西北植物学报 2000, 20(1): 98—105
Acta Bot. Boreal.-Occident. Sin.

文章编号: 1000-4025-(2000)01-0098-08

# 乌鲁木齐河源区高寒冰缘植被的生态特征研究

安黎哲[1,2], 刘艳红[3], 冯国宁[1], 冯虎元[1], 陈 拓[2], 程国栋[2]

(1. 兰州大学生物系, 兰州 730000; 2. 中国科学院兰州冰川冻土研究所冻土工程国家重点实验室, 兰州 730000; 3. 甘肃省高科技创业服务中心, 兰州 730000)

**摘 要**: 对乌鲁木齐河源区高寒冰缘植被进行了调查和生态环境分析。研究了高寒冰缘植物对寒区环境在形态结构和繁殖方式等方面的适应特征及其生态对策。在该区域垂直带谱中, 植被包括了两个垂直带: 高山草甸和高山垫状植被。主要植物群系有: 苔草群系、嵩草群系、早熟禾群系、四蕊山莓草群系、高山红景天群系、簇生柔籽草群系、珠芽蓼群系等 7 个, 共包括 27 类植物群落(群丛)。此外, 在高山流石堆上具有处于演替早期阶段的高山植物群聚。决定该区植物群落类型和空间分布的主要生态因子是热量(温度、海拔)和有效水分。这些植物类群和植物群落在改善土壤、气候条件、涵养水源和维持生态平衡等方面有着重要作用。

**关键词**: 乌鲁木齐河源区; 高寒冰缘植被; 群落特征

**中图分类号**: Q 948. 15 **文献标识码**: A

# Studies on ecological properties of altifrigetic subnival vegetation at the source area of Urumqi river

AN Li-zhe[1,2], LIU Yan-hong[3], FENG Guo-ning[1], Feng Hu-yuan[1], CHEN Tuo, CHENG Gou-dong[2]

(1. Department of Biology, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

(2. State Key Laboratory of Frozen Soil Engineering, LIGG, CAS, Lanzhou 730000, China)

(3. Gansu High-Tech. Innovation Serves Centre, Lanzhou 730000, China)

**Abstract**: The altifrigetic subnival vegetation and eco-environmental conditions at the source area of Urumuqi river were investigated, the adaptive properties and ecological

收稿日期: 1999-04-06
基金项目: 中国科学院重点项目B(KZ952-S1-216)和中国科学院兰州冰川研究所冻土工程国家重点实验室基金资助项目。
作者简介: 安黎哲(1963—), 男, 博士, 副教授。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.c

countermeasures of subnival plants in morphology and structure and reproductive ways were analyzed and discussed. The result showed that the subnival vegetation at this zone was classified two types: altifrigetic meadow and altifrigetic cushion vegetation. Main vegetation formation are Form. *Carex* sp., Form. *Kobresia* sp., Form. *Poa* sp., Form. *Sibbaldia tetrandra*, Form. *Rhodiola coccinea*, Form. *Thylacospermum caespitosum* and Form. *Polygonum viviparum*. They include 27 colonies of plants. Moreover, there are some groups of subnival plants which are in the stage of succession. The ecological factors which decided the space-time distribution and the characteristics of plant communities are heat (temperature or/and altitude) and water available. The vegetation at this zone plays important roles in improving the condition of soil and climate, conserving water and maintaining ecological balance.

**Key words**: the source area of Urumuqi river; altifrigetic subnival vegetation; properties of community

位于天山中段的乌鲁木齐河源区, 自未次冰期以来经历了多次冰川作用, 从海拔 3820 m 的现代冰川末端至海拔 3000 m 的望峰之间新老冰碛绵延 12 km, 是进行高山冰川、冻土、干旱区高山地理研究的理想场所, 自 1959 年以来, 在冰川[12, 13]、水文气象[7, 8]、冰雪物理[9, 10]、冻土与冰缘[1, 5~7]、地貌[4]、气候变化[2]、第四纪冰川环境[3]等方面进行了深入的研究, 并取得了大量的研究成果, 而在植物群落的发育、类型、生态特征、植物的适应性特征等生物过程及其与环境关系方面的研究未见有深入的报道。本文作为乌鲁木齐河源区高寒冰缘植被系列研究的一部分, 对该区植物群落的分布、类型和生态特征及其与环境的关系进行了研究, 旨在探讨寒区冰缘植物群落及其与环境之间的相互关系, 这对充实和发展冰川冻土、寒区植物的发育、演化和寒区生态学有着重要的意义, 同时可为区域环境和资源的变化及其保护提供理论依据。

