

文章编号: 1000-0615(2000)04-0370-06

台湾海峡南部灯光围网主要捕捞对象的水温选择及其季节变化

方水美¹, 杨圣云², 张澄茂¹

(1. 福建省水产研究所, 福建 厦门 361012; 2. 厦门大学海洋系, 福建 厦门 361005)

摘要: 研究表明: ①鱼类对水温具有一定的选择范围, 随水温的变化, 鱼类对温度的选择保持与水温变化方向相同的定向变化。暖水种的选择温度比暖温种更偏向高温方向。如果水温上升较快或鱼种原来所适应的水温较低, 鱼种对温度的选择就会偏向低温方向。②本海域灯围主要捕捞对象在不同月份所选择的水温, 大多数比该月水温的中间值高 1~3℃, 较多集中在偏高 1~2℃。③主要捕捞对象在冬、春季的选择水温为 20~24℃, 在夏、秋季的选择水温则为 26~29℃。主要鱼种在不同月份中的选择温度变化幅度为 2~6℃, 多数为 3~5℃。

关键词: 台湾海峡南部; 灯光围网; 捕捞对象; 选择温度

中图分类号: S972.21 文献标识码: A

Selective water temperature and its seasonal variation for main species fished by light-seine from the southern Taiwan Straits

FANG Shui-mei¹, YANG Sheng-yun², ZHANG Cheng-mao¹

(1. Fisheries Res Inst Of Fujian Prov, Xiamen 361012, China; 2. Department of Oceanography, Xiamen university, Xiamen 361005, China)

Abstract: There is some selective water temperature range in fishes. Fishes keep up the same direction with water temperature variety in temperature selection. The selective temperature of warm species tends to higher temperature than that of temperate species. If temperature goes up faster or temperature of fish adapted was lower, selective temperature of these fishes tend to lower. Selective temperature of main species fished is 1~3℃ higher than the median temperature of that month, 1~2℃ higher in the majority of species. Variable range of selective temperature in main species is mainly 2~6℃, 3~5℃. Selective temperature in main species fished is 20~24℃ in winter and spring, 26~29℃ in summer and autumn.

Key words: the southern Taiwan Straits; light-seine; fished species; selective temperature

温度是水生动物的生态因子中最重要因素之一^[1]。鱼类的适温范围与海洋捕捞效率的关系, 历来受到人们的重视。但人们对捕捞对象的最适水温及其季节性变化, 目前还了解得很少。生理学研究表明, 在鱼类生理可以允许的温度范围内: 如果把鱼驯养在比较低的温度下几个星期, 鱼类的活动代谢和

收稿日期: 2000-02-03

基金项目: 福建省水产厅资助项目(闽水科: 1998-08)

作者简介: 方水美(1952-), 男, 福建龙海人, 高级工程师, 主要从事水产捕捞学研究。Tel: 0592-6013166, E-mail: fjses@public.xm.fj.

标准活动代谢(MO_2)的曲线可朝较低的温度方向移动;如果把鱼驯养在较高的温度下,曲线就会朝较高的温度方向移动。同时,其代谢过程保持均衡,酶活性的最适温度与鱼类的驯化温度一致^[2]。本文利用近10年来台湾海峡南部渔场灯光围网(以下简称灯围)生产船的渔捞记录资料,分析了不同温度条件下,灯围对不同鱼种的捕捞效率变化,并探讨不同鱼种的温度选择范围及其季节变化规律。

1 材料和方法

1.1 材料来源

材料取于1989年1月至1998年12月,在闽南海区作业的10组灯光围网渔船的渔捞记录及现场水温记录。作业渔场范围在 $116^{\circ}E \sim 120^{\circ}E, 22^{\circ}N \sim 25^{\circ}N$ 。作业水深20~68m。渔捞记录出现鱼种有22种,其中单鱼种产量占总产量9.0%以上的优势种仅4种,其产量占总产量91.84%;占总产量0.16%~5.0%之间的亚优势种有7种,占总产量7.77%;其余鱼种仅占总产量0.39%。主要捕捞鱼种的产量、比重和出现频率见表1。我们选择其中的蓝圆、金色小沙丁鱼、鲐鱼、颌圆、竹鱼和脂眼鲱6种为主要研究对象。

表1 1989~1998年灯围作业主要捕捞鱼种产量、比重及出现频率

Tab. 1 The yield, rate and appearing frequency of the main fishing species in light-seine during 1989 to 1998

