

国外水生态区评价对我国的启示

郑乐平, 乐嘉斌, 瞿书锐

(上海大学环境科学与工程系, 上海 200444)

摘要 概述国外水生态区评价研究成果: 目前水生态区正确性评价方法主要以复合生物群落指标体系为主, 考察水生态区之间的一致性和差异性; 不同方法、不同尺度的水生态分区结果之间的相互校验也是水生态区正确性评价的一种辅助方法; 水生态区边界准确性评价和特定应用方面有效性评价也渐渐得到了人们的关注。提出我国开展水生态分区及其评价研究过程中值得注意的几个问题: 在选择水生态分区方法时, 应将定性和定量的方法有机地结合起来, 使其相互弥补, 从而更准确地对我国流域水体进行水生态分区; 在选择分区指标时, 应综合考虑水生态系统的各方面特征指标及影响因素, 结合生物量、物种组成比例、物种数等生物指标和河床类型、河道形态、水化学等非生物指标, 全面地反映水生态区的特征; 在借鉴国外相关研究成果的同时, 评价方法的科学性、评价指标的综合性与针对性、评价对象的异质性等也是值得注意的问题。

关键词 水生态区; 评价方法; 分区方法; 分区指标

中图分类号: X171.1 文献标识码: B 文章编号: 1004-693X(2010)03-0083-04

Illuminations for China from foreign aquatic ecoregions assessment

ZHENG Le-ping, LE Jia-bin, QU Shu-rui

(Department of Environmental Science and Engineering, Shanghai University, Shanghai 200444, China)

Abstract: Study results from aquatic ecoregions abroad were summarized. The assessment method was inspection of the consistency and diversity between aquatic ecoregions using mainly the complex biological community indicator system at present. Using mutual examination of the results of dividing aquatic ecoregions with different methods and different dimensions was an effective supplementary assessment method. The method of assessing the accuracy of the aquatic ecoregions boundary and assessing the effectiveness of specific applications has gradually received more attention. Several problems worth concern in the study of aquatic ecoregions and their assessment are put forward. The qualitative and quantitative methods should be combined organically in selecting the method for dividing aquatic ecoregions so that they can mutually benefit each other and more precisely divide aquatic ecoregions of river basins in China. In selecting dividing indexes, the various characteristic indexes and factors of aquatic ecosystems should be considered, combining bio-indexes (such as biomass, composition ratio of species, and number of species) with non bio-indexes (such as river bed types, river patterns, and hydro-chemistries) in order to fully reflect the features of the aquatic ecoregions. The scientific validity of the assessment method, comprehensiveness and direction of assessment indexes, and heterogeneity of assessment objects are also noteworthy problems.

Key words: aquatic ecoregion; assessment method; dividing method; dividing indexes

“生态区”是指具有生态系统相似性的陆地或水域^[1], 它为生态系统的研究、评价、修复和管理提供了一个合适的空间单元, 自其提出后逐渐被广泛接

受, 世界各国学者相继提出了针对不同对象及目的的各种生态区^[2], 如 USEPA 针对水生态系统的区域特征提出“水生态区”, 认为“水生态区”是具有相对

同质的淡水生态系统或生物体及其与环境相互关系的土地单元,并于1987年提出了美国水生态分区方案^[3],自此以后,水生态区得到许多国家的关注^[4-6]。

水生态区作为一个相对较新的水环境管理框架越来越多地被应用到实践管理工作中来,但其分区方法尚未完全成熟,其管理效力尚需加以评价、检验。目前我国“十一五”水专项正在开展水生态分区研究,旨在为水环境管理提供有效的水生态区地图作为管理框架。相关的研究工作今后将在我国大范围开展,以完善我国水生态分区方法,并对水生态区进行评价,为水环境管理工作提供足够的科学依据与技术支持。国外对水生态区评价已经做了一定的研究,并取得了相当的成果,而我国水生态分区研究刚刚起步,水生态区评价研究更是空白,故借鉴国外的先进技术方法是很有必要的。笔者在借鉴国外水生态区评价的相关研究成果的基础上,提出了对我国水生态分区及水生态区评价研究的若干启示。

1 水生态区评价的现状

自“水生态区”提出后,真正的水生态区评价研究直至20世纪90年代才开始。水生态区评价主要包括水生态分区正确性评价、水生态区边界准确性评价及水生态区在特定应用方面的有效性评价^[7]。

