DOI:10.15928/j.1674-3075.2020.03.011

# 海南省外来淡水生物入侵现状、危害及防控策略

董 杨,申志新,王海桂,李高俊,蔡杏伟,李芳远

(海南省海洋与渔业科学院,海南 海口 571126)

**摘要**:由于特殊的地理环境和良好的气候条件,海南省已成为我国外来生物入侵的重灾区之一,许多外来淡水生物在海南均有分布。2016—2018年,对万泉河、南渡江、昌化江等海南主要河流外来淡水生物的种类和分布进行了初步调查。经过调查发现,目前海南共有43种外来淡水水生生物,其中鱼类31种、爬行类2种、两栖类1种、软体动物2种、甲壳动物3种,淡水植物4种。海南省外来淡水生物的主要入侵途径是水产养殖引种,主要危害是捕食和竞争。根据调查结果提出了健全管理制度、加大科学研究和人才培养、加强宣传等防控策略。

**关键词**:外来淡水生物;入侵;防控策略;海南省

**中图分类号**:Q178 **文献标志码**:A **文章编号**:1674-3075(2020)03-0085-07

外来物种是指在某些区域没有生存过,由于人类活动或其它因素使其出现在自然分布范围及扩散区域以外的物种(世界自然保护联盟物种生存委员会,2000)。海南岛河流众多,水资源丰沛,水产养殖业发达,为外来物种的生存提供了良好的条件。近二三十年来,人为有意或无意引入外来物种进行养殖、观赏或做其他用途的次数渐增,海南省天然水域中外来物种的种类和数量逐年上升,危害性逐渐凸显,对土著种和水生生态系统构成了严重危害(王伟等,2007a,2007b;李劲松等,2008;彭宗波等,2013;刘丹等,2014;胡隐昌等,2015)。关于海南淡水外来物种入侵的相关研究较少。2016-2018年,作者对海南主要河流和水库的外来物种情况进行调查,分析了海南省淡水外来物种的种类组成、现状、入侵途径等,对其防控提出若干策略。

## 1 材料和方法

### 1.1 采样地点

采样地点主要集中在万泉河、南渡江、昌化江等流域的不同河段、沿河城镇的农贸市场。

### 1.2 调查方法

通过野外捕捞(主要是铺设定置刺网和放置地笼)、市场调查、走访渔民、查阅文献等方式确定天然水域中外来物种的种类和分布。查阅相关数据、走访渔业主管部门了解相关养殖外来物种的分布、养殖规模和引种数量。

### 1.3 标本的鉴定、采集和处理

对野外采集的标本,按《海南外来淡水生物识别手册》、《海南岛淡水及河口鱼类志》、《广东淡水鱼类志》、《我国常见外来水生生物识别手册》、《禁止输入动物鉴识手册》进行种类鉴定。根据需要选取活力好、体表无伤的个体放置于水缸中拍照;选取体表和鳍条完好,细部特征明显的鱼类按照大、中、小3种规格用10%的福尔马林浸泡固定带回标本室装瓶保存,并在标签上记录采样点的时间地点、经纬度信息、生境和网具等。同时选取部分外来物种测量其生物学信息,观察性腺发育、胃和肠道内含物等。

## 2 结果与分析

### 2.1 外来淡水水生生物的现状及其种类组成

本次调查共采集和记录了43种外来淡水生物(表1),属于14目25科37属,其中鱼类有5目13科25属31种,占外来淡水生物总数的72.09%;爬行类1目2科2属2种,占外来淡水生物总数的4.65%;两栖类1目1科1属1种,占外来淡水生物总数的2.33%;软体动物2目2科2属2种,占外来淡水生物总数的4.65%;甲壳动物1目3科3属3种,占外来淡水生物总数的6.98%;水生植物4目4科4属4种,占外来淡水生物总数的9.30%。根据最新统计,截至目前海南省的淡水鱼类共126种,外来淡水生物中的鱼类占淡水鱼类总数的24.60%。

