

应用综合评价法研究江苏吕四渔场生态环境质量

刘绿叶 刘培廷 陈玉生 汤建华*

(江苏省海洋水产研究所, 南通 226007)

摘要 应用系列综合评价法对吕四渔场生态环境质量进行了试探性分析评价研究。NQI值法分析结果表明,吕四渔场持续处于富营养化状态或中营养化状态下。A值法分析结果表明,渔场有机污染处于轻度和中度污染状态;重金属评价结果表明,部分站位Cu、Zn和Hg处于污染状态,Pb、Cd和As在自然本底值范围内;综合评价结果表明,吕四渔场环境质量状况大部分时间处于较差状态。因此,其生态环境质量有待改善。

关键词 综合评价法 生态环境质量 吕四渔场

中图分类号 X821 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2009)05-0083-05

Integrated assessment of eco-environmental quality of Lüsi fishing ground

LIU Lü-ye LIU Pei-ting CHEN Yu-sheng TANG Jian-hua*

(Marine Fisheries Institute of Jiangsu Province, Nantong 226007)

ABSTRACT The ecological environmental quality of Lüsi fishing ground of Jiangsu Province was analyzed by integrated assessment methods. The results of NQI's assessment showed that Lüsi fishing ground was at eutrophication or medium nutrition level, and A-value analysis showed slight or medium organic pollution all through this fishing ground. Contents of heavy metals, including Cu, Zn and Hg were above the standard limit at some sampling sites; while contents of Pb, Cd and As were within the range of natural background value. Analyzed by integrated assessment methods, the eco-environment quality of Lüsi fishing ground was relatively poor most of the time, and calls for improvement.

KEY WORDS Integrated assessment Eco-environmental quality Lusi fishing ground

渔场生态环境是渔场形成、存在和发展的基础,其质量直接决定着渔场渔业资源的可持续发展。Lee等(1995)对台湾西南近岸渔业水域环境因子进行主成分分析发现,渔场的形成与水温、营养盐等环境因子变化密切相关;沈新强等(2004)通过监测调查发现北太平洋渔场形成与叶绿素a、水体冷暖锋面有关;陈新军等(2004)发现渔场0~100 m温度梯度也是影响渔获量的主要因素之一等等。由此可以看出,渔场环境因子的波动直接影响着渔场的形成与变化,因此,对渔场的生态环境因子质量进行分析评价是很有必要的。章守宇等(2001)采用E值法对杭州湾及临近渔业水域水体富营养化程度进行了分析评价,结果表明,该水域已处于富

农业部东海区渔业生态环境监测项目(2004-2007)资助

* 通讯作者。E-mail: jstjsh@yahoo.com.cn

收稿日期: 2008-11-16; 接受日期: 2009-02-12

作者简介: 刘绿叶(1979-),男,助理研究员,硕士,主要从事近海及海岸带生态环境研究。E-mail: luyeliu@sohu.com, Tel: (0513)85228274

营养化状态;贾晓平等(2003)对北部湾渔场生态环境因子进行了分析研究,初步建立了一套海洋渔场生态环境质量综合评价方法;全为民等(2005)分别用E值法和A值法对长江口及其邻近渔业水域的富营养化程度和有机污染水平进行了分析评价,得出长江口及其邻近水域渔业环境质量正呈逐步下降趋势。本文主要参照以上相关分析评价方法对江苏吕四渔场生态环境质量进行了综合分析评价,旨在找到适合吕四渔场的生态环境质量分析评价方法,为吕四渔场渔业水域生态环境监控、管理和保护提供科学指导依据,为渔业资源的可持续发展利用提供理论基础,同时为进一步完善我国渔业水域的生态环境质量评价方法体系提供实际的参考价值。

1 材料与方 法

2004~2007年连续4年对吕四渔场近岸海水水质监测数据进行了统计分析,使用NQI值法、A值法和标准指数法等对渔场生态环境质量进行了综合评价。渔场监测采样点位置如图1。16个水质监测指标分别为:水温(T)、盐度(S)、酸碱度(pH)、溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、氨氮(NH₄⁺-N)、硝酸盐氮(NO₃⁻-N)、亚硝酸盐氮(NO₂⁻-N)、活性磷酸盐(PO₄³⁻-P)、油类(Oil)、铜(Cu)、锌(Zn)、铅(Pb)、镉(Cd)、总汞(Hg)和总砷(As),其中,NH₄⁺-N、NO₃⁻-N和NO₂⁻-N三者之和为溶解无机氮(DIN)。水样采集及分析均按照我国《海洋监测规范》规定的进行。

