

新疆北部松萝属地衣生态分布 与地理区系成分分析

文雪梅^{1,2}, 阿地里江·阿不都拉¹, 热衣木·马木提¹,
阿不都拉·阿巴斯¹, 艾尼瓦尔·吐米尔^{1*}

(1. 新疆大学 生命科学与技术学院, 乌鲁木齐 830046; 2. 西藏高原生物研究所, 拉萨 850001)

摘要: 根据多年的实地调查资料 and 前人研究资料, 对新疆北部松萝属地衣的种类以及它们的分布区、区系特征和垂直分布进行了初步研究。结果表明, 分布在新疆北部的松萝属地衣共有 22 种, 主要分布在天山和阿勒泰山, 生长在树皮、树枝和朽木上。根据它们对环境的适应特征和选择性, 将新疆北部松萝属地衣的主要地理成分分为环极北极及北方成分、北美—欧洲成分、世界广布种、北美成分、环极低北极及北方成分、欧洲成分、东亚—北美成分等 7 种。研究还发现分布在阿勒泰山和天山的松萝属地衣的垂直分布有明显的差异。阿勒泰山的地衣分布海拔比较高, 分布范围比较广泛。

关键词: 松萝属地衣; 生态分布; 区系组成; 新疆

中图分类号: Q948.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2010)04-0478-06

Analysis of the eco-geographical characteristics of *Usnea* lichens in Northern Xinjiang

WEN Xue-Mei^{1,2}, Adiljan ABDULLA¹, Reyim MAMUT¹,
Abdulla · ABBAS¹, Anwar · TUMUR^{1*}

(1. College of Life Sciences and Technology, Xinjiang University, Urumqi 830046,
China; 2. Tibet Plateau Research of Biology, Lhasa 850001, China)

Abstract: According to many years of the spot investigation data and research materials of the other researchers' preliminary research, the species diversity, distribution area, flora characteristics and vertical distribution characteristics of *Usnea* lichens in northern Xinjiang of China were studied. The results showed that, there were 22 lichens *Usnea* species distributing in northern Xinjiang and they mainly distributed on the tree bark, tree branch and decayed wood of the Altay Mountain and Tianshan Mountain. At the same time, according to the environmental characteristics of lichens *Usnea* distribution area, they were divided into following seven geographical groups, Circumpolar arctic and boreal species; North America-Europe species; Cosmopolitan component; North America component; Circumpolar low arctic and boreal component; European component; East Asia-North America component. It had also been discovered that the vertical distribution characteristics of *Usnea* in Altay Mountain and Tianshan Mountain were very different.

Key words: *Usnea* lichens; ecological distribution; floristic element; Xinjiang

收稿日期: 2009-03-23 修回日期: 2009-12-10

基金项目: 国家自然科学基金(30750012, 30860003, 30960003); 新疆维吾尔自治区高等学校科学研究计划(XJEDU2007I04)[Supported by National Natural Sciences Foundation of China (30750012, 30860003, 30960003); Scientific Research Program of the Higher Education Institution of Xinjiang (XJEDU2007I04)]

作者简介: 文雪梅(1982-), 女, 湖南永州人, 硕士研究生, 主要从事资源植物学及地衣学研究, (E-mail) wensexue8280@126.com.

* 通讯作者(Author for correspondence, E-mail: anwartumursk@xju.edu.cn)

松萝属地衣 *Usnea* Dill. ex Adans. 属于子囊菌门(Ascomycota), 子囊菌纲(Ascomycetes), 茶渍衣目(Lecanorales), 松萝科(Usneaceae), 该属地衣多数种类的分布比较广泛, 形态特征高度变化, 因此, 被认为大型地衣中分类比较难的属。国外已有大量关于各地区松萝属地衣的报道(Zhu, 1935; Motyka, 1936-1938; Clerc 等, 1997; Clerc, 1997, 1998; Halonen, 1997, 1998, 1999, 2000; Pekka, 2000; Tõrra 等, 2007), 据统计, 全世界已发现了 600 多种松萝属地衣(文雪梅等, 2007)。Motyka (1936~1938) 把松萝属地衣分为: *Protousnea* Motyka; *Neuropogon* (Nees & Flot.) Motyka; *Lethariella* Motyka; *Chlorea* (Nyl.) Motyka; *Eumitria* (Stirt.) Motyka 和 *Euusnea* Jatta 等 6 个亚属(Halonen, 2000)。

