

秋汛带鱼对水团舌锋的聚集反应 与渔场预报初探

王建中

(舟山海洋渔业公司, 宁波)

摘 要

本文分析了秋汛带鱼对水温舌锋伸展的聚集反应, 这种聚集反应常出现在舌锋延伸与流界的交汇区、带鱼的适温区域内, 舌锋线附近聚集密度较大, 渔业产量也与聚集强度成正比。利用这一现象, 在现有的技术条件下, 从海洋表层水温分布着手, 分析水团和海流的分布变动情况, 结合当时生产实际和鱼类生物学状况, 进行中心渔场短期预报。预报实践初步表明, 这种方法是可行的, 它对渔业生产有重要价值, 对于探讨鱼发规律和预报方法也是有益的。

关键词: 秋汛带鱼, 聚集反应, 温度, 水团, 预报。

前 言

海洋渔业生产, 首要的任务是寻找鱼类密集分布区域——即中心渔场。由于缺乏及时、正确的中心渔场短期预报, 渔业生产存在着一定的随机性。随着海洋航天遥感技术的发展, 根据海洋环境进行中心渔场短期预报将成为可能。从而使对鱼发规律的研究和预报方法与实践的探讨更成为迫切的课题。

本文试从分析海洋水温、水团分布变化出发, 就渔场秋汛带鱼 (*Trichiurus lepturus* Linnacus) 分布格局和规律进行初步分析, 并通过预报实践进一步提出中心渔场短期预报方法。

一、资料及统计分析

1. **生产量资料** 本文计算所使用的产量资料来自本公司渔捞日志记录, 并据能得到的海洋水文资料条件汇集而成。以网次进网产量 y_{ij} 作为指标, 可估算鱼群分布密度 x_{ij} ^[1]:

$$x_{ij} = C y_{ij}$$

$$\begin{pmatrix} i = 1, 2, \dots, n_1 \\ j = 1, 2, \dots, n_i \end{pmatrix}$$

式中 n_1 为生产作业渔小区总数; n_i 为第 i 小区投网次数; 换算常数 C 为单位产量 (20公斤) 渔获的尾数平均值除以渔具 (底拖网) 和作业扫海面积。

2. **海况资料** 主要取于日本中央渔业无线电局每周一次发布的《东中国海海况速报》

* 此项工作得到倪菊英、谭圣宜、谢满才工程师和杨大嘉高级工程师的协助指导, 特此致谢。
本文于1987年2月17日收到。

和东海水产研究所的《黄海, 东海渔海况速报》, 并按照气象上通常采用的方法——即以水团(海流)前沿伸展的舌锋区等温的转折点连线参考作出舌锋线(或称水舌轴线^[2], 脊(槽)线^[1])。此线显示了水团活动趋向与变化。

3. 聚集分析 本文采用森下正明指出的扩散指数(index of disperion)^[3-5]

$$I_b = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i (x_i - 1)}{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 - \sum_{i=1}^n x_i}$$

式中 n 为样本总数。

I_b 指数的最大优点是不受样方大小的影响, 样方效应小, 其值可表明在空间散布的非随机程度, 因而可直接相互比较^[4]。当动物总体格局为随机时, $I_b = 1$; 在聚集格局中 $I_b > 1$; 在均匀格局中 $I_b < 1$ 。同时可以进行F检验^[3, 5]

$$F = \frac{S^2}{x} = \frac{I_b \cdot \left(\sum_{i=1}^n x_i - 1 \right) + n - \sum_{i=1}^n x_i}{n - 1}$$

F_{α} 以 $f_1 = n - 1$, $f_2 = \infty$ 查表求得。

平均拥挤度 M^* (Lloyd, 1967)^[3-5]

$$M^* = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{\sum_{i=1}^n x_i} - 1$$

