

生物多样性国际研究态势分析

王雪梅^{1,2,*}, 曲建升¹, 李延梅¹, 张志强¹

(1. 中国科学院国家科学图书馆兰州分馆/中国科学院资源环境科学信息中心, 兰州 730000;

2. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 兰州 730000)

摘要: 生物多样性研究是综合性和高度交叉性的跨学科研究领域, 是 1997 年底 Science 周刊上预测的 1998 年及近期的 6 个重大科学热点之一。检索 1986—2008 年间 SCIE 文献数据库中关于生物多样性的研究论文 (article, proceedings paper 和 review), 利用 Thomson Data Analyzer (TDA) 分析工具和 Aureka 分析平台进行数据挖掘。分析表明, 该研究涉及多个学科领域, 近年来在生态学领域的论文数量增加最多, 而生物多样性保护、进化生物学、生物化学与分子生物学方面的论文增长速度较快。生物多样性研究越来越重视全球变化和人类对生物多样性的影响, DNA 技术和基因工程等先进技术在生物多样性研究和保护中的作用也更加突出。

关键词: 生物多样性; 生态; 物种; 全球变化; 文献计量分析

Analysis on situation and tendency of international biodiversity research

WANG Xuemei^{1,2,*}, QU Jiansheng¹, LI Yanmei¹, ZHANG Zhiqiang¹

1 Lanzhou Branch of the National Science Library, Scientific Information Center for Resources and Environment, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China

2 Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute (CAREERI), Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China

Abstract: Study on the biodiversity is a comprehensive and interdisciplinary subject. By the end of 1997, the Science Magazine made a prediction about that Biodiversity would be one of the six research hotspots in 1998 and in the near future. Research papers on biodiversity during 1986 to 2008, which included articles, proceedings papers, and reviews, were retrieved from Science Citation Index Expanded (SCIE) database. The hotspots and development trends of the biodiversity research were extracted based on data mining by using the Thomson Data Analyzer (TDA) and Aureka analysis platform of Thomson Reuters Company. The results indicated that biodiversity research involved many interrelated fields, such as ecology, environmental science, botany, biodiversity conservation, genetics, marine and freshwater biology, microbiology, agronomy, and so on. Among these fields, biodiversity conservation, genetics, biochemistry and molecular biology had shown relatively fast increase in paper number. The International biodiversity research paid more and more attentions on microsatellites, AFLP, and biogeography. Its hotspots mainly focused on plant diversity development, biodiversity conservation, species richness, genetic diversity, sustainable management, climatic change, forest, soil, ecosystem, etc. The international biodiversity research focused more on the interaction between human society and biodiversity. In addition, the advanced technologies, such as DNA technology and genetic engineering, played a more prominent role in research and conservation of biodiversity.

Key Words: biodiversity; ecology; species; global change; bibliometrical analysis

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40701133); 中国科学院知识创新工程重要方向资助项目 (KZCX2-YW-501); 中国科学院西部行动计划 (二期) 资助项目 (KZCX2-XB2-09)

收稿日期: 2009-01-16; 修订日期: 2009-03-25

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wxm@lzb.ac.cn.

生物多样性(Biodiversity)一词在1986年提出,是Biological diversity的简称,最早指对地球上所有植物、动物、真菌及微生物物种种类的清查,随后,其范畴逐步扩展到地球上生命世界的所有层面,包括所有物种、物种的遗传及其变异,以及由物种和环境相互作用的群落与生态系统。可以理解为,生物多样性是指各种生命形式的资源^[1-2]。生物多样性通常包括基因多样性(或遗传多样性)、物种多样性和生态系统多样性3个基本组织层次。近年来,一些学者还提出了景观多样性,作为生物多样性的第4个层次^[3]。

生物多样性与人类的生活和福利密切相关,它不仅给人类提供了丰富的食物、药物资源,而且在保持水土、调节气候、维持自然平衡等方面起着不可替代的作用。但由于人类活动的加剧,物种灭绝的速度不断加快。在过去的2亿年中,自然界每27a就有一种植物物种从地球上消失,每世纪有90多种脊椎动物灭绝;而在过去几百年中,人类造成的物种灭绝速度比地球历史上的参照速度增长了1000倍还多。无法再现的基因、物种和生态系统正以人类历史上前所未有的速度消失^[4-6]。

