

# 广西外来生物入侵现状及对生态环境的影响

## Status and Impact of Biological Invasion on Ecological Environment in Guangxi

杨海菊, 凌 玲, 梁 华

YANG Hai-ju, LING Ling, LIANG Hua

(广西环境监测中心站, 广西南宁 530022)

(Guangxi Environmental Monitoring Center, Nanning, Guangxi, 530022, China)

**摘要:**在简述广西外来入侵生物的生态类群、入侵途径及其入侵趋势的基础上,分析外来生物入侵对广西原有生态系统、生物多样性、环境安全以及社会经济造成的影响,并由此提出建立预警系统,加大检验检疫的执法力度,建立监测和防治体系等预防外来生物入侵的措施。

**关键词:**生物入侵 生态环境 生物多样性

中图分类号:X171 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2013)04-0247-05

**Abstract:** The paper discussed ecological groups, the approaches and development trend of biological invasion in Guangxi. The impact of biological invasion on original ecosystem, biodiversity, environmental safety and social economic was analyzed. Some control countermeasures such as setting up an early warning system, strengthening law enforcement inspection and quarantine, establishing a monitoring and control system were proposed.

**Key words:** biological invasion, ecological environment, biodiversity

生物入侵是指生物由原生地经自然的或人为的途径,侵入到另一个新环境,对侵入地的生物多样性,农林牧渔和人类健康造成损害或导致侵入地发生生态灾难的过程<sup>[1]</sup>。外来生物入侵被认为是仅次于生境破坏造成生物多样性<sup>[2]</sup>濒危以至丧失的第二大原因,也是引起生态系统结构破坏、功能丧失的一个主要因素,会对生态环境和经济发展造成较大威胁<sup>[3]</sup>。

广西地处祖国南疆,沿海、沿边、沿江,具有独特的地理条件和气候特点。近年来,随着国际贸易的快速发展和经济建设的加快,广西已成为外来生物入侵的“重灾区”。入侵生物对广西地区的生态系统、环境安全和经济发展等造成了一定程度的负面影响,已经引起人们的普遍关注<sup>[4]</sup>。因此,了解广西外来生物入侵现状及其对生态环境的影响,探讨防治外来生物入侵对策,对于加强外来入侵物种的防

控以及维护生态平衡、确保生态环境安全具有十分重要的意义。

### 1 广西外来生物入侵现状

#### 1.1 入侵物种的生物类群

据中国外来入侵物种数据库资料<sup>[5]</sup>显示,目前在广西有分布的外来入侵物种 181 种,其中植物 96 种,占外来入侵物种总种数的 53.04%,动物 62 种,占总种数的 34.25%,菌物 9 种,占总种数的 4.97%,病毒 3 种,占总种数的 1.66%,原核生物 7 种,占总种数的 3.87%,原生生物 4 种,占总种数的 2.21%。部分外来入侵物种已经对广西本土的生态环境造成了一定的影响,据野外调查和文献资料<sup>[6~9]</sup>记载,目前或曾经造成严重危害的外来入侵物种至少有 30 种,基本情况见表 1。

#### 1.2 入侵物种的生态类群

入侵广西的外来生物物种主要涉及无脊椎动物、脊椎动物、陆生植物、水生植物、微生物等 5 大类,陆生植物是广西外来入侵物种中最大的生态类群,达 94 种,占外来入侵物种总数的 51.93%;其次

