

DOI: 10. 3969/j. issn. 1000-3142. 2013. 05. 024

杨华, 舒斌, 黄映国, 等. 近十年的国际植被物候研究文献发展态势分析 [J]. 广西植物, 2013, 33 (5): 717-722

Yang H, Shu B, Huang YG, et al. Bibliometrical analysis of research advances on international vegetation phenology [J]. *Guihaia*, 2013, 33 (5): 717-722

近十年的国际植被物候研究文献发展态势分析

杨 华¹, 舒 斌², 黄映国¹, 鲜骏仁^{3*}

(1. 四川农业大学 图书馆, 成都 611130; 2. 四川省宣汉县庙安乡林业管理站, 四川 宣汉 636150; 3. 四川农业大学 资源环境学院, 成都 611130)

摘 要: 基于 Web of Science 数据库的检索结果, 利用 Histcite、Bibexcel 和 Netdraw 对国际植被物候研究文献进行计量分析。结果表明: 1 060 篇相关文献刊载于 288 种期刊, 平均载文 3. 68 篇; 共分 33 个研究方向; 3 380 位作者 (第一作者 904 位)、69 个国家或地区、1 172 个组织参与; 国际合作发文 310 篇, 占比 29. 25%; 其中中美合作居第一 (19 次)。分析还表明: 2002~2007 年是该领域重要发展期; 国际植被物候研究热点主要集中在基于气候 (climate) 物候的田间局地观测和基于遥感 (remote sensing) 的大尺度物候研究。

关键词: 植被物候; 文献计量; 发展态势; 被引用频次; Web of Science 数据库

中图分类号: Q948. 15; G353 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142 (2013) 05-0717-06

Bibliometrical analysis of research advances on international vegetation phenology

YANG Hua¹, SHU Bin², HUANG Ying-Guo¹, XIAN Jun-Ren^{3*}

(1. Library, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China; 2. Miao'an County Administration Station of Forestry, Xuanhan 636150, China; 3. College of Resources and Environment, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China)

Abstract: Based on the searching of Web of Science Database, the research status and trends of vegetation phenology were studied by analyzing the publication years, journals of SCI articles, and hot keywords with the method of bibliometrical analysis. Meanwhile, Histcite, Bibexcel and Netdraw were used to study the development of the international vegetation phenology from a brand-new angle. The results were as follows: 1 060 articles were published in 288 journals, averaged 3. 68 papers per journal, focused on 33 research directions. There were 3 380 authors (the first were 904), 69 countries or regions and 1 172 organizations participated in vegetation phenology research. 310 published articles had been finished by international co-operation (29. 25% of the cooperation), and the major was cooperated by Sino-US (19). The analysis also showed that the important period of international vegetation phenology research was about six years from 2002 to 2007. The international vegetation phenology research focused on two independent methods, which were based field observations (esp. plant phenology response to climate change) and remote sensing (regional plant phenology change with NDVI or MODIS).

Key words: vegetation phenology; bibliometric analysis; LCS; development; Web of Science Database

植物物候变化在确定植物如何响应区域气候和气候变化方面, 被公认是最敏感、最易于观测和理

想的重要感应器, 是全球变化最好的指示剂 (Ahas, 1999; Myneni *et al.*, 1997; Schwartz, 1998; Crick

收稿日期: 2013-02-20 修回日期: 2013-05-14

基金项目: 国家自然科学基金 (31270650); 四川省教育厅项目 (11ZA291)

作者简介: 杨华 (1974-), 女, 重庆丰都人, 硕士, 馆员, 从事图书情报方面的研究, (E-mail) yuyanghua@126. com.

* 通讯作者: 鲜骏仁, 博士, 副教授, 主要从事森林生态与全球变化生态学, (E-mail) xianjr@126. com.

& Sparks, 1999; Parmesan *et al.*, 1999; Thomas & Lennon, 1999)。植被物候研究不仅有助于增进植被对气候变化响应的理解,对提高气候-植被之间物质与能量交换的模拟精度、准确评估植被生产力与全球碳收支亦具有重要意义(李荣平等, 2006)。以地面观测为主的植物个体水平(Caffarra & Donnelly, 2011; Shen *et al.*, 2011), 遥感技术支持下的生态系统尺度(Zhang *et al.*, 2003; Butt *et al.*, 2011) 以及进行未来预测为目的的物候模型(Kaduk & Los, 2011) 等研究表明近几十年里植被物候发生了变化。植被物候研究正在成为全球变化的一个新的热点领域, 并成为国际关注的焦点(裴顺祥等, 2009; 方修琦等, 2002; 刘景利等, 2007; 李荣平等, 2006)。近年来, 虽然相关领域已有不少总结性文献发表(武永峰等, 2008; 裴顺祥等, 2009; 李明等, 2011; 符瑜等, 2011), 但从文献计量角度对 Web of Science 数据库里与植被物候相关的文献还没有一个整体的脉络认识。为此, 笔者利用文献计量学的原理(邢颖等, 2010), 借助于 Histcite、Bibexcel 和 Netdraw 分析工具, 对植被物候研究文献进行统计和分析, 从一个全新的视角对植被物候研究的发展规律进行探究, 以期对相关研究者提供参考指导。

