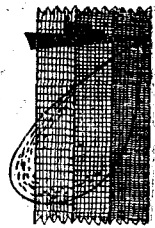


用系统聚类方法划分烟威渔场

春季水温类型*

张瑞安

(山东省海洋水产研究所)



地处黄海暖流和山东沿岸流交汇区的黄海北部的烟威渔场, 饵料生物丰富, 是我国北方春汛渔业生产的重要作业区。由于这一渔场位于半封闭的浅海, 海水温度受气象条件和水系消长的影响较大, 因而存在显著的年际差异。这种差异直接影响着每年春汛渔期的早晚、渔汛期的长短、渔场远近和鱼群集散的变化程度。如果能根据水温的冷暖程度将各年水温划分为不同类型, 并对水温类型提前作出预报, 即可对下一个春汛的渔期、渔场位置和鱼群集散情况进行估计, 以指导海上捕捞作业。为此, 笔者试用系统聚类方法^[1], 对烟威渔场历年春季(4—5月)水温的类型作了初步划分。

从图5可以看出: 矩形沉垫的 C_h 随相对水深 d/L 和波陡 H/L 而变化。当波陡 $H/L \geq 0.07$, 也就是波浪接近于破碎时, 不同的相对水深 d/L 所对应的 C_h 互相趋向接近于1.05。

同样矩形沉垫的垂直力系数 f_v 也是随相对水深 d/L 和波陡 H/L 而变化, 其变化关系如图6所示。

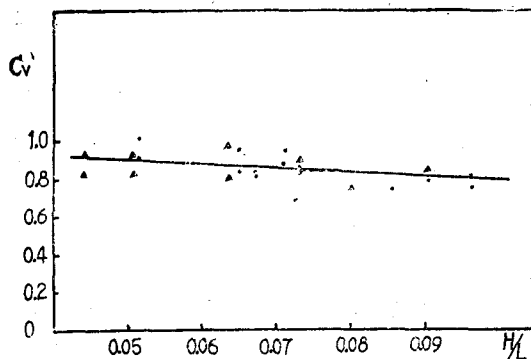


图7 矩形沉垫垂直波力绕射系数 C_v 。

一、用系统聚类划分水温类型

所谓系统聚类分析方法就是利用某些事物(或样品)的特定指标 y_{ik} 将事物进行分类(y 为样品的指标值; $k=1, 2, \dots, n$, 为指标的个数; $i=1, 2, \dots, m$, 为样品的个数)。

系统聚类分析方法的运算步骤如下:

(一) 计算样品之间的距离 d_{ij} 。把每一个样品看作 n 维空间的一个点, 并据以定义距离。本文选用明考斯基(Minkowski)距离

* 本所耿孝同同志参与本文部分工作, 特此致谢。

从图7可以看出: 相对水深 d/L 对 C_v 的影响不大, C_v 随波陡的变化也较小, 垂直波力绕射系数的平均值 $\bar{C}_v=0.86$ 。

主要参考文献

- [1] Mac Camy, R. C. and R. A. Fuchs, 1954. Wave forces on Piles, a diffraction theory, U. S. Army Corps of Engineers, Beach Erosion Board, Tech. Mem. №69.
- [2] Sverre Gran, Det Norske Veritas, 1973. Wave forces on Submerged Cylinders. OTC. Paper №1817.
- [3] Garrison, C. J. and P. Y. Chow, 1972. Wave Forces on Submerged Bodies, Journal of the waterways Harbors and Coastal Engineering Division, ASCE. 98 (3): 352—392.
- [4] Garrison, C. J., 1974. Wave forces on large Volume structure—A Comparison Between theory and Model Tests, OTC. Paper №2137.

中的欧氏距离:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (y_{ik} - y_{jk})^2}$$

(二) 定义类与类之间的距离
 D_{ir} 。 设某一步将类 G_p 和 G_q 合并成 G_r , 定义类 G_i 与类 G_r 的距离 D_{ir} 有许多方法, 不同的方法产生不同的系统聚类分析结果。本文采用最短距离法、最长距离法、中间距离法、重心法、类平均法、可变类平均法、可变法和离差平方和法等八种方法^[1]。

(三) 逐步归类 定义样品之间的距离和类与类之间的距离后, 就可进行分类。开始将 m 个样品各自成一类, 这时类与类之间的距离与样品之间的距离是等价的, 即 $D_{ij} = d_{ij}$ 。然后将距离最近的两类合并。之后, 重算并类与其他类的距离, 再按最小距离归类, 这样逐次缩小类数, 直至所有样品都并成一类为止。这个归类过程可以用聚类图形象地表达出来, 然后根据聚类图可以方便地按实际需要进行分类。

