

# 台湾生物多样性研究的十年回顾(2001–2011)

邵广昭

(中研院生物多样性研究中心, 台北 11529)

**摘要:** 台湾的学界从20世纪90年代开始推广生物多样性的保育、教育及研究工作。2001年起行政部门通过了“生物多样性推动方案”，科技部门于2002年成立了“生物多样性学门”。随后各大学及“中研院”陆续新设或改组成立生物多样性研究所或中心，积极展开相关的研究工作。科技部门以资助基础科学研究为主，农业部门则以与保育、经营管理及利用相关的研究成果为主。本文乃以2009年出版的*Taiwan Global Change Research*一书中DIVERSITAS一章为基础，其内容与生物多样性推动方案较相关的研究工作，摘录整理过去10年来的若干研究成果，包括分类学、长期生态、生态系模式、气候变迁、亲缘地理、遗传资源、栖地复育、数据库建置等领域。并依不同年度、学科领域、栖地类型、生物类别之关键词上网查询并统计发表的SCI论文的篇数，藉此一窥这10年来台湾在生物多样性研究之能力及进展。最后再就生物多样性研究未来所可能面临的问题及展望提供个人浅见，供读者参考。

**关键词:** 保育, 生物多样性研究, 经营管理, 分类学, 长期生态, 气候变迁, 遗传资源, 栖地复育, 数据库建置

## Taiwan's biodiversity research achievements over the past 10 years (2001–2011)

Kwang-Tsao Shao

*Biodiversity Research Center, Academia Sinica, Taipei 11529*

**Abstract:** Since the 1990s, Taiwan's academic community has been promoting the conservation, education, and research of biodiversity. The Administration authority passed the "Biodiversity Promotion Plan" in 2001 and the Research Agency established an independent Biodiversity discipline in 2002. Subsequently, several universities and the Academia Sinica either founded or reorganized biodiversity research institutes or centers to actively carry out related research. The Research Agency sponsors basic scientific studies, whereas the Agriculture Agency focuses on direct applications, including conservation, management, and utilization of natural resources. This article reviews Taiwan's research achievements over the past 10 years by summarizing the contents in the "DIVERSITAS" chapter in the book of "Taiwan Global Change Research" (published in 2009). The excerpt covers taxonomy, long-term ecological studies, ecosystem modeling, climate change, phylogeography, genetic resources, habitat restoration, and database construction. We report the trends in publication year, discipline, habitat type, and study organism of all SCI (Science Citation Index) papers published from Taiwan in the past 10 years to gauge the capacity and progress of biodiversity research in Taiwan. Lastly, we report the problems and prospects of Taiwan's future biodiversity research.

**Key words:** conservation, research of biodiversity, management and utilization, taxonomy, long-term ecological studies, climate change, genetic resources, habitat restoration, database construction

### 1 台湾生物多样性研究的近期发展

台湾由于自然地理条件优越, 生物资源非常丰

富, 根据TaiBIF(<http://taibif.tw>)网站的资料, 台湾已发现的本土物种数已逾5万种, 据Peter Raven 2009年的估计, 如包括未发现的种数台湾的物种至少应

有20万种以上。然而由于过去数十年来台湾行政部门重经济发展轻环境保护,以致于在过度猎捕、栖息地破坏、污染及外来种入侵等因素之干扰下,台湾的自然栖息地及生物资源已大幅衰减,物种亦在不断消失之中。所幸自20世纪90年起在台湾学界及舆论的呼吁及倡导下,2000年行政部门的永续发展委员会正式成立了“生物多样性工作分组”,并于2001年正式通过“生物多样性推动方案”,其中多项方案均与加强多样性相关研究有关,由科技部门负责主办,“中研院”及其他10个部门协办。主要工作包括数据库之建置与维护,加强调查、分类研究及生物志编撰,建立监测系统及确认生态系之热点,鼓励农业生物多样性的研究利用,以及加强入侵物种的调查、研究与管理等。

