

几种鲤科鱼类鳃的研究

I. 呼吸面积的研究

董双林 李 群* 王 莉* 王志余

(养殖系)

摘 要

本文研究了6种鲤科鱼类的呼吸面积和体重其他鳃小片面积、鳃弓间距、呼吸面积等的影响。

3种小个体种类较大个体种类相对呼吸面积大,活动性较强的凶猛鱼类相对活动呼吸面积较大,鲢鱼随体重增加鳃小片间距和相对呼吸面积非线性减小,而鳃丝数、鳃小片面积和总呼吸面积非线性增加,鲢鱼体重(W,g)与总呼吸面积(A, mm²)和相对呼吸面积(RA, mm²/g)的关系式为:

$$A = 1.23 \times 10^4 W^{0.781}, r = 0.951, n = 7;$$

$$RA = 2.96 \times 10^4 W^{-0.309}, r = 0.947, n = 7.$$

关键词 鱼类, 呼吸面积

鳃是鱼类的主要呼吸器官。鳃器官中行使呼吸功能的部位主要为鳃丝上排列的鳃小片,故鳃小片的总面积也称为呼吸面积。呼吸面积不仅反映着一种鱼类与其生境、生活生式的适应关系,还在一定程度上决定着一种鱼类对不良环境因子如缺氧、致毒物质等的抵御能力。因此,研究鱼类鳃的呼吸面积不仅具有一定的理论意义,而且对解决鱼类养殖、毒理实验中的一些疑难问题也有一定帮助。本文以鲤科鱼中常见的鲢鱼(*Hypophthalmichthys molitrix*)、翘嘴红鲌(*Erythroculter ilishaeformis*)、鳙鱼(*Aristichthys nobilis*)、马口鱼(*Opsariichthys uncirostris*)、麦穗鱼(*Pseudorasbora parva*)和鳊鱼(*Rhodeus sinensis*)为材料,研究其呼吸面积与环境的适应关系,鳃结构与个体发育的关系等问题。

1 材料和方法

1.1 材料来源

实验所用几种鱼类标本均于1989年8月采自辽宁省大伙房水库。捕捞工具为小拉网和网箔。鲢鱼体长范围为15.5~79厘米,鳙鱼为45~64厘米,翘嘴红鲌为11.9~37厘米,马口鱼为6.0~6.2厘米,麦穗鱼为5.6~6.4厘米,鳊鱼为6.8~7.2厘米。这些鱼类的平均体重见表2。

本文于1989年9月18日收到。

* 本院淡水86级学生。

1.2 方 法

鱼类的腮分两侧生长。每侧的半个腮由4个腮弓组成,每一腮弓上着生有2列腮丝,每条腮丝上生有两列腮小片(见图1)。由于鱼类一般两侧腮对称生长,面积相差很小[43],所以本实验均采鱼类一侧的4个腮弓。用10%福尔马林固定几小时后即用于实验。

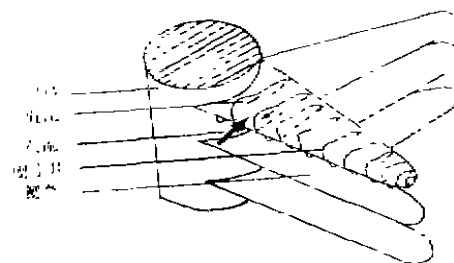


图1 一侧鳃鱼大腮弓示意图

各腮弓腮丝数量借助于放大镜或解剖镜计数。平均腮丝长(L)是在腮弓一侧面每隔一定数量腮丝抽测一条腮丝长度,最后取平均。每毫米腮丝上腮小片数(n)是在显微镜下用目微尺测量多条腮丝的不同部位(如腮丝的尖部、中部、基部)腮小片获得。

腮小片的高和宽都是在显微镜下用目微尺测量多条腮丝的腮小片获得。腮小片的面积是根据多种腮小片的形状,依据上述已知的高和宽绘于计算纸上,计算纸上方格,求出腮小片的面积(a)。

总呼吸面积(A)可用下式计算:

$$A = f \cdot E \cdot L \cdot n \cdot a$$

式中N为身体一侧腮丝总数。f为8,因为腮丝两侧都有腮小片,腮小片有2个面,身体两侧都有腮。

2 结果与讨论

2.1 白鲢鱼和翘嘴红鲌鱼腮的大体结构

不同种类的鱼的腮丝数量、长度及单位长度腮丝上的腮小片数是不一样的,就是同一种鱼大小不同或同一腮瓣上的不同位置也不完全一样。表1是鲢和翘嘴红鲌一侧腮的腮丝数、均长和每毫米长腮丝上腮小片数。