# 1　研究方法

## 1.1　样地位置及生态特征

本研究区域位于新疆天山中段乌鲁木齐河源区, 野外调查与采样位于海拔 3100 m～3940 m 的高寒山区内, 属于永久性冰缘带边缘, 在植物生长期内, 时常受到大雪、冰雹、霜冻和大风等恶劣气候的侵袭, 因此, 本文根据前人研究称之为高寒冰缘植被, 冰缘植物群落和冰缘植物。由于长期经受第四纪冰川作用, 冰蚀、冰积现象保存尚好, 在海拔 3500 m 以上的山谷可见到成层槽谷、岩坎与岩盆、冰斗、羊背岩—毛卷岩等冰蚀地形。在海拔 2800 m 以上的谷地中, 还保存着各个冰川作用阶段的冰碛垅或冰碛物, 冰碛环境显著。本区阳坡海拔 3250 m 以上和阴坡 2900 m 以上, 发育着高山多年冻土。岩屑坡、倒石坡、石冰川、融冻泥流、冻分选作用、多年冻胀丘冰锥、热融坍陷等冰缘作用在该区较为普遍, 由于冰蚀、冰积和冰缘作用, 地表形态较为复杂, 并造成了许多向阳、背风、沼泽、阴湿和寒冷的小环境。

该区年均气温- 5.5℃, 温差 35.9℃, 植物生长期的 6～9 月间均温高于 0℃, 但低于 5℃, 其余各月均为负温, 年降水量为 431.2 mm。降雪量占全年总降水量的 74.5%, 降水

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.c

主要集中在夏季 5～ 8 月植物生长期内, 为 277 mm, 占全年的 65% 左右。年蒸发量为 479. 7 mm, 干旱指数为 1. 25, 5～ 8 月相对湿度一般在 60%～ 70% 之间。紫外辐射强烈、风大。土壤为冻土雏形土。

### 1. 2 取 样

按巢状样方集方式布设植物群落样方, 按照 Cain (1938) 的方法确定该区样方调查的最小为 0. 84～ 0. 92 $m^2$。以此面积取样, 每样方内包括各类植物群落组成的 90%～ 95% 以上, 为了调查设置方便, 采用 1 $m^2$ 作为最小面积。样地调查内容包括总盖度, 各植物物种的盖度值以及各种植物种的高度、季相、生长期和样地所处的生态环境因子等, 共记录到 74 个植物种。环境测试主要包括土壤、海拔、气温、土温、土壤含水量等, 一些样地有意选在冰川站具有多年观测数据的地域内。

## 2 乌鲁木齐河源区高寒冰缘植物群落的基本特征

(1) 植物种类简单。组成该区高寒冰缘植物的植物初步统计到 74 种, 分属于 22 科, 其中莎草科、禾本科、毛茛科、菊科、蔷薇科、十字花科、石竹科、虎耳草科、伞形科植物占有重要地位。该区高寒冰缘植被中, 以莎草科和禾本科植物作用最大, 它们作为建群种组成的群落所占面积大、分布广。

