

区域生态学基本理论探索

高吉喜* (环境保护部南京环境科学研究所,江苏 南京 210042)

摘要: 全球经济一体化、区域发展一体化,以及生态服务转移引发的区域生态问题越来越受到人们的关注,区域生态问题也直接影响到区域的可持续发展.因此,构建一门针对区域生态问题的系统学科成为当务之急.本文基于生态学、地理学、经济学及其它相关学科理论,尝试从学科发展角度探讨建立区域生态学学科理论框架.文章提出区域生态学是研究区域生态结构、过程、功能,以及区域间生态要素耦合和相互作用机理的学科,生态介质是区域生态的联系纽带和核心要素.根据生态系统构成要素和当前人类活动,影响区域的突出生态介质有水、风和资源,通过这3种介质,分别形成流域、风域和资源圈3大类型生态区域.区域生态学的主要研究范畴和要点有:区域生态结构、过程与功能、区域生态完整性和生态分异规律、区域生态演变规律及其驱动力、区域生态承载力和生态适宜性、区域生态联系和生态资产流转,以及区域生态补偿和环境利益共享机制.

关键词: 区域生态学; 学科理论; 研究范畴; 学科特点

中图分类号: X171 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6923(2013)07-1252-11

The basic theoretical exploration of regional ecology. GAO Ji-xi* (Nanjing Institute of Environmental Science, Ministry of Environmental Protection, Nanjing 210042, China). *China Environmental Science*, 2013,33(7): 1252~1262

Abstract: The regional ecological issues, which are triggered by the global economic integration, regional development integration and ecological service transfer, have been attracting more and more people's attention, and have a direct impact on regional sustainable development. Developing a systematic subject on handling regional ecological issues becomes urgent. In this paper, we try to set up the theoretical framework of regional ecology in aspect of subject development based on ecology, geology, economy and other relevant subjects. Ecology is the subject which studies regional ecological structure, process, function as well as the integration and interaction mechanism of regional ecological elements; ecological medium is the link and key element between the ecological regions. According to the components of the ecosystems and current human activities, the most important ecological medium affecting the region include wind, water and resource, which form three kinds of ecological regions-basin, wind field and resource cycle respectively. The main study area and key issues of regional ecology include regional ecological structure, process, function; regional ecological integrity and differentiation rules; regional ecological evolvement rules and driving forces; regional ecological carrying capacity and suitability; regional ecological link and ecological assets transfer; regional eco-compensation and environmental profits sharing mechanism.

Key words: regional ecology; subject theory; main study area; subject characteristics

从1866年德国生物学家赫克尔提出生态学^[1]这一名词到20世纪30年代末,生态学学科已基本成熟,成为了一门具有特定研究对象、研究方法和理论体系的独立学科^[2-3];之后,生态学与其他学科相互渗透,相互促进,其理论体系与研究手段得到进一步完善^[4-5].生态学的建立与发展,促进了生物多样性保护,并对指导人类合理开发利用自然资源、促进人类可持续发展发挥了重要作用^[6-7].然而,随着全球经济一体化、区域发展

一体化,生态问题变得越来越复杂,传统生态学理论已经不能满足当前的发展需求,人类不能仅从三者的立场上研究生物与环境的相互关系,而应该从整体观、系统论的角度全面认识人类社会和经济发展对区域生态环境甚至整个生物圈的影响和作用^[8-11].在此背景下,生态学科发展正呼唤

收稿日期: 2013-03-21

基金项目: 国家环境保护公益性行业科研专项(201209027)

* 责任作者, 研究员, gix@nies.org

一门新的学科——区域生态学的诞生。

目前,“区域生态”问题已经引起高度重视,有关“区域生态”研究已经广泛开展^[12-16],各类“区域生态”研究中心或实验室也纷纷建立,但区域生态学理论体系尚未形成。本文通过对区域生态学几个关键科学问题的探讨,为其学科体系的建立和发展抛砖引玉,以期为解决区域生态问题和促进区域协调发展、公平发展提供学科支撑。

1 区域生态学概念和内涵

“区域生态学”概念的提出援引了地理学中“区域”和生态学中“生态”的基本概念,并参照了生态学、地理学 and 经济学等相关理论与方法。

1.1 区域生态学内涵分析

1.1.1 区域相关概念 区域的概念最早起源于地理学,指地球表面的地域单元。随着人类社会的发展和学科领域的拓展,区域的概念和意义也在不断变化。

(1) 地理区域 地理学家认为,“区域”是客观存在的实体。哈特向^[17]指出,一个“区域”是一个具有具体位置的地区,在某种方式上与其他地区有差别,并限于这个差别所延伸的范围之内;刘俊杰^[18]认为,区域是具有一定地理位置、各要素间有内在本质联系、外部形态特征相似且具备一定功能的可度量实体;认为区域是包括自然和人文在一定地域上相结合的表现,即所谓地域性或地区性^[19]。

(2) 经济区域 经济学家将区域理解为一个在经济上相对完整的经济单元,全俄中央执行委员会直属经济区划问题委员会的定义为:“所谓区域应该是国家一个特殊的经济上尽可能完整的地区。这种地区由于自然特点、以往文化的积累和居民及其生产活动能力的结合而成为国民经济总链条中的一个环节”^[20-21]。美国区域经济学家认为“区域是基于描述、分析、管理、计划或制定政策等目的而作为一个应用性整体加以考察的一片地区。它可以按照内部的同质性或功能一体化原则划分。”^[22]。中国经济学家认为:经济

区域是人的经济活动所造就的、围绕经济中心而客观存在的、具有特定地域构成要素并且不可无限分割的经济社会综合体^[23]。

(3) 政治区域 政治学家认为区域是国家实行政管理的行政单元,即地球表面上任何按照行政标准划分的地区,它既包括一个国家或国家之下的行政单元,也包括几个国家组成的地区范围^[24]。政治区域是由政治组织、一定数量的人口和地理区域三个要素组成的有机统一体。