1 数据来源与研究方法

本文以 Web of Science 数据库为数据来源。在数据库的高级检索中输入检索式“TS=vegetation phenology”, 文献类型设定为“Article”, 数据库范围=“SCI-EXPANDED”, 检索年限设定为“2002年1月1日至2011年12月31日”, 共得到1060条符合条件的记录。以“全记录+摘要”下载保存为 Excel 文档。关键词数据的来源: 有关键词的文献以关键词作统计, 对没有关键词的文献通过查看摘要和原文内容选出关键词作统计, 并根据含义手工清理同义词得出所有关键词数据。研究方向数据的来源: Web 数据库分析软件并结合原文内容手工总结得出研究方向数据。

本文的研究方法为从文献计量学的角度, 定量统计国际植被物候研究在 SCI-EXPANDED 数据库的出版年份、发文期刊、发文作者等信息。利用引文编年可视化软件 Histcite 绘制引文编年图, 揭示出该研究的发展历程与引文规律。通过 Bibexcel 软件对关键词进行共现分析得出其研究热点, 进而探析国际植被物候研究在近 10 年的发展趋势。

2 结果与分析

2.1 植被物候研究的发文时间和期刊

统计表明, 在 Web of Science 数据库中收录的植被物候论文数量上整体呈稳步增长趋势(图1), 从图1可看出, 2003年和2010年的增长较快, 年增长率分别为51.1%和36.7%。近4年来的发文量占总发文量的56.7%, 显示出国际植被物候研究发展迅速。

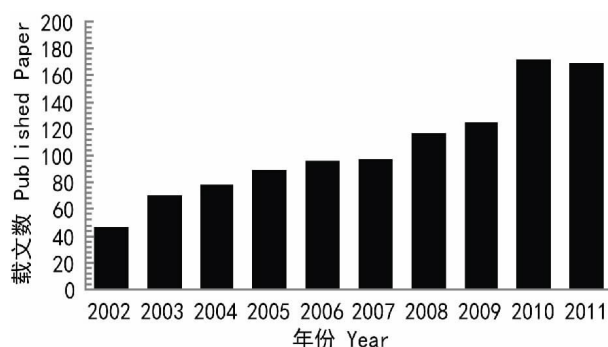


图1 2002~2011年国际植被物候研究论文的年代分布
Fig. 1 Papers of vegetation phenology published from 2002 to 2011

本研究检索的1060篇国际植被物候研究文献刊载于288种期刊, 平均每种期刊载文3.68篇。Remote Sensing of Environment (遥感技术与应用) 期刊载文97篇高居第一, 占比9.15%; 载文最多的前10种期刊共发文327篇, 占比32.57%, 且其影响因子普遍较高(表1)。

2.2 载文作者、国家/地区以及国际合作

检索到的1060篇文献中, 共有3380位作者(第一作者904位), 平均每篇论文的作者是3.19位。对发文量前10位的作者(高产作者)及其所属机构的统计表明(表2), 这些作者主要来自法国气候与环境科学实验室、美国弗吉尼亚州立大学、挪威极地环境自然资源研究所、美国斯塔科塔州立大学、美国蒙大拿州立大学、美国地球资源与技术公司、挪威特隆赫姆挪威研究所、美国航空航天局艾姆斯研究所、美国内布拉斯加州林肯大学和威斯康星州大学地理系。

共有69个国家或地区、1172个组织参与国际植被物候研究(表3)。发文前10位的国家中, 美国以419篇遥遥领先于其它国家(占比39.53%), 中国以68篇列第五(占比6.42%); 从组织参与发文的角度来看, 中国以44篇排在第一(占比4.15%)。在众

表 1 发文数前 10 位期刊统计
Table 1 Top 10 journals related to vegetation phenology research

