

养殖条件下梭鱼仔、幼鱼摄食习性的研究

林重先 李文杰 唐天德

(江苏省淡水水产研究所)

提 要

本文报导了在半咸水池塘中梭鱼仔幼鱼的摄食习性。梭鱼仔幼鱼在全长20毫米前以摄食浮游动物为主;20毫米后,由于浮游动物数量急剧减少,摄食的种类迅速增多。梭鱼仔鱼适口的开口饵料是桡足类的无节幼体和桡足幼体。适口饵料生物的宽度为口宽的25—71%。梭鱼稚鱼昼夜摄食强度有一定的节律:日出前后开始摄食,日落前饱食指数最高;夜晚基本不摄食。

梭鱼是我国北方沿海地区养殖和捕捞的主要经济鱼类之一,因此人们很重视对梭鱼的研究。在食性方面张立言等(1965)对青岛、威海和河北等沿海地区的梭鱼摄食习性进行了研究^[1]。雷霖霖等(1965)对梭鱼仔稚鱼摄食器官、食性及其转变进行了研究^[2]。中国科学院海洋研究所和南开大学生物系也进行了有关方面的研究^[3,4]。但至今,梭鱼仔幼鱼摄食习性方面的报导还较少见。为了进一步探讨梭鱼仔幼鱼的摄食规律,本文在以前研究的基础上^[5],对人工养殖条件下梭鱼仔幼鱼摄食习性的研究进行报导,以补充这方面的资料。

材 料 与 方 法

梭鱼标本于1980—1981年间采自江苏省赣榆县水产养殖场梭鱼鱼苗池。鱼苗池的条件详见参考文献[5]。梭鱼苗为人工繁殖的鱼苗,鱼苗下塘时间一般为孵出后4—5天。自鱼苗下塘后第2天始,每天采样一次;第10天后每2天一次,每次10—15尾。采集时间一般在下午3—5时,避免在人工投喂饲料时采捕。20毫米以内的仔稚鱼用类似浮游生物网(网目为80目/英寸)在水中拖曳采捕;20毫米以上的稚幼鱼用小围网扞捕。稚鱼摄食强度昼夜变化的标本选择在鱼苗池浮游动物饵料较为充足、鱼苗的胃囊较为明显(即全长10—20毫米)时采捕。采集时间为6:00时,10:00时,14:00时,18:00时,22:00时,2:00时,共6次。每次10—15尾。

标本采集后立即用10%福尔马林溶液固定保存。鱼苗测定时先用滤纸将水吸干,然后测量全长、称重。12毫米以内的鱼苗用1/10000分析天平进行群体称重;12毫米以上的鱼苗用TN型托盘式扭力天平(感量为0.01克)称重。最后解剖取出胃囊,目测充塞度(采用0—5级)并将食物团分离,在解剖镜(或显微镜)下,一一确定到大类,全部计数。胃含物的分析不包括肠道食物。食物的重量采用更正重量法计算。数据处理按照E. B. 勃

鲁茨基等著的“天然水域鱼类营养研究指南”一书^[6]中提供的方法进行。

结 果

(一) 摄食种类及食物组成的变化

梭鱼仔幼鱼摄取天然饵料种类与梭鱼鱼苗池的饵料生物组成相一致。根据解剖 494 尾梭鱼仔幼鱼,以饵料种类的出现次数进行统计的结果,见表 1。

表 1 梭鱼仔幼鱼摄食种类的变化

出现次数 鱼体长(毫米)	浮游动物				底栖动物				糠虾类	附生生物	昆虫幼虫	肠浒苔	有机碎屑	人工饲料	淡水枝角类	解剖标本	
	轮虫	腹足类幼体	多毛类幼虫	桡足类	沙蚕	摇蚊幼虫	端足类	寡毛类								尾数	其中摄食尾数
3.20—3.48																30	0
3.35—3.94				80												30	30
4.2—4.8				16												16	16
4.9—5.3				16												16	16
5.5—5.9				17												17	17
6.0—7.0				15												15	15
7.2—8.9	1	1	1	16												16	16
9.0—10.0	3		5	19												19	19
10.5—11.0	2		2	16												16	16
11.8—12.5	2	1	8	15												15	15
13.0—15.0			10	14												15	15
16.0—19.5	3	2	18	28						1		1				35	31
20.0—24.5	3	1	4	25	3	1		1	2	5	2	3	7	6		45	42
25.0—29.0	1			8	5	2	1	1	7	6	5		5	4		112	32
30.0—36.0	1			11	2	3	1		13	12	1		7	4	5	97	25
合 计																494	305