(2) 草本植物在本区占绝对优势。冰缘植被包括了两个垂直带, 高山草甸和高山垫状植被。此外在高山流石堆上出现了处于演替早期阶段的高山稀疏植被。主要为: 苔草草甸 (*Carex* sp. Meadow)、嵩草草甸 (*Kobresia* sp. Meadow)、禾草草甸 (*Poa* sp. Meadow) 和杂类草草甸。不同冰碛期冰碛石表面泛生有壳状地衣鸡皮衣 (*Pertusaria rupestris*)、红橙衣 (*Caloplaca elegans*)、地图衣 (*Rhizo-carpon geographicum*)、梯氏冷地衣 (*Cetraria lilesii*)、白冷地衣 (*C. nivalis*) 等多种地衣 (Lichen)。高山草甸多种植物群落内有片状地衣和枝状地衣发育。冰碛石间水充足的碎屑物上生长有真藓 (*Bryum caespilium*)、银藓 (*Anomobryum filiforme*)、黄丝瓜藓 (*Pohlia nutans*)、毛尖金发藓 (*Polytrichum piliferum*) 等藓类植物 (Bryophyta)。

(3) 群落结构简单。由于种类少, 且为草本, 它们的高度相差很小, 因此植被层次简单。一般只有草本层和苔藓、地衣两层。草本层较为明显, 建群种较少, 通常只有 1～ 2 种。苔藓、地衣在高山草甸区其盖度随海拔高度增高而逐渐增加, 而在高山垫状植被和高山流石堆中随海拔又逐渐减少或不发育。

(4) 植物群落的生活型以地面芽植物为主。在乌鲁木齐河源高山冰缘植被带, 一年生植物只有少数种类因生活期短而能正常地完成生长发育。多数植物种类都是多年生, 地面芽植物种类最丰富。

(5) 植物具有适应特殊环境的形态-生态学特征:

A. 植株个体矮小。由于高山气温低, 风力大, 一年、多年生草本植株不高, 地上部分仅为 3 cm～ 15 cm, 主要是增大抗风能力, 同时贴近地面层和土壤层, 温度较高, 易被雪覆盖以达到保温。植物随着海拔增高, 植株越趋于矮小, 两者呈反相关关系, 如在海拔 3450 m 的阴坡高山唐松草 (*Thalicrum alpinum*) 和长果婆婆纳 (*Veronica gliata*) 的高度约为 5 cm 和 10 cm, 而在海拔 3760 m 的阳坡, 其高度则变矮, 分别为 2～ 3 cm 和 5 cm, 同样, 鸟足毛

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.c

茛(*Ranunculus brotherusii*)、高山紫菀(*Aster alpinus*)、珠芽蓼(*Polygonum viviparum*)、山羊臭虎耳草(*Saxifrage hirculus*)、黄白火绒草(*Leontopodium pusillum*)、无瓣女娄菜(*Melandrium brachypetalum*)等都随海拔升高, 而植株变小。植物生长缓慢, 多年生植物的茎部短缩, 粗糙, 节间短。

B. 根系发达。冰缘植物根系均较浅而发达, 一般根系比地上部分要长 5～10 倍; 根系主要分布在土壤表层 5～10 cm 处, 并常常沿水平分布, 如高山红景天(*Rhodiola coccinea*)、山羊臭虎耳草、四蕊山莓草(*Sibbaldia tetrandra*)等。冰缘植物的根系浅而发达与土层不厚, 温度较高, 有效水分充足有关。

C. 草本植物多呈丛生状或垫座状。叶片是植物赖以生存的营养器官, 它是和外界环境接触面积最大的部分, 为了适应高山冰缘生态环境, 形成了特殊的着生方式。当植株向上生长时, 受大风、低温和缺乏有效水分所限制, 植株不仅矮小, 而且根茎呈密生状, 叶片密集于茎部成垫状, 如禾本科、莎草科植物的叶呈丛生状, 而簇生柔籽草(*Thylacospermum caespitosum*)、四蕊山莓草、山羊臭虎耳草、橘黄罂粟(*Papaver croceum*)、大拟鼻花马先蒿(*Pedicularis rhinanthoides*)等, 均为垫状植物, 其特点是多分枝、密集, 节间极度缩短, 叶片密集、簇生、宿存、裹茎, 形成了保温、耐冻、耐寒、耐旱、抗强风、抗紫外辐射的特点。

