

# 中国外来动物物种组成及跨境风险

彭 硕<sup>1,2</sup>, 李志红<sup>1</sup>, 赵紫华<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup> 中国农业大学植物保护学院, 北京 100193; <sup>2</sup> 三亚中国农业大学研究院, 海南 三亚 572025

**摘要:** 【目的】明确全球变化背景下我国外来动物物种的发生规律, 进一步掌握我国生物入侵现状及发生动态。【方法】利用公开数据库等系统收集和整理我国外来动物的物种组成、可利用性、原产地及国内分布地等信息。【结果】截至 2020 年, 我国已有外来动物 844 种, 隶属 8 门 22 纲 87 目 291 科 591 属, 脊索动物门、节肢动物门、软体动物门是我国外来动物物种组成数量最多的 3 大类群。我国外来动物中, 有益物种的数量多于有害物种的数量, 还有少部分中性物种。不同分类阶元外来动物的可利用性不同, 脊索动物门中有益物种的数量更多, 节肢动物门中有害物种的数量更多。我国外来动物主要来源于亚洲、北美洲、欧洲, 外来动物的国内分布与区域经济发展水平及对外交流程度相关, 东南沿海地区数量多, 西北内陆地区数量少, 与 他国相邻的广西和云南也有数量较多的外来动物。2010—2020 年间记录的典型外来动物也符合此分布模式。【结论】我国外来动物数量众多, 组成多样, 表现出不同的可利用性, 其来源及分布表现出明显的空间格局, 在全球变化背景下, 应警惕外来物种的跨境入侵风险。

**关键词:** 生物入侵; 外来动物; 组成结构; 分布格局; 跨境风险



开放科学标识码  
(OSID 码)

## The species composition of non-native animals and cross-border risk in China

PENG Shuo<sup>1,2</sup>, LI Zhihong<sup>1</sup>, ZHAO Zihua<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup> College of Plant Protection, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

<sup>2</sup> Sanya Institute of China Agricultural University, Sanya, Hainan 572025, China

**Abstract:** 【Aim】 Considering the impact of global change, it is important to examine the occurrence of non-native animals to gain a deeper understanding of the current status of biological invasion in China. 【Method】 Based on public databases and other documents, we collected and analyzed detailed information, including taxonomy, utility, origin regions, and distribution areas of non-native animals in China. 【Result】 A total of 844 non-native animals were identified in China up to 2020, belonging to 8 phyla, 22 classes, 87 orders, 291 families, and 591 genera, of which Chordata, Arthropoda, and Mollusca were the three largest groups. Among all non-native animals, the number of "beneficial" non-native animals was larger than "harmful" non-native animals, with some non-native animals of "neutral" influence. The utility of non-native animals differed among different taxonomies, and most chordates were beneficial, whereas most arthropods were harmful. The non-native animals of China mainly originated in Asia, North America, and Europe. The domestic spatial distribution of non-native animals was related to regional economic development and inter-region movement. More non-native animals were found in the southeast coastal areas than in the northwest inland areas. In addition, Guangxi and Yunnan played an important role in sharing species because they bordered multiple countries. Typical non-native animals recorded between 2010—2020 also accorded with the distribution pattern. 【Conclusion】 The non-native animals of China are diverse and have various uses as well as significant spatial patterns in the origin and distribution regions. Therefore, vigilance against the cross-border risk of non-native species should be enhanced considering global environmental changes.

**Key words:** biological invasion; non-native animals; species composition; distribution pattern; cross-border risk

收稿日期 (Received): 2021-03-28 接受日期 (Accepted): 2021-07-20

基金项目: 三亚崖州湾科技城管理局资助 (SYND-2021-29); 三亚中国农业大学研究院引导资金项目 (SYND-2021-29)