注: 附生生物包括硅藻、颤藻、蓝藻、绿藻和线虫、原生动物等,淡水枝角类为加水时由淡水池塘中带入的。

从表 1 可以看出,梭鱼在 20 毫米以前的仔稚鱼时期主要摄食种类是浮游动物,而且始终是以浮游桡足类为主,辅助摄食部分轮虫、腹足类幼体和多毛类幼虫。20 毫米以后的稚幼鱼时期,由于浮游动物的数量急剧减少,摄食种类迅速扩大。

将 305 尾摄食的仔幼鱼,以饵料种类多少进行分类统计,用出现频率表示,见表 2 (左侧)。

表 2 (左侧)说明梭鱼仔幼鱼随着长度的增长,摄取饵料的种类组成不断扩大,由最初的一种扩大到四种,但一般常见的为 1—2 种。

为了表示饵料的适口性,将摄食的桡足类分为无节幼体、桡足幼体和成体进行分类统计(桡足类分期参照本文参考文献 7),用出现频率表示,见表 2 (右侧)。

表 2 (右侧)表明,梭鱼仔鱼开口摄食的适口饵料是桡足类的无节幼体和桡足幼体(偶

表 2 梭鱼仔幼鱼食物种类的组成变化

食物种类组成 出现频率 (%) 鱼全长(毫米)	食物种类组成				出现频率 (%) 鱼全长(毫米)	无节幼体	桡足幼体	桡足类成体	解剖标本	
	一种	二种	三种	四种					尾数	其中摄食尾数
3.20—3.48					3.20—3.48				30	0
3.35—3.94	100				3.35—3.94	100	50	3.3	30	30
4.2—4.8	100				4.2—4.8	87.5	93.8		16	16
4.9—5.3	100				4.9—5.3	81.3	100	25	16	16
5.5—5.9	100				5.5—5.9	58.8	94.1	29.4	17	17
6.0—7.0	100				6.0—7.0	46.7	86.7	46.7	15	15
7.2—8.9	93.7	6.3			7.2—8.9	62.5	68.8	81.3	16	16
9.0—10.0	57.9	42.1			9.0—10.0	89.5	94.7	68.4	19	19
10.5—11.0	75	25			10.5—11.0	56.3	87.5	93.8	16	16
11.3—12.5	26.7	66.7	6.6		11.3—12.5	40	53.3	100	15	15
13.0—15.0	40	60			13.0—15.0	26.7	33.3	33.3	15	15
16.0—19.5	25.8	71	3.2		16.0—19.5	10.3	10.3	86.2	35	31
20.0—24.5	45.2	50	4.8		20.0—24.5	2.4	11.9	54.8	45	42
25.0—29.0	62.5	28.1	9.4		25.0—29.0	15.6	12.5	25	112	32
30.0—36.0	23	48	16	8	30.0—36.0	8	12	44	97	25
合 计									494	305

注: 饵料种类见表 1。

尔可以发现梭鱼仔鱼直接摄食桡足类成体); 随着梭鱼全长增长, 摄取无节幼体和桡足幼体的个体逐渐减少, 而摄取桡足类成体(在浮游动物饵料充足的情况下)不断增加。

梭鱼仔幼鱼在全长 20 毫米以前, 当浮游动物充足的情况下, 摄饵的选择性表现不明显。但在 20 毫米以后却发现有些个体摄食种类非常单纯, 如胃囊中的食物全部都是轮虫(全长 21.5 毫米梭鱼摄食轮虫 4000 余个), 或者是寡毛类和沙蚕等一种食物, 摄食等级均为 5 级。而这些动物在水体中所占比重很小, 看来大于 20 毫米的某些个体对饵料有一定的选择性。