表1 鲢和翘嘴红鲌各腮弓的结构(数据/标准差)

种 类	标本数	重量(g)	腮 丝 数 (个)				腮 丝 均 长 (mm)				腮 小 片 数 /mm			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
鲢	7	2888	642	602	558	531	88	80	88	93	16.3	16.6	15.2	16.8
		3281	172	181	145	145	50	38	46	57	5.8	5.6	4.0	5.5
红鲌	11	184	225	238	253	233	37	35	36	33	30.4	29.2	27.4	28.7
		214	77.6	81.5	74.0	72.0	25	19	17	14	2.1	1.1	1.4	1.1

表1中可见鲢鱼第一腮弓到第四腮弓腮丝数逐渐减少,但总长度(腮丝数×均长)第一和第四腮弓较长。翘嘴红鲌各腮弓差别不大。无论是鲢还是翘嘴红鲌每一腮弓的内外两列腮丝数量一般相差不大(数据从略)。

各腮弓腮丝数、均长的标准差都很大,这是因为不同规格的鱼腮丝数、均长变化很大,

但有一定的规律。例如,鲢鱼一侧鳃丝数(N , 条)与体重(W , 克)的关系为: $N = 3.1 + 772 \log W$, $n = 7$, $r = 0.984$, 相关极显著。鳃丝数与体长(L , 厘米)的关系为幂指数关系, 方程为 $N = 2117 L^{0.433}$, $r = 0.984$ 。鳃丝数与体长的统计关系不如与体重的密切。单位体重的鳃小片数(N/W , 个/克)随体重的增加而减少。其关系式为: $N/W = 802 W^{-0.237}$, $r = -0.993$, 负相关极显著。翘嘴红鲌也有类似规律。

鳃丝上鳃小片的间隙是鲢鱼大于翘嘴红鲌。对于一尾鱼的某一鳃瓣, 鳃丝游离端鳃小片着生密集, 另一端鳃小片间隙较大。如一尾 500 克鲢鱼, 第一鳃弓外列中部鳃丝的游离端鳃小片为 15.0 个/mm, 鳃小片间距为 0.067 mm, 而鳃丝基部为 10.7 个鳃小片/mm, 间距为 0.093 mm。

2.2 鳃小片的形状

各种鱼的鳃小片形状和面积大小都不尽一样。图 2 是 6 种鱼类第一鳃弓中部鳃丝的中部的鳃小片形状。尽管它们形状各异, 但都为流线形。呼吸时水流自高大的一端流向低小的一端, 受阻很小。在鳃小片内部的血流方向与之相反(见图 1)。这样能够使呼吸机能达到最佳的发挥[1, 2]。

就单个鳃小片的面积而言, 小个体种类即鳊鱼、麦穗鱼和马口鱼与其余大个体种类相比相对面积要大。其中以鳊鱼鳃小片面积最大。大个体种类中翘嘴红鲌的鳃小片面积较大。同一种鱼随个体长大, 单个鳃小片面积变大。

每一种鱼鳃丝上的多数鳃小片为一定规则的流线形, 但不同部位的鳃小片形状、面积有时差异很大。图 3 是一尾鲢鱼第一鳃弓外列鳃丝上不同部位鳃小片的形状。总的来看, 每条