收稿日期:2013-07-10

修回日期:2013-08-11

作者简介:杨海菊(1983-),女,工程师,主要从事生态环境监测研究。

是陆生无脊椎动物,为42种,占23.20%;微生物(包括菌类、病毒、原核生物和原生物)23种,占总种数的12.70%,其他类型有21种,占总种数的

11.60%。草本植物占外来入侵植物种数的80%以上,木本植物(包括灌木和乔木)和水生植物仅占10%。

表1 广西重要的外来入侵物种及分布

种名	科(属)名	原产地	栖息地	分布范围
空心莲子草 <i>Alternanthera philoxeroides</i>	苋科	美洲	沿岸、河岸、海岸、荒野、耕地、公园	南宁、桂林
五爪金龙 <i>Ipomoea cairica</i>	旋花科	美洲或欧洲	灌木丛、建筑、平缓山坡和谷地	容县、贵港、北流、百色、柳州、合浦、梧州、苍梧、邕宁、南宁、宁明
圆叶牵牛 <i>Ipomoea purpurea</i>	旋花科	美洲	沿岸、河岸、海岸、耕地	全区各地
马缨丹 <i>Lantana camara</i>	马鞭草科	美洲	沿岸、河岸、海岸、草地	全区各地,尤以德保、天等最多。
水茄 <i>Solanum torvum</i>	茄科	美洲	沿岸、河岸、海岸、湿地	梧州、临桂、贵港、上思、宁明、龙州、田东、隆林、都安、东兰、天峨、龙州、乐业、那坡、南宁
阔叶丰花草 <i>Borreria latifolia</i>	茜草科	南美洲	灌木丛、内陆无植被或稀有植被	桂林、防城港、龙州
三叶鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	菊科	美洲	灌木丛、森林、耕地	全区各地
小蓬草 <i>Conyza canadensis</i>	菊科	北美洲	灌木丛、森林、耕地	全区各地
紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>	菊科	中美洲	沿岸、河岸、海岸、草地	隆林、西林、天峨、乐业、那坡、田林、靖西、南丹等地
飞机草 <i>Eupatorium odoratum</i>	菊科	中美洲	灌木丛、平缓山坡和谷地	平果、龙州、防城、凭祥、那坡、百色、德保、靖西等地
银胶菊 <i>Mikania micrantha</i>	菊科	中南美洲	沿岸、河岸、海岸、灌木丛	龙州、德保、靖西、那坡、荔浦、玉林、博白等
肿柄菊 <i>Tithonia diversifolia</i>	菊科	墨西哥 中美洲	灌木丛、建筑、工业及人类相关区域	田林、隆林、大新、德保、那坡、罗城、东兰、天峨、田东、宁明、凭祥、北海、合浦、贵港、来宾
假高粱 <i>Sorghum halepense</i>	禾本科	地中海地区	灌木丛、内陆无植被或稀有	资源、天峨、德保
互花米草 <i>Spartina alterniflora</i>	禾本科	美洲	沿岸、河岸、海岸	钦州、合浦、北海
凤眼莲 <i>Eichhornia crassipes</i>	雨久花科	美洲	沿岸、河岸、海岸	全区各地
大藻 <i>Pistia stratiotes</i>	天南星科	南美洲	沿岸、河岸、海岸	全区各地
松材线虫 <i>Bursaphelenchus xylophilus</i>	滑刃科	北美	森林	苍梧县、万秀区、桂平市、西林县
红火蚁 <i>Solenopsis invicta</i>	切叶蚁亚科	南美洲	草地、草原	南宁、柳州、贵港、玉林、梧州
松突圆蚧 <i>Hemiberlesia pitysofila</i>	盾蚧科	不详	森林	岑溪市、苍梧县、玉州区、容县、陆川县、博白县、兴业县、北流市、福绵区、
湿地松粉蚧 <i>Oracella acuta</i>	粉蚧科	北美	森林	平乐县、苍梧县、玉州区、福绵区、容县、陆川县、博白县、兴业县
咖啡豆象 <i>Araecerus fasciculatus</i>	长角象科	印度	人类活动相关区域	全区各地
桉树枝瘿姬小蜂 <i>Leptocybe invasa</i>	小蜂科	澳大利亚	森林、植物园、公园、	玉林市、梧州市、钦州市和崇左市
烟粉虱 <i>Bemisia tabaci</i>	粉虱科	热带、亚热带地区	耕地、植物园、公园、	全区各地
美洲斑潜蝇 <i>Liriomyza sativae</i>	潜蝇科	南美洲	耕地、植物园、公园	全区各地
牛蛙 <i>Rana catesbeiana</i>	蛙科	美国	内陆地表水(淡水)、湿地、耕地、植物园、公园	全区各地
屋顶鼠 <i>Rattus rattus</i>	鼠科	亚洲热带地区	灌木丛、耕地、植物园、公	全区各地

