

研究简报

东海秋带鱼聚集分布与水团的关系*

A PRELIMINARY STUDY ON THE CORRELATION BETWEEN THE AGGREGATION OF HAIRTAIL FISH IN AUTUMN AND THE WATER MASSES IN THE EAST CHINA SEA

王建中

Wang Jianzhong

(舟山海洋渔业公司)

(Zhou Shan Marine Fishery Corporation)

带鱼 *Trichiurus lepturus* Linnaeus 是我国海洋渔业中主要的中下层经济鱼类之一, 渔业生产产量居第一位。但在长期的渔业生产实践中, 主要靠经验凭机会探索中心渔场。由于缺乏鱼类集群与分布规律的理论依据, 渔汛预报也常常是困难的。因而, 就鱼类的分布特点, 聚集状态和规律进行探讨研究, 在理论上和实践上都有重要意义。本文试图以统计分析的方法, 对带鱼在秋汛的聚集分布类型与规律作初步的探讨, 以求索科学合理和切合实际的渔场预报方法, 并对一些渔业上常见的现象进行分析证明。

鱼类的集群, 除水温以外, 还受到其它诸如风情, 盐度, 潮汐等因子的制约。本文由于资料有限, 仅就海洋中水温, 水团分布与鱼类聚集、分布的关系进行初步分析探讨。更进一步地研究海况诸因子, 找出它们与鱼类聚集之间有规律性关系, 对我们的渔情预报无疑是有帮助的。

资料及其处理

1. 生产量资料 本文计算所使用的资料, 是由舟山海洋渔业公司渔捞技术科所提供的渔轮渔捞日志记录, 并据能得到的海洋水文资料条件汇采而成。统计计算渔场单位为小区。每小区约为100平方海里。假定每对生产船捕捞能力相同, 渔获均匀进网, 统一换算成平均每四小时进网产量 y_{ij} 作为指标, 并可估算鱼群分布密度 x_{ij} :

$$x_{ij} = c \times y_{ij} \quad (\text{尾}/100\text{平方米})$$

$$\begin{pmatrix} i: 1, 2, \dots, n_1 \\ j: 1, 2, \dots, n_2 \end{pmatrix}$$

式中 n_1 为生产作业渔小区总数。 n_2 为每一小区投网次数。换算常数 c 。

$$c = 0.01741485$$

为每箱鱼平均尾数除以渔具(底拖网)四小时扫海面积。

2. 水文资料 主要取于日本渔业无线电台每周一次发布的《海况速报》, 东中国海表层水温分布实况图。参考国家海洋局海洋预报台发布的《旬平均海面水温实况图》, 并按照气象上通常采用的方法,

* 舟山海洋渔业公司渔捞技术科提供生产资料, 在此感谢。

即以等值线的转折点的连线参考作出水团前锋区脊(槽)线。此线预示了水团活动的趋势和路线。《海况速报》是日本渔业服务计算中心根据卫星资料和其它方法收集得到的实测水温资料由计算机绘制而成的。发布当天即可用无线电传真接收仪接收得到。

海况分析

每年十月主要生产渔场分布在长江口海礁靠外海域。海况每年也都很相似。据《海况速报》可以知道:十月份黑潮势力开始渐渐消退,沿岸水开始南下。而该海域正处在上述二种势力对峙,消长,抗衡的地方,各种水团在此汇聚:渔场东北部有黄海高盐水团(YC水团)活动;西北部的苏北沿岸水(Y水团)对渔场产生很大影响;其西、南面分别受到长江冲淡水(F水团)和台湾暖流(E水团)及东海外海水团(EC水团)的影响。渔场中部常为东黄海混合水(EY水团)或流界区域(M水团)所盘踞^[1]。流隔区域等温线密集,波折蜿蜒,温度梯度大。而后,随着沿岸水特别是苏北沿岸水不断地南下,黑潮水势的消退,流界区也逐渐向南移动。

整个海区10月水温在26°C~21°C之间,大部分区域是鱼类温度适宜区。秋季,水温垂直分布的温跃层已减弱、下沉和消退。

比较1985年10月与1986年10月海区海况变化情况,有基本相似的特征如以上所述。但亦有其不同之处:

1985年10月,上旬海况表现为沿岸势力与外海势力在该海区抗衡,等温线密集的流界区在该海域几乎凝滞、徘徊达半月有余,而Y水团较弱亦没有南下。中心渔场也较为稳定地出现在该海区(见图一)。直到下旬苏北沿岸水势力增强,分别南下与东进扩散,其前端势力才影响到了渔场(见图二)。

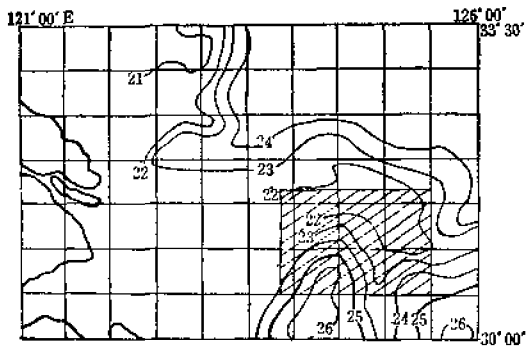


图1 1985年10月8日东海西北部水温(°C)与渔场分布

Fig. 1 The horizontal distribution of water temperature (°C) and fishing ground in northwest of East China Sea on Oct. 8, 1985

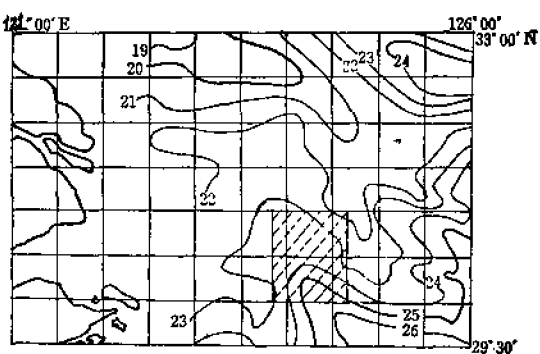


图2 1985年10月22日东海西北部水温(°C)与渔场分布

Fig. 2 The horizontal distribution of water temperature (°C) and fishing ground in northwest of East China Sea on Oct. 22, 1985

1986年10月Y水团活动较早,较强。10月上旬水团已开始南下,东进。到中旬已扩展影响到了渔场(见图三)。中心渔场出现在冷水扩展区的前端。到了下旬,苏北沿岸水势力却反而有所减弱,暖流水系稍有抬头回复。已经南下的冷水团被包围压缩,变性成为YE水团直至消失(见图四)。鱼群又一次出现在各路逼进的水团前沿区域。

无论春、夏、秋、冬,中心渔场在流界区域出现,在渔业生产中是较为常见的。正是由于上述水团的消长变化,才有鱼类的集聚,高产渔区的出现和中心渔场的变移。

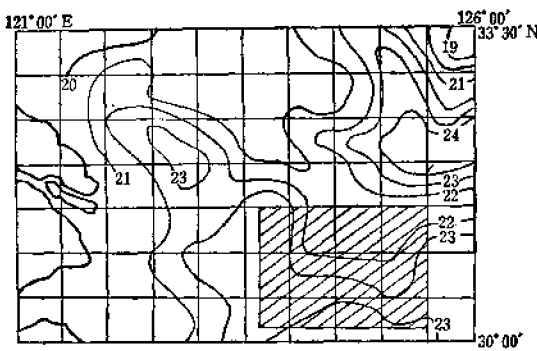


图3 1986年10月14日东海西北部
水温(°C)与渔场分布

Fig. 3 The horizontal distribution of water temperature (°C) and fishing ground in northwest of East China Sea on Oct. 14, 1986

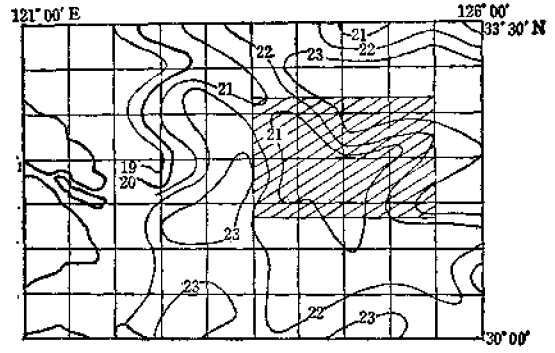


图4 1986年10月28日东海西北部
水温(°C)与渔场分布

Fig. 4 The horizontal distribution of water temperature (°C) and fishing ground in northwest of East China Sea on Oct. 28, 1986

