

中国暖温带针叶林植被分布研究

潘惠敏¹, 张化永^{2*}, 黄头生²

¹华北电力大学环境科学与工程学院, 北京

²华北电力大学数理学院, 北京

收稿日期: 2022年4月10日; 录用日期: 2022年5月11日; 发布日期: 2022年5月19日

摘要

根据中国暖温带针叶林的群系分布资料和气象站资料, 在张新时对Holdridge分类系统修正的基础上, 将中国暖温带划分为年均生物学温度(ABT, Annual biotemperature) 10°C~14°C, 对中国针叶林178个群系进行计算。使用郭建国生态渗透模型60%占比对针叶林群系的图斑进行温度带划分, 并计算群系暖温带图斑占比, 研究针叶林群系在暖温带的分布格局。结果显示: 中国暖温带针叶林群系组成丰富, 共包含了47个群系, 4种植被型。本文研究结果将为后续暖温带针叶林群系物种多样性的研究奠定基础。

关键词

暖温带, 针叶林, 生物学温度

Research on Vegetation Distribution of Coniferous Forest in Warm Temperate Zone of China

Huimin Pan¹, Huayong Zhang^{2*}, Tousheng Huang²

¹College of Environmental Science and Engineering, North China Electric Power University, Beijing

²College of Mathematics and Physics, North China Electric Power University, Beijing

Received: Apr. 10th, 2022; accepted: May 11th, 2022; published: May 19th, 2022

Abstract

According to the distribution data of coniferous forests in the warm temperate zone of China and

*通讯作者。

the data of meteorological stations, and on the basis of Zhang Xinshi's revision of the Holdridge classification system, the warm temperate zone of China is divided into annual biotemperature (ABT, Annual biotemperature) $10^{\circ}\text{C}\sim 14^{\circ}\text{C}$. Calculations were performed on 178 groups of Chinese coniferous forests. Using the 60% proportion of Wu Jianguo's ecological infiltration model, the temperature zones of the coniferous forest community were divided into temperature zones, and the proportion of the clusters in the warm temperate zone was calculated to study the distribution pattern of the coniferous forest community in the warm temperate zone. The results showed that the coniferous forests in the warm temperate zone of China were rich in composition, including 47 groups and 4 vegetation types. The results of this study will lay a foundation for subsequent studies on species diversity of warm temperate coniferous forests.

Keywords

Warm-Temperate, Needleleaf Forest, Biotemperature

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

针叶林是我国分布最为广阔的一种植被型组,从寒温带的大兴安岭地区到热带的海南岛,从东北的平原地区到西部的高原和山地地区,几乎到处都有针叶林分布。1985年陈清郎[1]通过研究温带针叶林的生长环境和常见的温带针叶林的群落的生活环境,表明温带针叶林主要分布在暖温带平原、丘陵以及低山区,亚热带中山地区也有分布。1992年陈灵芝[2]对暖温带山地针叶林采用无倾向对应分析和二元指标分析进行排序和数量分类。2007年张新时[3]等出版的《中国植被及其地理格局》中将针叶林细化成五个植被型分别为“寒温带和温带山地针叶林”、“温带针叶林”、“亚热带针叶林”、“热带针叶林”以及“亚热带和热带山地针叶林”。据统计[4],针叶林在我国的木材的储蓄量大约是我国森林的总储蓄量的65%,主要的经济用材的来源,具有很大的经济价值,其次针叶林对维持生物圈的动态平衡和改善环境具有重要的作用,所以对针叶林的群系定量分析具有重要意义。

