

三种淡水幼鱼对带电网片的反应^①

何大仁

蔡厚才

(厦门大学海洋学系) (南麂列岛国家海洋自然保护区管理局)

摘要 初步研究了鲢、鳙和草鱼三种幼鱼对带电网片的反应. 结果表明, 在带电网片作用下, 三种幼鱼的活动性明显增强, 集群性显著减弱, 在水槽内的分布重心均有移向网片附近的倾向. 带电网片对鱼的视觉诱引力和普通网片基本相同, 但对鱼的触觉诱引力因电场的驱赶作用而消失. 带电网片对鱼有明显的阻拦作用, 其作用大小与鱼的种类有关.

关键词 淡水幼鱼, 带电网片, 反应

中国图书分类号 S 957

关于鱼类对网片反应特性的研究, 国外已有大量报道^[1~6]. 近年来, 作者也曾对该问题作过探讨^[7~9]. 随着电渔法的不断发展, 目前已亟需阐明在网片周围施加电场后鱼反应特性的变化规律^[10]. 为此, 我们以普通定置网片作为对照网片, 分别就鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙(*Aristichthys nobilis*)和草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)三种淡水幼鱼对带电定置网片的反应特性进行比较研究, 可为研制电捕鱼及电栅栏鱼设备提供依据.

1 材料与方法

材料 实验鱼均系当年繁殖的幼鱼, 其规格见表 1.

表 1 实验鱼规格

Tab. 1 Materials of experimental fish(cm)

种类	体长	平均体长	体周	平均体周	体高	平均体高	体宽	平均体宽
鲢	5.7~7.7	6.7	3.3~4.8	4.0	1.5~2.1	1.8	0.7~1.0	0.8
鳙	5.9~7.5	6.7	3.4~4.9	4.3	1.6~2.0	1.8	0.8~1.1	0.9
草鱼	5.2~8.3	7.1	2.6~4.7	3.9	1.0~2.0	1.5	0.6~1.3	1.0

方法 供试网片分两种. 1) 对照网片为普通定置网片, 用直径 1.0 mm 的青灰色聚乙烯网线编织而成, 网目大小为 4.7 cm, 结节类型为单死结, 固定方法同文献[7, 8]. 2) 带电网片系在对照网片基础上, 部分绕上细铁丝, 并通以电压 7v 的弱交流电而制成. 实验水槽的形状、尺寸、分区、背景布置及照明条件均同文献[7~9]. 各区编号随网片所处位置而定, 离网片由近及远依次规定为 1、2、……6 区. 实验水温控制在 22±1 ℃.

实验时, 将 3 尾同种鱼放入水槽 30 min 以上, 以适应环境, 然后随机地在水槽任一分区线上放入供试网片, 并立即通过日本 TOA 公司产的 CC-1500 型低照度闭路电视系统对鱼的行为连续观察 30 min. 观察记录内容为 1) 每隔 30 s 鱼在水槽中的分布区域; 2) 每 10 min 鱼对各

① 本文 1993-09-22 收到; 福建省自然科学基金及农业部鱼类行为学研究资助项目

网片的趋网、碰网和穿网尾次数^[7~9];3)鱼的行为表现. 每种鱼均用带电网片和对照网片重复实验 6 次,不同网片及同种网片的各次实验重新换鱼. 实验数据通过微机进行统计学处理.

2 结果

2.1 鱼在水槽内的分布特征(图 1)

方差分析表明,带电网片作用下鲢幼鱼在水槽各区的分布率存在显著差异($F_{0.05(5,30)} = 2.53 < F = 3.02 < F_{0.01(5,30)} = 3.70$),但对照网片作用下各区的分布率没有显著差异($F = 1.366 < F_{0.1(5,30)} = 2.05$). 经新复极差检验结果表明,带电网片作用下鲢幼鱼在 1 区的分布率极显著地大于 5 区的分布率,显著地大于 4、6 区的分布率,其它各区间分布率差异均不显著;对照网片作用下各区间分布率差异均不显著.