生物圈是一个相互关联的功能整体,生物物种分布和迁徙不受国界的限制,局部的生物多样性变化将影响到整个生物圈,而且生物多样性也正在受到气候变化等全球性的环境问题和人类活动的影响,生物多样性保护成为一项全球性的任务。2002年召开的《生物多样性公约》第六次缔约方大会,确定“到2010年大幅度降低生物多样性丧失的速度”^[7]。许多国际组织和国家对生物多样性及其相关问题进行了研究,并编制了与生物多样性相关的法规、战略计划,采取了许多保护生物多样性的行动。国际生物多样性研究计划(DIVERSITAS)对全球生物多样性变化和丧失引起的复杂科学问题进行了研究,并通过将自然科学和社会科学的各学科领域科学家联合起来,对全球关注、跨国家、跨区域的生物多样性问题开展了长期、持续的科学研究^[8]。世界自然保护联盟(The World Conservation Union, IUCN)2008年在世界自然保护联盟大会上发布《塑造可持续的未来:IUCN 2009—2012年计划》^[9]。此外,一些国家的基金组织还发起了一些全球性的生物多样性计划,比如“国际海洋生物普查计划(Census of Marine Life, CoML)”、“生命之树计划(Tree of Life, TOL)”、“国际生命条码计划(iBOL)”等^[10]。国际上生物多样性研究经过30余年的发展,建立了相对系统的学科体系、密切联系的研究框架和覆盖庞大的监测网络,有关生物多样性的研究能力不断提升,科学认识也不断发展。

文献计量学是借助文献的各种特征的数量,采用数学与统计学方法来描述、评价和预测科学技术的现状与发展趋势的图书情报学分支学科^[11]。20世纪90年代初开始,国际上发表了大量生物多样性方面的科研文献。美国科学信息研究所的科学引文索引扩展版(SCIE)数据库收录了世界各学科领域内最优秀的科技期刊,其收录的论文能在一定程度上及时反映科学前沿的发展动态。检索1986—2008年间SCIE中关于生物多样性研究的国际论文,利用美国Thomson科技公司开发的Thomson Data Analyzer(TDA)分析工具和Aureka分析平台对文献进行数据挖掘,对国际生物多样性研究的热点与发展态势进行分析。

1 数据来源和分析工具

在SCIE文献数据库(<http://apps.isiknowledge.com>),以“biodiversity”OR“biological diversity”OR“species diversity”OR“genetic diversity”OR“ecosystem diversity”OR“landscape diversity”为主题词,检索1986—2008年article/proceedings paper/review类型的文章,得到关于生物多样性研究的论文共48 746篇(数据库更新时间:2008-11-22)。主要利用美国Thomson公司开发的Thomson Data Analyzer(TDA)分析工具进行文献数据挖掘和分析。

2 国际生物多样性研究论文的总体概况

SCIE索引的生物多样性研究国际论文共48 746篇,其中article占86%,proceedings paper占8%,review占6%。这些文章中,97.3%是英文文章,其他2.7%为法文、西班牙文、俄文、葡萄牙文、德文、中文、日语等。

从图1可见,从1990年到2007年,关于生物多样性研究的国际论文逐年增加(2008年的数据为截至2008年11月22日的论文收录数量)。其中,1995—2005年发表的论文被大量引用,这11a间的总被引频次占全部被引频次的80.3%。2000年发表的2411篇文章,至今共被引用了65913次。

图 2 显示的是生物多样性研究论文的年篇均引用次数和各年 h 指数^[12]。1990—2000 年间,各年论文的篇均引用次数都大于 26 次。1993 年发表论文的篇均引用次数最高,为 39.49 次/篇。 h 指数表示有 n 篇论文被引用了至少 n 次。1997—2002 年的 h 指数都在 90 以上,表明这些年每年都有 90 篇论文被引用了至少 90 次,即 SCIE 索引的生物多样性研究高被引论文主要集中在该时间段。