统计分析

1. 聚集分析 研究动物的聚集分布状态与聚集强度,较早出现在对陆生昆虫的研究^[2,4]。用来研究动物聚集的指标种类较多。本文采用森下正明(Morisita, 1959)提出的扩散指标(index of dispersion or Morisita's index):^[2,4]

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

式中 n 为样本总数。

当动物总体格局为随机时, $I_d = 1$; 在聚集格局中, $I_d > 1$; 在均匀格局中, $I_d < 1$ 。

I_d 指标的最大优点是不受样方大小的影响, 样方效应小, 求出值可表明在空间散布的非随机程度, 因而可直接相互比较^[3]。同时, 可以对 I_d 值进行 F 检验^[2]:

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

F_{α} 以 $f_1 = n - 1, f_2 = \infty$ 求查表^[4]求得。

以平均拥挤度 M^* (Lloyd, 1967)^[2]

$$M^* = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}^2}{\sum_{j=1}^n x_{ij}} - 1$$

对岩(Iwao, 1968)方程:

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

进行回归计算。式中 α 为基本集合指数(index of basic contagion), 表示无限小密度时每方形区每个个体平均拥挤。Iwao 指出: 个体独立分布时 $\alpha = 0$; 个体之间相互吸引为正集合性场合, $\alpha > 0$; 个体之间相互排斥具负集合性时, $-1 < \alpha < 0$ 。它表示没有密度效果时, 种的集合性为理想的状态。 β 为密度—聚集度系数(density-contagiousness coefficient), 它规定了个体或个体组合的分布方式。随机分布时

为1;均匀分布时则为: $0 \leq \beta \leq 1$,或近似为 $-1 (n \geq 1)$;集中分布为 $\beta > 1$ 。

对带鱼1985年与1986年的10月秋汛生产作上述统计计算,结果见表1。

表1 聚集分析
Table 1 Aggregate analysis

日期 Date	森下指数 Morisit's index				岩方程 Iwao equation		
	I_b	F	N	$F(n-1, \infty)$	α	β	R
85.10.8-9	0.9688	0.9291	197	1.2148*	-0.7073	1.1932	0.8825
85.10.21-22	1.2645	1.6883	115	1.3474**	-1.6648	1.6467	0.9844
86.10.13-14	1.1549	1.2852	179	1.1854*	-1.8327	1.9395	0.9726
86.10.27-28	1.5748	2.3710	146	1.3195**	-1.2621	1.7312	0.9126

* 信度为5%; **信度为1%

从表中可见,集群带鱼常处于排斥性负聚集状态:

$$\begin{cases} I_b \geq 1 (\text{或} = 1) \\ \alpha < -1 \\ \beta > 1 \end{cases}$$

2. 回归分析 带鱼的栖息和集群,与水团活动和温度分布密切相关的。我们以每个小区的平均产量 \bar{Y}_i 作为指标来计算:

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

与表层水温分布作水温—产量分布配置图(图中各箭头表示各水团的活动趋势的脊、槽线位置):