1.1.2 生态区域概念与定义 随着社会的发展,区域已不仅仅是空间上的概念,而更强调不同地域之间因某种联系而形成的共同体。如经济区域是由人的经济活动所造成的经济社会综合体,行政区是因政治目的所形成的行政管理单元。由于不同地域之间因某种要素或活动使这些地域必须整体考虑,才有了形成不同类型区域的必要性。作者认为“生态区域”是指以生态介质为纽带形成的具有相对完整生态结构、生态过程和生态功能的地域综合体。

流域是最为人熟知的典型生态区域,由水资源作为纽带将上、中、下游联系在一起,形成一个完整的生态区域。生态学中的区域具有典型的生态完整性、生态差异性和空间可度量性。生态完整性表现在区域内部各功能单元之间的内在联系,并经过长期的相互联系、相互渗透、相互融合形成一个不可分割的统一整体;生态差异性主要体现在同一区域不同功能体之间在结构和功能上的差异;空间可度量性是指在特定的时间内,区域是相对稳定的、可以度量的。

1.1.3 区域生态学概念 生态学的发展至少经历了两个明显的转变过程,一是传统生态学,二是现代生态学。传统生态学是研究生物及环境间相互关系的科学,因此,早期生态学的概念在一定程度上偏重动物学和植物学,研究的重点也偏重对动物或植物与其生境间关系的研究^[25]。到 20 世纪 60~70 年代,动物生态学与植物生态学趋向汇合,生态系统研究日益受到重视,并与系统理论交叉^[25]。此后,随着城市化和人类生存范围的不断扩大,人与其他生物的生存空间不断交叉重复,生态学的概念和内涵也随之不断扩大,生态学的研

究范畴也发生了改变.为此,一些学者提出生态学是研究生态系统的结构和功能的科学^[1,26-27],现代生态学随之诞生.

20 世纪 70 年代以来,在人口、资源和环境等世界性问题的影响下,生态学研究重心在逐渐转向生态系统的同时,与人类生态学的融合也在加强.生态学不再是孤立地研究生物,也不是孤立地研究环境,而是研究生物及其生态系统之间的相互关系,并特别将人纳入生态系统而成为重点研究对象^[28].随着区域发展一体化发展和人类对自然影响范围的扩大,一方面,生态学更加重视人与自然的关系,另一方面,随着区域性生态问题日益突出,区域生态逐步成为现代生态学的研究重点,区域生态学科的建立也日显迫切.

根据生态学的发展历程和人类社会对生态学的需求,可将区域生态学定义为:区域生态学是研究区域生态结构、过程、功能,以及区域间生态要素耦合和相互作用机理的生态学子学科.

1.2 区域生态学内涵与特点

区域生态学的提出使生态学、地理学以及经济学紧密结合,并衍生出丰富的科学内涵.

1.2.1 “区域观念”是区域生态学的核心理念 区域观念就是要整体地、综合地、动态地分析事物发展的规律,而不是孤立、静止地看问题,就是要探究影响事物的发展过程、探究影响事物发展的因素及其作用规律,而不是就事论事^[29].区域生态学的核心思想是树立区域观念,树立大区域、大流域的观念,不仅统筹考虑区域生态单元在结构、过程 and 功能的匹配性,而且综合考虑区域间的相互影响、相互联系和相互依存.

1.2.2 “生态介质”是生态区域的联系纽带和核心要素 “生态区域”指以生态介质为纽带形成的具有相对完整生态结构、生态过程和生态功能的地域综合体.因此,生态介质是区域生态的联系纽带和核心要素,也正是因为生态介质的作用,才使一个区域不同单元之间联系起来,形成完整的更大的单元.根据生态系统构成要素和当前人类活动影响,影响区域的突出生态介质有水、风和资源,通过这 3 种介质,分别形成流域、风域和资源圈 3 大类型生态区域.

1.2.3 区域生态学强调区域尺度生态整合性 传统生态学多以生物及其生境为研究对象,注重研究局部.区域生态学更注重区域的生态整合性,将由某一种或某几种生态介质联系的整个生态区域作为一体化研究对象,其中有两个方面是区域生态学研究的重点,一是区域之间在空间上的整合性,包括区域生态结构、生态过程和生态功能在空间的整合性,二是生态环境与经济、社会的整合性.区域生态学不只研究区域的自然特性,而且特别关注资源环境对经济社会发展的支撑能力.因此从空间上讲,生态区域可划分为上、中、下不同的生态单元或生态功能体;从研究对象讲,则可划分成自然生态子系统和经济社会子系统,其中自然生态子系统又可划分成环境子系统和资源子系统,见图 1.

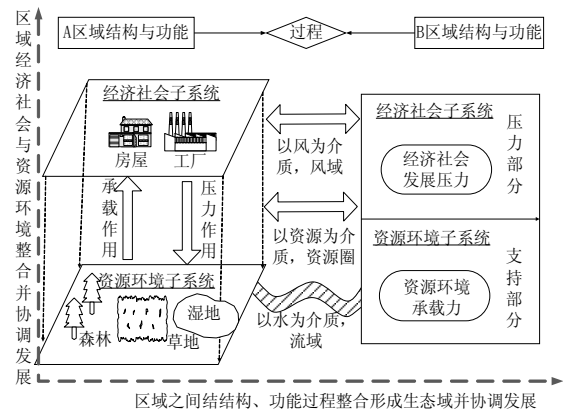


图 1 区域生态整合示意

Fig.1 The schematic diagram of regional ecological integration

1.2.4 区域生态学强调生态学与经济学的融合,注重生态与经济协调发展 早期,生态学(Ecology)和经济学(Economics)有很高程度的一致性,英文的生态学和经济学具有共同的前缀eco-,源于希腊文 oikos,为栖息地或居所的意思,“logy”表示“研究”,“nomics”表示“管理”^[1],可见两门学科具有密切相关性,都是为谋求生物或人类有良好的生存空间.但是,随着人类聚居地的集中,使人与自然逐步分离开来,经济学越来越偏向于人的利益,更注重生产的末端经济利益,忽

视了生产的前端——自然的支撑能力;生态学则偏向于对物种和自然环境的研究.因此,在一定程度上,生态学与经济学的分离是造成生态保护与经济发展对立的重要原因.由于生态学家单纯追求生态保护和经济学家过分追求经济利益,导致长期以来,经济发展以牺牲生态为代价,人与自然的矛盾不断加剧.