名称 Name	期 刊 Journal		载文数 No. of loaded paper (篇)	占比 Ratio of total (%)
	影响因子 IF	篇均被引频次 Citation per paper		
Remote Sensing of Environment	4. 574	59. 13	97	9. 15
International Journal of Remote Sensing	1. 117	20. 31	64	6. 04
Global Change Biology	6. 862	55. 87	48	4. 53
Agricultural and Forest Meteorology	3. 389	51. 59	20	1. 89
Plant Ecology	1. 829	26. 02	19	1. 79
International Journal of Biometeorology	2. 254	24. 46	18	1. 70
Journal of Geophysical Research	3. 021	55. 66	16	1. 51
Forest Ecology and Management	2. 487	41. 04	14	1. 32
Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing	2. 895	38. 40	14	1. 32
Remote Sensing Letters	0. 704	0. 8421	14	1. 32

表 2 发文前 10 位的论文作者统计
Table 2 Top 10 authors related to vegetation phenology research

排序 No.	作者 Author	机构 Agency	发文数 (篇) No. of published paper	占比 (%) Ratio of total
1	Ciais P	法国气候与环境科学实验室	13	1. 23
2	De Beurs KM	美国弗吉尼亚州立大学	12	1. 13
3	Hogda KA	挪威极地环境自然资源研究所	11	1. 04
4	Henebry GM	美国斯达科塔州州立大学	10	0. 94
5	Running SW	美国蒙大拿州州立大学	10	0. 94
6	Zhang XY	美国地球资源与技术公司	10	0. 94
7	Mysterud A	挪威特隆赫姆挪威研究所	9	0. 85
8	Nemani RR	美国航空航天局艾姆斯研究所	9	0. 85
9	Sakamoto T	美国内布拉斯加州林肯大学	9	0. 85
10	Chwartzmd	美国威斯康星州大学地理系	9	0. 85

表 3 发文数前 10 位国家或地区及组织统计
Table 3 Top 10 countries or regions and organizations related to vegetation phenology research

排序 No.	国家 Country	发文数 (篇) Loaded paper	占比 (%) Ratio of total	组织 Organization	发文数 (篇) No. of published paper	占比 (%) Ratio of total
1	USA	419	39. 53	Chinese Acad Sci	44	4. 15
2	France	82	7. 74	NASA	41	3. 87
3	Germany	81	7. 64	Univ Arizona	39	3. 68
4	England	71	6. 70	Univ Wisconsin	28	2. 64
5	China	68	6. 42	Univ Maryland	25	2. 36
6	Spain	62	5. 85	Univ Montana	24	2. 26
7	Japan	59	5. 57	Colorado State Univ	23	2. 17
8	Brazil	54	5. 09	Univ Calif Berkeley	21	1. 98
9	Canada	54	5. 09	Boston Univ	20	1. 89
10	Australia	48	4. 53	Univ Nebraska	19	1. 79

多国家与组织中，大学研究机构占主体。中国科学院居组织发文榜首，说明中国近年的植被物候研究发展迅速，且参与国际合作研究较多。

国际合作研究植物物候发文 310 篇，占比 29. 25%。两两合作共 686 次（表 4，图 2）。美国在国际间合作表现尤为突出，是全球植被物候研究合作网的中心（图 2）；其主要合作对象依次是中国、巴西、瑞士、法国、加拿大等（表 4）。

形成了以美国、中国、麦等国家组成的集团中心网络，并向外辐射的庞大合作网络。

2. 3 国际植被物候研究被引用频次的可视化分析

将检索到的 1 060 篇文献导入 Histcite 生成国际植被物候研究文献及其引用信息（本文仅用前 6 篇文献及其引用信息生成表 5）。取当前数据库中 LCS 最高的 30 篇文献进行引证分析（图 3）。图中圆圈越大表示该文献被引频次越高，带箭头的连线

表 4 前 10 位国际合作频次表
Table 4 Top 10 co-operation related to vegetation phenology research

Country 1	USA	USA	Switzerland	USA	USA	USA	USA	USA	Switzerland	USA
Country 2	China	Brazil	USA	France	Canada	England	Spain	Japan	Germany	Italy
Co. frequency	19	14	13	13	12	11	10	9	8	8