(二) 摄食强度

1. 食物的充塞度

梭鱼仔幼鱼胃囊的充塞度见表 3。

表 3 通过梭鱼仔稚鱼的充塞度可以反映出梭鱼鱼苗池的供饵情况良好, 同时还反映了梭鱼苗非常适应这种饵料环境。也就是水体中饵料种类、密度和活动力等适合梭鱼苗摄食需要。16.0—19.5 毫米以前, 鱼苗摄食率为 100%, 而且摄食旺盛, 摄食等级一般均可达到 3—5 级。但是, 当鱼苗池内浮游动物饵料急剧减少的情况下, 稚幼鱼的摄食率有较大幅度下降, 摄食等级也普遍较小。说明这时鱼苗池内饵料种类和数量已经不能满足梭鱼幼鱼的摄食需要。

表3 梭鱼仔幼鱼胃囊充塞度的变化(出现次数)

鱼全长(毫米)	胃囊充塞度						解剖尾数	摄食率(%)	备注	
	0级	1级	2级	3级	4级	5级				
3.20—3.48							30	0	开始摄食	
3.35—3.94			5	5	5	15	30	100		
4.2—4.8			1	1	5	9	16	100		
4.9—5.3			3	2	5	6	16	100		
5.5—5.9			4	2	6	5	17	100		
6.0—7.0			4	1	6	4	15	100		
7.2—8.9				3	8	5	16	100		
9.0—10.0				4	7	8	19	100		
10.5—11.0				1	5	10	16	100		
11.3—12.5				2	8	5	15	100		
13.0—15.0				6	3	6	15	100		
16.0—19.5	4	8	6	7	7	8	35	88.6		浮游动物急剧减少
20.0—24.5	8	17	9	8	1	7	45	98.3		
25.0—29.0	80	10	8	4	5	5	112	28.6		
30.0—36.0	72	3	3	4	9	6	97	25.8		
合计							494			

2. 仔幼鱼的摄食量和饱食指数

将305尾梭鱼仔幼鱼摄食的饵料种类和数量,按不同长度组以更正重量算出平均摄食量 a 和平均饱食指数 b ,见图1。

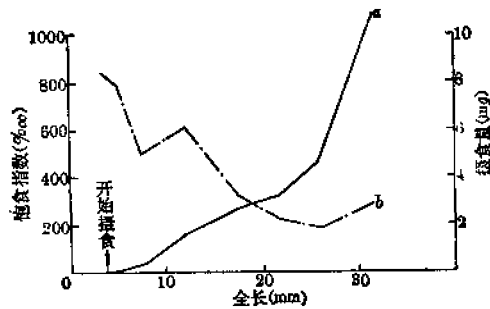


图1 梭鱼仔、幼鱼摄食强度的变化

a. 摄食量; b. 平均饱食指数

梭鱼仔幼鱼的摄食量以开口摄食时为最小,平均0.046毫克;而饱食指数则以开口摄食时为最大,平均为830%,并随着长度增长有下降的趋势。其中20—25毫米和26—30毫米长度组,由于饵料缺乏,饱食指数较低;而31—36毫米长度组,由于摄食糠虾的个体增多,所以饱食指数又有所提高。

从梭鱼仔鱼开始摄食到全长36毫米幼鱼中选择摄食强度最大的(摄食等级均为5级)53尾鱼,进行数理统计分析,结果饱食指数与全长的关系成负相关。 $\hat{Y} = 1241.3 - 25.2 X$, $r = -0.798$,关系比较紧密,见图2。

3. 稚鱼昼夜摄食节律

测定稚鱼摄食强度昼夜变化的工作是 1981 年 5 月 30—31 日进行的, 24 小时内每隔 4 小时采样一次, 共捕全长 13.0—18.5 毫米稚鱼 63 尾。将所有鱼的摄食量以更正重量换算成饱食指数, 以时间组算出平均数, 将平均胃囊充塞度分别标在图上(见图 3)。

