

阿勒泰地区不同草地类型植被特征

杨磊^{1,2,4}, 熊黑刚³

(1. 新疆大学 资源与环境科学学院, 乌鲁木齐 830046; 2. 新疆农业大学 管理学院, 乌鲁木齐 830052;
3. 北京联合大学 应用文理学院, 北京 100083; 4. 新疆大学 绿洲生态教育部重点实验室, 乌鲁木齐 830046)

摘 要:天然草原是新疆阿勒泰地区畜牧业生产赖以生存的主要物质基础之一,也是阿勒泰地区最大的生态屏障。为了弄清阿勒泰地区不同草地类型的植被特征,以及将阿勒泰地区草地生物量空间分布以遥感图形式来展现,利用阿勒泰地区 162 个草地监测样地(365 个草地样方)生物量及其他植被因子监测数据,分析了阿勒泰地区 9 个草地类型的植被组成、海拔高度、植被高度、盖度、生物量;同时,借助 ArcGIS 软件制作了 2014 年的生物量分布图。结果显示:(1) 不同草地类型的海拔高度大小排列为:高寒草甸>山地草甸>温性草甸草原>温性草原>温性荒漠化草原>温性草原化荒漠>温性荒漠>沼泽>低地草甸;(2) 植被盖度排序为:沼泽>低地草甸>山地草甸>高寒草甸>温性草甸草原>温性荒漠草原>温性草原>温性荒漠>温性草原化荒漠;(3) 地表生物量排序为:沼泽>低地草甸>温性草甸草原>山地草甸>温性草原>高寒草甸>温性草原化荒漠>温性荒漠;(4) 植被高度排序为:沼泽>低地草甸>温性草甸草原>山地草甸>温性草原>温性草原化荒漠>温性荒漠草原>高寒草甸>温性荒漠;(5) 实测生物量与归一化植被指数 NDVI 的关系可用幂函数来模拟: $y=7695.807x^{1.327}$ ($R^2=0.421, p<0.05$);(6) 阿勒泰草原生物量在空间上呈现自南向北增加的分布特征,这与该区水分自南向北递增的趋势一致。依据行政区划富蕴、福海、吉木乃县以南地表植被地上生物量水平较低,越向古尔班通古特沙漠方向生物量值越低。

关键词:阿勒泰地区;不同草地类型;植被特征;生物量

中图分类号:S812; TP79

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2018)06-0152-08

Characteristic of Vegetation of Different Grassland Types in Altay Prefecture

YANG Lei^{1,2,4}, XIONG Heigang³

(1. College of Resource and Environment Sciences, Xinjiang University, Urumqi 830046, China; 2. School of Management, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China; 3. College of Arts and Science, Beijing Union University, Beijing 100083, China; 4. Key Laboratory of Oasis Ecology, Ministry of Education, Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

Abstract: Natural grassland is one of the main material bases for livestock production in the Altay prefecture of Xinjiang and the largest ecological barrier in Altay prefecture. To find out the characteristics of vegetation of different grassland types and to show the distribution of grassland biomass in space in the Altay prefecture in the form of remote sensing images, based on the data of grass biomass and other vegetation factor from 162 sampling sites and 365 quadrats of the Altay prefecture, we analyzed the altitude, vegetation composition, height, coverage and biomass of different grassland types in Altay prefecture. At the same time, we made the biomass distribution map of 2014. The results showed that: (1) the elevations of different grassland types decreased in the order: alpine meadow>upland meadow>temperate meadow steppe>temperate steppe>temperate desert steppe>temperate steppe desert>temperate desert>swamp>low plain meadow; (2) the vegetation coverage decreased in the order: swamp>low plain meadow>upland meadow>alpine meadow>temperate meadow steppe>temperate desert steppe>temperate steppe>temperate desert>temperate steppe desert; (3) the biomass decreased in the order: swamp>low plain meadow>temperate meadow steppe>upland meadow>temperate desert steppe>temperate steppe>alpine meadow>temperate steppe desert>temperate desert; (4) the height of the vegetation decreased in the order: swamp>low plain meadow>temperate meadow steppe>upland meadow>temperate steppe>temperate steppe desert>temperate desert>alpine meadow>temperate desert; (5) the relationship between the measured biomass and the

收稿日期: 2017-10-13

修回日期: 2017-12-18

资助项目: 国家自然科学基金“干旱区人类活动胁迫下绿洲水盐时空变化规律研究”(41671198)

第一作者: 杨磊(1979—),男,新疆石河子人,博士生,研究方向为干旱区资源环境与人地关系。E-mail: 35688177@qq.com

通信作者: 熊黑刚(1956—),男,湖南湘乡人,教授,博士生导师,主要从事自然地理研究。E-mail: 370461817@qq.com

normalized vegetation index NDVI can be simulated by power functions: $y=7695.807x^{1.327}$ ($R^2=0.421$, $p<0.05$); (6) the distribution characteristics of the Altay grassland biomass in space increased from south to north. According to the administrative divisions, low biomass level of the ground vegetation distributed in the south of the counties of Fuhai, Fuyun and Qinhe, the more the vegetation is close to the desert of Gurbantunggut, the lower the biomass is.