续表 1

种名	科(属)名	原产地	栖息地	分布范围
福寿螺 <i>Ampullaria gigas</i>	瓶螺科	南美洲	沿岸、河岸、海岸、内陆地	全区各地
食蚊鱼 <i>Gambusia affinis</i>	花鲈科	美国南部和墨西哥北部	内陆地表水(淡水)	全区各地
水稻白叶枯黄单胞杆菌 <i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>Oryzae</i>	黄单胞菌属	不详	耕地、植物园、公园	全区各地
柑橘溃疡病菌 <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>citri</i>	黄单胞菌属	不详	果园及苗圃	全区各地
马铃薯环腐病菌(密执安棒形杆菌环腐亚种) <i>Clavibacter michiganensis sepedonicum</i>	棒形杆菌属	欧洲	耕地、植物园、公园	全区各地
木薯细菌性萎蔫病菌 <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>manihotis</i>	黄单胞菌属	不详	耕地、荒地	全区各地
柑桔黄龙病菌 <i>Liberobacter asiaticum</i>	韧皮部杆菌属	不详	耕地、植物园、公园	全区各地

1.3 被列入重要外来入侵物种名录的物种

据统计,我国环保部公布的 35 种外来入侵物种名单<sup>[10,11]</sup>中 80%的外来入侵物种目前已经在广西发现,仅有 7 种在广西暂未有分布,其中部分外来入侵物种对广西的生态环境造成了较为严重的危害,如紫茎泽兰 (*Ageratina adenophora*)、大藻 (*Pistia stratiotes*)、松材线虫 (*Bursaphelenchus xylophilus*)、红火蚁 (*Solenopsis invicta*)等。100 种世界恶性外来入侵物种名录中,广西目前已有分布的有 18 种,其中动物 10 种,即福寿螺 (*Ampullaria gigas*)、烟粉虱 (*Bemisia tabaci*)、红火蚁、牛蛙 (*Rana catesbeiana*)、屋顶鼠 (*Rattus rattus*)、食蚊鱼 (*Gambusia affinis*)、红耳彩龟 (*Trachemys scripta elegans*)、小家鼠 (*Mus musculus*)、沙筛贝 (*Mytilopsis sallei*)、褐云玛瑙螺 (*Achatina fulica*)。植物 8 种,即凤眼莲 (*Eichhornia crassipes*)、马缨丹 (*Lantana camara*)、飞机草 (*Eupatorium odoratum*)、大米草、仙人掌 (*Opuntia stricta*)、薇甘菊 (*Mikania micrantha*)、含羞草 (*Mimosa pudica*)、裙带菜 (*Undaria pinnatifida*)。

1.4 外来生物入侵途径

外来生物主要通过 3 条途径入侵并扩散<sup>[12]</sup>,广西的情况也类似。一是人类的有意引入,例如阔叶丰花草 (*Borreria latifolia*) 最初在龙州是作为饲料引入。福寿螺在 20 世纪 80 年代作为高蛋白质食物被引进饲养,随后定殖并扩散。19 世纪 70 年代引进的互花米草,现已在北部湾海域东部滩涂迅速繁殖,并已侵入山口红树林国家级自然保护区实验