台湾的学界从1991年起即开始陆续举办各类生物多样性研讨会。台湾的“国际生物多样性计划委员会(DIVERSITAS-China-Taipei)”则是在1999年10月在“中研院”正式成立。2002年科技部门在生物处下正式成立“生物多样性学门”。2001–2004年台湾各大学陆续成立了多样性研究中心或研究所(含“中山大学”、台湾大学、中兴大学、成功大学、台湾东海大学)，“中研院生物多样性研究中心”则是在2004年正式成立,由原“中研院动物学研究所”及“中研院植物学研究所”的17位从事生物多样性的研究人员转任而来。集合全台湾从事生物多样性研究的人员,除上述单位外,连同若干隶属在理学院、农学院或海洋科学院的其他相关系所,或在农业部门下的农、林、渔、牧试验所及特有生物研究保育中心下的正式编制的研究人员,总人数应至少在300人以上,从TaiBNET(或TaiCOL, <http://col.taibif.tw>)网站之专家名录可搜寻到700多位与分类、生态、演化、保护研究有关的专家及其专业领域。

## 2 台湾生物多样性研究的若干成果

生物多样性研究的范围宽广,以下主要参考台湾 IGBP (International Geosphere-Biosphere Program)委员会于2009年所出版的《台湾全球变迁研究》英文版报告 *Taiwan GCR Report*(Shao, 2009)中与“生物多样性推动方案”有关的研究工作改写而成。本文将原主笔人标注于各工作项目之后,以便读者能进一步查阅或引用。

### 2.1 分类学研究<sup>①</sup>

在台湾,以往向科技部门申请的分类研究计划多为个人专题研究,直到1990年才完成了《台湾植物志二版》及《台湾鱼类志》两项合作研究。2004年曾有1年的额外经费资助《台湾生物志》英文版的编撰与整理,当时完成藻类540种、苔藓类192种、甲壳类1,397种、真菌869种、昆虫1,000种及鱼类2,531种的编撰,其数码版可在TaiBIF网站上查询。其中仅《台湾真菌志》第一卷出版纸本,共记录1,157种,约为台湾真菌总数的1/5。从2008年起科技部门再提供专款补助,迄今已再增加28册生物志,连同2001年的工作共有上万种英文志的解说文字,这些大多已可在网上查阅。

根据TaiBNET网站上台湾本土物种名录的资料,在动物分类方面,台湾约有16个动物门有专家在进行研究,其余18个门则缺乏研究。脊椎动物中以鱼类、爬虫类、蝙蝠、啮齿类研究较为活跃;植物、真菌、无脊椎动物中的昆虫、珊瑚、甲壳类及软体动物成果最多。科技部门于2002–2006所资助的“深海生物多样性研究”,也在甲壳类、鱼类、头足类及棘皮动物新增加了至少50个以上的新种,400个以上的台湾新记录种;尚有更多新种正陆续整理发表中。昆虫、植物及真菌部分的分类研究也很突出,每年有不少的新种或新记录种发表及登录。

### 2.2 生态监测与长期生态研究<sup>②</sup>

过去10年来相关单位已逐步推动或完成的相关工作包括:

(1)完成“陆域、湿地与海洋生物多样性监测系统之规划”报告,但各生态系统热点或优先应予以进行长期监测的地点,及其资助单位则将在2012年起召开专家会议来研商。

(2)台湾长期生态研究网各研究站生物多样性普查工作已告一段落,目前部分研究站已结合公共部门与学术界的力量,建立了若干生物多样性监测的架构,包括建立多处“植物动态样区”,每隔数年调查样区内所有直径1 cm以上的植株,以监测植物组成、数量、生长状况等的变化。