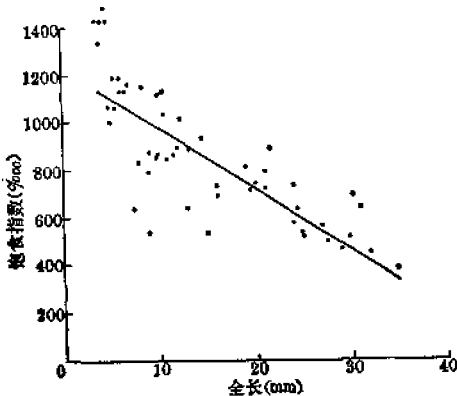


图 2 梭鱼仔、幼鱼饱食指数与全长的关系

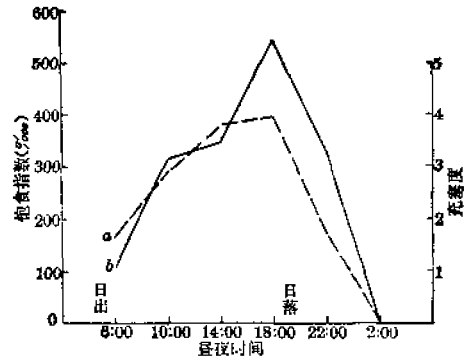


图 3 梭鱼稚鱼摄食强度的昼夜变化

a. 充塞度; b. 饱食指数

图 3 表示, 在 24 小时内, 由于稚鱼摄食量的变化而使充塞度和饱食指数有较大的变化。而且无论采用充塞度还是采用饱食指数, 都可以反映出稚鱼摄食强度的昼夜变化, 只是饱食指数更为明显。

梭鱼稚鱼昼夜摄食活动表现有一定的节律。稚鱼日出前后开始摄食, 6:00 时的摄食等级全部为 1—3 级; 10:00 时为 4—5 级占 50%; 14:00 时占 70%; 18:00 时占 90.9%, 最为强烈。而日落后, 胃充塞度逐渐降低, 22:00 时 0—1 级占 62.5%; 2:00 全部都是空胃。因此, 可以推测到梭鱼稚鱼在某种意义上说要依靠视觉才能完成其捕食饵料生物的活动。

讨 论

1. 梭鱼仔幼鱼的摄食习性及其对饵料利用的分析

梭鱼是在近海中产卵而在沿海半咸水水域和河口索饵的经济鱼类。幼鱼以后主要以底生藻类为食。

我国对梭鱼仔幼鱼食性的研究是在开展梭鱼人工繁殖和育苗技术的基础上进行的。以往的研究偏重于仔幼鱼消化器官的形态特征, 以及与食性方面的关系, 而且研究中多采用人工投饵和实验的方法进行, 忽略了梭鱼在自然海区的生态环境和饵料条件, 因而人工育苗技术长期一直未能得到解决。采用土池施肥培育天然饵料, 有利于在自然状态下研究梭鱼仔幼鱼的摄食习性。因为半咸水池塘通过施肥培育的天然饵料种类与自然海区的近海和潮间带的饵料生物极为相似^[8]。池塘生境模仿了自然海区的生态条件。因此, 在

这种条件下研究梭鱼仔幼鱼的摄食习性,对解决人工育苗技术就更具有指导意义,对梭鱼的增殖保护和鱼类生态学也有参考价值。

梭鱼仔幼鱼的食性,正如前面所说,在全长 20 毫米以前主要是以浮游动物为食,虽然浮游动物的种类和数量因各个池塘条件而有所差异,但都以桡足类为主体。20 毫米以后的稚幼鱼由于浮游动物数量急剧减少,摄食种类迅速扩大。稚幼鱼的食性由动物性饵料转化为以植物性饵料为主的时间是与池塘中浮游动物的数量有密切关系的,而且这个过程是逐步完成的。如果鱼苗池中浮游动物饵料缺乏,这种转化就要提前(据雷霖霖等报导,摄食藻类最小个体的全长为 8 毫米);如果池塘中浮游动物饵料充足(梭鱼稚幼鱼喜食动物性饵料),食性转化则要推迟。据我们测定的资料,直到全长 60 毫米的幼鱼仍然完全摄食动物性饵料,胃囊中有桡足类 1152 个(绝大部分是成体)以及糠虾 6 只。