作者简介: 彭硕, 女, 硕士研究生。研究方向: 植物检疫与入侵生物学。E-mail: pengshuo201302@163.com

\* 通信作者 (Author for correspondence): E-mail: zhzhao@cau.edu.cn

生物入侵是指生物由原生存地经自然或人为的途径侵入到另一个新环境,对入侵地的生物多样性、农林牧渔业生产以及人类健康造成经济损失或者生态灾难的过程(万方浩等,2002)。目前,生物入侵已成为 21 世纪五大环境问题之一,开展入侵生物的防控和研究工作也已成为全球各国政府关注的主要环境问题之一(Doherty *et al.*, 2016)。生物入侵会直接或间接地对入侵地造成巨大的经济损失,据统计,全球每年因外来入侵物种造成的经济损失高达 1.4 万亿美元,接近全球国民生产总值的 5%(吴金泉和 Smith, 2010),且随着全球化进程的发展,这个数值还会继续增加。

随着世界经济一体化、全球化进程的不断加快,跨国和跨区域的经济贸易往来以及交通运输网络建设使得越来越多的外来物种通过有意或无意的途径进入我国,致使我国成为世界上遭受生物入侵危害最为严重的国家之一(Wan & Yang, 2016)。入侵我国的外来物种给我国带来了巨大的生态、经济以及社会危害,其中最明显的就是经济损失。在我国,每年由入侵种造成的直接经济损失超过 200 亿元,其中 61.5% 发生在农业上(马玉忠, 2009)。此外,生物入侵给我国带来的生态和社会危害也不容忽视。如:松材线虫 *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner) Nickle 是我国一种重要的检疫性外来入侵物种,松树一旦感染就无法治愈,给我国森林生态系统造成了巨大的危害(赵捷等, 2017); 入侵红火蚁 *Solenopsis invicta* Buren 具有很强的攻击性,对儿童、老人和过敏体质者具有重大的威胁,严重危害人类健康(陈晓燕等, 2014)。

作为外来生物类群的一个子集,入侵生物类群非常庞大,广义上来讲,几乎所有的外来生物类群都可以发展成入侵生物,包括动物、植物、微生物等;狭义上的外来生物类群则是指害虫、害螨、病原真菌、病原原核生物、病毒类、杂草、线虫和软体动物等(张建军和李冠雄, 2005)。其中,动物是入侵生物中不可忽视的一个重要类群。由于很多动物具有食用、药用、观赏等经济价值或者是具有体积小、寄主多样等特性,极易被有意引入或者无意携带进入国内变成外来种,若缺乏科学和有效的管理,则会进一步在国内定殖、扩散,进而建立种群,最终演化成入侵种,从而给侵入地的生态系统或经济生产带来威胁。因此,对外来种进行科学评估、

合理管控对预防生物入侵至关重要。

我国科学家从 20 世纪 90 年代开始就逐渐重视对生物入侵的研究,近 30 年的努力也取得了很多重要的研究成果(鞠瑞亭等, 2012)。本文基于生物入侵领域的研究基础,利用各公开的数据库以及已发表的文献等资料,聚焦中国外来动物,通过数据收集和整理,对我国外来动物的组成、利用情况、原产地以及分布进行系统的分析,以期完整地掌握我国外来动物的物种组成分布规律和发生动态,警惕外来动物的跨境传播风险,防范外来动物入侵,为口岸检验检疫和监测预警提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 数据来源

基于中国国家有害生物检疫信息平台(<http://www.pestchina.com/>)、国际应用生物科学中心入侵物种纲要数据库(CABI invasive species compendium, CABI-ISC)(<https://www.cabi.org/isc/>)、全球生物多样性信息网络(global biodiversity information facility, GBIF)(<https://www.gbif.org>)以及全球入侵种资料库(global invasive species database, GISD)(<http://www.iucngisd.org/gisd/>)等公开数据库,公开发表的期刊、图书专著等资料以及政府公告中关于中国外来物种的信息。