系统聚类分析尽管方法很多, 但归类步骤都是上述的三步, 所不同的仅是步骤(二)。

由于烟威渔场水温变化受地理特点、气温、风以及水系分布的影响较大, 在划分水温类型时, 除考虑本月海区平均水温值外, 还考虑了前期的水温状况。因此, 我们采用了三个指标作为类型划分的依据, 即: y_1 —海区本月中平均水温值; y_2 —海区本月与上月中水温变差值; y_3 —海区上月与本月中平均水温和。其中, 海区月中平均水温值 y_1 是根据渔场区21个观测站

表1 1960—1979年烟威渔场水温数值表(℃)

月份	层次	数值	序号																			
			年份																			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4	五	y ₁	6.6	6.5	5.7	5.2	5.9	6.2	5.6	6.1	5.7	3.7	5.8	5.2	5.0	7.2	5.4	7.2	6.5	5.8	6.2	6.2
	米	y ₂	2.2	2.7	1.9	1.8	2.6	2.0	2.6	3.1	3.1	2.5	3.2	3.0	1.4	2.7	3.0	3.2	1.9	3.1	2.7	2.2
	层	y ₃	11.0	10.3	9.5	8.6	9.2	10.4	8.6	9.1	8.3	4.9	8.4	7.4	8.6	11.7	7.8	11.2	11.1	8.5	9.7	10.2
月	底	y ₁	6.0	5.8	5.1	4.3	4.3	6.0	4.8	4.7	4.3	3.3	4.3	4.0	4.3	6.5	4.4	5.8	5.3	4.1	5.5	5.3
	层	y ₂	1.4	2.0	1.3	1.3	1.1	1.7	1.8	1.7	2.0	1.9	1.6	1.8	1.5	2.0	2.0	1.8	0.8	1.7	2.3	2.3
	层	y ₃	9.6	9.6	8.9	7.3	7.5	10.3	7.8	7.7	6.6	4.7	7.0	6.2	7.1	11.0	6.8	9.8	9.8	6.5	8.7	8.3
5	五	y ₁	10.5	10.6	11.4	10.4	11.0	11.2	10.5	11.5	10.2	8.2	11.0	10.4	10.3	11.2	9.5	12.4	10.6	10.6	11.8	10.7
	米	y ₂	3.9	4.1	5.7	5.2	5.1	5.0	4.9	5.4	4.5	4.5	5.2	5.2	5.3	4.0	4.1	5.2	4.1	4.8	5.6	4.5
	层	y ₃	17.1	17.1	17.1	15.6	16.9	17.4	16.1	17.6	15.9	11.9	16.8	15.6	15.3	18.4	14.9	19.6	17.1	16.4	18.0	16.9
月	底	y ₁	8.0	8.0	6.5	5.8	5.6	7.5	6.7	6.0	6.0	5.1	6.2	5.9	6.4	7.9	6.5	7.3	7.0	5.9	7.3	7.2
	层	y ₂	2.0	2.2	1.4	1.5	1.3	1.5	1.9	1.3	1.7	1.8	1.9	1.9	2.1	1.2	2.1	1.5	1.7	1.8	1.8	1.9
	层	y ₃	14.0	13.8	11.6	10.1	9.9	13.5	11.5	10.7	10.3	8.4	10.5	9.9	10.7	14.4	10.9	13.1	12.3	10.0	12.8	12.5