广义的暖温带包括沈阳南部东北地区、华北平原、山东半岛、黄土高原东南部和新疆维吾尔自治区南部等地区,年均温度为 $9^{\circ}\text{C}\sim 14^{\circ}\text{C}$ 。1967年, L. R. Holdridge 建立的生命地带分类系统使用生物学温度来划分温度带,将 $ABT12^{\circ}\text{C}\sim 17^{\circ}\text{C}$ 划分为暖温带[5]。这是最早采用生物学温度划分温度带的方法。1982年,陈咸吉根据我国地处中低纬、地势高低不一、地域辽阔等特点,以一年中 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 天数作为划分气候带的指标,一年中 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的天数在171~218天之间,该地区被定义为暖温带[6]。1991年,方景云用 Kira 的温暖指数作为温度和气候的指标,将温暖指数为 $90^{\circ}\text{C}\sim 175^{\circ}\text{C}$ 之间定义为暖温带,并研究了我国的森林植被类型的归属问题[7]。1993年,张新时修正了 Holdridge 分类系统的暖温带与亚热带的界限,由于中国东部亚热带地区受西伯利亚高压反气旋和冬季北极寒流南移的影响,形成了冬季寒冷干燥,但夏季炎热多雨,因此使暖温带和亚热带的界限向北移向秦岭和淮河之间的 $BT14^{\circ}\text{C}$ 线[8]。根据1971年至2000年的每日气象资料,郑景云[9]等人研究表明,由于我国大部分地区北部出现不同程度的变暖和干旱,暖温带北界出现不同程度的向北移动。温度带的定义没有明确界限,随着全球气候的变化,温度带的边界也在发生微妙变化。张新时在《中国植被及其地理格局》中,暖温带针叶林被划分到温带针叶林,温带包括

中温带和暖温带两个温度带, 没有对暖温带针叶林进行细化, 文本基于张新时对 Holdridge 分类系统的修正基础之上, 将暖温带划分为 $ABT10^{\circ}\text{C}\sim 14^{\circ}\text{C}$, 然后对暖温带针叶林群系进行研究。

2. 数据与方法

2.1. 气象数据

气象数据来源于世界气候数据网站(<http://www.worldclim.org/>)第二版全球气象数据, 利用 ArcGIS10.6 软件对气象数据进行处理, 得到中国区域的 1970~2000 年间月平均气温、月降水数据。将进一步处理得到了中国多年平均气温和多年平均降水的空间数据, 空间分辨率为 1 km^2 。

2.2. 植被数据

植被类型数据来源于科学出版社 2001 年出版的《中国植被图集》(1:1,000,000), 详细描述了中国植被的地理分布格局。使用 ArcGIS 10.6 软件对中国植被图集进行空间配准、矢量数字化和栅格化处理, 得到了植被分布的空间格点数据和植被的图斑数据。以图斑为最小单位, 选取针叶林的植被型组中的 5 个植被型 178 个群系进行定量分析。

2.3. 热量指标计算

Holdridge 方法采用 ABT 作为热量指标, 认为 0°C 是植物生长最重要的界限温度, 生物学温度在 $0^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间, 将低于 0°C 和高于 30°C 的月均温均视为 0°C 和 30°C 。

$$ABT = \sum T/12 \quad (1)$$

式中: ABT ——年平均生物温度($^{\circ}\text{C}$);

T ——月均温($^{\circ}\text{C}$), $0 \leq T \leq 30^{\circ}\text{C}$, 当 $T \geq 30^{\circ}\text{C}$ 时取 $T = 30$, 当 $T \leq 0^{\circ}\text{C}$ 时取 $T = 0$ 。

2.4. 群落温度带划分方法

本文研究最小单位是群系图斑, 对群系图斑所属温度带划分方法的研究具有重要意义。邬建国在景观生态学中提到的渗透理论, 并在景观生态学研究得到了广泛的应用, 这个原理最重要的一点是, 当介质的密度达到某个临界值时, 渗透可能会突然发生变化, 当介质的一端到达另一端时, 这个值就是渗透阈值为 60% [10]。当某一图斑中暖温带植被粒子的比例超过 60% 时, 将该图斑划分为暖温带。本文研究 $ABT10^{\circ}\text{C}\sim 14^{\circ}\text{C}$ 之间的暖温带, 用上述计算方法, 将针叶林 178 个群系中, 暖温带有分布的针叶林群系进行归纳。

3. 结果与讨论

以图斑为最小研究单位, 通过气象数据计算针叶林的 178 个群系的 ABT, 其中有 47 个群系含有暖温带图斑, 涉及到“寒温带和温带山地针叶林”、“热带和亚热带山地针叶林”、“温带针叶林”和“亚热带针叶林”4 个植被型。

