

农业自然环境质量综合评价

——以重庆市为例

张 剑 光

(西南师范大学地理系)

摘要 本文提出了一种综合、定量地评价农业自然环境质量的方法,包括评价原则、模型、参数量化、权重分配等,尤其对参数量化、权重分配作了大胆尝试。对重庆市试评的结果表明,本方法是可行的。

关键词 农业自然环境质量;量化;综合评价;重庆市。

已经完成的各种农业自然条件、资源研究,是对农业自然环境的评价,但有两点值得进一步改进:定性描述的不确定性和综合性差。“自然条件较好”、“光热水土配合较差”等术语,不能准确地反映质量的高低,也使得区域间对比困难。由于定性评价居多,指标间不能“求和”,区域评价的综合程度差甚至不可能综合。本文目的就是试图按照农业自然环境各因子质量高低及它们对综合质量影响的大小,来定量评价农业自然环境质量,改进传统评价的两点不足。

确切地说,环境质量评价,应包括自然、社会、经济等各种环境质量评价。而目前的“环境质量评价”,实际上是自然环境污染状况评价,对自然环境本身的质量优劣的评价研究极少。农业自然环境质量评价,属于广义的自然环境质量评价,不同于目前一般的环境质量评价。后者基于各种污染物对生命特别是人的影响,前者则应基于各质量因子对农业生产力的作用。本文的研究是探索性的,评价方法中定有许多不妥之处,希望能得到同行指正。

一、农业自然环境质量综合评价

(一) 原则

1. 生产力原则 农业的核心是生产力,而其中占绝对优势的是第一性生产力(植物生产力),农业自然环境从根本上限制了第一性生产力的大小。因此,质量评价要根据各因子对第一性生产力大小、稳定性和持续性的影响。

2. 生态原则 农业第一性生产力受农业自然环

境各生态条件的限制,各生态条件直接或间接地影响自然生产潜力及其可利用性。特别是在当今各种生态问题出现、环境恶化的情况下,强调生态原则很有意义。

(二) 评价方法

本文的作法是,把各环境质量因子的作用转换成相对于农业生产的质量指数,使得各质量因子间可进行对比,而这些质量因子的质量决定了环境的综合质量。考虑各自影响的方面和程度,对各因子质量指数加权求和,就得到农业自然环境综合质量指数(ANQI),即

$$ANQI = \alpha \cdot P + \beta \cdot E$$

$$P = f(Q, T, W, S)$$

$$E = \sum_{i=1}^m W_i \cdot E_i$$

其中, α 、 β 是权重, $\alpha + \beta = 1$; P 、 E 分别是自然生产潜力质量指数、生态质量指数,前者是光、温、水、土即 Q 、 T 、 W 、 S 的函数; E_i 是生态条件质量指数, W_i 为相应的权重, m 是生态条件数目,

$$\sum_{i=1}^m W_i = 1.$$

E_i 、 E 、 P 和 $ANQI$ 的值均属于 $[0, 10]$, 值愈大则质量愈高, 对农业生产的作用愈好。质量指数可作五级划分: 优, $(8, 10)$; 良, $(6, 8)$; 中, $(4, 6)$; 差, $(2, 4)$; 劣, $(0, 2)$ 。

评价结果表示在图上, 非常直观, 分别作自然潜力质量图、生态质量图和综合质量图^[4]; 同时分析潜

表 1 评价参数及量化

参 数			量 化 方 法 及 说 明
自然生产潜力		光照 温度 水分 土壤 大气	$P = \begin{cases} 10, & y \geq 1200 \text{kg/mu} \\ y/120, & y < 1200 \text{kg/mu}, \end{cases}$ y 是自然生产潜力, 其计算式为 $y = \sum_{i=1}^{12} 18.87 f(S) \cdot f(T_i) \cdot f(W_i) \cdot Q_i, f(S), f(T_i),$ $f(W_i), Q_i$ 分别是土壤、温度、水分有效系数和太阳总辐射 (kcal/ cm ² ·月),各有效系数介于 0—1 间,其计算较繁,见文献[1]、[2]
	生态质 <		

力质量、生态质量及综合质量的限制因素。这些可作为农业规划、农业环境保护治理的依据之一。

(三) 参数选择与量化

选择哪些环境因子作评价农业自然环境质量的评价参数, 依据各环境因子对第一性农业生产作用的大小、方面而定。各参评因子的量化方法见表 1。

自然生产潜力是农业第一性生产的基础, 它通过光、热、水、土 (在自然状态下, 大气一般没有明显

的差别, 评价意义不大) 来评定, 这种自然潜力的研究比较多。参考全国及四川省自然潜力的分布, 把 1200 kg/mu 以上定为优等。显然, 把光热水土综合为对自然潜力的评价, 比分别对光、热、水、土进行评价要科学得多。