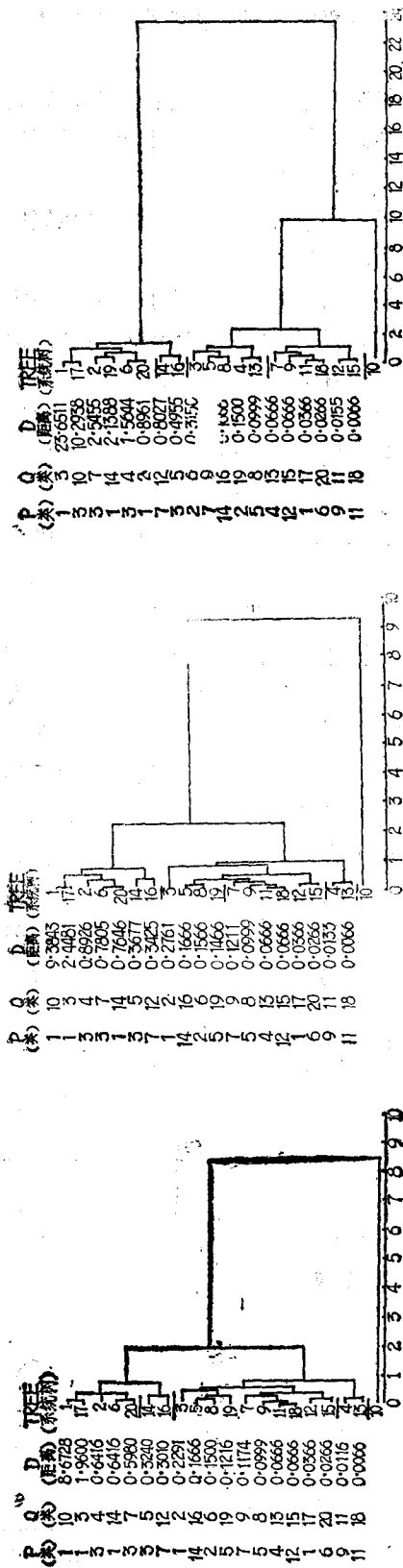


图1 重心法聚类图

图2 类平均法聚类图

图3 离差平方和法聚类图

表2 1960—1979年烟威渔场4—5月水温类型

月	层	方	法	年份											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	五米层	重心法		+1	+1	0	-1	0	+1	0	0	0	-2	0	0
		类平均法		+1	+1	0	-1	0	+1	0	0	0	-2	0	0
		离差平方和法		+1	+1	-1	-1	-1	+1	0	-1	0	-2	0	0
月	底层	重心法		+2	+2	0	-1	-1	+1	-1	-1	-1	-2	-1	-1
		类平均法		+2	+2	0	-1	-1	+1	-1	-1	-1	-2	-1	-1
		离差平方和法		+2	+2	+1	-1	-1	+1	-1	-1	-1	-2	-1	-1
5	五米层	重心法		0	0	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	-2	+1	+1
		类平均法		0	0	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	-2	+1	+1
		离差平方和法		0	0	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	-2	+1	+1
月	底层	重心法		+2	+2	0	0	-1	+1	0	-1	-1	-2	0	0
		类平均法		+2	+2	0	0	-1	+1	0	-1	-1	-2	0	0
		离差平方和法		+2	+2	0	0	-1	+1	0	-1	-1	-2	0	0

的月中值求平均而得, 即 $y_1 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_i$ 。 y_1 、

y_2 、 y_3 的具体数据见表 1。

采用欧氏距离分别用系统聚类的八种方法在电子计算机进行系统聚类分析计算。对计算结果进行了分析比较。我们认为在分析水温类型时, 重心法、类平均法、离差平方和法是较好的方法, 其中以重心法最好, 所划分的水温类型也较符合实际。图 1、图 2、图 3 分别表示用这三种方法计算后得出的烟威渔场四月份 5 米层水温类型的系统聚类图。

我们根据水温类型划分要求, 对各类典型年的水温值进行比较, 可定为冷、偏冷、正常、偏暖、暖 5 种类型, 分别用 -2、-1、0、+1、+2 作代号。在预报时, 可根据水温预报所得渔场平均水温值, 用系统聚类的方法分析未来的月份属于什么类型, 得出相似的年份, 以供渔业生产作参考。按计算结果, 1960—1979 年烟威渔场 4—5 月 5 米层、底层水温类型列于表 2。

二、水温类型与渔期 渔场的关系

(一) 底层水温类型 烟威渔场春汛底层鱼虾主要有鹰爪虾、对虾、叫姑鱼、黄姑鱼

等。底层水温主要影响底层和近底层鱼虾类, 其关系是:

1. 暖年时渔期早, 冷年时渔期晚, 时间相差达 20—30 天。如暖年 4 月 6 日开始见鹰爪虾, 冷年则 5 月 6 日才见苗(表 3)。

2. 暖年鱼虾“行动快”, 洄游路线偏向深水, 渔期短, 对捕捞生产不利。冷年鱼虾行动慢, 洄游路线偏向近岸, 渔期长。如叫姑鱼暖年都从北纬 38° 以北西进, 冷年则在北纬 38° 以南。鹰爪虾 4 月上旬到达烟威渔场时, 底层北黄海冷水团已形成。凡冷年冷水团势力强的年份, 其洄游路线即偏向近岸, 有利于定置网捕捞。

(二) 五米层水温类型 烟威渔场春汛中上层鱼类主要有青鱼、鲈鱼、鲢鱼等。五米层水温主要影响中上层鱼类, 其关系是:

1. 暖年渔期早, 冷年渔期晚, 但相差不大。鲈鱼相差 15 天(表 4), 鲢鱼相差 7 天(表 5)。除水温外, 还因为鲈鱼和鲢鱼受其他因素影响, 如七十年代以后的鲈渔期总的向后延迟了, 主要是因鲈鱼的体长组成变小之故。

2. 水温上升快, 渔期短; 水温上升慢, 渔期长。例如, 1973 年 4 月属暖年, 由于水温回升慢, 5 月下降 2 级, 形成为正常年份, 因而鲢鱼在烟威渔场停留较久, 生产获得丰收。

表 3 烟威渔场合庆定置网见鹰爪虾日期

年 份	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1976
见苗月日	4.22	4.23	4.7	4.18	4.16	4.18	5.6	4.20	4.26	4.17	4.6	4.23	4.13
四月底层水温类型	-1	-1	+2	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1	+2	-1	0

表 4 鲈鱼流网渔期和五米层水温类型

年 份	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
见苗日期 (月、日)	4.27	4.25	4.22	4.26	4.28	4.27	5.5	4.27	4.28	5.1	4.25		5.6	5.1
开始生产日期 (月、日)	4.29	4.29	5.4	5.3	5.6	5.2	5.12	5.8	5.6	5.8	5.7	5.7		5.7
5 月生产旺汛 (日)	3—12	2—15	8—19	9—20	10—23	5—24	13—31	13—22	8—24	13—26	9—11		11—20	
4 月 水温类型	-1	0	+1	0	0	0	-2	0	0	-1	+2	0	+2	+1

表5 鲈鱼围网渔期和五米层水温类型

年 份	1972	1973	1974	1976	1978
5月围网开始日期(日)	24	17	21	20	17
月平均总产(斤)/网次	300/1	1944900/237	45500/12	1004450/369	70000/12
主要渔区	55	66,65	68,54	64,65,66,67,54,53	54,55,66
4月五米层水温类型	-1	+2	0	+1	0
5月五米层水温类型	-1	0	-1	0	+1
水温升温情况	正常	慢	较慢	较慢	较快

而1978年4月属正常年份,但因水温回升较快,5月份上升一级成为偏暖年份,所以鲈鱼停留时间短,围网生产差,产量也很低。

三、结 语

1. 本文采用系统聚类分析水温类型,利用了三个指标,其中, y_1 体现了当月水温冷暖程度; y_2 、 y_3 则体现海水本身热力性质。如:1965年和1973年5月份五米层水温 y_1 都为 11.2°C ,若单用 y_1 这个指标划分均属偏暖年份。而本文采用聚类分析,考虑了三个指标,分析结果表明:1965年为偏暖年份,1973年为正常年份。事实上,1973年五米层水温4月份属暖年,由于水温回升慢,5月份下降2级为正常年份,因而鲈鱼在烟威渔场停留较久,生产获得丰收。这样的分析结果对指导渔业生产有一定意义。

2. 聚类分析是根据多指标的类型距离分

类的,避免了单用距平一个指标分类对历史上极大极小值的依赖。事实上,历史上极大极小值的绝对值不相等,且相差很大。例如,历史上烟威渔场五米层4月份(1973年)最大距平为 1.2°C ,历史上(1969年)最小距平为 -2.3°C ,这样属正常年份水温距平为 $-0.6\sim 0.3^{\circ}\text{C}$ 范围之内,正常年份的中间值不是距平为0,而是距平为 -0.2°C ;偏暖年距平中间值为 0.6°C ;而偏冷年距平中间值为 -1.1°C 。

应用系统聚类方法在海况分析和渔情预报实践中不仅简便易行,而且效果也较显著。

本文用系统聚类分析划分水温类型也存在一些问题,如所用三个指标都看作是等权的,而实际上这些指标是不等权的,甚至是不独立的。这类问题有待进一步研究探讨。

参考文献

方开泰, 1978年。聚类分析。数学的实践与认识(1)。



海洋湖沼环境污染学术

讨论会在广州召开

—☆—

《中国海洋湖沼学会》、《中国环境科学学会》、《中国科学院环境科学情报网》于1981年8月17—22日

在广州联合召开了“海洋湖沼环境污染学术讨论会”。会议收到论文137篇。各方面的研究成果采用大会报告和分组报告形式充分进行了交流;代表们还就如何进一步开展海洋湖沼环境保护研究提出了积极的建议。为便于今后国内外的学术交流和加强各学科间的相互联系,中国海洋湖沼学会决定成立其下属的环保二级学会;会议选举产生了“中国水环境学会”第一届理事会。

(蔡浩然)