鱼种	蓝圆	金色小沙丁鱼	鲐鱼	颌圆	竹鱼	眼镜鱼	脂眼鲱	扁舵鲹	大甲	乌鲳	羽鳃鲈	其它
产量(t)	10953.7	3169.8	2407.1	1801.0	818.8	263.8	230.2	78.3	75.5	52.8	30.7	78.3
占总产(%)	54.88	15.88	12.06	9.02	4.1	1.32	1.15	0.39	0.38	0.27	0.16	0.39
出现网次	7796	4101	3067	1263	1096	326	424	80	97	69	107	176
出现率(%)	80.41	42.30	31.63	13.03	11.30	3.36	4.37	1.00	0.83	0.71	1.10	1.82
适温性	暖温	暖水	暖水	暖水	暖温	暖水	暖水	暖水	暖水	暖水	暖水	暖水

1.2 统计方法

根据记录,在本海域生产的灯围作业夜间投网次数1~12次,每夜现场测定表层水温1~3次。由于灯围夜间作业活动范围不大,故在统计网产量和水温梯度分布时,均取其夜平均值。本研究共收集有效网次计9695个。每艘船每夜平均投网3.36次,水温测定夜平均2.51次。

在比较生态学和比较生理学研究中,通常采用的是计算生物量、重量百分比或出现频率的方法。考虑到在自然环境状态下捕捞活动受偶然性和其它因素的影响较大,因此,本研究采用计算鱼种各自在不同温度下的重量百分比(%)和出现网次频率(%)的平均值,作为季节或月份捕捞选择温度的指标。其中以选择温度为出现重量最大百分比的温度,温度范围为捕捞活动较集中的温度范围。选择指标以重量百分比大于或等于10%来划定。

此外,由于不同季节的生产记录网次并不相等,所以,周年捕捞活动的平均网产,以在温度梯度上的鱼种累计产量和出现网次平均计算。文中的冬季为12月~翌年2月,春季为3~5月,夏季为6~8月,秋季为9~11月。

不同鱼种的单位网产和不同温度水平上的单位网产之间的差异用方差分析方法检验。

2 结果

2.1 不同水温下的年平均网产量

在 18.1~30℃ 水温范围内: 蓝圆鲈、颌圆鲈和竹筴鱼的单网产量波动较大(图 1-a), 其图形基本呈双峰型, 其峰值和次峰值依序分别出现在 21.1~22℃ 和 26.1~27℃、20.1~21℃ 和 25.1~26℃、22.1~23℃ 和 27.1~28℃; 鲈、金色小沙丁鱼和脂眼鲱的单网产量波动较小(图 1-b), 单网产量峰值, 鲈鱼和金色小沙丁鱼出现在 28.1~29℃, 脂眼鲱出现在 29.1~30℃。显然, 这 6 种鱼的选择水温存在着差别。方差分析结果表明, 不同水温梯度间的单位网产量之间($F = 2.1203 > F_{0.05}$) 也存在着差异。

共同特点是, 当水温在 30.1~31℃ 时, 6 种鱼的单网产量均急剧下降。这说明水温 31℃ 已接近这些鱼种忍受温度的高限。在 15.1~18℃ 水温范围时, 暖温种(蓝圆鲈、竹筴鱼)的网产量稍高, 而竹筴鱼在水温低于 16℃ 时极少出现。在低温范围时, 暖水种的单网产量持续下降, 其中脂眼鲱、颌圆鲈分别在温度低于 19℃ 和 17℃ 时亦未出现。在 15.1~16℃ 温度范围内鲈和金色小沙丁鱼仍保持一定网产量。研究表明, 在水温 12.1~14℃ 范围内, 仅出现蓝圆鲈、鲈和金色小沙丁鱼 3 种, 且仅记录 4 个网次, 表明这 3 种鱼适温范围较宽, 克服低温的潜能较强。

2.2 各月不同鱼种的平均网产

方差分析结果表明, 不同月份的不同鱼种的平均网产量之间存在显著差异($F = 9.1309 > F_{0.05} > F_{0.01}$)。不同鱼种在各月中的网产量变化(图 2), 与其在不同温度梯度上的变化情况类似。即: 蓝圆鲈、颌圆鲈和竹筴鱼在各月中的网产量波动较大, 其中仍以前 2 种鱼数量较多。蓝圆鲈和颌圆鲈单网产量峰值, 出现在 2 月、11 月, 竹筴鱼出现在 5 月。蓝圆鲈网产量低值出现在 6 月, 颌圆鲈在 5~6 月, 竹筴鱼在 2 月; 鲈、金色小沙丁鱼和脂眼鲱在各月中的网产量波幅较小, 其网产量峰值, 鲈和金色小沙丁鱼出现在 9 月和 3 月, 脂眼鲱在 8 月。鲈的网产量低值出现在 5 月, 金色小沙丁鱼在 6 月, 脂眼鲱在 4 月。