D. 高寒冰缘植物的繁殖方式多样化。高山冰缘植物多能开花, 虫媒花花色鲜艳、大, 具特殊香味, 白花居多, 其次为黄花。风媒花无鲜艳花瓣, 花丝长, 花药显著, 花柱发达, 适应风力传粉。果实或种子传播方式也多种多样, 有借风力传播的菊科植物, 如黄白火绒草、鼠　风毛菊(*Saussurea gnaphalodes*)、风毛菊(*S. pygmaea*)、雪莲(*S. involucrata*)、狭边蒲公英(*Taraxacum pseudoatratum*)等; 十字花科的多数植物靠自身机械力传播; 还有的靠动物传播。值得一提的是高山冰缘植物的生殖器官尽管具有良好的保护结构, 但是对低温的耐受力是有限的, 常常被突来的低温、大风、高温等逆境所损伤, 造成了结实率低。在长期的生态适应过程中, 许多植物形成了有性生殖和无性繁殖两种方式, 以适应多风、寒冷、干旱、强辐射的生态环境。

E. 叶片高度特化。高寒冰缘植物的叶片, 常受到雪层的挤压、霜冻、冰雹、强风的袭击, 干旱威胁、强紫外辐射以及动物啃食, 为了适应以上不良的环境, 进行正常的光合作用, 出现了许多特化性状; 如叶片数多, 面积小, 特化成鳞片状、条状或针状; 常角质化或木质化, 有利于支撑, 减少蒸发, 防止干旱; 叶柄显著延长, 基部加宽, 构成包被, 除防冻保温外, 又可强烈吸水; 叶片上的附属物多种多样, 有各种表皮毛, 有的是簇生毛和星状毛如葶苈(*Draba* sp.), 有的为腺毛, 还有的成刺状物, 此外有许多植物的叶片尖端, 特化成刺, 作为保护结构。

## 3　高寒冰缘植被主要植物群落

乌鲁木齐河源区高山冰缘植被可分为两个垂直带: 高山草甸和高山垫状植被, 还有在高山流石堆植物群落。主要植物群系包括: 苔草群系(Form. *Carex* sp.)、嵩草群系(Form. *Kobresia* sp.)、早熟禾群系(Form. *Poa* sp.)、四蕊山莓草群系(Form. *Sibbaldia tetrandra*)、高山红景天群系(Form. *Rhodiola coccinea*)、簇生柔籽草群系(Form. *Thyla-*

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.c

*cosperm um caespitosum*)和珠芽蓼群系(Form. *Polygonum viviparum*)等 7 个,共包括 27 类植物群落(群丛),它们零星或镶嵌分布,无明显界限。

**3.1 高山草甸**

**3.1.1 苔草群系** 该群系分布广泛,建群种有黑花苔草(*Carex melanatha*)、细果苔草(*C. stenocarpa*)、白尖苔草(*C. atrofusca*),植被一般发育良好,草丛密集,由于放牧迹象明显,对植被密度和高度产生了影响,草高 5～25 cm,该群系包括 4 种植物群丛。

(1)黑花苔草-线叶嵩草(*Kobresia capillifolm is*)群丛:分布海拔 3400～3600 m,总盖度为 80%～90%,伴生种有珠芽蓼、高山唐松草、卷耳(*Cerastium* sp.)、鸟足毛茛、大拟鼻花马先蒿、二色藁木(*Ligusticum bicolor*)。

(2)黑花苔草-穗发草(*Deschampsia koelerioides*)-珠芽蓼群丛:分布在海拔 3545 m 的沼泽地、河滩地,植物总盖度 90%,草高 10～20 cm。伴生种有宽瓣毛茛(*Ranunculus alberii*)、大拟鼻花马先蒿、小早熟禾(*Poa calliosis*)、胎生早熟禾(*P. attenuata*)、高山葶苈(*Draba alpina*)、喜山葶苈(*D. oreodes*)、阿尔泰葶苈(*D. altaica*)等。