**收稿日期**:2019-04-30

**基金项目**:农业基础性长期性科技工作项目(ZX08S220259);"两江一河"鱼类与环境监测项目。

**作者简介**:董杨,1981年生,男,高级工程师,研究方向为水产养殖、鱼类育种、外来物种入侵防控。E-mail:35639034@qq.com

**通信作者**:申志新,1964年生,男,研究员,研究方向为渔业生态、鱼类保护、渔业技术推广。E-mail:shen_266@msn.com

## 2.2 海南外来淡水生物分类及其危害程度划分

根据外来淡水生物在天然水域的种群数量、生态习性、现有养殖规模、危害程度等，首先将本次调查中发现的43种外来淡水生物划分为归化种和入侵种，再根据危害程度将其进一步划分为严重危害种、中度危害种、轻度危害种、潜在危害种、养殖可控种和无危害种(秦新生等，2008；彭宗波等，2013)。

归化种是指已经在自然水域中建立种群并已经形成一定规模，能够自我繁殖，与本地土著生物生态位相似程度低，对栖息地破坏少的种类。

**表1 海南省外来淡水生物名录(43种)**

**Tab.1 List of exotic freshwater organisms in Hainan Province (43 species)**

| 种 类 | 种 类 |
|---|---|
| **鲈形目 Perciformes** | 青鱼属 *Mylopharyngodon* |
| 丽鱼科 Cichlidae | 青鱼 *M. piceus* |
| 罗非鱼属 *Oreochromis Tilapia Sarotherodon* | 鲢属 *Hypophthalmichthys* |
| 尼罗罗非鱼 *Oreochromis niloticus* | 鲢 *Hypophthalmichthys molitrix* |
| 莫桑比克罗非鱼 *Oreochromis mossambicus* | 鳙属 *Aristichthys* |
| 奥利亚罗非鱼 *Oreochromis aureus* | 鳙 *Aristichthys nobilis* |
| 伦氏罗非鱼 *Tilapia rendalli* | 鲮属 *Cirrhinus* |
| 齐氏罗非鱼 *Tilapia zillii* | 麦瑞加拉鲮 *Cirrhinus mrigala* |
| 布氏非鲫 *Tilapia buttikoferi* | 野鲮属 *Labeo* |
| 加利略罗非鱼 *Sarotherodon galilaeus* | 露斯塔野鲮 *Labeo rohita* |
| 图丽鱼属 *Astronotus* | 鳅科 Cobitidae |
| 图丽鱼 *Astronotus ocellatus* | 副泥鳅属 *Paramisgurnus* |
| 丽体鱼属 *Cichlasoma* | 大鳞副泥鳅 *Paramisgurnus dabryanus* |
| 马拉瓜丽体鱼 *Cichlasoma managuense* | **鳉形目 Cyprinodontiformes** |
| 副尼丽鱼属 *Paraneetroplus* | 花鳉科 Poeciliidae |
| 粉红副尼丽鱼 *Paraneetroplus synspilus* | 食蚊鱼属 *Gambusia* |
| 丽鱼属 *Cichla* | 食蚊鱼 *Gambusia affinis* |
| 眼点丽鱼 *Cichla ocellaris* | 花鳉属 *Poecilia* |
| 塘鳢科 *Eleotridae* | 孔雀鱼 *Poecilia reticulata* |
| 尖塘鳢属 Oxyeleotris | **脂鲤目 Characiformes** |
| 云斑尖塘鳢 *Oxyeleotris marmorata* | 脂鲤科 Characidae |
| 鳢科 Channidae | 肥脂鲤属 *Piaracts* |
| 鳢属 *Channa* | 短盖肥脂鲤 *Piaractus brachypomus* |
| 乌鳢 *Channa argus* | **厚唇双冠丽鱼(♂)×粉红副尼丽鱼(♀)** |
| 太阳鱼科 Centrarchidae | 鹦鹉鱼 |
| 太阳鱼属 *Lepomis* | **龟鳖目 Testudines** |
| 蓝鳃太阳鱼 *Lepomis macrochirus* | 泽龟科 *Emydidae* |
| **鲇形目 Siluriformes** | 彩龟属 *Trachemys* |
| 甲鲇科 Loricariidae | 红耳龟 *Trachemys scripta elegans* |
| 口鲇属 *Hypostomus* | 鳄龟科 *Chelydridae* |
| 下口鲇 *Hypostomus plecostomus* | 鳄龟属 *Chelydra* |
| 鲇科 Siluridae | 鳄龟 *Chelydra serpentina* |
| 鲇属 *Silurus* | **无尾目 Anura** |
| 南方大口鲇 *Silurus meridionalis* | 蛙科 Ranidae |
| 鲴科 Ictaluridae | 蛙属 *Rana* |
| 真鲴属 *Ietalurus* | 牛蛙 *Rana catesbeiana* |
| 斑点叉尾鲴 *Ietalurus Punetaus* | **中腹足目 Mesogastropoda** |
| 鲇科 Pangasiidae | 瓶螺科 Ampullariidae |
| 圆腹属鲇芒 *Pangasianodon* | 福寿螺属 *Pomacea* |
| 苏氏圆腹鲇芒 *Pangasianodon hypophthalmus* | 福寿螺 *Pomacea canaliculata* |
| 胡子鲇科 lariidae | **新腹足目 Neogastropoda** |
| 胡子鲇属 *Clarias* | 峨螺科 Buccinidae |
| 革胡子鲇 *Clarias leather* | *Clea* 属 |
| **鲤形目 Cypriniformes** | 海伦峨螺 *Clea helena* |
| 鲤科 Cyprinidae | **十足目 Decapoda** |
| 无须鲃属 *Puntius* | 对虾属 *Litopenaeus* |
| 黑点无须鲃 *Puntius filamentosus* | 螯虾科 Cambaridae |
| 草鱼属 *Ctenopharyngodon* | 原螯虾属 *Procambarus* |
| 草鱼 *C. idellus* | 克氏原螯虾 *Procambarus clarkii* |