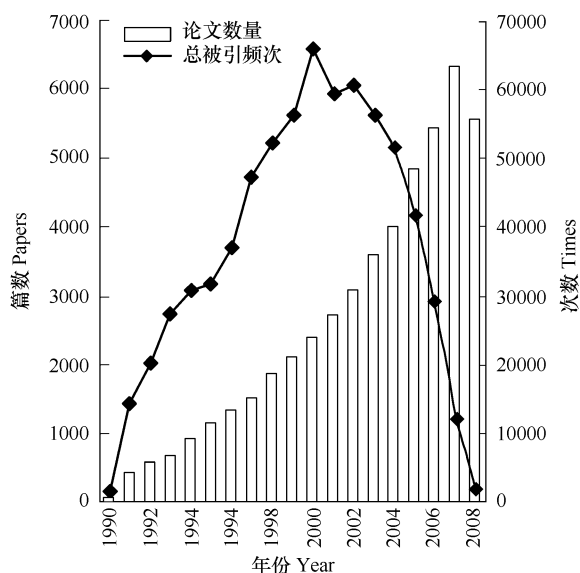


图 1 生物多样性研究 SCIE 索引的论文数和总被引频次的年度分布

Fig. 1 Number of papers and total of cited times for biodiversity research by year (SCIE Index)

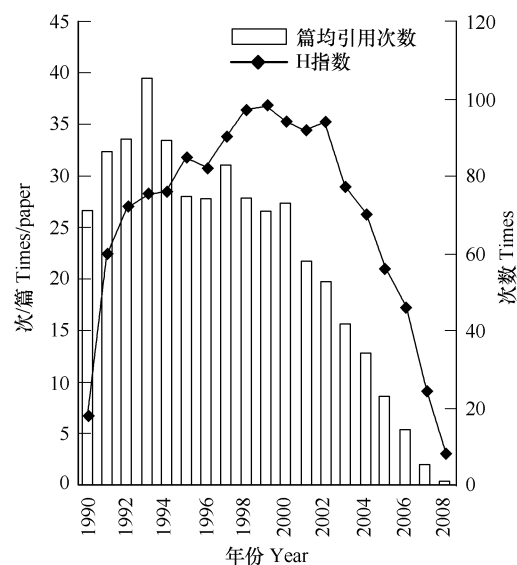


图 2 生物多样性研究 SCIE 索引论文的篇均引用次数和 h 指数的年度分布

Fig. 2 Cited times per paper and h -index of the biodiversity research by year (SCIE Index)

1990—2008 年间,发文较多的国家依次为:美国、英国、法国、加拿大、德国、澳大利亚、西班牙、中国、意大利、巴西等。发文较多的机构依次为:中国科学院、法国农业科学研究院、美国加州大学戴维斯分校、俄罗斯科学院、美国农业部农业研究局、美国威斯康辛大学、西班牙高等科研理事会、美国佐治亚大学、瑞典农业科技大学、英国牛津大学等。

这些文章主要分布在生态学、环境科学、植物学、生物多样性保护、遗传学、海洋与淡水生物、进化生物学、微生物学、农学、生物化学与分子生物学等学科领域。

发表该领域论文较多的期刊有: *Biodiversity and Conservation*、*Molecular Ecology*、*Biological Conservation*、*Conservation Biology*、*Forest Ecology and Management*、*Theoretical and Applied Genetics*、*Genetic Resources and Crop Evolution*、*Ecology*、*Hydrobiologia*、*Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 等。

3 国际发展态势分析

为了解过去近 20a 间国际生物多样性研究的总体发展态势,选取 1992、2000、2008 年发表的论文进行数据挖掘,从中获得国际生物多样性领域的研究力量分布、国际合作、学科领域和研究热点等信息。

3.1 国际生物多样性研究的主要国家和国际重要机构

按第一著者国家统计,这 3a 里被 SCIE 收录生物多样性研究论文较多的前 10 个国家包括美国、英国、法国、加拿大、澳大利亚、中国、德国、西班牙、巴西和意大利(按照 3a 的累计发文量排名)(图 3)。2000、2008 年与 1992 年相比,各国家的发文量都明显增长。从 2000 年到 2008 年,中国的发文量增长较快,1992 年中国的发文量排名第 20 位,2000 年排名第 13 位,2008 年已经跃居第 3 位(2008 年排在前 3 位的国家分别是美国、英国和中国)。

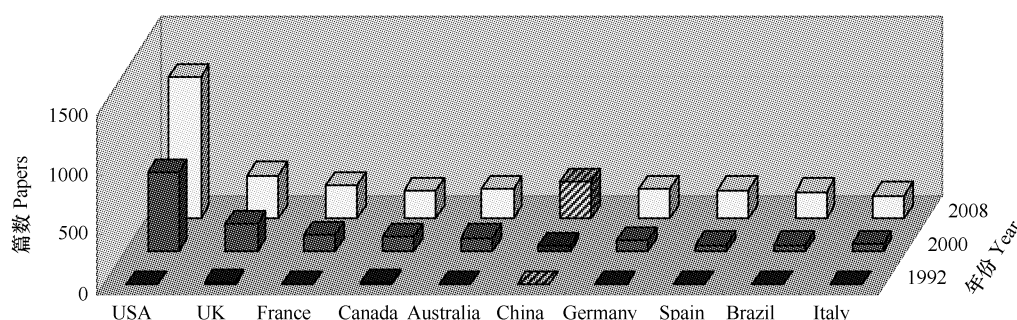


图3 SCIE 索引 1992/2000/2008 年对生物多样性研究较多的国家(按第一著者国家统计)