3.1. 山地针叶林的暖温带群系类型

“寒温带和温带山地针叶林”共 39 个群系, 其中 2 个群系在暖温带有分布, 占 5.13%; “热带和亚热带山地针叶林”共 56 个群系, 其中 18 个群系在暖温带有分布, 占 32.14%, 结果如表 1 所示。

如表 1 所示, 山地针叶林中只有日本落叶松林在暖温带图斑占比超过了 60%, 其他的 19 个群系的暖温带图斑占比都低于 60%。绝大部分的山地针叶林群系暖温带年均生物温度在 $10^{\circ}\text{C}\sim 12^{\circ}\text{C}$ 范围内。

Table 1. Warm-temperate group system types of mountains needleleaf forest
表 1. 山地针叶林的暖温带群系类型

植被型	群系	暖温带 ABT (°C)			暖温带占比
		Max	Min	Mean	
寒温带和温带山地针叶林	日本落叶松林	12.85	9.60	11.35	80.00%
	长白落叶松林	10.46	9.88	10.20	1.03%
热带和亚热带山地针叶林	油麦吊杉林	13.66	8.96	11.37	12.50%
	丽江云杉林	14.28	8.03	10.82	2.46%
	川西云杉林	16.49	9.04	12.58	0.93%
	台湾冷杉、台湾云杉林	15.28	8.17	11.27	7.14%
	巴山冷杉林	12.38	8.03	10.53	2.86%
	冷杉林	14.44	7.48	11.41	11.11%
	岷江冷杉林	14.28	9.88	12.00	2.16%
	川滇冷杉林	14.63	8.18	11.26	10.10%
	长苞冷杉林	13.14	8.20	11.31	0.88%
	苍山冷杉林	15.66	7.29	11.44	12.86%
	墨脱冷杉林	14.50	9.13	11.13	5.26%
	亚东冷杉林	13.82	9.62	11.32	21.05%
	喜马拉雅冷杉林	13.13	8.68	10.88	14.29%
	台湾铁杉林	14.34	9.06	12.30	15.79%
	云南铁杉林	16.84	5.13	11.60	41.77%
	高山松林	15.75	5.43	11.52	18.24%
	云杉林	14.28	9.40	12.16	1.59%
紫果云杉林	14.38	6.79	11.76	3.14%	

“寒温带和温带山地针叶林”中的日本落叶松林和长白落叶松林主要分布在平均海拔为 400 米的辽宁半岛以及山东半岛比较湿润的暖温带地区。“热带和亚热带山地针叶林”中的油麦吊杉林，主要分布在海拔 2500 米为滇中南山地峡谷的暖温带地区；丽江云杉、川西云杉林、川滇冷杉林、高山松林和云杉林 5 个群系主要分布在平均海拔 2600 米的川滇金沙江峡谷的暖温带地区；台湾冷杉、台湾云杉林和台湾铁杉林主要分布在平均海拔 2100 米的台湾中部丘陵山地的暖温带地区；巴山冷杉林主要分布在平均海拔为 1400 米的秦巴山地丘陵的暖温带地区。冷杉林、岷江冷杉林和紫果云杉林 3 个群系主要分布在平均海拔为 1800 米的四川盆地的暖温带地区；长苞冷杉林和苍山冷杉林主要分布在平均海拔为 2500 米的横断山脉峡谷的暖温带地区；墨脱冷杉林、亚东冷杉林、喜马拉雅冷杉林和云南铁杉林主要分布在平均海拔为 2700 米的东喜马拉雅南翼河谷区的暖温带地区。

3.2. 温带针叶林的暖温带群系类型

温带针叶林共 18 个群系，其中 8 个群系在暖温带有分布，占 44.44%，结果如表 2 所示。

Table 2. Warm-temperate group system types of temperate needleleaf forest

表 2. 温带针叶林的暖温带群系类型

植被型	群系	暖温带 ABT (°C)			暖温带占比
		Max	Min	Mean	
温带针叶林	油松林	14.46	6.22	11.37	39.32%
	油松林 + 刺槐林	13.23	11.50	12.47	100%
	赤松林	13.91	9.56	12.16	95.32%
	黑松林	13.90	9.90	12.24	32.48%
	白皮松林	13.85	9.90	12.01	87.50%
	侧柏林	14.08	7.95	12.44	58.80%
	侧柏林 + 荆条、酸枣、白羊草灌草丛	13.80	12.29	13.03	100%
	侧柏林 + 栓皮栎林	13.53	10.53	12.04	100%