### 1.2 分析方法

初步收集中国外来动物名单,确定其拉丁文学名、中文名、英文名、分类地位、原产地、分布地、可利用性等信息,创建易于查找、分析和检索的 Excel 基础数据集。中国外来动物名单主要通过 Seebens *et al.* (2020) 的文献进行收集,辅以 GISD 以及公开发表的其他文献进行补充与核对,去重复后确定最终名单。中文名和英文名主要借助中国国家有害生物检疫信息平台、中国生物志库·动物(<https://species.sciencereading.cn/biology/v/botanyIndex/122/DW.html>)以及 CABI-ISC 进行补充,其高级分类阶元统一利用 GBIF 进行界定。对于原产地和分布地信息,以 GISD 为主,同时进一步利用中国知网、Web of Science 等进行文献查询,对外来动物的原产地和国内分布地进行收集和补充。将原产地划分为亚洲、欧洲、非洲、北美洲、南美洲、大洋洲、南极洲 7 个大洲,分布地按照中国 34 个省级行政区进行划分,对收集到的分布信息进行整理。最后,基于外来物种的生态、经济以及社会价值,利用

《中国外来入侵生物(修订版)》(徐海根和强胜, 2018)、中国知网等进行信息查询,辅以《国家保护的有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录》(国家林业和草原局,2017)等公开信息,对外来动物的可利用性进行界定,即根据是否有对该种可为人类所用的相关记录及描述,将其界定为有益、有害、中性3种类型。外来动物的所有信息都利用 Excel 进行整理和汇总,最后利用 Origin Pro 2021 进行制图与分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 中国外来动物的物种组成

由表1可知,中国外来动物的物种组成多样,截至2020年12月31日,共收集到中国外来动物844种,隶属8门22纲87目291科591属,外来动物种的数量从多到少依次为脊索动物门、节肢动物门、软体动物门、环节动物门、线虫动物门、苔藓动物门、刺胞动物门、棘

皮动物门。各分类阶元所包含的种的数量差异较大,其中,脊索动物门外来动物数量最多(477种),其次为节肢动物门(250种)、软体动物门(55种),棘皮动物门外来动物数量最少(2种);外来动物科、属的组成与种的组成类似;从外来动物目的构成来看,脊索动物门所包含的外来动物目的数量最多,为45个目,软体动物门和节肢动物门分别为16和13个目,线虫动物门所包含的目的数量最少,为1个目;在外来动物纲的组成上,脊索动物门包含的纲的数量最多,为6个纲,节肢动物门包含5个纲,软体动物门、环节动物门、苔藓动物门、刺胞动物门、棘皮动物门均包含2个纲,线虫动物门包含的纲的数量最少,为1个纲(扫描右侧二维码,查看详情)。



表1 中国外来动物的物种组成

Table 1 The species composition of non-native animals in China

组成 Composition	脊索动物门 Chordata	节肢动物门 Arthropoda	软体动物门 Mollusca	环节动物门 Annelida	线虫动物门 Nematoda	苔藓动物门 Bryozoa	刺胞动物门 Cnidaria	棘皮动物门 Echinodermata	合计 Total
纲/个 Class	6	5	2	2	1	2	2	2	22
目/个 Order	45	13	16	3	1	3	4	2	87
科/个 Family	144	86	32	6	6	11	4	2	291
属/个 Genus	316	190	45	13	8	12	5	2	591
种/种 Species	477	250	55	29	13	13	5	2	844

### 2.2 中国外来动物的可利用性

基于外来动物的生态、经济以及社会价值,并考虑其对经济、社会以及人类健康带来的危害,对收集到的844种外来动物的可利用性进行定义。结果(图1)表明,在所有外来动物中,45.02%的物种可被定义为能被人类利用的有益物种,33.53%的物种被定义为对人类社会有危害的有害物种,21.45%的物种被定义为中性物种。不同分类阶元的外来动物可利用情况不同:在脊索动物门中,70.65%的物种为有益物种,仅2.94%的物种为有害物种;而在节肢动物门中,仅6.40%的物种可为人类所利用,88.00%的物种为有害物种;在软体动物门和苔藓动物门中,有害物种的比例分别为50.91%和61.54%;目前收集到的棘皮动物门物种均为可为人类利用的物种;在线虫动物门中,超过90%的物种为有害物种,未发现有益物种;而在刺胞动物门中,20%的物种为有益物种,未发现有害物种。