本文采用的评价标准为:pH、DO、Oil、Cu、Zn、Pb、Cd、Hg和As参照《渔业水质标准》(GB 11607-89);COD、DIN、PO₄³⁻-P参照《海水水质标准》(GB 3097-1997)中一类水质标准。

2 评价公式及结果

2.1 标准指数计算公式

通常情况下,各水质因子的质量标准指数计算公式为:

$$P_i = \frac{C_i}{C_s}$$

式中, P_i 为各评价因子的质量标准指数, C_i 为各评价因子实测浓度值, C_s 为各评价因子的评价标准值。

特殊水质因子标准指数计算公式为,DO:

当 $DO_i > DO_s$ 时, $S_{DO_i} = |DO_f - DO_i| / (DO_f - DO_s)$

当 $DO_i < DO_s$ 时, $S_{DO_i} = 10 - \frac{DO_i}{DO_s}$

式中, DO_i 为溶解氧实测浓度值, DO_s 为评价标准值, DO_f 为饱和溶解氧浓度,单位为mg/L,它的计算公式为: $DO_f = 468 / (31.6 + T)$, T 为水温(°C)。

2.2 富营养化程度评价公式与结果

近海渔场海水的富营养化程度评价一般采用NQI营养盐指数法,计算公式如下:

$$NQI = \frac{C_{COD}}{C_{CODs}} + \frac{C_{DIN}}{C_{DINs}} + \frac{(C_{PO_4^{3-}-P})_i}{(C_{PO_4^{3-}-P})_s}$$

式中,NQI为海水营养水平指数, C_{COD} 、 C_{DIN} 和 $(C_{PO_4^{3-}-P})_i$ 分别为COD、DIN和 $PO_4^{3-}-P$ 的实测浓度值, C_{CODs} 、 C_{DINs} 和 $(C_{PO_4^{3-}-P})_s$ 分别为各因子的评价标准值。当 $NQI < 2$ 时,为贫营养状态;当 NQI 在2~3之间,为中营养状态;当 $NQI > 3$,为富营养化(贾晓平等 2003;全为民等 2005)。

从NQI值法计算结果可以看出(表1),2004年5月~2005年8月,吕四渔场生态环境质量处于中营养化

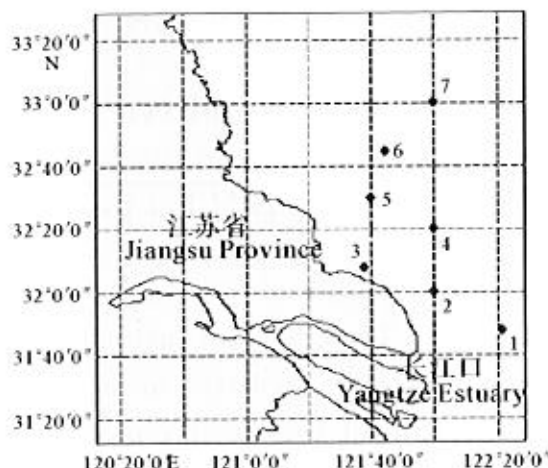


图1 采样位置

Fig. 1 The location of sampling sites

状态,进入 2006 和 2007 年,NQI 值开始增加,达到了 3 以上,基本处在了富营养化状态,因此可以看出,吕四渔场持续的处于营养化状态中,并有进一步富营养化的可能,这对渔业水域的生物生存繁育将造成一定影响。

2.3 有机污染评价公式与结果

本文中有有机污染评价采用 A 值法评价和 Oil 质量标准指数法进行评价。A 值法的计算公式如下:

$$A = \frac{C_{\text{COD}_i}}{C_{\text{COD}_s}} + \frac{C_{\text{DIN}_i}}{C_{\text{DIN}_s}} + \frac{(C_{\text{PO}_4^{3-}\text{-P}})_i - C_{\text{DO}_i}}{(C_{\text{PO}_4^{3-}\text{-P}})_s - C_{\text{DO}_s}}$$

