

鱼类早期资源调查中不同网具采集效率的研究

段中华 孙建贻 谭细畅 常剑波

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

摘要 用网目为 0.500 和 0.776mm 的筛绢分别制成长度为 1.5、2.0 和 2.5m 的帘网、圆锥网和纺锤形网,采用网箱式、滤过式集苗桶和非滤过式集苗桶 3 种集苗器,于 1998 年 5-6 月在长江九江江段进行了采集仔鱼效果的比较研究.结果显示,帘网采集的数量最少,纺锤形网采集的数量最多.不同长度网具采集的数量没有显著差异,但长度为 1.5m 的圆锥网所采集仔鱼的规格明显小于长度为 2.0 和 2.5m 圆锥网所采集的.用网口面积分别为 0.38m² 和 0.20m² 的圆锥网组与不同类型集苗器进行比较,所采集仔鱼的数量和规格均没有差异.不同网目网具所采集仔鱼的数量没有显著差异,但网目为 0.500mm 圆锥网所采集仔鱼的平均规格显著小于网目为 0.776mm 圆锥网的.综合比较,以网目为 0.500mm 的纺锤形网的采样误差较小.

关键词 早期资源, 采样网具, 采集效率

鱼类早期资源的研究中,仔鱼的分布与丰度是其中的重要指标.而这些基本数据的获得是以无偏采样为基础的,多数研究者假定水体中的仔鱼呈均匀分布,采集数量与水体仔鱼的丰度成比例.然而,一些研究说明,在海洋、河流入海口水域利用主动网具采集时,存在仔鱼对网具的逃避^[1-3]和从网目中逃逸的现象^[4],从而造成采样误差,对这些水域仔鱼采集效果的研究表明,网具的采集效率随着网具的行进速度和网口面积的增大而增大,而且无色网具较有色网具的采集效率更高^[5].但这些对网具采集效率的研究,主要在静水或河流的缓流区域进行,对于水文特征有较大差异的大型河流流水中鱼类卵、仔鱼的研究较少,尚未见到报道.

我国自六十年代开始进行长江四大家鱼繁殖生态的调查,对家鱼的繁殖条件、产卵场分布和不同断面卵、仔鱼的数量变化进行了研究,但是,这些研究使用帘网和圆锥网采样^[6-11],进行定性和定量或者定性分析,但对网具的采集效率以及是否存在选择性方面没有进行过研究.

本文通过对不同类型网具的采集效率进行分析,选出适宜的采样网具,以助于寻求合理规范的卵、仔鱼采样方法,为长江鱼类早期资源的估算和渔业资源的评价提供更为可靠的基础资料.

1 材料与方 法

收稿日期 1999-11-20; **修订日期** 1999-12-20
基金项目 国务院三峡办和中国长江三峡工程开发总公司(SX(97)-17/HB)和院重大项目(KZ951-A1-102-01)资助
作者简介 段中华(1962-),男,河南省西峡县人.硕士,副研究员,从事鱼类生态方面的研究.

采用 3 种网形的网具: 弭网、圆锥网和纺锤形网(图 1), 以比较不同网形对集苗效果的影响. 所用的弭网与以往在长江进行鱼类早期资源中所用的弭网相同^[6,7]. 选用圆锥网, 比较不同网目、网口面积、网长以及后接不同的集苗器的集苗效果, 设计的各项参数见表 1. 所有网具由蚕丝筛绢制成.

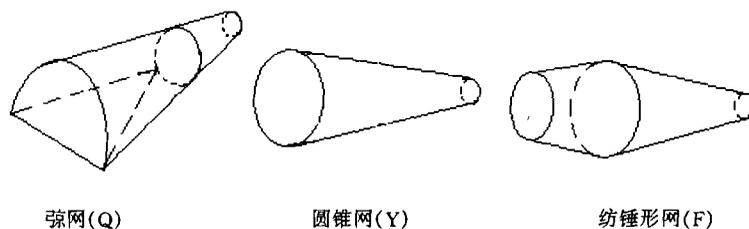


图 1 采集网示意图

Fig. 1 Sketch map of collecting nets for sampling larvae

表 1 野外采集的网具和集仔鱼器

Tab. 1 Collecting nets and collection buckets used in field investigation on larvae