对岩方程(Iwao, 1968)

$$M^* = \alpha + \beta M$$

进行回归计算。Iwao指出, 当 $\alpha = 0$ 时为个体独立分布; $\alpha > 0$ 时为相互吸引正集合性分布; $-1 < \alpha < 0$ 时为相互排斥负集合性分布。 β 在随机分布时为1, 均匀分布时 $0 \leq \beta < 1$ 或近似为 -1 ($n \geq 1$); 集中分布时 $\beta > 1$ ^[3-5]。

4. 回归分析 为了求得鱼类集聚与舌锋线的关系, 以每小区的平均产量 $\bar{Y}_i$ 作指标^[1],

$$\bar{Y}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}$$

在每结群区内与渔小区中心离舌锋线的距离 d 配置二次抛物面(为计算简单起见)^[1],

$$\hat{\bar{Y}}_i = A + B \cdot (d - C)^2$$

进行回归统计计算, 得到回归方程, 并计算其相关系数 R , 且以 $R_{\alpha}(f)$ 来进行相关检验(信度为5%), C 为集结中心离舌锋线的距离^[1]。

二、秋带鱼渔场分析

在秋汛生产中, 带鱼为主要渔获物。把渔小区平均产量 $\bar{Y}_i$ 与表层水温分布作水温-产量渔场分布图(见图1, 图中各箭头表示各水团舌锋线的位置与活动趋势)。图1表明了秋汛带