随着人与其他生物在居住地的又一次融合,生态学与经济学的融合成为必然.人与自然的区域一体化,必然要求既考虑人类的发展,又考虑自然的发展.人的发展,终究离不开自然的支持,离不开自然用地所提供的生态服务.因此,在一个区域中,如何保持人与自然的和谐,保持自然对人类发展的持续支撑是区域生态学研究的关键.为此,区域生态学的建立,要将生态学与经济学融合作为重要手段,综合考虑生态与经济的协调发展.

1.2.5 “区域综合体”是区域生态学的主要研究对象 区域生态学研究对象在空间上为区域,但该区域已经通过上述各类生态整合与生态经济融合形成“区域综合体”.所谓区域综合体,是指包括自然、经济、社会、文化、历史在内的多维组合体,该组合体不仅包括自然生态子系统,还包括经济社会子系统.区域生态学将研究区域综合体内外的资源环境与经济社会之间的相互依存、相互作用以及协同发展的过程和表现.

1.2.6 “区域可持续发展”是区域生态学研究的主要目标 由于缺乏区域理念,导致很多地区在区域生态保护与开发中存在生态不公平现象,从而影响区域的可持续发展,如河流上下游地区的水资源供给与生态补偿问题,资源输出和输入区的生态公平问题等等.区域生态学的建立,既要关注不同生态区域之间的协调发展,又要关注生态区域内各个生态功能体之间生态与经济的协调发展,其最终目的是为实现区域可持续发展提供理论支撑.

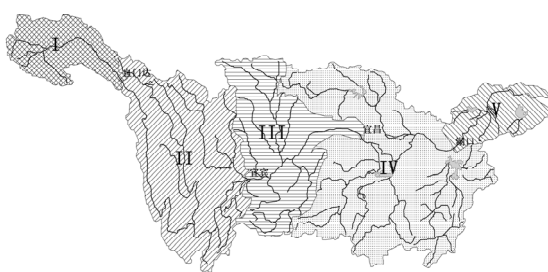
2 区域生态学研究对象与尺度

2.1 区域生态学主要研究对象与单元划分

根据传输介质的不同,目前区域生态学研究的主要对象可划分为流域、风域和经济圈三

大类.

2.1.1 流域 在地理学中,流域是指一条河流(或水系)的集水区域^[30],指通过水循环以及伴生的土壤营养物将上中下游连接成为一个有机整体.但从区域生态学而言,流域生态更关注以水为介质的上、中、下游在结构、过程和功能方面的生态完整性,以及流域的生态安全格局、生态过程和生态服务功能.因此,健康的流域应具有结构完整性、过程连续性和功能一体性.



I 上游水源涵养生态功能区;II 中上游水源涵养与土壤保持生态功能区;III 中游水土保持生态功能区;IV 中下游洪水调蓄生态功能区;
V 下游水源供应功能区

图2 流域生态单元划分示意(以中国长江流域为例)

Fig.2 The schematic diagram of ecological function unit of the Yangtze River basin in china

通常情况下,流域可划分为上、中、下游三个生态单元.但人们往往看到的是流域上中下游在空间上的差别,而忽视在功能上的差异.事实上,只有保障了不同生态单元各自的功能,才能维护整个流域的健康发展.通常情况下,上游应以水源涵养为主,而不应过度开发,中游以人类居住和洪水调蓄为主,下游以人类聚居为主.但对不同流域,依据流域生态功能而划分的生态单元存在差异.以长江流域为例,至少应划分成5个不同生态单元,对每个区域单元,必须按照应有的功能保护和发展(图2).总之,不同生态功能体在结构与功能上的差异是保障流域生态完整性和流域健康发展的关键.但近年来,由于很多流域上游过度开发和生态破坏,不仅导致水资源量下降、水质恶化,而且严重破坏了流域的生态结构完整性、过程连续性和功能一体性,导致整条河流丧失了应有的生态功能,并对全流域经济社会产生严重影

响^[31-32].导致这种情况的发生,既有利益驱动的因素,也有认识的原因,其中缺乏流域生态思想和学科指导是重要原因.因此,开展区域生态学研究既具有理论意义,又有现实意义.

2.1.2 风域 风域生态单元指以风为传播介质所形成的生态单元.从发生学原则讲,是以空气为载体,以大气运动作为物质流传播方式,形成的复杂的多功能区域综合体.同流域一样,完整的风域也应具有结构完整性、过程连续性和功能一体性.

风域以风为载体和传播介质,通过风的流动将上风向和下风向地区连接成为一个有机整体.通常情况下,完整健康的风域,上风向应为生态涵养区,为中游和下游提供生态服务,如提供新鲜干净的空气,而上游一旦遭到破坏后,生态涵养区就变成了沙尘暴发生源.因此,健康的风域必须要保持不同生态单元应有的生态功能,从风域的整体性布局产业结构.但由于对风域认识的局限性,上风向的开发往往未考虑对下风向的影响,而下风向也未对上风向的发展给予足够的关注,从而导致上风向过渡或不合理开发而对整个风域产生影响,例如,在 2000 年前后中国华北连续发生了数次大规模沙尘暴,并对北京及华北地区产生了明显影响^[33-34].