(3)林务部门除以往已收集资料的农林渔牧相关指标外,还增加了14项新指标。包括:受威胁物

① 原主笔人邵广昭、彭镜毅、吴声华

② 原主笔人李玲玲、吴俊宗

种、外来入侵种、特定物种丰度趋势、陆地绿色植物、珊瑚礁、湿地、保护区、灾害敏感地、农渔牧用地、基因多样性、过度捕捞(渔业资源)等。2008年林务部门委托学术界进行资料搜集。此外,林务部门也在公有林业用地建立了3,000多处永久样区,作为森林监测之用,并将扩大定期森林监测的项目,将森林健康等生物多样性相关信息纳入定期数据收集工作。

(4)为推动全球保护区管理成效评估,各“国家公园”于2004年起建立了公园管理成效评估准则与评估系统,并陆续规划出适用于各公园评估其管理成效的项目,其中有多项与生态系统、物种监测有关,包括公园内及周边地区土地使用变迁、植物覆盖度、天然河川比例、特定物种数量与分布变化、外来物种数与分布变化等。如雪霸公园已有10余年台湾樱花钩吻蛙(*Oncorhynchus masou formosanus*)种群变迁资料,金门公园已针对黄边凤蝶(*Chilasa clytia*)、鲎(*Tachypleus tridentatus*)、鸕鹚(*Phalacrocorax carbo*)、栗喉蜂虎(*Merops philippinus*)、水獭(*Lutra lutra*)等动物进行了5年以上的监测,垦丁公园迁移性鸟类监测已进行了数年,并与学术机构合作建立了水陆域长期监测系统,玉山公园已建立了多个植物动态样区,其他公园监测系统也正在建置中。

(5)构建生物多样性与环境监测系统:通过与林业试验所、“中研院”生物多样性研究中心、高速网络与计算中心的合作,分别在鸳鸯湖自然保留区与垦丁公园及兰屿构建了监测系统,利用网络传输,可实时收集与监测两地环境因子与部分生物因子,包括影像的数据,并传输到全球各地,可进行跨界比较研究。这些监测系统已分别与全球湖沼生态观测网(GLEON)、美国的“北美温带湖泊长期生态研究计划”及“珊瑚环境观测网”(CREON)合作进行跨域比较研究(Jan *et al.*, 2007)。

### 2.3 生态系模式建构<sup>①</sup>

(1)科技部门所资助的 LOICZ phase I (1995–1999年),利用 Ecopath 食物网模式阐明了潟湖高渔获生产力的机制。完成全球第一个热带沙洲潟湖生态系模式。LOICZ phase II (1999–2004年),利用稳定同位素<sup>13</sup>C与<sup>15</sup>N追踪大鹏湾潟湖内食碎屑鱼

种的食物来源,发现养殖筏架不但直接影响浮游生物的丰度,也会间接影响底栖动物与鱼类的种类组成与丰度(Lin *et al.*, 2006)。

(2)垦丁珊瑚礁长期生态研究利用 Ecosim 时间序列的模拟,探讨最有可能造成垦丁珊瑚礁相变的原因与机制。初步结果显示珊瑚礁相变是过度捕捞(草食动物的减少)、全球暖化导致的垦丁珊瑚大量死亡与富营养化三者间交互作用所造成的,而非由单一因子所造成(Liu *et al.*, 2009)。

(3)兰阳流域与河口食物网链结,建构全球第一个热带流域,从上游连结到下游河口之生态系统模式。结果发现兰阳流域溪流生态系统受上游农药、下游污水与溪流流量的影响最大。因此全球气候变化导致暴雨频度与强度增强,势必会对热带溪流生态系统产生严重冲击。

(4)雪霸公园资助了武陵地区长期生态监测暨生态模式构建。分析之后发现20年来台湾樱花钩吻蛙种群变动与分布范围变窄的主要关键,并非食物不足,而是环境因素,包括溪流底质巨石的比例、台风暴雨与水温的影响。同时也发现拆坝会造成溪流底质巨石比例的增加,对台湾樱花钩吻蛙的种群成长有积极的影响。

