

永田俊 宫岛利宏 编

流域环境评估与 稳定性同位素

从水循环到生态系统

余辉

徐军

牛远

牛勇

译

中国环境出版集团



永田 俊 官岛 利宏 编

流域环境评估与 稳定性同位素

从水循环到生态系统

余辉

徐军

牛远

牛勇

译

常州大学图书馆
藏书章

中国环境出版集团·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

流域环境评估与稳定性同位素——从水循环到生态系统/(日)永田 俊,宫岛 利宏编,余辉等译. —北京:中国环境出版集团,2018.11

ISBN 978-7-5111-3570-4

I. ①流… II. ①永…②宫…③余… III. ①流域环境—环境质量评价—研究 IV. ①X321

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 054811 号

出版人 武德凯
责任编辑 田 怡
责任校对 任 丽
封面设计 彭 杉

出版发行 中国环境出版集团
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中献拓方科技发展有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2018 年 11 月第 1 版
印 次 2018 年 11 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 22.5
字 数 500 千字
定 价 96.00 元

【版权所有。未经许可,请勿翻印、转载,违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题,请寄回本社更换

译者简介



余辉，日本京都大学环境工学博士，中国环境科学研究院研究员，博士生导师。

1994—2007 年十三年间在日本学习工作，曾任日本 JME 琵琶湖研究所专任研究员 8 年，在此期间主持和参与多项日本琵琶湖水环境综合治理相关研究项目，获得两项日本环境类国家级认定技术资格。2007 年入选中国环境科学研究院“引进国外杰出人才计划”回国。主要从事湖泊流域水环境研究，对湖泊生态系统模型、湖泊富营养化控制、流域综合调控与治理等方面有较为深入的研究。主持承担了国家水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”“十二五”及“十三五”太湖水专项课题、科技部科技基础性工作专项、国家自然科学基金等近二十余项国家和省部级重要课题研究，2012 年获得环境保护科学技术一等奖。



徐军，中国科学院水生生物研究所，研究员，博士生导师。2010—2012 年在瑞典 Lund University 从事博士后研究；2013 年、2016 年、2017 年分别在芬兰 University of Jyväskylä、美国 University of Florida 做高级访问学者。在区域食物网属性与物种多样性关系、区域物种共存法则及水域系统宏观生态学等研究方向取得了一系列研究进展；在 *Limnology and Oceanography*、*Diversity and Distributions*、*Global Change Biology*、*Oecologia* 和 *生态学报* 等国内外重要学术期刊发表论文 80 余篇。先后获得王宽诚教育基金会资源与生态环境人才专项资助、2012 年和 2016 年中国生态观测网络“十佳青年优秀学术论文奖”及 2013 年水利部“大禹奖”二等奖。