续表 1

| 种　　类 | 种　　类 |
|---|---|
| 长臂虾科 Palaemonidae | 大薸属 *Pistia* |
| 沼虾属 *Macrobrachium* | 大薸 *Pistia stratiotes* |
| 罗氏沼虾 *Macrobrachium rosenbergii* | **茄目 Solanales** |
| 对虾科 Penaeidae | 旋花科 Convolvulaceae |
| 凡纳滨对虾 *Litopenaeus vannamei* | 番薯属 *Ipomoea* |
| **粉状胚乳目 Commelinales** | 蕹菜 *Ipomoea aquatica* |
| 雨久花科 Pontederiaceae | **石竹目 Caryophyllales** |
| 凤眼莲属 *Eichhornia* | 苋科 Amaranthaceae |
| 凤眼莲 *Eichhornia crassipes* | 莲子草属 *Alternanthera* |
| **泽泻目 Alismatales** | 空心莲子草 *Alternanthera philoxeroides* |
| 天南星科 Araceae | |

入侵种是指已经在自然水域中建立种群或正在形成种群，能够自我繁殖，与本土土著种类生态位相似程度高，竞争性强，对栖息地和生态系统破坏程度高的种类。

严重危害种：指繁殖力强、种群数量多、危害程度大的种类。

中度危害种：指可自我繁殖、有一定数量、有较重生态危害的种类。

轻度危害种：指危害程度较轻的种类。

潜在危害种：指目前野外种群数量较少，后续可能通过自繁产生较大种群并对生态造成较大危害的种类。

无危害种：指从其他水域引入到当地水域的时间较长，已经建立种群并完全融入当地水域生态系统，与本地土著生物生态位基本无重叠，对栖息地影响小的种类。

养殖可控种：一般指通过杂交所育的物种，自身不能繁育后代，引进养殖后，如果逃逸到自然水域中，不能通过自然繁殖来增加其种群数量的一种外来物种。

根据上述的划分方法，海南现有的 43 种外来淡水生物中，归化种有 11 种，占外来淡水生物总数的 25.58%；入侵种有 32 种，占外来淡水生物总数的 74.42%。从危害程度上来分，现有无危害种 4 种，占外来淡水生物总数的 9.30%；养殖可控种 1 种，占外来淡水生物总数的 2.33%；潜在危害种 4 种，占外来淡水生物总数的 9.30%；轻度危害种 15 种，占外来淡水生物总数的 34.88%；中度危害种 9 种，占外来淡水生物总数的 20.93%；严重危害种 10 种，占外来淡水生物总数的 23.26%。43 种淡水外来物种中有 9 种属于环境保护部公布的中国外来入侵物种名单（第一批至第四批）中的物种，7 种属于 IUCN 公布的世界百大外来入侵种（表 2）。

### 2.3　海南省外来淡水生物入侵的途径

根据调查，海南省外来淡水生物的入侵途径一般可分为，作为养殖物种引进、作为观赏物种引进、养殖逃逸、放生、其他等（沈欣军等，2004；潘勇等，2006；郦珊等，2016）。

2.3.1　*作为养殖物种引进*　据不完全统计，海南省近 20 年来从国内外引进的包括罗非鱼、短盖肥脂鲤、克氏原螯虾、云斑尖塘鳢等物种约有 25 种，这些物种都是作为养殖对象引入的（刘世禄等，2003；陈家长等，2010；顾党恩等，2012），以罗非鱼为首的部分物种已经成为海南省淡水养殖的主养品种（中国渔业统计年鉴，2018），为海南省淡水渔业的发展和转型做出了较大贡献。

2.3.2　*作为观赏品种引进*　在海南省观赏鱼产业中，淡水观赏鱼所占比重较大，与海水观赏鱼大多来源于野外捕捞不同，淡水观赏鱼已经大部分实现了苗种的人工繁育，鹦鹉鱼、红耳龟、布氏非鲫等种类大多是从国外引入且产量较大，所生产的淡水观赏鱼除在岛内销售外，主要销往广州等地的大型观赏鱼批发市场。

2.3.3　*养殖逃逸*　在养殖过程中由于防逃措施不到位，造成养殖的外来物种逃逸到天然水域中，经过自然繁殖并建立种群，海南淡水流域中的罗非鱼、麦瑞加拉鲮、乌鳢等均属于这种情况。

2.3.4　*人为放生*　近年来，随着海南省民间佛教活动的日益增多，人为自发或有组织的放生已经常态化，放生动物来自岛内外，放生的物种有红耳龟、罗非鱼、乌鳢等，这些放生物种某种程度上对放生地及其周边水域的渔业生态造成了影响。

2.3.5　*其他*　以生物防治等其它目的引入的外来物种，例如，食蚊鱼的引入就是为了控制蚊子和疟疾。

表2 海南省外来淡水生物分类及其危害程度

Tab.2 Classification and hazard degree of exotic freshwater organisms in Hainan Province