网具代码 Net code	网具类型 Net Pattern	网口面积(m ²) Areas of net mouth	网目(mm) Mesh size	网衣长度(m) Net length	集苗器 Collection bucket
Q	弭网	0.39	0.776	1.50	网箱
Y-A	圆锥网	0.38	0.776	1.50	滤过筒
Y-B1	圆锥网	0.20	0.776	2.00	滤过筒
Y-B2	圆锥网	0.20	0.500	2.00	滤过筒
Y-B3	圆锥网	0.20	0.776	1.50	滤过筒
Y-B4	圆锥网	0.20	0.776	2.00	网箱
Y-B5	圆锥网	0.20	0.776	2.00	非滤过筒
Y-B6	圆锥网	0.20	0.776	2.50	滤过筒
F	纺锤形网	0.20	0.776	2.00	滤过筒

1998年5月至7月在长江九江江段进行野外采样. 采样点位于长江南岸的趸船旁, 距岸边约50m. 为减小误差, 采样固定于同一地点的同一水层. 采样时间为每日的8:00-10:30. 一种网具采样8-10次. 每次采样持续时间为10-15min.

根据网口面积 $a(\text{m}^2)$ 、网口流速 $v(\text{m/s})$ 、采样时间 $t(\text{min})$ 和该次采样中所采得的仔鱼数量 (n) , 用公式 $d = n / (60avt)$ 计算网具所采集的单位水体内存仔鱼的数量 [$d(\text{ind.} / \text{m}^3)$], 比较各网具采集效果的差异. 所采仔鱼用7%的福尔马林溶液固定, 按样本号分别保存于指管瓶内. 在实验室内计数每个样本中仔、稚鱼的数量, 在双筒解剖镜下测量仔鱼全长(mm), 以比较不同类型网具对仔鱼的选择.

在网口内外装配两台流速仪, 同时测定网口内外流速. 在每次采样前, 将两台流速仪放在同一点测定流速, 校对流速仪的测量数值.

用 Excel 和 Statistica 应用软件进行平均数比较和方差分析, 检验网具采集效果之间是否有显著性的差异 ($\alpha = 0.05$).

2 结果

2.1 不同网形网具的比较

方差分析表明,3种网形网具的采集效果存在显著差异($F=5.58, p=0.03$)。弼网采集的仔鱼数量最少,采集效率最低;圆锥网次之;纺锤形网的采集效果最佳.所采集仔鱼的长度也存在极为明显的差异($F=89.21, p<0.01$),弼网采得的仔鱼的最大值、最小值和平均值均大于圆锥网和纺锤形网,圆锥网和纺锤形网所采的仔鱼的全长没有差异(表2).图2显示,在仔鱼全长小于12mm范围内,弼网所采集的数量低于圆锥网和纺锤形网,在12mm以上的仔鱼中,弼网的采集数量高于圆锥网和纺锤形网.这导致了弼网所采仔鱼的全长大于圆锥网.

表2 不同网形网具的采集效果

Tab.2 Collecting effects of different types of nets

网型	样本数	仔鱼数量 \pm SD(ind/m ³)	全长范围(mm)	平均全长 \pm SD(mm)
Net type	Samples	Mean density \pm SD	Ranges of total length	Mean total length \pm SD
Q	8	0.50 \pm 0.95 ^c	4.42-29.62	12.13 \pm 7.73(116) ^a
Y-B3	10	1.11 \pm 0.67 ^h	3.60-15.30	7.13 \pm 2.30(280) ^b
Y-C	10	3.05 \pm 0.82 ^a	2.94-18.74	7.15 \pm 2.44(518) ^b

注:含有相同字母者为相互间没有显著差异,反之则有显著差异(下表同).

括号内数据为测量的标本数(下表同).

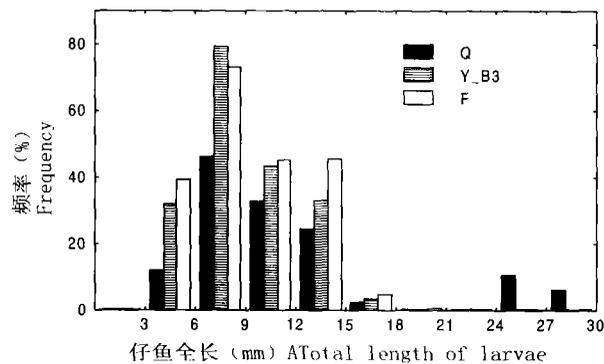


图2 弼网、圆锥网、纺锤形网所采仔鱼的长度分布

Fig.2 Distribution of the larvae length caught by the semi-conical net, conical net and spindly net

2.2 网口面积对采集效果的影响

在其它网具参数不变的情况下,选用网口面积分别为0.38m²和0.20m²的2种圆锥网采集时,所采的仔鱼数量没有明显的差异($F=3.85, p=0.72$).仔鱼的全长范围差别很小,全长平均值之间的差异尚未达到显著的程度($F=3.85, p=0.72$).因此,网口面积在0.38m²和0.20m²范围内的圆锥网对采集效果没有很大的影响.