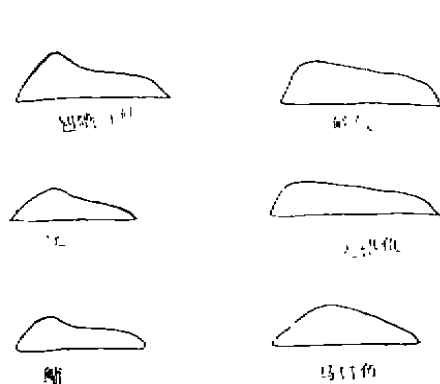


图 2 几种鱼鳃小片的形状

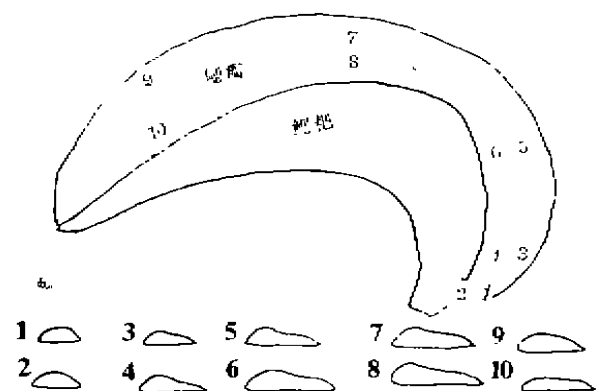


图 3 鲢鱼第一鳃弓外列鳃丝上鳃小片形状。
鱼重 7.6 kg, 体长 78 cm, 外列鳃丝 404 条。

鳃丝游离端若干鳃小片为半橄榄形, 大部分为规则的流线形。靠近基部由于鳃丝变宽, 鳃小片变得比较长。鳃弓两端鳃丝上的鳃小片流线形不典型。其它几种鱼类都有类似规律。鱼类在发育过程中, 新生出的鳃小片均为半橄榄形, 随长大渐渐变成不对称的流线形[2]。鳃丝游离端和鳃弓两端鳃丝上的鳃小片可能就是后长出的, 故为半橄榄形或流线形不典型。

2.3 鱼类的呼吸面积

这里的呼吸面积是鱼类鳃小片总面积。6种鱼类的呼吸面积见表2。

表2 几种鱼类的呼吸面积

种 类	标本数	均重 (g)	鳃小片数/mm	总呼吸面积 (mm ²)	相对呼吸面积 mm ² /g
鲢	7	2856	16.3	6.9×10^8	2.4×10^3
翘嘴红鲌	6	184	28.9	6.4×10^8	3.5×10^4
鳊	2	3700	11.7	5.2×10^8	1.4×10^3
马口鱼	2	3.7	30.4	3.2×10^8	8.7×10^4
麦穗鱼	2	4.3	28.4	2.2×10^8	5.1×10^4
鳊鲂	2	10.1	25.3	4.7×10^8	4.7×10^4

总的来看,小个体鱼类的呼吸面积较大个体种类的呼吸面积小一个数量级,而相对呼吸面积则小个体种类较大个体种类大一个数量级。

鱼类的相对呼吸面积大小是与其生活方式、个体大小相适应的。小个体种类,身体表面积相对较大,身体为调节渗透压平衡必然消耗较多的能量。利用鳃排泄、分泌、吸收较多物质,这都需要其较大的相对鳃面积。马口鱼是凶猛鱼,其常常处在剧烈的运动之中,消耗较多的能量,其相对呼吸面积最大。

鲢与鳊相比更为活泼,其相对呼吸面积较大。翘嘴红鲌也是一种凶猛鱼,追击捕食,相对呼吸面积较鲢、鳊都大。

从表2可见,这6种鱼类每毫米鳃丝上鳃小片数变化幅度较大。Hughes(1984)⁽²⁾根据鳃丝上鳃小片数将鱼类分为三类。中等活动性鱼类,一般鳃小片为18~25个/mm,活动迟钝的鱼类一般为10~15个/mm。我们研究的鱼类多为中等活动性鱼类,但鳃小片数多不在上述划分的范围内,这是由于上述划分忽略了体重与鳃小片间距的关系。如我们研究的7尾鲢鱼鳃小片数量变动在12.7到25.4个/mm之间。规格愈大,每毫米鳃丝上鳃小片愈少,两者呈统计上的显著负相关。翘嘴红鲌也如此,只不过变化幅度小一些。

2.4 鲢鱼个体发育与鳃结构变化

鲢鱼在刚孵化出时,鳃还没出现,呼吸机能全靠体表皮和鳍褶完成。只有孵化出2~3天后,体长达0.7厘米左右时才出现鳃丝芽。孵化出6天后体长0.9厘米后鳃丝开始分枝,即鳃小片出现。之后,鳃才可能成为主要呼吸器官^①。体表与鳃呼吸机能更替时常出现大量死亡⁽⁴⁾。随个体长大,鳃逐渐变大,鳃丝增多,鳃呼吸面积变大,但这种变化是不成比例的、非线性的。图4是鲢鱼体重与鳃结构的关系。鲢鱼一侧鳃丝数与体重对数的关系为直线关系,也就是随体重增加而增加,但慢于体重的增加速度。单个鳃小片的面积(a, mm²)随体重增加而增大,两者呈幂指数关系,方程为: $a = 0.26W^{0.146}$, $r = 0.944$, $n = 7$, 两者相关极显著。另外,随体重增加每毫米鳃丝上鳃小片数逐渐变小。这些变化的总结果为,随体重增加总呼吸面积(A)增大,相对呼吸面积(RA)变小。其关系式为:

① 王学平、李凤林, 1969, 鲢鱼发育早期体表皮呼吸器官的解剖与生理观察(手稿)。