

青海省生物研究所丛刊 第1号(内部)

生态学文集

第一集

1977

青海省生物研究所生态研究室编

青海省生物研究所丛刊

第 1 号

生态学文集

第一集

青海省生物研究所生态研究室编

1977.12.

青海省生物研究所丛刊
第 1 号
(内 部)
生 态 学 文 集
第 一 集

编辑者	青海省生物研究所生态研究室
出版者	青海省生物研究所
印刷者	南京人民印刷厂

1977年12月印

印数：2,000册

4.16.2

马 恩 列 斯 语 录

生产力的这种发展，归根到底总是来源于发挥着作用的劳动的社会性质，来源于社会内部的分工，来源于智力劳动特别是自然科学的发展。

马克思：《马克思恩格斯全集》第25卷第97页

我们也看到：由动物改变了的环境，又反过来作用于原先改变环境的动物，使它们起变化。因为在自然界中没有孤立发生的東西。

恩格斯：《马克思恩格斯选集》第三卷第515—516页

要建设共产主义，就必须掌握技术，掌握科学，并为更广大的群众运用它们，……

列 宁：《列宁全集》第30卷第419页

在我们面前有一座堡垒。这座堡垒就叫做科学，它包括许多部门的知识。我们无论如何都必须占领这座堡垒。

斯大林：《斯大林全集》第11卷第65页

毛主席语录

阶级斗争、生产斗争和科学实验，是建设社会主义强大国家的三项伟大革命运动，是使共产党人免除官僚主义、避免修正主义和教条主义，永远立于不败之地的确实保证，是使无产阶级能够和广大劳动群众联合起来，实行民主专政的可靠保证。

转引自1964年7月14日《人民日报》

马克思主义包含有自然科学，大家要来研究自然科学，否则世界上就有许多不懂的东西，那就不算一个最好的革命者。

转引自1972年12月17日《人民日报》

只要我们更多地懂得马克思列宁主义，更多地懂得自然科学，一句话，更多地懂得客观世界的规律，少犯主观主义错误，我们的革命工作和建设工作，是一定能够达到目的的。

《毛泽东选集》第五卷，第142页

目 录

前 言	生态研究室 (1)
青藏公路南段植被与多年冻土的相互关系	周兴民、杨福国、 <u>李秉文</u> 、李建华 (3)
贵南木格滩高原草原地区中华鼯鼠的分布 及其对草场植被的影响	萧运峰、梁杰荣、乐炎舟、谢文忠 (14)
海北门源盘坡地区弃耕地植被的恢复及其 与鼠害的关系	萧运峰、沙渠、梁杰荣 (27)
青海省五个水库渔业生物学基础调查和渔 业利用意见	青海省生物研究所水生生物研究组 (36)
青海省久治、班玛县的渔业调查	武云飞 (53)
青海省扎陵湖和鄂陵湖水生生物调查及渔 业利用问题	青海省生物研究所扎陵湖鄂陵湖考察队 (66)
荒漠开垦与昆虫群落演替	吴亚、金翠霞 (83)
诺木洪地区夏季鸟类概况	张晓爱 (96)
柴达木盆地南缘诺木洪荒漠农耕地内鼠类 群落的演替趋势及其生物量的变化	刘季科、梁杰荣、沙渠 (103)
高原鼠兔和中华鼯鼠气体代谢的研究	王祖望、曾缙祥、韩永才 (114)
新疆北部农业区鼠害的研究(五)北疆塔西 河农区小家鼠数量变动趋势	青海省生物研究所新疆鼠害研究组 (129)
麝的生态研究	郑生武、皮南林 (151)

前 言

英明领袖华主席对科技工作作了重要指示,指出:科学要兴旺发达起来,要捷报频传,科学技术不仅本身要现代化,而且要走到前面,为实现工业、农业、国防现代化作贡献。提出要召开全国科学大会。这给我们科学工作者以极大的鼓舞和鞭策。最近党的十一届三中全会又胜利闭幕了,在全国人民鼓足干劲,力争上游,以革命和生产的优异成绩迎接党的第十一次全国代表大会胜利召开的时候,我们编出了第一集《生态学文集》,做为向党的十一大和全国科学大会的献礼。

生态学虽是基础理论学科之一,但它与生产实践有密切的关系,近年来又受世界性的环境污染问题的刺激,对它的重要性逐渐为人们所了解,因此发展极为迅速,研究规模愈来愈大,国际协作愈来愈广,甚至联合国都组织了“人和生物圈”的研究规划,开展国际协作的生态学研究。