有关新疆地衣方面的研究起步较晚, 最早的文献见于俄国地衣学家于 1901 年所发表的“俄国及其东部边界的地衣”一文(Elenkin, 1901)。随后刘慎谔(1934)王先业(1985)、魏江春(1981, 1986)、吴继农(1997)、吴金陵(1985)、赵继鼎(1982)等对新疆地衣的种类研究上有所报道。有关新疆松萝属地衣的记载最早是 1935 年 Tchou 报道了新疆松萝属的一个种, 即角松萝(*U. ceratina* Ach.) (Tchou, 1935)。此后至 1951 年有关于 *U. hirta* 的报道(阿不都拉·阿巴斯等, 1998; Abdulla 等, 2001, 2002; 文雪梅等, 2007)。20 世纪 70 年代末, 中国科学院组织的对天山托木尔峰地区的科学考察, 报道了在此地区的山地针叶林带中 *U. comosa* 的分布(王先业, 1985)。另外, 吴金陵也记载了新疆有 *U. florida* 的分布(吴金陵, 1985)。努尔巴衣·阿不都沙勒克等在研究新疆地衣植物的生态特征时, 以哈纳斯自然保护区为例, 对此地区的采集到的部分地衣种的生态特征以及生态因子进行了分析, 其中包括松萝属的 *U. subfloridana*, *U. ceratina* 和 *U. hirta* (努尔巴衣·阿不都沙勒克等, 2000), 但是对新疆松萝属地衣植物的生态分布方面尚未见报道。由于新疆北部山脉独特的地理环境和生态系统的多种多样, 地衣的分布比较广泛, 因此, 研究新疆北部山脉的松萝属地衣, 对于了解新疆北部山脉的地衣植被种类组成和为新疆地衣的生态和地理学研究提供数据, 以及今后的地衣生态地理学研究方面具有一定的参考价值。因此, 我们以 1996 年以来在新疆北部采集的地衣标本为基础, 对松萝属地衣生态地理特征进行了初步分析。

1 自然地理概况

阿勒泰山位于新疆最北部, 同蒙古接壤, 属于欧亚草原的一部分, 这里气温较低, 年均温度在 -2°C 左右, 极端最高气温 33.3°C , 极端最低气温在 -51.5°C 以下, 平均海拔 2 500~3 500 m, 最高峰达 3 876 m, 本区年降水量随海拔升高以每百米 30~80 mm 递增, 在低山带为 200~300 mm; 中山带 300~500 mm; 高山区年降水量可达 600~800 mm, 年蒸发量 1 500 mm 左右, 夏季多雨, 冬有积雪, 这一地区的气候地貌和植被垂直带分带明显, 具有多种植被带类型, 包括: 山地荒漠带、山地草原带、针阔混交林带、针叶林带、亚高山草甸带、高山草甸和高山甸状植被带等(新疆地理学会, 1993; 袁国映, 1998)。

天山的气候属于大陆性北温带干旱气候, 四季分明, 夏秋短, 冬春长。年平均气温 7.4°C , 1 月平均温度 -11.2°C , 7 月份平均气温 21.1°C , 无霜期 142~150 d, 年降平均水量为 300~700 mm。天山山地的年降水量, 同一山坡自西到东, 逐渐减少。天山北坡的年均降水量多在 500 mm 以上, 其中以西段的中山森林带最多, 达 1 139.7 mm。冬季最大降水带在海拔 1 500~2 000 m, 夏初开始向上迁移, 到 7、8 月份升到海拔 5 000 m 的极高山带。研究区域的气候地貌和植被垂直带分带明显, 具有多种植被带类型, 包括: 山前草地、山地阔叶林带、针阔混交林带、针叶林带、亚高山草甸带、高山草甸带等(新疆地理学会, 1993; 袁国映, 1998)。

