

基于Holdridge分类系统的华北地区主要草原群系的水热分布

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3月2日; 录用日期: 2022年4月5日; 发布日期: 2022年4月12日

摘要

根据华北地区草原群系分布资料和气象数据, 利用Holdridge生命地带分类系统计算了华北地区36种主要草原群系的年生物学温度(ABT: Annual biotemperature)、年可能蒸散量(APE: Annual potential evapotranspiration)、年降水量(P: Precipitation)和可能蒸散率(PER: Potential evapotranspiration ratio), 定量分析了华北地区草原分布的气候规律。综合年平均生物温度和可能蒸散率两个气候指标将36种主要草原群系划分为5个水热指标类群, 分别为寒温带亚湿润型、寒温带湿润型、中温带半干旱型、中温带亚湿润型和中温带湿润型。

关键词

华北地区, 草原群系, Holdridge生命地带, 水热分布

Hydrothermal Distribution of Major Grassland Groups in North China Based on Holdridge Classification System

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: Mar. 2nd, 2022; accepted: Apr. 5th, 2022; published: Apr. 12th, 2022

*通讯作者。

文章引用: 潘惠敏, 张化永, 黄头生. 基于Holdridge分类系统的华北地区主要草原群系的水热分布[J]. 环境保护前沿, 2022, 12(2): 210-215. DOI: 10.12677/aep.2022.122027

Abstract

The annual biotemperature (ABT), annual potential evapotranspiration (APE), annual precipitation (P) and potential evapotranspiration rate (PER) of 36 major grassland group systems in North China were calculated using the Holdridge Life Zone Classification System based on the distribution information and meteorological data of the grassland group systems in North China. A quantitative analysis of the climatic patterns of grassland distribution in North China was conducted. The two climate indicators of integrated mean annual biotemperature (ABT) and potential evapotranspiration rate (PER) classified 36 major grassland groups into five hydrothermal indicator taxa, namely, cold-temperate sub-humid, cold-temperate humid, moderate-temperate semi-arid, moderate-temperate sub-humid, and moderate-temperate humid.

Keywords

North China, Grassland Formation, Holdridge Life Zone, Hydrothermal Distribution

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

气候、地形地貌和人类活动等自然和人为因素是影响草原群落分布格局的重要因素，其中温度和湿度以及两者之间的相互作用又是决定草原群系分布的主导因子。目前在国际上，Holdridge 生命地带分类系统是一种应用比较广泛的植被 - 气候相关关系研究方法[1]。张新时[2]应用 Holdridge 生命地带分类系统对我国植被 - 气候进行模拟研究，并取得较好的结果。范泽孟[3]等人利用 Holdridge 生命地带分类系统分析了生命地带多样性与生态稳定性之间的关系。马占云等[4]利用 Holdridge 生命地带分类系统分析了东北地区湿地生态系统的气候特征。张景华[5]等利用 Holdridge 气候指标对青海气候与植被分布的关系进行了研究。曹伟[6]等利用 Holdridge 生命地带分类系统定量分析了东北地区树种分布的气候规律。

Holdridge 生命地带分类系统的气候指标计算简单，用蜂窝状图解的方式非常清晰地吧植被类型与气候数值对应起来，适合我国华北地区植被与气候的相关性分析与预测。华北地区位于中国北部，地理位置在北纬 34°~53°，东经 97°~126°之间，通常指秦岭 - 淮河线以北，长城以南的广阔区域，主要涵盖北京、天津、河北、山西和内蒙古的 36 个重点地级市，跨越了 19 个纬度，29 个经度，地域辽阔，该地区横跨亚热带与暖温带，夏季炎热潮湿，冬季低温少雨[7]。本文根据张新时修订后的中国植被 Holdridge 生命地带分类系统分析我国华北地区草原的地理分布与气候条件的定量关系，揭示了植被类型的气候规律，定量分析华北地区的气候区划指标，为该地域的植被区划和植被保护提供科学依据。