风域单元的划分与流域相似,如前所述,从上风向至下风向,可依次划分为生态涵养区、防风固沙区、城镇居住区等.但对不同风域,由于研究对象和目的的不同,可划分成不同研究单元,如针对沙尘暴的发生,从减缓和控制沙尘源区的角度讲,可划分成沙尘源区、沙尘源区及沙尘加强区和沙尘影响区(图3).划分的目的是为采取更为合理的生态保护与建设措施,并为整个风域的产业结构布局和发展方式提供科学依据.

风域与流域最大的差别是风域内的生态功能具有一定隐蔽性.在上风向生态良好时,上风向提供的生态服务在下风向并不能被直观地体现出来,因此也常常不能被下风向地区所认知和重视.但当上风向地区生态不断遭到破坏或环境受到污染,从而对下风向产生严重影响时,上风向的生态环境才会逐渐引起下风向地区的重视,随着

土地利用格局的变化,以及区域生态状况的变化,风域生态的研究将越来越具有现实意义.

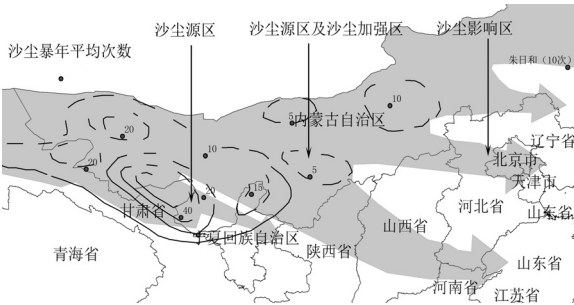


图3 风域单元划分示意(以沙尘暴发生源区为例)

Fig.3 The schematic diagram of wind field unit in the sandstorm source area

2.1.3 资源圈(区、带) 资源圈是以区域生态资源或产品为介质,并使资源或产品在驱动力下发生流转所形成的有关系的区域,是人为驱动的结果,反映了区域性资源开发和利用的现状.资源流转通常伴随经济活动,因此资源圈也可称为经济圈或资源经济圈,典型的资源圈有城市圈、经济圈等.由于资产和服务类型多样,所以资源圈的物流和能流过程比较复杂,不同区域可有多种资源与多类生态服务流转联系,从而形成复杂的流转网络.

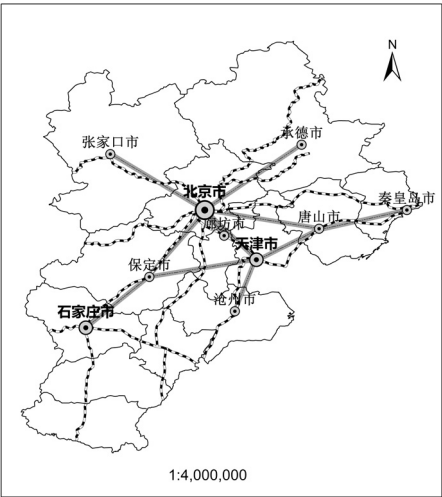


图4 环首都城市圈

Fig.4 The cities-circle around the capital

资源圈主要从地域的自然资源、经济技术条

件和政府的宏观管理出发,组成某种具有内在联系的地域产业配置圈,如环首都城市圈(图 4).从经济活动角度讲,资源圈的构建有利于充分发挥中心城市的作用,有利于发挥地区的资源配置.由于资源圈内人口、资源和产品的大量流动,必然导致资源圈内生态环境之间的相互影响,因此资源圈也是区域生态重要的研究对象.

相比流域和风域,资源圈受人为影响更大,是人与自然相互影响最为突出的区域,人类选择和自然选择结果直接影响单元内部的资源流、生态服务流.正确认识资源圈内自然与经济社会之间的相互关系,有助于构建区域资源、经济、社会和生态良性循环的发展模式.

2.2 区域生态学研究尺度

目前,生态学的研究范围异常广泛,从个体—种群—群落—生态系统—景观—区域—生物圈(全球)都是生态学的研究范畴,区域生态学作为生态学学科体系中的组成部分,是生态学的子学科,位于生态系统生态学和景观生态学等生态学子学科之上^[35-36],全球生态学之下.其中,景观生态学以景观格局、过程和尺度为核心,研究空间格局与生态过程的相互关系,区域生态学以区域生态结构、过程与功能研究为基础和核心,研究区域生态结构、过程与功能响应关系,其主要研究对象是地球上各种类型或不同尺度的区域综合体,其理论方法可以适用于全球生态学(图 5).

按传统地理学视角将区域的空间尺度划分为^[37]:全球尺度、大陆或大洋尺度、大区域尺度、中区域尺度、中小区域尺度、小区域尺度,见图 6.在这种分类体系下,可以将全球尺度、大陆或大洋尺度归为宏观尺度,其区域界线多是大洋或大洲的边界或行政边界,区域边界较明确,区域划分方法相对简单,宏观尺度区域从全球或地区视角研究各国或地区之间的生态关系,可视为全球生态学研究的对象;大区域和中区域尺度可归为中观尺度,从国家或地区的视角研究国家内部各地区之间的生态关系;小区域可称为局地尺度,以某一局部地区为视角,研究地区内部生态功能体之间的生态关系.

区域生态学研究的重点为中观尺度和局地

尺度,从国家视角和地区视角研究区域综合体内部和区域之间的生态分异与生态联系等.