2 研究方法

对新疆北部的地衣资源进行调查时, 在分布于天山西部、阿勒泰山、阿勒泰喀纳斯自然保护区等区域内的共 16 个样点(青河林场昆歌特、青河卡拉布拉、青河冬布哈林、富蕴县达热沟、大桥林场、福海科尔奇也特、福海小乌图布拉克、福海沙库尔布拉克、阿勒泰大河林场、布尔津县贾登峪、白湖、欧勒根河、哈纳斯、月亮河、禾木乡、三十八林班、土克拜、哈班白峰脚下、白哈巴、吐白别克、阜康天池、米泉哈熊沟、乌鲁木齐八一林场、东白杨沟、西白杨沟、塔城巴尔鲁克山、塔城托里县、沙湾鹿角湾、察布查尔山、新源巩乃斯林场、巩留模合尔、库尔德宁乡、博里巴达一、哈板巴衣、昭苏木扎特、夏塔温泉、卡音德、巴里坤黑沟

等 38 个样地)(图 1), 采集地衣标本 380 余号。

鉴定地衣标本时, 除对其外部形态与内部解剖特征进行观察外, 还对一些在分类鉴定中具有意义的地衣酸进行了测定。地衣化学的分析测定方法首先是分别使用 KOH、Ca(ClO)₂、对苯二胺及碘在地衣体不同部位进行显色试验, 再对少数标本采用显微化学结晶法(MCT)、薄层色谱法(TLC)等方法进行测定, 综合分析以确定某种地衣酸的有无。最后根据观察到地衣的形态特征, 并结合测定所含化学成分进行分类鉴定(Mason, 1983; Halonen, 2000)。研究中所用的标本保存于新疆大学地衣标本室。

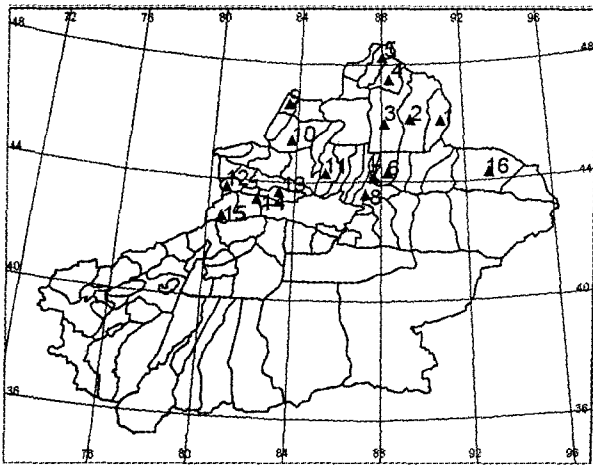


图 1 取样地点的分布图

Fig. 1 The distribution of the sampling site

1. 青河县; 2. 富蕴县; 3. 福海县; 4. 阿勒泰大河林场; 5. 布尔津县;
6. 天池; 7. 哈熊沟; 8. 乌鲁木齐南部山区; 9. 巴尔鲁克山;
10. 塔城托里县; 11. 沙湾县; 12. 察布查尔县; 13. 巩乃斯林场;
14. 巩留县; 15. 昭苏县; 16. 巴里坤县。

1. Qinghe; 2. Fuyeng; 3. Fuhai; 4. Altay dahe forest; 5. Buerqin;
6. Tianchi; 7. Haxiongou; 8. Northern mountain of Urumqi;
9. Barluk mountain; 10. Tacheng tuoli; 11. Shawan; 12. Chabuchaer mountain;
13. Gongnaisi forest; 14. Gongliu; 15. Zhaosu; 16. Balikun.