式中,A 为有机污染指数,各分子分别为 COD、DIN、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 和 DO 的实测值,分母分别为各相应的监测因子的评价标准值。当 $A < 0$,为优良;当 A 在 0~1 之间,为清洁;当 A 在 1~2 之间,为较清洁;当 A 在 2~3 之间,为轻度污染;当 A 在 3~4 之间,为中度污染;当 $A > 4$,为严重污染(贾晓平等 2003)。

从表 2 计算结果可以看出,在 7 个站位中,1 号站位的 A 值平均值最高,为 2.80,这可能是由于 1 号站点位于长江口处,与长江口的较大航运量引起的油类污染,以及长江径流、沿岸排放的大量生活污水和工业废水影响有关;2 号、3 号站位的 A 值平均值也相对较高,这可能与 2 号、3 号站位靠近海岸线,受沿岸直接排放的污水影响较大;7 号站位 A 值最低,为 0.59,其有机污染评价结果为清洁,这与该站位远离海岸线,较少受到近岸排放的污水及较少受到航运影响有关。另外,A 值随着时间的变化有逐渐增加趋势,由此说明吕四渔场可能越来越受到有机污染的威胁。

Oil 的标准指数计算公式见 2.1,计算结果见表 3,评价分级为:当 Oil 标准指数值 < 0.4 时,表明其为自然本底值;当 Oil 值在 0.4~0.6 之间,质量评价为清洁;当 Oil 值在 0.6~0.8 之间,

表 1 NQI 值法计算结果

Table 1 The results of NQI analysis

| 时间 Time (年-月) | 站位 Station | | | | | | | 平均 Average |
|------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 2004-05 | 3.67 | 3.44 | 4.83 | 2.32 | 1.90 | 1.70 | 1.54 | 2.77 |
| 2004-08 | 1.36 | 1.38 | 5.08 | 1.59 | 1.61 | 1.87 | 1.16 | 2.01 |
| 2005-05 | 3.41 | 1.69 | 1.95 | 1.74 | 1.69 | 2.82 | 1.41 | 2.10 |
| 2005-08 | 2.92 | 2.28 | 2.60 | 1.86 | 1.94 | 3.25 | 2.40 | 2.46 |
| 2006-05 | 5.78 | 5.78 | 4.15 | 2.67 | 3.04 | 1.76 | 1.57 | 3.54 |
| 2006-08 | 4.43 | 3.47 | 4.15 | 3.49 | 2.62 | 2.32 | 3.23 | 3.39 |
| 2007-05 | 6.27 | 4.63 | 4.06 | 3.28 | 2.69 | 2.07 | 2.14 | 3.59 |
| 2007-08 | 2.71 | 3.40 | 5.75 | 2.09 | 1.68 | 2.82 | 1.43 | 2.84 |

表 2 A 值法计算结果

Table 2 The results of A-value analysis

| 时间 Time (年-月) | 站位 Station | | | | | | | 平均 Average |
|------------------|------------|------|------|------|------|------|-------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 2005-05 | 1.87 | 0.19 | 0.42 | 0.19 | 0.17 | 1.31 | -0.12 | 0.58 |
| 2005-08 | 1.56 | 0.92 | 1.23 | 0.51 | 0.59 | 1.89 | 1.04 | 1.11 |
| 2006-05 | 4.29 | 4.29 | 2.71 | 1.16 | 1.94 | 0.24 | 0.03 | 2.09 |
| 2006-08 | 3.11 | 2.14 | 2.83 | 2.15 | 1.29 | 0.99 | 1.88 | 2.06 |
| 2007-05 | 4.65 | 3.07 | 2.56 | 1.77 | 1.17 | 0.54 | 0.59 | 2.05 |
| 2007-08 | 1.34 | 2.06 | 4.41 | 0.74 | 0.36 | 1.50 | 0.09 | 1.50 |
| 平均 Average | 2.80 | 2.11 | 2.36 | 1.09 | 0.92 | 1.08 | 0.59 | 1.57 |