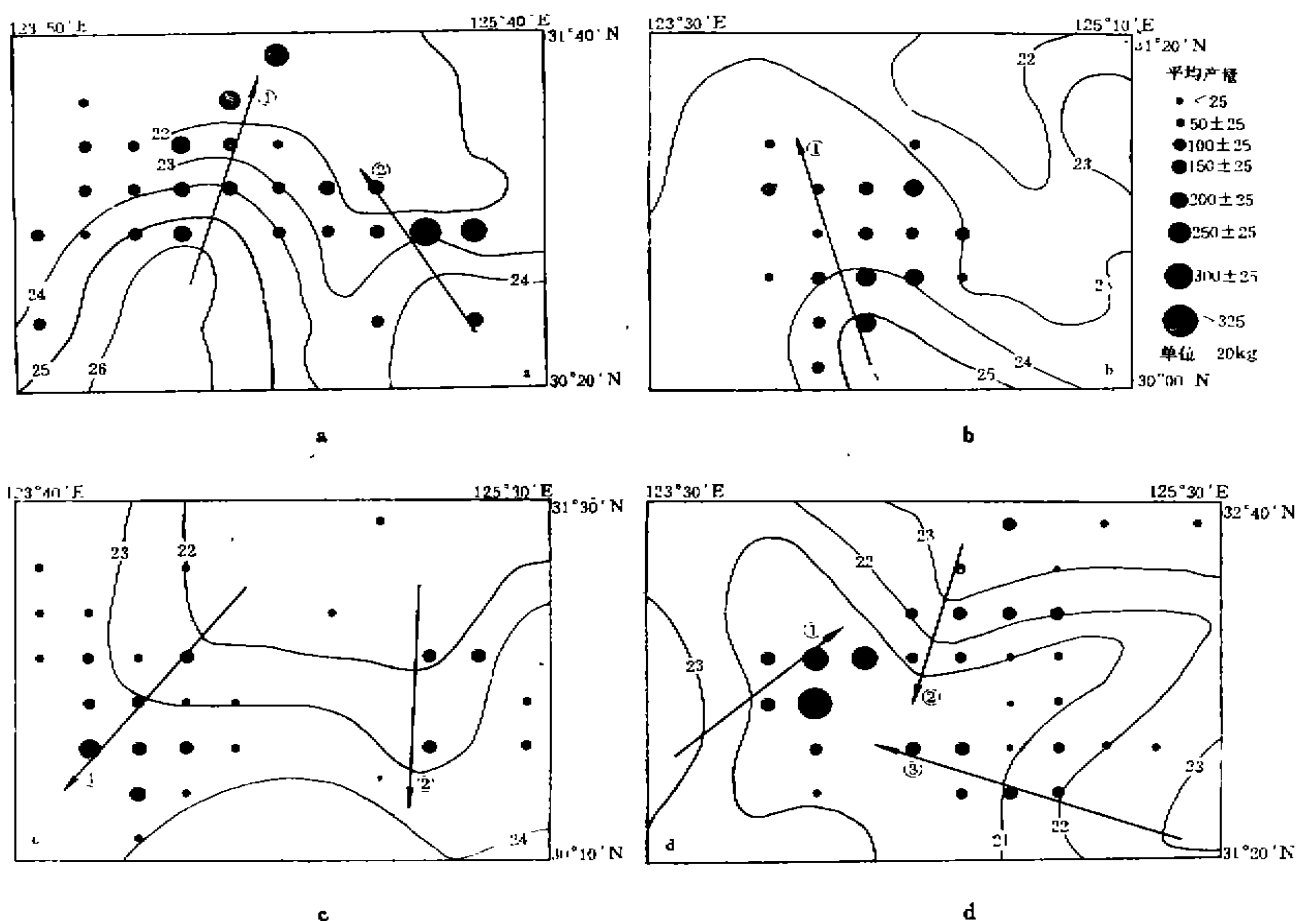


图1 渔场产量与水温(°C)分布

a. 1985年10月8—9日

b. 1985年10月21—22日

c. 1986年10月13—14日

d. 1986年10月27—28日

Fig.1 The distribution of water temperature (°C) of fishing ground and hairtail fish production

鱼在1985年和1986年10月间的渔场鱼发分布状况。

从图中大致可以看到：带鱼常聚集于各水团舌锋与流界相交区附近鱼类适温区域内。

对上述渔场产量分布分别作聚集分析计算和回归分析计算见表1。从表中可见，带鱼处于排斥性负聚集分布格局。聚集强度与分布密度正相关，说明鱼群聚集强度越大，则渔获产量越高。

研究可见，带鱼在稳定的环境中呈平均型格局分布，表现在渔业生产上经常性的低产或均产。带鱼的聚集分布则是由于外界环境压力，如水团舌锋伸展等所制约造成的。

回归分析说明，带鱼群的聚集密度与离开舌锋线的距离呈抛物线形相关。且：

$$|C| < 10 \text{ (海里)}$$

说明带鱼聚集中心紧靠水团舌锋线。离开集结中心远，密度减小。带鱼群分布区还与适温等有关。完整的环境反应应为多维钟形面生态位分布^[6]。这种特性影响了我们计算的回归性（使变差），但计算结果还是呈较强的相关性。

带鱼对高盐水舌有类似反应，其中心渔场位于高盐水舌北侧，并有随着高盐舌锋变化而

表 1 聚集分析和回归分析表
Table 1 Aggregate and regression analysis

日期 (年·月·日)	森下指数						舌锋 线号	回归方程				
	n	I_0	F	d	β	R		n_1	A	B	C	R
1985.10.8—5	137	0.9588	0.9201*	-0.7073	1.1932	0.8825**	1	19	143.9452	-0.0910	-3.0	-0.5148*
							2	8	212.1859	-0.2290	+7.0	-0.6787*
1985.10.21—22	115	1.2645	1.6833**	-1.6548	1.6457	0.9844**	1	18	150.5818	-0.1890	+7.0	-0.5031*
1986.10.13—14	178	1.1549	1.2852*	-1.8327	1.9395	0.9725**	1	20	102.3040	-0.0538	0.0	-0.4934*
							2	6	121.4456	-0.2599	-5.0	-0.8059*
1986.10.27—28	140	1.5748	2.3710**	-1.2821	1.7312	0.9126**	1	12	121.5395	-0.2477	-7.0	-0.6819*
							2	7	286.5844	-0.9156	+9.0	-0.7321*
							3	11	123.5813	-0.2598	0.0	-0.4919*