生态学的分支学科极多。依研究对象划分,有动物生态学和植物生态学,但动、植物关系密切,不互相渗透地去研究,不易把现象搞清楚,因而出现了生物生态学。依研究个体或群体划分为个体生态学和群体生态学;依群体的不同水平,又划分为种群生态学、群落生态学和生态系生态学。种群生态学研究一个种在一定空间的群体总和即种群的生长、结构及其调节的方式;群落生态学研究一个地点不同种生物总和即群落的组成、分布、演替;生态系生态学研究群落和无机环境构成的生态系的动态,如土壤的形成过程、生产力、能量的流通和物质的循环等。与进化理论相结合则产生进化生态学,研究自然选择的机制,不同生物生态龛位的分离与特化等。系统生态学则是应用数理分析的方法,以数学模式来说明或预测生态现象的发生,结合生理学研究环境因子对生物的影响则构成生理生态学。研究分布规律的则有地理生态学、地植物学等。重点在生活环境方面,则划分为海洋学、湖泊学、陆地生态学、城市生态学等。研究动物行为的则有行为学。研究地质年代上的生态问题,则有古生态学。将生态学理论付诸实践问题,则形成应用生态学,其范围极广,可应用于狩猎动物管理、牧场管理、森林管理、环境保护、病虫害防治、流行病防治乃至水产、畜牧和农业上,并形成相应的学科如森林生态学、农业生态学等。生态学分支学科的广泛,正说明它处于发展上升的时期,美人享德莱在他所编的《生物学与人类的未来》一书中,认为生态学正是21世纪的科学,是有一定道理的。

我国的生态学在解放以前,工作极少,基本上处于空白状态;解放以后,发展较快,不论是动物生态、植物生态、海洋生态或淡水生态都发展了起来。但是由于刘少奇、林彪特别是“四人帮”对毛主席革命科研路线的干扰,影响其发展,这些年虽也做出了不少水平较高的工作,但从总体上看,与国际水平的差距拉大了。特别是理论性较强的分支学科,差距更大,如进化生态学、系统生态学基本处于空白状态,综合性强的生态系生态学也基本如此。正是因为理论研究上不去,应用生态学的发展也受到了限制。恩格斯早就指出过:“美索不达米亚、希腊、小亚细亚以及其他各地的居民,为了想得到耕地,把森林都砍完了,但是他们想不到,这些地方今天竟因此成为荒芜不毛之地,因为他们使这些地方失去了森林,也失去了积聚和贮存水分的中心。阿尔卑斯山的意大利人,在山南坡砍光了在北坡被十分细心地保护的松林,他们没有预料到,这样一来,他们把他们区域里的高山牧畜业的基础给摧毁了;

他们更没有预料到，他们这样做，竟使山泉在一年中的大部分时间内枯竭了，而在雨季又使更加凶猛的洪水倾泻到平原上。”这里所讲的是破坏生态系的问题，正是现代生态学所研究的重要问题之一。恩格斯这话是在1876年写的，但是80年后，赫鲁晓夫竟然干起在中亚开荒引起“黑风暴”的蠢事。我国在毛主席革命路线指引下，比较注意生态学规律，所以建设出高标准的大寨田来。大寨的农业生态学是急需总结的。

我们这个生态研究室是迎着“四人帮”的风浪上来的。1972年敬爱的周总理遵照毛主席的意图，作出了一系列加强自然科学基础理论研究的指示，周培源同志写了《对综合大学理科教育革命的一些看法》一文，“四人帮”不准在《人民日报》上发表，当作所谓“反面教材”登在《光明日报》上，并随即组织了大规模的围攻。表面上批判周培源同志，实际上矛头是直指周总理和毛主席的。正是在这种险风恶浪的情况下，1973年春青海省生物研究所党委，在省科委的领导下决定成立生态研究室。经过一年多的筹备，于1975年元月正式成立了。

成立后两年多来，多少进行了一些工作，再加上我所过去有关生态学的研究工作进行了总结，现写出论文、报告12篇，编成了这本文集。

文集以内部资料形式出版，这是因为我们的水平很低，编辑力量又有限，做内部出版比较主动。同时，我国的科技出版事业，因受“四人帮”的干扰，还赶不上形势发展的需要，现在创刊一个生态学的刊物实际上是不可能的。而以内部形式出版，既不影响各学报、杂志的选用，又可在同行间交流及征求意见，以便改进工作。