(3)细果苔草+白尖苔草群丛:分布在阳坡海拔 3600 m 左右,植被盖度为 50%～70%,草高 15～25 cm,伴生有短针羊茅(*Festuca brachylla*)、高山红景天、珠芽蓼、山羊臭虎耳草、火绒草、高山唐松草、无瓣女娄菜等。

(4)黑花苔草+大拟鼻花马先蒿群丛:分布在海拔 3465 m 的河滩地、沼泽地,植被盖度为 90%,草高 15～20 cm,伴生植物有穗发草、小早熟禾、沼泽毛茛、珠芽蓼、嵩草(*Kobresia bellardii*)、胎生早熟禾等。

**3.1.2 嵩草群丛** 该群系分布在海拔 3400～3820 m 之间,植被的盖度 80%以上,草高 5～20 cm,包括 6 个群丛。建群种有线叶嵩草(*Kobresia capillifolm is*)、嵩草等。

(1)线叶嵩草+嵩草群丛:该群丛分布于海拔 3400～3700 m 的阳坡。植物群落盖度达 80%～95%,株高 20～30 cm,伴生植物有高山唐松草、二色藁本、侧卧兔耳草(*Lagotis decumpens*)、黄白火绒草、葶苈、无瓣女娄菜、准噶尔蓼(*Polygonum songoricum*)、裸茎金腰子(*Chrysosplenium nudicaula*)、橘黄罂粟等。该群丛分布面积大,草质优良,是良好的牧场。

(2)嵩草+红景天-四蕊山莓草群丛:该群丛分布在海拔 3780 m 的阳坡,总盖度约 40%,伴生植物有裸茎金腰子、珠芽蓼、大拟鼻花马先蒿、线叶嵩草、矮丛凤毛菊(*Saussurea gnaphalodes*)、黄白火绒草、山羊臭虎耳草、毛建草(*Dracocephalum imberbe*)、紫菀等。

(3)嵩草+珠芽蓼群丛:该群丛分布在乱石滩地。植物总盖度 70%,伴生植物有:高山唐松草、毛建草、天山瘤果芹(*Trachydium tianshanium*)、大拟鼻花马先蒿、卷耳、矮丛凤毛菊、线叶嵩草、高山报春(*Primula algida*)等。

(4)嵩草+胎生早熟禾-珠芽蓼群丛:该群丛分布在湿生、沼生环境中,土壤发育良好、土层厚、腐殖质含量高。次亚优势种为珠芽蓼。群落总盖度为 90%,生长势好,群落高为 10～25 cm,伴生植物有大拟鼻花马先蒿、线叶嵩草、小早熟禾、藏报春(*Primula libetica*)、高山报春、宽瓣毛茛、长果婆婆纳等。

(5)嵩草+黑花苔草群丛:该群丛分布在阳坡沼泽地和河滩地。群落总盖度为 80%。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.c

群落高度 10～ 20 cm。伴生种有高山唐松草、黄白火绒草、冰岛蓼(*Koenigia islandica*)等。

(6) 线叶嵩草+ 珠芽蓼群丛: 该群丛的优势种为线叶嵩草和珠芽蓼, 群落盖度为 80%～ 90%, 高度为 8～ 15 cm。伴生植物有黄白火绒草、长果婆婆纳、山羊臭虎耳草、高山唐松草、高山紫菀、橘黄罂粟、高山报春、裸茎金腰子、高山红景天等。

**3.1.3　早熟禾群系**　该群系分布于海拔 3300～ 3700 m 之间, 植物盖度为 60%～ 90%, 建群种主要有穗发草和胎生早熟禾, 主要群丛有 3 个:

(1) 穗发草+ 黑花苔草-珠芽蓼群丛: 该群丛分布在沼泽地和河滩地。草毡层较厚, 植被总盖度 90%～ 95%。穗发草和黑花苔草为优势种, 次亚优势种为珠芽蓼, 群落高度 5～ 25 cm, 伴生植物有: 沼泽毛茛、高山葶苈、线叶嵩草、大拟鼻花马先蒿、小早熟禾、长果婆婆纳等。

