

又根据它们的键能(见表5), Al-O、Sr-O、Al-F、Al-Cl的键能均大于 Be-O、Be-F、Be-Cl的键能,所以当有大量 Al、Sr 存在时就有助于在原子化时提高原子化效率,增加 Be 的消光值(见图 2a、2b)和消除 F⁻、Cl⁻等干扰(见图 5)。而 Sr-F、Sr-Cl 与 Be-F、Be-Cl 的键能相差不大,所以 Sr 对 F⁻、Cl⁻ 干扰的消除效果不如 Al 显著。

表5 氧化物和卤化物的键能(千卡/摩尔)^[14]

元素	M-O	M-F	M-Cl
Be	107±5	138±10	92.8±2.2
Al	119.5±2.5	158.6±1.5	118±3
Sr	111±20	129.5±1.6	97±3

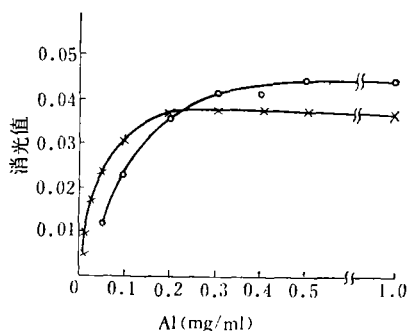


图5 Al 对 F⁻、Cl⁻ 干扰的消除作用

×——Be 2ppb + NH₄F 2 毫克/毫升 + Al
O——Be 2ppb + BaCl₂ 2 毫克/毫升 + Al

从图 2a、b 和图 5 可看到,各种不同基体样品在石墨炉中原子化的过程是一个极其复杂的高温化学反应过程。然而随着加入基体量的增加消光值也随之增加并趋于稳定,当基体加入量大于 0.5 毫克/毫升后消光值基本恒定。

参 考 资 料

- [1] Sighinolfi, G. P., *At. Abs. Newsl.*, 11(5), 96(1972).
- [2] 寺岛滋,分析化学(日),22,1317(1973).
- [3] Janouskova J. et al., *Chemicke Listy*, 68, 969 (1974).
- [4] Siemer, J. et al., *Spectrochim. Acta*, 28B, 469(1973).
- [5] Khovezov, I. et al., *Z. Anal. Chem.*, 291, 127 (1978).
- [6] Campbell, E. Y. et al., *Talanta*, 25, 251(1978).
- [7] Owlus, J. W. et al., *At. Abs. Newsl.*, 14(4), 76(1975).
- [8] Gledney, E. S., *At. Abs. Newsl.*, 16(2), 42 (1977).
- [9] 韩恒斌、倪哲明,分析化学,6,4(1979).
- [10] 中岛良三,分析化学(日),27,135(1978).
- [11] Grewal, D. S. et al., *At. Abs. Newsl.*, 16(5), 131(1977).
- [12] Hurbut, J. A., *At. Abs. Newsl.*, 17(6), 121 (1978).
- [13] L'vov, B. V., *Spectrochimica Acta*, 33B, 153 (1978).
- [14] *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 58th. ed., 1977—1978.

天山托木尔峰地区山地生态系统的初步研究

黄瑞农 彭补拙 袁国映

(南京大学地理系) (新疆环境保护科学研究所)

托木尔峰(以下简称托峰)是天山最高峰,海拔 7435.3 米,位于我国新疆天山山脉的最西端。本文根据 1978 年 5—9 月参加托峰地区登山科学考察所获得的资料和采集到的样品,经室内分析整理而成。由于工业“三

废”和农业生产活动所造成的环境污染和不合理开发利用而引起自然界生态平衡的破坏,给人类的生产、生活和生存带来了极为严重的恶果,生态系统的研究为愈来愈多的人所重视。

生态系统是指在地球表面的一定范围内,生物有机体与无机环境相互作用的自然系统,是占有一定空间、具有一定结构、功能的作用系统。现代生态学是一门综合性很强的科学,它主要研究生命系统与环境系统之间物质、能量的交换和转化过程;研究生物有机体的三种基本成分——生产者、消费者、分解者的结构、功能和生产力与环境系统之间的关系。在自然历史的形成演化过程中,以及在人工作用的影响下,生态系统是不断变化的动态平衡体系。现代生态学的基本任务在于认识和揭露生态系统的组成、性质、形成演化的动态规律;协调和控制环境因素,为恢复或重建生态系统的结构、功能和提高生产力提供理论依据。

