

长白山北坡针叶林下土壤淋洗液 及土壤性质的初步研究

程伯容

(中科院沈阳应用生态所, 110015)

张金

(辽宁省人大教科委)

摘 要

为了研究长白山针叶林下土壤淋洗液及土壤性质,我们于1987年6—9月,在长白山北坡暗针叶林带各个标准地进行定位研究。在红松云冷杉林、岳桦云冷杉林标准地,收集了大气降水、林内降水及土壤的淋洗液,均进行化学分析。结果表明:(1)在红松云冷杉林标准地,其大气降水经过林冠后都稍有酸化作用;(2)在红松云冷杉和岳桦云冷杉标准地,其0层的淋洗液酸度大,有机酸含量高,Fe和Al均从A₁层淋洗下来,并在其下的淀积层(B)淀积,0+A₁层养分淋失量(公斤/公顷/年)为:钾1.2—1.6,钙2.2—4.6,镁0.5—0.9,有机碳35.4—43.9,全氮0.6—0.7;(3)土壤分析结果表明:长白山北坡暗针叶林带土壤,具有不同程度的灰化过程,其中杜香落叶松林下土壤具有明显的灰化淀积层,在分类上可属灰土。

关于长白山北坡暗针叶林带的森林和土壤的研究,虽曾有过许多报道^[4-6],但用生物地球化学观点来研究该区森林对土壤关系方面的论文还很少。一般认为:在生物圈里,各种化学元素从周围的环境到生物体,再从生物体回到周围环境的循环过程,称之为生物地球化学循环。我们收集和分析研究大气降水、林内降水及土壤的淋洗液的化学组成,不仅有助于研究森林生态系统的养分循环,而且还有助于说明土壤的形成实质。本文的目的,是旨在以往工作的基础上,通过暗针叶林带各林型中大气降水、林内降水、土壤淋洗液和土壤的化学元素之测定,阐明森林对土壤性质的影响,以及针叶林下土壤形成过程的特点。

一、自然条件

本项研究是在吉林省安图县长白山北坡自然保护区红松云冷杉林、岳桦云冷杉林及杜香落叶松林标准地上进行。

本区地势较高,海拔高度为1100—1700m(其中红松云冷杉林标准地海拔为1250m,岳桦云冷杉林标准地为1680m,杜香落叶松林标准地为1380m),为倾斜玄武岩高原,是白头山火山锥体向熔岩台地过渡地带,地形平缓。

基岩,为新生代以来溢出的玄武岩,上面覆盖着全新世火山碎屑物,质地较粗,多为砾质砂壤土。

土壤,以前曾初步定为棕色针叶林土^[1],以后根据分析,认为在杜香落叶松林下土壤有明显的灰化

淀积层,可称为灰土 (Spodosol)^[4]。

气候,寒冷湿润,为受季风影响的大陆性山地气候,气温和降水随海拔高度的不同而有差别。以杜香落叶松林地为例,每月平均气温为 -0.5°C ,其中一月平均气温为 -17.2°C ,7月的平均气温为 14.4°C ,在5月底土壤中还有冻层。年降水量为782—967mm,其中6—9月达556—687mm,占全部降水量的70%以上,其他月份降水量很少,主要为降雪天气¹⁾

自然植被,为针叶林,在杜香落叶松林标准地,上层为长白落叶松 (*Larix olgensis*),下层为杜香、越桔、林奈草和苔藓,其中苔藓层的覆盖度为35%;在红松云冷杉林标准地的乔木树种,主要有红松 (*Pinus Koraiensis*),鱼鳞云杉 (*Picea jezoensis*),红皮云杉 (*Picea koyamai* var. *Koraiensis*) 和臭冷杉 (*Abies nephrolepis*),苔藓层发达,覆盖度为80%;在岳桦云冷杉林标准地,立木是以鱼鳞云杉和红皮云杉为主,混有臭冷杉,岳桦和长白落叶松,苔藓层比较发达,其覆盖为50%^[5]。

二、研究方法

(一) 大气降水和林内降水的取样方法

在红松云冷杉林地、红松阔叶林地附近的开阔地分别放置3个雨量筒收集大气降水。同时,在林地内各放置20cm直径的雨量筒3个收集林内降水。在1987年7、8两个月期间,每次降水都进行采集,共计采集7次;大气降水和林内降水各采集42个。