影响自然生产潜力稳定性、持续性和可利用性的环境因子, 主要有五个方面 (表 1)。自然生产潜力代表的是光热水土的平均质量状况, 而光热水土异常变化则反映了这种平均状况的稳定性与持续

性。之所以选表 1 中的三个参数来代表异常变化,是因为光、热的年际变化远小于水分,而干旱、径流变化既体现了热(太阳辐射)、水分的共同作用,又强调了水的重要性;土壤肥力的年际波动极小,但土壤非自然的侵蚀速率不得不考虑。土壤侵蚀速率的标准是本底侵蚀。据计算,250 t/km²·yr 可作为亚热带地区有无侵蚀过高的标准,参考土壤侵蚀强度分级标准,用幂函数型式子来求水土流失的质量指数。

植被条件是生态质量的综合指示指标,它可以反映整个生态系统状态优劣。生态学家、环境保护者总希望森林覆盖率越高越好,但一个区域必须有足够的耕地、城镇地、工矿交通地、水域等来满足区域人口、经济的需求。因此,森林覆盖率应有一定限度,在人口众多的地方尤其如此。整个重庆市的这个限度为 31% 左右,我们定 30% 以上为优。

地貌条件限制了自然潜力的可利用性、农业生产的耕作条件等。中国多山地丘陵,四川盆地地形破碎,地貌条件的标准不宜过高,故地貌类型的质量以中丘以下的丘陵、平原、台地、平坝的百分比为准,坡度质量以缓坡及以下的坡度面积来评定,这样能符合国情。

人本不是农业自然环境的组成因子,但由于人的作用使得农业自然环境发生了极为深刻的变化,植被、水土流失、污染等均与人有关,因此要把人口压力参数考虑进来。人均耕地也就是耕地人口负担密度,人均土地是人口密度的倒数,此二参数能很好地反映人口压力状况。

农业自然环境污染状况的评价比较困难:已有的环境污染资料绝大部分是工矿、城区的。在缺乏资料的情况下,只好用县城、工矿区的资料来替代,至少可以部分地代表整个区域的污染状况。评价标准要作适当选择,具体污染指标的确定也要据它是否对农作物生产力及产量质量有害。

(四) 权重分配

权量是参评因子对质量影响大小(贡献)的反映,德尔非法及其各种改进方法,都试图通过多次主观打分来反映客观的贡献,基于这样的前提:主观评分从根本上是客观的重要性决定的,按统计规律,多次反复的结果就是对客观重要性的反映。然而,在各因子对综合质量的影响机制和程度没有弄清前(实际上多数问题属此类,否则就不用德氏方法了),无论如何权重不会很准确。另一方面,即便因子的重要性客观上存在一定值,不同类型(知识、背景、兴趣等)的人对其感知也不同,从而有不同的权重。因

此可以说,德尔非法及改进方法内含两次不确定性,即因子客观重要性的不确定和对这种重要性认知的不确定。

我们在此尝试用主成分分析来确定权重^[1]。主成分分析原本用于对多个变量进行压缩和对这类样本进行分类,其结果之一是把所有变量综合成对少数几个主成分的线性方程组,即

$$Z_i = l_{i1}x_1 + l_{i2}x_2 + \cdots + l_{im}x_m$$

每个变量($x_1, x_2, \dots, x_m$)对第 i 主成分(Z_i)影响的大小由其系数($l_{i1}, l_{i2}, \dots, l_{im}$)决定,如果将这些系数作归一化处理,即可得各变量对第 i 主成分的贡献,也就是权重:

$$W_{ii} = \frac{l_{ii}}{\sum_{i=1}^m l_{ii}}$$

取前几个主成分(如特征值累积百分率 $\geq 85\%$)这种权重的平均值(按特征值百分率加权平均),可以作为各变量的权重。这种方法至少从理论上说克服了德氏方法的第二个不确定性缺点,因线性方程中的系数是完全一定的,不因人而异;同时,在确定变量间有相关性的权重分配时,比传统方法更优。值得一提的是,对主成分的贡献是否代表对质量贡献的大小,暂时还作不出完整的回答,但至少可以肯定,对反映质量的一组变量进行分析得到的主成分,一定与质量有关,这从主成分同各变量的相关系数可以看出。对重庆市农业自然环境质量各级参评因子的权重分配结果,与实际甚符合,在参评因子较少时效果更佳。以重庆市为例的权重分配见表 2,其中有些权重似乎不太与实际符合,实则其质量指数与其他质量指数有相关性,具有相关性的两个变量不

