

海洋生物多样性信息资源

邵广昭 李瀚 林永昌 赖昆祺

(中研院生物多样性研究中心, 台北 11529)

摘要: 海洋生物多样性甚高, 但却饱受人造的破坏及干扰。目前全球最大的含点位数据的在线开放性数据库是海洋生物地理信息系统(OBIS), 共约12万种3,700万笔资料; 另一个较大的数据库世界海洋生物物种登录(WoRMS)已收集全球22万种海洋生物之物种分类信息。除此之外, 以海洋生物为主的单一类群的数据库只有鱼库(FishBase)、藻库(AlgaeBase)及世界六放珊瑚(Hexacorallians of the World)3个。跨类群及跨陆海域的全球性物种数据库则甚多, 如网络生命大百科(EOL)、全球生物物种名录(CoL)、整合分类信息系统(ITIS)、维基物种(Wikispecies)、ETI生物信息(ETI Bioinformatics)、生命条形码(BOL)、基因库(GenBank)、生物多样性历史文献图书馆(BHL)、海洋生物库(SeaLifeBase); 海洋物种鉴定入口网(Marine Species Identification Portal)、FAO渔业及水产养殖概要(FAO Fisheries and Aquaculture Fact Sheets)等可查询以分类或物种解说为主的数据库。全球生物多样性信息网络(GBIF)、发现生命(Discover Life)、水生物图库(AquaMaps)等则是以生态分布数据为主, 且可作地理分布图并提供下载功能, 甚至于可以改变水温、盐度等环境因子的参数值, 利用既定的模式作参数改变后之物种分布预测。谷歌地球(Google Earth)及国家地理(National Geographic)网站中的海洋子网页, 以及珊瑚礁库(ReefBase)等官方机构或非政府组织之网站, 则大多以海洋保育的教育倡导为主, 所提供的信息及素材可谓包罗万象, 令人目不暇给。更令用户感到方便的是上述许多网站或数据库彼此间均已可交互链接及查询。另外, 属于搜索引擎的谷歌图片(Google Images)与谷歌学术(Google Scholar)透过海洋生物数据库所提供的直接链接, 在充实物种生态图片与学术论文上亦发挥极大帮助, 让用户获得丰富多样的信息。为了保育之目的, 生物多样性数据库除了整合与公开分享外, 还应鼓励并推荐大家来使用。本文乃举Rainer Froese在巴黎演讲之内容为例, 介绍如何使用海洋生物多样性之数据来预测气候变迁对鱼类分布的影响。最后就中国大陆与台湾目前海洋生物多样性数据库的现况、两岸的合作及如何与国际接轨作介绍。

关键词: 海洋生物, 生物多样性信息学, 数据库整合, 分类信息, 生态分布

A review of marine biodiversity information resources

Kwangtsao Shao, Han Lee, Yungchang Lin, Kunchi Lai

Biodiversity Research Center, Academia Sinica, Taipei 11529

Abstract: Although biodiversity of marine remains high, it increasingly suffers from human interference and destruction. The world's largest open, online, georeferenced database is the Ocean Biogeographic Information System (OBIS); it has information on a total of 120,000 species with 37 million records. The World Register of Marine Species (WoRMS) has collected taxonomic information on 220,000 global marine species. Besides these two large databases, three single-taxa databases were established for marine organisms—FishBase, AlgaeBase, and Hexacorallians of the World. Many databases on organisms are cross-taxa and include both terrestrial and marine species, such as Encyclopedia of Life (EOL), CoL (Species 2000), Integrated Taxonomic Information System (ITIS), Wikispecies, ETI Bioinformatics, Barcode of Life (BOL), GenBank, Biodiversity Heritage Library (BHL), SeaLifeBase, Marine Species Identification Portal, and FAO Fisheries and Aquaculture Fact Sheets. Above databases were mainly established to focus on taxonomy and species descriptions. The Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Discover Life, AquaMaps, etc. can provide integrated ecological distribution data, user customized maps, and data for download. By chang-

ing the values of environmental factors such as water temperature and salinity in an established distribution model, the distribution of a species can be predicted with different parameters. Websites of other organizations, such as Google Earth Ocean, National Geographic, and NGOs such as ReefBase, aim to raise public awareness on ocean conservation with rich and diversified content. Google Images and Google Scholar are very useful in cooperating with keywords provided by marine biodiversity websites to complement the lack of images or references. Most of the above websites are linked to each other, and thus users can access and query data conveniently. To be useful for conservation, biodiversity databases need both to promote public usage in addition to the integration and sharing of data. In this article, we build on a speech by Rainer Froese in Paris to demonstrate how to use marine biodiversity data to conduct research on the impact of climate change on fish distribution. Finally, we also briefly introduce the status of marine biodiversity databases in Mainland China and Taiwan, including the Cross-Strait collaboration, as well as recommendations for how to link to global databases.

Key words: marine organism, biodiversity informatics, database integration, taxonomic information, ecological distribution

目前影响全球永续发展的问题,除了气候变迁之外,还有生态系统劣化、海洋生物多样性快速消失、渔业资源日益枯竭等,亟需正视及挽救。根据60个大数据库的分析结果,科学家预估到了2048年,由于海洋生物多样性之灭绝,人类将面临海中无鱼可捕、无鱼可赏、也无鱼可作科学研究材料之窘境(Worm *et al.*, 2006)。海洋资源的匮乏问题已成为目前人类又一个不愿面对的海洋真相,海洋资源永续发展也将是本世纪最重要的课题之一。2010年出版的《生物多样性全球展望》(第三版)中已警告海洋生物物种(如珊瑚礁生物)灭绝之速率远超过陆域之生物(Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2010)。但有如内太空的海洋,目前仅有少数(总数仅约25万种)体型较大的生物被发现及描述,尚有20%的海洋未被人类探勘,更遑论其生活史、行为、生态、分布、生理、基因及其在生态系统中所扮演的角色及功能(Ausubel *et al.*, 2010)。因此未来海洋生物多样性的研究,应朝着提升分类学的能力建设、加强探勘、开展物种及分布数据库之整合分析、探究人为因子及气候变迁对海洋生态系统所造成的冲击,及其因应或调适策略等方向来努力。纪录片《鱼线的尽头》指出唯有落实推动限渔、建设海洋保护区及制定海鲜食用指南等3个方向来努力,海洋资源才能永续利用(The Fish Film Company, 2009)。