区,挤占了红树林的生长空间,已对红树林生态系统造成破坏<sup>[13]</sup>。食蚊鱼一直以来都是作为观赏鱼类引进养殖,如今在广西大部分水域都有分布。马缨丹等最初也是作为观赏植物引入。二是随人类活动无意传入。广西旅游资源丰富,每年都大量游客入境,部分旅游者无意中成为外来入侵物种传播的媒介,一些危险的外来入侵种随游客异地携带的活体物,如水果、蔬菜或宠物等传入广西;还有一些外来生物可随交通工具及旅游者的行李等粘附进入广西,如三叶鬼针草瘦果冠毛芒状具倒刺,极易附在人畜和货物上到处传播<sup>[14]</sup>。广西检验检疫部门每年都会在各出入境口岸截获大量的有害生物和禁止进境的物种。三是借助自然力量传入,一些物种的种子或繁殖体可以借助风或动物的力量实现自然扩散,如飞机草和紫茎泽兰,大约于 20 世纪 50 年代末从中越边境传入广西,现已广泛分布于广西大部分县市区。

跨区域物种调运是目前广西外来物种入侵的主要方式之一,尤其是跨省物种调运,一些外来物种随着物种的调运直接从疫区进入广西并造成危害,如椰心叶甲 (*Brontispa longissima*) 随外地调运的苗木中进入北海和梧州<sup>[15,16]</sup>,对当地的生态环境造成很大的威胁,一度已被铲除的红火蚁也随外地草皮的调入而重新在南宁、梧州等地出现。

1.5 外来生物入侵趋势

广西地处祖国南疆,毗邻东盟,各类国境口岸众多,与东盟以及周边省份贸易交往频繁,同时热带亚热带的气候条件也为外来生物的入侵和定殖提供了良好的机会。近年来,随着广西交通、经济等各方面的发展,外来生物入侵的发展扩散速度也在加快,紫

茎泽兰、飞机草等从云南和越南侵入广西后,在百色地区已从沿路荒地侵入到大片的可耕坡地中,现已侵入到了一些自然保护区,如弄岗国家级自然保护区中<sup>[17]</sup>。银胶菊(*Mikania micrantha*)在1971年出版的《广西植物名录》中,未记载有该植物,甚至是在现在分布最多的龙州地区,1988年也未曾有记载,但在近10多年的时间里,就已爆发出来,在广西很多市县均有分布<sup>[7]</sup>。从外来入侵物种的地域分布上看,桂南、桂西南、桂东等地区种类和数量均较多,因而受到的危害最为严重;桂中、桂北种类和数量相对较少,危害也少。从总体上来看,它们均有由桂南、桂西南、桂东向桂中、桂北等其它地区发展的趋势。

## 2 外来生物入侵对广西生态环境的影响

有关研究<sup>[18]</sup>认为,广西生态环境质量总体状况为中等,处在良好与差的临界状态,稍有不慎就会出现大的生态灾难。外来入侵物种改变了土著种群、群落和生态系统的结构和功能,对整个生态系统的平衡和人类社会的生存与发展潜藏着巨大的危害。外来生物入侵新的栖息环境后,通过占据适宜的生态位,种群迅速增殖、扩大,发展成当地新的优势种,其带来的直接后果是对入侵地造成不可逆转的生态和环境灾害,即生物污染,这种污染极大地威胁着生物多样性,造成本土物种数量减少乃至灭绝,导致生态系统结构缺损,组分改变<sup>[19]</sup>。外来生物的入侵对广西生态环境的影响主要表现为破坏原有生态系统的自然性和完整性、导致系统生物多样性的丧失、威胁当地环境安全以及造成巨大的经济损失等。