| 序号 | 名称 | 食性 | 分类 | 危害程度 | 中国外来入侵物种名单 | 世界百大外来入侵种 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 乌鳢 | 肉食性 | 归化种 | 轻度危害种 | - | - |
| 2 | 南方大口鲇 | 肉食性 | 归化种 | 轻度危害种 | - | - |
| 3 | 革胡子鲇 | 杂食性 | 归化种 | 轻度危害种 | - | - |
| 4 | 草鱼 | 草食性 | 归化种 | 无危害种 | - | - |
| 5 | 青鱼 | 肉食性 | 归化种 | 无危害种 | - | - |
| 6 | 鲢 | 滤食性 | 归化种 | 无危害种 | - | - |
| 7 | 鳙 | 滤食性 | 归化种 | 无危害种 | - | - |
| 8 | 麦瑞加拉鲮 | 杂食性 | 归化种 | 轻度危害种 | - | - |
| 9 | 露斯塔野鲮 | 杂食性 | 归化种 | 轻度危害种 | - | - |
| 10 | 罗氏沼虾 | 杂食性 | 归化种 | 潜在危害种 | - | - |
| 11 | 凡纳滨对虾 | 杂食性 | 归化种 | 潜在危害种 | - | - |
| 12 | 莫桑比克罗非鱼 | 杂食性 | 入侵种 | 严重危害种 | - | 列入 |
| 13 | 尼罗罗非鱼 | 杂食性 | 入侵种 | 严重危害种 | 第三批 | - |
| 14 | 奥利亚罗非鱼 | 杂食性 | 入侵种 | 严重危害种 | - | - |
| 15 | 伦氏罗非鱼 | 杂食性 | 入侵种 | 中度危害种 | - | - |
| 16 | 齐氏罗非鱼 | 杂食性 | 入侵种 | 中度危害种 | - | - |
| 17 | 加利略罗非鱼 | 杂食性 | 入侵种 | 中度危害种 | - | - |
| 18 | 布氏非鲫 | 杂食性 | 入侵种 | 轻度危害种 | - | - |
| 19 | 蓝鳃太阳鱼 | 肉食性 | 入侵种 | 轻度危害种 | - | |
| 20 | 图丽鱼 | 杂食性 | 入侵种 | 轻度危害种 | - | - |
| 21 | 云斑尖塘鳢 | 肉食性 | 入侵种 | 严重危害种 | - | - |
| 22 | 马拉瓜丽体鱼 | 肉食性 | 入侵种 | 严重危害种 | - | - |
| 23 | 粉红副尼丽鱼 | 杂食性 | 入侵种 | 中度危害种 | - | - |
| 24 | 眼点丽鱼 | 肉食性 | 入侵种 | 轻度危害种 | - | - |
| 25 | 鹦鹉鱼 | 肉食性 | 入侵种 | 养殖可控种 | - | - |
| 26 | 下口鲶 | 杂食性 | 入侵种 | 严重危害种 | - | - |
| 27 | 苏氏圆腹鱼芒 | 杂食性 | 入侵种 | 中度危害种 | - | - |
| 28 | 黑点无须鮎 | 杂食性 | 入侵种 | 中度危害种 | - | - |
| 29 | 大鳞副泥鳅 | 杂食性 | 入侵种 | 轻度危害种 | - | - |
| 30 | 食蚊鱼 | 杂食性 | 入侵种 | 轻度危害种 | 第四批 | 列入 |
| 31 | 孔雀鱼 | 肉食性 | 入侵种 | 轻度危害种 | - | - |
| 3 | 短盖肥脂鲤 | 杂食性 | 入侵种 | 严重危害种 | - | - |
| 33 | 斑点叉尾鮰 | 杂食性 | 入侵种 | 中度危害种 | - | - |
| 34 | 红耳龟 | 杂食性 | 入侵种 | 严重危害种 | 第三批 | 列入 |
| 35 | 鳄龟 | 杂食性 | 入侵种 | 中度危害种 | - | - |
| 36 | 牛蛙 | 杂食性 | 入侵种 | 中度危害种 | 第一批 | 列入 |
| 37 | 福寿螺 | 杂食性 | 入侵种 | 严重危害种 | 第一批 | 列入 |
| 38 | 海伦峨螺 | 肉食性 | 入侵种 | 潜在危害种 | - | - |
| 39 | 克氏原螯虾 | 杂食性 | 入侵种 | 潜在危害种 | 第二批 | 列入 |
| 40 | 凤眼莲 | - | 入侵种 | 严重危害种 | 第一批 | 列入 |
| 41 | 大薸 | - | 入侵种 | 轻度危害种 | 第二批 | - |
| 42 | 蕹菜 | - | 入侵种 | 轻度危害种 | - | - |
| 43 | 空心莲子草 | - | 入侵种 | 轻度危害种 | 第一批 | - |

## 3 讨论

### 3.1 海南淡水外来物种入侵的危害

3.1.1 捕食 罗非鱼、云斑尖塘鳢、下口鲇等外来鱼类直接捕食本地土著鱼类的鱼卵和幼鱼，影响本土鱼类的生存和种群延续，降低了物种多样性，改变了捕食地水域生态系统的结构和功能（胡国成等，2007；牟希东等，2008）。