如表 2 所示，“温带针叶林”中油松林 + 刺槐林，赤松林，白皮松林，侧柏林+荆条、酸枣、白羊草灌草丛和侧柏林+栓皮栎林 5 个群系在暖温带图斑占比超过了 60%，油松林、黑松林和侧柏林 3 个群系的暖温带图斑占比都低于 60%。绝大部分的温带针叶林群系年均生物温度在 11°C~13°C 范围内。

温带针叶林中的油松林和侧柏林的暖温带图斑在中国的分布较为广阔主要分布在平均海拔在 550 米的秦岭山地区、太行山脉地区、汾河、渭河平原区以及鲁中南山地丘陵地区；油松林+刺槐林、赤松林和黑松林 3 个群系的暖温带图斑主要分布在平均海拔在 200 米的辽东丘陵区 and 山东半岛地区；白皮松林的暖温带图斑主要分布 785 米在太行山脉的南部地区；侧柏林 + 荆条、酸枣、白羊草灌草丛和侧柏林 + 栓皮栎林 2 个群系主要分布在海拔 400 米的鲁中南山地丘陵地区。

3.3. 亚热带针叶林的暖温带群系类型

亚热带针叶林共 63 个群系，其中 19 个群系在暖温带有分布，占 30.16%，结果如表 3 所示。

如表 3 所示，亚热带针叶林中含桃金娘的马尾松林+荆条、酸枣灌丛，林下以椭圆悬钩子为主的云南松林 + 林下以南烛，碎米杜鹃为主的云南松林和巴山松林 3 个群系在暖温带图斑占比超过了 60%，其他的 16 个群系的暖温带图斑占比都低于 60%。大部分的亚热带针叶林的群系的年均生物学温度在 11°C~13°C 范围内。

亚热带针叶林中的马尾松林，含白栎、短柄枹栎的马尾松林，华山松林，华山松、铁杉、红桦、光皮桦林，华山松、山杨、辽东栎林和巴山松林 6 个群系的暖温带图斑主要分布在平均海拔 1200 米的秦岭大巴山山地丘陵地区；含櫟木、映山红的马尾松林和杉木林 2 个群系的暖温带图斑主要分布在平均海拔 1200 米的四川盆地、三峡、武陵山地区和长江中下游地区；含櫟木、映山红的马尾松林+櫟木、乌饭树、映山红灌丛的暖温带图斑主要分布在平均海拔 1100 米南岭山地地区；含桃金娘的马尾松林+荆条、酸枣灌丛的暖温带图斑主要分布在平均海拔 600 米的太行山脉南部地区；云南松林，林下以厚皮香、滇八

角为主的云南松林, 林下以南烛、碎米杜鹃为主的云南松林, 林以下余甘子、糙叶水锦树为主的云南松林和云南松、矮高山栎林等 8 个群系暖温带图斑主要分布在平均海拔主 2200 米的川滇金沙江峡谷地区和横断山南部山地峡谷地区; 台湾松林的暖温带图斑主要分布在平均海拔主要分布在 1100 米在台湾地区、两湖平原区和江淮丘陵地区。

通过计算热带针叶林植被型的群系中, 没有图斑在暖温带群系, 也比较符合海南松林和长叶松林分布特点, 主要分布在热带高温多雨地区, 这些地区的年均生物学温度都在 14℃ 以上。

对针叶林群系在暖温带分布进行定量的归纳总结, 结果表明, 在暖温带有分布的群系与经验归纳的结果大致保持一致。

Table 3. Warm-temperate group system types of subtropical needleleaf forest
表 3. 亚热带针叶林的暖温带群系类型