### 2.4 气候变迁之影响<sup>②</sup>

陆地部分汇集了过去生物资源的调查,建立了历史分布数据库,以检测物种的分布改变;也利用气候变迁 GCM 的预测,以未来 CO<sub>2</sub> 浓度倍增(即 700 ppm)为模拟情境,所得到的温度和雨量来预测空间分布数值,运用生物分布模式,预测台湾繁殖鸟类、两栖类与淡水鱼类在未来的分布变迁情形,并检测分布热点的可能变化。目前已发现过去百年来,台湾的蝴蝶有 122 种在海拔与空间分布上发生了改变,其中有 68% 的物种呈上升趋势。另外,通过 1992 年与 2006 年玉山公园 3,100 m 以上的高海拔生态系统繁殖鸟类分布的比较,也发现有 8 种鸟类分布上限提高了至少 100 m。并预测未来台湾 150 种繁殖鸟类的海拔分布会普遍地上升。不过,两栖类由于行动受限,其分布将会在原有的栖地上逐渐缩小。在海平面上升的研究方面,目前认为在兰阳溪口、淡水河口、曾文溪口与高屏溪口等地方的湿地,将会受到较大的冲击。

① 原主笔人林幸助

② 原主笔人李培芬

在水域方面, 初级淡水鱼的分布将有明显的改变, 尤其是分布在500 m以下的物种, 面临栖息地破坏、气候变迁与外来种的竞争, 将有75%的物种受到影响而消失。海洋珊瑚的研究, 也发现未来珊瑚的适合栖息地将逐渐缩小, 某些物种也将消失。

## 2.5 亲缘地理学<sup>①</sup>

10万年前, 此一时期的冰河扩张, 不少物种藉可能的长距离传播进入台湾, 换言之, 台湾提供了适合的栖息地, 而使得不少珍贵生物资源及其遗传多样性得以保留, 其中包括杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、红桧(*Chamaecyparis formosensis*)、橡树(*Quercus* sp.)等本岛生态系统中重要的物种。分子的研究及遗传学分析显示许多分布于台湾的植物种类, 如苏铁(*Cycas revoluta*)、松树及杉木等, 拥有比内陆种群更高的遗传多型性及多样性。在淡水鱼类、甲壳类、鸟类、哺乳动物及昆虫等, 有甚多利用分子工具探讨台湾与大陆若干物种的地理亲缘报告, 海水鱼类及珊瑚的研究范围则扩及东北亚及东南亚, 包括东海、南海的地理亲缘。

## 2.6 遗传资源及种原库典藏之研究<sup>②</sup>

农业部门所支持关于遗传资源大型整合计划多半是种源保存、营运、监测及利用, 包括: 作物种源、保健植物、畜产生物品种资源、家畜种源、试验站生物资源以及生物多样性调查与数据库建立及应用的研究, 濒危及珍稀野生生物生物学及生态学研究, 本土物种生活史及生态需求的研究, 山区动物基因库; 植物多样性, 特有及特殊森林资源, 林业试验所标本馆; 沿岸海域生物多样性。行政院农业委员会农业试验所、林业试验所、畜产试验所及水产试验所均建有种源保存中心, 保存许多种子及种源的资料, 或是以改良场作活体保存、质量改良, 所有物种品系及其性状数据均已建成数据库, 可在上述机构的网站上查询。

微生物资源则保存于食品工业发展研究所生物资源保存及研究中心, 收存农业及食品等类包括细菌、酵母菌、丝状真菌。

野生动物遗传物质保存及生命条形码数据库(TaiBOL, <http://bol.taibif.tw>)则是由林务单位委托“中研院”、特有生物研究保育中心、台北市立动物