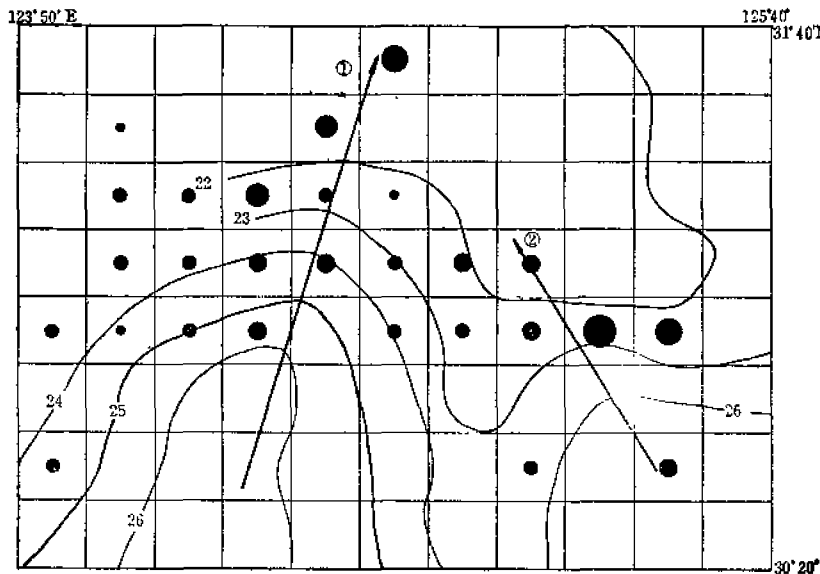


图5 1985年10月8—9日渔场产量—温度(°C)分布配置

Fig. 5 The distribution of water temperature (°C) of fishing ground and the distribution of hairtail fish production on Oct. 8—9, 1985

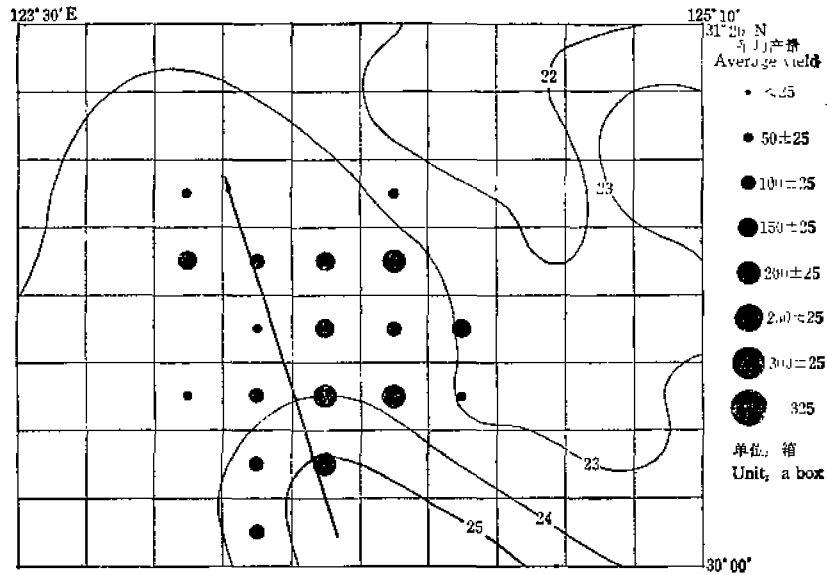


图6 1985年10月21--22日渔场产量—温度(°C)分布配置

Fig. 6 The distribution of water temperature (°C) of fishing ground and the distribution of hairtail fish production on Oct. 21—22, 1985

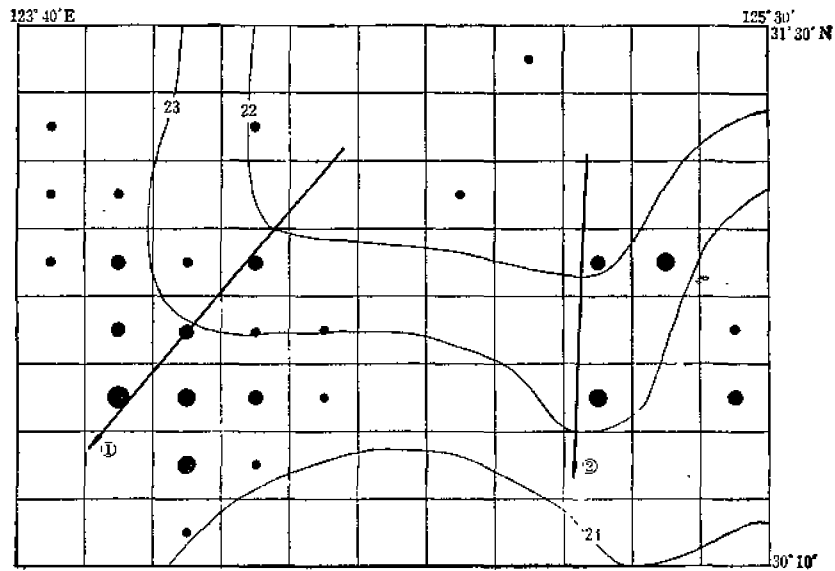


图7 1986年10月13—14日渔场产量—温度(°C)分布配置

Fig. 7 The distribution of water temperature (°C) of fishing ground and the distribution of hairtail fish production on Oct. 13—14, 1986