3.1.2 竞争 外来物种的入侵会与拥有相似生态位的土著鱼类产生竞争，由此造成土著鱼类种群数量的下降。例如，食蚊鱼引入到海南岛后，与青鳉抢夺食物、栖息地等，造成与其生态位相近的青鳉的数量急剧下降（胡隐昌等，2015）。

3.1.3 传播疾病 随着外来物种的引入，像克氏原

螯虾一类的外来物种自身会携带诸如对虾白斑综合症病毒等病原微生物(蔡凤金等，2010)，放入引入地进行养殖后，可对相关种类造成潜在危害；或者成为真菌和寄生虫的中间宿主，对土著鱼类造成危害。

3.1.4　影响遗传多样性　外来物种进入本地生态系统后，可能会与其同属近缘种、同种不同地理种群等本地土著种杂交，基因的交流改变了本地土著种的基因组成，降低了遗传多样性(高宇等，2017)。

3.1.5　经济损失　外来入侵物种进入本地生态系统会对土著种造成较大的影响，间接影响到土著种的生存、开发和利用，同时凤眼莲、克氏原螯虾等淡水外来物种的迅速繁殖还会造成水质污染、养殖设施毁损等次生灾害，导致渔业经济的损失(胡廷尖等，2009)。

### 3.2.　海南淡水外来物种管理现状

3.2.1　相关规划滞后　地方政府职能部门对于外来物种的引入、监管和养殖缺乏引导和相应的规划，养殖户对于经济效益的追求使其需要不断更换养殖品种进行养殖，在本省土著鱼类开发相对滞后的情况下，他们往往引进在省外已经养殖成功，经济效益较好的品种进行养殖。而养殖规划工作的滞后，造成很多品种盲目引进、重复引进，并且在生态薄弱的区域也进行了外来物种的养殖，养殖外来物种的逃逸对当地的水域生态系统产生了较大的影响。

3.2.2　对外来物种的危害认识程度不够、防范意识淡薄　普通百姓对外来物种的相关知识和其进入到天然水域对本地土著物种所造成的危害认识程度不够，防范意识差，一定程度上造成了外来物种管理的困难。从养殖方面来看，养殖户往往自发从外地引入外来物种，引种前不申报，引种后无监管，管理混乱。另一方面，养殖户引入外来物种进行养殖，防逃设施不到位，外来养殖物种的逃逸对海南的生态系统造成了极大的危害。

3.2.3　相关研究滞后　虽然省内外有部分学者对海南外来入侵物种进行了相关研究，但主要集中在凤眼莲、大薸等水生植物方面；水生动物方面的研究较少且大多集中在克氏原螯虾、红耳龟等单一物种。外来物种引种的生态风险评估、已有外来养殖品种逃逸的影响评估、外来物种防控策略等方面的研究相对滞后，相关方向的研究人员缺乏，无法给政府部门提供专业支持。

### 3.3　海南淡水外来物种防控策略

3.3.1　建立、健全外来物种管理机制和执行机制　通过制订《海南省外来物种管理条例》和发布海南外来物种名录，建立外来物种引种评估审查体制，规范外来物种的引入。同时，结合海南省各县市的养殖规划、水产种质资源保护区和湿地规划等，划定外来物种的禁养区、限养区和养殖区，对外来物种进行区块化管理，根据引入外来物种的生活习性和当地水域及生态系统等各方面因素，统筹管理外来物种的引入和养殖，严格限定不同区块间外来物种的苗种投放和转移；在全省重要河段、外来物种养殖区、保护区和湿地范围内设定监测点位对外来物种进行定期监测，同时加强对养殖区域养殖品种的监管，尽量杜绝或减少未经申报审批的外来物种的引入。