文章的写作，可能存在很多问题，再加上编辑工作难免粗放，印刷条件亦受限制，该集从内容到形式一定都存在许多缺点，希望读者从爱护本文集出发，多多提出批评意见，以便在出第二集时改进工作，这是我们衷心的期望。

生态研究室

1977年7月31日于西宁

青藏公路南段植被与多年冻土的相互关系

周兴民 杨福圉 李秉文 李健华

青藏高原自更新世强烈隆升所造成的现代严寒气候,以及第四纪冰川广泛发育的历史特点,共同决定了高原冻土的存在。多年冻土的冻结膨胀和消融下沉,是多年冻土地区工程建筑物遭受破坏的主要原因之一。确保工程建筑物具有牢靠的基础,关键在于对冻土的分布及其特性进行深入的研究。研究植被与冻土的相互关系,有助于确定多年冻土的分布范围和特性。

1975年我们同中国科学院兰州冰川冻土沙漠研究所冻土队一起,从唐古拉山——那曲沿青藏公路进行了植被与多年冻土相互关系的初步研究。目的在于阐明植被适应多年冻土的方式和途径;多年冻土对植被生长发育的影响;利用植被指示连续多年冻土和岛状多年冻土的南界;从植被演替判断多年冻土的发展趋势。工作采用地植物学调查法,并参照钻探、坑探以及地质地貌的资料。填绘工作地区1:10万的植被图和测绘了典型地段1:1000的植被图及剖面图。

一、自然地理条件和植被分布概况

调查区属藏北高原,北起北纬 $32^{\circ}50'$ 的唐古拉山,南至北纬 $31^{\circ}29'$ 的那曲。境内地形起伏不大,中间横亘托纠山和那鲁玛山。因强烈的寒冻风化作用,流水的冲蚀切割,使高原面出现大小不等的盆地、谷地和湖泊等低洼地形。平均海拔4500米以上。

藏北高原的气候基本上属于大陆性季风气候类型。同时,因海拔高,又富于高原特色,天气的月变化、季节变化和年变化都很明显。工作区年平均气温低于 -3°C ,年平均温度较差 $23-24^{\circ}\text{C}$,一般自南向北递减。唐古拉山东西走向延伸拦截了南与东南来的湿气,使该地区有较多的降水,年平均降水量约400毫米。日照长,风大,大于八级大风日数达90—115天。这样,一方面使冬季地温下降,另一方面加速了蒸发过程,强烈影响地面温度和水分状况,这些必然反映到冻土的发育过程和植被的分布。

在这样寒冷而降水略多的地区,植物生长期较短,仅90天左右,具有生长低矮,多为垫状、莲座状、被毛等抗寒、耐旱的形态特征。

调查区内,大面积分布着以小嵩草(*Kobresia pygmaea*)为优势的草原化草甸;在低洼盆地、谷地以及山麓土壤较湿润的地段,发育着以列氏嵩草(*Kobresia littledalei*)为优势的沼泽化草甸;在第四纪松散物复盖厚而水分条件差的滩地,则发育着以紫花针茅(*Stipa purpurea*)小嵩草为优势的草原化草甸;海拔升高到5000米以上,平缓的山坡和滩地则发育着以垫状植物为主的高山垫状植被类型(图1)。