从图中可以大致了解到鱼群集结与水团活动之间关系状况: 带鱼常聚集在各水团, 特别是活动水团的脊线(槽线)与流界相交处附近鱼类适温区域内。

研究每个鱼群结群区产量与水团脊线(槽线)的关系, 取渔区中心距离中心离脊(槽)线距离为 d , 与渔区平均产量 \bar{Y}_i 之间, 配置二次抛物面:

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

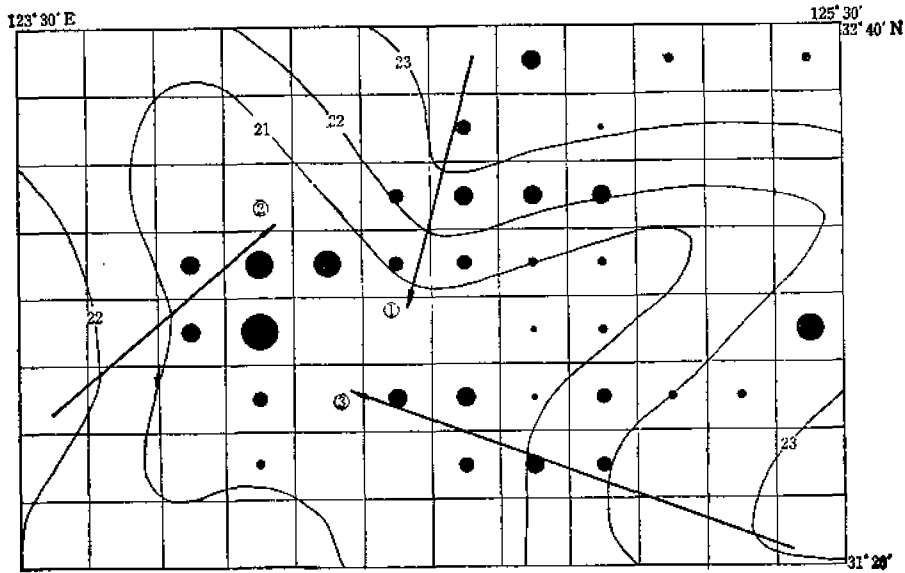


图8 1986年10月27—28日渔场产量—温度(°C)分布配置

Fig. 8 The distribution of water temperature (°C) of fishing ground and the distribution of hairtail fish production on Oct. 27—28, 1986

表2 回归分析

Table 2 Regression analysis

日期 Date	脊(槽)线 ridge or through	A	B	C	n_1	R	$E_{\alpha}(n_1-1)$
85.10.8-9	(1)脊线 (1)ridge	143.9452	-0.0910	-3.0	19	-0.5148	-0.444
	(2)脊线 (2)ridge	212.1869	-0.2290	+7.0	8	-0.6787	-0.666
85.10.21-22	脊线 ridge	150.5818	-0.1890	+7.0	18	-0.5031	-0.456
86.10.13-14	(1)槽线 (1)through	102.3040	-0.0538	0.0	20	-0.4934	-0.433
	(2)槽线 (2)through	121.4456	-0.2599	-5.0	6	-0.8059	-0.754
86.10.27-28	(1)脊线 (1)ridge	121.5335	-0.2477	-7.0	12	-0.6819	-0.553
	(2)脊线 (2)ridge	286.5844	-0.9156	+9.0	7	-0.7321	-0.707
	(3)脊线 (3)ridge	123.6813	-0.2598	0.0	11	-0.6919	-0.553