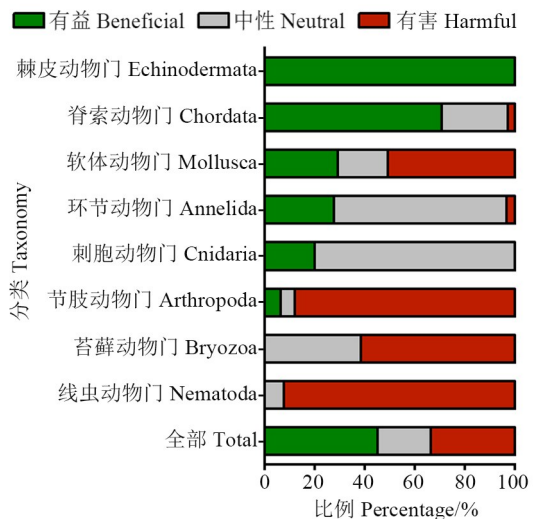


图1 中国外来动物的可利用性

Fig.1 The utilizability of non-native animals in China

### 2.3 中国外来动物的原产地结构

844种外来动物中有343种(大部分为单一原产地,少量为多重原产地)可查询到其原产地信息,其中,原产于亚洲的物种数量最多(162种),北美

洲次之(102种),随后依次是欧洲、非洲、南美洲、大洋洲,未发现原产于南极洲的外来动物。脊索动物门的外来物种原产地也表现出相同的结构。在节肢动物门中,来源于亚洲的外来物种数量最多,随后是北美洲和非洲,来源于大洋洲的外来物种数

量最少。软体动物门外来动物原产地表现出了不同的结构,来自北美洲和欧洲的外来动物数量仅次于亚洲,随后为南美洲、非洲、大洋洲。在线虫动物门中,来自欧洲的物种最多,其次是亚洲,之后是北美洲和大洋洲(表2)。

表 2 部分中国外来动物的原产地结构

Table 2 The origin regions of part non-native animals in China

原产地 Origin regions	脊索动物门	节肢动物门	软体动物门	线虫动物门	其他	合计
	Chordata	Arthropoda	Mollusca	Nematoda	Others	Total
亚洲 Asia	64	80	12	3	3	162
欧洲 Europe	35	27	6	5	1	74
非洲 Africa	26	34	2	0	0	62
北美洲 North America	40	52	8	2	0	102
南美洲 South America	13	23	4	0	0	40
大洋洲 Oceania	6	14	1	2	1	24

2.4 中国外来动物的国内分布格局

外来动物的分布遍布全国,广东、台湾、福建等东南沿海地区是外来动物的主要分布地,西藏、青海、宁夏等西北内陆地区外来动物的数量相对较少。相比河北、江西、四川、湖南、安徽、贵州、湖北、陕西、山西等内陆省份,山东、海南、浙江、江苏、辽宁等沿海省份有较多的外来动物分布。与他国相邻的广西和云南也有较多的外来动物分布。脊索动物门、节

肢动物门、软体动物门、线虫动物门也表现出了类似的分布情况,沿海地区的外来动物数量较内陆地区多。此外,除在沿海省份和西北内陆省份有较明显的分布趋势之外,外来动物在其他内陆省份的分布较平均,在节肢动物门中表现较为明显(图2)。近几年,新入侵我国的番茄潜叶蛾 *Tuta absoluta* (Meyrick) 和草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) 等的国内分布也符合上述趋势(表3)。