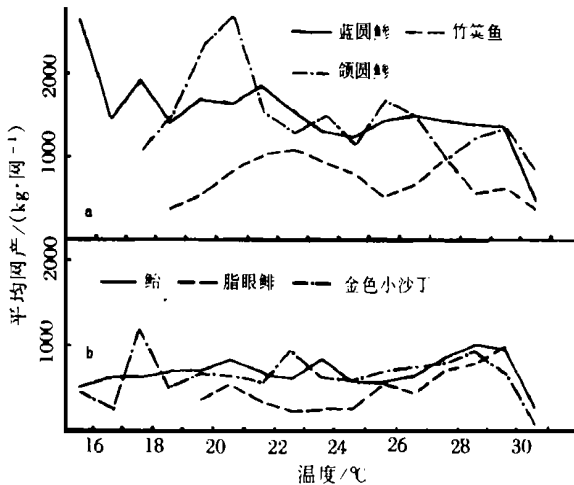


图 1 不同温度下不同鱼种平均网产分布

Fig. 1 The catch per haul of different species in different temperature

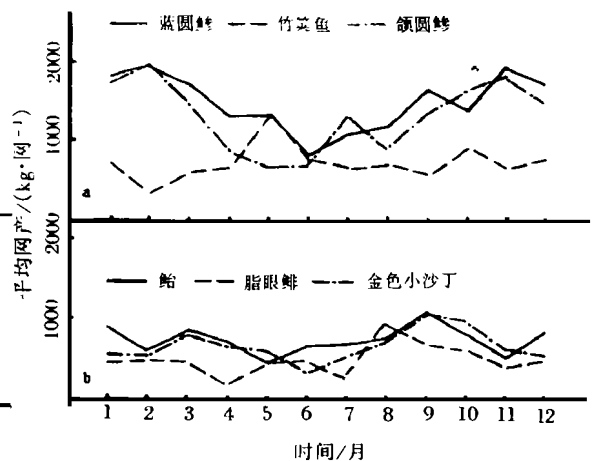


图 2 各月不同鱼种的平均网产分布

Fig. 2 The catch per haul of different species in different month

2.3 各季度和各月份捕捞主要鱼种的温度选择

在不同季节对不同鱼种捕捞的选择温度是不同的, 种间的差别也不相同, 有些鱼种偏向低温, 而另一些鱼种则偏向高温(图 3)。但它们都存在一个共同的特点, 即各鱼种的选择温度和选择温度范围, 随生产渔场环境温度的升高或降低, 而发生同向、同步变化。并且反映出环境温度变化越大, 所选择温度

范围越宽,反之就越窄。从鱼种的适温性看,暖温种(如蓝圆 和竹 鱼)在各季度的选择温度较偏于低温方向,其中以冬、春两季较为明显;暖水种(如金色小沙丁鱼、脂眼鲱等)在各季的选择温度较偏于高温方向。不论是暖温种还是暖水种,夏、秋两季所选择温度的差异不大,选择水温在 26~ 29℃。而冬、春季则为 19~ 25℃,多数为 20~ 24℃。

不同鱼种在各月中的选择温度和选择温度范围随环境的温度变化趋势,与上述情况类似(表 2)。它们在不同月份中的选择温度变化幅度为 2~ 6℃,多数为 3~ 5℃。其中:蓝圆 、鲈和颌圆 的月选择温度范围变化幅度相对大些,平均为 4.08℃。其它鱼种的月选择温度范围变化幅度小些,平均为 3.47℃。不同鱼种各月的选择温度分别比当月环境温度的中间值:在中间值至偏高 0.5℃占 13.16%;偏高 1~ 2℃占 61.85%;偏高 2.5~ 3℃占 10.52%,这些均为暖水鱼种。不过,如果环境温度升温过快,则个别鱼种月选择温度反而比当月温度的中间值低。例如,5月份的生产温度的中间值比4月份升高 4℃(一般相邻月份上升或下降 1~ 2℃)。此时,竹 鱼、脂眼鲱和鲈的月选择温度比该月中温值低 1~ 2℃,其它鱼种在 5月份也较其它月份偏向低温方向。