全球海洋生物普查计划(Census of Marine Life, CoML)系于2000年起开始推动的一项国际合作计划,希望在全球海洋生物学家的共同努力下,来回答“海洋中到底居住着哪些生物”,因此需要先搜集

其分布及丰度等基础数据,建立数据库以供研究、教育、保育及管理之用。十年来,共有19万种的海洋生物被收录在一个整合性数据库海洋生物地理信息系统(Ocean Biogeographic Information System, OBIS)中,迄2010年止,共收录了3,000多万笔观测分布数据,成为全球生物多样性信息网络(Global Biodiversity Information Facility, GBIF)的原始数据及网络生命大百科(Encyclopedia of Life, EOL)物种页面的主要提供者(邵广昭, 2011)。由于贡献巨大,OBIS目前已由联合国教科文组织(UNESCO下)的IOC接手而得以永续经营。近3年来OBIS登录之海洋物种数已增加到约25万种,时空分布原始资料增至3,700万笔,但仍只占实际海洋物种数的一小部分。因91%的海洋生物尚未被发现或描述,甚多生物类群尚乏研究;且目前的数据一半以上皆为甲壳类、软体动物及鱼类3类,微生物多样性及其功能仍然是谜。对照历史数据,90%的大型鱼类已在快速消失,因此2010年第二届全球海洋生物多样性会议(WCBM II)再度提出“变迁的海洋中之生命”(Life in a Changing Ocean)的倡议(<http://lifeinachangingocean.org>)来面对这项挑战,其中的第一项任务即为生物多样性的时空发现(Biodiversity Discovery in Time and Space),包括利用DNA条形码之物种鉴定、物种数量分布与环境间之关系、生态系统改变之预警功能等,这些研究均依赖资料之搜集、整合及分析运用。

海洋生物是生物多样性中的一部分,虽然目前所发现的物种及其分布远不及陆地多,但在属或科

以上层级的多样性远远高于陆地。健康的海洋除了是地球最重要的维生系统,也是减缓气候变迁的最佳自然解决方案(Dudley *et al.*, 2010)。海洋生物除了供应人类20%动物性蛋白质外,也是基础生命科学研究的重要材料,在生物技术产业、仿生学、生态旅游等各方面之利用亦富商机,潜力无穷。因此探索海洋,了解海洋,让海洋生物资源可以永续利用成为本世纪科学家应努力的目标。

本文乃就笔者等在从事研究工作时所接触或认识的一些与海洋生物多样性有关的数据库或网站,针对其内容特色,以及如何加以利用,作一扼要介绍,希望能对从事海洋生物多样性的研究、教育、保育及管理的产官学各界有所帮助。

1 海洋生物多样性数据库网站的种类

生物多样性数据库之种类甚多,其目的、内容及特色各有不同。以目前的信息技术,民众大多仍以在因特网上经由不同的搜索引擎检索要查的物种名称或事件等资料。当然也有直接进入专属或相关的生物类群、国际组织、国际合作计划或非政府组织之网站来查询。但专门收录海洋生物(含河口或河海洄游的物种)的网站只有OBIS、WoRMS及Marine Species Identification Portal等3个。其余的数据库或网站则都不去区分海陆域(含淡水)的物种,而是以包括所有的物种为目标。若干以水生生物为网站名称的数据库则均含陆域的淡水物种在内。在进入这些网站后,几乎均未再去区分陆域或海域不同的栖地,因此也只有按物种名称去查找数据。以下乃依搜索引擎、生物类群、国际组织、国际计划、海洋保育等5个类别,分别介绍近30个不同的全球性网站(表1)。由于各网站之地址均可利用各种不同搜索引擎键入网站名称后得到其链接,故为节省篇幅,本文不再一一提供网址。

1.1 搜索引擎

谷歌学术(Google Scholar): 为Google开发的以学术论文搜寻为主的服务,只要键入关键词,就会得到相关的搜索结果,还会标示引用次数、相同文章版本数量、相关文章等。如果出现[PDF]则可以下载全文或摘要。登入账号后可整合个人图书馆(My Library)功能,储存找到的论文,并全文搜寻,或得到自己文章被引用的次数(My Citations)。

谷歌图片(Google Images): 为Google开发的图

片搜寻服务。在拥有巨量的网页搜索结果后,Google将其中的图片独立出来满足图搜索的需求。此功能不仅可以使使用关键词搜索,还可以增加时间范围、尺寸大小、黑白彩色、类别等搜索条件,更方便的是还提供以图找图,寻找相似图的功能。

谷歌地球(Google Earth)之海洋图层: Google Earth服务是目前广为运用的全球地理信息工具,用户导向的控制接口,球形360°旋转检视,加上丰富的大小尺寸图层,包含卫星空拍、名胜观光、地图导引、3D建筑等。全球各种非政府组织、网络用户参与并贡献自己的作品,大大丰富了内容,也让Google Earth成为目前最强大的民用全球观察工具。目前此网站的海洋图层可查询下列10大类别的信息:(1)勘查海洋;(2)海洋濒临绝种动物;(3)沉船;(4)海洋生物普查;(5)库斯托海洋世界;(6)海洋保护区(MPAs);(7)死区(Dead zone);(8)动物追踪;(9)国家地理杂志(NGM);及(10)海洋运动。