(2) 胎生早熟禾+ 穗发草+ 黑花苔草群丛: 该群丛分布在河滩、沼泽地, 草毡层较厚。植物群落由 3 种优势种共建, 只是在不同的地段各自的盖度有所变化。群落总盖度在 80% 以上, 高度为 15～ 30 cm, 伴生植物为珠芽蓼、沼泽毛茛、藏报春、小早熟禾、冰岛蓼、大拟鼻花马先蒿、嵩草、高山唐松草等。

(3) 胎生早熟禾+ 阿尔泰早熟禾-裸茎金腰子群丛: 该群丛分布在湿生地和坡地。草毡层较厚, 植被总盖度可达 70%～ 85%。胎生早熟禾和阿尔泰早熟禾为优势种, 次亚优势种为裸茎金腰子, 群落高度在 5～ 22 cm, 伴生植物有: 珠芽蓼、葶苈、大拟鼻花马先蒿、嵩草、高山唐松草、鳞叶龙胆(*Gentiana squarrosa*)、密序山俞菜(*Eutrema integrifolium*)等。

**3.1.4　杂类草群系**　该群丛分布在海拔 3200～ 3650 m 阳坡, 总盖度为 40%～ 70%, 主要群丛有 5 类。

(1) 高山唐松草群丛: 该群丛分布广, 总盖度为 70% 左右, 随海拔升高, 高山唐松草植物体逐渐变小。伴生植物有珠芽蓼、线叶嵩草、大拟鼻花马先蒿、鸟足毛茛、无瓣女娄菜、天山棱子芹(*Pleurospermum lindleyanum*)、少花棘豆、黄白火绒草等。

(2) 鸟足毛茛群丛: 该群丛分布在海拔 3490 m 左右的次生地, 总盖度 90% 左右, 群落高度约 10 cm, 伴生植物有伞花繁缕(*Stellaria umbellata*)、沼泽毛茛、藏报春、珠芽蓼、胎生早熟禾、火绒草等。

(3) 毛建草+ 线叶嵩草群丛: 该群丛分布在海拔 3470 m 左右的潮湿半阳坡。群落总盖度 50%～ 60%。毛建草为该群落的优势种, 占总盖度的 70%。伴生植物有珠芽蓼、四蕊山莓草、裸茎金腰子、山羊臭虎耳草、红景天、无茎厚棱芹(*Pachypleurum gayoides*)、侧卧兔耳草、高山唐松草、冰雪鸭趾花(*Oxygraphis glacialis*)、少花棘豆、大拟鼻花马先蒿、橘黄罂粟、阿尔泰葶苈、高山葶苈等。

(4) 珠芽蓼群丛: 该群丛呈小斑块状镶嵌在苔草和嵩草草甸两个群系内, 植被盖度为 60%～ 70%, 草层高 10～ 15 cm。伴生植物有: 线叶嵩草、嵩草、高山唐松草、裸茎金腰子、厚叶美花草(*Callianthan alatavicum*)、苔草、短叶羊茅、天山棱子芹、穗发草、胎生早熟禾、黑花苔草。

(5) 大拟鼻花马先蒿群丛: 该群丛分布在河滩湿生和沼生环境, 盖度约为 80%, 草高 10～ 20 cm, 伴生种有胎生早熟禾、穗发草、黑花苔草、沼泽毛茛、珠芽蓼等。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.c

**3.2 高山垫状植被**

该类植被主要分布在空冰斗和空冰斗以下的冰碛中以及 1 号冰川附近。该类植被的植物形体为适应高山恶劣、多变的生态环境, 整个植株紧缩成密实的垫状体, 分布于阳坡海拔 3700～3900 m。

**3.2.1 柔籽草群系** 该群系分布于阳坡 3800 m 和阴坡 3680 m 的高山流石堆中, 植被层 5～10 cm。总盖度为 5%～10%。主要群丛有:

(1) 柔籽草+四蕊山莓草群丛: 伴生植物有黄头小甘菊(*Cancrinia chrysocephala*)、高山离子芥(*Chorispora bungeana*)、矮火绒草(*Leontopodium nanum*)、黄花夏至草(*Lagopsis flava*)、山羊臭虎耳草、高山红景天、短筒兔耳草等。