Keywords: Altay region; different grassland types; vegetation factors; biomass

草地具有独特的资源优势和环境优势,一直都是人类居住的理想场所,是人类社会文明和进步的发祥地^[1-2]。目前关于草地生物量研究的方法主要使用的是传统的直接收获法^[3-5],利用遥感估测法对草地生物量进行分析的研究也较多^[6-8],还有些研究既使用了遥感方法对生物量进行估测又对草原生物量的影响因素进行了分析^[3,6-7,9-10]。

有关阿勒泰草地的研究,俞婷^[11]对阿勒泰市草原退化的原因进行了分析,张炜^[12]对阿勒泰市退牧还草工程生态效益进行了探讨;刘兴元^[13]依据功能分区指数,将阿勒泰牧区草地从空间上划分为:高效经济、生态保护和混合功能区,然而关于整个阿勒泰地区草原的研究报道还是比较少的,只是涉及阿勒泰部分区域:如秦春艳等^[14]对阿勒泰布尔津县土地利用变化进行了分析;赵炎等^[15]、马丽^[16]分别对阿勒泰地区福海县、富蕴县不同类型草地的主要物种、产草量、载畜量进行了分析。而有关阿勒泰地区草原生物量的研究更是少之又少:沙依拉^[17]只是通过一年(2009年)数据分析了阿勒泰山区的草原生物量在月间(6月、7月、8月、9月)的差异,也没有包括平原地区;钞振华^[18]在2004年开展相关研究时,只计算了各个县不同产草量等级的草地面积占比情况;即使毛继荣^[19]分析了阿勒泰地区1980—2011年的草原退化,但只有少量的1980年与2011年的草原生物量实测数据。以上报道均未系统回答不同草地类型的植被特征,也未分析阿勒泰草原生物量在空间上的分布特征,而本文所用数据量覆盖均匀分布于阿勒泰6县1市162个大样地、365个小样方,针对以上问题开展相关研究,为草原生态保护提供理论基础。

1 研究区概况与方法

1.1 研究区概况

阿勒泰地区位于新疆维吾尔自治区最北部,地处北纬 $45^{\circ}00'$ — $49^{\circ}11'$,东经 $85^{\circ}31'$ — $91^{\circ}04'$ 。东、北、西分别和蒙古、俄罗斯、哈萨克斯坦等国为邻。阿勒泰地区隶属伊犁哈萨克自治州,包括阿勒泰市、哈巴河县、布尔津县、福海县、富蕴县、青河县、吉木乃县7县(市),4个地方国营农牧厂和兵团第十师团场。

阿勒泰地区远离海洋,大气干燥,自然降水少。西部、山地降水多,年降水量可达 $400\sim 600$ mm。森塔斯(阿勒泰市山区)年降水量最多,高达700 mm以上,积雪深度 $1\sim 2$ m,成为亚洲大陆腹地的“湿岛”。东南部、丘陵平原区降水少,年降水量只有 $150\sim 200$ mm,积雪深度 $30\sim 80$ cm。南部荒漠(戈壁)区年降水量约95 mm,少积雪。阿勒泰草地位于荒漠气候控制之下,草地类型以荒漠类草地占优势,占全区草地面积的70%以上。草地利用上具有明显的季节性特征,全年分为夏牧场、春秋场和冬牧场3种季节牧场,四季轮换利用,其中春秋场一年利用两次。

针对不同草地类型,阿勒泰地区包含有高寒草甸、山地草甸、沼泽、低地草甸、温性草甸草原、温性草原、温性荒漠化草原、温性草原化荒漠和温性荒漠9种类型。

1.2 草地植被监测

在阿勒泰市、吉木乃、哈巴河、富蕴、福海、青河、布尔津6县1市,于2014年7月16—30日进行不同草地类型地上植被监测:草地调查严格按照《草原资源与生态监测技术规程》NY/T1233—2006要求进行布设,共设监测样地179个,去掉水蚀、风沙等严重破坏的,共有162个样地、 $1\text{ m}\times 1\text{ m}$ 的样方365个。监测内容包括地理位置、海拔高度、坡向、坡位、土壤质地、植物种类、植物高度、植物盖度,并将样方内植物齐地刈割,然后称重,再带回实验室烘干称干重,以获取地上生物量数据。

1.3 生活型划分

植物生活型是植物对综合环境条件的长期适应,而在外貌上反映出来的植物类型^[20]。研究区内植被类型多为草原,零星乔木或者灌木,在植物群落中不是建群种或者优势种,多为偶然出现。在进行生活型划分时,我们首先依据 Whittaker^[21]对维管植物通生活型的划分依据,结合当地植物生态学特征,将调查到的草原植物划分为灌木、小半灌木、多年生草本、一年生草本。下文出现的植被生活型缩写情况:AH为一年生草本植物(annuals);ABH为一、二年生植物(annuals and biennials);PH为多年生草本(perennial herbs);S为灌木(shrubs);SS为半灌木(小半灌

木)(sub-shrubs)。

1.4 草原生物量遥感反演

本文将阿勒泰地区草原产草量情况分为 6 个等级:(1) 产草量 60~300 kg/hm², (2) 产草量 300~350 kg/hm², (3) 产草量 350~400 kg/hm², (4) 产草量 400~500 kg/hm², (5) 产草量 500~1 500 kg/hm², (6) 产草量大于 1 500 kg/hm²。

利用 2014 年阿勒泰地区 6 县 1 市 162 个监测样地、365 个 1 m×1 m 的草地样方生物量数据, 以及 2014 年 7 月底草地生物量实地调查同期 NDVI 植被

指数数据,建立实测生物量与 NDVI 指数回归关系,最后借助 ArcGIS 10.5,反演阿勒泰地区草原生物量空间变化情况。

2 结果与分析

2.1 不同草地类型植被组成

表 1 是本研究对阿勒泰地区草地物种组成情况进行调查的结果,在本次调查中,共发现了 127 种植物,隶属于 22 科,70 属。就生活型构成而言,与一、二年生植物相比,多年生草本所占比例最大。