表 2 重庆市农业自然环境质量参评因子权重分配

第一级	第二级	第三级
生态质量 0.53	水热土异常变化 0.07	干旱 0.17 水土流失 0.21 径流变化 0.62
	植被状况 0.27	
	地貌条件 0.36	地貌类型 0.60 坡度 0.40
	人口压力 0.08	人均耕地 0.25 人均土地 0.75
	污染状况 0.22	大气 0.63 水体 0.37
自然潜力 0.47		

表 3 重庆市农业自然环境质量

县名 项目	长寿	江北	巴县	綦江	潼南	合川	铜梁	大足	璧山	荣昌	永川	江津	平均
水土异常	4.84	4.72	4.78	4.93	3.37	4.14	3.71	4.32	4.56	4.47	4.41	4.72	4.41
植被状况	3.30	3.68	3.75	4.93	0.50	1.49	3.19	1.99	5.48	1.34	3.45	4.24	3.60
地貌条件	5.78	4.87	4.37	1.32	5.68	5.69	6.85	6.95	7.23	8.68	7.11	3.90	5.70
人口压力	3.39	3.76	4.25	4.57	3.88	3.29	3.60	3.42	3.29	3.05	3.29	4.15	3.66
污染状况	5.54	8.10	5.50	4.31	7.06	7.13	9.03	9.19	6.70	7.46	5.49	5.87	6.78
生态质量	4.80	5.16	4.47	3.47	4.28	4.57	5.86	5.64	6.14	5.68	5.27	4.50	4.97
自然潜力	6.02	7.16	6.14	4.90	6.47	6.69	7.30	5.98	5.78	6.88	6.81	5.98	6.34
综合质量	5.37	6.10	5.25	4.14	5.31	5.57	6.54	5.80	5.97	6.24	5.99	5.20	5.62

可能都取较高或较低的权重。表中没有土壤污染一项,是因为缺乏资料。

二、重庆市农业自然环境质量评价

限于资料,本文以县为基本评价单元,对重庆市作农业自然环境质量综合评价。严格地说,评价单元应再小些,因一个县内的差别很大。不过,重庆市 12 个县所在点的邻近指数显示,这 12 个点在空间上呈均匀分布,它们可以较好地代表整个重庆市的农业自然环境质量。

评价结果见表 3 和图 1、2、3。据评价,我们得到一些认识:其一,整个重庆市农业自然环境综合质量只属中等,并非通常所言优越或比较优越。优越的只是自然潜力质量,属良好,而生态质量仅属中等,可见重庆市农业自然环境质量受生态质量制约很大。其二,生态质量中以人口压力、植被、干旱、水土流失的质量分指数最低,平均只属差,而其中人口