带电网片作用下鳙幼鱼在水槽各区的分布率在 0.1 显著水平下存在差异($F_{0.1(5,30)} < F = 2.308 < F_{0.05(5,30)}$),而对照网片作用下各区的分布率存在极显著差异($F = 6.474 > F_{0.01(5,30)}$). 经新复极差检验结果表明,带电网片作用下鳙幼鱼在 1 区的分布率显著地大于 5、6 区的分布率,其它各区间分布率差异均不显著;对照网片作用下 1 区的分布率极显著地大于 2、3、4、5、6 区的分布率,其它各区间分布率差异均不显著.

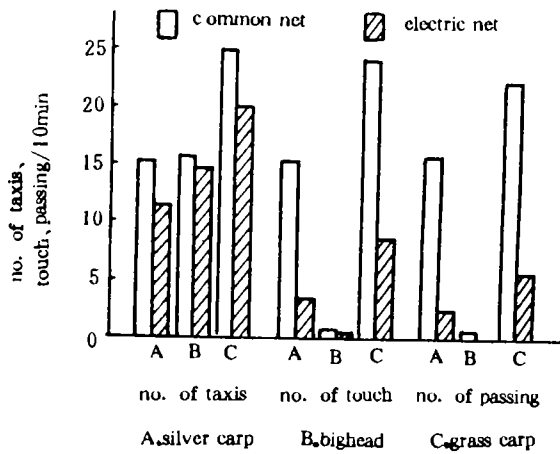
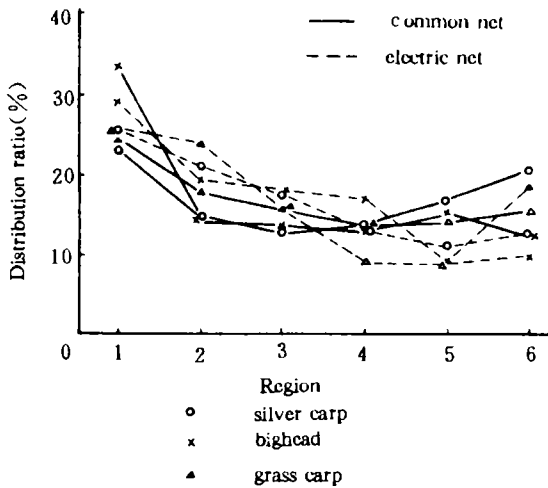


图 1 两种网片作用下鱼在水槽各区的分布率(%)
Fig. 1 The distribution ratio of fish in different regions of tank under the condition of 2 kinds of net piece

图 2 鱼对两种网片的趋网、碰网和穿网尾次数
Fig. 2 The number of taxis net, touch net and passing through net of fish to 2 kinds of net piece

带电网片作用下草鱼幼鱼在水槽各区的分布率存在显著差异($F_{0.05(5,30)} < F = 3.623 < F_{0.01(5,30)}$),对照网片作用下各区的分布率存在极显著差异($F = 3.883 > F_{0.01(5,30)}$). 经新复极差检验结果表明,带电网片作用下草鱼幼鱼在 1、2 区的分布率均极显著地大于 4、5 区的分布率,其它各区间分布率差异均不显著;对照网片作用下 1 区的分布率极显著地大于 3、4、5、6 区的分布率,显著地大于 2 区的分布率,其它各区间分布率差异均不显著.

2.2 趋网、碰网和穿网尾次数(图 2)

t 检验表明,鲢幼鱼对带电网片的趋网尾次数与对照网片之间没有显著差异($t=0.785 < t_{0.2(5)}=1.476$),但碰网尾次数在 0.1 显著水平下小于对照网片($t_{0.1(5)}=2.015 < t=2.264 < t_{0.05(5)}=2.571$),穿网尾次数也在 0.1 显著水平下小于对照网片($t_{0.1(5)} < t=2.207 < t_{0.05(5)}$).