表 3 不同网口面积网具的采集效果

Tab. 3 Collecting effects of different areas of the conical net mouth

网型	样本数	仔鱼数量 \pm SD(ind/m ³)	全长范围(mm)	平均全长 \pm SD(mm)
Net type	Samples	Mean density \pm SD	Ranges of total length	Mean total length \pm SD
Y-A	10	1.50 \pm 0.73	3.50-17.19	7.19 \pm 2.53(684)
Y-B3	10	1.11 \pm 0.67	3.60-15.30	7.13 \pm 2.30(280)

2.3 网衣长度对集苗效果的影响

在网衣长度分别为 1.5、2.0、2.5m 圆锥网的样本中,采集的密度虽然存在一定的差异,但尚未达到显著的水平($F=3.15, p=0.06$),但已经很接近统计学上的显著性水平($P=0.05$)(表 4).不同网具采集的仔鱼全长的最大值和最小值有一定的差异,平均值则呈现出明显的差异($F=2.94, p=0.05$).长度为 1.5m 的圆锥网所取得的仔鱼的平均全长值明显小于长度为 2.0 和 2.5m 的圆锥网的.频率分布表明,1.5m 圆锥网的样本中,全长小于 9mm 的仔鱼数量大于其它两类圆锥网,而全长大于 9mm 的仔鱼所占的比例则低于其它两种网长的圆锥网的.

表 4 不同网长网具的采集效果

Tab. 4 Collecting effects of various net lengths

网型	样本数	仔鱼密度 \pm SD(ind/m ³)	全长范围(mm)	全长平均 \pm SD(mm)
Net type	Samples	Mean density \pm SD	Ranges of total length	Mean total length \pm SD
Y-B3	10	1.93 \pm 0.67	3.60-15.30	7.13 \pm 2.30(280) ^a ***
Y-B1	10	1.11 \pm 0.22	3.30-21.50	7.60 \pm 2.62(351) ^a
Y-B6	8	1.91 \pm 0.52	4.30-16.42	7.55 \pm 2.80(229) ^a

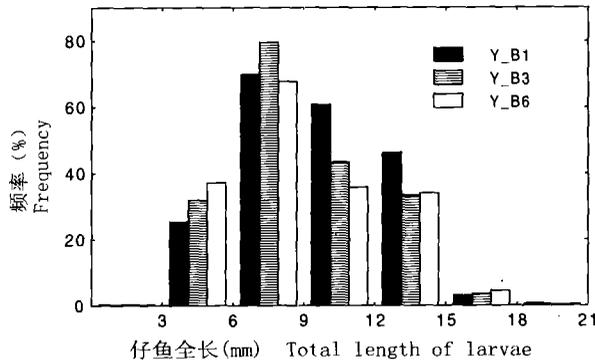


图 3 不同网衣长度圆锥网样本中仔鱼全长的分布

Fig. 3 The total length distribution of larvae caught by the conical net with the net length 1.5m, 2.0m and 2.5m respectively

2.4 不同网目网具的比较

在其它网具参数不变的情况下,选用网目分别为 0.776mm 和 0.500mm 的圆锥网进行采样分析,仔鱼平均密度的差异尚未达到显著的水平($F=1.25, p=0.28$).但仔鱼的全长存在极为显著的差异($F=8.63, p=0.003$)(表 5).用网目为 0.500mm 的圆锥网采集的

仔鱼的全长的平均值显著小于 0.776mm 的圆锥网. 仔鱼全长的频度分布显示, 在 3-6mm 的体长范围内, 用 0.500mm 的圆锥网所采集的仔鱼数量明显地多于 0.776mm 的圆锥网的; 两种网目采得的样本中, 大于 9mm 的仔鱼所占的比例差异较小(图 4).