### 2.1 破坏原有生态系统的自然性和完整性

生态系统的功能包括传粉、基因流、异花授精的繁殖功能以及生物之间、生物与环境之间的相互作用,对于维持进化过程和环境效益有着重要意义。生物入侵发生后,入侵种可能通过与本地近缘种之间、入侵种之间发生杂交,对物种遗传多样性产生影响,导致生境片段化,破坏本地生态系统的自然性甚至改变生态系统的演化方向<sup>[20,21]</sup>。另外,外来入侵种可以对生态系统的服务功能造成影响,破坏原有生态系统的完整性。外来入侵种一方面改变原有生态系统对水分、营养等的使用,影响土壤的营养水分和水分平衡;另一方面通过光合作用、呼吸作用、蒸腾作用对一定范围的CO<sub>2</sub>浓度、大气中的水分等产生影响,从而可能改变区域小气候<sup>[21]</sup>。

### 2.2 导致生态系统生物多样性的丧失

外来入侵物种通过竞争、占据本地物种生态位,

影响本地物种生存,导致局部种群的消亡。外来入侵物种在侵入地失去了原产地的各种生态因子制约,迅速形成大面积的优势群落,降低生物多样性,使得依赖于当地生物多样性的物种生存受到威胁,造成本土物种数量减少乃至灭绝。如具有“植物杀手”之称的微甘菊入侵广东以后,高5m以下的小乔木和灌木一旦被它紧紧缠绕并盖满顶部,便会因不能进行光合作用而窒息死亡<sup>[22]</sup>。豚草可分泌出酚酸类、聚乙炔等具有化感作用的化合物,对禾本科、菊科等一年生的草本植物有强烈的抑制作用,抑制其种子发芽和生长,排挤本地植物,阻碍植被恢复,导致生态系统的物种组成和结构发生改变<sup>[23]</sup>。紫茎泽兰和飞机草的入侵已造成其在广西的分布生境物种多样性指数明显下降<sup>[17]</sup>。

### 2.3 威胁环境安全

环境安全是指人类与其生存、生产活动相关的生态环境及自然资源基础(特别是可更新资源)处于良好的状况或不遭受不可恢复的破坏。外来生物成功入侵后,大量繁殖,迅速生长,造成生态环境破坏,形成生物污染,威胁当地环境安全。例如,福寿螺在水体中可分泌和排放大量的代谢产物和粪便(含有一定量的尿酸或氨氮)<sup>[24]</sup>,大量福寿螺的存在会降低水体中的溶解氧,从而引起水体的原有理化性质(如pH值、Eh等)的改变以及某些水体生物的死亡,易造成水体发黑变臭。同时,福寿螺对水体中的某些重金属有较强的富集作用,福寿螺死亡后这些重金属会重新释放到环境中造成二次污染。水葫芦一旦成功入侵河流湖泊等水域时,便会迅速定殖并扩散,造成水体流速下降,pH值和溶解氧浓度降低,水中CO<sub>2</sub>浓度增高,水体变黑变臭,水生动植物大量死亡,水质加速恶化等环境问题<sup>[25]</sup>。水葫芦在生长区形成优势物种时,还会降低光线对水体的穿透能力,影响水底生物生长,导致其他水生植物减少甚至灭绝。过多的水葫芦覆盖水面,还为蚊类等害虫提供适宜的滋生场所,加剧了生物污染和病菌传播;同时污染供水水源及水环境。近年来,水葫芦在广西各地水域多次泛滥成灾,对当地的生态环境造成了很大的影响。

### 2.4 造成经济损失

外来入侵种对农业、林业、畜牧业、水产业、园艺等可带来直接经济危害。外来生物一旦入侵成功,要彻底根除是极为困难的。用于控制其危害、扩散蔓延的防治代价极大,费用极为昂贵。为了减少外来种的危害,需要采取各种耗资不菲的防除措施,如