一、托峰地区山地生态系统的分析

(一) 山地生态系统的基本类型和分布规律

本区山地生态系统的形成条件比较复杂,汗腾格里、哈拉周里哈山为一巨大隆起的山汇,高达海拔6000米以上,将托峰地区分为南、北两部分。北坡山麓地区为海拔1700—1800米的昭苏盆地;南部为广阔的山前洪积、冲积扇所组成的倾斜平原。本区气候的主要特征是具有强烈的大陆性,气温年较差和日较差大,同时气温和降水随海拔高度的增加而明显变化。由于天山对西和西北湿润气流的屏障作用,南、北坡气候的差异甚大,北坡较湿润,南坡气候较干旱,这种气候上的差异,深刻地影响着山地生态系统的形成。因此,地貌因素是形成山地生态系统不同类型的基础,受地貌因素制约的水、热条件是形成各种类型山地生态系统的最重要的物质和能量的来源。水、热条件的垂直变化又深刻地制约着山地生态系统中生物群落和环境系统的垂直分布,明显地影响着生物群落与环境系统之间物质、能量的交换和转化过程的强度,形成占有一定空间、具有一定结

构、功能和生产力的生态系统。可见,本区山地生态系统是由许多基本的生态系统所组成,它们各自具有不同的生物群落和环境系统,处于一种暂时动态平衡的体系。我们以环境系统中受地貌因素制约的水、热条件作为主要指标,以生物群落中的植物群落为主要标志,将托峰地区的山地生态系统划分为以下几种基本类型:

南坡:荒漠生态系统(海拔1900米以下),山地荒漠草原生态系统(1900—2200米),山地干草原生态系统(2200—2600米),山地草原生态系统(2600—2900米),高山草甸生态系统(2900—3600或3700米)。

北坡:山地草原生态系统(1700—1900米),山地草甸生态系统(1900—2100米),山地森林(针叶林)生态系统(2100—2900米),亚高山草甸生态系统(2900—3100或3200米),高山草甸生态系统(3100或3200—3500米)。

应当指出,上述基本类型的生态系统仅是一般的垂直分布规律,由于地形的影响,其生态系统类型的分布颇为复杂。

(二) 主要山地生态系统的结构、功能和生产力

1. 温带荒漠生态系统

广泛分布于南坡山前洪积、冲积扇上的荒漠生态系统,主要由于微地形和地面组成物质的差异而具有多种多样的结构。在洪积、冲积扇顶部砂砾质或砾质棕漠土上的琵琶柴(*Reaumuria soongarica*)群落,组成植物贫乏,植被稀疏,盖度一般为5—10%,高在20厘米以下,其结构相当稳定;在强烈石质化和极端干旱的砾质戈壁上的无叶假木贼(*Anahasis aphylla*)群落,盖度不超过2%,种类相当单纯;在洪积、冲积扇中下部砾质和碎石质土壤上的勃氏麻黄(*Ephedra prjewalskii*)群落,高1米左右,丛径大可达数米,结构稳定;在小砾石和粗砾砂上的霸王(*Zygophyllum xanthoxylon*)群落,盖度可达20%,植从高约1

米,季节性水流的变化可引起群落的演替.组成生物群落的动物、微生物的种类也很少,动物中常见的有骆驼.真菌以白环柄菇(*Lepiote holosemicea*)和美味蘑菇(*Agaricus edulis*)最为常见.固着于石块上的地衣主要有戈壁微孢衣(*Agarospora gobiensis*)和荒漠微孢衣(*A. schleicheri*)等.

荒漠生态系统地区的降水很少,年降水量在100毫米左右,但蒸发却很强烈,年蒸发量在1500毫米以上.土壤中的水分平衡全年均是严重不足.热量资源比较丰富,最热月均温约19—21℃,日均温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 持续期间的积温在1900—3300℃之间,无霜期可达115天.全年太阳总辐射值约130千卡/厘米²·年,年日照时数在2700以上,有利于光合作用的进行.但水分的严重不足,水、热之间不平衡,短暂的降水很容易被土壤所吸收,并通过蒸发和植物的蒸腾作用而迅速返回大气,限制了植物的生长.因此,植物大都具有叶子退化,腊质化的程度高,具有反射阳光、降低叶子温度和减少蒸腾的作用.植物的根系一般深而庞大,以适应干旱生境的需要.动物和微生物也发展一些类似植物所采用的办法与干旱环境之间进行物质、能量的交换和转化.如骆驼依靠排泄高浓度的尿和比较干燥的大便,来平衡体内的水份,以适应于干旱的环境.