进行回归统计计算, 得到回归方程, 并以相关系数 R 以 $R_a(f)$ 来进行相关检验(信度为5%)。可得计算结果如表 2 所示。

分析结果可知:

$$|R| > |R_a(f)|$$

从而我们可得初步结论: 渔场产量与 d 具有相关性。并且:

$$|C| < 10 \text{ 海里}$$

也即是说高产渔场出现偏离脊(槽)线小于10海里。

讨 论

带鱼在夏秋季节在长江口以北海区分散索饵, 随着秋季沿岸水温下降, 便开始南下, 十月初后鱼群抵达长江口附近和舟山渔场, 而后部分鱼群(东海海外群系)进入嵊山渔场形成冬带鱼汛^[6]。因此, 每年10月在该海区域出现鱼群, 形成渔汛, 应该说与鱼群的洄游分布分不开的。

带鱼在稳定均衡的环境中, 呈平均型格局分布, 表现在渔业生产上的经常性均产, 低产(指日产量)。动物有规律的分布是由于存在种群内斗争, 由于竞争, 存在着自我生存小圈, 而这种小圈间保持不远不近的距离。当能够占有的空间比所需要的大时, 则应认为其分布上受阻较少, 这就靠机会来分布, 而呈均匀性分布^[6]。带鱼是一种凶猛性鱼类, 喜食小鱼, 小虾, 甚至同类相残^[7]。因此, 带鱼呈平均型分布与负聚集型有规律分布是可以理解的。

然而, 带鱼的聚集则是由于外界环境如水团活动的逼迫而造成的, 聚集强度与水团活动有关。注意到1985年10月8—9日鱼群分布型, 森下指数测定接近于1, 属随机型分布格局; 而岩方程表现出为较弱的负聚集型分布。这与该时期水系势力抗衡, 使渔场出现某种暂时的, 局部的相对稳定有关系, 而一旦苏北沿岸势力增强南下, 鱼类聚集强度随之提高(见同年10月21—22日)。可见鱼类对水团活动的敏感性。1986年渔汛期间水团活动比较频繁, 剧烈, 鱼群则呈强度较大的负聚集型分布。

还注意到鱼类聚集时也表现出强烈的排斥性。表现在基本集合指数 $\alpha < -1$ 和密度—聚集度系数 $\beta > 1$ 。应当指出, 这已经超出了 Iwao 所讨论的范围值之外。这是否说明了较高等动物个体之间强烈的生存竞争, 相互排斥所表现出来的更高层次的特性呢?

初步结论

1. 本文以统计分析的方法分析了带鱼在该界区附近分布状况。证实鱼类的聚集是与水团活动相关的。这种集群也常呈现个体之间的强烈的排斥性。

2. 带鱼主要集结在表现水团活动趋势的温度脊(槽)线与流隔交汇处附近的适温区域内。渔区产量与离开脊(槽)线的距离相关。高产渔场的出现离开脊(槽)线距离不大于10海里。因而, 可以从研究渔场中各种水团的活动和各自的脊(槽)线变移出发, 把脊(槽)线与流界相交处渔区, 作为预报中心, 结合综合考虑鱼类的适温, 盐及其它海况因子的作用, 进行渔场预报。

3. 带鱼在较为稳定, 均衡的环境中, 常呈平均型分布格局, 这是与其生活习性相适应的。而在环境变化不稳定时, 才趋于集集成聚集分布。

以上结论与海上实际渔业生产情况是相符合的。从分析各种水团的消长着手, 寻求中心渔场出现规律, 进行科学的渔场预报, 也将是切实可行的。

参 考 文 献

- [1] 刘树勋等, 1984. 东海西北部水团分布与渔场关系. 水产学报, 8(2): 125—133.

-
- [2] 伊藤嘉昭等(邵祥光等译), 1977。动物生态研究法。科学出版社(1986)。
- [3] 赵志模等, 1984。生态学引论。科学技术文献出版社重庆分社。
- [4] 中国科学院数学研究所概率统计室编, 1981。常用数理统计表。科学出版社。
- [5] 黄宗强等编, 1981。渔业资源与渔场。农业出版社。
- [6] 华东师范大学等四校编, 1981。动物生态学。人民教育出版社。
- [7] 福建水产学校主编, 1978。鱼类学与海洋生物。农业出版社。