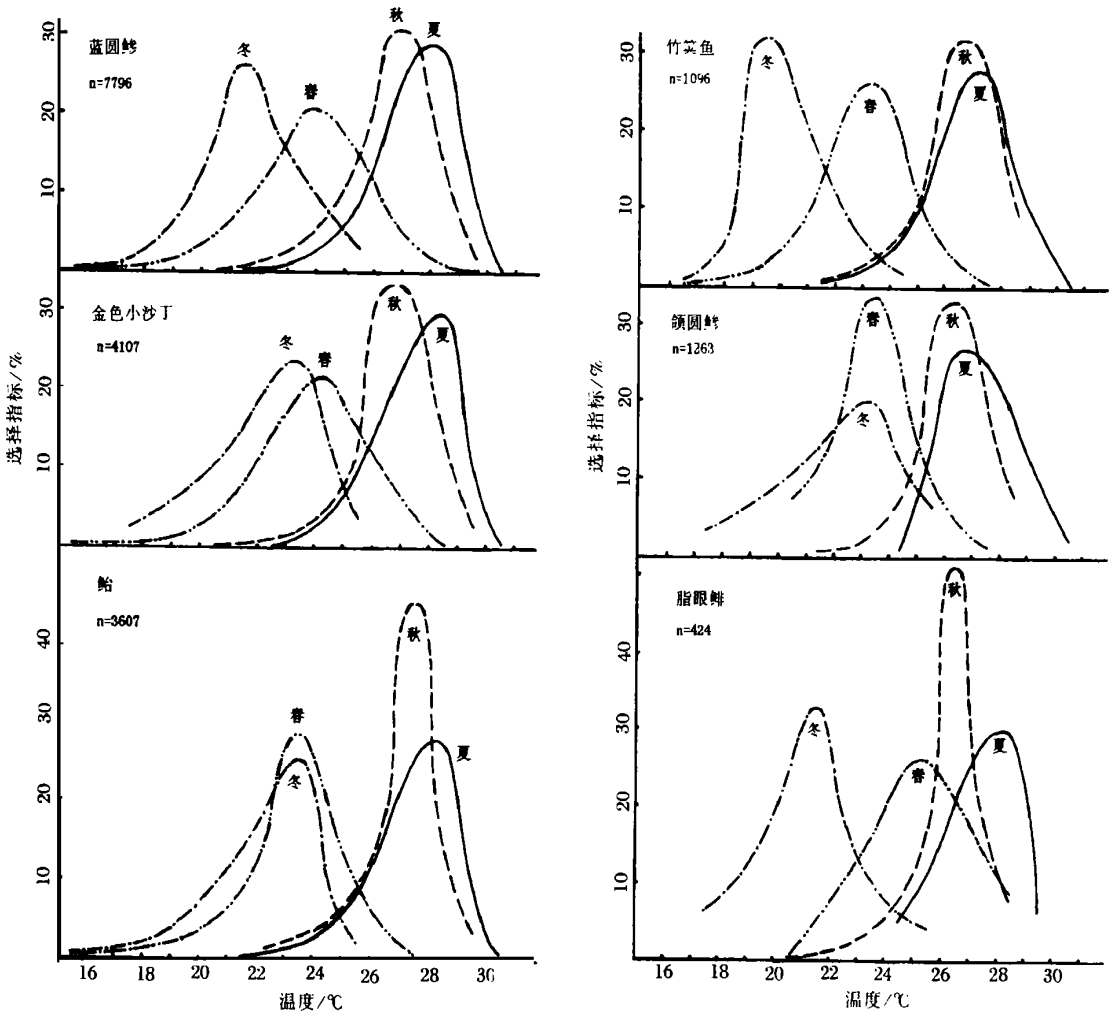


图3 不同季节不同鱼种捕捞的温度选择曲线

Fig. 3 The selective temperature curve of fishing of different species in different seasons

表2 1989-1998年灯围作业主要鱼种各月捕捞相对选择温度和选择温度范围(℃)
Tab.2 The relative selective temperature and the range of selective temperature of the main species in light-seine each month during 1989 to 1998(℃)