稀疏的植被,每年累积于土壤中的生物有机残体的数量很少.表层有机质含量一般 $<1\%$,向植物有机体提供的养分少,也大大限制了生物体的发展.生物产量很低,一般 <60 斤/亩.由于日照充足,通过施肥和灌溉供水可提高生产力.如地处该系统地区的温宿县包孜东公社,通过上述措施,冬小麦的产量每亩平均在100斤以上.荒漠地区引水灌溉需特别注意防止土壤盐渍化,否则将带来严重的后果.

(2) 山地草原生态系统

本生态系统主要分布于北坡的昭苏盆地

和南坡的中山、亚高山带.南坡的植物群落以旱生丛生禾草占优势,其建群种主要有克氏针茅(*Stipa krylovii*)和羊茅(*Festuca ovina*)等;北坡群落的建群植物主要有针茅(*Stipa capillata*)和沟叶羊茅(*Festuca slucata*).群落中种类丰富,除旱生丛生禾草外,还有不少旱生及中旱生的杂草类.整个草原生长茂密,总盖度达50—80%,草丛高30—70厘米之间,层次分化明显,群落的季相变化显著,结构稳定.年降水量300—500毫米,但年蒸发量却在1000毫米以上,5—9月占全年降水量的70%以上,夏季降水虽多.但气温较高,最热月均温在14℃以上,地面蒸发较强,土壤仍感水分不足.6—7月土壤表层含水量10—15%,干季中土壤含水量更小,可见土壤水分仍然是不平衡的.南坡的草原土壤表现得更为明显.因此,山地草原生态系统的成层现象比较显著,一般呈三层:根层、地面层和草层.根系深而密集,以利于获得土壤水分.草本植物通过光合作用所形成的生物物质,约40—50%储存于根部.茎、叶死亡后形成的地面复盖层所累积的物质和能量也可达相当的数量,土壤表层有机质含量达10%左右,全氮量约0.6%,其无机营养物质经腐烂分解又被植物所利用,进行封闭式的物质和能量的循环.土壤中的盐基离子通过这种循环而被保存下来,全剖面呈碱性反应.

生活于本生态系统中的主要食草动物以啮齿类为主,常见的有草原兔尾鼠(*Lagurus luteus*)、旱獭(*Marmota baibacina*)等.花草茂盛,昆虫种数均不少,以昆虫为食的鸟类达18种之多,其中以穗鹀(*Oenanthe oenanthe*)、沙鹀(*Oenanthe isabellina*)、白顶鹀(*Oenanthe hispanica*)最为常见.沙鹀常利用鼠洞营巢,鸟鼠同穴相处,乃是一种特殊的适应.食草的大哺乳动物原来是比较丰富的,由于人类的活动而显著减少,现已为牛、羊群所代替.在草原生态系统中的能量流和营养

物质的循环,一方面通过上述生物小循环来实现,另一方面是通过食物链来进行的. 食草的食物链和碎屑食物链在这里得到良好的发展. 食肉动物捕食碎屑链动物而产生这两个链之间能量联系而使草原生态系统更加稳定.

昭苏盆地的部分地区已被一种比较简单的农业生态系统所代替. 但从本区农、牧业生产发展方向来看,应限制农业生态系统的发展,部分地区应退耕还牧,恢复草原生态系统. 这里的水、热条件对草原植被的生长十分有利,生物产量可达 200—250 斤/亩,是托峰地区生物产量最高的生态系统之一. 如适当灌溉,生物产量可增加到 300 斤/亩以上,生产潜力较大.

(3) 山地森林生态系统

主要分布于阴坡海拔 2100—2900 米处. 组成针叶林生物群落的主要树种是天山特有的雪岭云杉 (*Picea schrenkiana*), 落叶的乔、灌木种类很少, 林型简单, 郁闭度 0.4—0.7.

其群落结构大致可分三种类型: ① 藓、云杉林; ② 藓、鸢尾、灌木、云杉林; ③ 鸢尾、灌木、云杉林. 前一种较稳定, 后两种类型稳定性较差. 组成生物群落中的动物和微生物种类相当繁多, 其中大型真菌约占托峰地区的 80% 左右, 代表有粘丝膜菌 (*Cortinarius glutinosus*)、黄盖丝膜菌 (*C. Latus*)、大毒滑锈伞 (*Hebeloma crustuliniformis*) 等 20 余种. 栖息于森林中的鸟类达 27 种, 常见的有林鹀 (*Anthus trivialis*)、星鸦 (*Nucifraga caryocatactes*) 等. 生活于森林中的动物主要有马鹿 (*Cervus elaphus*)、麝 (*Capreolus capreolus*)、松鼠 (*Sciurus vulgaris*) 等.

