

灰色关联分析法在青海湖裸鲤水产种质资源保护区水质评价中的应用

王 维

(青海大学 生态环境工程学院, 青海 西宁 810016)

摘要:在众多水环境质量评价方法中,结合各评价方法的特点,选取灰色关联分析法对 2012 年青海湖裸鲤国家级水产种质资源保护区渔业水域 5 个监测断面的检测结果进行评价分析。结果表明:青海湖裸鲤水产种质资源保护区总体的水质评价为 III 类,其中该区域与 II 类水质标准的关联度大小仅次于 III 类水质标准,说明整个区域的总体水质状况呈现良性循环的态势。

关键词:灰色关联分析法;青海湖裸鲤;水质评价

中图分类号:X824 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)03-0098-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.03.0098

青海湖裸鲤(*Gymnocypris przewalskii*)俗称湟鱼,属鲤形目鲤科裂腹鱼亚科裸鲤属,是青海湖中唯一的水生经济动物,在整个青海湖生态系统中处于核心地位^[1]。1979 年到 2004 年期间,青海湖裸鲤被列入国务院“水产资源繁殖保护条例”保护物种,被青海省列入“青海省重点保护水生野生动物名录”,被“中国物种红色录”列为濒危物种^[2]。自 20 世纪后期以来,由于全球气候暖干化,河流干枯、断流,导致裸鲤的繁殖及种群结构遭到破坏,资源处于严重衰退之中^[3]。因此,对青海湖裸鲤水产种质资源保护区进行水环境质量评价显得尤为重要。本文利用灰色关联分析法对 2012 年青海湖裸鲤国家级水产种质资源保护区渔业水域 5 个监测断面的检测结果进行水环境质量评价分析,以期对青海湖裸鲤资源的保护和恢复提供科学依据。

量化客观的水环境质量评价是水生动植物保护的基础,是环境管理与决策的依据,客观的评价结果有赖于科学的水环境质量评价方法^[4]。目前,我国得到学者和水环境质量评价工作者青睐的河流综合水质评价方法有:单因子评价法、污染指数法、模糊数学评价法、灰色系统评价法、层次分析法、物元分析法、人工神经网络评价法和水质标识指数法等^[5-7]。当综合水质为 I~V 类水时,模糊数学法、灰色系统评价法、层次分析法、BP 人工神经网络法和水质标识指数法等 5 种方法评价

结论基本一致,说明这 5 种典型水环境质量评价方法对综合水质为 I~V 类水的评价具有科学合理性^[5]。基于此,结合水质评价目的,本文选取灰色关联分析法,对 2012 年青海湖裸鲤国家级水产种质资源保护区渔业水环境现状作出评价。

1 评价方法

水环境系统是一个多因素、多层次的复杂系统,该系统中有已知的、未知的或不确定的信息,可视为一个灰色系统^[8]。灰色评价法主要包括灰色关联评价法、灰色聚类法、灰色贴近度分析法和灰色决策评价法等,其中灰色关联评价法应用最为广泛^[8-9]。其评价过程为^[8-10]:

1)待评价样本和评价标准的确定。待评价样本的各评价因子(污染物)的实测值用 $X_j(0)(k)$ ($k=1,2,\dots,m$)表示,其中下标 j 表示待评价样本, k 表示评价因子。再以 $X_i(0)(k)$ ($k=1,2,\dots,m$)表示《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中的标准值作为比较数列,其中下标 i 表示水环境质量级别。

2)待评价样本和评价标准的无量纲化处理。本文初始化方法是将数据归一化到 $[0,1]$ 区间上,得无量纲化值构成的被比较数列 $|X_j(k)|$ 和比较数列 $|X_i(k)|$ 。

3)关联离散函数和关联度的计算。利用无量纲化计算后的结果,用待评价样本无量纲化计算结果值构成被比较数列;以评价标准的无量纲化计算结果值构成比较数列;计算被比较数列与比较数列的关联系数,用参数更少并且为同标度的关联离散函数,如: $A_{ij}(k) = \frac{1 - \Delta_{ij}(k)}{1 + \Delta_{ij}(k)}$;式中, $\Delta_{ij}(k) = |X_i(k) - X_j(k)|$ 表示差序列。利用公式