表 1 不同草地类型物种组成

科	属	植物种	生活型	高寒 草原	山地 草甸	沼泽	低地 草甸	温性草甸 草原	温性 草原	温性荒漠 化草原	温性草原 化荒漠	温性 荒漠	重要值
禾 本 科	针茅属	针茅 <i>Stipa capillata</i>	PH	√	√	—	√	—	√	√	√	√	0.18
		羽状针茅 <i>Stipa pinnate</i>	PH	√	—	—	—	√	—	—	—	—	0.08
		沙生针茅 <i>Stipa glareosa</i>	PH	—	√	—	—	—	—	√	√	√	0.07
		新疆针茅 <i>Stipa sareptana</i>	PH	—	√	—	—	—	—	√	√	√	0.08
		长芒针茅 <i>Stipa capillata</i>	PH	—	√	—	—	—	—	—	—	—	0.05
		细叶早熟禾 <i>Poa angustifolia</i>	PH	—	—	—	—	√	—	—	—	—	0.05
	早熟禾属	高山早熟禾 <i>Poa alpina</i>	PH	√	—	—	√	√	—	—	—	—	0.05
		草地早熟禾 <i>Poa pratensis</i>	PH	—	√	—	√	√	—	—	—	—	0.03
		早熟禾 <i>Poa annua</i>	AH	√	√	√	—	√	—	—	—	—	0.12
		阿尔泰早熟禾 <i>Poa altaica</i>	PH	√	—	—	—	√	—	—	—	—	0.02
		渐狭早熟禾 <i>Poa attenuata</i>	PH	—	—	—	√	√	—	—	—	—	0.02
		密穗林地早熟禾 <i>Poa nemoralis</i>	PH	—	—	—	√	√	—	—	—	—	0.01
	羊茅属	西伯利亚早熟禾 <i>Poa sibirica</i>	PH	—	—	—	—	√	—	—	—	—	0.05
		羊茅 <i>Festuca ovina</i>	PH	√	√	—	—	√	√	√	√	—	0.06
		寒生羊茅 <i>Festuca kryloviana</i>	PH	√	—	—	—	—	—	—	—	—	0.21
		高羊茅 <i>Festuca elata</i>	PH	√	√	—	—	√	—	√	√	√	0.29
		沟羊茅 <i>Festuca valesiaca</i>	PH	√	√	—	√	√	—	—	—	—	0.32
		三界羊茅 <i>Festuca kurtzschumica</i>	PH	√	—	—	√	√	—	—	—	—	0.03
	冰草属	穗状寒生羊茅 <i>Festuca ovina</i>	PH	—	—	—	√	√	—	—	—	—	0.03
		沙生冰草 <i>Agropyron desertorum</i>	PH	—	√	—	—	—	√	—	—	√	0.02
		冰草 <i>Agropyron cristatum</i>	PH	√	√	—	—	—	—	—	—	√	0.10
		沙芦 <i>Agropyron monglicum</i>	PH	—	—	—	—	—	—	√	√	√	0.01
	鸭茅属	鸡脚草 <i>Dactylis glomerata</i>	PH	—	—	—	—	√	—	—	—	—	0.02
		鸭茅 <i>Dactylis glomerata</i>	PH	—	√	—	—	—	—	—	—	—	0.00
	雀麦属	无芒雀麦 <i>Bromus inermis</i>	PH	√	√	—	√	√	√	—	—	—	0.02
		早雀麦 <i>Bromus tectorum</i>	AH	—	—	—	√	√	—	—	—	—	0.02
		北疆雀麦 <i>Bromus seuwerzowii</i>	AH	√	—	—	√	—	—	—	—	—	0.01
	大麦属	布顿大麦 <i>Hordeum bogdanii</i>	PH	√	—	√	√	√	—	—	—	—	0.03
		野黑麦 <i>Bromus brevisubu</i>	PH	—	—	√	√	√	—	—	—	—	0.00
	异燕麦属	异燕麦 <i>Helictorichon schellianum</i>	PH	√	—	—	—	√	—	—	—	—	0.00
		蒙古异燕麦 <i>Helictorichon mongolicum</i>	PH	√	—	—	—	√	—	—	—	—	0.00
	梯牧草属	梯牧草 <i>Phleum pratense</i>	PH	—	√	—	√	—	—	—	—	—	0.04
		高山梯牧草 <i>Phleum alpinum</i>	PH	√	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01
		假梯牧草 <i>Phleum phleoides</i>	PH	√	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00
	黄花茅属	黄花茅 <i>Anthoxanthum odoratum</i>	PH	√	√	—	—	—	—	—	—	—	0.02
		高山黄花茅 <i>Anthoxanthum alpinum</i>	PH	√	√	—	—	—	—	—	—	—	0.01