鳊幼鱼对带电网片的趋网尾次数与对照网片之间没有显著差异($t=0.232 < t_{0.2(10)}=1.372$),碰网尾次数两者均相当小,而且相互之间也没有显著差异($t=0.994 < t_{0.2(10)}$),而穿网尾次数始终为零,而且在 0.2 显著水平下小于对照网片($t_{0.2(5)} < t=1.804 < t_{0.1(5)}$).

草鱼幼鱼对带电网片的趋网尾次数与对照网片之间没有显著差异($t=0.705 < T_{0.2(10)}$),碰网尾次数显著地小于对照网片($t_{0.05(10)}=2.228 < t=2.359 < t_{0.01(10)}=3.169$),穿网尾次数也显著地小于对照网片($t_{0.05(10)} < t=2.702 < t_{0.01(10)}$).

2.3 碰趋比、穿趋比和穿碰比^[9](图 3)

t 检验表明,鲢幼鱼对带电网片的碰趋比显著地小于对照网片($t_{0.05(10)} < t=2.513 < t_{0.01(10)}$),穿趋比也显著地小于对照网片($t_{0.05(5)} < t=2.953 < t_{0.01(5)}=4.032$),但穿碰比仅在 0.1 显著水平下小于对照网片($t_{0.1(5)} < t=2.387 < t_{0.05(5)}$).

鳊幼鱼对带电网片的碰趋比与对照网片之间没有显著差异($t=0.946 < t_{0.2(5)}$),而且两者在数值上均很小,穿趋比仅在 0.2 显著水平下小于对照网片($t_{0.2(5)} < t=1.639 < t_{0.1(5)}$),穿碰比极显著地小于对照网片($t=6.00 > t_{0.01(5)}$),带电网片作用下鳊的穿趋比和穿碰比均始终为零.

草鱼幼鱼对带电网片的碰趋比显著地小于对照网片($t_{0.05(10)} < t=2.936 < t_{0.01(10)}$),穿趋比极显著地小于对照网片($t=4.024 > t_{0.01(10)}$),穿碰比也极显著地小于对照网片($t=4.021 > t_{0.01(10)}$).

2.4 行为描述

三种幼鱼在水槽中的行为特点有所不同,鲢幼鱼游动时速度极快,但常会出现头顶槽壁、回头寻视等行为,且存在互相追逐现象,易受外界干扰而跃出水面.鳊、草鱼幼鱼的游动则显得平稳,常以相对不变的速度在整个水槽中不停地来回游动.三种幼鱼的集群性均非常强烈,群体中各个体间存在相互影响,一尾鱼的特定行动常会引发其它鱼产生类似反应.

放入普通定置网片后,三种幼鱼均会受到惊吓,但通常不久就开始缓慢游向网片.大约在距离网片 3 个区的地方,鱼开始发现网片,常产生明显的停留、回头等行为.游入 1 区后,鲢和草鱼幼鱼就会减缓游速,并在距离网片很近的地方停留数秒钟,接着会不断尝试触碰网片,而且大多数情况下会穿过网片,穿网后鱼将迅速游离网片.鳊幼鱼进入 1 区不长距离后就立即转

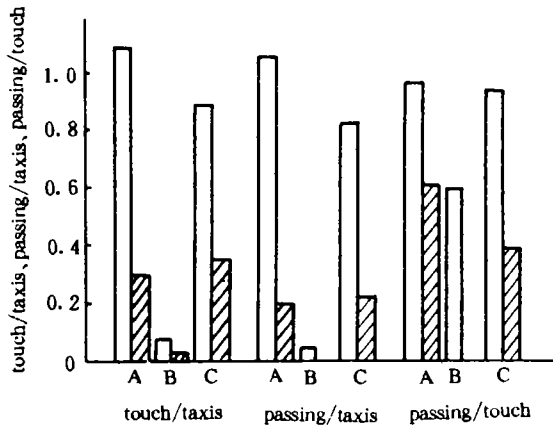


图 3 鱼对两种网片的碰趋比、穿趋比和穿碰比(说明同图 2)