2. 材料与方法

2.1. 气象数据

气象数据取自 2017 年 Hijmans 等公开发表的第二版全球气候数据(<http://www.worldclim.org/>)，本文用到 1970~2000 年间中国区域月平均温度、月降水数据。利用 ArcGIS10.6 软件对气象数据进行处理，得到分辨率为 1 km²的华北地区近三十多年平均温度、平均降水的空间分布栅格图。

2.2. 草原群系分布资料

本文采用 2001 年科学出版社出版的 1:100 万中国植被图集, 基于 ArcGIS10.6 软件, 在等角圆锥投影坐标系进行矢量数字化工作, 得到华北地区草原植被型组的矢量数据。本文选取草原植被型组中的 3 个植被型 36 个群系进行定量分析。

2.3. Holdridge 生命地带分类系统气候指标的计算

Holdridge 方法采用生物学温度作为热量指标并认为 0℃是植物生长的界限温度[8], 生物学温度在 0℃~30℃之间, 将低于 0℃和高于 30℃的月均温均视为 0℃和 30℃。

$$ABT = \sum T / 12 \tag{1}$$

式中: ABT——年生物学温度(℃);

T——月均温(℃), 0℃ ≤ T ≤ 30℃, 当 T ≥ 30℃时取 T = 30, 当 T ≤ 0℃时取 T = 0。

$$APE = 58.93 \times ABT \tag{2}$$

式中: APE——年可能蒸散量(mm)。

$$PER = \frac{APE}{P} = \frac{ABT \times 58.93}{P} \tag{3}$$

式中: PER——年可能蒸散率;

P——年降水量(mm)。

3. 结果与分析

3.1. 主要草原群系的 Holdridge 生命地带系统指标

利用公式(1)~公式(3), 计算了华北地区 36 种主要草原群系的 ABT、APE、P 和 PER, 如表 1 所示。

Table 1. Holdridge life zone system indicators for major grassland groups in North China

表 1. 华北地区主要的草原群系的 Holdridge 生命地带系统指标

群系	ABT (°C)	APE (mm)	P (mm)	PER
羊草、杂类草草甸草原	7.87	463.74	406.76	1.14
窄颖赖草、杂类草、灌木草甸草原	8.37	493.03	306.37	1.61
羊茅、杂类草草甸草原	5.38	316.92	362.75	0.87
贝加尔针茅、杂类草草甸草原	7.19	423.45	388.65	1.09
针茅(哈萨克针茅)、杂类草草甸草原	6.05	356.80	249.45	1.43
白羊草、杂类草草甸草原	9.38	552.52	464.92	1.19
线叶菊、禾草、杂类草草甸草原	6.73	396.89	387.71	1.02
羊草、丛生禾草草原	7.07	416.53	312.08	1.33
大针茅草原	7.67	452.12	315.07	1.43
克氏针茅草原	6.52	384.29	281.45	1.37
长芒草草原	7.89	464.99	551.55	0.84
疏花针茅草原	4.37	257.78	301.90	0.85
沟叶羊茅草原	6.53	384.68	246.20	1.56

Continued

溇草、冰草、丛生矮禾草草原	7.02	413.63	305.83	1.35
冰草草原	3.38	199.42	176.60	1.13
新疆银穗草草原	2.39	141.13	153.32	0.92
糙隐子草草原	8.00	471.68	284.73	1.66
三芒草草原	9.63	567.74	438.30	1.30
日荫苔草(短柄苔草)草原	6.24	367.66	326.21	1.13
百里香、丛生禾草草原	8.95	527.47	427.42	1.23
甘草、丛生隐子草草原	9.18	540.68	312.74	1.73
冷蒿草原	8.69	512.25	268.37	1.91
冷蒿、丛生矮禾草草原	7.92	466.78	276.71	1.69
铁杆蒿、禾草草原	7.82	461.11	383.21	1.20
芨蒿、禾草草原	9.14	538.67	440.93	1.22
沙蒿、禾草草原	9.32	548.98	323.75	1.70
沙蓬、雾冰藜、虫实沙地先锋植物群落	9.15	539.22	347.39	1.55
戈壁针茅荒漠草原	8.35	491.83	218.54	2.25
石生针茅荒漠草原	8.06	475.07	199.29	2.38
沙生针茅荒漠草原	4.57	269.40	185.75	1.45
东方针茅荒漠草原	7.45	438.87	289.66	1.52
无芒隐子草荒漠草原	8.99	529.81	183.31	2.89
无芒隐子草荒漠草原退化变体	9.89	551.15	240.89	2.29
多根葱荒漠草原	8.34	190.12	491.23	0.39
狭叶锦鸡儿、矮禾草荒漠草原	9.35	550.80	229.03	2.40
藏锦鸡儿、矮禾草荒漠草原	8.41	495.71	199.91	2.48