各种形式的检疫、控制和根除等。例如,原分布于国外的柑桔黄龙病菌(*Liberobacter asiticum*)和柑橘溃疡病菌(*Xanthomonas campestris* pv. *citri*)传入广西后,造成的后果一直延续至今,成为广西柑橘种植业上威胁最大的病害,每年大量的感病植株被铲除。在林业上,广西林业部门每年都必须投入大量的人力财力防控入侵广西的外来有害生物,如松材线虫、桉树枝瘿姬小蜂(*Leptocybe invasa*)、松突圆蚧(*Hemiberlesia pitysophila*)、湿地松粉蚧(*Oracella acuta*)等<sup>[26]</sup>。另外,外来入侵生物还可以通过改变生态系统带来一系列水土、气候等不良影响,产生巨大的、难以准确计算的间接经济损失。例如,大量的水葫芦植株堵塞航道、抬高河床、甚至导致水域沼泽化,加剧了灾害的危害程度。防控外来入侵物种往往需要大量使用化学药物,从而对当地生态环境造成更大的破坏。

### 3 结论

外来入侵生物在广西已经形成了一定的规模,种类和数量呈不断增加趋势,直接威胁着广西的区域生态环境的安全。如何有效地防控有害外来生物入侵和保护广西生态系统可持续发展是目前迫切需要解决的问题。根据目前外来生物在广西的分布特点以及未来发展趋势,笔者认为,应从以下各方面做好相应的防控工作:首先应建立预警系统,对全球入侵性物种及入侵性类群的分布现状有充分的了解,并对这些种类在我国的适生性进行分析,对需要预防哪些类群做到心中有数,积极应对外来有害物种的入侵;其次加强检验检疫的执法力度,根据入侵物种的发生特点及区域分布,各执法部门各司其职,通过查验和检疫,将外来入侵生物拒之以国门以及区域门户之外;最后建立完备的监测和防控体系,外来入侵物种都有一个从少到多、逐步适应和建立种群的过程,这一阶段是进行早期监测并有效铲除的最好时期。即使有些种群已经在自然界建立,这时候还是可以通过一定的努力来减少其种群的数量和密度,阻止其扩散,从而达到将其控制在一定范围内的目标,防止入侵物种进一步的扩散和蔓延,从而保护当地的生态环境安全。

#### 参考文献:

[1] 郭建英. 中国生物入侵的现状与预防(上)[J]. 农民科技培训, 2012(6): 22-24.  
 [2] 钱迎倩. 生物多样性的保护和持续利用[J]. 广西科学院学报, 1994, 10(1): 4-7.  
 [3] Edward B B. A note on the economics of biological in-