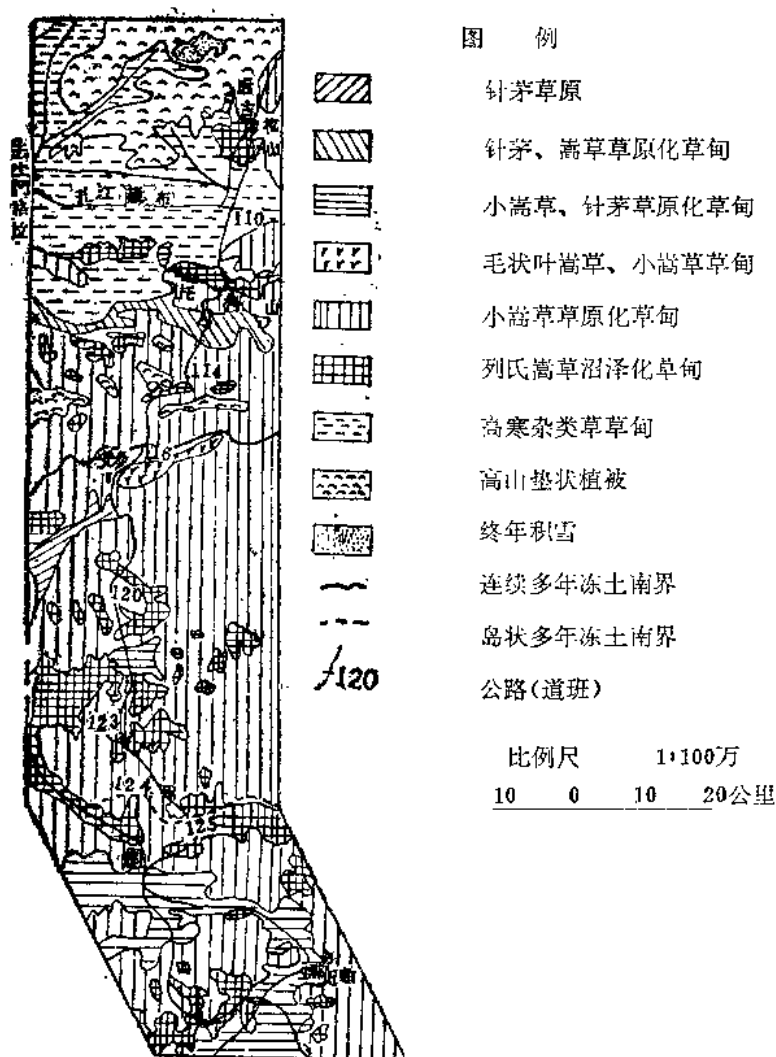


图1 唐古拉山—那曲公路沿线植被类型图

二、植被与冻土的相互关系

植被类型的分布、结构和种类组成除与气候、水分、地质、地貌条件有密切联系以外，与多年冻土的分布、特性亦有一定的关系。相反，不同的植被类型也影响多年冻土的分布和性质。

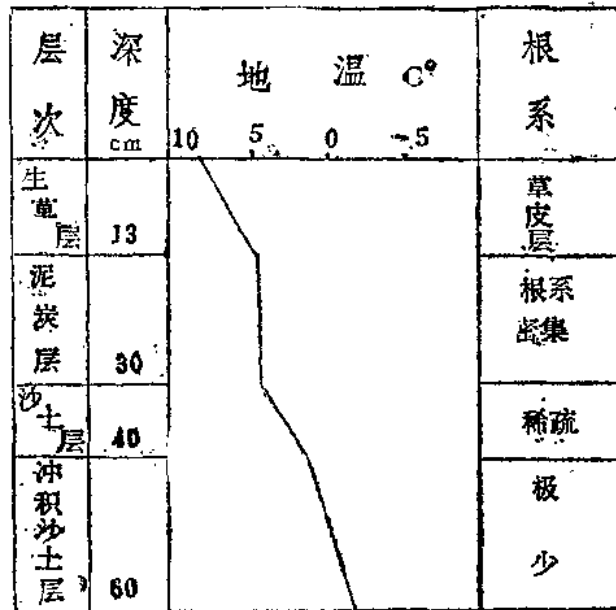
(一) 多年冻土对植被的影响

多年冻土对植被生长发育的影响是通过低温、沼泽化以及冻土所形成的小地形来实现的。

1. 多年冻土限制植物根系的生长发育

多年冻土坚硬、低温、通气不良，限制了植物根系的生长发育。根据在124道班的调查，

根系多集中分布在 5~30 厘米的土层中, 随着土层深度递增而温度的降低, 根系显著减少, 到 30 厘米以下的土层中, 仅有极少的根系分布(图 2)。此种现象同西天山高海拔地区的植物一样, 根系分布在上壤的最温热层内。(H.M. 库尔齐阿绍夫: 1958)



调查日期, 75.6.23

图 2 根系的分布随温度的变化

2. 多年冻土促使沼泽化草甸发育

沼泽化草甸主要分布在洼地、谷地及山麓地下水溢出带, 其下发育着沼泽化草甸土, 组成土壤的颗粒较细, 不利于水分下渗, 而形成沼泽化。同时, 因多年冻土层的阻隔, 更加深了沼泽化的程度。此种生境, 给喜湿耐寒、生长期较短的莎草科(Cyperaceae)植物提供了条件, 形成了以嵩草属(*Kobresia*)、扁穗草属(*Blysmus*)、苔草属(*Carex*)植物为优势的沼泽化草甸植被。