续表 1

科	属	植物种	生活型	高寒 草原	山地 草甸	沼泽	低地 草甸	温性草甸 草原	温性 草原	温性荒漠 化草原	温性草原 化荒漠	温性 荒漠	重要值
禾本科	赖草属	大赖草 <i>Leymus racemosus</i>	PH	—	—	√	—	—	—	—	—	√	0.00
		多枝赖草 <i>Leymus multicaulis</i>	PH	—	—	—	—	√	—	—	√	√	0.00
		窄颖赖草 <i>Leymus angustus</i>	PH	√	√	—	—	—	—	—	√		0.00
		赖草 <i>Leymus secalinus</i>	PH	—	—	—	√	—	—	—	√	√	0.05
		毛穗赖草 <i>Leymus paboans</i>	PH	—	—	—	√	—	—	—	—		0.00
	看麦娘属	天山赖草 <i>Leymus tianschanicus</i>	PH	√	—	—	—	—	—	—	—		0.00
		看麦娘 <i>Alopecurus aequalis</i>	AH	—	—	√	√	—	—	—	—	—	0.01
		大看麦娘 <i>Alopecurus pratensis</i>	PH	—	—	√	√	—	—	—	—	—	0.00
	隐子草属	糙隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i>	PH	√	√	—	—	—	—	√	√	√	0.05
		无芒隐子草 <i>Cleistogenes songorica</i>	PH	—	—	—	—	—	—	—	—		0.07
	獐茅属	小獐茅 <i>Aeluropus pungens</i>	PH	—	—	—	√	—	—	—	√	—	0.02
	鹅观草属	大芒鹅观草 <i>Roegneria fedtschenkoi</i>	PH	√	—	—	—	—	—	—	—		0.01
	细柄茅属	细柄茅 <i>Ptilagrostis mongholica</i>	PH	√	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00
	芦苇属	芦苇 <i>Phragmites australias</i>	PH	√	—	√	√	—	—	—	√	√	0.51
	芨芨草属	芨芨草 <i>Achnatherum splendens</i>	PH	—	—	—	√	—	—	—	√	—	0.05
	拂子茅属	拂子茅 <i>Calamagrostis epigeios</i>	PH	—	—	√	√	—	—	—	—	—	0.27
	旱麦草属	旱麦草 <i>Eremopyum triticeum</i>	AH	—	—	—	—	—	—	√	√	√	0.11
	偃麦草属	偃麦草 <i>Elytrigia repens</i>	PH	—	—	—	√	—	—	—	—		0.06
	剪股颖属	小糠草 <i>Agrostis gigantea</i>	PH	—	—	—	√	—	—	—	—	—	0.21
	新麦草属	新麦草 <i>Psathyrostachys juncea</i>	PH	—	—	—	—	—	—	—	—	√	0.03
	黑麦草属	黑麦草 <i>Lolium perenne</i>	PH	—	√	—	√	—	—	—	—	—	0.01
	棒头草属	长芒棒头草 <i>Polypogon monspeliensis</i>	AH	—	—	—	—	√	—	—	—	—	0.01
	臭草属	德兰臭草 <i>Melica transsivanica</i>	PH	—	√	—	—	—	—	—	—		0.00
	发草属	发草 <i>Deschampsia caespitosa</i>	PH	—	—	—	—	√	—	—	—		0.03
	画眉草属	画眉草 <i>Eragrostis pilosa</i>	AH	—	—	—	—	—	—	√	√	√	0.00
	三毛草属	蒙古德三毛草 <i>Trisetum spicatum</i>	PH	√	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00
	披碱草属	披碱草 <i>Elymus dahuricus</i>	PH	√	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03
	三芒草属	羽状三芒草 <i>Aristida pennata</i>	PH	—	—	—	—	—	—	√	√	√	0.23
	齿稃草属	齿稃草 <i>Schismus arabicus</i>	AH	—	—	—	—	—	—	—	√	—	0.21
	禾草	禾草 Grasses (英文名)	PH	—	√	—	√	√	—	—	√	√	0.08
菊科	绢蒿属	纤细绢蒿 <i>Seriphidium gracilensces</i>	PH	—	—	—	—	—	—	—	—	√	0.09
		白茎绢蒿 <i>Seriphidium terrae-albae</i>	PH	—	—	—	—	—	—	√	√	√	0.27
		博洛塔绢蒿 <i>Seriphidium borotalense</i>	PH	—	—	—	—	—	—	√	—		0.00
		绢蒿 <i>Seriphidium</i> sp.	PH	—	—	—	√	—	—	√	—	—	0.00
		冷蒿 <i>Artemisia frigida</i>	PH	—	—	—	—	—	√	—	—	—	0.00
	蒿属	沙蒿 <i>Artemisia desertorum</i>	PH	—	—	—	—	—	—	—	√	√	0.23
		大籽蒿 <i>Artemisia sieversiana</i>	PH	—	—	—	√	—	—	—	—	—	0.00
		蒿子 <i>Artemisia</i> sp.	PH	—	—	—	√	√	√	√	√	√	0.22
	蓍属	千叶蓍 <i>Achillea millefolium</i>	PH	√	√	—	—	√	—	—	—	—	0.08
	蒲公英属	蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>	PH	√	√	√	—	—	—	—	—	—	0.00
	火绒草属	火绒草 <i>Leontopodium</i> sp.	PH	√	√	—	—	—	—	—	—	—	0.01
	蓝刺头属	蓝刺头 <i>Echinops sphaerocephalus</i>	PH	—	√	—	—	—	—	—	—	—	0.02
	艾属	小白蒿 <i>Artemisia frigida</i>	SS	—	—	—	—	—	—	—	—	√	0.02
	鸦葱属	鸦葱 <i>Scorzonera ruprechtiana</i>	PH	√	—	—	—	—	—	—	√	—	0.02
	苜蓿属	苜蓿 <i>Medicago sativa</i>	PH	—	—	—	√	—	—	—	—	—	0.01
		黄花苜蓿 <i>Medicago falcata</i>	PH	—	—	—	√	—	—	—	—	—	0.02
	车轴草属	白三叶 <i>Trifolium repens</i>	PH	—	√	—	√	√	√	—	—	—	0.01
		红三叶 <i>Trifolium pratense</i>	PH	—	—	—	√	√	√	—	—	—	0.03
豆科	甘草属	甘草 <i>Glycyrrhiza uralensis</i>	PH	—	—	—	√	—	—	—	—	—	0.05
	黄芪属	黄芪 <i>Astragalus membranaceus</i>	PH	—	√	√	—	—	—	—	√	√	0.02
	槐属	苦豆子 <i>Sophora alopecuroides</i>	PH	√	—	√	√	—	—	—	—	—	0.03
	草木樨属	黄花草木樨 <i>Melilotus officinalis</i>	AH	—	—	√	—	—	—	—	—		0.01
	野豌豆属	野豌豆 <i>Vicia sepium</i>	PH	—	—	—	√	—	—	—	—		0.01
	盐豆木属	铃铛刺 <i>Halimodendron halodendron</i>	S	—	—	—	√	—	—	—	—	—	0.01
	锦鸡儿属	草原锦鸡儿 <i>Caragana pumila</i>	—	—	—	—	—	—	√	—	—	—	0.02