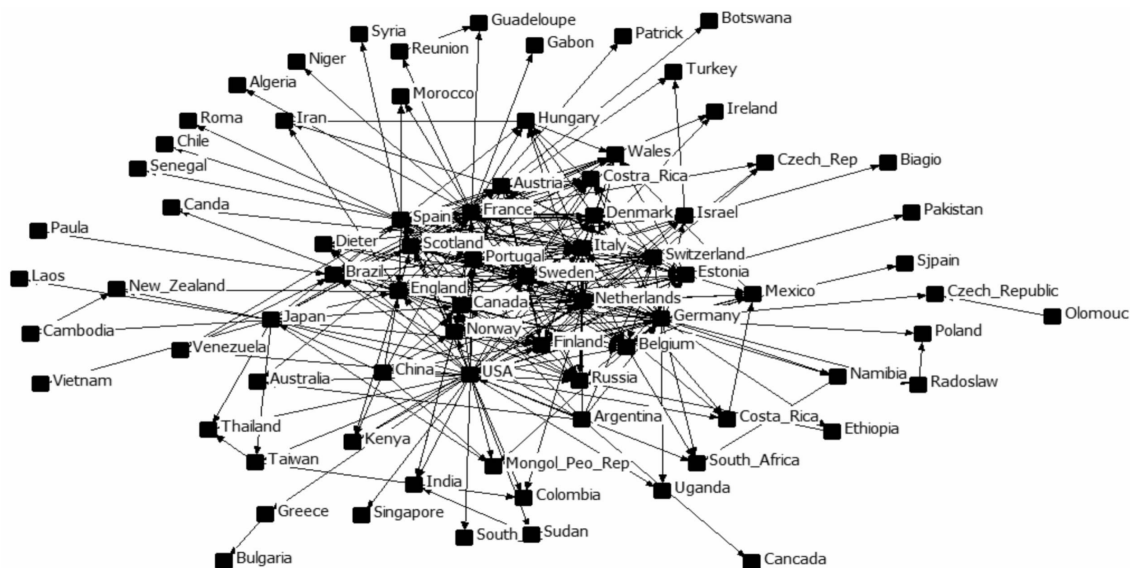


图 2 国际植被物候研究国际合作情况图

Fig. 2 International cooperation on vegetation phenology research

表 5 国际植被物候研究前 6 篇文献的记录信息
Table 5 Information of top 6 papers related to vegetation phenology research

序号 No.	作者姓名, 题目 [J], 期刊名称, 年, 卷 (期): 页码-页码 (起止页码)	LCS	GCS	LCR	CR
1	Huete A, Didan K, Rodriguez EP, et al. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices [J]. <i>Remote Sensing of Environment</i> , 2002, 83 (1-2): 195-213 (Huete et al., 2002)	128	895	0	40
2	Zhang XY, Friedl MA, Schaaf CB, et al. Monitoring vegetation phenology using MODIS [J]. <i>Remote Sensing of Environment</i> , 2003, 84 (3): 471-475 (Zhang et al., 2003)	120	306	1	19
3	Jonsson P, Eklundh L. Seasonality extraction by function fitting to time-series of satellite sensor data [J]. <i>Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing</i> , 2002, 40 (8): 1 824-1 832 (Jonsson & Eklundh, 2002)	55	135	0	42
4	Stockli R, Vidale PL. European plant phenology and climate as seen in a 20-year AVHRR land-surface parameter dataset [J]. <i>International Journal of Remote Sensing</i> , 2004, 25 (17): 3 303-3 330 (Stockli & Vidale, 2004)	47	118	0	50
5	Schwartz MD, Reed BC, White MA. Assessing satellite-derived start-of-season measures in the conterminous USA [J]. <i>International Journal of Climatology</i> , 2002, 22 (14): 1 793-1 805 (Schwartz et al., 2002)	45	77	1	30
6	Zhang XY, Friedl MA, Schaaf CB, et al. Climate controls on vegetation phenological patterns in northern mid-and high latitudes inferred from MODIS date [J]. <i>Global Change Biology</i> , 2004, 10 (7): 1 133-1 145 (Zhang et al., 2004)	41	102	3	53

注: 表中 LCS、GCS、CR 和 LCR 分别表示本地引用次数、Web of Science 中总被引次数、文章引用的参考文献数量和某篇的引用文献中有多少篇在当前数据库中。
Note: LCS. Local cited score; GCS. Global cited score; CR. Cited references; and LCR. Local cited references.

代表文献之间的引用关系, 箭头指向的文献是被引文献。图 3 表明, 2002~2007 年是国际植被物候研究近 10 年中的重要发展期, 平均每年有 4~5 篇重要文献发表。2010~2011 年, 相关研究较少或引用频次少。表 5 和图 3 还可看出, 文献 36 (Huete et al., 2002) 和文献 63 (Zhang et al., 2003) 在当前数据库中被引次数最多, 前者的 GCS 远高于后者而 LCS 略高于后者; 这表明文献 36 更受其它领域的学者关注,