3. 多年冻土冻结和消融下沉所形成的特殊地形, 破坏植被分布的完整性

冬季地表冻结, 土壤中的水因承压而向薄弱处转移冻结而形成的冻胀丘是调查区内沼泽化草甸上最常见的多年冻土的标志(图版 I. 1), 它破坏了地面的完整性, 引起土壤水分的差异, 直接影响植被分布的一致性, 形成群落的镶嵌体。在丘顶生长着列氏嵩草和矮嵩草(*Kobresia humilis*); 而在丘间洼地生长湿生种类: 沿沟草(*Catabrosa aquatica*)、三裂叶碱毛茛(*Halerpestes tricuspis*)、海韭菜(*Triglochin maritimum*)等。

冻胀裂缝亦是多年冻土地区地表标志之一。将地表分割成不规则的多边形。由于冻胀裂缝的存在, 植物根系外露, 有的被拉断, 轻者植物生长不良, 严重者造成植物死亡(图版 I, 2.3.4)。

多年冻土消融下沉所形成的热融洼地和湖塘(图版 II, 5), 在沼泽化草甸上形成大小不等、形状不一的积水洼地。据我们在两道河附近的实测, 积水洼地约占沼泽化草甸面积的 20% (图 3)。

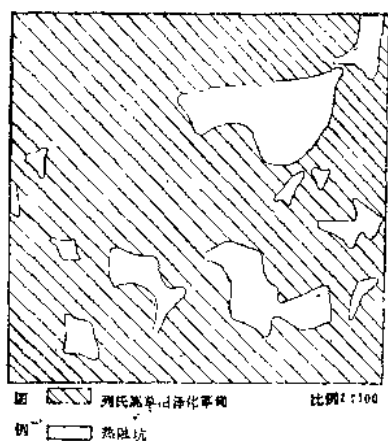


图3 两道河多年冻土岛上的热融坑

植被处于大气和岩石圈之间, 积极参与了它们之间的热量交换, 热量条件的变化必然要影响多年冻土。但是, 青藏高原地势高亢, 气候严寒, 植物生长期短, 每年生长量较小, 因而低矮的草本植被对冻土的作用是有限的。

沼泽化草甸植被, 土壤因通气不良和较低的温度, 微生物活动较弱, 枯枝落叶与死亡的植物根系不易腐烂, 形成了40~60厘米厚的泥炭层, 泥炭具有持水量大和导热性小的特性, 利于散热降温, 对多年冻土有保护作用。泥炭的平均含水量70~150%, 最大可达244.4%。同时泥炭有很高的热容量, 冰融和水分蒸发时, 消耗了大量的热量, 降低了土温, 有利于多年冻土的保存。

地表因植被的复盖遮阴, 减少阳光的直射, 植物的蒸腾消耗了大量水分, 从而降低了地表温度和减少地表温度的年变幅。植被复盖能使地表温度年较差减小4~5℃[中国科学院兰州冰川冻土沙漠研究所, 1975]。所以, 植被复盖度愈大, 降低地表温度愈显著, 对多年冻土的保护愈有利。

三、植被对多年冻土的指示性

如前所述, 植被与冻土有较为密切的联系, 植被在一定程度上可以指示地下有无多年冻土的存在及其发育程度。这里我们强调指出, 多年冻土的分布与特征是取决于一系列综合因素, 而绝非植被因素一种, 同时, 植被的地理分布亦受这些因素所制约。所以植被对冻土的指示作用是相对的, 只是在特定条件下才有它的指示作用。

(一) 植被对多年岛状冻土的指示性

青藏公路南段多年岛状冻土分布的海拔高度下限为4680~4730米, 年平均气温为负温, 因而冻土形成的主要因素为土壤水分条件。植被对土壤水分的反应极为敏感, 因而对冻土的指示性较为明显。

根据对124道班附近典型地段的调查, 自滩地中央至山坡, 因土壤水分条件的变化引起植被类型有规律分布(图1)。依次为列氏嵩草、华扁穗草(图版II、7)群丛; 列氏嵩草、矮嵩草群丛; 小嵩草、矮嵩草群丛; 小嵩草群丛。它们的种类组成及多度与盖度见表1。