续表 1

科	属	植物种	生活型	高寒 草原	山地 草甸	沼泽	低地 草甸	温性草甸 草原	温性 草原	温性荒漠 化草原	温性草原 化荒漠	温性 荒漠	重要值
藜 科	假木贼属	无叶假木贼 <i>Anabasis aphylla</i>	SS	—	—	—	—	—	—	√	√	√	0.06
		盐生假木贼 <i>Anabasis salsa</i>	SS	—	—	—	—	—	—	√	√		0.04
	小蓬属	小蓬 <i>Nanophyton erinaceum</i>	S	—	—	—	—	—	—		√		0.06
	驼绒藜属	驼绒藜 <i>Ceratoides latens</i>	S	—	—	—	—	—	—	√	√	√	0.08
	地肤属	木地肤 <i>Kochia prostrata</i>	S	—	—	—	—	—	√	√	√	√	0.08
	角果藜属	角果藜 <i>Ceratocarpus arenarius</i>	AH	—	—	—	√	—	√	√	√	√	0.06
莎 草 科	苔草属	细果苔草 <i>Carex stenocarpa</i>	PH	√	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01
		苔草 <i>Carex</i> sp.	PH	√	√	√	√	√	√	√	√	√	0.12
		草原苔草 <i>Carex liparocarpus</i>	PH	—	—	—	—	—	√	—	—	—	0.02
	薹草属	水葱 <i>Scirpus validus</i>	PH	—	—	√	—	—	—	—	—	—	0.03
	莎草属	莎草 <i>Cyperus rotundus</i>	PH	√	√	√	√	√	√	—	√	√	0.09
	羊胡子草属	羊胡子 <i>Eriophorum comosum</i>	PH	√	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01
薔 薇 科	委陵菜属	委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	PH	√	√	—	—	√	√	—	—	√	0.03
		黄花委陵菜 <i>Potentilla chrysantha</i>	PH	√	√	—	—	—	—	—	—	—	0.02
	野草属	野草莓 <i>Fragaria vesca</i>	PH	√	—	—	—	—	—	—	—	—	0.02
	羽衣草属	羽衣草 <i>Alchemilla japonica</i>	PH	√	√	—	—	—	—	—	—	—	0.11
	绣线菊属	兔儿条 <i>Spiraea hyperici folia</i>	S	—	—	—	—	√	√	—	—	—	0.04
		欧亚绣线菊 <i>Spiraea media</i>	S	—	—	—	—	—	√	—	—	—	0.03
蓼 科	蓼属	珠芽蓼 <i>Polygonum viviparum</i>	PH	√	√	—	—	—	—	—	—	—	0.01
		蒿蓼 <i>Polygonum aviculare</i>	AH	—	—	—	—	√	√	√	—	√	0.03
	酸膜属	酸膜 <i>Polygonum lapathi folium</i>	AH	—	—	√	—	√	—	—	—	—	0.02
	沙拐枣属	沙拐枣 <i>Calligonum mongolicum</i>	S	—	—	—	—	—	—	—	√	√	0.01
毛 茛 科	毛茛属	毛茛 <i>Ranunculus japonicus</i>	PH	√	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03
	唐松草属	唐松草 <i>Thalictrum aquilegi folium</i>	PH	—	√	—	—	—	—	—	—	—	0.00
	金莲花属	金莲花属 <i>Trollius chinensis</i>	AH	—	√	—	—	—	—	—	—	—	0.04
唇 形 科	糙苏属	糙苏 <i>Phlomis umbrosa</i>	PH	—	√	—	—	√	—	—	—	—	0.02
	青兰属	青兰 <i>Dracocephalum ruyschiana</i>	PH	√	√	—	—	—	—	—	—	—	0.01
百 合 科	葱属	多根葱 <i>Allium polyrhizum</i>	PH	—	—	—	—	—	—	√	—	—	0.04
		野葱 <i>Allium chrysanthum</i>	PH	—	—	—	—	—	—	—	√	—	0.01
牻牛儿苗科	老鹳草属	老鹳草 <i>Geranium wilfordii</i>	PH	√	√	—	—	—	—	—	—	—	0.02
车前科	车前属	车前 <i>Plantago asiatica</i>	PH	—	√	√	√	—	—	—	—	—	0.01
香蒲科	香蒲属	香蒲 <i>Typha orientalis</i>	PH	—	—	√	√	—	—	—	—	—	0.03
茜草科	拉拉藤属	拉拉藤 <i>Galium aparine</i>	AH	—	√	—	—	—	—	—	—	—	0.00
伞形花科	阿魏属	阿魏 <i>Ferula sinkiangensis</i>	S	—	√	—	—	—	—	—	—	—	0.01
石竹科	石竹属	石竹 <i>Dianthus chinensis</i>	PH	√	√	—	—	—	—	—	—	—	0.01
紫草科	勿忘我属	勿忘我 <i>Latouchea fokiensis</i>	AH	√	√	—	—	—	—	—	—	—	0.02
怪柳属	怪柳属	怪柳 <i>Tamarix chinensis</i>	S	—	—	—	√	—	—	—	—	—	0.01
麻黄科	麻黄属	麻黄 <i>Ephedra sinica</i>	PH	—	—	—	—	—	—	—	√	√	0.01
杂类草	杂类草	杂类草 <i>Herbage</i> (英文名)	PH	√	√	—	√	√	√	√	√	√	0.05
木贼科	木贼属	问荆 <i>Equisetum arvense</i>	PH	—	—	—	√	—	—	—	—	—	0.00
低等植物		地衣 <i>lichens</i>		√									0.00

阿勒泰地区不同草地类型物种组成不同。通过计算不同草地类型不同物种的重要值,发现:高寒草原以羽衣草(*Alchemilla* sp.)、苔草、羊茅和早熟禾等为主(图 1A);山地草甸以苔草、羽衣草、针茅、老鹳草等为建群种(图 1B);沼泽以芦苇(*Phragmites australias*)、莎草等为主(图 1C);低地草甸以芦苇、偃麦草、拂子茅、甘草等植物为主(图 1D);温性草甸草原以千叶蓍、苔

草、早熟禾等植物为主(图 1E);温性草原以苔草、针茅、羊茅为主要植物(图 1F);温性草原化荒漠主要是以针茅、芨芨草等植物为主(图 1G);温性荒漠以蒿子、驼绒藜、假木贼、木地肤等植物为主(图 1H)。