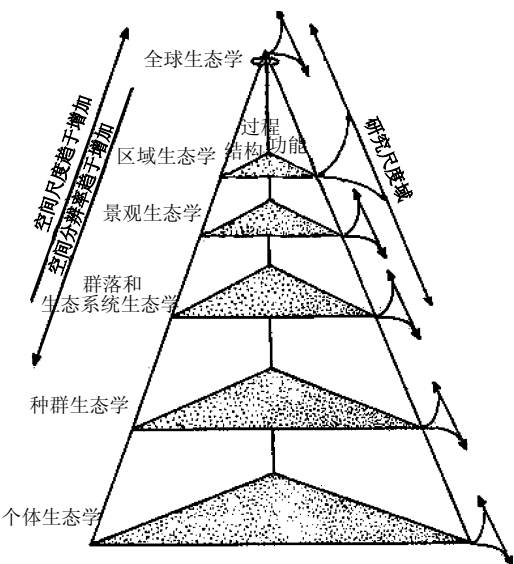


图 5 区域生态学在生态学分支中的位置
Fig.5 The position of regional ecology in the branch of ecology

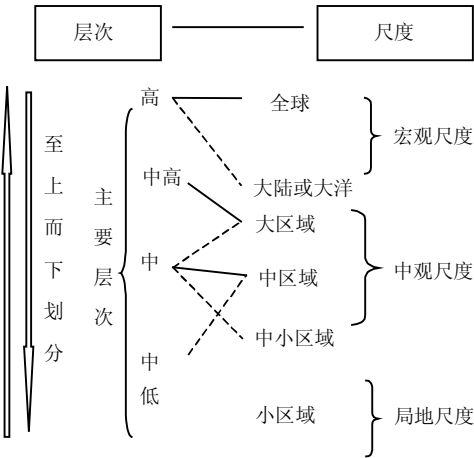


图 6 区域单元的层次和尺度
Fig.6 The level and scale of regional unit

尺度范围大小并不是决定生态学科性质的依据,更不是决定学科性质的标准.对区域生态学而言,研究的尺度在很大程度上取决于生态介质的扩展范围和不同生态区域的环境状况,如由于沙尘暴的影响,将浑善达克沙地与北京、甚至东南沿海联系了起来,其中联系的介质为风,区域的

范围从局地扩展到了中观、甚至宏观尺度。

3 区域生态学研究范畴和要点

区域生态学以区域生态结构、过程与功能研究为基础和核心,研究区域生态完整性和生态分异规律、区域生态演变规律及其驱动力、区域生态承载力和生态适宜性、区域生态联系和生产资产流转等,并基于上述内容研究区域生态补偿和环境利益共享机制。

3.1 区域生态完整性与生态分异规律

区域生态完整性是指区域生态系统结构、过程和功能的完整性,是指区域内维持各生态因子相互链接并能实现良性循环的状态。由于人类活动加剧,历史上形成的生态区域和生态功能体的生态完整性正在遭受破坏。因此,区域生态完整性作为区域生态健康的基础,是区域生态学研究的重点。

3.1.1 区域生态完整性 主要表现在结构、过程和功能三个方面的完整性,其中结构完整性表现在区域内部生态单元类型的齐全和相互之间的有机配置;过程完整性在空间上表现为区域内部不同生态功能组分间生态要素的有序流动和转移,如流域中自然水体的流动,而当流域中大坝建设后,水流过程的完整性即遭到破坏,过程完整性在时间上表现为区域生态功能组分在常态下可进行正常的演化、再生和进化,当遇到环境干扰时能通过自我修复维持其健康,或者跃变到另一个人类所期望的、能完全发挥生态功能的稳定状态;功能完整性表现在区域生态单元所需要的生态服务或资源能够获得并得到持续供给。生态完整性既能表征区域的自身可持续能力,又能反映其对人类经济社会的支撑作用,是区域生态学研究中的一个重要内容。

3.1.2 区域生态分异规律 主要是指构成区域的生态要素、生态系统及生态功能体在地表沿一定方向分异或分布的规律性现象。受区域自然条件差异性的影响,生态区域内不同生态单元具有明显的生态分异规律。区域生态分异既包括由于地形、地貌、水文或气象等生态要素的不同所引起的自然分异,又包括人为活动所引起的后天分

异。区域生态分异是决定生态区域内不同生态功能体和生态要素空间格局的基础,是生态区划的基础,也是决定人类合理开发自然资源的科学依据。因此,区域生态分异具有十分重要的现实意义。

区域内因有生态分异,才有生态差别,有差别才形成区域的生态完整性。因此,区域生态分异规律与生态完整性具有一致性。在区域生态研究中,必须综合考虑区域内部的生态分异与生态完整性。同样,在实践中,由于地域上的差异性和生态环境形成的复杂性,使得同一生态区域内不同生态单元存在不同的自然环境和生态特征,这就要求在资源开发和经济发展中,必须充分考虑区域生态完整性和区域生态分异规律,依据自然客观条件办事。

3.2 区域生态演变规律及其驱动因子

3.2.1 区域生态演变 区域生态单元是一个动态系统,其结构、过程和功能是在长期的历史发展过程中形成的,并随着时间的推移而不断地改变,这种现象称之为区域生态演变。区域生态演变的表现就是区域中的生态组分、过程或生态功能体被另外一些生态组分、过程或生态功能体所替代。区域生态演变可以是渐进式的,也可以是突变式的。渐进式的生态演变同生态系统一样,在确定的方向上发展演化,其变化是动态的、长期的,量变积累到一定程度发生质变,其可见组分(如地貌形态特征)发生明显变异时,才被人类所认识。突变式的生态演变是区域环境突然改变或受到强烈干扰(如自然灾害或人类导致的土地利用类型改变),造成区域生态结构、过程和功能突然改变。区域生态学需在深入剖析不同区域生态单元生态特征的基础上,研究区域生态环境演变的路径,阐明其生态演变规律,并对比分析不同生态单元的演变规律和差异。

3.2.2 区域生态演变驱动因子 区域生态演变的驱动力包括自然驱动因素和人为驱动因素两个方面。自然驱动因素对区域生态环境演变的作用主要体现在以温度、降水、地形地貌、水文、土壤等自然因子的变化所导致的演变;人文驱动因素对区域生态环境的演变作用主要体现在农牧业生产、工业生产活动的变更,人类居住地的

变迁,以及文化习惯的改变等.农牧业生产和工业生产是影响区域生态环境的主要人文因素,文化、宗教活动主要通过影响或约束人们的生活习俗和生产方式作用于生态环境.驱动力分析应深入探讨关键驱动因子,以及不同驱动因子在不同时空尺度上产生的功能和效应等.