该生态系统中最热月均温不超过 15℃, 年均温 2—3℃, 日均温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温在 2100℃ 以下, 年降水量在 700 毫米以下, 气候一般温寒湿润. 因此, 雪岭云杉林下黑云母石英片岩风化壳的分解系数仅 2.56 (表 1), 化学风化作用较弱, 淋溶系数在 7.8 以下, 盐基淋溶较弱, 风化壳的盐基淋溶系数达 65, 表

表 1 森林生态系统中黑云母石英片岩的风化系数

风 化 系 数	新鲜黑云母 石英片岩	风化层 (60—80 厘米)	灰褐色森林土壤 (0—20 厘米)
淋溶系数 $\text{SiO}_2: (\text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$	4.5	7.4	7.8
盐基淋溶系数 $(\text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ (风化壳或土壤): $(\text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ (新鲜岩石)	100	65	62
分解系数 $\text{Fe}_2\text{O}_3: \text{MgO}$		2.56	
MgO 淋溶系数	100	57	52
CaO 淋溶系数	100	62	92
Na ₂ O 淋溶系数	100	59	47
K ₂ O 淋溶系数	100	82	63
硅酸盐 SiO_2 淋溶系数	100	109	85
富铝化系数	100	95	82

土盐基淋溶系数 62, 物质的淋溶强度如下:

$$\text{Na} > \text{Mg} > \text{K} > \text{Ca}$$

硅酸盐 SiO_2 、 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 均很少迁移, 淋溶系数在 82 以上, 而成为该生态系统中的标型元素. 上述化学元素由于很少被淋溶而积极参与物质的生物循环.

生物群落中的植物有机体不仅靠上述化

学元素的循环来维持, 而且由大规模的能量循环来维持和发展. 植物有机体通过光合作用固定太阳能, 一半以上直接用于植物自己的呼吸上, 其余用来维持和产生新的有机体. 估计雪岭云杉林每年残落物中干有机质量在 80 公担/公顷以下, 每年有 90 公斤/公顷左右的灰分元素和 20 多公斤/公顷的氮素进入

土壤参与生物小循环。由于气候温寒,残落物的分解较慢,土壤表层具有明显的枯枝落叶层,厚约10—20厘米。有机质的累积过程较明显,表层有机质含量7—15%,最高可达60%,全氮含量0.3—1.2%。这些营养物质一方面为植物所利用,另一方面为土壤动物和地面的真菌等微生物提供充足的养料,而其中的某些可食的真菌又可成为一些动物的食料,通过这些食物链来完成能量的固定、流动和物质交换。

二、人类生产活动对托峰地区生态系统的影响及其调节

托峰地区山地生态系统在自然的形成演化的历史过程中,具有一定的多样性和相对的稳定性。长期以来,由于人类生产活动的影响,在自然生态系统的基础上,不断打上人为的烙印。

(一) 农、林、牧业生产对生态系统的影响

本区是多民族聚居之地,农、林、牧业均有较悠久的历史,曾经是我国与西亚、南亚友好交往的必经之路,历来经济活动频繁。木扎尔特河与北木扎尔特河谷又是南、北疆交往的要道,自木孜大坂至木扎尔特大坂路上马和人的骨骸历历可见,这足以说明当时路途的艰险和商旅往来频繁的景象。

据历史记载,托峰南坡阿克苏、温宿一带早在两千年前就有原始的农耕,以产稻米著称。北坡的昭苏历来以牧为主,昭苏马有“天马”之称,天然牧场广泛分布,农业亦有较大幅度的发展。森林面积分布较广,积材量较丰富,是宝贵的用材林、水源涵养林区。

但是,不合理的土地利用和不完善的经营管理,带来了较严重的生态学问题和环境问题。在农、牧业方面,存在破坏荒漠、山地荒漠草原和山地草原生态系统的现象。如阿克苏一带的胡杨林地垦为农地,使防风固沙的胡杨、红柳、梭梭等灌丛遭到破坏,林地面积