园、自然科学博物馆等单位负责搜集鱼类、鸟类与哺乳类、两栖爬行动物、无脊椎动物等; 真菌则是有包括活株品系的保存, 迄今已有典藏约4,000种、上万件的组织标本。

## 2.7 栖息地复育<sup>③</sup>

为改善已恶劣化的生态系统, 恢复生态系统的正常运作, 维护陆地森林、平原内陆湿地及海岸湿地生物多样性, 农业部门曾委托进行“退化森林及湿地生态系复育技术及评估体系之研究”。渔业部门委托进行“渔业资源保育区之调查与规划”, 并提出修订及管理机制建立的建议。营建部门曾委托进行以“减量”、“复育”及“环境清洁”的策略推动“永续海岸行动方案”, 选择了几处海岸复育示范地, 例如: 彰化伸港台湾招潮蟹(*Uca*)栖地及海岸水鸟繁殖地的复育; 高雄西子湾岬湾地形的塑造并养滩; 新竹南港人工湿地的建构, 改善流入海岸的水质等。水利部门则进行多年的“海岸环境营造计划”以求海岸景观改善及海岸复育, 教育倡导兼顾防洪减灾设施的管理维护等。地方政府则与学术单位合作执行旗舰物种复育研究, 包括: 鲎、椰子蟹(*Birgus latro*)、珊瑚礁等。

## 2.8 数据库的建置与整合<sup>④</sup>

数字典藏科技计划过去10年(2002–2012)已将台湾各大博物馆、“中研院”、各大学及试验所所典藏的大多数动、植物标本, 散佚在海外的模式标本及数据, 部分的文献、生态分布及物种解说等数据进行数字化, 建立元数据(metadata), 并已在数字化典藏计划的联合目录(<http://catalog.ndap.org.tw>)及TaiBIF网站上完成整合, 可供查询(邵广昭等, 2010a)。“中研院”也受科技部门及林务部门的委托分别建立TaiBNET(=TaiCOL), TaiBOL及TaiEOL(<http://eol.taibif.tw>)等网站, 成功将台湾54,000物种名录(邵广昭等, 2010b)、英文版生物志、物种基本解说、影音图像、标本、分布、文献及相关新闻、活动等数据整合, 并将网页英文化, 用以与国际接轨。财团法人实验研究院科技政策研究与信息中心负责生态工程暨生物多样性研究文献信息网的建置(<http://ebrist.stpi.org.tw>), 包括研究计划、研究报告、期刊论文、研讨会论文等, 截至目前已搜集约近两万篇文献资料。

① 原主笔人蒋镇宇

② 原主笔人徐源泰、许晓华

③ 原主笔人谢蕙莲

④ 原主笔人邵广昭

林务部门曾委托台湾大学建置与维护以陆地生物分布为主的“台湾自然资源与生态数据库”(http://econgis.forest.gov.tw); 防检部门与林业试验所建置的“台湾外来物种信息网”(http://tasin.tfri.gov.tw/index.php), 以及“台湾长期生态研究网”(http://lter.npust.edu.tw)。“中研院”也协助林务部门完成“鱼库”(FishBase)及“世界百大入侵种数据库”的中文翻译, 协助渔业部门建置“台湾海域生态分布数据库”、协助特有生物研究保育中心搜集“生态与工程数据库”(http://ecotec.org.tw)的本土物种生态习性资料等等。

### 3 台湾生物多样性研究SCI期刊论文统计

如从网站上查询台湾过去10年(2000-2010)来在SCI期刊上所发表的研究报告, 可知研究报告在质与量方面均在逐年提升, 从2004年起有“biodiversity”关键词的报告即从10余篇增加了2倍(图1A); 如从栖地或生态系之类型来区分, 则以陆域之森林生态及淡水最多, 其次为湿地、沿岸、近海、珊瑚礁及大洋区(图1B); 如以生物类群来区分, 则依多寡次序分别为鱼类、微生物、植物、甲壳类、无脊椎及昆虫等(图1C); 如以学科领域来区分, 则以分类研究最多, 其次是生态、演化、管理及保护的研究。这些数字也能多少反映出台湾目前真正在生物多样性研究方面的人力、物力及研究人员的专长与兴趣的分布状况及趋势(图1D)。当然也有一些研究人员专攻生物技术、基因体或生物信息亦附属在生物多样性机构或申请生物多样性学门的计划, 其研究成果点数虽高, 但因缺关键词, 其篇数就不一定能被搜寻及统计到。