自然要素的不断变化以及人类活动的干扰导致生态演变不可避免.区域生态学研究的重点是各类生态区域生态演变的必然性和过程的可控性,便于正确判定人类活动对区域生态环境的影响和作用,按照生态规律进行生态保护和生态建设,引导生态环境朝着有利于人类的方向演进.

3.3 区域生态结构、过程与功能

区域生态结构、过程和功能是生态完整性和区域生态演变规律的主要表现形式,是区域生态学研究的核心内容.

3.3.1 区域生态结构 区域生态结构主要指特定生态区域内不同生态单元或生态功能体和生态要素的空间格局及相互关系.区域生态结构研究以生态学、地理学和经济学理论为基础,以空间可视技术方法和遥感技术为手段,研究生态区域内生态功能体的空间格局及其对整个生态区域的影响和作用,研究不同生态功能体内部结构的差异性、一致性以及生态要素的空间组合关系.

3.3.2 区域生态过程 区域生态过程是指构成生态区域内部各类生态要素、生态系统和功能体之间的物质、能量循环转移的路径和过程.由于组成生态区域的各种生态要素处在不断的发展变化之中,因此,生态区域内部生态要素、生态系统以及不同功能体之间的组合关系也处于动态变化之中.区域生态过程研究以能量流动和物质循环理论为基础,研究生态区域的生态空间格局及其变化、生态介质的转移路径,以及生态过程变化对区域生态结构和功能的作用与影响等.

3.3.3 区域生态功能 区域生态功能是指生态区域基于其生态结构在生态过程中提供产品和服务的能力,当区域生态功能被赋予人类价值内涵时便成为区域生态经济产品和生态服务.区域生态功能侧重于反映区域的自然属性,因此,即使没有人类的需求,生态功能同样存在;生态服务和

生态经济产品则是基于人类的需要、利用和偏好,反映了人类对生态功能的利用,如果没有人类的需求,就无所谓生态服务和生态经济产品.区域生态功能是维持区域生态服务的基础,区域生态功能研究的重点包括生态服务的供给能力,生态环境的调节能力,以及对区域经济、社会发展的支撑能力.

区域生态结构、过程与功能之间关系是密切而又复杂的.区域生态结构决定其生态功能,结构变化决定和制约着过程和功能的变化,但过程和功能也可以反作用于结构.在区域尺度研究中,需要注重大的流域和国家尺度的研究,通过尺度转换方法和空间信息技术等,探讨多尺度生态格局、生态过程和生态功能的相互关系,揭示区域尺度上生态结构、过程与功能的特点与规律,以便更好地服务于政府决策和管理需求.

3.4 区域生态联系与生态资产流转

区域生态单元内不同生态功能体通过一种或几种生态介质或人为因素产生联系,这种联系可称为区域生态联系或区内生态联系;生态区域是开放系统,不同生态区域之间同样存在相互作用和相互影响,这种联系可称之为区际生态联系.单个和多个生态要素对生态区域内不同功能体(如流域内上、中、下游)的生态联系作用及其影响是区域生态学研究的主要内容.人类活动对区域生态组分的改变直接影响各功能体间的关系,如上风向草原沙化后,通过沙尘暴直接影响下风向地区;流域景观格局改变后,上下游的生态联系即发生改变.因此,区内生态联系可以通过自然要素的改变和相互渗透产生联系,也可以通过人文干扰产生变化.区际生态联系往往为了某种特殊目的而产生或建立生态联系,如通过引水工程将地表水资源富裕与匮乏地区联系起来.不同生态区域因其自然地理特征、资源特征、经济条件及发展水平不一,相互间往往既有差异性也有互补性,这为区际生态交流提供了基础.在区域生态保护和经济发展过程中,区际生态联系对于实现生态区域间优势互补、互相促进、共同发展至关重要.

生态联系必然导致生态资产的转移,生态资

产的流转也因而成为区内生态联系和区际生态联系的重要方式.生态资产是指能为人类提供服务和福利的生态资源,生态资产流转实质上是指生态经济产品和生态服务的在生态区域内或生态区域之间的空间流动^[28].由于自然条件差异和经济发展水平的不同,导致某些生态区域生态资产困乏,而某些生态区域内生态资产丰富,于是经济和社会发展的要求便驱使生态资产在空间上发生流转.经济发达地区经常需要从其他地区调入自然资源和环境服务,导致自然资源从资源丰富、经济贫穷地区向经济发达地区转移.生态区域之间生态资产流转是自然和人类社会经济协同发展的必然过程.因此,应抛弃狭隘的“小区域”观而树立“大区域、大生态”观,研究生态资产空间流转的现象,探讨和揭示该现象背后的科学原理和科学实质,是实现不同区域间生态与经济协调发展的重要科学基础.

3.5 区域生态承载力与生态适宜性

区域生态承载力包括两层含义:一是指生态区域内各种生态系统的自我维持与自我调节能力,及其所含资源与环境子系统的供容能力,为区域生态承载力的支持部分;二是指区域内经济社会子系统的发展能力,为区域生态承载力的压力部分^[39].其中,生态系统的自我维持与自我调节能力是指生态系统的弹性大小,资源与环境子系统的供容能力是指资源和环境的承载能力大小;而经济社会子系统的发展能力指生态区域内经济社会的可发展规模,以及可支撑的有一定生活水平的人口数量.由于资源、环境、文化及其经济发展水平的差异,生态承载力表现出明显的区域性.因此,区域生态学应充分考虑空间格局及时间尺度等因子.由于生态区域之间存在生态资产流转,因此区域生态学还应充分考虑不同生态区域之间生态承载力的转移,以及由此造成的区域生态、经济和社会问题.