Fig. 3 International distribution of biodiversity research papers by 1992, 2000, 2008 (SCIE index, by first author affiliation)

通过研究国家之间的合作发现:1992 年,各国间合作完成论文的情况比较少,即使合作也仅限于 2、3 个国家之间(表 1);2000 年和 2008 年,跨国合作明显增多,并且从几个国家间的合作向数十个国家间的合作发展,单个机构和 1 位作者的文章比例明显下降,有的文章甚至由上百位作者合作完成,生物多样性研究呈现出科研全球化趋势。美国与英国、加拿大、德国、澳大利亚、法国等国家间的合作比较多,2008 年巴西和墨西哥与美国的合作有所增加;英国与美国、德国、法国、西班牙、荷兰等国家间的合作比较多,2008 年与南非的合作增长较快;中国主要与美国、英国、日本、澳大利亚、加拿大等国家合作。

按第一著者机构统计,这 3a 里(因为 1992 年文章数量少,所以 2000 年和 2008 年的文章数贡献率大)被 SCIE 收录生物多样性研究论文较多的前 10 个机构有:中国科学院、俄罗斯科学院、法国农业科学研究院、美国加州大学戴维斯分校、芬兰赫尔辛基大学、西班牙高等科研理事会、瑞典农业科技大学、美国加州大学伯克利分校、美国华盛顿大学、美国佐治亚大学等。从全部著者机构看,2008 年与 2000 年相比较合作论文数增长较明显的机构有:中国科学院、美国加州大学戴维斯分校、西班牙高等科研理事会、芬兰赫尔辛基大学等。

3.2 国际研究热点发展态势分析

从论文的学科领域分布来看,生态学、环境科学、植物学、生物多样性保护、遗传学、海洋与淡水生物学、微生物学、进化生物学、农学、生物化学与分子生物学等领域有关生物多样性的研究论文的绝对数量都在增加。其中,生态学领域关于生物多样性研究的论文增长趋势最明显。不同年代,各学科领域所占比例有所变化,从比例较高的前 10 个学科领域来看:生物多样性保护、进化生物学、生物化学与分子生物学的比例在 2000 年和 2008 年都呈增长趋势(图 4)。

从不同年份文章关键词数量的变化可以看出(表 2),生物多样性、基因多样性和生物保护方面的研究一直是国际生物多样性研究的核心内容。

2000 年与 1992 年相比较,随机扩增多态性 DNA(Randomly Amplified Polymorphic DNA, RAPD)、物种丰度、微尺度、异型酶、物种多样性、进化史、干扰、分类、扩增片段长度多态性(amplified fragment length polymorphism, AFLP)、生物地理、群体遗传学、线粒体 DNA 等方面的研究增长较为明显。

2008 年与 2000 年相比较,微尺度、AFLP、生物地理等方面的研究更受关注,另外,气候变化、亲缘地理、种族结构、入侵物种、基因分型、扩散、生态系统服务等也是国际研究关注的热点。

利用美国 Thomson 公司的 Aureka 分析平台,生成论文标题词地图(图 5),从图中可以发现,海拔高的区域显示的是国际生物多样性的研究热点,主要集中在植物多样性开发、生物多样性保护、物种丰度、基因多样

表 1 生物多样性研究国家间合作发文情况

Table 1 The international cooperation status of biodiversity research

合作国家数 The number of Cooperation countries	所占比例 proportion/%		
	1992	2000	2008
2	3.3	18.2	23.9
3	0.3	3.9	6.7
4—10	0.0	2.2	3.8
20 以上	0.0	0.1	0.2

