

# 申扎高寒草原与湿地生态系统观测试验站

王小丹

(中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

青藏高原是世界上面积最大的大陆高海拔高寒区,有着独特的生态地域单元,其自然环境和生态系统在全球占有特殊地位,并且与全球环境变化息息相关,是地球科学、生命科学、资源与环境科学研究领域的天然实验室。地处青藏高原西北部的羌塘高原,海拔 4 500 ~ 6 000 m,北面横亘着雄伟宽厚的昆仑山脉,南面逶迤着冈底斯山 - 念青唐古拉山脉,东界是一道起伏平缓的内外流水系分水岭,西抵印度河上源及喀喇昆仑山脉东南端。除南北边缘地带分布有在燕山运动和喜马拉雅运动作用下隆升形成的几条东西走向高大山系外,高原内部主要由一系列波状起伏的低山、丘陵以及在差异运动下形成的几条长达数百公里的纬向宽谷所组成。在宽谷中,发育众多湖泊和高寒沼泽湿地,具有水源涵养、生物多样性保护、气候调节和固碳等重要生态功能,在全球变化研究中占有特殊的重要地位。

早更新世以后,随着喜马拉雅山脉的再度急剧抬升和高原的隆起,改变了大气环流状况,形成了独特的高原高寒干旱气候,高寒草原就是在高原腹地的寒冷而干旱的大陆性气候条件下的产物,是高寒植被中分布面积最广的类型之一。高寒草原植被组成的地理成分主要有亚洲中部成分、青藏高原成分或帕米尔 - 青藏高原 - 亚洲中部高山成分、中国 - 喜马拉雅成分,各种区系成分交汇混杂,一方面说明其区系与亚洲中部和中国 - 喜马拉雅有着密切的联系,也反映出在高原隆升和气候变化过程中不断分化出新的类群,形成了一些年青的种类和特有种,具有极为重要的科学研究价值。2009 - 02 - 18,国务院第 50 次常务会议审议并通过了《西藏生态安全屏障保护与建设规划(2008—2030 年)》,确定在西

藏实施生态保护、建设和监测三大类工程,构建国家生态安全屏障。申扎高寒草原与湿地生态系统观测试验站(以下简称申扎站)作为生态安全屏障监测体系 10 个综合生态监测站之一,是首个被列入国家投资建设重点台站,由西藏自治区环境保护厅与中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所共建,也是中国科学院高寒区地表过程与环境监测研究网络重要台站之一,实现了国家建设、院地共管的野外台站运行新模式。申扎站以国家生态安全屏障构建的重大战略需求为引领,以高寒草原和湿地生态系统为核心,开展综合观测、试验和研究,为高原生态环境保护 and 区域可持续发展提供科学依据,促进高山环境和高寒生态学科发展。

## 1 生态系统特殊性与代表性

申扎站位于西藏申扎县城以北约 2 km( $30^{\circ}57'N$ ,  $88^{\circ}42'E$ )(图 1),海拔 4 700 m。气候为高原亚寒带干旱季风性气候,年均温  $0.4^{\circ}C$ ,年降水量大约为 298.6 mm,年平均风速 3.8 m/s,8 级以上大风达 104.3 d。

申扎站所处区域高寒草地约占土地面积 40%,湖泊河流约占 23%。生态环境原生性强,原始性状保存良好,高寒草原类型完整、典型。禾本科针茅属、莎草科苔草属及菊科蒿属的寒旱生植物等高寒草原优势种在该区域均有分布。广泛分布的紫花针茅(*Stipa purpurea*)草地为青藏高原特有类型,也是高寒草原代表性类型之一,面积约占高寒草原类草地的 1/4。其他较重要分布的还有蔷薇科、豆科、石竹科、十字花科和蓼科等,常以伴生成分出现。在高

收稿日期(Received date): 2014 - 03 - 01。

作者简介(Biography): 王小丹(1973 - ),男,四川西充人,研究员,主要从事高山环境与高寒生态研究。[Wang Xiaodan, male, born in Xichong of Sichuan Province, Professor, Specialized in alpine environment and ecology.]