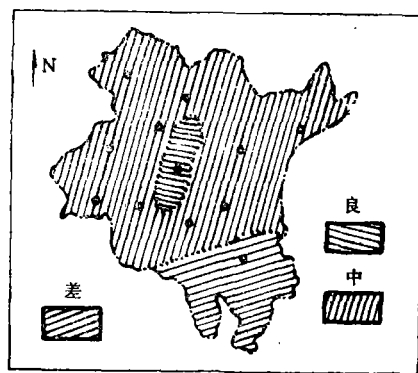


图 2 重庆市农业自然环境生态质量

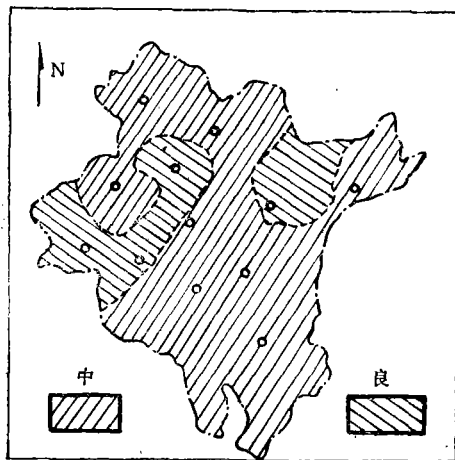


图 3 重庆市农业自然环境综合质量

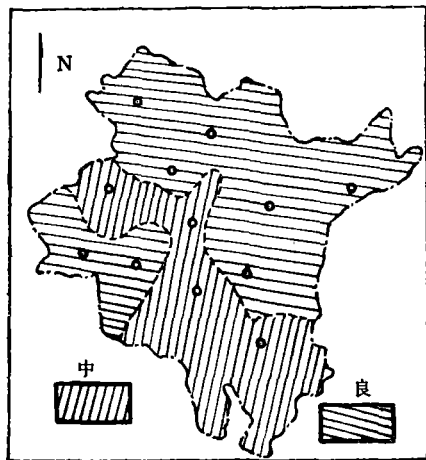


图 1 重庆市农业自然潜力质量

压力、植被、水土流失均与人有关,因此必须强调人对农业自然环境质量的保护、提高,而不是产生负作用。其三,污染对质量的作用须受到重视,特别是大气污染质量指数 6.46,不算理想。最后,本文的评价

方法是可行的,不失为农业自然环境质量定量评价的有效方法之一,当然其中仍有许多值得进一步探讨之处。

参 考 文 献

- [1] 张剑光,资源开发与保护,5(2),8(1989).
[2] 张剑光,邱扬,资源开发与保护,5(4),12(1989).

- [3] 陈国阶等,长江三峡工程对生态环境影响及其对策研究论文集,第1022—1030页,科学出版社,北京,1987年.
[4] 唐永鑫等,环境科学导论,第301—307页,高等教育出版社,北京,1987年.
[5] 龙应根等,地理科学,4(1),38(1984).

(收稿日期:1990年7月2日)

含银废水中浮游动物的调查研究*

陈 源 高

(中国科学院南京地理与湖泊研究所)

摘要 本文调查了无锡电影胶片厂含银废水中浮游甲壳类的季节变化情况。结果表明,种类和生物量大小与水体中银浓度有一定关系,银浓度高时,种类数和生物量小;银浓度低时,则相反。主要优势种有多刺裸腹溞、长肢秀体溞、台湾温剑水蚤、广布中剑水蚤。利用凤眼莲净化含银废水之后,水体中微型动物的种类、数量和生物量有明显变化。种类和生物量大小依次为:凤眼莲根系>凤眼莲下水柱>对照水体(未种凤眼莲)。

关键词 含银废水;浮游动物;凤眼莲。

据国外资料报道,5.1ppb 的银对水蚤有致死作用,10ppb 的银对细菌有致死作用,150ppb 的银对蠕虫有致死作用^[1]。然而在自然条件下含银废水中银对水生生物(尤其是浮游动物)的种类组成以及生物量等究竟有何影响?在这方面却研究得很少。笔者于1988—1989年对无锡电影胶片厂几种含银水体中浮游动物进行了季度调查和采样分析。目的是探索浮游动物在含银废水中的生态学特征及其在净化中的作用,并为银的环境质量标准(如渔业用水标准)的制定提供科学依据。

一、材料与方法

(一) 含银废水中枝角类和桡足类季度调查

1988年7月、10月和1989年2月、4月分别对无锡电影胶片厂几种含不同银浓度的水体进行了季度调查和采样。采样点的布设如下: I号(氧化沟);II号(氧化塘);III号(废水入湖口)。各采样点位置见图1,相应的理化特征见表1。

定量水样是5L水经25号浮游生物网过滤,定性水样是用13号浮游生物网捞取。水样用4%的福尔马林溶液固定后进行枝角类、桡足类镜检。生物量计算根据平均体长,按长、重关系式计算出动物

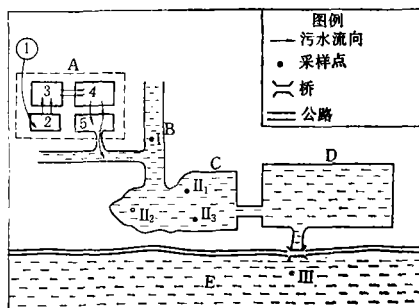


图1 浮游动物采样点布设图

- A.含银废水生化处理系统 B.氧化沟 C.氧化塘
D.蓄水池 E.太湖
1.未处理的含银废水 2.一级沉淀池 3.调节池
4.曝气池 5.二级沉淀池

的平均重量^[2,3]。

(二) 含银废水中人工放养凤眼莲后其根系上及水柱中微型动物调查

于1989年8月27日,在调节池中采得人工放

* 本文承戴全裕先生的指导,种类鉴定时得到张立先生的帮助,工作中还得到尹宇、皮宇等同志的支持,谨此致谢。本文系国家自然科学基金项目成果之一。

ru, Liu Chang-wu, Cai Luo-bao, Li Zhi-xiang: *Chin. J. Environ. Sci.*, **12**(2), 1991, pp. 68—73.