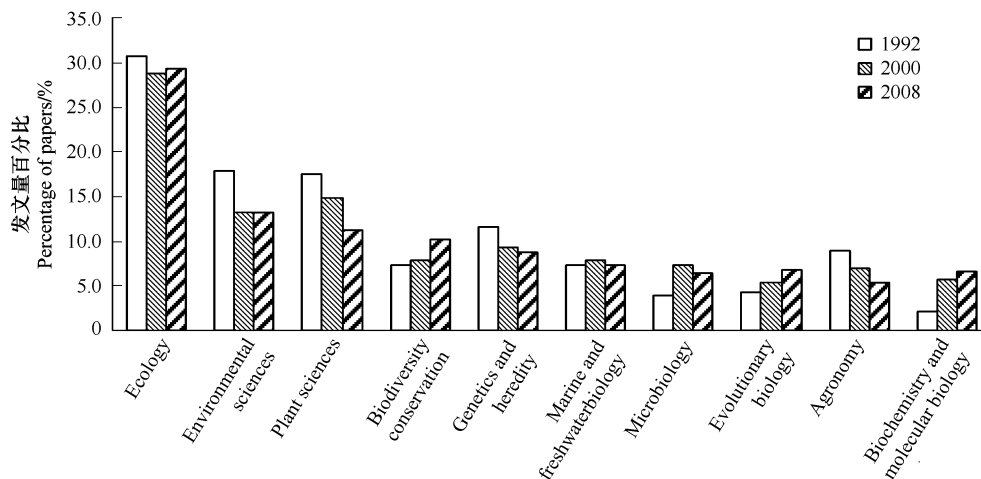


图4 生物多样性研究 Top10 学科领域的发文量百分比

Fig. 4 Percentage of papers for biodiversity research by subject category

性、可持续管理、气候变化、森林、土壤、生态系统等方面。国际生物多样性研究越来越重视人类社会与生物多样性的相互作用和可持续管理,DNA 技术和基因工程等先进技术在生物多样性研究和保护中的作用日益突出。

表2 国际生物多样性研究关键词的年际变化

Table 2 Interannual changes of the keywords for biodiversity research

2000 年与 1992 年相比 增长较快的关键词 Keywords which increased fast in 2000 compared with 1992	增加次数 Increased number	2008 年与 2000 年相比 增长较快的关键词 Keywords which increased fast in 2008 compared with 2000	增加次数 Increased number
Biodiversity	242	Biodiversity	295
Genetic diversity	158	Genetic diversity	275
Conservation	72	Microsatellites	191
RAPD	55	Conservation	123
Species richness	48	Climate change	87
Microsatellites	40	AFLP	75
Allozymes	39	Species richness	70
Species diversity	38	Phylogeography	61
Phylogeny	31	Biogeography	56
Disturbance	28	Population structure	50
Taxonomy	24	Invasive species	49
AFLP	23	Genotyping	47
Biogeography	22	Biodiversity conservation	43
Population genetics	21	Dispersal	42
Mitochondrial DNA	20	Ecosystem services	42

3.3 生物多样性研究国际高被引论文

1986—2008 年关于生物多样性研究论文中有 226 篇文章至少被引用了 226 次,即 h 指数为 226。目前被引次数最高的文章是关于分子遗传多样性研究的,其次是研究生物多样性保护的热点地区、食物链复杂性、物种多样性、人类对地球生态系统的影响、物种丰富度、生境空间结构、环境污染等方面的论文,其中被引次数最高的前 10 篇论文见表 3。