1.2 生物类群

鱼库(FishBase): 堪称是全球创立最早、内容最丰富的单一生物类群数据库。从1988年起发展至今已收录共3.27万种鱼类、30万笔俗名、5.34万张图片、4.95万篇参考文献。目前已有2,090位各地的合作者,每月访客高达70万人次。FishBase早期是由ICLARM管理,现由世界鱼中心(WorldFish Center)负责运维,在欧盟的资助下稳定地发展而来,自2001年起改由7个研究机构共同组成的联盟来管理。FishBase的团队办公室目前设在菲律宾,由他们负责搜集汇总及网站运维,内容从名称、文献、影音、分布到各个不同领域,如分类学、生物学、生态学、地理学、渔业生物乃至生态系统模式、生活史、鱼类、加工、遗传、保育生物、水产养殖到水族馆、鱼的发声、鱼类学名词、鱼类学教材及各种快速鉴别及查询或链接到其他网站的工具,可说是包罗万象,应有尽有。FishBase目前共有10个镜像站,20种不同的语言,中文的繁体与简体是由“中研院”生物多样性中心负责每月更新一次,为全球华人提供最大之鱼类在线数据资源。

藻库(AlgaeBase): 包括陆、海及淡水以藻类为主之信息,也包括开花的海草。本数据库系由民间企业及合作者共同赞助及运维。于1996年建站,目前共收录13.5万种藻类之种或种下名、1.7万张照片、近5万篇文献、22.3万笔分布资料。由于分类学

表1 目前在国际上与海洋生物多样性相关的主要信息库或网站之内容与功能比较表

Table 1 Comparisons of contents and functions among international marine biodiversity related databases or websites

类别 Category	分类系统 Classification system	物种描述 Species description	栖地信息 Habitat info.	分布信息 Distributional info.	GIS工具 GIS tool	预测工具 Prediction tool	图片 Image	文献 Literature
搜索引擎 Search engine								
1 Google Scholar								+
2 Google Images							+	
3 Google Earth					+		+	
生物类群 Taxa								
1 FishBase	+	+	+	+	*	+	+	+
2 AlgaeBase	+	+		+			+	+
3 Hexacorallians of the World	+	+	+	+	+		+	+
国际组织 International organization								
1 CITES	+			+			+	+
2 ISSG-GISD	+	+	+	+			+	+
3 ITIS	+	+		**				+
4 CoL	+	+						+
5 BOLD Systems	+			+			Few	
6 IUCN-Marine Species Identification Portal	+	+	+	+	OBIS		+	+
7 GenBank								+
8 EOL	+	+	+	+	+		+	+
9 GBIF	+	***	***	+	+		+	+
10 ETI Bioinformatics (World Biodiversity Database)	+	+	+	+			+	+
11 Pan-European Species directories Infrastructure	+	Links		+	+		Links	+
12 FAO (Fact Sheets)		+	+	+	+		+	+
国际计划 International project								
1 OBIS	+				+			
2 WoRMS	+	+	+	+			+	+
3 BHL							+	+
4 SeaLifeBase	+	+	+		*		+	+
5 AquaMaps		@	@	@	+	+		
6 Discover Life	+	+		+	+		+	+
7 Wikispecies	+	+	#	#			+	+
海洋保育 Marine conservation								
1 Marine Conservation Institute					+			
2 National Geographic: THE OCEAN					+		+	
3 Protect Planet Ocean					+		+	+
4 ReefBase		Links			+		+	+
5 Sea Around Us Project		Links	Links		+			+
6 Mission Blue					+		+	

* refers to AquaMaps; ** refers to in wide range only; *** refers to in Wiki Species; @ refers to FishBase; # refers to depending on authors.

家会有不同的分类系统或分类观, 故本数据库中的学名及系统亦会在协商下随着研究的进步而被持续修订。

六放珊瑚数据库(Hexacorallians of The World): 是由美国堪萨斯大学所建置的刺胞动物门珊瑚纲下的海葵目数据库。目前共收录全球738种海葵的

分类、文献、模式标本、分布及物种照片。除了海葵外, 亦含广义海葵的其他类群。

1.3 国际组织

濒危种野生动植物种国际贸易公约(CITES): 又简称华盛顿公约。网站下有两个数据库: 一为CITES物种数据库(CITES Species Database), 共收

录已被列入CITES附录(又称红皮书)的5,600种动物、3万种植物相关信息,包括物种名称、分布、文献及在国际上或各国目前相关的保护法令,其中的海洋生物主要包括鲸豚、海龟和珊瑚;另一数据库为CITES贸易数据库(CITES Trade Database),由联合国环境规划署世界保护监测中心(UNEP-WCMC)负责运维,用来记录追踪国际上野生物种被贩卖之贸易资料,目前每年所收录的资料高达50万笔,但如欲查询需先注册登录并说明查询之目的。

全球入侵种数据库(Global Invasive Species Database, GISD): 于2003年正式上线,目的在于提高人们对外来入侵物种相关知识的认识,进而促进采取有效的预防和管理行动。它是由世界自然保护联盟(IUCN)外来入侵物种专家小组(ISSG)的物种存续委员会经营管理,由全球入侵种计划(GISP)负责增补修订资料。本数据库着重关注对本地生物多样性产生威胁的外来入侵物种,涵盖生态系统中所有的生物类群,从微生物到动物和植物。物种信息由世界各地的专家提供并审查,网站建在新西兰奥克兰大学。该数据库中文版亦由“中研院”生物多样性中心与ISSG合作制作,中文版网站于2011年11月完成,目前共有667种入侵种的中文翻译信息(包括世界百大入侵种)。

整合分类信息系统(Integrated Taxonomic Information System, ITIS): 原始组成伙伴为美国的联邦机构,如USDA、NOAA等,目前已扩充到北美洲,包含加拿大、美国和墨西哥,也是GBIF、CoL、EOL的重要合作伙伴。建置本数据库的主要目标为提供可靠、完整及可流通的记录,已成为具有可比较性的生物多样性数据集标准。目前已经收集了65万笔学名资料,12万笔俗名数据,包含完整物种命名信息、分类阶元、数据源及相关文献等数据。

全球生物物种名录(Catalogue of Life, CoL): 目标为收集所有的物种学名并将之按照阶元与分布进行分类。生物多样性信息的整合较其他科学或人文方面的有利之处,乃在于物种有效名是全球统一的名称,可作为信息相互链接的主索引(primary key)。先整合出一份最正确及权威的物种电子名录,乃是整合所有生物多样性信息最重要的步骤。此数据库目前由Species 2000负责运作,同时也与ITIS合作共同维护动态版的实时名录,在网上可查询数据,并出版年度名录光盘可供索取,目前已收录超