3 结果

3.1 新疆松萝属地衣种类

本研究把地衣形态学特征和地衣化学分析相结合进行物种鉴定, 结果表明, 分布在新疆北部的松萝属地衣共有 22 种, 主要分布在天山和阿勒泰山。松萝属地衣种类、分布区和采集地点、海拔高度见表 1。

3.2 新疆松萝属地衣的区系地理成分

3.2.1 松萝属地衣的地理分布类型 新疆地衣植物在区系成分上以环北极成分为主, 这主要是跟新疆

的地理位置、高大的山系、地质历史有关系。本研究根据阿不都拉·阿巴斯等(1998)对新疆地衣的分布区划分标准, 把新疆松萝属地衣植物分布区域分为 2 个亚区:

I. 欧亚森林植物亚区: ①阿勒泰地区: (1) 包括 *Usnea arizonica*; *U. cavernosa*; *U. ceratina*; *U. cornuta*; *U. esperantiana*; *U. filipendula*; *U. fulvorenagens*; *U. hesperina*; *U. longissima*; *U. rubicanda*; *U. trichodea*; *U. fragilesens*; *U. glabrata*; *U. glabrescens*; *U. hirta*; *U. scabrata* 等种类, 分布哈纳斯、贾登玉、欧勒根河、白哈巴、禾木乡、月亮湾、福蕴大桥林场、福海科尔奇也特、富海小乌图布拉克、富蕴县达热沟等地。②天山地区: 包括 *Usnea arizonica*; *U. barbata*; *U. diplotypus*; *U. fragilesens*; *U. glabrata*; *U. glabrescens*; *U. hirta*; *U. lapponica*; *U. scabrata*; *U. subfloridana*; *U. substerilis* 等种类, 分布天山地区: 南山八一林场、东白杨沟、天池、昭苏卡音德、昭苏夏塔温泉、昭苏木扎特、米泉哈熊沟、巩留县模合尔、巩留县哈板巴衣、巩留县德尔库宁乡、巴里坤黑沟、巩留县博里巴达一等地。

II. 亚洲荒漠植物亚区: 包括 *Usnea lapponica*; *U. fragilesens*; *U. barbata*; *U. cornuta* 等种类。分布在中亚西部地区、塔城、塔城拖里老风口、塔城巴尔鲁克山、青河林场、青河昆歌特和圣布哈林、沙湾县鹿角湾、察布查尔山等地。

3.2.2 松萝属地衣的地理区系 一个地区的植物种类组成可按它们的地理分布特征划分为若干地理成分。植物区系的地理成分是根据植物种或科属的现代地理分布而确定的。松萝属是世界广布属, 各大陆均有出现。一般来说, 松萝属地衣种类在干旱区和两极分布较少, 而在中纬度比较潮湿的地区分布较多(Halonen, 1999, 2000)。Halonen(1999, 2000)研究 Fennoscandian 和 British Columbia 的松萝属地衣时发现, 该地区松萝属地衣区系不仅包括北半球广布种, 同时还包括一些世界广布种。

本文参照吴征镒(1991)对种子植物分布区类型的划分以及其它有关文献(詹选怀等, 2008; 王一峰等, 2009; 熊源新等, 2008), 将新疆北部松萝属地衣的 22 种划分入 7 个地理成分: (1) 环极北极及北方成分(Circumpolar arctic and boreal species); *Usnea cavernosa*; *U. glabrata*; *U. hirta*; *U. subfloridana*; *U. substerilis*; *U. cornuta*; *U. diplotypus*; *U. filipendula*; *U. lapponica*; *U. rubicunda*。(2) 北美一

欧洲成分(North America-Europe species): *U. scabrata*。(3)世界广布种(Cosmopolitan component): *U. ceratina*; *U. longissima*; *U. wirthii*; *U. esperantiana*; *U. fragiliscens*; *U. glabrescens*; *U. hesperina*。(4)北美成分(North America component):

U. arizonica。(5)环极低北极及北方成分(Circumpolar low arctic and boreal component): *U. barbata*。(6)欧洲成分(European component): *U. fulvovireagens*。(7)东亚—北美成分(East Asia-North America component): *U. trichodea*。