而文献 63 更受本专业学者的关注。

2. 4 国际植被物候研究的方向

检索到的 1 060 篇文献国际植被物候研究共分为 33 个研究方向 (表 6), 主要集中于环境科学-生态学、遥感、影像科学-摄影技术、植物科学、气象学、林业科学、地质学、生物多样性保护、自然地理学、农学。其中环境科学-生态学发文 555 篇, 占比 52. 36%, 显示出环境科学-生态学是当前国际植被

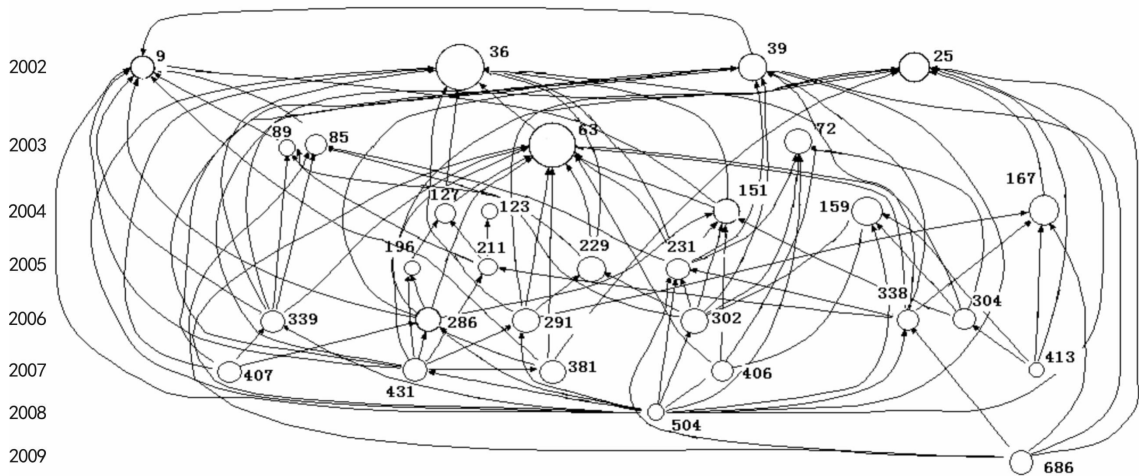


图 3 基于当前数据库被引用次数 (LCS) 最好的 30 篇文献引文关系图
Fig. 3 Histcite historiography of top 30 papers based on local cited score (LCS)

表 6 发文数排名前 10 位的植被物候研究方向统计

Table 6 Top 10 research directions on vegetation phenology

排序 No.	研究方向 Research directions	发文数 (篇) No. of published paper	占比 (%) Ratio of total
1	Environmental Sciences Ecology	555	52.36
2	Remote Sensing	233	21.98
3	Imaging Science Photographic Technology	186	17.55
4	Plant Sciences	149	14.06
5	Meteorology Atmospheric Sciences	121	11.42
6	Forestry	95	8.96
7	Geology	88	8.30
8	Biodiversity Conservation	77	7.26
9	Physical Geography	63	5.94
10	Agriculture	58	5.47

物候研究的热点和方向。

将 1 060 篇文献的 5 043 个关键词全部导入 Bibexcel, 得到相应的关键词频率分布表 (表 7) 表明, 国际植被物候研究的热点主要集中在遥感 (NDVI, 102 篇; remote sensing, 72 篇; MODIS, 66 篇) 和气候变化 (climate change, 86 篇) 等方面。

从表 7 中选取高频关键词 (被引频次 ≥ 11) 导出高频关键词共现矩阵, 将矩阵导入网络可视化工具 Netdraw, 得到高频关键词共现网络图谱 (图 4)。从网络结构看, 关键词共现整体网络主要由代表当前研究热点的两个子网构成。左侧的子网以基于气候-物候的田间局地观测为主, 由关键词干旱 (drought)、火灾 (fire)、开花 (flowering)、生长季 (growing season) 等所构成, 其核心关键词是气候 (climate)。右侧的子网以基于遥感的大尺度物候研究为主, 由关键词 NDVI、MODIS、EVI、AVHRR、

表 7 国际植被物候研究的高频关键词

Table 7 Hot keywords of international research on vegetation phenology

关键词 Key word	词频 Frequency	关键词 Key word	词频 Frequency
Phenology	293	Flowering	13
NDVI	102	Savanna	13
Climate change	86	Land cover	13
Remote sensing	72	LANDSAT	12
MODIS	66	Temperature	12
Time series	25	Conservation	12
Vegetation	20	AVHRR	12
Seasonality	20	EVI	12
Growing season	19	Leaf area index	12
Drought	16	Evapotranspiration	11
Disturbance	16	Fire	11