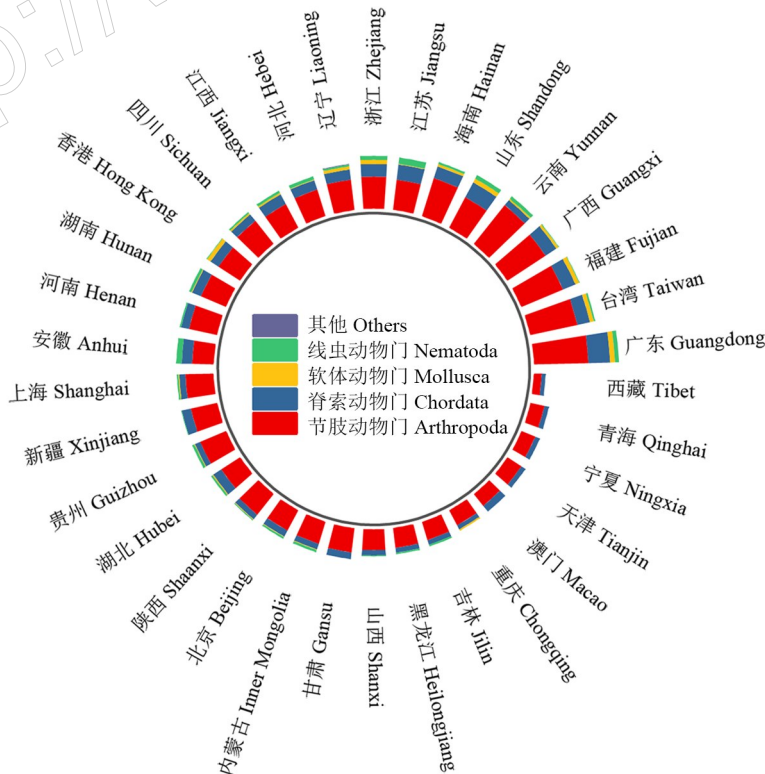


图 2 中国外来动物的国内分布

Fig.2 The distribution areas of non-native animals in China

表3 2010—2020年间记录典型外来动物的国内分布情况

Table 3 The domestic distribution of typical non-native animals recorded between 2010—2020

物种名 Species	国内首次记录时间 First record in China	国内分布情况 Domestic distribution
菊方翅网蝽 <i>Corythucha marmorata</i>	2010年	上海、浙江、台湾、江西、湖北 Shanghai, Zhejiang, Taiwan, Jiangxi, Hubei
早熟禾拟茎草螟 <i>Parapediasia teterrella</i>	2011年	上海 Shanghai
木瓜粉蚧 <i>Paracoccus marginatus</i>	2011年	海南、广东、广西、云南、台湾 Hainan, Guangdong, Guangxi, Yunnan, Taiwan
甘蓝粉虱 <i>Aleyrodes proletella</i>	2012年	北京、新疆、台湾 Beijing, Xinjiang, Taiwan
海枣异胸潜甲 <i>Javeta pallida</i>	2012年	海南、广西 Hainan, Guangxi
椰子木蛾 <i>Opisina arenosella</i>	2013年	台湾、海南、广东、广西、云南、福建 Taiwan, Hainan, Guangdong, Guangxi, Yunnan, Fujian
番茄潜叶蛾 <i>Tuta absoluta</i>	2017年	新疆、贵州、云南 Xinjiang, Guizhou, Yunnan
草地贪夜蛾 <i>Spodoptera frugiperda</i>	2019年	广东、广西、台湾、福建、云南、山东等 Guangdong, Guangxi, Taiwan, Fujian, Yunnan, Shandong, etc

### 3 讨论

中国外来动物的组成多样,涉及多个分类阶元,目前收集到外来动物种类已达844种,同时,中国外来动物各分类阶元所包含的外来物种数量差异较大。多样的组成可能与我国多样的地理特征相关,复杂的地形与地势环境加之多样的气温和降水组合形成了复杂的生境类型和多样的生态系统,为外来动物提供了丰富且多样的适宜其定殖的生境,丰富的物产资源和多样的土著种资源也能使外来动物在传入新生境后迅速获取食物资源和建立种间关系,有助于其繁殖和扩散。

各分类阶元所包含的外来物种数量差异较大,脊索动物门是外来动物的优势类群,贡献的外来动物数量最多,其中,辐鳍鱼纲和鸟纲所占比例高达85.95%。绝大多数的外来鱼类是被作为水产鱼类和观赏鱼类人为引入的,比如尼罗罗非鱼 *Oreochromis niloticus* L.、虹鳟鱼 *Oncorhynchus mykiss* Walbaum等;此外,由于很多鸟类具有极高的观赏价值,常被作为宠物从他国有意引入(徐海根等,2004)。因此,人类的有意引入是导致此现象的主要因素。节肢动物门贡献的外来动物数量位列第二位,其中,昆虫纲(216种)占比高达86.40%,是节肢动物门中数量最多的类群,仅次于辐鳍鱼纲(231种),在中国外来动物中数量位列第二位。昆虫纲成为外来动物的主要类群主要与昆虫的生物学特性有关,昆虫体积小、食性复杂、有翅能飞、繁殖能力强、适应性且抗逆性强,同时容易藏匿,在口岸截获的入侵昆虫上也往往具有以上特性,为其跨境的传播创造了极其有利的条件(施宗伟和姚文国,2004)。作为变温动物,气候变暖也在一定程度上