表 5 不同网目网具的采集效果

Tab.5 Collecting effects of different mesh sizes of nets

网型	样本数	仔鱼数量 \pm SD(ind/m ³)	全长范围(mm)	平均全长 \pm SD(mm)
Net type	Samples	Mean density \pm SD	Ranges of total length	Mean total length \pm SD
Y-B1	10	1.93 \pm 0.61	3.30-21.50	7.60 \pm 2.62(351) ^a
Y-B2	9	4.51 \pm 2.24	3.70-18.00	7.06 \pm 2.46(440) ^b

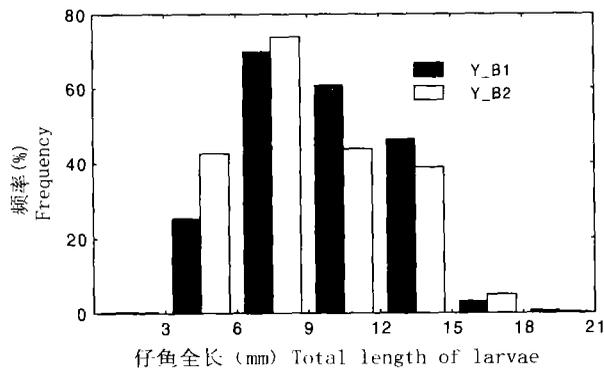


图 4 不同网目圆锥网样本中仔鱼全长的分布

Fig.4 The total length distribution of larvae caught by the conical net with the mesh size 0.500mm and 0.776mm

2.5 不同集苗器的比较

在相同网口面积、网长和网目的圆锥网, 使用三种不同集苗器所采集的样本中, 仔鱼的数量($F=0.11, p=0.99$)、全长($F=0.92, p=0.40$)均没有显著的差异, 表明集苗器的不同对采样结果没有影响(表 6).

表 6 不同集苗器网具的采集效果

Tab.6 Collecting effects of different collection buckets

网型	集苗器	样本数	仔鱼数量 \pm SD(ind/m ³)	全长范围(mm)	平均全长 \pm SD(mm)
Net type	Collection buckets	Samples	Mean density \pm SD	Ranges of total length	Mean total length \pm SD
Y-B1	滤过筒	10	1.93 \pm 0.61	3.30-21.50	7.60 \pm 2.62(351)
Y-B4	网箱	10	1.11 \pm 0.22	4.00-18.08	7.41 \pm 2.58(335)
Y-B5	非滤过筒	10	1.91 \pm 0.52	3.60-18.38	7.35 \pm 2.71(508)

3 讨论

除了集苗器和网口面积的改变对网具的采集数量和所采仔鱼的全长没有影响外, 网具形状、网衣长度和网目大小的变化对采样效果均有影响, 说明仔鱼具有选择性, 即对于不同的采样网具, 仔鱼有不同的逃逸或逃避能力.

筛网所采集的仔鱼数量明显地低于圆锥网和纺锤形网,仔鱼的平均全长则大于圆锥网和纺锤形网.这说明个体小的仔鱼在筛网中更容易逃逸.在实际采样过程中,进入筛网的部分水团会因筛网上部没有封闭的结构特点流出网外,这可能使一些个体较小、克服水流能力较弱的仔鱼流出网外,造成了全长较小的仔鱼在样本中的比例较低和所有样本的仔鱼数量较少的结果.因此,筛网不适宜用于定量采样,但易于采集活体鱼卵、仔鱼用于培养和观察,进行形态和发育等方面的研究,因而仍是有用的定性采样工具.

在用圆锥网和纺锤形网采集的样本中,纺锤形网采集的仔鱼数量显著地高于圆锥网的,而仔鱼的全长分布没有明显的差异,这说明圆锥网和纺锤形网对不同全长仔鱼的选择性方面没有差别.但纺锤形网的采集数量明显高于其他两种网具的,这表明纺锤形网的采样效率最高.这种现象可能是由于纺锤形网中部的直径大于网口(图 1),使进入的水流在受到网衣的阻碍形成局部回流时,回流的水团受到小口径网口的阻挡,难以流出网外,网内的仔鱼不易于从网口逃出,因而采集效果优于其他网具.在不同网长圆锥网采集的样本中,虽然采集的仔鱼数量没有明显差异,但网衣长度较短,有可能使个体较大、游泳能力更强的仔鱼易于克服水流逃出网外,从而显著地影响样本中仔鱼的长度分布.小网目网具采集的仔鱼数量虽然高于大网目,但尚未达到显著的程度,其差异主要表现在个体较小的仔鱼所占的比例较高,这表明个体小的仔鱼在水流的压力下,存在从网眼中逃逸的可能性.因此,在采样中,选用网目为 0.500mm、网衣长度为 2m 的纺锤形网将会使采样效率有一定的提高.