LANDSAT 等构成, 其核心关键词是遥感 (remote sensing)。

3 结论

纵观国际植被物候研究近 10 年的历史轨迹, 结合编年图分析得出: 植被物候研究呈稳步增长趋势; 2002~2007 年是其重要发展期; 植被物候研究的文献主要发表在 Remote Sensing of Environment、Global Change Biology 和 International Journal of Remote Sensing 等主流 SCI 期刊。

通过载文作者、国家/地区及其国际合作分析可知, 大学研究机构是植被物候研究的主体, 美国大学机构的表现尤其突出。植被物候研究的国际合作程度较高、且合作广泛, 几乎是全球性的参与研究。中

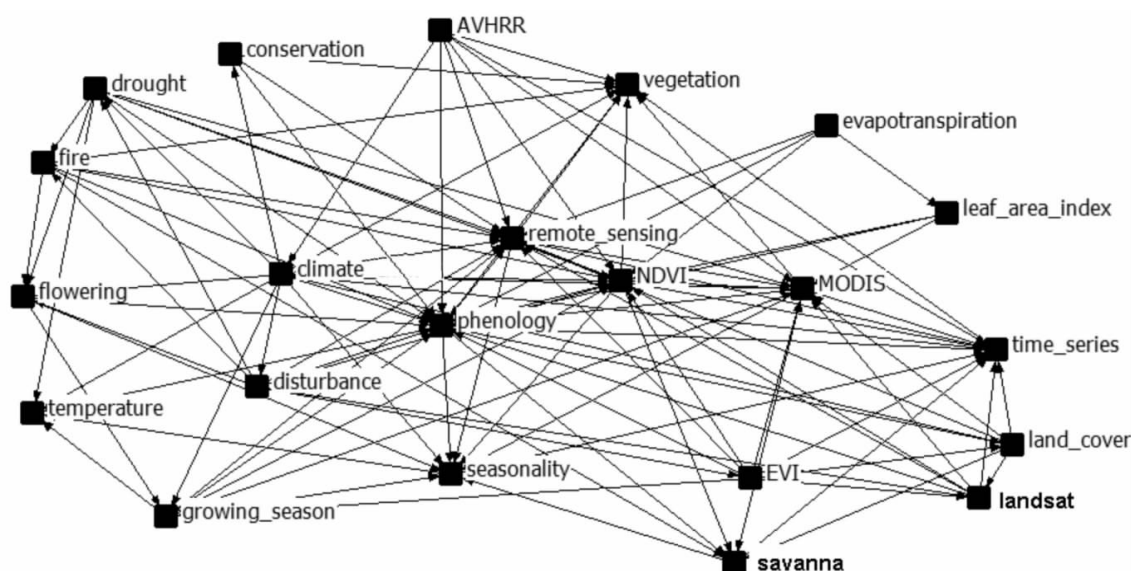


图 4 国际植被物候研究高频关键词共现网络图谱

Fig. 4 Hot keywords correlation map of international vegetation phenology research

国科学院排名组织发文榜首，且中美合作频次 19 次成国际合作第一，这说明中国近年的植被物候研究发展迅速，广泛地参与到国际合作中。

文献被引频次分析表明文献 Huete *et al.* (2002) 和 Zhang *et al.* (2003) 为近 10 年来植被物候研究的经典文献。

热点方向和研究趋势分析表明，国际植被物候研究主要集中于两个方面，即基于气候-物候的田间局地观测和基于遥感的大尺度物候研究。

参考文献:

Ahas R. 1999. Long-term phyto-, ornitho- and ichthyophenological time-series analyses in Estonia [J]. *Intern J Biometeorol*, **42**: 119-123

Badeck F, Bondeau A, Böttcher K, *et al.* 2004. Response of spring phenology to climate change [J]. *New Phytol*, **162**: 295-309

Butt B, Turner MD, Singh A, *et al.* 2011. Use of MODIS NDVI to evaluate changing latitudinal gradients of rangeland phenology in Sudano-Sahelian West Africa [J]. *Remote Sense Environ*, **115**: 3 367-3 376

Caffarra A, Donnelly A. 2011. The ecological significance of phenology in four different tree species: effects of light and temperature on bud burst [J]. *Intern J Biometeorol*, **55** (5): 711-721

Crick HPQ, Sparks TH. 1999. Climate change related to egg-laying trends [J]. *Nature*, **399**: 423-424

Fang XQ (方修琦), Yu WH (余卫红). 2002. Progress in the studies on the phenological responding to global warming (物候对全球变暖响应的研究综述) [J]. *Adv Earth Sci* (地球科学进展), **17** (5): 714-719