如表 1 所示, 不同群系的热量需求差异都比较大。羊草、杂类草草甸草原, 窄颖赖草、杂类草、灌木草甸草原, 大针茅草原, 克氏针茅草原, 长芒草草原, 三芒草草原, 百里香、丛生禾草草原, 东方针茅荒漠草原, 无芒隐子草荒漠草原, 无芒隐子草荒漠草原退化变体等大多数草原群系的生物学温度平均值在 $6^{\circ}\text{C}\sim 12^{\circ}\text{C}$ 范围之内, 约在总群系系数的 86%, 这些群系主要分布在中国华北地区的中温带地区。少数群系如羊茅、杂类草草甸草原, 冰草草原、新疆银穗草草原、沙生针茅荒漠草原等, 其生物学温度的平均值都低于 6°C , 约占总数的 14%, 这些群系大都生长在寒温带地区。

华北地区的年降水量主要在 300~600 mm 范围内, 夏季炎热湿润, 冬季低温少雨。少数群系如羊茅、杂类草草甸草原, 长芒草草原、疏花针茅草原等分布在比较湿润的地区, 其可能蒸散率在 0.5~1.0 范围之间的湿润地区, 约占 14%。羊草、杂类草草甸草原, 白羊草、杂类草草甸草原, 大针茅草原、克氏针茅草原、沙生针茅荒漠草原等群系分布在可能蒸散率为 1.0~2.0 范围之间的亚湿润地区, 约占群系总数的 69%。还有一些草原群系如戈壁针茅荒漠草原、石生针茅荒漠草原、无芒隐子草荒漠草原、无芒隐子草荒漠草原退化变体等常分布在比较干旱的地区, 可能蒸散率高于 2.0, 约占总群系的 17%。

3.2. 华北地区主要草原群系的水热分布

利用 Holdridge 分类系统中的生物温度和可能蒸散率, 将华北地区草原 36 个群系划分为 5 个水热分布类群, 如下所示:

寒温带亚湿润型(ABT3-6, PER1.0-2.0): 该类群年平均生物学温度比较低, 可能蒸散率比较适中, 包括冰草草原、沙生针茅荒漠草原共 2 种。此类型主要分布在内蒙古中南部地区。

寒温带湿润型(ABT3-6, PER0.5-1.0): 该类群的生物学温度较低, 可能蒸散率较低, 包括羊茅、杂类草草甸草原, 疏花针茅草原、新疆银穗草草原共 3 种。主要分布在太行山脉附近。

中温带半干旱型(ABT6-12, PER2.0-4.0): 该类群的年平均生物学温度适中, 可能蒸散率比较高, 包括戈壁针茅荒漠草原, 石生针茅荒漠草原, 无芒隐子草荒漠草原, 无芒隐子草荒漠草原退化变体、狭叶锦鸡儿、矮禾草荒漠草原和藏锦鸡儿、矮禾草荒漠草原共 6 种。这类树种主要分布在内蒙古地区, 气候比较干热。