表 1 新疆松萝属地衣种类
Table 1 Species of lichens *Usnea* in Xinjiang

学名 Species	生境 Habitat	海拔(m) Altitude	采集地点 Collection cite
亚历山大松萝(新拟) <i>Usnea arizonica</i> Mptyka	树生、朽木生	1 180~1 920	福海科尔奇也特、模合尔、小乌图布拉克、富蕴县达热沟、布尔津县哈纳斯
须松萝 <i>U. barbata</i> (L.)Web. in Wigg.	树皮及树枝生	1 180~2 500	布尔津县欧里根河、布尔津县哈纳斯、巩留县博里巴达一、塔城托里
孔松萝 <i>U. cavernosa</i> Tuck.	树皮及树枝生	1 180~1 430	布尔津县哈纳斯、布尔津县欧里根河南部、布尔津县哈纳斯湖边、布尔津县月亮湾
角松萝 <i>U. ceratina</i> Ach.	树皮及树枝生	1 180~2 350	布尔津县月亮湾、布尔津县哈纳斯东部、布尔津县欧里根河南、布尔津县月亮湾
角状松萝 <i>U. cornuta</i> Körber, s. lat.	树皮及树枝生	1 100~2 150	布尔津县哈纳斯、布尔津县白哈巴、福海科尔奇也特、巩留县库尔德宁乡、青河林场卡拉布拉
双模式松萝(新拟) <i>U. diplotypus</i> Vainio	树生、朽木生	1 340~1 800	巩留莫合尔、富蕴大桥林场、布尔津县白哈巴、布尔津县哈纳斯
希望松萝(新拟) <i>U. esperantiana</i> Clerc	树枝及树皮生	1 250~1 920	富蕴大桥林场、布尔津县哈纳斯、布尔津县白哈巴
垂线式松萝(新拟) <i>U. filipendula</i> Stirton, s. lat.	树枝及树皮生	1 300~2 300	布尔津县欧里根河南、布尔津县哈纳斯、布尔津县吐白别克、布尔津县哈纳斯
脆松萝 <i>U. fragiliscens</i> Havaas in Lynge	树皮及树枝生	1 180~2 520	布尔津县禾木乡、布尔津县禾木哈纳斯、乌鲁木齐东白杨沟、天山八一林场、布尔津县哈纳斯湖边、塔城巴尔鲁克山
拟暗黄松萝 <i>U. fulvovireagens</i> (Räsänen)Räsänen	树枝及树皮生	1 250	布尔津县月亮湾
光松萝 <i>U. glabrata</i> (Ach.)Vain	树枝及树皮生	1 100~2 000	布尔津县禾木乡、布尔津县哈纳斯、布尔津县白哈巴、巩留、福海科尔奇也特
光滑松萝 <i>U. glabrescens</i> (Nyl. ex Vain.)Vain.	树枝及树皮生	1 180~2 500	昭苏夏塔温泉、布尔津县
金星松萝(新拟) <i>U. hesperina</i> Mot.	树枝及树皮生	1 340	布尔津县哈纳斯
硬毛松萝 <i>U. hirta</i> (L.)Weber, em. Motyka	树枝及树皮生	1 100~2 560	布尔津县哈纳斯、布尔津县禾木哈纳斯、布尔津县禾木乡、哈纳斯湖边、巩留县库尔德宁乡
癩屑化松萝(新拟) <i>U. lapponica</i> Vainio	树皮	1 180~2 470	布尔津县哈纳斯、昭苏夏塔温泉、青河林场卡拉布拉、白哈巴
长松萝 <i>U. longissima</i> Ach.	树皮及树枝生	1 380	布尔津县哈纳斯
深红松萝 <i>U. rubicunda</i> Stirt	树枝及树皮生	1 380	布尔津县哈纳斯
疣松萝 <i>U. scabrata</i> Nyl.	树皮及树枝生	1 180~2 500	布尔津县哈纳斯三十八林班、布尔津县后洞、布尔津县欧里根河南
亚花松萝 <i>U. subfloridana</i> Stirt	树生、朽木生	1 100~3 000	乌鲁木齐八一林场、察布查尔县察布查尔山、富蕴大桥林场、察布查尔县察布查尔河
亚不育松萝(新拟) <i>U. substerilis</i> Mot.	树皮生	950~3 600	布尔津县禾木乡、布尔津县哈纳斯、布尔津县哈纳斯、新源县巩乃斯林场
毛状松萝 <i>U. trichodea</i> Ach.	树皮或树枝生	1 250	布尔津县哈纳斯
<i>U. wirthii</i> P. Clerc.	树枝或树皮生	1 340	布尔津县哈纳斯