过150万个物种。

网络生命大百科(Encyclopedia of Life, EOL): 系由素有“生物多样性之父”之称的爱德华·威尔逊(EO Wilson)所倡导发起的大型国际合作计划。于2008年成立,希望集全球科学家之共同努力,在10年内将地球上已知的180万种生物之各类信息加以整合,以每种一个网页的方式整合在同一个网站上,满足分子演化生态学家、分类学家、其他领域科学家及喜爱观察大自然的生态人士之参考需求。EOL迄今已完成133万余物种网页之制作,235万张图片之收录,成为信息最丰富也最实用的生物多样性数据库。希望民众可以于物种的页面加上自己的见解,藉此鼓励“公民科学家”的风潮。

ETI 生物信息(ETI Bioinformatics): 系一与UNESCO有关的民间组织,成立甚早,全名为“The Expert Center for Taxonomic Identification”,办公室设在荷兰。其任务是在协助科研或教育人员方便撷取高质量的分类与生物多样性信息,提供免费的“林奈II分类信息系统”,方便用户自行建置各自专门的生物类群数据库,并协助出版光盘或在线查询数据库。内容包括名录、检索表、交互式分布图、文献、词汇等。目前的World Biodiversity Database (WBD)已有两千多位合作者,21项计划,涵盖了2.5万种或类群之资料可在线查阅,出版了不少全球或地方性不同类群的数据库光盘。

全球生物多样性信息网络(Global Biodiversity Information Facility, GBIF): 在联合国之经济合作开发组织(OECD)的推动下,于2001年正式成立,其目的在于积极搜集、整合全球生物多样性之相关信息,并公平合理地与世界各国分享,以支持永续发展。GBIF强调合作伙伴的共同运作模式,成立之初即以物种原始资料(primary data)为主要搜集整合之目标,而后逐步扩展到信息工具开发、标准制定及社群联系,藉由此方法达到“一个在科学、社会及永续未来皆能自由、普及地取用生物多样性信息的世界”之愿景。迄2014年1月底,共有579个数据提供者,已整合全球超过140万物种数据,以及4.27亿笔标本之典藏及分布数据,是在生物多样性数据的整合组织中最为成功的案例。

粮农组织渔业和水产养殖部(FAO Fisheries and Aquaculture Department): 其养殖概要(Fact Sheets)包含渔业与水产养殖的重要讯息,包括资源、地理

分布、技术与信息之概要说明等。目前有约3,300份各式主题的说明文件,其中一个主题是水生生物概要,分为硬骨鱼、软骨鱼、甲壳类等10类。每一物种都有单独完整的特征、分布、季节、俗名等说明文件。

泛欧洲物种名录架构(Pan-European Species directories Infrastructure, PESI): 系由阿姆斯特丹大学领导,旨在标准化欧洲地区物种学名、命名者及相关专家并永续研究的网站。目前已经收录有20多万物种,拥有数十个欧洲合作者。为确保永久的国际联系,联络委员会由相关的组织与计划成员组成,目前编为六个Work Packages,分别为总体计划管理整合、专家网络整合、地区与分类信息合作点网络、分类学元数据评定、信息数字化架构、数字服务提供与传播。

IUCN的海洋物种之鉴定网站(Marine Species Identification Portal, MSIP): 是ETI协助建置的一个国际合作网站。在UNESCO之资助下已有10年的历史,其内容主要是介绍一些重要且具海洋指标性的物种之数据,还有近期之新闻。目前已收录有近10,000种海洋生物的数据,大多有描述之图文信息,包括有52个检索表可鉴定近8,000种物种,通过与WoRMS、OBIS、Red List、与针对大洋及深海生物所建置的全球海洋生物多样性倡议(Global Ocean Biodiversity Initiative, GOBI)等网站相链接,可分别取得分类、生态分布及保育等信息。

1.4 国际计划

海洋生物地理信息系统(Ocean Biogeographic Information System, OBIS): 收录CoML从2000年到2010年前后10年的海洋生物信息,资料来自一千多个数据集。每个数据集都由一个组织所提供,包括观测坐标、物种分类、水文环境背景参数等,供全球有兴趣者搜寻利用,并可实时绘制自定义的地图组合。OBIS迄今已登录约25万种之海洋生物,以及3,700万笔时空分布原始资料。数据库可由物种、数据库、地区、时间及环境因子等5种方式查询。

世界海洋物种登录(World Register of Marine Species, WoRMS): 目的是提供海洋生物权威性的名录,数据库内容由分类专家们负责,并有专人控制数据质量。有搜寻或比对名录,以及地理区搜寻等功能。迄今已收集有22万物种,3.5万张图片。

海洋生物库(SeaLifeBase): 继FishBase之成功

建立后,其他所有水生生物类群似乎亦应比照建置相应数据库,因此到了2006年,WorldFish Center及加拿大英属哥伦比亚大学(UBC)再度联手推出此一数据库,其目标是将全球30万种,含淡水及海洋的所有水生生物物种的分类、分布及生态为主之数据均予收录及整合。至2011年,此数据库已收录11.8万种或亚种、2.55万笔俗名、9,760张图片、9.54万篇文献资料。该网站之内容及架构大致与FishBase相同,以CC授权(CC-BY-NC)方式公开数据。

水生物图库(AquaMaps): 系就目前已知海洋生物的分布数据利用模式来绘制地理分布图或作变更参数后之分布预测。模式中之参数是就物种所栖息的水深、盐度、温度、初级生产力,及与海洋或沿岸相关环境因子的适应范围或耐受力而确定。分布图是用不同颜色显示在有经纬度的半度方格(赤道区约50 km)的图层上,可显示出其特定物种之最适分布范围,并与FAO之物种分布图作比较及校正(Kaschner *et al.*, 2013)。AquaMaps自2007年成立之后目前已收录17,300种物种。本网站可利用地图或物种名称去查找数据,或以区域为条件如LMEs、岛屿、国家等查询物种。图1为由AquaMaps所绘出的中华白海豚(*Sousa chinensis*)之地理分布图。