在池塘中,梭鱼仔幼鱼对浮游动物饵料利用比较充分,而对底栖动物、糠虾(在育苗后期糠虾的生物量很大)则利用得并不好。主要原因是底栖动物善于隐蔽,梭鱼不易摄取;而糠虾在育苗后期的体长多半是超过 10 毫米,平均体重 8.25 毫克的怀卵虾,个体大、活动力强,稚幼鱼很难捕捉。所以糠虾在稚幼鱼胃中的出现率和摄食强度都不大。因此,为了更好地利用池塘中糠虾资源,梭鱼夏花分塘时间应该提前在全长 20 毫米左右、当浮游动物数量开始急速下降时进行。以便稀养培育大规格鱼种。

梭鱼稚幼鱼对硅藻等藻类的利用,根据食性检查结果,是与池塘中附生生物联系在一起。也就是一旦出现藻类,一般都有底生性的曲舟藻、舟形藻、菱形藻等硅藻和颤藻、线虫、底栖性纤毛虫以及一些猛水蚤同时出现,并夹杂着大量石英砂粒。附生生物与潮间带的底生藻类——“藻泥”相类似。后者以底生性、丛生的硅藻为主。因此,池塘中梭鱼对硅藻的利用与梭鱼刮食“藻泥”有关,也就是梭鱼稚幼在池边或池底刮取摄食的。梭鱼一般不能通过滤食活动来利用水体中浮游性藻类(但发现过近海梭鱼全长为 30 毫米的幼鱼可以摄食较大型的圆筛硅藻)。池塘中有时也能看到滤食活动,但滤食的食物多半是个体较大的轮虫群体和其它浮游植物(或碎屑)群体以及人工饲料。有关梭鱼单纯滤食浮游性藻类的资料至今尚未见有报导。梭鱼稚幼鱼时期刮取底生性藻类的出现率和摄食强度较小(一般只有 1 级),说明在动物性饵料较丰富的情况下对藻类的利用还只是辅助性食物。

在人工饲料方面,虽然从鱼苗下塘后就开始泼洒豆浆,但在 20 毫米以前没有发现摄食人工饲料的个体。20 毫米以后出现率和摄食强度也不高,所以人工饲料主要起了肥水的作用。为了更合理地利用人工饲料,在 20 毫米以前以施肥为主,可以不必投喂人工饲料,而将其集中在 20 毫米以后投喂。

2. 仔鱼的适口饵料和掌握

如前所述,梭鱼仔鱼开口摄食的适口饵料是桡足类的无节幼体和桡足幼体。根据仔鱼摄取这两种饵料的实际测量,无节幼体的体长范围为 86—214 微米,体宽范围为 50—100 微米;桡足幼体的体长范围为 265—306 微米,体宽范围为 100—142 微米。这时梭鱼仔鱼的口宽为 200 微米左右,饵料宽度为口宽的 25—71%,因此适口性很好,吞食非常顺利。

梭鱼仔鱼开口摄食时对适口饵料有如上要求,那么人工培育的天然饵料是否能满足这种要求呢?作者综合两年测定的 10 个鱼苗池(尽管各个鱼苗池饵料生物的生物量各有不同),浮游桡足类的数量变化有一个共同规律,即施肥后的第 10 天开始急速增长,第 20

天以后又急速衰落,其中无节幼体和桡足幼体也有类似的消长,只是数量上占优势,时间上稍提前。因此,为了满足仔鱼开口摄食适口饵料的需要,鱼苗下塘时间则应选择在这段时间,尤以第 10—15 天最为适宜。清塘施肥后超过 20 天则不宜再选作育苗池。

3. 仔幼鱼的饱食指数

本文采用的饱食指数只分析胃囊食物团的食物,而不包括肠道中的食物,把鱼类摄食同肠道消化吸收两者分开。这样可以防止食物消化吸收后饵料种类鉴定上的困难以及消化液对饵料重量的影响,更好地反映鱼类摄食中的变化。