(2) 柔籽草+高山红景天群丛: 伴生植物有黄头小甘菊、高山葶苈、四蕊山莓草、球茎虎耳草(*Saxifrage sibirica*)。

**3.2.2 四蕊山莓草群系** 分布于阴湿环境, 海拔在阳坡 3700 m 和阴坡 3550 m 以上, 植被总盖度达 20%～70%。主要有以下几个群丛:

(1) 四蕊山莓草群丛: 分布在阳坡 3780 m 以上、阴坡 3500 m 以上的海拔高度, 群落盖度大约在 30%～50%, 伴生植物有: 高山紫菀、山羊臭虎耳草、高山早熟禾、零余虎耳草(*Saxifrage cernua*)、少花棘豆、葶苈、卷耳、高山红景天等。

(2) 四蕊山莓草+山羊臭虎耳草-高山唐松草群丛: 以四蕊山莓草和山羊臭虎耳草为共同优势植物, 群落盖度为 70%, 草层高 5～10 cm, 伴生植物有高山红景天、高山唐松草、高山葶苈、喜山葶苈、少花棘豆、高山离子芥、洽草(*Koeleria cristata*)、高山早熟禾、狭边蒲公英等。

(3) 四蕊山莓草+高山红景天-毛建草群丛: 分布盖度较低, 大约有 40%～55%, 伴生植物有毛建草(阳坡)、嵩草、山羊臭虎耳草、喜山葶苈、狭边蒲公英、洽草、高山唐松草、松草、裸茎金腰子、天山瘤果芹、矮风毛菊、珠芽蓼等。

(4) 四蕊山莓草+柔籽草群丛: 分布在海拔 3810 m 左右, 群落总盖度为 30% 左右, 草层高度 5～10 cm。伴生植物有高山红景天、少花棘豆、山羊臭虎耳草、高山唐松草、高山葶苈、火绒草、高山早熟禾、高山紫菀等。

**3.2.3 高山红景天群系** 该群丛分布于阳坡海拔 3650～3800 m 之间的石质化较强且有细土堆积的低滩, 植被盖度为 10%～30%, 主地群丛有:

(1) 高山红景天-四蕊山莓草群丛: 该群丛垂直结构可分为两层, 第一层以高山红景天占优势, 高 10～15 cm; 第二层以四蕊山莓草占优势, 高 2～7 cm。群落总盖度 15%～25%。伴生植物有高山紫菀、矮火绒草、天山棱子芹、天山瘤果芹、线叶嵩草、毛建草、高山早熟禾、山羊臭虎耳草和裸茎金腰子等。

(2) 高山红景天+嵩草-裸茎金腰子群丛: 该群丛分布在砾质山坡, 群落总盖度为 40% 左右, 高山红景天和嵩草为第一层, 草高 10～20 cm, 第二层为裸茎金腰子, 草层高 1～3 cm。伴生植物有: 火绒草、山羊臭虎耳草、高山葶苈、黑花苔草、珠芽蓼、高山紫菀。

(3) 高山红景天单优势种群丛: 植被覆盖度为 30% 左右, 伴生植物有: 短针羊茅、裸茎金腰子、山羊臭虎耳草、零余虎耳草、高山紫菀、火绒草。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.c

### 3.3　高山流石堆稀疏植被

该类植被发育于本区高山带碎石、流石堆处, 阴坡海拔在 3600 m 以上, 阳坡在 3820 m 以上, 母质疏松易动, 植被层次分化不明显, 植物之间缺乏制约关系, 许多植物于乱石堆中, 生长于能形成许多避风、向阳、温暖潮湿的小环境, 未能形成群落, 植被盖度为 2%～5%, 植物种类有黄头小甘菊、鼠　雪兔子、雪莲、黄花夏至草、高山离子芥、零余虎耳草、小早熟禾、黄花独尾草(*Eremurus fuscus*)、高山早熟禾、矮火绒草等。