3.3 松萝属地衣的生态类型

由于地衣是真菌与绿藻或蓝细菌共生的生命支

撑系统,而这种生命支撑系统所带来的对环境的适应性,尤其是抗旱性和耐旱性使它在物种分布区的

扩大方面发挥着作用。因此,地衣的生态适应范围比高等植物广泛(Mason,1983)。Halonen(1999;2000)研究 Fennoscandian 和 British Columbia 的松萝属地衣时发现,在东 Fennoscandian 地区分布在岩面上的松萝属种类比较多,但在 British Columbia 发现只有 *U. subfloridana* 生长在岩石上。Clerc 等(1997)在北极,南极和北美南部地区也发现了生长在岩石上的岩面生松萝属地衣种类。因此,他们认为多数松萝属地衣种类是适湿和适光的,在潮湿和开阔环境中分布的比较多(Halonen,2000;Clerc 等(1997)。本研究结果为,分布在新疆的 22 种松萝属地衣,其中树皮及树枝生种类有 19 个,占总数的 86.37%,朽木生种类有 3 个,占总数的 13.63%。

(1)树皮或树枝生地衣种:*U. barbata*;*U. cavernosa*;*U. ceratina*;*U. cornuta*;*U. esperantiana*;*U. filipendula*;*U. fragileszens*;*U. fulvoraegens*;*U. glabrata*;*U. glabrescens*;*U. hesperina*;*U. hirta*;*U. lapponica*;*U. longissima*;*U. rubicunda*;*U. scabrata*;*U. substerilis*;*U. trichodea*;*U. wirthii*。(2)朽木生地衣种:*U. arizonica*;*U. diplotypus*;*U. subfloridana*。

Halonen(2000)研究 Fennoscandian 和 British Columbia 松萝属地衣时发现,该地区松萝属地衣的分布跟树种和树皮的性质,比如 pH 值有关,一般适应开阔和半干旱地区的树种上松萝属地衣种类比较多。本研究发现,树生松萝属地衣数量和树木年龄有相关性。比如,随着树木年龄的增大,其生长在树皮和树枝上的松萝属地衣种类和个体数量明显增多。一般比较年轻的树上很少生长该属地衣。另外,不同树种上生长的松萝属地衣种类和数量也出现差异。以上研究结果跟 Halonen(2000)的研究结果较为一致。

3.4 松萝属地衣的垂直分布规律

本文所研究的 400 多个松萝属地衣标本绝大多数采自西天山和阿勒泰山,研究发现分布在阿勒泰山和天山的松萝属地衣的垂直分布特征有明显的差异。松萝属地衣在天山最高分布海拔为 3 000 m,最低海拔为 950 m,而阿勒泰山的最高分布海拔为 3 600 m,最低海拔为 1 100 m(表 2 和图 2)。阿勒泰山的分布范围比天山广泛,这表明,松萝属地衣种类对所生长的基物有非常高的适应和选择性,同时它们的分布还受到分布区微环境的制约。结合表 2 和图 2 分析新疆松萝属地衣分布规律,此属分布的

平均海拔比较高。分布区为气候较湿润的地区分布的种较多,采集点也较多。

表 2 新疆松萝属地衣在天山及阿勒泰山分布海拔
Table 2 Distribution altitude of *Usnea* lichens in Tianshan and Altay Mountain

海拔 Altitude (m)	天山 Tianshan Mt.	阿勒泰山 Altay Mt.
最低 Lowest	950	1 100
最高 Highest	3 000	3 600
平均 Average	1 975	2 350