1.1 水生态区正确性评价

水生态区正确性评价系指水生态区与实际水生态系统分布格局的符合程度,主要考察同类型水生态区之间的生态特征一致性及不同类型水生态区之间的生态特征差异性,而水生态区间的生态特征一致性和差异性主要是由水生态区内具有代表性的指标来反映的。20世纪80年代后期,学者们开始在水化学、河流栖息地、生物状况等方面寻找与水生态区分布规律有较高相关性的指标,但结果显示任何单一指标只能在局部地区正确地解释水生态区分布规律,没有广泛的正确性^[7-10]。基于该结论,Omernik^[11]提出,由于水生态系统的复杂性,水生态区评价应该从水生态系统整体出发,以水生生物群落特征为主,全面地分析水生态系统特征的区域性规律。该评价思想的提出,将水生态区评价研究带入了复合生物指标体系评价阶段。各国学者相继开始以具有指示水生态区分布规律的水生物群落特征指标为主,评价水生态区的正确性。如Harding等^[12]以底栖无脊椎动物群落的物种数、特有物种数、优势物种数、生物密度为评价指标,分析了新西兰南岛10个水生态区之间的一致性和差异性,对该水生态区的正确性进行了评价,验证了该水生态区

的正确性;Wells等^[13]在澳大利亚以无脊椎动物群落的物种有无状况、优势物种、物种百分比等为主要指标,同时结合了河流栖息地特征指标,考察了同类型水生态分区之间的一致性、不同类水生态分区之间的差异性,以此对水生态区的正确性进行评价。

除了通过指标体系法考察水生态区的一致性和差异性的方法外,相互校验也是一种较为有效、简便的水生态区正确性评价方法。Young等^[14]结合自组织地图法(self-organizing map,SOM)和改良共鸣理论(adaptive resonance theory)进行水生态分区,并将分区结果与主成分分析法(PCA)的分区结果做比较,结果显示SOM法的分区结果与PCA结果较符合,并且对污染状况等方面情况具有更细致的辨识程度。这样的相互校验方法可以使水生态区评价更简便、快捷,但对参照分区图的需求成为这种方法的最大缺点。

1.2 水生态区边界准确性评价

水生态区边界准确性评价系指水生态区边界与实际水生态系统的生态交错带的符合程度,主要考察水生态区边界带附近生态环境特征对两边水生态区的归属程度。随着水生态区评价研究的不断深入,水生态区边界准确性的问题渐渐引起学者们的关注。Wells^[13]在进行水生态区评价时,不仅评价了水生态区正确性,同时也以大型无脊椎动物群落特征为指标,考察了分区边界带附近单元点对两边的归属程度,从而评价了水生态区边界准确性;Graef等^[15]将分类回归树法(classification and regression trees,CART)引入水生态区评价中来,通过比较水生态区边界附近单元点的生态特征对两边水生态区的相似程度,判别水生态区边界的准确性。

1.3 水生态区在特定应用方面的有效性评价

水生态区在特定应用方面的有效性系指水生态区被应用于不同实践工作中时,其实用性及作用效力,主要考察水生态区分布格局与特定实践工作需求的符合程度。水生态分区方法的逐渐成熟,使水生态区越来越多地被应用到水质管理、水生态环境监测、动物保护等实践工作中来,不同目的的实践工作对水生态区的要求也不尽相同,水生态区针对不同应用方面的有效性评价则越发显得重要。Whittier等^[16]通过分析小流域水生态系统特征与8个生态区之间的一致性程度,对美国俄勒冈州水生态区在流域水生生物研究方面应用的有效性进行了评价,同时发现水生态区是大尺度流域水生生物分类和管理的有效框架。水生态区在特定应用方面的有效性评价的相关研究目前较少,主要集中在欧美地区,但它是水生态区广泛应用到不同研究方向的

关键因素,因此今后还需在该评价方向开展广泛的研究工作。

综上所述,基于近 20 年来的研究成果,目前水生态区正确性评价方法主要以复合生物群落指标体系为主,考察水生态区之间的一致性和差异性;不同方法、不同尺度的水生态分区结果之间的相互校验也是水生态区正确性评价的一种辅助方法。近年来,水生态区边界准确性评价和特定应用方面有效性评价也渐渐得到人们的关注。总体而言,对水生态区评价的研究已做了一定的工作,也取得了一定的成果,但迄今为止研究深度仍然尚浅,生态系统内部的作用机理尚未了解清楚。

2 对我国水生态分区的启示

在过去几十年里,我国学者针对水体的某些要素也开展了针对性分区研究,但直至 2007 年,孟伟等^[17]才在辽河流域首次开展了水生态分区研究。我国水生态分区研究刚刚起步,相关技术较为落后,在借鉴国外先进研究成果、发展我国水生态分区技术方法的过程中,关于分区方法、分区指标和水生态区评价等方面有很多问题需要注意。