(二) 排水采集器的野外布置及土壤淋洗液的收集

排水采集器安装见图1,排水收集器形状象簸箕,底板为 $25 \times 30\text{cm}$,后壁高3cm,由聚氯乙烯焊接制成。连通管为硬质的塑料管($\phi 1\text{cm}$),剖面坑深度为1.1米(在此深度,可防止收集瓶冬季冻裂)。在红松云冷杉林和岳桦云冷杉林标准地分别布置2个剖面坑,在土壤发生层O、A₁和B层下限,各放一个排水采集器。为了进行对比研究,在红松阔叶林标准地同时也布置剖面坑,在土壤发生层O、A₁、Aw、B₁层下限也各放一个排水采集器。用抽气筒从地下收集瓶中抽取水样。在林木生长季节(6—9月)每月抽取水样2次(每15天采1次),所采的上述水样,要求必须在几小时内送化验室保存,并在当天首先测定完pH值。

(三) 土壤样品的采集

供试土样,分别采自长白山北坡的杜香落叶松林标准地(剖面87-长-4),红松云冷杉林标准地(剖

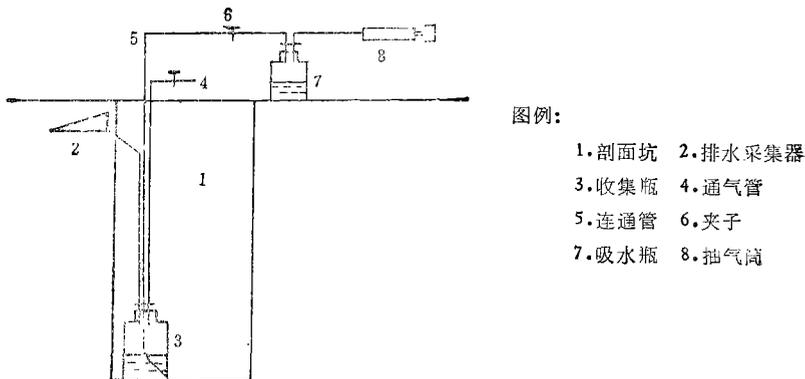


图1 排水采集器的野外布置

Fig. 1 Lysimeter installation on changbai Mountains

1)该资料为吉林省水文总站二道白河水文站1980—1982年的记录。

面 87-长-2), 岳桦云冷杉林标准地(剖面 87-长-3)。均按剖面发生层逐层进行取样。

(四) 测试方法

水样: pH 在过滤前于当天进行测定; K 用火焰光度计法测定; Ca、Mg 等用等离子光谱法测定; 全氮用开氏蒸馏法测定。

土样: pH (水:土为 2.5:1) 是用 pH8-3 型酸度计测定; 粘粒($< 2\mu\text{m}$)是用吸管法; 全碳是用丘林法; 全氮是用开氏蒸馏法; 阳离子总量用 pH8.2 的 BaCl_2 -三乙醇胺测定; 盐基是用 pH7.0 的 NH_4OAc 测定^[6,7]; 活性 Fe、Al 用焦磷酸钠和柠檬酸钠提取, 等离子体光谱法测定^[2,3]。

三、结果和讨论

(一) 大气降水的某些化学组成

从表 1 看出, 长白山北坡大气降水的酸度接近中性(pH 为 6.8—7.0)。从化学元素含量看溶解性有机碳含量最高, 而 Ca、Si 和 Mn、Al 的含量都较低。

(二) 林内降水的化学组成

在树木生长季节, 降水首先遇到森林林冠, 由此形成树干茎流和树冠滴流, 二者合称为林内降水。降水经过林冠时, 其化学组成会明显发生变化。

在红松阔叶林地, 降水经过林冠时 pH 值从 6.78 升至 7.15, H^+ 浓度稍有所降低; 在红松云冷杉林地, 降水经过林冠时 pH 值从 6.99 降至 6.80, H^+ 浓度稍有所升高。比较来看, 针叶林林冠对大气降水稍有酸化作用和大气降水相比, 林内降水中所测元素都有增加趋势(表 1)。尤其是 Ca、Mg、K 及有机 C 等元素, 无论是红松云冷杉林, 还是红松阔叶林林内降水都有显著增加。

降水经过林冠时化学性质发生变化的主要原因可能是: (1)雨水对枝叶的洗脱作用, 使枝叶表面的沉降物质淋洗下来; (2)降水和枝叶间的阳离子产生交换作用, 使叶子表面的阳离子置换出来。