表 3 油类标准指数值

Table 3 The standard indices of oil

| 时间 Time (年-月) | 站位 Station | | | | | | | 平均 Average |
|------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 2004-05 | 0.80 | 1.00 | 1.20 | 1.00 | 0.80 | 1.00 | 0.80 | 0.94 |
| 2004-08 | 1.00 | 0.80 | 1.20 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0.80 | 0.91 |
| 2005-05 | 0.80 | 1.20 | 1.00 | 0.60 | 1.00 | 0.80 | 0.60 | 0.86 |
| 2005-08 | 1.00 | 1.20 | 1.00 | 0.80 | 1.00 | 0.80 | 0.60 | 0.91 |
| 2006-05 | 0.92 | 1.24 | 1.04 | 0.86 | 0.96 | 0.76 | 0.70 | 0.93 |
| 2006-08 | 1.04 | 1.30 | 1.00 | 0.90 | 0.96 | 0.84 | 0.76 | 0.97 |
| 2007-05 | 1.26 | 1.12 | 1.00 | 0.92 | 0.84 | 0.90 | 0.72 | 0.97 |
| 2007-08 | 1.06 | 1.02 | 1.20 | 0.84 | 0.90 | 0.80 | 0.72 | 0.93 |

为较清洁;当 Oil 值在 0.8~1.0 之间,为轻度污染;当 Oil 值在 1.0~2.0 之间,为污染;当 Oil 值 > 2.0,为严重污染(乔向英等 2008)。

从表 3 可以看出,在 7 个站点中,1、2 和 3 号站位相对超标较频繁,3 号站位一直处于超标状态,表明其一直处在油类污染中,这可能与它较靠近沿岸港口等有关。7 号站位 Oil 标准指数值一直未超过 0.80 的限值,表明其一直处于清洁状态,这可能是因为该站点远离海岸线,较少受到沿岸油类污染物排放影响及船舶运输引起的油类污染影响。从 7 个站点油类标准指数平均值可以看出,从 2004 年 5 月~2007 年 8 月,吕四渔场的油类标准指数一直介于 0.8~1.0 之间,表明该渔场受到的油类污染一直处于轻度污染状态。

2.4 重金属污染水平分析评价

重金属的评价方法采用标准指数法,评价分级标准同 Oil 的分级标准。从同一采样时期内 7 个站点各重金属平均标准指数计算结果可以看出(表 4),Cu 在 2006 年 8 月出现严重超标,标准指数达 5.36,与分级标准对比发现,此时期内吕四渔场 Cu 污染达到了严重污染状态,这可能与吕四渔场沿岸部分企业短时间内大量排放污水有关;Zn 在 2005 年整个吕四渔场一直处于超标状态,其他监测时间内,基本处于轻度污染状态;Pb 和 Cd 一直在自然本底值范围内;Hg 除了 2007 年 8 月有轻度污染外,其他时段内均处于清洁状态;As 标准指数值较低,平均值在 0.03 左右,表明其含量完全处在自然本底值范围内,受到外来污染源的影响较小。

2.5 渔场环境质量综合评价

在无特定污染源或个别污染物造成严重影响的情况下,渔场的环境质量通常不是由单个水质指标决定的。本文采取对各水质标准指数加和平均计算方法对渔场综合环境质量进行综合评价,评价公式如下:

$$I_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$$

式中, I_p 为环境综合质量指数, P_i 为各评价因子的标准指数, I_p 等于各评价因子标准指数值的平均值。评价分级:当 $I_p = 0.2$ 时,渔场综合环境质量为优级; I_p 在 0.2~0.4 之间,为优良; I_p 在 0.4~0.6 之间,为良好; I_p 在 0.6~0.8 之间,为一般; I_p 在 0.8~1.0 之间,为较差; $I_p > 1.0$ 时,为很差(贾晓平等 2003)。