首先,分区方法是水生态分区研究中的重要问题,选择合适的分区方法对分区结果的正确性有着极大影响。目前水生态分区方法有地理相关法、地图叠置法、主导标志法等,采用的分析技术有回归树分析法、聚类分析法、人工神经网络法等,其中有些以定量为主,有些以定性为主,各有其优缺点。定性分析在分区过程中主要依据个人的知识和判断,因此它易受主观判断错误的影响;定量分析多采用统计学的相关原理,分区过程较为严谨、客观,但考虑计算机的分析处理能力有限,其分区指标一般不易过多。我国关于水生态系统的基础数据相对缺乏,无法满足定量分析法对数据量的要求;同时,我国针对流域水体水生态系统的研究相对较浅,又使得定性分析法无法对水生态分区的作用机理加以完全正确地分析。故在选择水生态分区方法时,应将定性和定量的方法有机地结合起来,使其相互弥补,从而更准确地对我国流域水体进行水生态分区。在大中型尺度的分区中,应采用自上而下的、以定性分析为主的地图叠置法;在小型尺度的分区中,可采用自下而上的定量分区方法,并根据需要选择合适的分析技术。

其次,分区指标的选择是水生态分区研究的关键问题。在选择分区指标构建指标体系时,综合性和针对性是选择指标的两大原则。水生态系统是一个复杂、多样的复合系统,它包括由生物因素和非生

物因素组成的非生物环境、生产者、消费者和分解者等 4 个组成成分,在选择分区指标时,应综合考虑水生态系统的各方面特征指标及影响因素,结合生物量、物种组成比例、物种数等生物指标和河床类型、河道形态、水化学等非生物指标,全面地反映水生态区的特征,从而更准确地进行水生态分区。另外,分区指标的选择应有针对性,如制定边界的分区指标就应有别于区系内部的分区指标,这是由于水生生物群落特征对生态环境变化及差异的指示作用已经得到广大学者公认,适合用作区系内部的分区指标,如水生植物覆盖率、水生生物物种数等,但由于生物的活动性、随机性,使其无法运用于制定边界的指标,而非生物环境特征指标具有相对连续和固定的特点,则是分区边界指标的首选,如地表水体类型等。

最后,随着我国水生态分区研究的逐步开展,水生态区评价也将成为其中一个重要的组成部分。在借鉴国外相关研究成果的同时,评价方法的科学性、评价指标的综合性与针对性、评价对象的异质性等是值得注意的问题。评价方法是水生态区评价研究中的重要研究课题,评价指标中有些可以定量,有些只能定性,这就要求在评价方法中科学地将定量方法和定性方法结合起来加以应用。针对不同评价内容也应采用不同评价思想,水生态区正确性评价应主要从水生生物群落特征出发,考察同类水生态区间的一致性和不同类型水生态区间的差异性;而水生态区边界准确性评价则应分析所划分的边界带附近的非生物环境特征,考察特定单元点对两边水生态区特征的归属程度,从而达到所需评价的目的。评价指标是评价工作的核心,在选择评价指标时应从水生态系统整体出发,综合各方面特征,针对不同评价内容,构建复合指标体系,以使指标体系能全面地表述水生态系统状况。评价对象是评价工作中必须明确的问题,针对不同需求、不同尺度的水生态区,应选择具有针对性的评价指标体系,设定不同的评价阈值。

3 结 语

水生态区是有效的水环境管理框架,目前我国“十一五”水专项正在开展水生态分区的研究工作,但作为我国一个较新的管理框架,在水生态分区技术方法方面有待深入研究、不断完善。国外学者对水生态分区的研究已做了相当一部分的工作,故借鉴国外的水生态分区和水生态环境保护的经验很有必要,吸取国外先进经验有利于我国水生态环境保护水平的迅速发展及相关研究工作的开展。

参考文献：

[1] CROWLY J M. Biogeography[J]. Canadian Geographer ,1967 , 11(4) :12-26.

[2] 孟伟 张远 郑丙辉.水生生态区划方法及其在中国的应用前景[J].水科学进展 2007 ,18(2) 293-300.

[3] OMERNIK J M. Ecoregions of the conterminous United States (Map Supplement) [J]. Annals of the Association of American Geographers ,1987 ,77(1) :118-125.

[4] DAVIES P E. Development of a national river bioassessment system , AUSRIVAS in Australia [C] / WRIGHT J F. Assessing the Biological Quality of Fresh Waters- RIVPACS and Other Techniques. Freshwat Biol 2000 :113-124.