### 4 台湾生物多样性未来的挑战及展望

生物多样性研究的目的除了追求生命的奥秘, 包括其种类、数量及分布类型(pattern)以及其运作过程或维系的机制等基础研究外, 更重要的是要了解其遭受破坏及迅速消失的原因, 以便能适时予以保护及复育, 并能实际应用到管理的层面, 以挽救生物多样性的消失及资源无法可持续利用的问题。但目前许多国家, 为了追求学术研究的卓越, 或大学为追求世界排名, 仍会以探讨生命或演化的奥秘、生物信息或基因功能等SCI期刊的影响因子点数、文章被引用的次数或期刊排名较高的研究来作

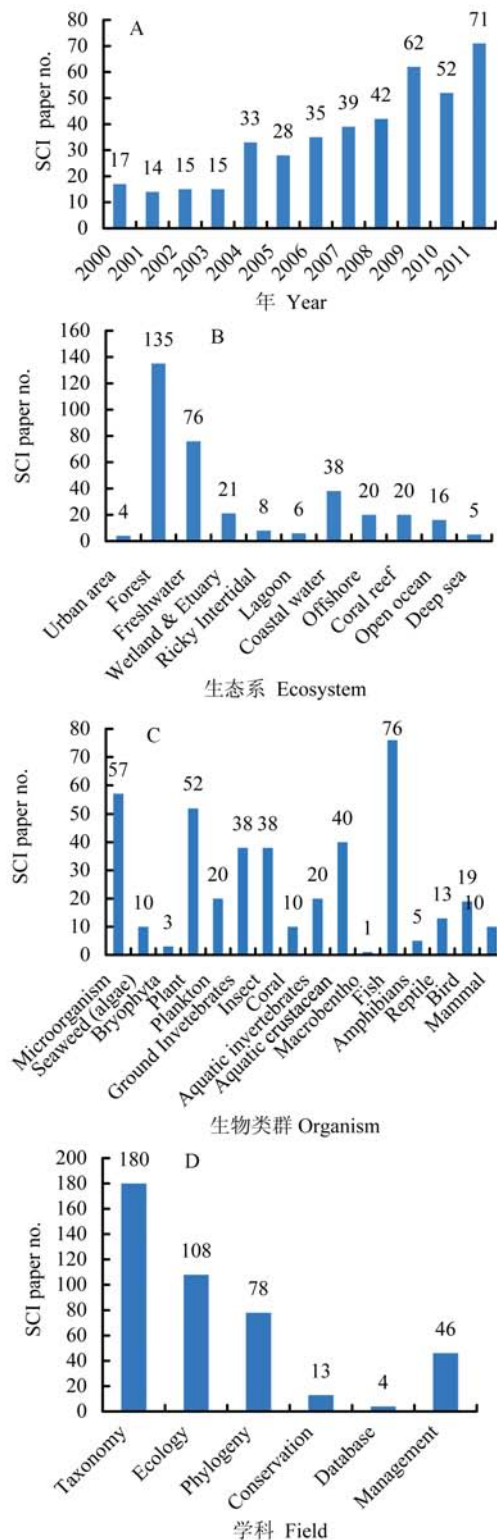


图1 2000-2011年间由台湾所发表的有关生物多样性的SCI文章篇数。A: 依年区分; B: 依生态系类型区分; C: 依生物类群区分; D: 依学科领域区分。

Fig. 1 SCI paper no. of Biodiversity publications written by Taiwan's researchers (2000-2011). A, B, C, D stand for SCI paper no. classed by year, ecosystem, organism and field, respectively.