## 4　结　论

(1) 乌鲁木齐河源高寒区的海拔、气温、地温、水分、光照、土壤条件、冰碛物年龄、风力、坡向等多种生态因子共同决定着植被的类型和发展, 决定着植物群落的分布、类型和演替趋势, 但主要因子还是水热条件, 即土壤可利用水分和温度(海拔)。寒区植被表现出的特性与植物的形态结构是适应该地区生境条件的结果。

(2) 高寒山区物理风化强烈, 地表土壤发育十分缓慢, 而雨水冲刷、侵蚀和物质流失相当严重。不同的植物类群不仅加强岩面分化层的强度和深度, 加速矿物分化程度, 制造和强烈积累有机物, 参与成土过程和土壤风化过程, 而且致密的植物群落及其残落物覆盖和保护着地表, 植被还具有强大的保水性能, 对防止水土流失起着不可估量的作用。

(3) 植物的演替过程往往是和土壤的发育紧密相连, 随冰川后退, 冰碛物年龄的增大, 气温和土温的提高, 土壤的演化模式依次为: 石质永寒冻雏形土, 普通永寒冻雏形土, 土薄草毡寒冻雏形土, 普通毡寒冻雏形土, 厚草毡寒冻雏形土。相应植物群落的演替趋势依次为: 细菌、真菌、藻类及地衣群落, 高山流石堆稀疏植被, 高山垫状植被, 高山草甸, 亚高山草甸。

(4) 乌鲁木齐河源区高寒冰缘植被还是一个很脆弱的生态系统, 具有独特的生物多样性, 必须加强保护。它的生物资源、旅游资源应按生态规律进行合理开发利用。

**致谢**: 野外实验得到天山冰川观测试验站的大力支持, 在此深表谢忱!

**参考文献**:

[1] 王晓军. 从天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 28 年来的变化看天山地区近期气候变化趋势[J]. 科学通报, 1988; **33**(9): 486～489.
[2] 叶佰生, 赖祖铭. 未来气候变暖条件下区域冰川的平衡响应[J]. 科学通报, 1992; **37**(19): 1494～1497.
[3] 叶佰生, 李世杰. 从末次盛期冰川规模探讨当时的气候环境[J]. 冰川冻土, 1997; **9**(1): 1～9.
[4] 朱　诚, 崔之久. 天山乌鲁木齐河源区冰缘地貌的分布和演变过程[J]. 地理学报, 1992; **47**(6): 526～535.
[5] 邱国庆. 中国天山高山多年冻土的形成条件[J]. 冰川冻土, 1993; **15**(1): 96～102.
[6] 金会军, 邱国庆. 东天山中段乌鲁木齐河上游冻土热状况研究[J]. 冰川冻土, 1993; **15**(1): 110～114.
[7] 金会军, 刘宗香. 天山乌鲁木齐河源冰达坂多年冻土温度检测[J]. 冰川冻土, 1998; **20**(1): 25～29.
[8] 施雅风. 乌鲁木齐山区水资源形成与估算[M]. 北京: 科学出版社, 1992; 189.
[9] 姚檀栋, 施雅风. 乌鲁木齐河气候、冰川、径流变化及未来趋势[J]. 中国科学(B 辑), 1988; **18**(6): 657～666.
[10] 康尔泗, ATSUMA OHMURA. 天山冰川作用流域能量、水量和物质平衡及径流模型[J]. 中国科学(B 辑), 1994; **24**(9): 983～991.
[11] 康尔泗, 刘海潮. 乌鲁木齐河源冰川物质平衡季节性变化和总消融海拔分布[J]. 冰川冻土, 1994; **16**(2): 119～127.
[12] 黄茂桓, 周　韬, 井小平, 等. 乌鲁木齐河源 1 号冰川 2 号洞的冰川学研究[J]. 冰川冻土, 1994; **16**(4): 289～300.
[13] HUANG MAOHUAN. The movement mechanism of Urumqi Glacier No. 1, Tianshan Mountains, China[J]. **Annal of Glaciology**, 1992; **16**: 39～44.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.c