发现生命(Discover Life): 系以图片及科普性质为主的物种多样性网页,类似在线EOL之功能。本数据库成立非常早,所收集的物种数(127.2万种)及图片量(62.6万张)甚为可观,也有链接到其他网站的功能。教研人员可查询物种的信息,来用在他们的研究、教学或鉴定物种上,管理者可追踪入侵种之扩散路径,业余爱好者亦可上传图片数据或作成物种名录。本网站目前具有编辑名录、编辑物种分布图、查询监测地点及物种解说的功能,也可利用鉴别自然指南(ID Nature Guides)来就若干已完成的类群作鉴定。

维基物种(Wikispecies): 如同维基百科(Wikipedia)之方式,号召科学家或公民科学家共同合作来登录已有正式文献发表的新种或新记录种的数据,而不是搜集地球上所有可能物种的资料。这与CoL或EOL只接受已授权或指定的专家来登录或修订有所不同,故数据的正确性或权威性会被质疑。本站于2004年开始建置,迄今已登录之物种条目共有39万条。

生物多样性历史文献图书馆(Biodiversity Heritage

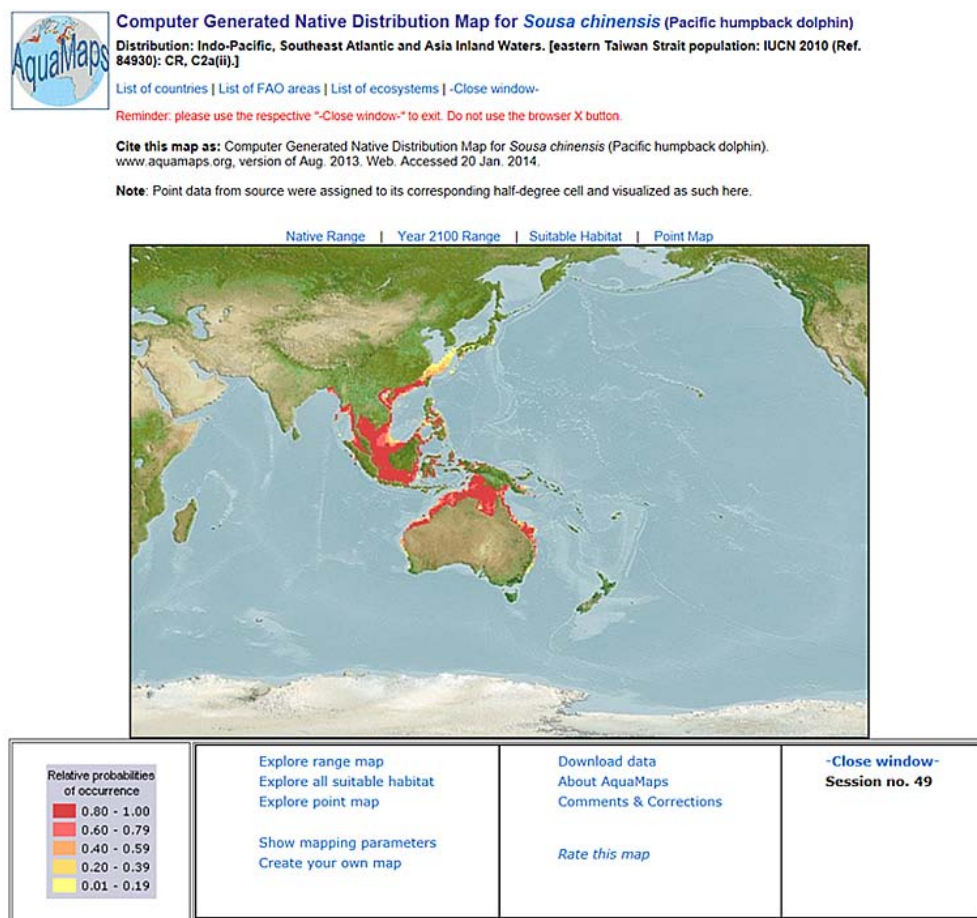


图1 在AquaMaps中绘出中华白海豚(*Sousa chinensis*)之地理分布

Fig. 1 Computer generated native distributional map for *Sousa chinensis* from AquaMaps.

Library, BHL): 整合了各地自然史与研究机构图书馆的馆藏, 主要目的是数字化有关生物多样性信息的文献记录(累计已超过6.6万笔, 300万页)。包含高画质、可搜索的JPEG扫描图文件, 经由生命大百科平台共享给全世界, 以增进国际社群对生物多样性信息的了解。

基因库(GenBank): 由美国卫生研究院提供。数据库由国际核酸序列库协助制作, 内容涵盖日本遗传物质库(DDBJ)、欧洲分子生物学实验室(EMBL)以及国家生物科技信息中心(NCBI)。本数据库目的是鼓励科学界提供最新和全面的无限基因片段的DNA序列讯息, 从而丰富与更新库中的DNA序列。由于目前绝大多数科技期刊均要求欲发表之研究报告, 如有基因序列之资料须事先将序列提交给GenBank, 取得accession号后才能发表, 故目前已收录达38万种生物的基因资料。

生命条形码数据库系统(Barcode of Life Data Systems, BOLD Systems): 于2005年建置, 目的在于配合生命条形码联盟(CBOL)及国际生命条形码组织(iBOL)所推动的国际BOL合作计划, 希能尽速将地球上的所有物种可用来鉴别物种的一小段DNA基因序列, 如动物线粒体中的CO1, 植物叶绿体中的matK及rbcL, 真菌线粒体中的ITS基因片段, 搜集并整合成为可供大家查询使用的数据库。并可利用网页上所提供之分析工具来鉴定种别, 包括过去以传统形态所难以鉴别的不同生活史时期的卵、幼体或近似种、残破的组织、或已被处理加工过的商品等, 可应用在野生动植物的保育与管理, 包括入侵种、濒危种、防疫、病虫害防治、取缔走私及农林渔牧产品或中草药之物种检验等各方面。但所有的条形码均须有完整之采集信息, 含标本照片的存证标本被典藏在可永续经营的博物馆或标本馆