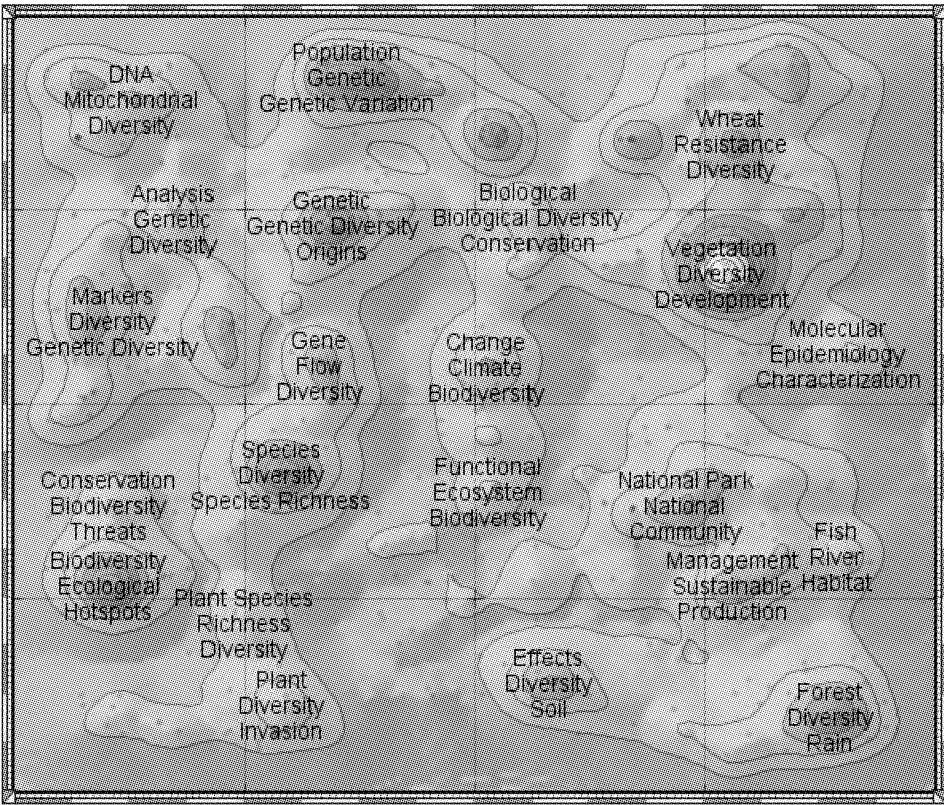


图 5 国际生物多样性研究论文的标题词地图

Fig. 5 Title words and phrases map for biodiversity research

表 3 1986—2008 年被引次数最多的前 10 篇论文

Table 3 Top10 cited papers of biodiversity research published during 1986 and 2008

论文标题 Paper title	被引次数 Times cited
Profiling of complex microbial populations by denaturing gradient gel electrophoresis analysis of polymerase chain reaction-amplified genes coding for 16S rRNA	2492
Molecular portraits of human breast tumours	2239
Biodiversity hotspots for conservation priorities	2189
Food web complexity and species diversity	2166
Human domination of Earth's ecosystems	1436
General hypothesis of species-diversity	1349
The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters	1272
Some genetic consequences of ice ages, and their role in divergence and speciation	1056
On bird species-diversity	1033
Human alteration of the global nitrogen cycle: Sources and consequences	1031

2008 年被引用较多的论文表现出新的趋势特征(表 4),主要体现在更多从全球角度来研究生物多样性问题,关注人类与生物多样性的相互作用,除基因的多样性研究外,还重视海洋生物多样性研究和气候变化对生物多样性的影响。

4 结论

对科研论文进行数据挖掘,发现国际生物多样性研究具有以下特征和规律:

(1)美国、英国、法国、加拿大、德国、澳大利亚、西班牙、中国、意大利、巴西等国家对生物多样性开展了较多研究,国际合作的论文数日益增多。2000 年以来中国的发文量长势明显。

表 4 2008 年被引次数最多的前 10 篇论文

Table 4 Top10 cited papers of biodiversity research published in 2008

论文标题 Paper title	被引次数 Times cited
Worldwide human relationships inferred from genome-wide patterns of variation	44
A global map of human impact on marine ecosystems	33
Founding events in species invasions: genetic variation, adaptive evolution, and the role of multiple introductions	24
Population snapshot of emergent streptococcus pneumoniae serotype 19A in the United States, 2005	24
Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon	22
Mechanism of homologous recombination from the RecA-ssDNA/dsDNA structures	17
DNA barcoding the floras of biodiversity hotspots	17
Global change and the ecology of cities	17
Keeping up with a warming world; assessing the rate of adaptation to climate change	16
Exponential decline of deep-sea ecosystem functioning linked to benthic biodiversity loss	15

(2) 主要研究机构有中国科学院、法国农业科学研究院、美国加州大学戴维斯分校、俄罗斯科学院、美国农业部农业研究局、美国威斯康辛大学、西班牙高等科研理事会、美国佐治亚大学、瑞典农业科技大学、英国牛津大学等。

(3) 生物多样性研究的领域涉及生态学、环境科学、植物学、生物多样性保护、遗传学、海洋与淡水生物等学科。其中,生态学领域的论文数量增长最多,而生物多样性保护、进化生物学、生物化学与分子生物学的增长速度较快。

(4) 2000 年与 1992 年的论文关键词相比较,RAPD、物种丰度、微尺度、异型酶、物种多样性、进化史、干扰、分类、AFLP、生物地理、群体遗传学、线粒体 DNA 等增长较为明显。