Fig. 3 The touch/taxis, passing/taxis and passing/touch of fish to 2 kinds of net piece. (for explanation, see Fig. 2)

身而回,不会轻易触碰网片。

带电定置网片作用下三种幼鱼的活动性明显增强,它们均比平时显得更加活跃,并且有些不安。同时,鱼的集群行为显著减弱,各尾鱼在水槽中的游泳速度、方向变得不一致,但感电后出现的惊吓反应能引起两个区外的其它鱼产生明显的防御性反应。鱼对带电网片的触碰并不是主动的。一般来说,鱼先缓慢而不安地接近网片,游入1区后不久会突然受惊,暂时失去方向性,有的转身离网而去,有的则撞向网片。在乱碰乱撞过程中,又有一部分鱼转身逃离网片,其余个体则大多穿过网片而逃离电场,只有少数个体因逃离过慢而遭到局部强电流的击昏,击昏后鱼常挂在网上或沉于水底。

3 讨 论

带电定置网片作用下鲢、鳙和草鱼三种幼鱼在水槽内的分布重心有移向网片附近的倾向,其中鲢幼鱼表现得尤为突出。由于定置网片对淡水幼鱼一般都具有较强的视觉诱引力^[9],同时电场对鱼又有明显的惊吓、驱赶作用^[10],所以,在带电网片作用下,鱼在水槽中会表现出既惧怕电场作用又企图通过网片逃离电场这一行为,这样鱼便会常常在电场作用区(不到1个区)之外的网片可见区(大约3个区)内徘徊、停留。这是带电网片作用下鱼在水槽内的分布重心移向网片一侧的主要原因。

三种幼鱼对带电网片的趋网尾次数与普通网片之间均没有显著差异。可见带电网片对鱼的视觉诱引力和普通网片基本相同,这与本实验中网片周围电场较弱、鱼对网片的感电距离小于1个区有关。如果扩大电场作用范围,网片对鱼的视觉诱引力就会减弱甚至消失。

带电网片作用下,鲢、草鱼幼鱼的碰网尾次数及碰趋比均急剧减小,这是由于电场对鱼的惊吓、驱赶作用明显削弱网片对鱼的触觉诱引力所引起的。鳙幼鱼对普通网片的碰网尾次数及碰趋比相当小,它们不会轻易碰触网片,这意味着普通网片对鳙幼鱼的触觉诱引力很小,这可能是鳙幼鱼对带电网片的碰网尾次数及碰趋比与普通网片之间没有显著差异的主要原因。在本实验中,带电网片对三种幼鱼的触觉诱引力均已基本消失。

带电网片作用下三种幼鱼的穿网能力均明显减弱,但不同鱼种类之间存在一定的差异。比较可知,鲢幼鱼穿网尾次数、穿趋比和穿碰比分别下降84.6%、81.1%和37.1%,鳙幼鱼均下降100%,草鱼幼鱼分别下降75.0%、73.2%和58.5%。由于鱼对带电网片的碰网尾次数很少,而且碰网后鱼的行为往往有些失常,常盲目穿网,这样,穿碰比在数值上将会显得偏大,所以,穿碰比不宜作为反映鱼对带电网片穿越能力的指标。将穿网尾次数、穿趋比下降幅度的平均值作为带电网片对鱼的阻拦率可得,带电网片对鲢幼鱼的阻拦率为82.85%,鳙幼鱼为100%,草鱼幼鱼为74.1%。由此可见,带电网片对鳙幼鱼的阻拦效果最好,对鲢幼鱼的阻拦效果次之,对草鱼幼鱼的阻拦效果最小。有的研究^[10]指出,鳙的感电阈值明显小于鲢、草鱼,这可能就是带电网片对鳙幼鱼的阻拦效果明显好于鲢、草鱼幼鱼的原因。