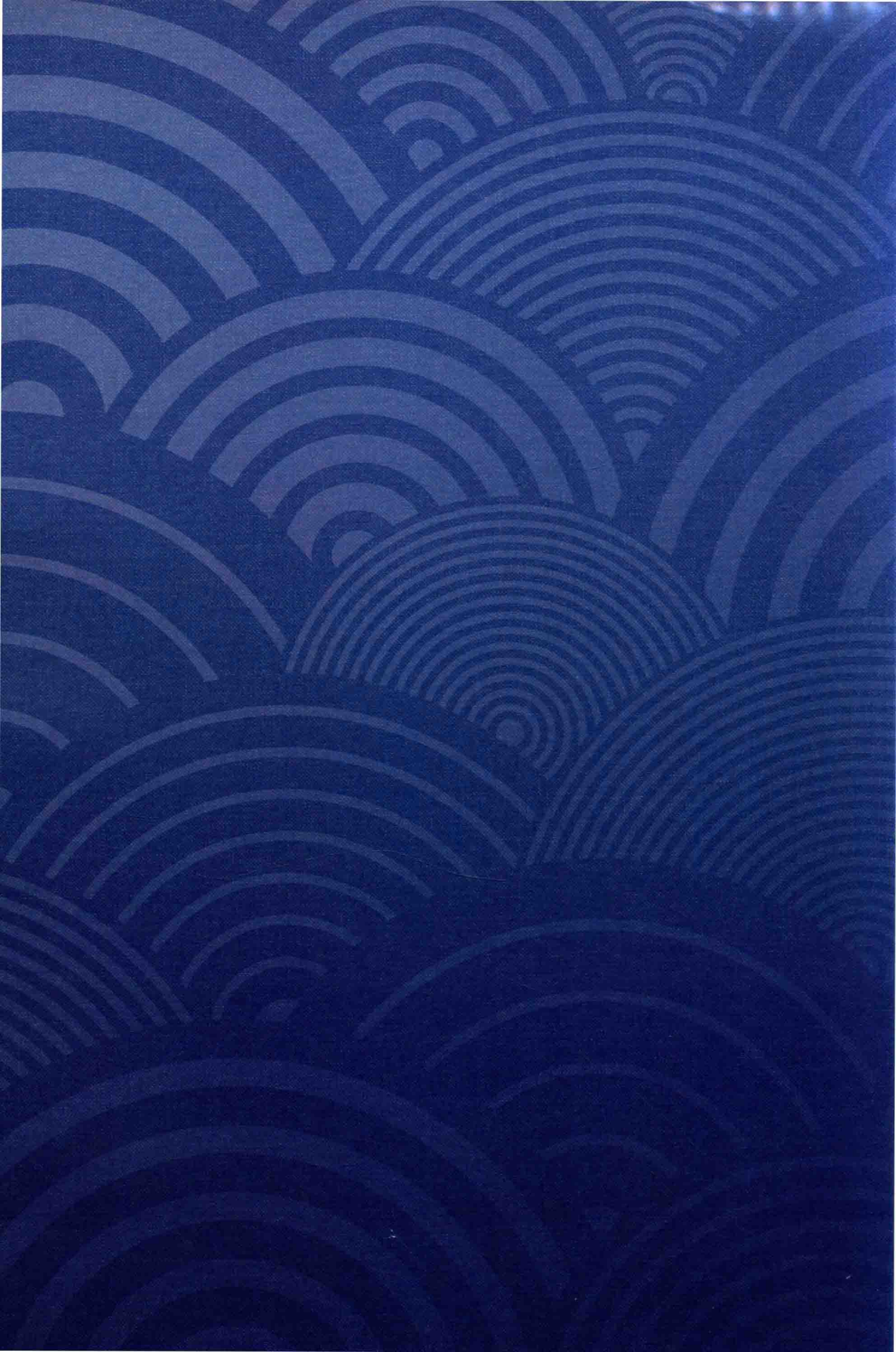


牛远，男，博士，中国环境科学研究院湖泊环境研究所副研究员，科技部创新人才推进计划重点领域创新团队核心成员。从事湖泊富营养化、淡水生态学、水环境治理等方面的研究工作，主持或参与国家“十二五”“十三五”水专项、科技基础性工作专项、国家自然科学基金等多项课题。发表 SCI 论文 20 余篇，获得授权专利 7 项；参与编制生态环境部技术指南 2 项。



牛勇，山东泰安人，博士。

2017 年荣获河海大学水利工程博士学位，中国环境科学研究院博士后。主要从事流域污染源解析和污染控制技术研究。发表国内外学术论文 10 余篇，SCI 检索 5 篇，专利授权 8 项。主持国家自然科学基金 1 项，参与国家水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”“十二五”及“十三五”太湖水专项课题研究及多项省部级科技支撑项目研究。





