑚礁鱼类群落来说，开发利用多种多样食源的效率就显得较为重要。某些棘鳍条鱼类，例如鲭亚目的金枪鱼科和鲹科是远洋鱼类，它们大多数是大型捕食者，主要以其他鱼类为食物。

1.3 资料来源

热带鱼类生态学的资料，主要来自对具有商业价值的重要食用鱼类的研究，或来自在有珊瑚礁的、清淨而温暖的海水中，利用自戴式潜水呼吸用具潜水、水下摄影、水下电视对鱼类行为进行观察。在淡水中，某些面积辽阔的新型人造湖为人们提供了实验条件。在那里，人们可以亲眼看到江河里的鱼类群落是怎样变为湖泊群落的，还能说明丽鱼科鱼类引人注目的适应辐射是如何出现在天然湖泊中的。人类对池塘鱼类进行过长期的研究，而用水族馆、水箱等人工设备进

*这里指能进行光合作用的藻类。——译者注

行研究就更便于细致地开展观察和实验。

渔业研究的最终目的，在于科学地确定经济鱼类的最适持续捕捞量，换句话说，就是既要达到最高产量，又要持久地利用渔业资源。为此，必须作好关于鱼种现状的调查，考察其种群的动态和研究捕捞的统计资料，掌握其年龄和生长率、性成熟期、生殖力、卵和幼鱼的存活情况、自然死亡原因以及它们的运动等方面的资料。关于《淡水鱼类生产评价方法》的详情已发表在国际生物学事业规划(I B P)手册第三期上，文内介绍的大多数方法都适用于海洋鱼类的研究。但是，在热带水域中开展研究毕竟存在着一些特殊问题，例如在沒有明显季节性界限的赤道水域里，要确定鱼的年龄和生长率往往十分困难，原因是在那里的鱼类沒有季节性的生长标志。温带水域中的情况与此不同，在那里，鱼的生长周期能从鳞片上的“年轮”和骨骼构造(包括骨骼、鳍条和耳石)中反映出来。另外，许多热带鱼类的产卵季节都很长，这就给我们在利用彼得森(Petersen)方法(见图3-3)从鱼的体长分布频率中的众数(mode)*的变化来确定其生长率时带来困难。此外，热带水域中种类繁多的鱼类资源也造成研究工作的复杂化，因为在许多种外形极其相似的鱼类生活在一起的情况下，想要辨别它们可能是十分困难的。但无论如何，某些种类的生长率和生殖地点的不同，对于制定渔业法规来说是很重要的，因为根据这些区别，人们可以鉴别不同的种类。

1.4 热带海洋鱼类的分布

海洋温度是划分海洋动物区系的主要因素。热带鱼类区

*众数是统计学中的术语，指频率分布中出现最多者。——译者注

系位于一年內最低表层水温为 20°C 的等温线之间。在热带两侧，是亚热带鱼类区系，那里的水温不会下降到 $16-18^{\circ}\text{C}$ 以下。 20°C 等温线是呈波状起伏的，它位于北纬 $20^{\circ}-30^{\circ}$ 和南纬 $15^{\circ}-30^{\circ}$ 之间(图1-2)，略有季节性波动。海洋深度、洋流系统、含盐度、含氧量、食物貯存量和其他许多因素都对鱼类区系有很大影响。

热带海洋被大陆块分隔成浩瀚的印度-太平洋和较小的大西洋。世界上鱼类区系最丰富的地方是印度-太平洋的印尼地区，在围绕新几内亚的海域里大约有241科，一千多种鱼类。从地质年代上看，大西洋是个非常年轻的海洋(可追溯到白垩纪，距今仅7500万年上下)，那里的鱼类区系种类贫乏，但西大西洋却是产鱼量最丰富的地方。在更新世连接南、北美洲的陆桥形成以前，那里的加勒比海区是和东太平洋相通的。在巴哈马群岛及其邻近的海水中有代表89科的五百多种鱼类。大陆架的鱼类区系比海洋带和深海栖息地的丰富得多。现在，这些沿岸的热带鱼类区系被四个高度有效的动物地理学屏障分隔开，它们是：(1)新世界地障；(2)非洲地障；(3)辽阔而缺乏陆地的东太平洋深水的延伸；(4)在地质年代上更近代的中大西洋。尽管有这些屏障的存在，但已知的能环绕热带的鱼类仍然有100种以上，其中84%是远洋鱼类，只有14种(五种板鳃鱼和九种真骨鱼)是近海鱼类。

1.5 海洋环境的划分

热带鱼类生态学的大部分资料来源于对有商业价值的鱼类生活史的研究；热带海洋鱼类资源则来自上涌水流地区、沿岸带、有软底床或硬底床的大陆架、珊瑚海和红树林沼泽等许多单独的生态系统，后两种只有在热带地区才能找到。珊瑚