中, 以便后人质疑其鉴种之正确性时予以查验。BOLD现由加拿大Guelph大学负责运维。数据库中除可用种名来查找其条形码, 或贴上自己样本的条形码去比对鉴种外, 还有分子鉴种的方法, 为系统分类学提供了一项崭新的工具。目前已收集14万种动物、5.2万种植物及1.5万种真菌之条形码, 条形码序列共有276万笔。

1.5 海洋保育

海洋保育所(Marine Conservation Institute): 系1996年成立的一个非营利性的全球性组织, 与全球科学家、政府官员、民营组织共同合作致力于海洋的保护与复育工作。工作内容包括利用最新的海洋科技来确认一些重要及脆弱的海洋生态系统, 找出威胁的原因及可行的解决之道。网站内有一些影片介绍如何划设一个新的海洋保护区, 以及与WAITT基金会合作建置另一MPAtlas之全球海洋保护区交互式网页(<http://www.mpatlas.org>)。也利用博客、脸书及推特等来相互讨论与分享信息。

国家地理杂志的海洋网页(National Geographic: The Ocean): 透过精彩的照片及影带来介绍浅海与深海丰富的海洋生物, 以及为何要保护海洋及如何保护海洋, 包含各种水下探勘的忠实记录、海底摄影艺廊、新闻集锦以及海洋倡议等等。

保护地球海洋(Protect Planet Ocean): 是由IUCN倡导成立, 并与UNEP-WCMC共同合作建置的海洋保育网站。内容主要是整理并提供各种与海洋保育有关议题的信息, 如海洋保护区、生态观光、气候变迁、永续财务、网络、权益人参与、沟通、操作、监测、管理计划及渔业等等。也包括全球18个海区的各区域的相关出版品目录, 包括国际自然保护联盟世界保护区委员会(IUCN-WCPA)近年来所出版的与MPA有关的11本专刊。

珊瑚礁库(ReefBase): 系全球珊瑚礁监测网(Global Coral Reef Monitoring Network, GCRMN)及由联合国基金会(UNF)所资助的国际珊瑚礁行动网(International Coral Reef Action Network, ICRAN)的正式网站。其办公室设立在马来西亚檳城的WorldFish Center。网站内容包括所有与珊瑚礁生态有关的知识及珊瑚的分布数据库、GIS之图层、保护区地点、出版品、影像艺廊、实时新闻、相关合作计划、主要议题、简讯、如何提供与分享数据等等。该网站还积极与各国区域性或全球性其他数据

库合作发展一些分析方法与工具, 来研究如何促进珊瑚礁健康的监测, 了解人为因子的影响与渔产及人类生活质量间的关系, 以便支持珊瑚礁利用与经营管理之决策, 特别是支持发展中国家渔业及其环境管理。

大蓝海洋(Sea Around Us Project, SAUP)计划及网站: 是1999年由UBC著名的渔业生物学家Daniel Pauly所建立, 其目的在于搜集整理全球各国专属的经济海域(EEZ)、大海洋生态系统(LMEs)及公海(Far Sea)和其他海域从20世纪50年代开始的渔获统计资料。包括渔产值、渔具、渔法、船旗国以及所有海洋国家与渔业相关的数据, 如政府之补贴政策、海洋保护区、海洋生物多样性等。此数据库持续更新, 免费提供原始数据, 并用于统计分析渔业如何影响全球海洋生态系统及海洋生物多样性, 研究结果除在学术期刊上发表外, 也在媒体上发表一些可视化的科普新闻, 供教育倡导之用。

蓝色任务(Mission Blue): 为席薇亚·厄尔之友会(Sylvia Earle Alliance, SEA)的官方网站, 在她获得2009年TED奖之后所设立。希望能通过网络、媒体、影片、海洋探勘航次、新型的潜水器等各种工具, 来号召大家群策群力保护及复育海洋。最近发起的活动是希望在全球划设50处海洋保护区(Hope Spots), 足以涵盖不同生态系统并连成网络来拯救海洋。网站中可点播席薇亚女士在TED大会的演说以及一些保育影片和宣传数据资料。

除了上述各种数据库外, 还有许多有趣的专门针对某些保育物种或受大家关注的物种所建置的数据库。以鲸鲨为例, 可以从ECOCEAN网站去查到鲸鲨的分布迁徙行为及其他生态信息; 由TOPP(Tagging of Pacific Predators)可查鲸鲨标志放流的洄游路线, 由专门搜集影像的ARKive网站上可欣赏甚多精彩的鲸鲨照片和录像带等。

2 如何利用海洋生物多样性的数据库

建置数据库的目的就如同标本馆中所典藏的标本一样, 应该被充分有效地运用在作研究、写报告、充实教材、从事保育工作以及提供决策者制定更有效的管理政策等方面。以FishBase创办人之一的Rainer Froese于2011年1月在巴黎的一场专题演讲为例: 他指出FishBase有数万笔资料, OBIS有几千万笔, GBIF有几亿笔, 那么这么多的原始分布数

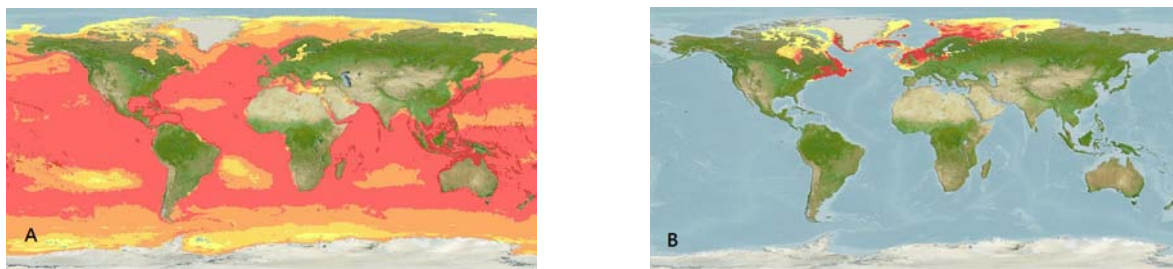


图2 由AquaMaps所汇总出的全球海洋生物物种丰度之地理分布图(A)及在气候变迁下大西洋鳕2050年之分布预测(B)。深红色表示高丰度区域。

Fig. 2 Global species richness map and the 2050 range map for *Gadus morhua* predicted from AquaMaps under climate change. Dark red areas for high species richness.