寒干旱的严酷环境长期作用下,高寒草原物种形成特有的生物形态适应特性,在其形态结构上多具有叶面小、叶片卷、气孔下陷、机械组织与保护组织发达,植株矮小,地下部生物量大,根系发达,生育节律短等耐寒抗旱特点。高寒草原旱生植物约占总种数的 62.9%,其中真旱生和中旱生植物占 59%,旱中生植物占 27.1%。由耐寒的多年生典型旱生草本植物所构成的高寒草原生态系统不仅是我国分布最广、面积最大的草地类型,而且是亚洲中部高寒环境中最为典型的自然生态系统之一,在世界高寒地区亦具有代表性,生态地位极为重要。

申扎站所在区域属羌塘内流区南部大湖密集的宽广湖盆地带,众多湖泊均为发育于冈底斯山北麓断陷带内的构造湖,面积近  $4 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,湿地发育。低洼湖区内广泛分布着发育良好的内陆湿地,具有典型的高原湿地的水文、化学、生物特征,特别是高寒湿地不同历史阶段的发育、气候的演变、高原生物群落对全球变化的响应的可塑性强。湿地主要补给水源为雪山融水,环境变化受到人为影响较小,是研究高寒湿地对全球变化的响应,探索高寒环境变化与水生生物的交互影响的理想区域。该区湖水矿化度相对较低,适于水生生物与水禽生长和繁衍,完好地保存了许多濒于灭绝地珍稀野生生物物种资源,是国家一级保护动物黑颈鹤的理想栖息环境,是国内现有 7 个黑颈鹤自然保护区中海拔最高、面积最大者。湿地景观奇特、风光秀丽,还具有巨大的生态旅游开发前景。

## 2 与国内外相关领域的观测站比较

建立国家长期生态研究网络已经成为生态学领域一个重要的发展趋势,受到很多国家的重视。各国长期生态研究网络中,美国长期生态研究网络(LTER)、英国环境变化监测网络(ECN)和中国生态系统研究网络(CERN)各具特色。

美国长期生态研究网络中,主要有 4 个以草原生态系统为核心的观测站,分别是:1. Jornada 站,位于新墨西哥州 Chihuahuan 荒漠,海拔 1 188 m,为典型的半荒漠草原。目前重点致力于研究土地荒漠化的时空动态,以及地貌单元、传输介质(风、水、动物)、环境驱动因素(气候、土地利用、干扰)与植被格局的相互作用,从而确定过去、现在和未来生态系统跨尺度动态。2. Konza Prairie 生物站,位于堪萨

斯州,属温带大陆性气候,海拔 380 m。以高草草原为研究对象,主要开展生物多样性和人类活动引起的生态退化与修复研究,火烧和放牧实验是其显著特色。3. Shortgrass 草原站,位于科罗拉多州中北部的山麓地带,属大陆性半干旱气候。主要研究矮草草原结构与功能,及其与气候、自然地理过程和人类活动(火灾、放牧、土地利用)的相互作用。4. Cedar Creek 自然保护区站,位于明尼苏达州,地处草原和森林的过渡带,目前侧重于生态学和生态系统服务的研究。

英国环境变化监测网络共设置 12 个陆地生态站点,有 6 个站点开展了低地草地生态的观测与研究。1. Hillsborough 站,位于北爱尔兰,代表了英国西北大部分草地类型。该站主要开展了草地施肥和氮循环试验。2. North Wyke 站,代表了英国西部典型潮湿条件下的低地草地,研究主题涉及全球变化、资源保护和区域可持续发展三大领域。3. Porton Down 站,研究对象主要为英国的白垩草地。4. Glensaugh 站,位于苏格兰东北部,区域海拔 137 ~ 487 m,植被类型主要为草地和少量林地,放牧行为研究是该站的特色。5. Moor House - upper Teesdale 站,位于英国北部的 Pennine 高原,是目前英国最大、海拔最高的陆地国家自然保护区,也是联合国教科文组织(UNESCO)人与生物圈保护区及欧洲特有保护区,区域海拔 290 ~ 850 m,该站是国家生物圈计划和全球环境研究 TIGER 计划的重点站,主要开展生物多样性、土地利用变化、气候变化和污染物沉积及其环境效应研究。6. Sourhope 站,位于苏格兰南部,区域海拔 200 ~ 601 m,放牧影响下的草地植