Fu Y (符瑜), Pan XB (潘学标). 2011. Research advances in herbage plant phenology and phenological model of grassland (草本植物物候及其物候模拟模型的研究进展) [J]. *Chin J Agrometeorol* (中国农业气象), **32** (3): 319-325

Huete A, Didan K, Miura T, *et al.* 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices [J]. *Remote Sense Environ*, **83**: 195-213

Kaduk JD, Los SO. 2011. Predicting the time of green up in temperate and boreal biomes [J]. *Clim Change*, **107**: 277-304

Li M (李明), Wu ZF (吴正方), Du HB (杜海波), *et al.* 2011. Growing-season trends determined from SPOT NDVI in Changbai Mountains, China, 1999-2008 (基于遥感方法的长白山地区植被物候期变化趋势研究) [J]. *Sci Geogr Sin* (地理科学), **31** (10): 1 242-1 248

Li RP (李荣平), Zhou GS (周广胜), Zhang HL (张慧玲). 2006. Research advances in plant phenology (植物物候研究进展) [J]. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **17** (3): 541-544

Li RP (李荣平), Liu XM (刘晓梅), Zhou GS (周广胜). 2006. The characteristics of phragmites phenology in panjin wetland and its responses to climatic change (盘锦湿地芦苇物候特征及其对气候变化的响应) [J]. *J Meteorol Environ* (气象与环境学报), **22** (4): 30-34

Liu JL (刘景利), Yang Y (杨扬), Shi KQ (史奎桥), *et al.* 2007. Soybean phenology and its responses to climatic factors from 1985 to 2005 in Jinzhou region (1985~2005 年锦州地区大豆物候期变化及气候响应) [J]. *J Meteorol Environ* (气象与环境学报), **23** (4): 29-32

Lu PL (陆佩玲), Yu Q (于强), Huo QT (贺庆棠). 2006. Responses of plant phenology to climatic change (植物物候对气候变化的响应) [J]. *Acta Ecol Sin* (生态学报), **26** (3): 923-929

Myneni RB, Keeling CD, Tucker CJ, *et al.* 1997. Increased plant in the northern high latitudes from 1981 to 1991 [J]. *Nature*, **386**: 698-702

Parmesan C, Ryrholm N, Stefanescu C, *et al.* 1999. Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming [J]. *Nature*, **399**: 579-583

Pei SX (裴顺祥), Guo QS (郭泉水), Xin XB (辛学兵), *et al.* 2009. Research on plant phenological responses to climate change abroad (国外植物物候对气候变化响应的研究进展) [J]. *World For Res* (世界林业研究), **22** (6): 31-37

(下转第 626 页 Continue on page 626)