区域生态适宜性是指区域内土地利用方式及其开发活动对生态环境的适宜状况和适宜程度.伴随经济社会发展需求增强,资源利用要求不断增高,不合理的资源利用方式,导致生物多样性减少、植被退化和水土流失等生态问题,促使自

然生态系统的抗干扰能力降低,因此,为使经济开发和资源利用在区域生态适宜范围内,需对其进行生态适宜性分析.生态适宜性分析应从两个角度考虑,首先,需分析生态系统“供体”能力,即分析与区域发展相关的生态系统的敏感性与稳定性,了解自然资源的生态支撑潜力和对区域发展可能产生的制约因素;其次,需明确“需体”的需求,即经济社会发展对资源环境需求大小.只有自然生态系统的“供”,与经济社会发展的“需”达到平衡时,生态适宜度达到最高.因此根据区域发展目标,运用生态学、经济学、地学等相关学科的理论和方法,划分适宜性等级,可为制定区域生态发展战略,引导区域空间的合理发展提供科学依据.

3.6 区域生态协调与环境利益共享机制

由于生态资产和生态承载力转移是区域生态联系的必然,因此,建立区域生态协调机制,保障区域环境利益共享是区域可持续发展的根本.以流域为例,流域上下游之间的联系十分紧密,通常情况下,上游向下游提供清洁的水资源,但当上游受污染后,则向下游排放污水,因此,如何建立区域协调机制,对保障整个流域健康发展至关重要.

建立区域环境利益共享机制,就是以保护生态环境、促进人与自然和谐、保障区域生态公平为目的,综合运用计划、立法、行政、市场等手段,根据生态系统服务价值、生态保护成本、发展机会成本,解决生态区域内不同功能体之间或不同生态单元之间的利益关系,调整生态环境保护和经济发展方之间的利益平衡.按照生态共建、资源共享、公平发展的原则,区域生态学需研究如何整合区域内各类生态资源、产品和服务,确定生态区域上下游的权责,研究如何打破地区行政分割界限,建立区域环境利益共享机制,明确不同生态单元的责任与利益,实施差别化的区域生态保护和经济发展政策.

区域生态补偿是建立区域协调机制的重要手段^[40].为了妥善解决区域生态建设与环境保护效益的外部性问题,以及生态保护与经济发展间的平衡问题,区域生态学需研究如何建立生态补偿核算体系,研究如何在不同生态单元间形成长

效的共建、共享生态协调机制,合理控制区域间发展差距,实现区域环境利益共享,如资源与环境服务获益多的区域应该对提供资源与环境服务的区域进行适当补偿,以实现生态公平。

4 区域生态学学科性质和发展趋势

区域生态学的提出、发展和完善,不仅丰富和发展了生态学相关理论,而且扩展了地理学和经济学对生态问题的研究范畴。实际操作中,区域生态学的建立可以促进区域生态资源合理利用并优化区域产业布局;促进生态资产核算制度和生态补偿制度的建立;同时为实施生态分区管理和生态空间管制,实现人地和谐发展,以及生态保护与经济协调发展提供科学基础。

4.1 区域生态学的学科性质

区域生态学属于交叉学科,具有鲜明的区域性、综合性和实践性。

4.1.1 学科交叉性 随着人口、资源、环境、经济等区域性和全球性问题日益突现,区域生态学的交叉性特点将愈加明显,如自然与人文的交叉、生态与经济的交叉等。多学科交叉是区域生态发展的趋势,生态学、地理学、资源科学、环境科学,以及经济学、社会学等不同学科都是区域生态学建立的基础。哲学学科的建立和发展,也为区域生态学问题的解决和学科的发展提供了指导。

4.1.2 区域性 区域生态学的每一项研究工作最终都要落实到具体的空间上,这是由区域生态学的研究对象所决定的。区域生态学强调区域单元内部不同功能体之间在结构上的合理配置、在功能上的相互匹配,以及在过程中的有序流通,强调区域生态保护与经济相互依存和协调发展。

4.1.3 综合性 综合性指区域生态学以生态完整性为目标,在空间上要综合考虑不同单元之间的合理配置,在研究对象要兼顾人与自然的协调发展、人与生物多样性的长期并存和永续发展。

4.1.4 实践性 区域生态学是人类生产生活实践中为解决生态问题寻求区域协调发展进程中发展起来的。一方面其思想内涵、技术方法和理

论体系都是在解决实际问题的实践中总结形成的;另一方面,在人类社会的发展进程中会不断产生新的生态问题,这就要求区域生态学在新的领域中不断进行探索实践,也只有在实践中区域生态学才能逐步发展和完善。

4.2 区域生态学发展展望

研究领域不断拓展。随着区域经济一体化、城市化发展,不同地区之间贸易的加大,以及科学技术的进步,区域生态学的研究范畴、和研究领域将不断扩展,研究空间和研究尺度将进一步扩大,与经济、社会、文化等学科的联系将更加紧密。

学科理论体系逐渐完善。区域生态问题的凸显,将大大推动区域生态学的研究。在实践发展过程中,区域生态学学科理论体系必将日趋完善。

学术研究方法逐步建立。为了解决不同层次、不同空间尺度和不同类型的区域生态问题,在理论体系逐步健全的情况下,区域生态学研究方法及其技术应用将逐步建立。

5 结语

本文初步探讨了区域生态学的概念和内涵,明确了区域生态学的研究尺度和研究单元,提出了本学科的研究范畴和要点,展望了本学科未来发展的趋势,指出了学科发展的方向。期望为区域生态学学科的建立和发展、为增强生态学指导社会生产实践提供科学基础。

参考文献:

- [1] 尚玉昌.普通生态学 [M]. 3 版.北京:北京大学出版社, 2010:3-8.
- [2] Benson K R. The emergence of ecology from natural history [J]. Endeavour, 2000,24(2):59-62.
- [3] 曹凑贵.全球生态学 [M]. 北京:高等教育出版社, 2002:1-25.
- [4] Borcard D, Legendre P. All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbor matrices [J]. Ecological Modelling, 2002,153(1/2):51-68.
- [5] Thiago Fernando L V B Rangel, José Alexandre Felizola Diniz-Filho, Luis Mauricio Bini. Towards an integrated computational tool for spatial analysis in macroecology and biogeography [J]. Global Ecology and Biogeography, 2006,15(4):321-327.
- [6] 沈善敏.应用生态学的现状与发展 [J]. 应用生态学报, 1990, 1(1):2-9.