图 1 申扎站位置示意图

Fig. 1 Shenzha station location map

被动态和土壤生物多样性是该站的研究特色。

在国内,中国科学院先后建立了海北高寒草甸生态系统定位研究站和内蒙古温带草原生态系统定位研究站。海北站位于祁连山谷地,站区海拔约3 500 m。代表性生态系统为高寒草甸。锡林格勒站位于内蒙古自治区锡林浩特市东北部,区域属大陆性温带半干旱草原气候,植被类型主要为温带干旱半干旱的典型草原。

与上述站比较,申扎站是全球海拔最高的生态站,代表了亚洲中部高寒环境下最为典型的高寒草原与湿地生态系统。站区地处高原腹地,高寒半干旱气候环境和冻融、风蚀等地理环境独特,气候突变特征比其他地区更明显,对周围地区的影响也可能更大,生态系统功能变化具有显著的环境效应,而且通过不同圈层的相互作用(土壤-植被-大气)对全球性环境演化有着深刻的影响,观测与研究内容的拓展性强。

### 3 总体目标与定位

立足高山环境与高寒生态学科领域,围绕高寒草原与湿地生态系统结构、过程与功能,开展综合观测、研究、试验示范,阐明全球变化和人类活动对高寒草原和湿地生态系统结构、功能、宏观过程与微观机理的影响,揭示高寒草原与湿地主要生态功能(水、土、碳固结功能、生产功能、生物多样性等)维持机制以及对环境变化的响应,探索高寒草原与湿地生态功能变化与驱动机制、环境效应与尺度效应,服务于国家生态安全屏障重大需求。

针对目前人工草地“引种”退化,乡土种对退化环境水土不服等瓶颈技术问题,通过水、热、营养协调耦合试验,在查明高寒物种的生长胁迫与环境适应性的基础上,提出退化草地修复的关键技术和生态功能优化的综合调控理论与技术体系,并开展试验示范,为高寒冻融草原区生态建设提供科技支撑,最终建成具有一定规模、设备先进、学科配套、系统研究水平高、长期稳定运行的国际性高寒草原与湿地综合研究基地(图2、图3、图4、图5)。

#### 3.1 研究方向与内容

根据申扎站的目标与定位,围绕全球变化和人类活动影响下高寒环境、高寒草原和湿地的关键科学问题,重点开展以下几个方面研究:

方向一 高寒草地生态过程对气候变化的响应与适应



图2 申扎站观测试验楼

Fig. 2 Experimentel observation of building of Shenzha station



图3 申扎站园区

Fig. 3 Parlc of the Shenzha station

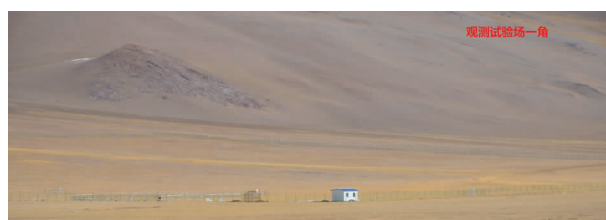


图4 申扎站观测试验地

Fig. 4 Observation test of Shenzha station



图5 申扎站部分控制试验

Fig. 5 Control test site of Shenzha station

☐高寒草原生态系统的结构、功能动态与响应

☐气候变化与高寒草原生态系统生物地球化学循环

☐高原极端生境下生物的适应性、抗逆性与生物多样性保育

方向二 高原高寒湿地系统与水文水资源

☐高原沼泽湿地系统关键物理、化学和生物过程与服务功能

☐高原内陆湖泊生态系统结构和功能演化与环境演变的关系及驱动机制

☐高原不同圈层(界面)的水分交换与水循环

方向三 高原生态安全屏障功能机制与保育

☐生态安全屏障的关键功能与评价指标

☐高原生态安全屏障功能时空尺度效应

☐全球变化下高原半干旱区冻融、风蚀过程及其生态环境效应

方向四 高原高寒草地湿地资源保护与利用及区域可持续发展

☐高原草地湿地退化、放牧生态学研究与生态恢复重建试验示范

☐高寒草原湿地景观、生态旅游与高原生态经济

☐高原牧草资源、湿地资源、珍稀生物资源保护与利用及区域可持续发展

### 3.2 观测与试验

申扎站观测内容包括两个方面,1. 以水、土、气、生等关键要素为主的常规生态观测与科学试验,为阐明高寒环境变化和生态过程积累基础数据;2. 围绕生态安全屏障功能变化和工程实施成效监测与试验示范。

#### 3.2.1 生态常规观测

气象观测:设立气象综合观测场,对温度、降水、风向、风速、太阳辐射、气压等进行观测。

水文观测:对湖泊、湿地和草地生态水文进行观测,对水位、流量、水质、泥沙、径流、蒸发、地下水等进行观测,并与气象站的降水观测相结合,构成水文监测网络。

土壤观测:对冻融过程、热通量和土壤理化性质(容重、机械组成、有机质、碳、氮、磷、水分、微生物和酶、阳离子交换量、微量元素等)进行观测。

生物观测:对植被盖度、高度、频度、株丛数、优势种、生物量、叶面积指数、物候、营养元素含量等进

行观测。

#### 3.2.2 生态安全屏障工程专项监测

除了生态系统常规观测外,申扎站还承担在藏北高寒草原区实施的生态安全屏障相关工程(退牧还草工程、鼠虫毒草害治理工程、人工种草与天然草地改良工程和重要湿地保护工程等)实施成效监测。监测内容包括地面监测和遥感监测,监测指标包括共性指标和特色指标。

遥感监测:植被类型与组成、覆盖度、生产力、面积、类型转换面积,草地退化、沙化和土地荒漠化等的空间分布与动态等。

特色监测指标:草地退化、沙化土地和冻融作用相关的地面指标,短命植物生活周期、种子产量和种子库、鼠害、载畜量等。

#### 3.2.3 野外试验

增温试验:设立生态系统增温试验场,采用温室、开顶箱、红外线反射器和红外线辐射器等增温装置,开展不同梯度、不同时段增温试验,模拟全球变暖对生态系统的影响,探讨高寒生态系统功能动态与变化机制。

降水试验:设立不同梯度降水试验场,建设降水模拟装置,模拟不同强度、不同时段降水对生态系统地上与地下生态过程的影响,揭示高寒生态系统与降水量变化的关系。

养分试验:通过氮、磷元素添加,形成不同梯度的土壤氮、磷含量,分析氮磷耦合与植被生长所需求的供求关系,探讨退化高寒草原生产力恢复的水肥调控技术。

环境退化试验:基于区域突出的风蚀、冻融和沙化等环境特征,建立长期观测样地,监测环境退化过程及其生态效应,探讨特殊自然过程对生态系统功能的潜在影响。

人为干扰试验:设立人为干扰试验场,开展不同强度、时间的放牧、割草等试验,阐明退化草地自然修复演替过程与恢复机制与适度利用技术。

申扎站本着开放、流动、联合的办站思想,强调综合性与系统性,加强学科联合与部门联合,借鉴和学习国内外知名野外台站的经验,逐步建成具有一定规模、设备先进、学科配套、系统研究水平高、长期稳定运行的高寒草原和湿地生态系统观测与研究场所,成为中国乃至全球典型的高山环境与高寒生态综合研究基地。