列氏嵩草、华扁穗草群丛主要分布在滩地中央小溪两旁。列氏嵩草多分布于冻胀丘之上。

在这些积水洼地中经常被一些湿生植物三裂叶碱毛茛、毛茛(*Ranunculus* sp.)、海韭菜、沿沟草, 水生植物梅花藻(*Butoridium trichophyllum*)、杉叶藻(*Hippuris vulgaris*)、眼子菜(*Potamogeton pectinatus*)所占据。

滑塌和蠕动泥流与多年冻土的存在相联系, 生草层以多年冻土或地下冰为滑动底面, 在一定的坡度上, 在重力作用下, 向下蠕动或滑动。该现象在唐古拉山南麓、托纠山一带最常见。滑动和融冻泥流导致了部分植被破坏(图版II、6)。

(二) 植被对多年冻土的影响

植被处于大气和岩石圈之间, 积极参与了它们之

接上表

头 花 蓼	sol.	1						
三 裂 碱 毛 茛	sol.	1						
毛 茛	sol.	1	sol.	1				
高 山 唐 松 草	sol.	1	sol.	1	un.	<1	sp.	10
报 春	un.	<1	sol.	1				
紫 菀	sol.	1	sol.	1				
风 毛 菊	sol.	1						
火 绒 草					sp.	7		
蒲 公 英			sol.	1	scl.	1		
委 陵 菜							sol.	1
金 露 梅							sp.	8
二 裂 委 陵 菜							sol.	1
多 裂 委 陵 菜					un.	<1		
雪 白 委 陵 菜			sol.	1	sol.	3		
曲 尖 委 陵 菜			sol.	1				
棘 豆	scl.	1					un.	<1
绵 毛 马 先 蒿	sol.	1						
龙 胆	un.	<1	sol.	1	un.	<1		
肉 果 草							un.	<1
马 尿 泡							un.	<1
垫 状 点 地 梅							un.	<1

而丘间低洼处则以华扁穗草为优势，它的植株低矮，而根系发达，是一种湿生植物，喜生于地下水位高、土壤湿润的低河漫滩和河水氾滥地上。伴生有湿生种类沿沟草、报春(*Purimula* sp.)等。由于该群丛下水位很高(一般在1~1.5米)，水温0.2~1.8°C，对底部及两侧冻土有消融作用，所以为融区。

列氏嵩草、矮嵩草群丛分布距小溪较远，地势抬高，地下水位降低，但土壤含水量仍然较高，其下发育着沼泽化草甸土，泥炭层厚约40~60厘米，泥炭层以下为粘沙土。伴生植物多为一些中生种类：沙生苔草(*Carex mocroftii*)、报春、毛茛、蒲公英(*Taraxacum* sp.)、雪白委陵菜(*Potentilla nivea*)、曲尖委陵菜(*P. anserina*)、龙胆(*Gentiana* sp.)等。本群丛因植被复盖度大，土壤水分条件较好，泥炭层厚，是多年岛状冻土发育的主要群落。

小嵩草、矮嵩草群丛主要分布在山麓坡脚，土壤为草甸土，草皮层含水量30~40%，以下多为亚沙土，透水性强，含水量较低。伴生植物多为中生和旱中生植物，主要有早熟禾(*Poa* sp.)火绒草(*Leontopodium* sp.)、多裂委陵菜(*Potentilla multifida*)、雪白委陵菜等。

该群丛是 124 道班多年冻土分布的界线。由于土体较为干燥, 冻胀裂缝纵横, 植物根系外露或被拉断, 所以植物生长发育不良, 群丛呈黄绿色景象。

小嵩草群丛主要分布在山坡阳坡, 坡面剥蚀较为严重, 成土母质为坡积物, 以中细砂为主, 并含有 10% 的砾石, 含水量一般小于 5%, 以寒冷中旱生植物小嵩草为优势, 植物生长低矮而稀疏, 复盖度仅 30% 左右。伴生种类有多枝黄芩 (*Astragalus polycladus*)、沙生风毛菊 (*Saussurea arenaria*)、火绒草、二裂萎陵菜 (*Potentilla bifurca*)、蒿子 (*Artemisia* sp.) 等。同时因海拔较高, 出现了高山植物垫状蚤缀 (*Arenaria* sp.)。从该群丛的结构和种类成分来看, 结构简单, 复盖度小, 植物以中旱生为主, 说明土壤水分很少, 这对冻土的形成是不利的。因而该群丛下为季节性冻土。