礁只能生长在温暖、洁净、含盐量高的海水里，而红树林沼泽则分布在那些海水被淡水稀释并且泥泞不堪的热带江河的出海口地区和沿岸带。

鱼类是善于运动的动物，许多种鱼在生长过程中要从一个生态系统向另一个生态系统迁移，某些近海鱼类，例如刺尾鱼 (*Acanthurus*) 有浮游性幼体阶段。某些海洋鱼类的幼体和幼年鱼营近岸生活，而另一些大型海洋鱼类，如金枪鱼和枪鱼，却有规律地深入到内陆的江河里去游荡。

下面介绍海洋环境的划分情况。从海水边缘到大陆架边缘的部分叫浅海区，而浅海区外就是海洋区 (图 1-3)。浅海

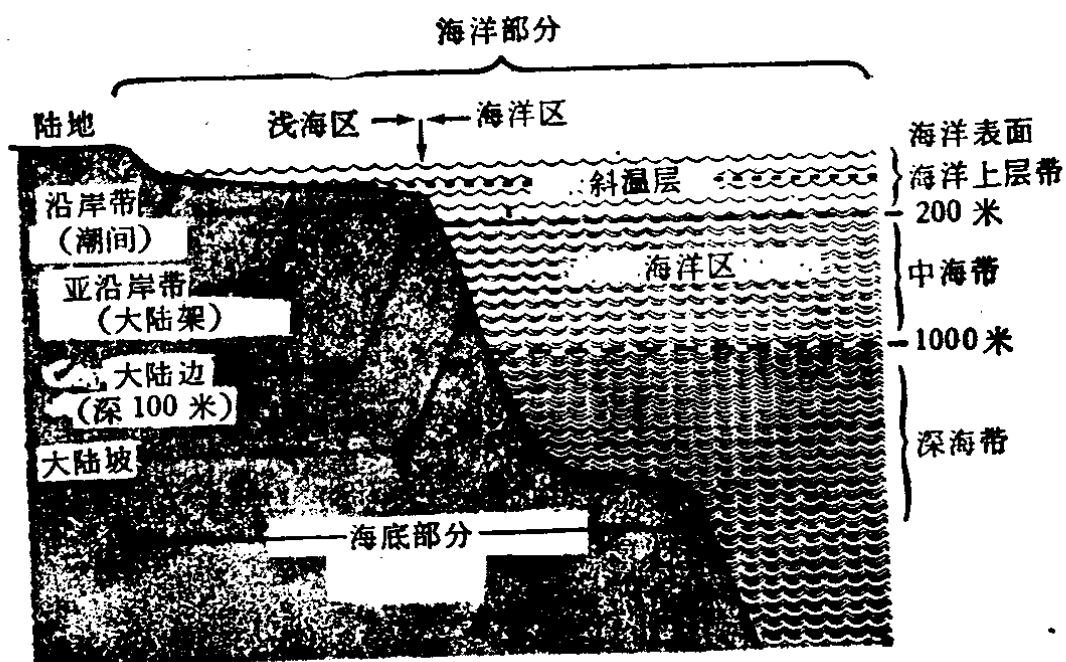


图1-3 海洋环境的主要部分

区光线充足，海水流动性大，波浪、潮汐和洋流的影响使它常常处于较剧烈的运动中，与深海水相比，它的含盐量和水温变化都较大。浅海区的生境类型很多。海底部分包括若干带：(1)沿岸带，又名沿岸潮间带，位于波浪冲击区到上面的高潮线之间；(2)亚沿岸带，从低潮线延伸到水深约 200

米的大陆架边缘；(3)过了大陆架就是大陆坡和深水带。

从一个大陆架延伸到另一个大陆架之间的辽阔的海洋叫做海洋带，在海洋带里，各种条件相当一致，季节性的波动只影响到某一些地区。海洋带的生境类型少，条件随深度的增加而有变化。从水表面到200米深的地方叫海洋上层带，它延伸到浅海带，这里还包括水温高、光线充足、能进行光合作用的光亮带。随着深度的变化，海洋上层带无论在光照和温度条件上都出现了明显的分层现象，另外，这里的光照和温度条件还有昼夜和季节性的变化，海水的运动也相对地快。海洋上层带下面是水深200米到1000米之间的中海带，中海带的光线昏暗，有较小的温度梯度，水温季节性变化小，氧气可能被耗尽，但那里往往能浓集磷酸盐和硝酸盐。深海带在1000米以下深处，它的显著特点是永久性的黑暗、低温（即使在热带地区也不会例外）和高压。我们在这里只讨论栖居于海洋上层带的那些暖水性鱼类。