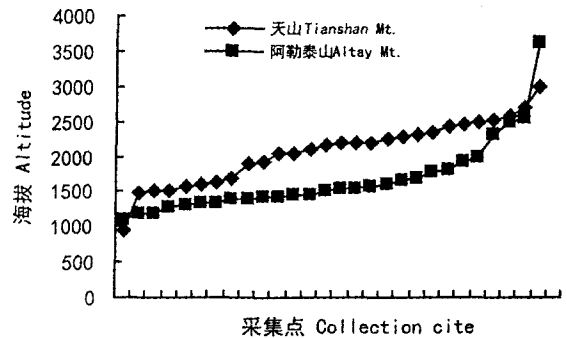


图 2 松萝属地衣在天山和阿勒泰山的垂直分布

Fig. 2 Vertical distribution of the *Usnea* lichens in Tianshan and Altay Mountains

4 小结

(1)本文初步对新疆天山、阿勒泰山的松萝属地衣的生态地理特征进行了研究。经过形态、解剖以及结合化学方法,对采自天山以及阿勒泰山地区的 400 余份标本进行鉴定,初步鉴定出的松萝属地衣有 22 种,*U. barbata*;*U. cavernosa*;*U. fragileszens*;*U. fulvoraegens*;*U. glabrata*;*U. glabrescens*;*U. longissima*;*U. rubicunda*;*U. scabrata*;*U. trichodes*;*U. arizonica*;*U. cornuta*;*U. diplotypus*;*U. esperantiana*;*U. filipendula*;*U. hesperina*;*U. lapponica*;*U. substerilis*;*U. wirthii*。(2)本文参照吴征镒(1991)的划分标准,将新疆北部松萝属地衣的 22 种划分为以下 7 个成分:环极北极及北方成分、北美—欧洲成分、世界广布种、北美成分、环极低北极及北方成分、欧洲成分、东亚—北美成分。(3)新疆北部的松萝属地衣主要采自阿勒泰山以及天山地区,海拔分布相对较高,但分布区内气候湿润。(4)新疆北部的松萝属地衣中树皮及树枝生种类比例大,占总种类的 86.37%,其次为朽木生、树生混

合型。说明松萝属地衣对基物要求较高,并且生态类型很单一。

参考文献:

- 中国科学院登山科学考察队. 1985. 天山托木尔峰地区的生物[M]//王先业. 天山托木尔峰地区的地衣. 乌鲁木齐:新疆人民出版社:328—353
- 阿不都拉·阿巴斯,吴继农. 1998. 新疆地衣[M]. 乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社:60
- 赵继鼎,徐连旺,孙增美. 1982. 中国地衣初编[M]. 北京:科学出版社:1—156
- 新疆地理学会. 1993. 新疆地理手册[M]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社:1—410
- 袁国映. 1998. 新疆自然环境保护与保护区[M]. 乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社:1—125
- 魏江春. 1986. 西藏地衣[M]. 北京:科学出版社
- Abdulla A, Hairet M, Anwar T. 2001. A checklist of lichens of Xinjiang, China[J]. *Harvard Paper Bot*, **5**:359—370
- Abdulla A, Anwar T, Hairet M. 2002. Contribution to the knowledge of lichens from Xinjiang, China, including a preliminary checklist[J]. *CHENIA*, **7**:173—186
- Clerc P, Herrera-Campos M. 1997. Saxicolous species of *Usnea* subgenus *Usnea* (Lichenized Ascomycetes) in North America[J]. *Bryologist*, **100**:281—301
- Clerc P. 1997. Notes on the genus *Usnea* Dill. ex Adanson[J]. *Lichenologist*, **29**:209—215
- Clerc P. 1998. Species concepts in the genus *Usnea* (lichenized Ascomycetes)[J]. *Lichenologist*, **30**:321—340
- Elenkin AA. 1901. Lichens florae Rossiae et regionum confinium orientium, Fascicle 1[J]. *Acta Horti Petropolitani*, **19**:1—52
- Halonen P. 1997. The lichen genus *Usnea* in eastern Fennoscandia. II. *Usnea longissima* [J]. *Graphis Scripta*, **8**:51—56
- Halonen P, Clerc P, Goward T *et al.* 1998. Synopsis of the genus *Usnea* (lichenized Ascomycetes) in British Columbia, Canada[J]. *Bryologist* **101**:36—60.
- Halonen P, Myllys L, Ahti T, *et al.* 1999. The lichen genus *Usnea* in East Fennoscandia. III. The shrubby species [J]. *Ann Bot Fenn*, **36**:235—256
- Halonen P. 2000. Studies on the lichen genus *Usnea* in East Fennoscandia and Pacific North America[D]. Oulu: University of Oulu, Finland:1—29
- Liu SE(刘慎谔). 1934. An introduction to phytogeography of southern and western China(中国北部及西部植物地理概论)[J]. *Coll Bot Ins Beijing Res Ins*(国立北平研究院植物学研究所丛刊), **2**(9):423—451
- Mason EH. 1983. The Biology of Lichens[M]. London: Edward Arnold Publishers Ltd:97—107
- Motyka J. 1936—1938. Lichenum generis *Usnea* studium monographicum[J]. *Pars systematica*, **1, 2**. Leopoli.
- Nurbay(努尔巴衣·阿不都沙勒克), Abbas A(阿不都拉·阿巴斯). 2000. Study lichen eco-geographical distribution in Hanas natural conservation(哈纳斯自然保护区地衣生态地理分布的研究)[J]. *Arid Zone Geo*(干旱区地理), **17**(1):72—75
- Tõrra T, Randlane T. 2007. The lichen genus *Usnea* (lichenized Ascomycetes, Parmeliaceae) in Estonia with a key to the species in the Baltic countries[J]. *Lichenologist*, **39**:415—438
- Tumur A(艾尼瓦尔·吐米尔), Abdulla A(阿不都拉·阿巴斯). 2001b. Study lichens ecological characteristics of Xinjiang(新疆地衣生态特征的研究)[J]. *J Xinjiang University: Nat Sci Edi*(新疆大学学报·自然科学版), **19**(1):61—67
- Wang YF(王一峰), Wang JL(王俊龙), Wu YX(吴依茜), *et al.* 2009. Floristic study on the genus *Saussurea* in Gansu and floristic relations with its adjacent region(甘肃风毛菊属植物区系地理研究及与邻近地区区系的关系)[J]. *Guihaia*(广西植物), **29**(1):103—110
- Wei JC(魏江春). 1981. Collection of the Chinese lichens specimens(中国地衣标本集)[J]. *Plant Res*(植物研究), **1**(1):81—91
- Wen XM(文雪梅), Gulbostan(古丽博斯坦), Li ZC(李志成), *et al.* 2007. Research on *Usnea* in Xinjiang(新疆松萝属地衣的研究)[J]. *Lett Biotec*(生物技术通讯), **18**(1):177—178
- Wu JN(吴继农). 1997. The lichens new species and genera from Hanas natural conservation(采用新疆哈纳斯的中国新记录地衣属和种)[J]. *Arid Zone Res*(干旱区研究), **14**(4):13—15
- Wu JL(吴金陵). 1985. Grassland lichens from Xinjiang(新疆草地地衣)[J]. *Acta Phytotax Sin*(植物分类学报), **5**(1):73—75
- Wu ZY(吴征镒). 1991. Areal-types of Chinese genera of seed plants(中国种子植物属的分布区类型)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), Suppl. (增刊)IV:1—139
- Xiong YX(熊源新), Yan XL(闫晓丽). 2008. Mosses flora of Red River in Guizhou Province(贵州红水河谷地区苔藓植物区系研究熊)[J]. *Guihaia*(广西植物), **28**(1):37—46
- Zhan XH(詹选怀), Peng YS(彭焱松), Gui ZM(桂忠明). 2008. Pteridophytic flora in Mt. Lushan(庐山蕨类植物区系研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), **28**(5):615—619
- Zhu YT(朱彦承). 1953. Note preliminaire sur les lichens de Chine[J]. *Coll Bot Ins Beijing Res Ins*(国立北平研究院植物学研究所丛刊), **3**(6):299—322