在多年岛状冻土分布区内, 还有紫花针茅—小嵩草为优势的草原化草甸的分布。该群丛主要分布在安多附近的开阔的滩地。土壤为草原化草甸土, 成土母质多为洪积—冲积物, 多为粉砂构成, 土体疏松干燥, 以寒冷旱生的紫花针茅为主, 伴生植物有羊茅 (*Festuca* sp.)、火绒草、二裂叶萎陵菜、沙生风毛菊、多枝芹 (*Pleurospermum* sp.)、粗喙苔 (*Carex scabriusculis*)、金露梅 (*Potentilla fruticosa*) 等。本群丛复盖度小, 土壤为导热性能良好的砂壤, 含水量仅 5% 左右, 其下为季节性冻土。

(二) 植被对连续多年冻土的指示性

植被在多年冻土连续分布区内并无特别的指示意义, 因为各种植被类型之下都有多年冻土的存在。但是, 当进一步分析植被类型的结构和种类组成, 还可以帮助我们判断多年冻土的发育程度。

首先, 在连续多年冻土区 4900 米以上的滩地, 分布着大面积的垫状植被, 群落结构简单, 种类少, 生长稀疏, 复盖度仅 10~15%。以垫状植物点地梅 (*Androsace tetepeta*)、蚤缀、风毛菊 (*Saussurea subulata*)、虎耳草 (*Saxifraga* sp.)、棘豆 (*Oxytropis* sp.)、囊种草 (*Thylacopermum rupifragum*)、莲座状植物穗花大黄 (*Rhizoma spiciforme*)、具刺绿绒蒿 (*Meconopsis hurrendula* var. *racemosa*)、飞燕草 (*Delphinium* sp.)、复瓦状银莲花 (*Anemone imbricata*) 等组成。这些植物反映了海拔高, 气候严寒、风大等生境特征。该类型的出现, 说明地下有较发育的多年冻土。

其次, 以列氏嵩草为优势的沼泽化草甸下多年冻土最为发育。这可从 114 道班附近的列氏嵩草沼泽化草甸与小嵩草草原化草甸比较来说明。

列氏嵩草沼泽化草甸分布于 114 道班南捷布曲河右岸的山坡洪积扇前缘, 海拔 4830 米, 总复盖度 80%, 列氏嵩草多度为 cop^2 , 盖度 70%, 高 18 厘米, 伴生种有水蒿草 (*Kobresia royleana*)、紫苑 (*Aster* sp.)、毛茛、苔草、报春、火绒草、马先蒿 (*Pedicularis* sp.)、点地梅 (*Androsace* sp.)、棘豆 (*Oxytropis* sp.) 等共十一种。该群落下 1.2 米即发育多年冻土。

小嵩草草原化草甸分布于 114 道班南捷布曲河右岸的阶地上, 海拔 4830 米, 群落复盖度 70%, 小嵩草的多度为 cop^1 , 盖度 45%, 高仅 1 厘米, 伴生种有矮嵩草、羊茅、垫状蚤缀、兔耳草 (*Lagotis brachystachys*)、藏玄参 (*Scrophularia incana*)、高山唐松草 (*Thalictrum alpinum*)、紫花针茅、西藏微紫草 (*Microglossa tibetica*)、婆婆纳 (*Veronica* sp.)、假水生龙胆 (*Gentiana pseudoaquatica*)、唐古特马尿泡 (*Przewalskia tangutica*)、羽叶点地梅 (*Pomatosace filicula*)、乌头 (*Aconitum* sp.) 和藏焊菜 (*Nasturtium tibeticum*) 等共十九种。该群落下 2 米处始见多年冻土。

从以上对比分析,同一地段的不同类型下埋藏着不同深度的冻土。而沼泽化草甸下多年冻土最为发育。

(三)植被对多年冻土南部界线的指示

多年冻土连续分布的南界,植物群落以小嵩草草原化草甸为主,群落中常伴生有列氏嵩草、华扁穗草等湿生种类,草结皮因融冻泥流作用,常形成鱼鳞状剥蚀,而且有明显的冻胀裂缝。在无多年冻土的地段,还有反应气候较暖的毛状叶嵩草(*Kobresia capilliformis*)草甸的分布,且很少有上述冻土地表特征的变化。植被的分布与地表特征相合,我们认为连续多年冻土的南界位于安多北海拔4780米的116道班附近(图1),年平均气温低于 -3.5°C ,年平均地表温度 0°C 左右。