- weight organic acids on soil pH and exchangeable aluminum [J]. *Soils*, **37** (6): 669-673
- Liu WF (刘文飞), Feng HB (樊后保), Zhang ZW (张子文), *et al.* 2008. Foliar nutrient contents of chinese fir in response to simulated nitrogen deposition (杉木人工林针叶养分含量对模拟氮沉降增加的响应) [J]. *Chin J Appl Environ Biol* (应用与环境生物学报), **14** (3): 319-323
- Ma FL (马扶林), Song LM (宋理明), Wang JM (王建民). 2009. The research overview of trace elements in the soil (土壤微量元素的研究概述) [J]. *Qinghai Technol* (青海科技), **16** (3): 32-36
- Ma HL (马红亮), Liu WL (刘维丽), Gao R (高人), *et al.* 2011. Effects of litters and tannin on forest soil norganic nitrogen (凋落物与单宁酸对森林土壤无机氮的影响) [J]. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **22** (1): 54-59
- Ma XH (马雪华). 1989. Effects of rainfall on the nutrient cycling in man-made forests of *Cunninghamia lanceolata* and *Pinus massoniana* (在杉木林和马尾松林中雨水的养分淋溶作用) [J]. *Acta Ecol Sin* (生态学报), **9** (1): 15-20
- Pittman JJ, Zhang H, Schroder JL. 2005. Differences of phosphorus in mehlich 3 extracts determined by colorimetric and spectroscopic methods [J]. *Commun Soil Sci Plant Analy*, **36**: 1 641-1 659
- She JY (余济云), Tian M (田蜜). 2009. Enrichment of nutrients in soil of four plantation forests by undergrowth vegetation in changsha suburb (人工林林下植被对土壤中营养元素的富集能力) [J]. *J Centr S Univ For & Technol: Nat Sci Edit* (中南林业科技大学学报·自然科学版), **29** (6): 34-39
- Sun BH, Hu ZY, Lü JL, Zhou LN, *et al.* 2006. Nutrient leaching and acidification of southern China coniferous forest red soil under stimulated N deposition [J]. *Chin J Appl Ecol*, **17** (10): 1 820-1 826
- Throop HL, Holland EA, Parton WL, *et al.* 2004. Effect of nitrogen deposition and insect herbivory on patterns of ecosystem level carbon and nitrogen dynamics: Results from the Century model [J]. *Global Change Biol*, **10**: 1 092-1 105
- Wright F, Rasmussen L. 1998. Introduction to the Nitrex and Exman projects [J]. *For Ecol Manag*, **101**: 1-7
- Xiao CY, Huang QC, Ruan HH. 2002. Characteristics of decomposition of litter from pine, oak and pine-oak mixed forests [J]. *Acta Pedol Sin*, **39** (5): 763-767
- Xiao J (肖健). 2005. The abnormal formation and harm of nitrogen wet deposition in Zhangzhou City (漳州市氮湿沉降量异常的形成及危害) [J]. *Energy Environ* (能源与环境), **2**: 59-61
- Xiao HL. 2001. Effects of Atmospheric nitrogen deposition on forest soil acidification [J]. *Sci Silv Sin*, **37** (4): 111-116
- Xie BC (谢佰承), Zhang CX (张春霞), Xue XZ (薛绪掌). 2007. Characteristics of environmental chemistry for trace elements in soil (土壤中微量元素的环境化学特性) [J]. *J Agro-Environ Sci* (农业环境科学学报), **26**: 132-135
- Xue JH (薛璟花), Mo JM (莫江明), Li J (李炯), *et al.* 2007. The short term response of soil microorganism number to simulated nitrogen deposition (土壤微生物数量对模拟氮沉降增加的早期响应) [J]. *Guihaia* (广西植物), **27** (2): 174-179
- Yuan YH (袁颖红), Fan HB (樊后保), Wang Q (王强), *et al.* 2007. Available nutrients with increased N deposition in soils of *Cunninghamia lanceolata* plantations (模拟氮沉降对杉木人工林土壤有效养分的影响) [J]. *J Zhejiang For Coll* (浙江林学院学报), **24** (4): 437-444
- Yuan YH (袁颖红), Feng HB (樊后保), Li YY (李燕燕), *et al.* 2011. Effects of Simulated N deposition on soil acidification and content of base cations (模拟氮沉降对土壤酸化和土壤盐基离子含量的影响) [J]. *Chin J Appl Environ Biol* (应用与环境生物学报), **17** (4): 461-466
- Yu H (喻华), Feng YH (冯艳红), Yang JH (杨剑虹). 2007. Comparative study of methods for extracting available microelements in soil (土壤微量元素有效含量的提取测定方法比较研究) [J]. *J Southwest Agric Univ: Nat Sci Edit* (西南农业大学学报·自然科学版), **29** (9): 125-128
- Zhou GY, Yan JH. 2001. The influences of regional atmospheric precipitation characteristics and its element inputs on the existence and development of Dinghushan forest ecosystems [J]. *Acta Ecol Sin*, **21** (12): 2 002-2 012

(上接第 722 页 Continue from page 722)

- Schwartz MD. 1998. Green-wave phenology [J]. *Nature*, **394**: 839-840
- Shen MG, Tang YH, Chen J, *et al.* 2011. Influences of temperature and precipitation before the growing season on spring phenology in grasslands of the central and eastern Qinghai-Tibetan Plateau [J]. *Agric For Meteorol*, **151** (12): 1 711-1 722
- Thomas CD, Lennon JJ. 1999. Birds extend their range northwards [J]. *Nature*, **399**: 213
- Wu YF (武永峰), Li MS (李茂松), Song JQ (宋吉青). 2008. Advance in vegetation phenology monitoring based on remote sensing (植物物候遥感监测研究进展) [J]. *J Meteorol Environ* (气象与环境学报), **22** (3): 51-58
- Xing Y (邢颖), Kong HM (孔红梅), Liu TX (刘天星). 2010. A bibliometrical analysis of status on ecology research in China based on SCI database (基于SCI发文的生态学研究态势文献计量分析) [J]. *Ecol Environ Sci* (生态环境学报), **19** (2): 447-452
- Zhang GH (张国海). 2011. Development law of the visual information retrieval (信息检索可视化研究发展规律探析) [J]. *Libr Inf Serv* (图书情报工作), **14**: 42-45, 83
- Zhang X, Friedl MA, Schaaf CB, *et al.* 2003. Monitoring vegetation phenology using MODIS [J]. *Remote Sense Environ*, **84**: 471-475