[5] HEMSLEY F B. Classification of the biological quality of rivers in England and Wales[C] / WRIGHT J F. Assessing the Biological Quality of Fresh Waters - RIVPACS and Other Techniques. Freshwat Biol 2000 55-69.

[6] Austrian Standard(O) NORM M 6232. Guidelines for the ecological survey and evaluation of flowing surface waters[S]. Vienna :Austrian Standards Institute ,1997.

[7] ROHM C M , GIESE J W , BENNETT C C. Evaluation of an aquatic ecoregion classification of streams in Arkansas[J]. Journal of Freshwater Ecology ,1987 4 :127-140.

[8] HUGHES R M , REXSTAD E , BOND C E. The relationship of aquatic ecoregions river basins and physiographic provinces to the ichthyogeographic regions of Oregon[J]. Copeia ,1987(2) : 423-432.

[9] WHITTIER T R , HUGHES R M , LARSEN D P. Correspondence between ecoregions and spatial patterns in stream ecosystems in Oregon[J]. Canadian Journal of Fisheries

and Aquatic Sciences ,1987 45(9) :1264-1278.

[10] LARSEN D P , DUDLEY D R , HUGHES R M. A regional approach for assessing attainable surface water quality : an Ohio case study[J]. Journal of Soil and Water Conservation , 1988 43(6) :171-176.

[11] OMERNIK J M. Ecoregions : a spatial framework for environmental management[C] / DAVIS W S. Biological Assessment and Criteria : Tools for Water Resource Planning and Decision Making. Boca Raton :Lewis ,1995 49-62.

[12] HARDING J S , WINTERBOURN M J. An ecoregion classification of the South Island New Zealand[J]. Journal of Environmental Management ,1997 51(2) 275-287.

[13] WELLS F , METZELING L , NEWALL P. Macroinvertebrate regionalisation for use in the management of aquatic ecosystems in Victoria , Australia [J]. Environmental Monitoring and Assessment ,2002 74 271-294.

[14] YOUNG S P , TAE S C , INN S K , et al. Hierarchical community classification and assessment of aquatic ecosystems using artificial neural networks[J]. Science of the Total Environment ,2004 327(8) :105-122.

[15] GRAEF F , SCHMIDT G , SCHRODER W , et al. Determining ecoregions for environmental and GMO monitoring networks [J]. Environmental Monitoring and Assessment ,2005 ,108 (7) :189-203.

[16] WHITTIER T , HUGHES R , LARSEN D. Correspondence between ecoregions and spatial patterns in stream ecosystems in oregon[J]. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences ,1988 45 :1264-1278.

[17] 孟伟 张远 郑丙辉. 辽河流域水生生态分区研究[J]. 环境科学学报 2007 27(6) 911-918.

(收稿日期 2009-09-11 编辑 徐 娟)

(上接第 72 页)

[19] HOPPER B. Information management behavior of Australian catchment managers[J]. Water International , 2001 ,26(4) : 513-526.

[20] HOPPER B. Design and implementation experience of an Australian prototype catchment information exchange program [J]. Water International ,2002 27(4) 568-577.

[21] BARROW C. River basin development planning and management : a critical review[J]. World Development ,1998 , 26(1) :171-186.

[22] MCCOOL S F , GUTHRIE K. Mapping the dimensions of successful public participation in messy natural resources management situations[J]. Society and Natural Resources , 2001 ,14(4) 309-320.

[23] FALKENMARK M , GOTTSCHALK I , LUNDQVIST J , et al. Towards integrated catchment management : increasing the dialogue between scientists , policy-makers and stakeholders [J]. Water Resource Development 2004 20(3) 297-309.

[24] 杨立信 孙金华.国外水资源一体化管理的最新进展 [J].水利经济 2006 24(4) 20.

(收稿日期 2008-10-31 编辑 高渭文)

(上接第 82 页)

[19] 李明.长春市 1994—2004 年水足迹研究[D].沈阳 :东北师范大学 2007.

[20] 陈玉民.中国主要作物需水量与灌溉[M].北京 :水利电力出版社 ,1995.

[21] 河北省人民政府办公厅 ,河北省统计局 ,河北省社会科学院.河北经济年鉴[M].北京 :中国统计出版社 2006.

[22] HOEKSTRA A Y , CHAPAGAIN A K. Water footprints of nations :water use by people as a function of their consumption pattern[J]. Water Resource Management 2007 21 35-48.

(收稿日期 2009-02-15 编辑 徐 娟)