封面图片 1：桐生水文观测点的水位测定堰堤。连续观测从森林区域流出的水量。



封面图片 2：桐生水文观测点溪流附近的状况。溪流近旁形成了滨水带。白色圆筒是测定气体流量（甲烷、一氧化二氮等）用的腔室。



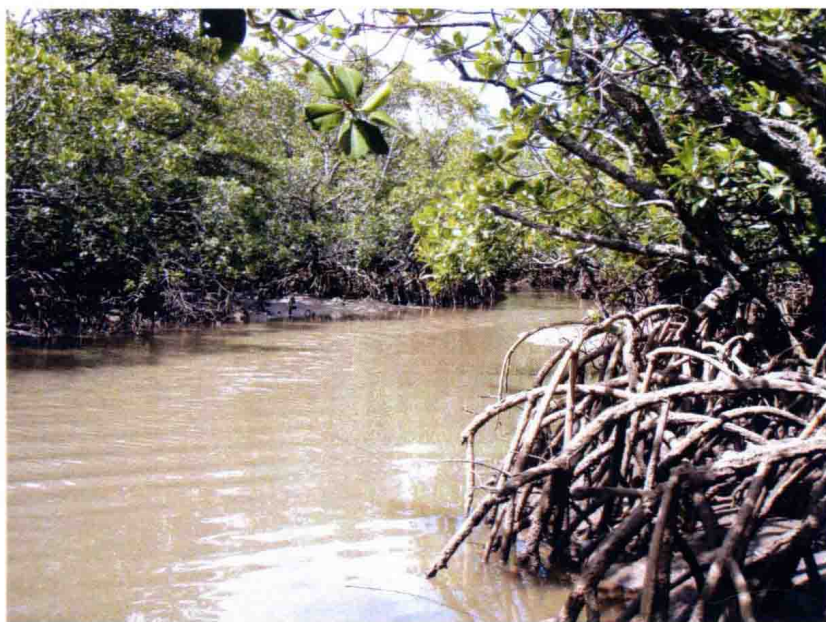
封面图片 3：在野洲川上游区域实施调查时的情景。正在采集各种样品，以测定营养盐和生物的稳定同位素比值。



封面图片 4: 在日本的温带—亚热带地区, 几乎全年都可以观察到褐藻中的团扇藻 (*Padina* sp.) (网地藻科)。这是一种可作为环境指示用的藻类样本。(拍摄地点: 冲绳县石垣岛)



封面图片 5: 因蓝珊瑚群落而著名的石垣岛白保珊瑚礁, 从与此连接的海滨流出的地下水。地下水富含硝酸根离子和硅酸, 是珊瑚礁生态系统中重要的营养来源, 但如果营养供给过剩, 则会导致藻类异常繁殖, 造成珊瑚礁的退化。



封面图片 6: 宛若毛细血管般流淌过美洲红树林地表面的潮汐沟（石垣岛吹通红树林）。涨潮时覆盖了森林地表面的海水，退潮时通过潮汐沟流走。如同美洲红树林这样的河口区域潮汐湿地，在为海水和河水提供混合场所的同时，通过潮汐沟向河口区域供给大量的有机碳和无机碳。



封面图片 7: 典型的城市河流（东京都、隅田川下游部）。河岸湿地被填埋，两岸完全建成了护岸，水域与陆地之间的自然过渡地带消失。对于城市河流，从污水处理厂排放出的处理废水在河水中占很大比重，所以其水质极富营养。



封面图片 8：溶解氧测定的采样情景。在京都大学生态研究中心的琵琶湖调查船“Hasu”上，向事先抽为真空的容器（红色盖子的瓶子）中采集水样的情景。



封面图片 9：琵琶湖的沉积物（2007 年 10 月拍摄）。在湖泊北部水深 90 米的地点，采用无扰动柱状采泥器采集到的沉积物样品。利用沉积物的各种稳定性同位素比值，尝试对琵琶湖的物质循环以及历史环境的还原开展研究。



封面图片 10：琵琶湖调查船“Hasu”上，各种化学成分分析样品的采集情景。



封面图片 11: 位于琵琶湖北部竹生岛上普通鸬鹚的繁殖地。食鱼性鸬鹚通过捕食鱼类从水中获取营养物质, 然后通过其排泄物将水中营养物搬运至陆地。



封面图片 12: 大迫水库下游的景观。建成后历经 31 年, 发生了显著的粗粒化。



封面图片 13: 大迫水库下游的底质。因为石头表面附着了厚厚的有机物质层, 所以无扁蜉类等栖息。



a



b



c

封面图片 14a、b、c：在蓄水水库下游减少的水生昆虫。全都是浅滩光滑石头表面为栖息场所的种群。



封面图片 15：在琵琶湖内湖（译者注：即分布于湖周的小型湖泊）（西湖）采集到的鲤鱼、大口黑鲈、黄鲮鱼。通过分析鱼类肌肉的碳、氮同位素比值解析食物网的结构。



封面图片 16: 测定硝酸根离子内氮、氧稳定性同位素比值时使用的气体稳定性同位素质谱系统: Precon/GasBench/IRMS system (Delta plus XP, Thermo Electron Co., Germany)。本系统使用的是脱氮细菌法。