收稿日期:2014-12-09

基金项目:青海大学大学生科技创新基金资助项目(QX-22)

作者简介:王维(1992-),男,湖北省黄冈市人,在读学士,从事环境质量评价研究。E-mail:qingdawangwei@126.com。

$r_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n A_{ij}$ 求得关联度;其中 n 为评价因子个数。

4)结合关联度计算结果,对被比较数列中各样本与比较数列中各水质级别关联度计算结果的大小进行比较,从而进行水质评价。

2 灰色关联分析法在青海湖裸鲤水产种质资源保护区中的应用

本文选取 2012 年青海湖裸鲤国家级水产种质资源保护区渔业水域监测数据为评价对象,研究区域共设监测断面 5 个:沙流河大桥、泉吉河大桥、布哈河大桥、黑马河大桥和 151 码头岸边。水环境质量相关因子的评价标准参照《地表水环境

质量标准》(GB 3838-2002),结果见表 1^[11]。本研究数据来源于青海省渔业环境监测站,数据真实可靠。

将被比较数列与比较数列进行归一化处理^[9]:对于比较数列,将 I 级水对应的标准值定为 1,V 级水质对应的标准值定为 0;溶解氧标准值的取法与其它水质参数的处理方法相反。归一化后的比较数列见表 2。对于被比较数列,同一评价因子的 5 个数值中,污染物含量最高的取 0,最低的取 1,其余 3 个标准值依据内插法确定。溶解氧的处理方法与比较数列中相同。归一化后的被比较数列见表 3。

表 1 水环境质量评价标准

Table 1 The evaluation criteria of water environmental quality

等级 Grades	DO	TN	高锰酸盐指数 Permanganate index	氨氮 NH ₃ -N	汞 Hg	六价铬 Hexavalent chromium
I	7.5	0.2	2	0.15	0.00005	0.01
II	6	0.5	4	0.5	0.00005	0.05
III	5	1.0	6	1.0	0.0001	0.05
IV	3	1.5	10	1.5	0.001	0.05
V	2	2.0	15	2.0	0.001	0.10

表 2 归一化后的比较数列

Table 2 A normalized comparative sequence

等级 Grades	DO	TN	高锰酸盐指数 Permanganate index	氨氮 NH ₃ -N	汞 Hg	六价铬 Hexavalent chromium
I	1	1	1	1	1	1
II	0.727	0.833	0.846	0.811	1.000	0.556
III	0.545	0.556	0.692	0.541	0.947	0.556
IV	0.182	0.278	0.385	0.270	0.000	0.556
V	0	0	0	0	0	0

表 3 归一化后的被比较数列

Table 3 A normalized compared sequence

监测点 Monitoring points	DO	TN	高锰酸盐指数 Permanganate index	氨氮 NH ₃ -N	汞 Hg	六价铬 Hexavalent chromium
沙流河 Shaliu River	0.533	1	0.706	0.726	1	0
泉吉河 Quanji River	0.267	0.167	1	0.732	0.500	1
黑马河 Heima River	0	0.208	0.941	0.701	0.750	0.056
布哈河 Buha River	0.667	0.333	0.824	1	0	0.778
151 码头岸边 Shore of 151 dock	1	0	0	0	0	0.722

3 结果与分析

运用关联离散函数及关联度计算公式,计算结果见表 4。

关联度越大表示与比较数列的关联性越好,表明该水质级别接近于该比较数列中的某一水质标准。从表 4 的计算结果可以看出,沙流河监测点与 II 类水质标准关联度最大,但与 III 类水质标

表 4 各监测点关联度计算结果
Table 4 The calculation of correlation degree
for each monitoring point

级别 Grades	沙流河 Shaliu River	泉吉河 Quanji River	黑马河 Heima River	布哈河 Buha River	151 码头岸边 Shore of 151 dock
I	0.580	0.526	0.362	0.506	0.261
II	0.712	0.479	0.492	0.583	0.261
III	0.701	0.497	0.518	0.537	0.314
IV	0.302	0.495	0.453	0.571	0.567
V	0.273	0.297	0.483	0.320	0.694