梭鱼仔幼鱼饱食指数最大的个体是开口摄食的仔鱼;平均饱食指数是随着长度的增长有下降的趋势,而摄食强度较大的个体,饱食指数与全长成反相关。这种现象并不表明仔幼鱼摄食量越来越少,而是因体重急速增长,体重的增长速度超过了摄食量的增长速度,因而饱食指数明显下降。

梭鱼仔幼鱼在夏花培育期间增长速度非常快,如 1980 年东排 8 号鱼苗池(每亩放苗 17.4 万尾)在夏花培育的 27 天中,梭鱼苗全长增长 5.9 倍,体重增加 396.4 倍。因此,梭鱼仔幼鱼摄食强度大(饱食指数大)似乎可以解释为仔幼鱼生长速度快。增重倍数高的主要原因之一。

4. 梭鱼稚鱼昼夜摄食节律

对池养白鲢 1 龄鱼种和 1—2 龄鲢、鳙、草鱼昼夜摄食强度变化的研究我国已有报导^[10],但未见仔稚鱼和有胃鱼类方面的资料。

稚梭鱼摄食强度的昼夜变化与日出和日落有很大关系。即日出前后开始摄食,并随着时间的延长饱食的个体逐渐增多,日落前饱食指数最高;夜晚基本不摄食,而进行消化吸收。因此,稚鱼的摄食活动主要是依靠视觉完成的。这一点与北岛的资料^[9]相一致。但为什么梭鱼稚鱼在摄食天然饵料(浮游桡足类很丰富)的情况下,并不是在日出后胃充塞度很快就达到 5 级,而是在 10:00 时以后逐步增加比例,直到日落前为最高。有关这个问题尚需进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 张立言、樊宁巨、黄鸣夏,1982。梭鱼摄食习性的探讨。梭鱼鲮鱼研究文集,31—53。农业出版社。
- [2] 雷霖霖、王尧君、王建琛,1982。梭鱼人工育苗的研究。梭鱼鲮鱼研究文集,108—116。农业出版社。
- [3] 中国科学院海洋研究所海洋鱼类繁殖研究组,1982。咸淡水养殖梭鱼的自然繁殖观察和人工繁殖试验。梭鱼鲮鱼研究文集,142—147。农业出版社。
- [4] 李明德等,1982。梭鱼的食性与生长。梭鱼鲮鱼研究文集,54—55。农业出版社。
- [5] 林重先、李文杰、唐天德,1982。梭鱼鱼苗池的饵料生物组成和鱼苗食性及生长的研究。水产学报 6(4): 859—867。
- [6] E. B. 勃鲁茨基等著(曾炳光、王貽德译),1965。天然水域鱼类营养研究指南。13—46: 121—181。科学出版社。
- [7] 湛江水产专科学校主编,1980。海洋饵料生物培养。157—159。农业出版社。
- [8] 马骥同,1957。海滨动物的采集和处理。科学出版社。
- [9] 日本水产学会编(蔡完其、李思发译),1979。稚鱼的摄饵和发育。80—81, 105。上海科学技术出版社。
- [10] 李思发、杨和崧、陆伟民,1980。鲢、鳙、草鱼摄食节律和日摄食率的初步研究。水产学报, 4(8): 275—288。

A STUDY ON FEEDING HABITS OF MULLET FRY UNDER CULTURING ENVIRONMENTS

Lin Chongxian, Li Wenjie and Tang Tiande

(*Freshwater Fisheries Research Institute, Jiangsu Province*)

Abstract

Results on feeding habits of mullet fry in brackish water ponds applied with manures for producing natural feed is obtained. The mullet fry below 20 mm in total length feed mainly on zooplanktons, beyond 20 mm, the feeding habit is rapidly diversified. The palatable starting feed of mullet fry is the nauplius and small copepods. There is a diurnal rhythm for feeding intensity of mullet fry. Feeding begins with sunrise and stops at sunset, maximum fullness is attained before sunset. The fry essentially not take food at night. Therefore, feeding activity of mullet fry may rely on visual acuity.