		冬			春		
		12	1	2	3	4	5
蓝圆	※	23.1~24	21.1~22	21.1~22	21.1~22	23.1~24	26.1~27
	※※	19.1~24	19.1~25	20.1~23	20.1~24	21.1~25	23.1~28
金色小沙丁鱼	※	23.1~24	21.1~22	21.1~22	22.1~23	24.1~25	26.1~27
	※※	22.1~25	20.1~25	20.1~24	20.1~24	22.1~26	24.1~28
鲐鱼	※	23.1~24	23.1~24	21.1~22	21.1~22	23.1~24	24.1~25
	※※	20.1~25	19.1~25	20.1~24	20.1~24	21.1~25	23.1~27
颌圆	※	23.1~24	20.1~21	21.1~22	23.1~24	24.1~25	26.1~27
	※※	20.1~26	19.1~25	20.1~24	20.1~24	23.1~26	24.1~28
竹鱼	※	19.1~20	20.1~21	21.1~22	22.1~23	23.1~24	23.1~24
	※※	19.1~21	19.1~23	19.1~23	20.1~23	22.1~25	21.1~25
脂眼鲱	※※		21.1~22	21.1~22		22.1~23	23.1~24
	※※		20.1~23	20.1~23		21.1~24	22.1~27

		夏			秋		
		12	1	2	3	4	5
蓝圆	※	26.1~27	26.1~27	28.1~29	27.1~28	26.1~27	25.1~26
	※※	25.1~29	25.1~30	26.1~29	26.1~29	24.1~28	22.1~27
金色小沙丁鱼	※	26.1~27	28.1~29	28.1~29	27.1~28	26.1~27	25.1~26
	※※	25.1~28	26.1~30	26.1~30	26.1~29	25.1~28	22.1~27
鲐鱼	※	26.1~27	28.1~29	27.1~28	27.1~28	26.1~27	25.1~26
	※※	25.1~29	26.1~30	27.1~29	26.1~29	25.1~29	22.1~27
颌圆	※	29.1~30	27.1~28	28.1~29	27.1~28	26.1~27	25.1~26
	※※	26.1~30	25.1~30	27.1~30	26.1~29	25.1~28	24.1~27
竹鱼	※	27.1~28	26.1~27	27.1~28	26.1~27	26.1~27	24.1~25
	※※	24.1~29	25.1~27	25.1~30	25.1~29	25.1~28	22.1~25
脂眼鲱	※※	27.1~28	28.1~29	28.1~29	27.1~28		
	※※	26.1~28	27.1~30	27.1~30	26.1~29		

注: ※为月选择温度(℃); ※※为月选择温度范围(℃)。

2.4 平均单网产量与鱼种生殖期的关系

表3列出主要捕捞种类的生殖期(据鱼体生物学测定)以及生殖的适宜水温。由于海域环境因子的多变性和鱼类生理适应上的可塑性,所以,不同时期的调查结果有所不同。但从表3仍可以看出,本海域鱼类的生殖期和生殖适宜水温基本明确,大多数鱼类的繁殖活动集中在春季升温和夏季渔场持续高温两阶段。若将表3与图1、图2进行对照,不难看出,它们在多数情况下是相吻合的。即是说,在不同鱼种的生殖期和生殖适宜水温内,捕捞这些鱼种的单位网产量较低甚至是最底的。尤其是在该鱼种的生殖盛期和最佳生殖水温内,当鱼种的生殖活动基本结束时,其单网产量又恢复到较高水平甚至是最高水平。

表3 不同鱼类的生殖期和生殖适宜水温(℃)

Tab.3 The reproductive period and the reproductive suitable water temperature of different species(℃)

鱼种	蓝圆	金色小沙丁鱼	鲐	颌圆	竹鱼	脂眼鲱	羽鳃鲶
生殖期(月)	12~1, 1~9 (4~8)	2~9 (4~8)	2~11 (2~11)	12~8	11~9	12~6	3~4 (4~8)
生殖盛期(月)	4~6 (4~6)	4~6 (4~5)	3~5 (4,8)	4~5 (4~5)	12~1 (4)	1~2, 4 (4)	4~5
生殖适宜水温(℃)	19~29 (24.5~30)	21~30 (21.4~26.5)	20~29	20~27	18~26	18~29	20~29
生殖最适水温(℃)	22~24 (近岸24.5~25.8) (外海28~29)	23~26 (24.81~27.19)	21~25			22~25	24~28

注:表中括号内的数据取自文献[4]、[5],其余数据均据文献[3]。

3 讨论

环境温度的变化对鱼类行为产生重要影响,表现在一定鱼种具有一定的选择温度和选择温度范围,且与其适温性有密切关系。研究结果表明,随环境温度的变化,不同种鱼的选择温度及选择温度范围,保持与环境温度变化方向相同的定向变化。但不同鱼种的表现有所不同,暖水种的选择温度较偏于温度中间值的偏高方向,而暖温种的选择温度较偏于温度中间值的偏低方向(表1、图3)。进一步证明,温度对鱼类的行为的制约作用,鱼类行为与其适温性密切相关。