*, $\alpha = 0.05$ 水平上显著; **, $\alpha = 0.01$ 水平上显著。

转移的迹象^[2]。研究和生产情况还表明: 鱼类对于水团舌锋的聚集反应, 不仅表现在秋汛带鱼生产上, 而且在其它季节, 其它鱼类如绿鳍马面鲀(*Navodon septentrionalis*)、马鲛鱼(*Scomberomorus niphonius*)、鲈(*Pneumatophorous japonicus*)等鱼种的生产上同样有类似情况存在。

三、渔场短期预报初试

利用海洋环境因子进行渔场短期预报, 目前尚未见著述。它对渔业生产有重要意义。笔者认为, 就目前水平, 用航空、航天遥感技术观测表面水温分布等进行分析预报是一条简便可行的途径。

为了进一步探讨鱼发规律和渔场预报方法, 笔者于1988年8月31日始至10月底进行了秋汛中心渔场短期预报。试报是在分析海洋表层水温分布中水团和海流分布活动情况后, 找出流界区上水团舌锋伸展位置, 结合当时生产情况和历年生产情况, 鱼类的适温和生物测定等因素综合作出。一般在收到传真海况速报图后当天或次日发送预报, 做到迅速及时。

试报效果 试报有的被生产部门采纳, 并取得良好的生产实绩。如试报第1期于8月31日发送(见图2a), 当时公司在南部渔场作业。而海况表明在北渔场有沿岸水向外推出, 预报渔场将移至舌锋区。生产部门采纳了该意见, 9月4日果然在该区发现鱼群, 以后二天形成生产高潮, 最高日对船产量达千箱经济鱼类(投二次网), 获得较高产量。第8期试报于10月19日发送(见图2b)。当时生产船只靠近海。根据海况在靠外海上下分别有冷暖水交汇, 有可能形成中心渔场。生产部门组织船只在此生产, 21日曾获得对船日产千箱高值鱼的好成绩。

大部分试报取得较满意的效果; 生产鱼发落在预报区内或其附近, 试报成功或基本正确。也有二次试报不甚理想, 究其原因是多方面的, 主要为试报期海况出现大的变化而造成渔场较大移动, 预报没有或无法(缺乏连续资料)预见。

通过预报实践, 笔者认为, 预报的成功与否, 首先决定于我们对海况图的理解与预测。预测的错误, 会导致失败; 其次《海况速报》与实际情况不尽一致, 底表层温度分布也常有异常, 从而影响了流界、舌锋与适温区位置的确定; 而生产渔场的移动亦与鱼类洄游有关, 但具体位置又决定于海况(所谓每年大同小异); 鱼类生活水层变化也影响到生产; 最