促进了昆虫的跨区域传播。软体动物也是外来动物中不可忽视的一个类群,从数量上看,其仅次于节肢动物门,是外来动物第三大类群。从影响上来看,很多软体动物对生态、经济和社会具有极大的危害力,例如非洲大蜗牛 *Achatina fulica* Bowdich、福寿螺 *Pomacea canaliculata* (Lamarck)等,容易发展为入侵种,造成极大的生态破坏和经济损失,因此,在检疫和防控过程中应警惕软体动物这一类群。黄顶成和张润志(2011)研究表明,节肢动物门、脊索动物门、软体动物门是外来入侵动物的三大主要类群,本研究中,这三大类群也是外来动物的主要类群,但脊索动物门为第一大类群。随着人们生活水平的不断提高,尤其是自2001年我国加入WTO之后,海洋产品频繁的进出口贸易以及国际宠物贸易可能是导致这一变化的主要原因。本研究发现,各分类阶元的外来动物数量还在不断增多,目前,各分类阶元外来动物尚未饱和(Seebens *et al.*, 2017),我国外来动物在各分类阶元数量上较大的差异可能造成潜在的物种跨境传播风险,可以预测,随着全球变化的发展,外来动物的数量还将继续增加,其隐藏的生物入侵威胁也将日趋严重。

本研究发现,在收集到的外来动物中,有益物种的数量要大于有害物种的数量,还有一部分为中性物种,仅作为生态系统的组成部分,承担相应的维持生态系统平衡的角色,未对人类社会有明显影响。在脊索动物门中,有益物种的数量远大于有害物种的数量,这主要是由于在脊索动物门中,占比较大的辐鳍鱼纲和鸟纲具有较高经济价值和观赏价值;在节肢动物门中,有害物种的数量远大于有益物种的数量,这主要是由于节肢动物门昆虫纲绝

大多数物种都会对经济、生态或者人类健康尤其是农业生产造成危害。由此可见,人类有意引进的物种往往具有较高的价值,但在外来动物中,并非所有物种都会发展为入侵种。同时,有研究表明,在我国外来入侵动物中,由于有意引进导致入侵的物种占外来入侵动物总数的 25%(徐海根等,2004)。因此,在今后对于外来动物的管理中,一方面,要加强对外来种的检疫防控和对有意引进的外来种的科学评估和管理,合理评估其跨境风险,尤其是警惕节肢动物门和线虫动物门等对生态、社会以及人类健康影响较大的类群,以尽可能降低外来种对我国造成的生物入侵威胁;另一方面,在对外来入侵物种的防治过程中,也可以考虑利用外来种独特的优势或者生物学特性,开发其经济、生态或社会价值,以尽可能减少损失。

亚洲、北美洲、欧洲是我国外来动物的主要原产地。中国属于亚欧大陆的一部分,一方面,相对较少的自然阻隔促进了外来动物的自然扩散;另一方面,中国与邻国愈加广泛和频繁的商品贸易也有利于外来动物的有意和无意传入。北美洲成为我国外来动物的第二大原产地可能有 2 个原因:其一,中国和北美洲两个区域在地理位置上处于相同的纬度带,两者在气候环境上匹配度较高,因而来源于北美的外来动物较容易适应其在中国的新生境;其二,随着我国经济社会的发展,中国与北美的贸易活动不断增多,频繁的跨国贸易和交通往来为外来动物的传入提供了更多的机会。对于欧洲,国际贸易、交通运输以及人员跨国旅游是其成为我国外来动物主要原产地的主要原因。由于较极端的气候条件和极少的跨区域交流,中国暂没有原产于南极洲的外来动物。由此可见,跨境交流是外来动物传入的一条不可忽视的途径。随着全球化进程的快速进行,经济一体化程度逐渐加大,交通运输更加网络化,尤其是“一带一路”倡议的实施,更加广泛的跨境国际交流也会给中国带来更加严重的生物入侵风险。因此,在今后跨国交流中,应加强对外来物种的检疫,尤其要关注以往交流较少的国家以及与中国地处同纬度或者具有相似气候类型的国家。