从研究结果看,不同鱼类对环境温度变化的适应和选择,表现为一种渐进的过程。但如果环境温度变化快,或所捕捞的群体来自不同区域,其选择温度就会出现差异。例如,不同鱼种各月选择温度多比该月环境温度的中间温度偏高 $1\sim 3^{\circ}\text{C}$ 。更多的集中在偏高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。由于本海域5月份的环境温度比其它月份的升温(或降温)速度快1倍多,各鱼种的月选择温度较其它月份较偏于低温方向,不少鱼种反比该月中温值低 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。这大概是环境温度变化过快,不同鱼种在生理适应上滞后的缘故。另一方面,竹鱼、颌圆和脂眼鲱在冬季(12月、1月)的选择温度也偏向低温方向,这似乎与冬季本海域受闽浙沿岸低温、低盐水系强烈影响^[6]有关。1975~1978年闽南-台湾浅滩渔场鱼类资源调查同样表明,冬季闽浙沿岸低温、低盐水系曾抵达本海区的闽南-台湾浅滩南部。这样,不可避免会带来一些不同地方种群的群体,如果捕捞对象属于东海地方种群在渔获中占较大的比例,它们适应的温度较低。研究资料表明^[7],东海种群的捕捞最适水温比台湾海峡南部渔场的同种鱼来得低。本海域灯围作业在其它季节捕捞的鱼类,主要来自闽南-台湾浅滩、粤东的地方种群。因此捕捞它们的最适水温要比捕捞东海种群高些。

鱼类的繁殖活动对灯光围网捕捞效率也有直接的影响。一般认为,在鱼类的适温范围内温度对鱼类的影响,首先表现在生长发育方面,其次是对鱼类的繁殖活动起制约的作用。前者表现为温度低,生长发育就缓慢;温度高,生长发育速度加快。后者表现为温度一定程度影响产卵数量。对于灯光围网作业而言,鱼类在生殖活动期间,虽然海区的水温在其适应的最佳选择范围,但由于其趋光性受到生殖活动的抑制^[8],表现为鱼群分散,灯诱效果降低,捕捞效率下降。鱼类产卵后,其趋光性恢复,捕捞单位网产量增加。如本研究表明(图2、表3),灯围捕捞不同鱼种的单位网产量峰值出现在生殖期前后。而在鱼种的生殖期间,灯围捕捞它们的单位网产量降至最低或较低水平。这说明虽然温度是影响灯光围网的捕捞效率主要因素,但不是唯一因素。此外,水温在海洋捕捞中只是作为确定作业渔场位置、判断鱼类可能存在或群集出现的一项重要指标^[7],实践中还需综合考虑各种环境因子,如:渔场在不同季节中各种水团的交汇、海流、饵料生物分布、饵料营养状况等的影响,才能较准确判定和把握中心渔场,从而进一步提高捕捞效果。

参考文献:

- [1] 王义强,黄世蕉,赵维信,等.鱼类生理学[M].上海:上海科学技术出版社,1990.258-260.
- [2] 林浩然.鱼类生理学[M].广州:广东高等教育出版社,1999.60-65.
- [3] 闽南渔场海洋鱼类资源调查队.闽南-台湾浅滩渔场资源调查报告(下册)[R].1980,131-182.
- [4] 丘书院,杨圣云,洪港船,等.闽南-台湾浅滩渔场主要中上层鱼类食物关系的初步研究[A].闽南-台湾浅滩渔场上升流区生态系统研究[C].北京:科学出版社,1991.514-556.
- [5] 胡建宁,江素菲.闽南-台湾浅滩渔场夏季表层鱼卵,仔稚鱼的分布与水文条件的关系[A].闽南-台湾浅滩渔场上升流区生态系统研究[C].北京:科学出版社,1991.546-556.
- [6] 梁红星,李虹.台湾海峡南部水团的模糊聚类划分[A].闽南-台湾浅滩渔场上升流区生态系统研究[C].北京:科学出版社,1991.85-92.
- [7] 何大仁,蔡厚才.鱼类行为学[M].厦门:厦门大学出版社,1998.172-184.
- [8] 俞文钊.鱼类趋光生理[M].北京:农业出版社,1980.69-70.