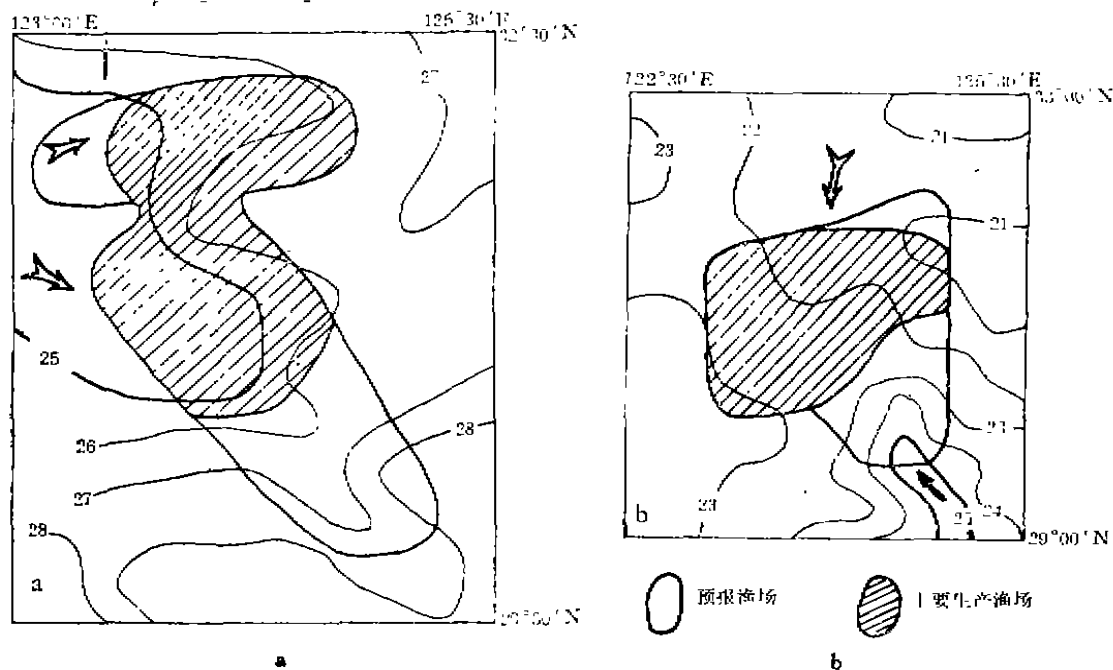


图2 渔场水温(°C)分布与预报和后期生产渔场

a. 1988年8月31日

b. 1988年10月10日

Fig.2 The distribution of water temperature(°C) of fishing ground, the predicting fishing ground and the producing fishing ground

后,也不排除其它海况因子的作用。总的来说,中心渔场往往就出现在环境条件较好的舌锋-流隔适温区,但反之有好的海况条件海区不一定会形渔成场。只有把我们的预报与生产实际紧密地结合,预报才能取得理想的效果。

四、结 语

1. 本文分析了带鱼对水团舌锋的聚集反应,并被进一步的预报实践所证实。鱼类分布密度一般在舌锋线附近较大。渔业产量与聚集强度成正比。

2. 带鱼在较为稳定的环境中常呈平均型分布,而在环境变化不稳定时,才趋于集结成聚集分布。

3. 利用《海况速报》,从海洋表温分布来分析海况,结合生产实际和鱼类适温等生物学特性,进行中心渔场短期预报,初步表明是可行的。它对渔业生产具有重要的作用。但在夏汛生产中,由于表底层温度差异较大,该方法运用受到限制。

探讨鱼发规律和进行中心渔场短期预报,还有许多工作要做,有待于不断地完善,充实和提高。

参 考 文 献

- [1] 王建中, 1987, 东海秋带鱼聚集分布与水团关系. 水产学报, 11(4), 339—346.

- [2] 朱德坤等, 1980, 冬季嵎山带鱼中心渔场与高盐水舌锋位置关系. 水产学报, 4(1): 63—70.
- [3] 伊藤嘉昭 (邵祥光等译), 1977, 《动物生态研究法》. 科学出版社(1986), 第28—77页.
- [4] 赵志模等, 1984, 《生态学引论》. 科学技术文献出版社重庆分社, 第108—120页.
- [5] 邵祥光, 1985, 《昆虫生态学的常用数学分析方法》. 农业出版社, 第502—518页.
- [6] Putman, R.J. and Wratten, S.D., 1984, Principle of Ecology Croom Helm Australia Pty Ltd., 28 Kembra Street, Fyshwick, ACT 2609, Australia P.105—126.

A PRELIMINARY STUDY ON THE AGGREGATION OF AUTUMN HAIRTAIL FISH TO TONGUE FRONT OF WATERMASSES AND THE SHORT-TIME PREDICTION OF CENTRAL FISHING GROUND

Wang Jianzhong

(Zhoushan Marine Fishery Corporation, Ningbo)

This article deals with the aggregation response of autumn hairtail fish to the temperature in the stretching water tongue. The response usually occurs in the joint area of tongue front and current rip where the temperature is suitable to the fish. It is denser aggregated near the tongued central line. The fishing yeild grows with the density becoming greater, which makes it possible to make short-time prediction about the central fishing ground by analysing the changes in distribution of water-masses and currents from surface distribution of water temperature, examining the practical production and boilological state of fish. The initial results show that the method is feasible. This will be much helpful both to fishing production and to the study on the rules of fish bloom and the predicting approaches.

Key words: autumn hairtail fish, aggregation, temperature, water masses, prediction.