植被型	群系	暖温带 ABT (°C)			暖温带占比
		Max	Min	Mean	
	马尾松林	13.78	9.39	12.11	58.33%
	含白栎、短柄栎的马尾松林	15.59	9.16	12.85	5.35%
	含櫟木、映山红的马尾松林	15.69	7.83	12.80	7.17%
	含櫟木、映山红的马尾松林 + 櫟木、 乌饭树、映山红灌丛	15.46	11.24	13.23	1.37%
	含桃金娘的马尾松林 + 荆条、酸枣灌丛	13.96	10.80	12.86	100%
	云南松林	12.73	9.53	11.31	50.00%
	林下以厚皮香、滇八角为主的云南松林	15.36	5.49	11.38	31.17%
	林下以南烛、碎米杜鹃为主的云南松林	20.99	2.83	11.57	30.61%
	林以下余甘子、糙叶水锦树为主的云南松林	16.13	7.04	11.48	35.29%
亚热带针叶林	云南松、矮高山栎林	15.98	5.98	12.11	41.33%
	林下以椭圆悬钩子为主的云南松林 + 林下以 南烛、碎米杜鹃为主的云南松林	14.38	5.41	11.28	100.0%
	思茅松林	14.60	11.34	13.33	2.94%
	台湾松林	16.30	8.28	12.77	34.65%
	华山松林	15.23	8.01	11.79	34.72%
	华山松、铁杉、红桦、光皮桦林	12.80	11.38	12.02	3.85%
	华山松、山杨、辽东栎林	14.27	9.30	11.97	27.27%
	巴山松林	15.18	8.45	11.75	63.16%
	杉木林	17.32	8.60	12.77	10.14%
	柏木林	15.00	9.40	12.93	4.17%

4. 结论

本文利用 Holdridge 分类系统中的生物温度将中国暖温带划分为 $ABT10^{\circ}C\sim 14^{\circ}C$ ，对针叶林中的 47 个群系，以图斑为最小计算单位，结合渗透原理将图斑所属温度带进行划分。本文定量分析中国暖温带针叶林，对分布在暖温带群系进行重新归纳，为研究植被提供了新的思路和方法。研究得出以下结论：

1) 张新时的《中国植被及其地理格局》中，山地针叶林植被型中寒温带和温带是合在一起统计的，本文通过计算得到暖温带的山地针叶林有两种日本落叶松林和长白山落叶松林，山地针叶林的群系在暖温带有分布的群系只占 21.05%，与经验相关研究相一致。山地针叶林主要分布在中国东北部的大小兴安岭、长白山，西北地区的天山、阿尔泰山，甘肃的祁连山和青藏高原东缘的高海拔山地地区，此处的 ABT 普遍都低于 $10^{\circ}C$ 。

2) 张新时的《中国植被及其地理格局》中，温带针叶林植被型的温带包括中温带和暖温带，通过计算温带针叶林的群系在暖温带有分布的群系占 44.44%，这与温性针叶林的生长的环境的生物温度的特征相一致。

3) 亚热带针叶林在暖温带有分布的群系占 30%，亚热带针叶林分布广泛且生长环境的 ABT 大都高于 $14^{\circ}C$ ，所以在亚热带针叶林在暖温带有分布的群系比较少。

参考文献

- [1] 陈清朗. 温性针叶林[J]. 植物杂志, 1985(2): 32-33.
- [2] 陈灵芝. 暖温带山地针叶林排序和数量分类[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1992(4): 301-310.
- [3] 张新时. 中国植被及其地理格局[M]. 北京: 地质出版社, 2007.
- [4] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [5] Holdridge, L.R. (1967) Life Zone Ecology. Tropical Science Center, San Jose.
- [6] 陈咸吉. 中国气候区划新探[J]. 气象学报, 1982(1): 35-48.
- [7] 方精云. 我国森林植被带的生态气候学分析[J]. 生态学报, 1991(4): 377-387.
- [8] 张新时, 杨莫安, 倪文革. 植被的 PE(可能蒸散)指标与植被-气候分类(三)几种主要方法与 PEP 程序介绍[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1993(2): 3-15+99-100.
- [9] 郑景云, 尹云鹤, 李炳元. 中国气候区划新方案[J]. 地理学报, 2010, 65(1): 3-12.
- [10] 邬建国. 景观生态学——格局, 过程, 尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.