光亮带的深度随条件不同而有变化。在低纬度地区清静的水里，直射的阳光能透过100米深，而在中纬度地区就只能透过40至50米。尽管在热带清澈的水里，有少量蓝光能透过1000米以上，但在海洋中200米以下的深处毕竟是缺乏阳光的。

由于海面吸热，因而在低纬度地区的海水中会产生一个温暖的表层，在它下面是被覆盖着的较冷和密度较大的水层。在赤道海洋里，多数地区的表层水全年维持在26—27°C之间。热带温度普遍较高，温度上的微小差异也能引起水密度的较大变化。热带海水的温度梯度并不像高纬度地区常见的那样随深度变化而稳步下降，相反地，在表层水下却出现一个明显的、不连续的水层，叫斜温层(thermocline)，在那里，温度随着深度的加大而急剧地下降，虽然其改变量不一定很大。

在海洋带里水深100至500米之间常常有一个斜温层，它的深度随着风的变化而出现季节性的变化。由于地球向东旋转，斜温层就向西越沉越深，在西非洲海洋里，斜温层下沉了十几米至二十米。由于表层水下面较冷的水层是连续的，这就使得某些温带和亚热带鱼类能够从那里横穿赤道，当然还有一个条件，就是它们必须能够在较深的水层中生活，这种现象被称为“热带深潜”。

开阔海洋里海水的含盐量多数在3.4%—3.6%之间，一般来说，生活在这里的鱼类是狭盐性的，它们经不起含盐量的大幅度变化；近海和河口湾的鱼类是广盐性的，它们能在含盐量大幅度波动的环境中生活。许多热带江河水系都向海洋倾注大量淡水，亚马孙河不仅带来淡水，还夹杂着大量污泥，能使距河口100多公里以内的海水染上颜色。

沿岸带和亚沿岸带的鱼类颇受海水运动(包括洋流、潮汐和波浪)的影响。洋流的成因是多方面的，它既是地球向东旋转时风力作用于海洋表层的结果，同时又是海洋本身不同水层的密度差别联合作用的产物。赤道表面洋流每天以大约8至14公里的速度流动。地球旋转时产生的偏向力又叫科里奥利力(Coriolis force)，在它的影响下，北半球洋流呈顺时针(向右)偏斜，南半球洋流呈反时针(向左)偏斜(图1-2)。

海洋食物网的基础是海藻，而海藻的初级生产量又是鱼产量的最根本的依靠。在低纬度地区的表层水里，全年光照充足，气候温暖，因此那里的初级生产量通常受浮游植物生长所必需的有效营养盐类所限制。在纬度较高的地区，冬天的表面冷却作用能促使海水层混合，低纬度地区没有这种作用，所以强烈发挥作用的斜温层常年存在，并成了海水层垂直混合的障碍。由于有机体的尸体和它们的排泄物沉入海底，到了表层水的循环范围之外，这样，光亮带的养料就无

形中减少了。除非上涌水流把富有养分的底层水带上表层，不然的话，那里的生产量就总是处于低水平之中。上涌水流的成因是离岸风，但它也会发生在两股向相反方向流动的洋流相汇合或分开的地区，就象赤道洋流和逆赤道洋流在太平洋上的情况一样(图 1-2)。在低纬度地区，上涌水流出现在沿大陆的西海岸，从而取代了向西流动的赤道洋流的表层水。

对整个热带来说，无论在什么地方，只要有持久存在的斜温层，那里的生产量就总是低的，马尾藻海的情形便是其中一例。虽然热带地区的生产量低，但它却能持续全年，并且有生产量的范围能达到比高纬度地区更深的水柱中。再说，温度一高，生长率就必然很快，生命周期也就短，因此，这里的周转率是很高的。正因为这样，许多热带地区的年总生产量要比温带海洋的高得多，或许能高五到十倍。在一些温带海洋里，全年的生产量可能相当恒定，但每当季风引起水循环发生巨大变动或出现季节性上涌水流时，海水中的养料就会季节性地急剧增加，随之而来的必然是生产量的迅速上升。在温暖的热带海洋里，生产量的季节性增高难得超过10倍，而在温带海洋里却有可能达到50倍。

1.6 热带淡水鱼类及其分布

淡水里有其本原的淡水鱼类区系，这些鱼本身就在淡水里发展起来，它们甚至在半咸水的环境里也无法生存。世界上的淡水鱼共约6650种，其中93%左右属骨鳔鱼类，它们的共同特征是都有韦伯氏小骨。这种小骨由前椎骨特化而成，使鱼鳔和內耳相连，它可能和探测音响有关系。骨鳔鱼类包括鲤亚目、脂鲤亚目和鲇亚目中的许多科鱼。次生淡水鱼类虽然也在淡水中发展，但它们却起源于海洋鱼类，与本原