据能做什么? 有什么用? 其实可以研究探讨的课题很多, 他举出以下几种: (1) 可看物种之全球丰度分布(图2A); (2) 如何划设一个海洋保护区; (3) 制作每一物种全球海域分布图; (4) 显示跨印度太平洋之赤道横截线的鱼种丰度变化; (5) 预测淡水海栉水母如何入侵黑海; (6) 预测未来气候变迁或环境改变后之物种分布(图2B); (7) 应用在气候变迁对海洋生物影响之研究等。

他共分析了AquaMaps中342种海水鱼类的分布图, 并比较了1999年与2050年之全球合适栖地后, 发现到了2050年海水鱼的栖地平均会减少6%; 栖地的改变对软骨鱼(92中的91种)和硬骨鱼(250种)的影响并无显著差异; 栖地改变与物种是低等或高等并无关系; 也与是否为洄游(迁徙)物种或鱼种的最大体长无关; 但栖息于愈深水域愈安全。故推测气候变迁后, 未来的海洋鱼类是输家多于赢家; 深海及底栖鱼类受影响较小; 极地及热带鱼类较温带鱼类受冲击大(Froese, 2011)。

3 台湾的海洋生物多样性数据库的整合及两岸合作与国际接轨

台湾面积虽小, 大约只占了全球陆地面积的万分之一, 但台湾海洋生物的种类却高达全球物种的十分之一。根据台湾物种名录(TaiCOL, <http://col.taibif.tw>)与WoRMS数据库之比对结果, 台湾海域应拥有约12,000种以上的海洋生物, 若考虑到海岸线长度、领海面积及纬度跨幅(仅3.4度), 相较于号称全球之冠的日本及澳洲的33,000种也毫不逊色。

台湾目前虽无海洋生物多样性专属或整合性

的数据库, 但有不少海洋生物的数据分散在不同生物类群的数据库中, 如鱼类、贝类、藻类、甲壳类、植物、真菌等的数据库中。2001年起在数字典藏科技计划之资助下, 上述数据库之内容大幅充实, 许多博物馆或研究机构典藏之物种标本或分布资料乃得以开始做跨类群间之整合, 并可在拓展台湾数字典藏网站(<http://content.teldap.tw>)中搜寻。2002年起为实施《生物多样性推动方案》, 在科技部门和农业部门的资助下, 已由“中研院”完成TaiBNET(又名TaiCOL)之建置与整合, 迄今已登录有57,000以上本土物种, 其中有超过12,000种为海洋生物; 而标本及生态分布、生物志、文献、图片影像等数据, 则已整合在台湾生物多样性信息机构(TaiBIF)之GBIF台湾入口网(<http://taibif.org.tw>), 目前已有250万笔以上的生态分布资料、50万笔标本数据、上万笔生物志资料等。在农业部门的资助下, 分别自2004年及2011年起开始进行台湾野生生物之冷冻遗传物质典藏及生命条形码数据库(TaiBOL)及台湾生命大百科(TaiEOL)之建置。目前TaiBOL亦已典藏约3,000种、10,000件以上之组织标本, TaiEOL已有1.3万种的物种网页可在网上查询。上述数据库之建置及整合在台湾方面所采用的方法及工具大多依循GBIF所陆续发展及采用的DWC、DiGIR、TAPIR及IPT2等工具; 并采取与CoL、BOLD, 以及EOL等全球数据库相同的内容及格式, 而分别由对应之TaiBIF、TaiCOL、TaiBOL及TaiEOL等台湾本土数据库与其合作接轨。在海洋生物方面亦与WoRMS及OBIS合作交换数据。此外我们也负责将IUCN-ISSG之GISD及FishBase等翻译为中文(邵广昭等, 2010)。

中国大陆目前亦无海洋生物多样性专属或整合性的数据库。海洋生物资料目前均被整合在 GBIF-China、CoL China、BOL.China、EOL-China 等包含陆海域生物的生物多样性网站中。目前“中研院”正积极与中科院合作，希能逐步完成海峡两岸物种名录、标本数据、种质及学术名词中译对照等数据库之交流及整合，提供繁体、简体字及英文3种文字，服务华人社会(图3)。2010年起开始推动，植物标本数据已整合，名录合并工作系以鱼类优先测试，生物多样性学术名词则已建立约一千多条两岸中译名的对照，可在网站上查询(<http://term.biodiv.tw>)。希望未来海洋生物的资料可由物种学名及GIS之点位或区位数据，而与环境因子数据库、渔业、种质资源或菌种数据库，乃至未来的海洋科学数据库相互合作交换数据。

4 数据库发展的未来趋势

生物多样性数据的搜集、整合、查询及利用的未来趋势，是在当研究报告发表时即已悉数被各大数据库自动收录。譬如新种描述的文章在数字出版时，其中属于生物名称的段落即已自动被动物库(ZooBank)所收录，物种描述被EOL所收录，图片被

形态图库(MorphBank)收录，地理分布数据则会被GBIF所收录(图4)。此外，为鼓励科学家愿意将其调查研究的原始数据公开，目前一些学术期刊如PenSoft公司旗下的*Phytokeys*、*MycoKeys*、*Zookeys*、*BioRisks*、*Nature Conservancy* (Lyubomir, 2012)，日本的*Ecological Research*，乃至今年5月由Nature

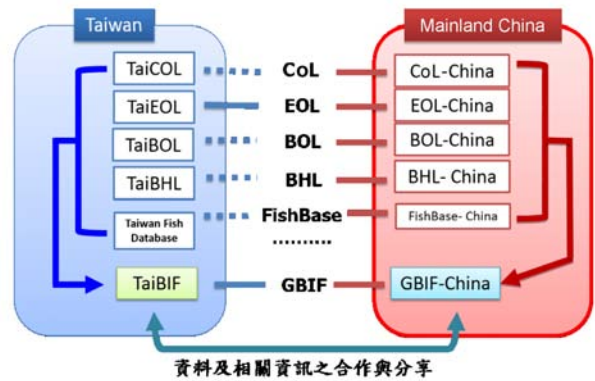


图3 海峡两岸生物多样性信息合作并与国际接轨(虚线表示未签约, 实线表示已正式签约)
Fig. 3 The collaboration of cross-strait biodiversity database integration and their link to global databases. Dotted line means no official signature; solid line means Memorandum of Understanding had been signed.