从表 5 渔场环境综合质量标准指数来看,2004 年 5 月份和 2006 年 8 月份,吕四渔场平均综合质量指数均大于 1,说明其环境质量状况已非常差,处于最低的级别;2004 年 8 月份综合指数为 0.90,表明渔场也处于较差状态;其他监测时间,渔场生态环境质量基本上处于一般状态。可以看出,吕四渔场的生态环境可能已经处于一种破坏或即将被破坏的状态,迫切需要对现有的外来污染源进行控制,对渔场生态环境质量现状进行改善。

表 4 各站位重金属标准指数平均值

Table 4 Average standard index of heavy metals at all sampling sites

| 时间 Time (年-月) | Cu | Zn | Pb | Cd | Hg | As |
|------------------|------|------|------|------|------|------|
| 2005-05 | 0.74 | 1.44 | 0.14 | 0.00 | 0.49 | 0.04 |
| 2005-08 | 0.75 | 1.17 | 0.13 | 0.00 | 0.28 | 0.04 |
| 2006-05 | 0.95 | 0.65 | 0.13 | 0.02 | 0.38 | 0.00 |
| 2006-08 | 5.36 | 0.87 | 0.28 | 0.14 | 0.25 | 0.04 |
| 2007-05 | 0.57 | 0.88 | 0.12 | 0.04 | 0.20 | 0.05 |
| 2007-08 | 0.70 | 0.82 | 0.20 | 0.12 | 0.95 | 0.02 |

表 5 吕四渔场环境综合质量指数表

Table 5 The integrated index of Lusi fishing ground

| 时间 Time (年-月) | 站位 Station | | | | | | | 平均 Average |
|------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 2004-05 | 1.32 | 1.29 | 1.69 | 1.02 | 0.85 | 0.85 | 0.76 | 1.11 |
| 2004-08 | 0.76 | 0.71 | 1.75 | 0.82 | 0.83 | 0.80 | 0.66 | 0.90 |
| 2005-05 | 0.75 | 0.50 | 0.57 | 0.39 | 0.63 | 0.59 | 0.63 | 0.58 |
| 2005-08 | 0.54 | 0.60 | 0.65 | 0.44 | 0.58 | 0.58 | 0.64 | 0.58 |
| 2006-05 | 0.85 | 0.83 | 0.68 | 0.57 | 0.65 | 0.51 | 0.46 | 0.65 |
| 2006-08 | 0.85 | 0.65 | 1.90 | 1.26 | 1.33 | 0.63 | 0.68 | 1.04 |
| 2007-05 | 0.84 | 0.68 | 0.85 | 0.55 | 0.53 | 0.48 | 0.46 | 0.63 |
| 2007-08 | 0.61 | 0.61 | 1.22 | 0.52 | 0.52 | 0.52 | 0.52 | 0.65 |

参 考 文 献

- 全为民,沈新强. 2005. 长江口及邻近水域富营养化现状及变化趋势的评价与分析. 海洋环境科学, 24(3): 13~17
- 乔向英,崔毅,周明莹. 2008. 青岛崂山近岸海域石油烃现状与评价. 海洋水产研究, 29(4): 90~93
- 陈新军,许柳雄. 2004. 北太平洋 150°~165°E 海域柔鱼渔场与表温及水温垂直结构的关系. 海洋湖沼通报, 2: 36~41
- 沈新强,王云龙,袁 骥,黄洪亮,周爱忠. 2004. 北太平洋鲑鱼渔场叶绿素 a 分布特点及其与渔场的关系. 海洋学报, 26(6): 118~123
- 国家质量监督检验检疫总局. 2008. GB17378. 4-2007. 海洋监测规范. 北京: 中国标准出版社
- 贾晓平,杜飞雁,林 钦,李纯厚,蔡云贵. 2003. 海洋渔场生态环境质量状况综合评价方法探讨. 中国水产科学, 10(2): 161~166
- 章守宇,邵君波,戴小杰. 2001. 杭州湾富营养化及浮游植物多样性问题的探讨. 水产学报, 25(6): 512~517
- 葛海洋. 2003. 浅论吕四渔场渔业资源保护和合理利用. 中国水产, 8: 74~77
- Lee Ming-ann, Lee Kuo-tien, and Shiah Guang-yaw. 1995. Environmental factors associated with the formation of larval anchovy fishing grounds in the coastal waters of southwest Taiwan. Marine Biology, 121(4): 621~625