中温带亚湿润型(ABT6-12, PER1.0-2.0): 该类群的年平均生物学温度适中, 可能蒸散率也比较适中, 包括羊草、杂类草草甸草原, 窄颖赖草、杂类草、灌木草甸草原, 贝加尔针茅、杂类草草甸草原, 针茅(哈萨克针茅)、杂类草草甸草原, 白羊草、杂类草草甸草原, 线叶菊、禾草、杂类草草甸草原, 羊草、丛生禾草草原, 大针茅草原, 克氏针茅草原, 沟叶羊茅草原, 溲草、冰草、丛生矮禾草草原, 糙隐子草草原, 三芒草草原, 日荫苔草(短柄苔草)草原, 百里香、丛生禾草草原, 甘草、丛生隐子草草原, 冷蒿草原、冷蒿、丛生矮禾草草原, 铁杆蒿、禾草草原, 芨蒿、禾草草原, 沙蒿、禾草草原, 沙蓬、雾冰藜、虫实沙地先锋植物群落, 东方针茅荒漠草原共 23 种, 约占总群系数量的 64%, 是构成华北地区草原的主要群系类型。此类群系分布范围比较广, 但主要集中在阴山山脉等地, 这与华北地区主要气候特征是一致的。

中温带湿润型(ABT6-12, PER0.5-1.0): 该类群生物学温度比较适中, 可能蒸散率比较低, 包括长芒草草原、多根葱荒漠草原共 2 种, 主要分布在吕梁山和燕山附近。

4. 讨论

Holdridge 生命地带分类系统气候指标运算简便, 相比于吉良(Kira)方法和 Thornthwaite 分类法, 具有更强的实用性。可能蒸散率计算方法简单, 有着明确的物理学和生态学意义, 与我国的对应性较强, 适合于中国的气候变化及其相关的湿润和干旱程度的研究[9]。巩祥夫[10]等通过计算 Holdridge 生命地带分类系统, 确定了内蒙古各草原类型区年降水量、年生物学温度的界限值, 其结果与文中基本一致。文中研究群系数多, 计算更加详细, 更具说服力。

5. 结论

利用 Holdridge 生命地带分类系统计算了华北地区 36 种主要草原群系的热量和水分指标。结果显示多数群系的年平均生物温度在 6℃~12℃ 范围内, 可能蒸散率在 1.0~2.0 范围内, 约占总群系数量的 74%。将生物温度和可能蒸散率分别划分为 3 个等级, 结合这两个 Holdridge 气候指标将华北地区主要树种划分为寒温带亚湿润型、寒温带湿润型、中温带半干旱型、中温带亚湿润型、中温带湿润型等 5 个水热指标类群。

参考文献

- [1] 杨正宇. 四类气候-植被关系模型比较研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国科学院植物研究所, 2001: 31-33.
- [2] 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, 17(2): 97-108.

-
- [3] 范泽孟, 岳天祥. 中国 Holdridge 生命地带及其多样性的时空变化分析[J]. 地理研究, 2005, 24(1): 121-130.
- [4] 马占云. 东北湿地水热特征及生态气候识别研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 东北师范大学, 2006.
- [5] 张景华, 李英年. 青海气候变化趋势及植被生产力影响的研究[J]. 干旱区资源与环境, 2008, 22(2): 97-102.
- [6] 曹伟, 郑美林, 刘童燕. 基于 Holdridge 分类系统的东北地区主要树种的水热分布类群[J]. 干旱区资源与环境, 2013, 27(5): 58-62.
- [7] Sun, T., Sun, R., Khan, M.S., *et al.* (2021) Urbanization Increased Annual Precipitation in Temperate Climate Zone: A case in Beijing-Tianjin-Hebei Region of North China. *Ecological Indicators*, **126**, Article ID: 107621. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107621>
- [8] 林华, 曹敏. 森林生态系统发展和植物种群变化的热力学过程[J]. 生态学报, 2006, 26(12): 336-342.
- [9] 孟猛, 倪健, 张治国. 地理生态学的干燥度指数及其应用评述[J]. 植物生态学报, 2004, 28(6): 853-861.
- [10] 巩祥夫, 刘寿东, 钱拴. 基于 Holdridge 分类系统的内蒙古草原类型气候区划指标[J]. 中国农业气象, 2010, 31(3): 384-387.