vasions[J]. Ecological Economics, 2001, 39: 197-202.  
 [4] 吴志红, 王凯学, 覃贵亮. 危险性有害生物侵入广西的途径及原因分析[J]. 广西农业科学, 2004, 35(2): 144-145.  
 [5] 中国农业科学院植物保护研究所. 中国外来入侵物种数据库[EB/OL]. [2013-03-14]. <http://www.chinaias.cn/wjPart/index.aspx>.  
 [6] 林建勇, 温远光, 韦洁. 广西北部湾经济区外来入侵植物[J]. 广西林业科学, 2011, 40(4): 281-287.  
 [7] 唐赛春, 吕仕洪, 何成新, 等. 广西的外来入侵植物[J]. 广西植物, 2008, 28(6): 775-779.  
 [8] 李振宇, 解焱. 中国外来入侵种[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002.  
 [9] 徐海根, 强胜. 中国外来入侵物种编目[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2004.  
 [10] 环境保护总局, 中国科学院. 关于发布中国第一批外来入侵物种名单的通知: 环发[2003]11号[EB/OL]. (2003-01-10). [http://www.gov.cn/gongbao/content/2003/content\\_62285.htm](http://www.gov.cn/gongbao/content/2003/content_62285.htm).  
 [11] 环境保护部. 关于发布中国第二批外来入侵物种名单的通知: 环发[2010]4号[EB/OL]. (2010-01-07). [http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201001/t20100126\\_184831.htm](http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201001/t20100126_184831.htm).  
 [12] 徐海根, 强胜, 韩正敏, 等. 中国外来入侵物种的分布与传入路径分析[J]. 生物多样性, 2004, 12(6): 626-638.  
 [13] 林建勇, 温远光, 韦洁. 广西北部湾经济区外来入侵植物[J]. 广西林业科学, 2004, 40(4): 281-287.  
 [14] 郝建华, 刘倩倩, 强胜. 菊科入侵植物三叶鬼针草的繁殖特征及其与入侵性的关系[J]. 植物学报, 2009, 44(6): 656-665.  
 [15] 麦昌梅, 曾作福, 莫云, 等. 5种常规农药对椰心叶甲的防治试验及应用[J]. 广西农业科学, 2008, 39(6): 782-784.  
 [16] 邓志林. 梧州市椰心叶甲的发生原因及防治[J]. 广西热带农业, 2008, 5: 52-53, 59.  
 [17] 贾桂康, 薛跃规. 紫茎泽兰和飞机草在广西的入侵生境植物多样性分析[J]. 生态环境学报, 2011, 20(5): 819-823.  
 [18] 王金叶, 程道品, 胡新添, 等. 广西生态环境评价指标体系及模糊评价[J]. 西北林学院学报, 2006, 21(4): 5-8.  
 [19] Vitousek P M, Antonio C M, Loope L L, et al. Biological invasions as global environmental change[J]. American Scientist, 1996(84): 468-478.  
 [20] 郭传友, 王中生, 方炎明. 外来种入侵与生态安全[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2003, 27(2): 73-78.  
 [21] 刘苏, 王祥荣. 生态入侵及其对植被生态系统服务功能的影响研究[J]. 复旦大学学报: 自然科学版, 2002, 41(4): 459-465.  
 [22] 马玲, 强胜. 外来入侵性杂草薇甘菊的研究进展[J]. 杂草科学, 2006, 1: 55-59.  
 [23] 陈贤兴, 单和好. 豚草对几种经济作物的生化他感作用[J]. 海南大学学报: 自然科学版, 2003, 21(1): 70-73.

必须进一步研究海洋生态系统服务机制,完善广西近海海洋生态系统服务内涵和分类体系,尽可能减少各项功能之间存在的重复和交叉。同时,虽然本文所采用的是目前国内外成熟的和应用比较广泛的评估方法,但考虑到不同生态系统间结构和功能的差异性,有必要针对广西近海海洋生态系统特征对评价方法进行优化。