准的关联度也较大,其关联度为 0.701,说明水质刚刚达到了 II 类,有趋于 III 类水质的趋势;泉吉河监测点与 I 类水质标准关联性最好,可评为 I 类水质;同理,黑马河、布哈河和 151 码头岸边可分别评价为 III 水质、II 类水质和 V 类水质。其中黑马河监测点与 II 类水质标准的关联性仅次于 III 类,说明水环境质量呈现良性循环的趋势;布哈河监测点与 III、IV 类水质标准的关联度略小于 II 类水质标准的关联度,说明该水环境处于不稳定的状态,有恶化为 III 类水的趋势;151 码头岸边监测点的水环境质量评价为 V 类,是因为该监测点有 4 项监测指标劣于其它监测点相同环境因子,在被比较数列进行归一化处理时,归一化后的数列中有 4 个因子为 0,导致了水环境评价为过保护。综合考虑,将所有的监测点作为青海湖裸鲤水产种质资源保护区的 5 个影响因子,进行求算术平均值,可以知道,整个水域与 I、II、III、IV、V 类水质标准的关联度分别为 0.447、0.505、0.513、0.478 和 0.413。可以看出,青海湖裸鲤水产种质资源保护区总体的水质评价为 III 类,其中该区域与 II 类水质标准的关联度仅次于 III 类

水质标准,说明整个区域的总体水质状况呈现良性循环的态势。

4 结论

通过采用灰色关联分析法对青海湖裸鲤国家级水产种质资源保护区进行了水质评价。该方法能够清楚地表明水环境质量与各个水质标准的关联性大小,为区域的综合治理提供一定的参考依据,但对于某些监测点有部分影响因子较其它监测点影响大时,该方法在评价该类监测点存在一定的局限性。因此,为使监测点能够得到合理、科学的评价,在今后水环境质量评价中,应该采取多种方法进行对比评价分析。

参考文献:

[1] 卫福磊,李长忠,史建全,等. 青海湖裸鲤三磷酸甘油醛脱氢酶基因的克隆和表达特性[J]. 中国实验动物学报, 2013(1):38-46.

[2] 谢保胜,祁晓霞,史健全,等. 青海湖裸鲤肾细胞的原代培养和传代培养[J]. 淡水渔业,2008(5):42-45.

[3] 祁洪芳,史建全. 青海湖裸鲤的人工繁殖及苗种的淡水培育技术[J]. 水产科技情报,2009,36(3):149-151.

[4] 李名升,张建辉,梁念,等. 常用水环境质量评价方法分析与比较[J]. 地理科学进展,2012,5(5):617-624.

[5] 尹海龙,徐祖信. 河流综合水质评价方法比较研究[J]. 长江流域资源与环境,2008,9(5):729-733.

[6] 徐祖信. 我国河流单因子水质标识指数评价方法研究[J]. 同济大学学报,2005,33(3):321-325.

[7] 徐祖信. 我国河流综合水质标识指数评价方法研究[J]. 同济大学学报,2005,33(4):482-488.

[8] 张小君,徐中民,宋晓喻,等. 几种水环境质量评价方法在青海湖入湖河流中的应用[J]. 环境工程,2013,2(1):117-121.

[9] 何艳虎,林凯荣. 基于灰色关联分析法的东江河源段水质评价分析[J]. 珠江现代建设,2012,4(2):13-15,35.

[10] 邓聚龙. 灰色系统基本方法[M]. 武汉:华中理工大学出版社,1987:31-33.

[11] 地表水环境质量标准[S]. GB 3838-2002.

Application of Grey Correlation Analysis on Water Quality
Assessment of the *Gymnocypris przewalskii*
in Aquatic Germplasm Reserve

WANG Wei

(College of Ecological Environment Engineering, Qinghai University, Xining, Qinghai 810016)

Abstract: Among the many water environment quality evaluation methods, combined with the characteristics of each evaluation method, the test results of five monitoring sections of the *Gymnocypris przewalskii* in Aquatic Germplasm Reserve in 2012 were evaluated with grey correlation analysis. The results showed that the overall quality evaluation of the *Gymnocypris przewalskii* in Aquatic Germplasm Reserve was Grade III, in which the region was associated with II water quality standard only to Grade III standard, indicating that the overall water quality of the entire region presented a virtuous cycle trend.

Keywords: grey correlation analysis; *Gymnocypris przewalskii*; water quality assessment