3.3.2　建立外来物种的风险评估指标体系　针对外来物种的引种、养殖和逃逸风险，在其生物学特性、养殖风险、本地土著生物的现存量、生态位竞争关系等的基础上构建适合海南省现实情况的外来物种风险评估指标体系，根据制订的海南省外来物种管理相关规章和制度，对拟引进海南的外来物种先进行评估，评估通过后按照相关制度的要求进行引进，做好检验和防疫措施，并在限定的区域内进行养殖。对外来物种的养殖和逃逸情况进行跟踪监测，建立外来物种逃逸相应的通报机制，对造成外来物种逃逸的相关责任方给予相应的处罚，建立相应的生态补偿机制(高增祥等，2003；胡隐昌等，2006；王亚民等，2006；刘富光，2007；赵衡，2007；卜跃先等，2008；Clare Shine，2008；窦寅等，2011；彭宗波等，2013)。

3.3.3　加大科技投入和人才培养　加大对省内科研机构的科技投入，鼓励和引导其开展外来物种入侵机制、外来物种生态风险评估、生态补偿、防控技术和常规监测等方面的研究，培养专业人员，形成专门的研究队伍。

3.3.4　加强宣传，提高公众意识　通过各种渠道，包括张贴外来物种宣传海报、印刷外来物种防治手册、微信公众号等向广大群众宣传外来物种的危害性和防治的必要性，提高民众的认识，教导大家在垂钓和日常生活中遇到外来物种应该怎么处理，同时自觉响应政府号召，不要随便放生或丢弃外来物种。

**参考文献**

蔡凤金，武正军，何南，等，2010. 克氏原螯虾的入侵生态学研究进展[J]. 生态学杂志，29(1)：124－132.

陈家长，沈公铭，孟顺龙，等，2010. 长江下游流域水产养殖外来物种调查研究[J]. 中国农学通报，26(3)：315－319.