- [7] Mitsch W J, Day Jr J W. Thinking big with whole-ecosystem studies and ecosystem restoration—a legacy of H.T. Odum [J]. *Ecological Modelling*, 2004,178(1/2):133–155.
- [8] Cabrera D, Colosic L, Lobdel C. Systems thinking [J]. *Evaluation and Program Planning*, 2008,31(3):299–310.
- [9] Gaston K J. Macroecology and people [J]. *Basic and Applied Ecology*, 2004,5 (4):303–307.
- [10] Jonge V N de, Pinto R, Turner R K. Integrating ecological, economic and social aspects to generate useful management information under the EU Directives’ ‘ecosystem approach’[J]. *Ocean and Coastal Management*, 2012,68:169–188.
- [11] Free A, Barton N H. Do evolution and ecology need the Gaia hypothesis? [J]. *Trends in Ecology and Evolution*, 2007,22(11): 611–619.
- [12] Forman R T T. Some general principles of landscape and regional ecology [J]. *Landscape Ecology*, 1995,10(3):133–142.
- [13] James G. Cantrilla. The environmental self and a sense of place: Communication foundations for regional ecosystem management [J]. *Journal of Applied Communication Research*, 1998,26(3): 301–318.
- [14] Wackernagel M, Kitzes J, Moran D, et al. The ecological footprint of cities and regions: comparing resource availability with resource demand [J]. *Environment and Urbanization*, 2006, 18(1):103–112.
- [15] Chambers J Q, Asner G P, Morton D C, et al. Regional ecosystem structure and function: ecological insights from remote sensing of tropical forests [J]. *Trends in Ecology and Evolution*, 2007,22(8): 414–423.
- [16] 刘纪远,邓祥征.LUCC 时空过程研究的方法进展[J].*科学通报*, 2009,54(21):3251–3258.
- [17] 哈特向.地理学性质的透视 [M]. 北京:商务印书馆, 1959:108–144.
- [18] 刘俊杰.区域地理学学科价值与体系建构 [J]. *湛江师范学院学报(哲学社会科学版)*, 1996,17(4):80–83.
- [19] 盛叙功.泛论区域地理学的复兴与改造 [J]. *西南师范学院学报*, 1984,(2):55–64.
- [20] H H 涅克拉索夫.区域经济学(理论、问题、方法) [M]. 北京: 东方出版社, 1987:1–13.
- [21] 熊义杰.区域经济学 [M]. 北京:对外经济贸易大学出版社, 2011:15–17.
- [22] Hoover E M.区域经济学导论 [M]. 王翼龙译.北京:商务出版社, 1990:220–226.
- [23] 程必定.区域经济学——关于理论和政策问题的探讨 [M]. 合肥:安徽人民出版社, 1989:1–5.
- [24] 崔功豪.区域分析与区域规划 [M]. 北京:北京师范大学出版社, 2001:1–13.
- [25] 孙儒泳,李 博,诸葛阳,等.普通生态学 [M]. 北京:高等教育出版社, 1993:1–10.
- [26] Eugene P Odum,Gary W Bawett.生态学基础 [M]. 5 版.北京:高等教育出版社, 2009:1–14.
- [27] 周广胜,王玉辉.全球生态学 [M]. 北京:气象出版社, 2003:1–6.
- [28] Margaret Palmer, Emily Bernhardt, Elizabeth Chornesky, et al. Ecology for a crowded planet [J]. *Science*,2004,304(5675): 1251–1252.
- [29] 张 勤.比区域规划更重要的是区域观念 [J]. *国际城市规划*, 2000,2:2.
- [30] 尚宗波,高 琼.流域生态学——生态学研究的一个新领域 [J]. *生态学报*, 2001,21(3):468–473.
- [31] Pusch M, Hoffmann A. Conservation concept for a river ecosystem (River Spree, Germany) impacted by flow abstraction in a large post-mining area [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2000,51(2–4):165–176.
- [32] Jacobson P J, Jacobson K M. Hydrologic controls of physical and ecological processes in Namib Desert ephemeral rivers: Implications for conservation and management[EB/OL].*Journal of Arid Environments*, 2012:1–14.
- [33] 钱正安,宋敏红,李万元.近年来中国北方沙尘暴的分布及变化趋势分析 [J]. *中国沙漠*, 2002,22(2):106–111.
- [34] 邱新法,曾 燕,缪启龙.我国沙尘暴的时空分布规律及其源地和移动路径 [J]. *地理学报*, 2001,56(3):316–322.
- [35] Forman R T T.景观与区域生态学的一般原理(肖笃宁译) [J]. *生态学杂志*, 1996,15(3):74–79.
- [36] Forman R T T. Land mosaics:The ecology of landscapes and regions [M]. London: cambridge University Press, 1997.
- [37] 郑 度.中国生态地理区域系统研究 [M]. 北京:商务印书馆, 2008:23–27.
- [38] 高吉喜,等.区域生态资产评估——理论、方法与应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2013:7–20.
- [39] 高吉喜.可持续发展理论探索—生态承载力理论、方法与应用 [M]. 北京:环境科学出版社, 2001:20–30.
- [40] 丁四保.主体功能区的生态补偿研究 [M]. 北京:科学出版社, 2009:1–5.

作者简介: 高吉喜(1964–),男,内蒙古呼和浩特人,研究员,博士,主要从事区域生态学研究.发表论文 150 篇.