各类网具所采集的仔鱼全长的最小值在 3 mm 以上,这是大多数仔鱼孵出时的全长值.因此,所用的网具能够保证采得早期的仔鱼.在筛网采集的样本中,有 19% 的仔鱼全长在 20mm 以上.其余两种网具所采集仔鱼全长的最大值不超过 20mm,这说明 20mm 以上的仔鱼对网具有主动逃避的能力.仔鱼的这种逃逸特性与其对刺激的感应距离、运动能力有关^[12].随着鱼体的增长,感应距离的增大和运动能力的逐渐增强,逃逸能力也不断增强,使得大于 20mm 的个体难以被捕获.然而,对于这部分较大个体仔鱼或幼鱼样本的取得,目前除了从网筛中获得外,尚无有效的采样方法.建立对这部分个体合理有效的采样方法,是以后鱼类早期资源研究中应解决的问题.

参 考 文 献

- [1] Clutter R L And Anraku M. Avoidance of samplers. *Monogr. Oceanogr. Methodol.*, 1968, 2: 57-76
- [2] Colton J B, Honey K A and Temple R F. The effectiveness of sampling methods used to study the distribution of larvae herring in the Gulf of Marine. *J. Cons. Cons. Perma. Int. Explor. Mer.*, 1961, 57-76
- [3] Southward A J. The distribution of some plankton animals in the English Channel and approaches. II. Surveys with the Gulf III high-speed samplers. 1958-60. *J. Mar. Bio. Ass. U. K.* 1962, 42:275-375
- [4] Somerton D A and Kobayashi D R A method for correcting catches of fish larvae for the size selection of plankton nets. *Fish. Bull.*, 1989, (3):447-455
- [5] Noble R L. Evaluation of the Miller high-speed sampler for sampling yellow perch and walleye fry. *J. Fish. Res. Bd Canada.*, 1970, 17(6):1033-1044
- [6] 易伯鲁等. 长江家鱼产卵场的自然条件和促使家鱼产卵的主要外界因素. *水生生物学集刊*, 1964, 5(1):1-15
- [7] 易伯鲁等. 长江干流草、青、鲢、鳙四大家鱼产卵场的分布、规模和自然条件. 易伯鲁等主编, 葛洲坝水利枢纽与长

江四大家鱼. 武汉:湖北科学技术出版社, 1988

- [8] 余志堂等. 葛洲坝水利枢纽截流后的长江家鱼产卵场. 鱼类学论文集(第四辑), 1985, 1-12
- [9] 刘乐和等. 葛洲坝水利枢纽兴建后青、草、鲢、鳙繁殖生态效应的研究. 水生生物学报, 1986, 10(4): 353-364
- [10] 长江四大家鱼产卵场调查队. 葛洲坝水利枢纽工程截流后长江四大家鱼产卵场调查. 水产学报, 1982, 6(4): 287-305
- [11] 常剑波等. 洪湖灌江纳苗的可行性及效益评价. 陈宜瑜, 许蕴珩等著. 洪湖水生生物及资源开发. 北京: 科学出版社, 1995, 220-231
- [12] Barkley R A. The theoretical effectiveness of towed net samplers as related to sampler size and to swimming speed of the organisms. *J. Cons. Cons. Perma. Int. Explor. Mer.*, 1964, 29:146-157

COLLECTING EFFICIENCY OF DIFFERENT NETS IN FIELD INVESTIGATION ON LARVAL FISH

Duan Zhonghua, Sun Jianyi, Tan Xichang and Chang Jianbo
(*Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072*)

Abstract A Chinese traditional drift sampler named "Qiang net", and two modifications of plankton nets were used for sampling larval fish in the Jiujiang reach of the Yangtze River from May 4 to June 30 in 1998. The Qiang net was half-conical shaped and semi-submerged with a triangle open area above. One modification of plankton net was conical shaped and the other spindly shaped. The net shapes, the sizes of mesh (0.500 and 0.776mm), the lengths of mesh cones (1.5, 2.0 and 2.5 meters), and the types of collection buckets (cage, filtrating bottle, and non-filtrating bottle), were regarded as factors affecting the collecting effects, in the studies.

The sampling density (ind/m³) of the spindly net was the highest while that of the Qiang net was the lowest. However, the sampling size (total length of larvae) of Qiang net was larger than that of the others. No significance difference in sampling density was observed among the different net lengths and mesh sizes. Nevertheless, the sampling size of conical net made of 0.500mm mesh was obviously shorter than that of 0.776mm mesh. Within the same size of mesh, the sampling size of the 1.5m conical net was shorter than that of the 2.0 and 2.5m ones. There were no difference in sampling density and size among the three kinds of collection buckets.

Key words Larval resources of fishes, Sampling nets, Collecting effects