2008 年与 2000 年的论文关键词相比较,除对微尺度、AFLP、生物地理等方面的研究更加关注外,气候变化、亲缘地理、种族结构、入侵物种、基因分型、物种分布、生态系统服务等也是增长的热点。

(5) 从标题词地图看,国际研究热点主要集中在植物多样性开发、生物多样性保护、物种丰度、基因多样性、可持续管理、气候变化、森林、土壤、生态系统等方面。

(6) 国际影响力较大的生物多样性研究论文主要是关于分子遗传多样性、生物多样性保护热点区域、食物链、物种多样性、人类社会影响、物种丰富度等方面的研究。近年来,国际生物多样性研究越来越重视全球变化和人类社会对生物多样性的影响,先进技术在生物多样性研究和保护中的作用日益突出。

通过国际生物多样性研究计划和规划、国际研究论文的文献计量学分析,可以了解到当前生物多样性研究仍然是一项前沿热点研究领域,而且随着人类社会对自然资源可持续利用需求的增强,有关生物多样性的工作将更为重要。我国除继续加强生物多样性研究的国家顶层设计和部署、紧跟并努力超越国际前沿研究成果、加大对生物多样性研究人才和设施等基础性投入外,还应该加强对有关生物资源的可持续利用、转基因生物安全与风险评估、气候变化对生物多样性的影响、生物能源开发对生物多样性的影响等方面的研究。

References:

- [1] Raven P H. Nature and Human Society: The Quest for a Sustainable World. Proceedings of the 1997 Forum on Biodiversity. National Academy Press, 2000.
- [2] Chen L Z, Ma K P. Biodiversity Science: Principles and Practice. Shanghai: Shanghai Science & Technology Press, 2001.
- [3] Ma K P. Try to discuss the concept of biological diversity. Biodiversity Science, 1993, 1(1): 20-22.
- [4] UNEP-WCMC. Biodiversity and Poverty Reduction. The importance of biodiversity for ecosystem services. 2007. <http://www.unep-wcmc.org/latenews/Biodiversity%20and%20Poverty%20Reduction%20UNEP-WCMC.pdf>.
- [5] Walter V R, Harold A M, Angela C, Doris C, Stephen R C, Kanchan C, Partha D, Thomas D, Anantha K D, Rashid H, Roger K, Rik L, Robert M M, Tony A J M, Prabhu P, Cristián S, Robert S, Robert T W, AH Zakri, Zhao S D, Neville J A, Elena B, Pushpam K, Marcus J L,

- Ciara R H, Henk S, Jillian T, Monika B Z. Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-being. Washington DC: Synthesis Island Press, 2005.
- [6] Biodiversity Committee of Chinese Academy of Sciences. Principles and Methodologies of Biodiversity Studies. Beijing: China Science and Technology of Publishing House, 1994.
- [7] Ministry of environmental protection of the People's Republic of China. The sixth Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity (CBD/COP6): overview and recommended. 2002. <http://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-06/information/cop-06-inf-13-en.doc>.
- [8] DIVERSITAS-an international programme of biodiversity science. <http://www.diversitas-international.org/>.
- [9] IUCN. The IUCN Programme 2009-2012-Shaping a Sustainable Future. 2008. http://cmsdata.iucn.org/downloads/iucn_programme_2009_2012_dfc.pdf.
- [10] Li Y M, Niu D, Zhang Z Q, Qu J S. Review of international scientific programmes and frontiers of biodiversity research. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(4): 2115-2123.
- [11] Pang J A. Scientometrics Research Methodology. Beijing: Science and Technology Literature Publishing House, 2002:123-125.
- [12] Hirsch J E. An index to quantify an individual's scientific research output. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2005, 102(46): 16569-16572.

参考文献:

- [2] 陈灵芝,马克平主编. 生物多样性科学:原理与实践. 上海:上海科学技术出版社, 2001.
- [3] 马克平. 试论生物多样性的概念. 生物多样性,1993,1(1):20-22.
- [6] 中国科学院生物多样性委员会. 生物多样性研究的原理与方法. 北京:中国科学技术出版社,1994.
- [10] 李延梅,牛栋,张志强,曲建升. 国家生物多样性研究科学计划与热点述评. 生态学报, 2009, 29(4): 2115-2123.
- [11] 庞景安. 科学计量研究方法论. 北京:科学技术文献出版社,2002:123-125.