胡廷尖，王雨辰，练青平，2009. 水葫芦危害现状与控制对策

研究[J]. 水产科技,(6):27-30.
窦寅,吴军,黄成,2011. 外来鱼类入侵风险评估体系及方法[J]. 生态与农村环境学报,27(1):12-16.
高增祥,季荣,徐汝梅,等,2003. 外来种入侵的过程、机理和预测[J]. 生态学报,23(3): 559-570.
高宇,刘鉴毅,张婷婷,等,2017. 水产养殖逃逸对长江外来种入侵影响:以鲟鱼为例[J]. 生态学杂志,36(6):1739-1745.
顾党恩,牟希东,罗渡,等,2012. 广东省主要水系外来水生动物初步调查[J]. 生物安全学报,21(4):272-276.
胡国成,许木启,戴家银,等,2007. 我国外来水生生物入侵现状及其影响[J]. 生物学通报,42(8):1-3.
胡隐昌,顾党恩,牟希东,2015. 我国常见外来水生生物识别手册[M]. 北京:科学出版社.
胡隐昌,李勇,罗建仁,等,2006. 水生动物外来物种入侵风险评估系统的建立[J]. 华中科技大学学报(自然科学版),34(10):113-115.
秦新生,张荣京,陈红锋,等,2008. 海南岛石灰岩地区的外来植物[J]. 生态学杂志,27(11):1861-1868.
李劲松,刘香玲,陈冠铭,等,2008. 海南省外来物种入侵及防控对策初探[J]. 广东农业科学,(11):55-58.
郦珊,陈家宽,王小明,2016. 淡水鱼类入侵种的分布、入侵途径、机制与后果[J]. 生物多样性,24(6):672-685.
刘丹,史海涛,刘宇翔,等,2014. 红耳龟在我国分布现状的调查[J]. 生物学通报,46(6):18-21.
刘富光,2007. 由外来种淡水养殖谈台湾的引种问题与对策[J]. 水试专讯,(20):20-25.
刘世禄,王凤起,杨鸣,等,2003. 山东省养殖外来物种调查研究[J]. 海洋水产研究,24(3):66-71.
牟希东,胡隐昌,汪学杰,等,2008. 中国外来观赏鱼的常见种类与影响探析[J]. 热带农业科学,28(1):34-40.
潘炯华,钟麟,郑慈英,等,1991. 广东淡水鱼类志[M]. 广东:广东科技出版社.
潘勇,曹文宣,徐立蒲,等,2006. 国内外鱼类入侵的历史及途径[J]. 大连水产学院学报,21(1):72-78.
彭宗波,蒋英,蒋菊生,2013. 海南岛外来植物入侵风险评价指标体系[J]. 生态学杂志,32(8): 2029-2034.
彭宗波,王春燕,蒋英,等,2013. 海南岛外来植物入侵现状及防控策略研究[J]. 热带农业科学,33(4):52-57.
卜跃先,谢初昀,刘鑫宇,等,2008. 引进外来物种的环境风险评价初探-以美国斑点叉属鮰为例[J]. 水利渔业,28(1):82-84.
沈欣军,白希尧,汤红,等,2004. 船舶压载水携带外来物种及其对水域生态环境的影响[J]. 生态学杂志,23(1):125-128.
世界自然保护联盟物种生存委员会,2000. 防止外来入侵种导致生物多样性丧失的指南[M]. 格兰特:IUCN.
王伟,张先敏,沙林华,等,2007a. 海南岛外来入侵危险性动植物名录(一)[J]. 热带农业科学,27(4):58-64.
王伟,张先敏,沙林华,等,2007b. 海南岛外来入侵危险性动植物名录(二)[J]. 热带农业科学,27(4):65-70.
王亚民,曹文宣,2006. 中国水生外来入侵物种对策研究[J]. 农业环境科学学报,25(1): 7-13.
颜圣紘,曹炜智,2013. 禁止输入动物鉴识手册[M]. 台北:农委会.
赵衡,2007. 云南外来物种调查及几个入侵种的风险分析[D]. 云南:西南林学院.
中国水产科学研究院珠江水产研究所,上海水产大学,中国水产科学研究院东海水产研究所,等,1986. 海南岛淡水及河口鱼类志[M]. 广州: 广东科技出版社.
农业农村部渔业渔政管理局,全国水产技术推广总站,中国水产学会,2018. 中国渔业统计年鉴[M]. 北京:中国农业出版社.
Clare Shine,2008. A Toolkit for Developing Legal and Institutional Frameworks for Invasive Alien Species[M]. Global Invasive Species Programme.

(责任编辑 张俊友 郑金秀)