电栅栏鱼具有很强的抗污和抗流能力,同时又便于船舶过往,目前在淡水渔业生产中已经逐步推广应用,但其拦鱼效果仍未能令人满意^[2,10-13]。生产实践证明^[10],局部电压过高,鱼会遭强电场击昏而沉入水底,或被水流冲走,而沉入水底的鱼因受电场长时间作用极易发生死亡。即使电压不高,鱼受电流刺激后突然惊动,往往四处乱窜,部分个体也会通过电栅而逃逸。在本实验中,三种幼鱼对带电网片的反应也具有同样的特点。为了克服电栅栏鱼的上述缺点,又不影响抗污、抗流性能和过船能力,作者设想采用电栅和拦鱼网相结合的拦鱼方法,即在水

体上层用电栅拦鱼,下层用拦鱼网拦鱼.采用此法时,电栅拦鱼原理将从以往的惊吓、驱赶为主转变为惊吓、驱赶和击昏相结合,使感电后窜向电栅的鱼遭到击昏而沉入水底,并脱离电场作用而逐渐恢复正常^[10].为了防止顺水鱼击昏后从拦鱼网上方漂出,应在网前一定距离处设置电栅,使击昏鱼有足够的时间沉入水底.

黄良燕、邱伟国同学参加实验工作,谨表谢意!

参 考 文 献

- 1 B. P. 普罗塔索夫著,何大仁等译.鱼类的行为.北京:科学出版社,1984:56~71,244~257
- 2 井上实.渔具和鱼的行动.东京:恒星社厚生阁,1985:1~198
- 3 宫崎千博.鱼群对网渔具的行动.日本水产学会志,1965,31(2):1049~1063
- 4 Blaxter J H S et al. The importance of vision in the reaction of fish to driftnets and trawls. *Modern Fishing Gear of the World* (2). London:Fishing News(Books) Ltd. 1964,529~536
- 5 Glass C W et al. Behavioural studies of the principles underlying mesh penetration by fish. *ICES Mar. Sci. Symp.*, 1993,196:92~97
- 6 Wardle C S et al. The effect of colour on the appearance of monofilament nylon under water. *Fisheries Research*, 1991,10:243~253
- 7 蔡厚才,何大仁等.尼罗罗非鱼对两种网目定置网片反应特性的比较.台湾海峡,1991,10(4):380~385
- 8 蔡厚才,何大仁等.尼罗罗非鱼对不同颜色定置网片的反应特性.台湾海峡,1992,11(1):69~73
- 9 何大仁,蔡厚才.草鱼幼鱼对不同缩结定置网片反应特性初探.厦门大学学报(自然科学版),1993,32(4):475~479
- 10 夏章英.捕捞新技术——声光电与捕鱼.北京:海洋出版社,1991:194~264
- 11 徐森林.水库拦鱼设施的类型与应用.全国水产捕捞学术交流会议论文集,1990:48~51
- 12 桥本鹤夫.关于商用频率交流电栅的性能.日本水产学会志,1953,19(1):23~30
- 13 草下孝也.电气墙网对鱼群的阻止效果.日本水产学会志,1959,25(4):269~274

The Reaction of 3 Kinds of Fresh Water Young Fishs to Electric Net Piece

He Daren

(Dept. of oceanog, Xiamen univ.)

Cai Houcai

(Nanji Islands Nat. Mar. Nat Res. Admin.)

Abstract the response of 3 kinds of fresh water young fish to electric net piece is studies. The result shows: affected by electric net piece, the activity of 3 kinds of young fish obviously increases, their gathering ability obviously decreases. The center of distribution in tank tends to move near to the net piece. Visual attraction of electric net piece is the same as that of the common net. But the tactile attraction to fish disappears due to the driving function of electric field. The electric net piece has obvious obstructive effect on fish. But the degree of the effect varies with different kinds of fish. This study throws some light on the design of electric bars to block fish.

Key words Fresh water young fish, Electric net piece, Reaction