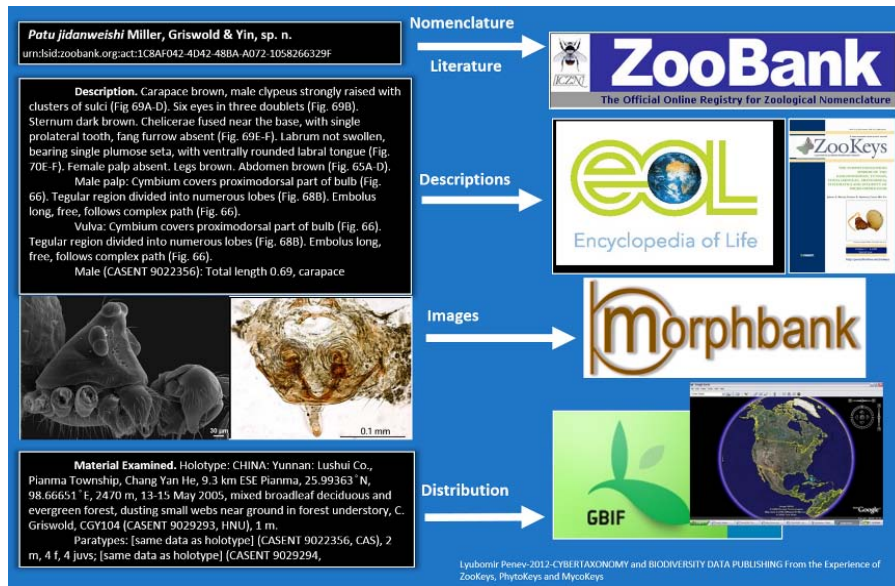


图4 以新的信息技术整合传统系统分类学乃未来的趋势，示例新种描述的文章在数字出版时，不同性质的数据会自动存入各大数据库中(Lyubomir提供, 2012)

Fig. 5 Applying new information technology in traditional systematics will be the future trend. For example, different parts of new species description paper will be deposited into different databases automatically (provided by Lyubomir, 2012).

Publishing Group所出版的*Scientific Data*的在线公开的学术期刊等均已开始接受并出版数据论文(data paper)。所谓的数据paper是指出版以公开分享及提供详细元数据(metadata)及原始资料为主,不需要做任何研究分析及推论的报告。为能加速数据的流通、被发现、被再利用并让数据提供者能获得应有的成绩与肯定, Thomson Reuters公司也已推出数据引用指数(Data Citation Index, DCI)之整合与知识网络平台。另外, 由于网络上数据的种类已呈巨量成长, Google等搜索引擎固然能提供快速的查询服务, 但查询的过程仍然费时费力。链接开放数据(Linked Open Data, LOD)之技术能够通过语意网及数据互链的加乘效果来加速数据的被发现、再使用并减少冗余, 更能显出数据的价值。因此LOD所需要的数据本身格式的标准化, 以及开放数据的政策应是未来数据库发展的趋势。

参考文献

- Ausubel JH, Crist DT, Waggoner PE (2010) *First Census of Marine Life 2010: Highlights of a Decade of Discovery*. Census of Marine Life, Washington, DC.
- Dudley N, Stolton S, Belokurov A, Krueger L, Lopoukhine N, MacKinnon K, Sandwith T, Sekhran N (2010) *Natural Solutions: Protected Areas Helping People Cope with Climate Change*. IUCN-WCPA, TNC, UNDP, WCS, The World Bank and WWF, Gland, Switzerland, Washington, DC and New York, USA.
- Froese R (2011) *Winners and Losers in the Future Ocean: Insights from Millions of Samples*. Invited presentation at the EDIT Symposium, Paris, France (2011/01/18). <http://www.aquamaps.org/main/home.php>
- Kaschner K, Rius-Barile J, Kesner-Reyes K, Garilao C, Kulander SO, Rees T, Froese R (2013) *AquaMaps: Predicted Range Maps for Aquatic Species*. Worldwide web electronic publication, www.aquamaps.org/, Version 08/2013.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD) (2010) *Global Biodiversity Outlook 3*. Convention on Biological Diversity, Montréal.
- Shao KT (邵广昭) (2011) Ten years accomplishment of Census of Marine Life. *Biodiversity Science* (生物多样性), **19**, 627–634. (in Chinese with English abstract)
- Shao KT (邵广昭), Lai KC (赖昆祺), Lin YC (林永昌), Ko CJ (柯智仁), Lee H (李瀚), Hung LY (洪铃雅), Chen YC (陈岳智), Chen LS (陈丽西) (2010) The experience and strategy of integration of biodiversity information in Taiwan. *Biodiversity Science* (生物多样性), **18**, 444–453. (in Chinese with English abstract)
- The Fish Film Company (2009) *The End of the Line* (鱼线的尽头). A Documentary Film. <http://endoftheline.com> (2013/12/30).
- Worm B, Barbier EB, Beaumont N, Duffy JE, Folke C, Halpern BS, Jackson JBC, Lotze HK, Micheli F, Palumbi SR, Sala E, Selkoe KA, Stachowicz JJ, Watson R (2006) Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, **314**, 787–790.

(责任编辑: 马克平 责任编辑: 周玉荣)