# Invasion Status, Harm, and a Prevention-Control Strategy for Exotic Freshwater Organisms in Hainan Province

DONG Yang, SHEN Zhi-xin, WANG Hai-gui, LI Gao-jun, CAI Xing-wei, LI Fang-yuan

(Hainan Academy of Ocean and Fisheries Sciences, Haikou　571126, P.R.China)

**Abstract**: Due to a special geographical environment and ideal climatic conditions, Hainan Province has become a disaster area in China in terms of biological invasion. The number of species and biomass of exotic freshwater organisms that have invaded the natural waters of Hainan Province is increasing year by year, and harm to endemic species and the aquatic ecosystem is severe. From 2016 to 2018, a preliminary survey of the distribution and types of exotic freshwater organisms was carried out using field surveys in different sections of Wanquan River, Nandu River and Changhua River. Data from the field surveys was then used to analyze the species composition, invasion status, route of entry and harm to freshwater organisms in Hainan Province. A total of 43 invasive species were identified, including 31 fishes (72.09%), 4 plants (9.30%), 3 crustaceans (6.98%), 2 reptiles (4.65%), 2 mollusks (4.65%) and 1amphibian (2.33%). The invasion of freshwater exotics in Hainan has resulted mainly from aquaculture and the harm caused by invasive species includes a reduction in the biodiversity of native species due to predation and competition, spread of diseases, loss of genetic diversity and economic loss. Based on the results, we propose the following prevention and control strategies: improving management systems, enhancing scientific research and professional training, educating the public and disseminating information about the harm caused by invasive species and the importance of preventing and controlling the invasion of exotic species.

**Key words**: exotic freshwater species; invasion; prevention and control strategy; Hainan Province