综合以上,阿勒泰地区不同草地类型的物种组成中,高寒草原以禾本科、莎草科植物为主;山地草甸以禾本科、莎草科、蔷薇科植物为主;沼泽以禾本科、莎

草科植物为主;低地草甸以禾本科、豆科植物为主;温性草甸草原以菊科、禾本科、莎草科为主;温性草原以

菊科、禾本科、莎草科为主;温性草原化荒漠主要是菊科、禾本科为主;温性荒漠以菊科、藜科为主。

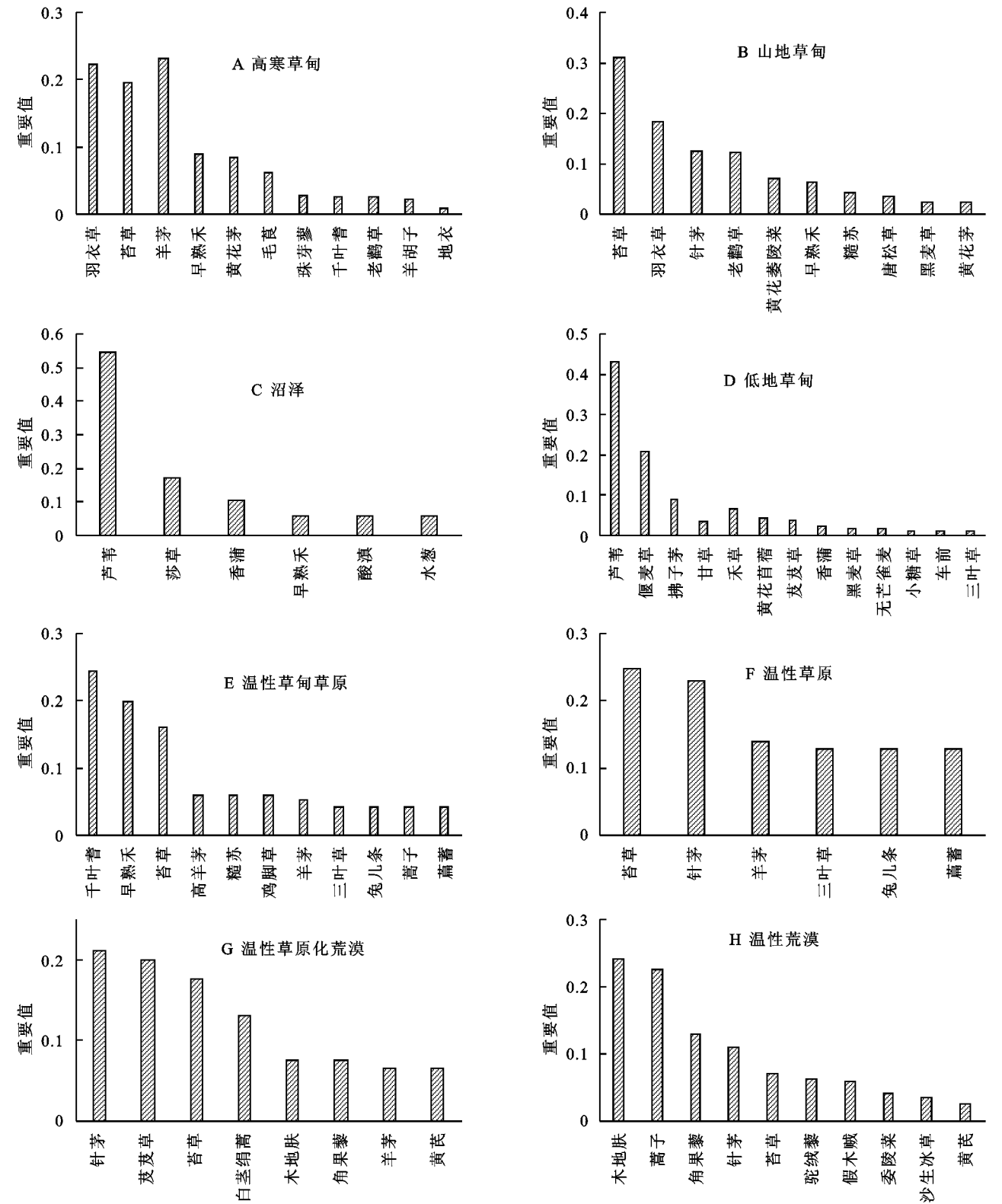


图 1 各种草地类型中植物重要值

2.2 不同草地类型植被特征

2.2.1 不同草地类型海拔高度特征 表 2 是不同草地类型的海拔高度,大小依次排列为:高寒草甸>山地草甸>温性草甸草原>温性草原>温性荒漠化草

原>温性草原化荒漠>温性荒漠>沼泽>低地草甸。其中,第一等级是高寒草甸海拔最高,第二等级是山地草甸、温性草甸草原,最低等级是温性荒漠,这 3 个等级差异显著($p<0.05$)。

2.2.2 不同草地类型植被高度特征 由表 3 可知,阿勒泰地区草地植被高度(草群平均高度)在不同草地类型中的排序为:沼泽>低地草甸>温性草甸草原>山地草甸>温性草甸>温性草原化荒漠>温性荒漠草原>高寒草甸>温性荒漠。其中,植被高度最高的等级包含沼泽、低地草甸,植被高度为 49.10~59.50 cm,并与其他植被类型的植被高度差异显著($p<0.05$)。

表 2 不同草地类型海拔高度分布范围、平均值 m

类型	分布范围	平均值
高寒草甸	2227.0~2540.5	2386.4
山地草甸	1712.8~1988.9	1824.2
沼泽	475.7~614.0	544.8
低地草甸	510.6~613.8	555.0
温性草甸草原	1408.8~1633.8	1526.6
温性草原	1002.8~1361.0	1232.2
温性荒漠草原	1024.7~1096.2	1060.4
温性草原化荒漠	898.3~1009.2	962.8
温性荒漠	591.6~675.7	619.7