#### 参考文献:

- [1] Daily G C. Nature's services; societal dependence on natural ecosystems[M]. Washington DC: Island Press, 1997:1-10.
- [2] Millennium Ecosystem Assessment Groups. Ecosystems and human well-being[M]. Washinton DC: Island Press, 2005.
- [3] Costanza R, D'Arge R, De Groot R S, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. Nature, 1997, 387: 253-260.
- [4] 石洪华, 郑伟, 陈尚, 等. 海洋生态系统服务功能及其价值评估研究[J]. 生态经济, 2007(3): 139-142.
- [5] 李晓, 张锦玲, 林忠. 罗源湾生态系统服务功能价值评估研究[J]. 海洋环境科学, 2010(3): 401-405.
- [6] 石洪华, 郑伟, 丁德文, 等. 典型海洋生态系统服务功能及价值评估——以桑沟湾为例[J]. 海洋环境科学, 2008(2): 101-104.
- [7] 王其翔, 唐学玺. 海洋生态系统服务的内涵与分类[J]. 海洋环境科学, 2010(1): 131-138.
- [8] 吴姗姗, 刘容子, 齐连明, 等. 渤海海域生态系统服务功能价值评估[J]. 中国人口·资源与环境, 2008(2): 65-69.
- [9] 张华, 康旭, 王利, 等. 辽宁近海海洋生态系统服务及其价值测评[J]. 资源科学, 2010(1): 177-183.
- [10] 蓝锦毅. 港口建设对广西海洋生态环境影响分析及污染防治对策[J]. 广西科学院学报, 2011, 27(2): 149-151.
- [11] 白海强, 吕保玉. 广西河流型湖泊和水库的水质富营养化评价[J]. 广西科学院学报, 2012, 28(4): 330-332.
- [12] 李晓, 张锦玲, 林忠. 罗源湾生态系统服务功能价值评估研究[J]. 海洋环境科学, 2010(3): 401-405.
- [13] 国家海洋局. 中国海洋统计年鉴(2011)[M]. 北京: 海洋出版社, 2012.
- [14] 中国农业部渔业局. 中国渔业统计年鉴(2011)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2012.
- [15] 广西壮族自治区统计局. 广西统计年鉴(2011)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011.
- [16] 广西壮族自治区海洋局. 广西海洋环境质量公报(2008~2010)[R]. 南宁: 广西壮族自治区海洋局, 2008.
- [17] 广西壮族自治区海洋局. 2010年广西海洋经济统计公报[R]. 南宁: 广西壮族自治区海洋局, 2011.
- [18] 广西壮族自治区海洋局. 广西壮族自治区海洋经济发展“十二五”规划[EB/OL]. (2013-07-10). <http://www.gxoa.gov.cn/news/view.aspx?id=5484>.
- [19] 李志勇, 徐颂军, 徐红宇, 等. 广东近海海洋生态系统服务功能价值评估[J]. 广东农业科学, 2011(23): 136-140.
- [20] De Groot R S, Wilson M A, Boumans R M J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services[J]. Ecological Economics, 2002, 3(41): 393-408.
- [21] 李志勇, 徐颂军, 徐红宇, 等. 雷州半岛近海海洋生态系统服务功能价值评估[J]. 华南师范大学学报: 自然科学版, 2012(4): 133-137.
- [22] 张朝晖, 吕吉斌, 丁德文. 海洋生态系统服务的分类与计量[J]. 海岸工程, 2007(1): 57-63.
- [23] 蓝文陆, 彭小燕. 茅尾海富营养化程度及其对浮游植物生物量的影响[J]. 广西科学院学报, 2011, 27(2): 109-112, 116.
- [24] 傅明珠, 王宗灵, 李艳, 等. 胶州湾浮游植物初级生产力粒级结构及固碳能力研究[J]. 海洋科学进展, 2009(3): 357-366.
- [25] Redfield A C, Ketchum B H, Reichards F A. The influence of organisms on the composition of seawater [C]//Hill M N. The sea. New York: Interscience, 1963.
- [26] 宁耘. 广西近岸海域入海污染物特征分析[J]. 中国环境监测, 2010(5): 55-56.
- [27] 吴姗姗, 刘容子. 渤海海洋资源价值量核算的研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2008, 18(2): 70-75.
- [28] 福建省统计局. 福建统计年鉴(2012)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2012.
- [29] 陈仲新, 张新时. 中国生态系统效益的价值[J]. 科学通报, 2000(1): 17-22.

(责任编辑: 尹 闯)

(上接第 251 页)

- [24] Chaturvedi M L, Agarwal R A. Ammonia excretion in snails *Viviparus bengalensis* (LAMARCK) and *Pila globosa* (SWAINSON) during active and dormant periods[J]. Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographic, 1983, 68(4): 599-602.
- [25] 章家恩, 赵本良, 罗明珠, 等. 外来生物福寿螺入侵的生态风险及其评价探讨[J]. 佛山科学技术学院学报: 自然科学版, 2010, 28(5): 1-6.
- [26] 广西壮族自治区森林病虫害防治站. 2012年广西林业有害生物防控工作亮点纷呈[EB/OL]. (2013-01-16). [http://www.forestpest.org/senfang/News/dfxx/guangxi/2013-01-16/Article\\_113551.shtml](http://www.forestpest.org/senfang/News/dfxx/guangxi/2013-01-16/Article_113551.shtml).

(责任编辑: 尹 闯)