积减少二分之一。在昭苏盆地,1947年前后只有耕地2000亩左右,到1978年已达47000亩左右,在这些耕地中原来就是极其良好的春、秋天然牧场。不合理的垦殖和过度放牧,使本来就比较不稳定的荒漠和荒漠草原生态系统及比较稳定的山地草原生态系统的生态平衡受到破坏,其结果是农田沙化和次生盐渍化,以及天然草场的退化,使生物群落在水分、层次、结构上发生变化,生产力下降。如昭苏盆地山地草原生态系统中,部分地区由于过度放牧,由原来的针茅、鹅冠草、芨芨草等禾本科群落退化成为小叶独行菜、蒿属等杂草群落。复盖度由70—95%降到40—80%。产草量由每亩200斤左右退化成稀疏杂草,载畜量大大减少。有些地区在生态上产生退化的不可逆性现象。在林业方面,在交通较方便的地区,乱砍滥伐使森林生态系统遭受严重的破坏,不仅林木资源的储量降低,而且使地方性气候有逐渐变干的趋势,森林线上移,冰川后退,雪线上升。据气候资料统计,昭苏自五十年代以来,年均温略有升高,年降水量略有减少,气候有逐渐变干的趋向。特克斯河的年径流量也有所减少,五十年代的年平均径流量为276.8米³/秒,到七十年代减少至236.8米³/秒。其南面支流大兴苏和小兴苏,1974年可在河道中安装水磨,以利用河水动力,现由于水量大为减少,无法安装水磨。据考察,托峰北坡外山的森林线上升100—200米,局部地区可达300米。北木扎尔特河谷的冰川自1760年前后至1978年的200余年中,冰川后退了5公里,平均每年后退约24米。这种气候变干,森林线上移,冰川后退,固然与大气环流的变化有关,但森林生态系统的被破坏,对上述这种变化不能不产生一定的影响。

(二) 工、矿业生产对本区生态系统的影响

本区的工业多为畜产品加工、毛纺、制革、印染、化工、农机制造等小型工业,排放的

“三废”物质中有：重金属污染物为 Cr、As、Pb、Zn 等；有机污染物质为酚、油类、甲烷、硫醇氨及有机酸等。部分煤矿的煤层中含铀量高，在煤灰中的富集量可从万分之二到千分之五，UF₆ 是水溶性的剧毒物质，可导致白血病、急性肾炎等疾病。大气中 SO₂ 含量在局部地区已超过环境标准，在冬季逆温层存在的条件下，对人体健康可造成一定程度的危害。托峰地区的环境污染虽然涉及的范围仅局限于城镇和工矿附近，危害性不大，但应从以预防为主的角度来衡量其生态效应。

（三）协调本区生态系统的原则和措施

1. 设立自然保护区，开展大自然保护

托峰地区具有丰富的生物、水热和土地资源，基本上属于尚未开发利用和很少受到人为污染的地区，在不少地区还保留着原始自然生态系统的特点。设立自然保护区和开展大自然保护的目的在于合理利用自然资源和保护环境，使其在实现四化中发挥更大的作用。

据考察，本区的生物资源相当丰富：高等植物就有 76 科 301 属 551 种，区系组成是多源的，在经济利用和科学研究上都有很大的价值；在动物资源方面，区系组成复杂，其生态类型以山地草原、森林及高山类型为主，也具有一定的经济价值和科学价值。过去对

保护野生动物资源重视不够，今后应积极开展自然保护，加强经营管理，做好协调生态系统的调查研究工作。

本区的水、热资源丰富，土壤类型多样，在发展农、林、牧业方面具有较大的生产潜力。自然生态系统的生产潜力取决于太阳辐射的能量，以及这种能量在生物圈中的迁移转化方式。为了充分发挥这种生产潜力，有必要对本区不同生态系统进行定位的动态观察研究，研究不同环境条件下，在自然和人工的影响下物质、能量的运动规律。例如，在不同地区和季节，对不同土壤生态系统的水、热状况和养分循环的时、空变化进行观察，不同的土地利用方式对大气-水分-植物-土壤之间相互关系的影响和作用，从而为协调各种生态系统提供科学依据。

2. 控制环境污染、提高环境质量、保障人体健康

在发展工矿农业生产、扩大城镇建设过程中，应针对已出现的环境污染问题，进行监测、治理；研究自然生态系统和人工生态系统的结构、功能的稳定性，提高生产力水平；对不同景观类型的环境质量进行分析与评价，为不断提高环境质量和人类健康水平打下基础。

城市工业污染源综合评价的研究

王新元

聂桂生

（中国科学院石家庄农业现代化研究所）（北京市环境科学保护科学研究所）

在区域性环境污染调查和环境质量评价中，城市工业污染源的研究是核心问题。本文根据首都东南郊污染调查，就城市工业污染源和污染物综合评价的方法和程序进行初步探讨。

一、污染源综合评价的原则和参数的选择

对工业污染源和污染物综合评价的原则主要有三方面：（1）污染物排入环境的途径；（2）污染物排放的绝对量；（3）对环境系统所