本研究发现,在外来动物的国内分布上,东南沿海地区较西北内陆地区有更多的外来动物数量,这与吴晓雯等(2006)的研究一致,我国外来入侵物

种的密度呈现东南高、西北低的空间格局。外来动物的此分布格局与我国土著种的多样性、气候适宜性、人口和交通密度、人类活动强度和经济发展水平的空间分布格局也基本一致(Liu *et al.*, 2005)。这个分布格局也在局部区域上验证了生物入侵与经济发展水平的关系,经济越发达、商品贸易越频繁的地区更容易有外来物种的传入,有更大的生物入侵威胁。Huang *et al.* (2012)的研究系统地说明了入侵种传入中国后在沿海经济发达省区首先登陆的趋势比内陆省区强。广西和云南两地有较多的外来动物也在一定程度上说明了跨国交流是造成外来动物传入的重要因素,作为内陆省份,广西和云南与多国相邻,相比于其他内陆省份有更多的跨国交流机会,因而其省内有更多的外来动物,相应其外来物种入侵的可能性也更大。随着国内区域发展新格局的形成,东部沿海地区更加快速发展,也带动中西部地区协同发展,鉴于外来动物的分布格局,不仅要重点关注东南部经济发达的沿海地区及码头、港口等重点区域对外来物种的检疫和防控,也要加强中西部地区检疫防控措施,尤其是与别国相邻的省份和区域。同时,还要加强省与省之间的检疫,以尽可能早地遏制外来物种的国内传播和扩散。

#### 4 展望

在全球变化的背景下,国与国之间的关系更加紧密,商品以及人员交流也更加频繁,可以预见,全球变化背景下的生物入侵威胁会愈加严重。尽管可能受到数据的限制,已有的数据仍能表现出具有一定意义的物种组成和分布格局。中国是世界上遭受外来生物入侵最为严重的国家之一,也是积极参与国际交流与合作的国家。在未来外来入侵物种的防控工作中,我们应当结合入侵种防控的具体实践以及生物入侵的发展和需求,制定更加有效的应对和管理外来物种的方案,多层次全方位关注生物入侵。具体包括以下 4 个方面:首先,在外来物种的引种过程中,要进一步加强检疫管理工作,一方面要提高外来有害生物的检疫水平和效率,守好国门关,将入侵物种的无意引入遏制在国门外;另一方面要重视对外来物种的科学引进,做好引种前的风险评估和引种后的科学管理,防止其发展为入侵种。其次,由于新入侵种的发生不仅来自于新物种的引进,还来自于已有外来物种的发展和扩散,

因此,建立详细的外来物种清单对于一个地区内外来物种的管理至关重要,未来要开展外来物种清单的制定和基础数据的收集工作,建立相对完善的数据库并及时更新数据,摸清底数,及时了解和掌握我国外来物种发生动态。第三,基于更加完善的数据库,在全球变化背景下,要更加关注人类活动对生物入侵的影响,探索经济贸易、交通、土地利用程度等人类活动与生物入侵之间的关系,为外来物种入侵的早期预警以及相关部门进行决策提供理论支持。最后,要进一步加强国内和国际的交流与合作,国内各省份要重视对外来物种及相关数据的记录及收集工作,同时各省份相互配合,确保外来物种相关信息的交流,共同防范外来物种入侵;在全球水平上,要加强多国合作,建立外来物种数据库,共同探索外来物种入侵的全球模式,全面提升对外来入侵物种的防控能力。