表2 不同地区列氏嵩草沼泽化草甸的种类组成

种 类	地 理 位 置 类 型	122 道班, 海拔 4720 米		128 道班, 海拔 4670 米	
		列氏嵩草沼泽化草甸		列氏嵩草沼泽化草甸	
		多 度	盖 度 (%)	多 度	盖 度 (%)
列 氏 嵩 草		cop'.	40	cop'.	35
矮 嵩 草		sp.	5—7	cop'.	30
小 嵩 草		sp.	3—5	sp.	8
华 扁 穗 草		cop'.	25—35		
沙 生 苔 草		sol.	1		
头 花 蓼		sol.	1		
紫 菀		sol.	1	sp.	3—5
毛 茛		sol.	1	sol.	1
报 春		un.	<1	sol.	1
高 山 唐 松 草		sol.	1	sp.	5
金 莲 花		sol.	1		
风 毛 菊		sol.	1		
棘 豆		sol.	1		
绵 毛 马 先 蒿		sol.	1		
龙 胆		un.	<1	sol.	1
雪 白 委 陵 菜				sp.	10
曲 尖 委 陵 菜				sp.	5
沿 沟 草				sol.	1
西 北 利 亚 蓼				sol.	1
多 裂 委 陵 菜				sol.	1

植被指示多年岛状冻土的分布与范围较为明显。多年岛状冻土发育在列氏嵩草沼泽化草甸之下, 沼泽化程度愈深, 其冻土厚度愈大, 地下冰亦较发育。

应该指出, 在多年岛状冻土分布区以南, 列氏嵩草沼泽化草甸下并非有多年冻土的发育。这完全可以用不同地区的相同类型的种类组成的不同而区别二者(表2)。

从表2看出, 多年岛状冻土区与季节冻土区列氏嵩草沼泽化草甸种类组成有明显的差异, 前者, 除列氏嵩草外, 湿生植物华扁穗草为次优势种, 而且伴生一些湿冷中生植物。而后者则以中生植物矮嵩草为次优势种, 多伴生一些较喜温的植物曲尖委陵菜、西北利亚蓼(*Polygonum sibiricum*)等。另外多年岛状冻土区具有高大的、多边形的冻胀丘, 而季节冻土区冻胀丘低矮、浑圆, 植物生长均匀整齐。根据植被类型的种类组成和地面标志, 多年岛状冻土的南界应在125道班以北(图1), 此界线基本上与年平均气温 $-2.0 \sim -2.5^{\circ}\text{C}$ 等温线相吻合。

四、植被的演替与多年冻土的发展趋势

气候的变迁使多年冻土的进退受到影响。植被的演替能敏感的反应气候的变化, 所以深入研究植被的演替及发展方向, 有助于分析和判断多年冻土的发展趋势。

根据我们在124道班附近的调查研究, 植被的演替可分为以下两类。

(一)原生草甸植被因冻土消融下沉积水而形成热融湖塘(图版II, 5), 水生植物梅花藻、杉叶藻和眼子菜侵入而生长发育; 由于水温较高对地下深层和四周冻土的消融作用, 湖塘积水减少而退缩, 加之水生植物残体大量积累, 热融湖塘变浅, 演替到以三裂碱毛茛、海韭菜、沿沟草为主的湿生植物阶段; 随着多年冻土的连续消融, 积水枯竭, 湿生植物群丛被湿中生植物华扁穗草、沙生苔草和报春所代替。

(二)草甸植被的演替的基本方向是从沼泽化草甸向草甸转化。以湿中生植物华扁穗草、列氏嵩草为优势的沼泽化草甸中, 已侵入了中生植物矮嵩草和旱中生植物小嵩草。另外, 在原来以列氏嵩草为优势的沼泽化草甸的局部地段, 因地下水位降低, 土壤湿度变小, 小嵩草侵入而成为优势, 列氏嵩草稀疏分布且生长发育不良。

青藏高原冰川的退缩, 说明青藏高原气候有逐步变暖的趋势, 多年冻土表层的消融也逐步向深发展, 这对多年冻土的保存和发育是不利的。

但是, 在每一个400至800年的期间里, 气候可以分出50至100年为周期的小循环(竺可桢, 1973), 加之青藏高原还处在不断的上升(常承法等, 1973), 所以对冻土的发展趋势必须结合青藏高原气候变迁进行深入研究。