表 3 不同草地类型植被高度范围、平均值 cm

类型	范围	平均值
高寒草甸	6.8~16.0	10.8
山地草甸	11.8~22.9	17.5
沼泽	40.7~78.3	59.5
低地草甸	40.2~55.1	49.1
温性草甸草原	11.0~32.4	18.8
温性草原	10.2~18.5	14.2
温性荒漠草原	13.3~14.1	13.7
温性草原化荒漠	11.8~17.3	14.2
温性荒漠	7.2~14.0	10.8

2.2.3 不同草地类型植被盖度特征 由表 4 可知,不同类型草地植被盖度由大到小排序为:沼泽>低地草甸>山地草甸>高寒草甸>温性草甸草原>温性荒漠草原>温性草原>温性荒漠>温性草原化荒漠。其中,第一等级是高寒草甸、山地草甸、沼泽和低地草甸,具有较高的植被盖度,植被盖度在 78.3%~87.5%,第二等级是温性草甸草原植被盖度为 67.0%,第三等级为温性草原与温性荒漠草原,盖度在 46.9%~46.0%,植被盖度等级最低的是温性草原化荒漠与温性荒漠,这 4 个等级差异显著($p<0.05$)。

表 4 不同草地类型植被盖度范围、平均值 %

类型	范围	平均值
高寒草甸	68.3~83.0	78.3
山地草甸	67.8~88.3	79.3
沼泽	85.0~90.0	87.5
低地草甸	68.3~94.0	83.9
温性草甸草原	53.3~91.7	67.0
温性草原	35.0~64.5	46.0
温性荒漠草原	31.1~62.7	46.9
温性草原化荒漠	21.7~50.0	33.0
温性荒漠	21.5~50.0	38.1

2.2.4 不同草地类型生物量特征 从表 5 可以看出,不同类型草地地上生物量由大到小排序为:沼泽>低地草甸>温性草甸草原>山地草甸>温性草原>高寒草甸>温性草原化荒漠>温性荒漠。其中,第 1 等级为沼泽,拥有最高生物量为 $(1\,606.8\pm95.50)\text{ g/m}^2$ (鲜重), $(521.67\pm33.27)\text{ g/m}^2$ (干重);第 2 等级为低地草甸,生物量为 $(764.80\pm168.68)\text{ g/m}^2$ (鲜重), $(240.71\pm59.28)\text{ g/m}^2$ (干重),第 3 等级为温性草甸草原、山地草甸,生物量为 $369.42\sim411.09\text{ g/m}^2$ (鲜重), $113.60\sim116.47\text{ g/m}^2$ (干重),其余类型为第 4 等级,生物量在 $57.99\sim153.83\text{ g/m}^2$ (鲜重), $21.45\sim48.04\text{ g/m}^2$ (干重)。以上 4 个等级差异显著($p<0.05$)。

表 5 不同草地类型地上生物量(鲜重)范围、平均值

类型	范围	平均值
高寒草甸	78.7~202.7	153.8
山地草甸	218.2~517.7	369.4
沼泽	1069.3~2144.3	1606.8
低地草甸	680.0~840.7	764.8
温性草甸草原	120.7~657.1	411.1
温性草原	74.8~134.0	100.6
温性荒漠草原	40.3~75.7	58.0
温性草原化荒漠	36.4~73.2	60.6
温性荒漠	64.3~91.4	74.7

2.3 阿勒泰草原生物量空间分布特征

图 2 量化了实测生物量与归一化植被指数 NDVI 关系,两者之间的关系可用幂函数来模拟: $y=7695.807x^{1.327}$ ($R^2=0.421, p<0.05$)。

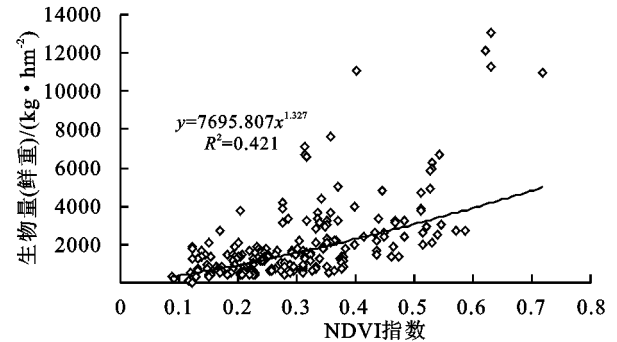


图 2 地上生物量与归一化植被指数回归模型

现分析阿勒泰草原生物量空间分布情况。基于均匀分布于 6 县 1 市草原生物量数据,得到阿勒泰地区 2014 年生物量分布图(图 3A),可以看出阿勒泰地区草原生物量空间分布呈自南向北逐渐增加的趋势,这与该区水分自南向北递增的趋势一致。结合行政区划(图 3B),福海县、富蕴县、青河县以南生物量水平较低,越向准噶尔盆地古尔班通古特沙漠方向生物量越少。