Photochemical transformation of pesticides is an important non-biological process, in which the pesticide efficacy, catabolite, toxicity and environmental impact are significantly affected. In recent years, this subject has become an active research project. This article reviews the basic concepts of environmental photochemistry of pesticides, main photoreaction and the implication of light-induced transformation.

Key Words: pesticide, photolysis, photoreaction.

Greenhouse Effects on Climate and Agriculture. Gao Su-hua, Pan Ya-ru (Academy of Meteorological Science, State Meteorological Administration, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, **12**(2), 1991, pp. 73—76.

This article introduces some knowledge of global greenhouse effect caused by increasing emissions of the gases CO, CFCs etc. Depletion of ozone in the stratosphere and increase of ultraviolet radiation will bring about the impact on climate and agriculture, meanwhile increasing ozone in low atmospheric layer would cause yield decreasing.

Key Words: greenhouse effect, climate, agriculture.

Comprehensiv Evaluation of Agro-Natural Environmental Quality: A Case Study in Chongqing City. Zhang Jian-guang (Department of Geography, Southwest China Normal University, Chongqing): *Chin. J. Environ. Sci.*, **12**(2), 1991, pp. 77—81.

A comprehensive and quantitative method for evaluating agro-natural environmental quality has been presented in this article, in which an attempt has been made in discussing the evaluation principles, models, quantification of parameters, allocation of weights etc. As the method applied to a case study in Chongqing, the result showed its high feasibility.

Key Words: agricultural environmental quality, natural environment, evaluation, quantification.

A Study on Zooplankton in the Wastewater Containing Silver. Chen Yuan-gao (Nanjing Institute of Geography and Limnology, Academia Sinica): *Chin. J. Environ. Sci.*, **12**(2), 1991, pp. 81 - 85

Zooplanktonic crustacea in some water bodies containing silver in Wuxi Cinefilm Factory was investigated. According to the seasonal sample analysis, there are 3 species in the balance pool, 7 species in the oxidizing ditch, 10 species in the oxidizing pond, 11 species in the inlet to

the Taihu Lake. The changes of silver concentrations in the waters have caused the differences of species composition, dominant species and biomass. Correlation between species amount, biomass and silver concentration appears negative. *Moina macrocopa*, *Diaphanosoma leuchtenbeganum*, *Thermocyclops taihokuensis*, *Mesocyclops leuckeri* are considered to be the dominant species. According to the analysis of samples collected up *Moina macrocopa* in the wastewater, its silver content is 101.5 ppm(DM). When the wastewater was purified with water hyacinth, zooplankton species, amounts and biomass would have an apparent change. Their order is as follows: on water hyacinth root > in wastewater below the hyacinth > in wastewater without the hyacinth.

Key Words: wastewater containing silver, zooplankton, water hyacinth.

Application of the Grey Classification in Water Quality Evaluation. Mu Jin-bo, Hou Ke-fu (Department of Environmental Science and Engineering, East China Institute of Technology): *Chin. J. Environ. Sci.*, **12**(2), 1991, pp.86—90

A new method for evaluating water quality, the grey classification, is put forward in this paper. A case study has also been presented to demonstrate how the method to be applied. In comparison with fuzzy mathematics, the grey classification not only retains the advantages of fuzzy mathematics method, but also supplements its imperfections.

Key Words: grey classification, water quality evaluation, fuzzy mathematics.

Environmental Impact of A Reservoir Construction Project on the Bainbluc Swan Reserve in Xinjing Uygur Autonomous Region: A Predictive Study. Yuan Guo-ying, Zhang Li (Xinjiang Environmental Protection Institute Urumqi): *Chin. J. Environ. Sci.*, **12**(2), 1991, pp. 90—93.

The Bainbluc Swan Reserve lies in the middle part of the Tianshan Mountains (The Heavenly Mountains), between 42°28'—43°25'N and 83°02'—86°00' E. According to the local government's construction plan, a reservoir, namely "Hudashely" of $10.2 \times 10^8 \text{ m}^3$ in extent would be constructed in the center of the Reserve. Meanwhile an environmental impact assessment work was done in 1988 prior to the project starting. The result of prediction showed that if the reservoir had been built, the ecological environment of the Reserve would have been destroyed though economic benefit of the reservoir was high. Finally the local government accepted the environmental assessment statement, and the Reserve was preserved.

Key Words: environmental impact assessment, reservoir construction.