为未来发展之重点方向。对具本土性的分类、生态监测,或应用性的农、林、水产资源调查评估,以及在管理上的实际应用,SCI点数较低的研究则较为不利。如从2010年《爱知目标》目标19:“至迟于2010年,与生物多样性之价值、功能、状况和趋势以及其丧失可能带来的后果有关的知识、科学基础和技术已经提高、广泛分享、转让及适用”的内容来看,仿生学、生态经济学、生态系管理、遗传资源的利用、基因功能、气候变迁的冲击及调适、长期监测及模式预测等也应是未来生物多样性研究的新兴领域。但愿这些尖端性研究的成果未来能直接应用到改善或遏制生物多样性的流失及生态系统的持续劣化等问题上来。

然而目前大多能立竿见影实际解决生物多样性保护及管理问题,多半仍需靠基础的分类、生态及资源可持续利用的调查研究成果,这些研究未来除各大学及研究机构的部分教研人员在农业、环境、内政部门的项目委托计划下来执行外,大概只有仰赖博物馆或是农林渔牧的试验研究单位来承担。所幸台湾还有自然科学博物馆、海洋生物博物馆及海洋科技博物馆,以及林业试验所、农业试验所、水产试验所、畜产试验所,以及特有生物保育研究中心等单位可以培养及留住一些这方面的研究人才。但愿未来随着台湾行政部门的改组,环境资源部门的成立,特有生物研究保育中心也将更名为生物多样性研究中心,希望他们能够和博物馆、试验所共同肩负起未来台湾生物多样性保护研究

的重任。

## 参考文献

- Biodiversity Promotion Plan (2001) *Biodiversity Promotion Plan* (生物多样性推动方案), A pdf file. [http://grb-topics.stpi.narl.org.tw/GRB\\_TopicService/ProjectPublish/28/](http://grb-topics.stpi.narl.org.tw/GRB_TopicService/ProjectPublish/28/) 生物多样性推动方案.pdf. (in Chinese)
- Jan RQ, Shao YT, Lin FP, Fan TY, Tu YY, Tsai HS, Shao KT (2007) An underwater camera system for real-time coral reef fish monitoring. *The Raffles Bulletin of Zoology*, Supplement No. 14, 273–279.
- Lin HC, Dai XX, Shao KT, Su HM, Lo WT, Hsieh H, Fang LS, Hung JJ (2006) Trophic structure and functioning in a eutrophic and poorly-flushed lagoon in southern Taiwan. *Marine Environmental Research*, 62, 61–82.
- Liu PJ, Shao KT, Jan RQ, Fan TY, Wong SL, Hwang JS, Chen JP, Chen CC, Lin HJ (2009) A trophic model of fringing coral reefs in Nanwan Bay, southern Taiwan suggests overfishing. *Marine Environmental Research*, 68, 106–117.
- Shao KT (邵广昭) (2009) DIVERSITAS related studies in Taiwan. In: *Global Research in Taiwan, National Report 2009* (eds Wang JT, Chen CT), pp. 138–196. Academia Sinica, NSC, NTU, NCU, NSYSU, NTOU and IGBP Committee (China-Taipei).
- Shao KT (邵广昭), Lai KC (赖昆祺), Lin YC (林永昌), Ko CH (柯智仁), Lee H (李瀚), Hung LY (洪铃雅), Chen YH (陈岳智), Chen LS (陈丽西) (2010a) Experience and strategy of biodiversity data integration in Taiwan. *Biodiversity Science* (生物多样性), 18, 444–453. (in Chinese with English abstract),
- Shao KT (邵广昭), Peng CI (彭镜毅), Wu WJ (吴文哲) (2010b) 台湾物种名录。中研院生物多样性中心及农委会林务局。840页. (in Chinese)

(责任编辑: 孙军 责任编辑: 周玉荣)