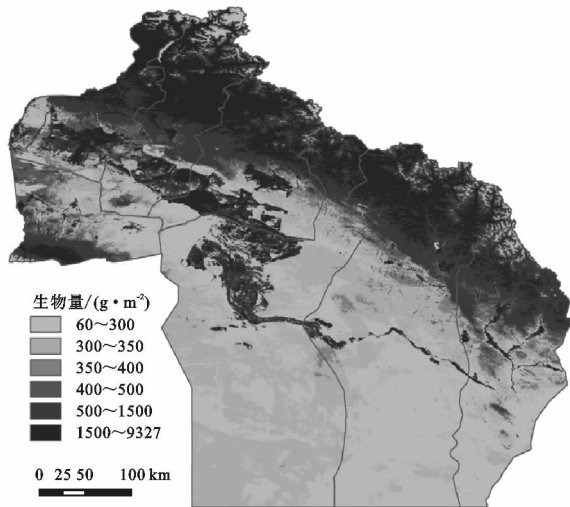


图3 草原生物量分布

3 结论

(1) 阿勒泰地区不同草地类型物种组成为:高寒草原以禾本科(羊茅、早熟禾等)、莎草科(苔草等)植物为主;山地草甸以禾本科(早熟禾、禾草等)、莎草科(苔草等)、蔷薇科(羽衣草等)植物为主;沼泽以禾本科(芦苇等)、莎草科(莎草等)植物为主;低地草甸以禾本科(芦苇、拂子茅、偃麦草等)、豆科(甘草等)植物为主;温性草甸草原以菊科(千叶蓍等)、禾本科(早熟禾、羽状针茅等)、莎草科(苔草等)为主;温性草原以菊科(蒿子等)、禾本科(针茅、羊茅等)、莎草科(苔草等)为主;温性草原化荒漠主要是菊科(绢蒿等)、禾本科(针茅等)为主;温性荒漠草原以禾本科(针茅、隐子草等)、菊科(蒿子等)、藜科为主(木地肤等);温性荒漠以菊科(蒿子等)、藜科(驼绒藜、假木贼、木地肤等)为主。

(2) 针对不同草地类型的植被特征:① 海拔高度中,高寒草甸海拔最高,其次是山地草甸、温性草甸草原;② 植被盖度中,第一等级是高寒草甸、山地草甸、沼泽和低地草甸(盖度为 78.3%~87.5%),第二等级是温性草甸草原(67.0%),第三等级为温性草原与温性荒漠草原(盖度为 46.9%~46.0%),最低的是温性草原化荒漠与温性荒漠。③ 地上生物量中,第一等级为沼泽(鲜重为 $1\,606.8 \pm 95.50 \text{ g/m}^2$,干重为 $521.67 \pm 33.27 \text{ g/m}^2$),第二等级为低地草甸(鲜重为 $764.80 \pm 168.68 \text{ g/m}^2$,干重为 $240.71 \pm 59.28 \text{ g/m}^2$),第三等级为温性草甸草原、山地草甸(鲜重为 $369.42 \sim 411.09 \text{ g/m}^2$,干重为 $113.60 \sim 116.47 \text{ g/m}^2$),其余草地类型单位面积生物量较小(鲜重为 $57.99 \sim 153.83 \text{ g/m}^2$,干重为 $21.45 \sim 48.04 \text{ g/m}^2$)。④ 植被高度中,沼泽、低地草甸植被最高($49.10 \sim 59.50 \text{ cm}$),并与其他植被类型形成显著差异($p < 0.05$)。

(3) 阿勒泰草原生物量呈现自南向北增加的空

间分布特征,这与该区分水分自南向北递增的趋势一致。依据行政区划富蕴、福海、吉木乃县以南地表植被地上生物量水平较低,越向古尔班通古特沙漠方向生物量值越低。

参考文献:

- [1] 朱岷,张义智,焦阳. 柠条在库尔勒的适应性分析[J]. 草业科学,2008,25(8):148-150.
- [2] 刘兴元,龙瑞军. 藏北高寒草地生态补偿机制与方案[J]. 生态学报,2013,11(11):3404-3414.
- [3] 马文红,杨元合,贺金生,等. 内蒙古温带草地生物量及其与环境因子的关系[J]. 中国科学:C辑,2008,38(1):84-92.
- [4] 门学慧,盛建东,宏涛,等. 北疆温性荒漠类草地生物量空间分布及影响因素[J]. 草地学报,2013,21(5):861-868.
- [5] 王敏,苏永中,杨荣,等. 黑河中游荒漠草地地上和地下生物量的分配格局[J]. 植物生态学报,2013,37(3):209-219.
- [6] 马文红,方精云,杨元合,等. 中国北方草地生物量动态及其与气候因子的关系[J]. 中国科学,2010,40(7):632-641.
- [7] 邓蕾,上官周平. 陕西省天然草地生物量空间分布格局及其影响因素[J]. 草地学报,2012,20(5):825-835.
- [8] 张旭琛,朱华忠,钟华平,等. 新疆伊犁地区草地植被地上生物量遥感反演[J]. 草业学报,2015,24(6):25-34.
- [9] 王德旺,盛建东,刘耘华,等. 天山北坡草地生物量分布特征及影响因子[J]. 草业科学,2013,31(1):125-131.
- [10] 杨秀静,黄玫,王军邦,等. 青藏高原草地地下生物量与环境因子的关系[J]. 生态学报,2013,33(7):2032-2042.
- [11] 俞婷. 阿勒泰市草地退化原因与对策[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2012.
- [12] 张炜. 新疆退牧还草补偿机制绩效分析:以阿勒泰地区为例[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2013.
- [13] 刘兴元. 新疆阿勒泰牧区草地资源分类经营机制与可持续发展研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2008.
- [14] 秦春艳,刘平. 新疆布尔津县土地利用格局特征研究[J]. 西北农业学报,2006,15(1):117-120.
- [15] 赵炎,张洪江. 福海县天然草地资源现状及其评价[J]. 新疆畜牧业,2014(10):59-62.
- [16] 马丽. 富蕴县天然草地资源现状及其评价[J]. 新疆畜牧业,2012(6):51-54.
- [17] 沙依拉·沙尔合提. 新疆阿勒泰山典型草原类型及其草地生产力变化分析[D]. 山东泰安:山东农业大学,2011.
- [18] 钞振华. 阿勒泰地区天然草地的遥感监测[D]. 兰州:甘肃农业大学,2004.
- [19] 毛继荣. 新疆典型地区草地退化现状及其恢复模式分析[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2013.
- [20] Sarmiento L, Llambi L D, Escalona A, et al. Vegetation patterns, regeneration rates and divergence in an old-field succession of the high tropical Andes[J]. Plant Ecology, 2003,166(1):145-156.
- [21] Whittaker R H. Communities and Ecosystem[M]. New York: Macmillan Company, 1970.