封面图片 17: 在测定硝酸根离子的氮、氧稳定性同位素比值时使用的样品预处理装置。



封面图片 18：蒙古人民共和国的流域环境。首都乌兰巴托因为人口密集等原因，水资源不足和河流的污染现象明显。



封面图片 19：马来西亚 Saba 州（Boruneo 岛）的流域环境。在下游区域椰子的种植园正在扩大。随着土地利用的变化，水环境和流域生态系统也正发生巨大变化。

译者之言

每到东京必逛书市。翻到此书难掩激动、爱不释手。多年从事湖泊流域水环境研究，却少见系统全面介绍湖泊流域跨越水文学、地球化学、生态学多领域的前沿综合性学术专著。尤其该书通过稳定性同位素这一国际最为前沿的研究技术手段，系统阐明流域物质循环过程的机制与途径，并将同位素比值作为最有力的指标，提出了一种更详细、更有效的流域生态系统健全性评估手法。该书以极为丰富的前沿研究成果，为研究者拓展研究领域的宽度与深度提供了可借鉴的思考途径与研究手法，同时为厘清流域水文学、地球化学、湖泊学、海洋学、生态学多领域交叉学科的相互影响机制展示了多彩的视野。

本书的多位执笔者是译者的母校京都大学的教授和研究人员，译者曾在琵琶湖流域从事研究工作多年，书中很多研究场景与案例为译者所熟知。这也是译者希望将此书介绍给国内读者的另一缘由。

本书以中国环境科学研究院余辉教授为主，协同中国科学院水生生物研究所徐军教授、中国环境科学研究院牛远副教授及牛勇博士共同翻译完成；中国环境科学研究院刘倩工程师对本书的插图绘制及编辑提供了诸多帮助，在此，表示最诚挚的感谢！本书的出版由国家重大科技专项“十二五”水专项课题“太湖流域水环境改善技术整装集成与综合治理方案（课题编号：2012ZX07101-001）”及“十三五”水专项课题“太湖流域水环境承载力评估与综合调控技术研究与应用（课题编号：2018ZX07101-005）”经费资助。

本书即将付梓出版，限于译者的能力所限，且由于本书涉及多学科交叉，难免有不妥之处，敬请读者不吝赐教，予以指正。

余辉

2018年10月

前 言

本书介绍了一种新的流域环境评估方法，即使用稳定性同位素比值的精密分析法，诊断流域的水和物质循环、生态系统的状态，以及人为活动对其造成的影响，并使之实现指标化的方法。撰写本书时，虽然将读者对象设定为与流域环境管理和保护有关的研究人员、学生、实际业务人员、NGO 相关人员，但因为介绍了稳定性同位素的概念及其在各种领域的运用事例，因此也将其作为参考书而广泛地应用于水文学、地球化学、湖泊学、海洋学、生态学等领域。

近年来，在环境保护方面提倡确保“健康的水循环”，这已是制定环境政策的基本原则之一，为了实现此目标人们也采取了各种各样的措施。然而经济高速增长长期以来，人为活动对水环境的影响正在扩大，并且与此相伴产生了诸多严重的问题（水质污染、对生态系统的破坏、涌泉的枯竭、河水流量的减少、地基下沉、城市水灾、水文化的消失等），其中许多问题依然没有得到很好的解决，甚至正在恶化。虽然问题涉及多种领域，但是无论解决什么样的问题，最基本的课题之一就是对水循环和流域环境的状态进行正确评估。使此类客观性信息在行政、居民、NGO、企业等主体间达成共识并制定对策，同时实施政策的效果评估，都是课题重要的判断依据。

在流域环境的评估方面，以往一直采用总磷、总氮、BOD、COD 等水质指标和各种生物指标等。这些指标群虽然有效运用于流域环境管理的现场，但是事实上在应对新情况和把握复杂的流域系统方面却是无计可施。因此，人们希望研发出一种使用先进技术并且更加详细、有效的流域环境评估手法。在这样的背景下，本书将提供一种新的方法，即对流域各种构成要素拥有的稳定性同位素比值进行系统地调查，并综合分析此类比值所蕴含的丰富信息，对流域环境进行评估。

关于稳定性同位素，近年在个别领域（水文学、地球化学、生态学）已经出版过几本优秀的教科书。可是，跨领域地对此类知识进行综合，并在流域环境评估框架下进行整编出版的书籍，就编者所知目前日本国内外尚未发现。可以说这是一种独特的尝试。本书的作者阵容以日本科学技术振兴机构（独立财团法人）·战略性创