### 参考文献

- 陈晓燕,马平,余猛,李正跃,黄正鸿,桂富荣,2014. 红火蚁在云南的入侵风险分析. *生物安全学报*, 23(2): 81-87.
- 国家林业和草原局,2017. 国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录. (2017-03-05) [2021-06-20]. <http://www.forestry.gov.cn/main/3954/20170315/959027.html>.
- 黄顶成,张润志,2011. 中国外来入侵种的类群、原产地及变化趋势. *生物安全学报*, 20(2): 113-118.
- 鞠瑞亭,李慧,石正人,李博,2012. 近十年中国生物入侵研究进展. *生物多样性*, 20(5): 581-611.
- 马玉忠,2009. 外来物种入侵中国每年损失2000亿. *中国经济周刊* (21): 43-45.
- 施宗伟,姚文国,2004. 从口岸截获疫情浅析外来昆虫入侵特点和防范对策. *昆虫知识*, 41(4): 371-374.
- 万方浩,郭建英,王德辉,2002. 中国外来入侵生物的危害与管理对策. *生物多样性*, 10(1): 119-125.
- 吴金泉,SMITH M T,2010. 发达国家应战外来入侵生物的成功方法. *江西农业大学学报*, 32(5): 1040-1055.
- 吴晓雯,罗晶,陈家宽,李博,2006. 中国外来入侵植物的分布格局及其与环境因子和人类活动的关系. *植物生态学报*, 30(4): 576-584.
- 徐海根,强胜,2018. 中国外来入侵生物. 修订版. 北京: 科学出版社.
- 徐海根,强胜,韩正敏,郭建英,黄宗国,孙红英,何舜平,丁晖,吴海荣,万方浩,2004. 中国外来入侵物种的分布与传入路径分析. *生物多样性*, 12(6): 626-638.
- 赵捷,韩骁,石娟,2017. 低温条件下松材线虫在中国的风险分布区预测. *生物安全学报*, 26(3): 191-198.
- 张建军,李冠雄,2005. 对我国外来生物入侵问题的若干思考//中国昆虫学会,中国植物病理学会. 外来有害生物检疫及防除技术学术研讨会论文集汇编. 南京: 江苏省植物病理学会: 15-20.
- DOHERTY T S, GLEN A S, NIMMO D G, RITCHIE E G, DICKMAN C R, 2016. Invasive predators and global biodiversity loss. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(40): 11261-11265.
- HUANG D C, ZHANG R Z, KIM K C, SUAREZ A V, 2012. Spatial pattern and determinants of the first detection locations of invasive alien species in mainland China. *PLoS ONE*, 7(2): e31734.
- LIU J, LIANG S C, LIU F H, WANG R Q, DONG M, 2005. Invasive alien plant species in China: regional distribution patterns. *Diversity and Distributions*, 11(4): 341-347.
- SEEBENS H, BLACKBURN T M, DYER E E, GENOVESI P, HULME P E, JESCHKE J M, PAGAD S, PYŠEK P, WINTER M, ARIANOUTSOU M, BACHER S, BLASIUS B, BRUNDU G, CAPINHA C, CELESTI-GRAPOW L, DAWSON W, DULLINGER S, FUENTES N, JÄGER H, KARTESZ J, KENIS M, KREFT H, KÜHN I, LENZNER B, LIEBHOLD A, MOSENA A, MOSER D, NISHINO M, PEARMAN D, PERGL J, RABITSCH W, ROJAS-SANDOVAL J, ROQUES A, RORKE S, ROSSINELLI S, ROY H E, SCALERA R, SCHINDLER S, ŠTAJEROVÁ K, TOKARSKA-GUZIK B, KLEUNEN M V, WALKER K, WEIGELT P, YAMANAKA T, ESSL F, 2017. No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature Communications*, 8: 1-9.
- SEEBENS H, CLARKE D A, GROOM Q, WILSON J R U, GARCÍA-BERTHOU E, KÜHN I, ROIGÉ M, PAGAD S, ESSL F, VICENTE J, WINTER M, MCGEOCH M, 2020. A workflow for standardising and integrating alien species distribution data. *NeoBiota*, 59: 39-59.
- WAN F H, YANG N W, 2016. Invasion and management of agricultural alien insects in china. *Annual Review of Entomology*, 61(1): 77-98.

(责任编辑:郑珊珊)