(三) 土壤淋洗液的化学组成

1. 森林死地被物层淋洗液的化学组成 森林死地被物层(0 层或 A_0 层), 是指覆盖

表 1 红松云冷杉林与红松阔叶林的大气降水、林内降水的化学组成 (1987 年 7, 8 月)

Table 1 The chemical composition of precipitation and throughfall beneath pine-fir-spruce forest and Korean pine-broadleaved forest

| 化学组成 Chemical composition | 红松云冷杉林地 Pine-firspruce forest | | 红松阔叶林地 Korean pine-broadleaved forest | |
|---|----------------------------------|---------------------|--|---------------------|
| | 大气降水 Precipitation | 林内降水 Throughfall | 大气降水 Precipitation | 林内降水 Throughfall |
| pH | 6.99 | 6.80 | 6.78 | 7.15 |
| $\text{H} \times 10^{-4} (\text{mg/L})$ | 1.3 | 1.6 | 1.7 | 0.7 |
| K (mg/L) | 0.18 | 3.94 | 0.04 | 2.64 |
| Ca (mg/L) | 0.81 | 1.89 | 0.45 | 2.02 |
| Mg (mg/L) | 0.12 | 0.36 | 0.11 | 0.38 |
| Al (mg/L) | — | 0.02 | — | 0.06 |
| Si (mg/L) | 0.36 | 0.46 | 0.30 | 0.42 |
| Mn (mg/L) | 0.02 | 0.06 | 0.01 | 0.02 |
| 有机 C (mg/L) | 8.00 | 30.47 | 7.00 | 65.01 |

表 2 土壤淋洗液的化学组成
Table 2 The Chemical composition of the soil leachate

| 地点 Localities | 发生层 Horizon | 盘深 Plate depth (cm) | 渗透量 Percolation of water (L) | pH | H ($\times 10^{-4}$) | K | Ca | Mg | Fe | Al | Si | Mn | 有机C (mg/L) | 全N (mg/L) |
|------------------|----------------|---------------------------|---------------------------------------|------|---------------------------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|---------------|--------------|
| 岳桦云冷 杉林标准地 | 0 | 0 | 19.00 | 5.61 | 2.5 | 2.95 | 2.34 | 0.48 | 0.17 | 0.05 | 1.48 | 0.03 | 46.36 | 0.87 |
| | A ₁ | 7 | 10.83 | 5.86 | 1.4 | 1.13 | 3.16 | 0.65 | 0.27 | 0.43 | 2.77 | 0.02 | 24.19 | 0.41 |
| | B | 18 | 9.47 | 6.09 | 0.8 | 0.68 | 2.62 | 0.61 | 0.14 | 0.16 | 2.36 | <0.02 | 18.27 | 0.26 |
| 红松云冷 杉林标准地 | 0 | 0 | 18.62 | 5.22 | 6.0 | 4.53 | 2.48 | 0.46 | 0.33 | 0.46 | 1.88 | 0.06 | 62.25 | 1.36 |
| | A ₁ | 6 | 8.94 | 5.52 | 3.0 | 1.11 | 1.84 | 0.45 | 0.38 | 0.54 | 3.51 | 0.02 | 36.72 | 0.58 |
| 红松阔叶 林标准地 | B | 17 | 2.69 | 6.27 | 0.5 | 0.77 | 1.98 | 0.50 | 0.19 | 0.31 | 3.06 | 0.01 | 30.67 | 0.39 |
| | 0 | 0 | 17.76 | 6.23 | 0.6 | 5.58 | 14.72 | 3.94 | 0.14 | 1.12 | 7.61 | 0.03 | 39.95 | 1.96 |
| | A ₁ | 13 | 18.48 | 6.00 | 1.0 | 0.90 | 4.02 | 1.64 | 0.73 | 3.47 | 11.34 | 0.01 | 23.60 | 0.75 |
| | A _w | 21 | 7.77 | 6.17 | 0.7 | 1.23 | 3.10 | 1.94 | 4.20 | 7.60 | 22.10 | 0.03 | 18.83 | 0.50 |
| B ₁ | 50 | — | — | 5.52 | 3.0 | 3.90 | 3.12 | 4.73 | 22.51 | 39.45 | 81.91 | 0.10 | 12.67 | — |

表 3 土壤各元素的淋淀系数

| 地点 Localities | 发生层 Horizon | 单位 Unit | 不同标准地土壤各元素的淋淀系数 Leaching coefficients of elements in soils in various experimental spots | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------------|-----------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|---------|--|--|
| | | | Mn 0.03 | Al 0.05 | Fe 0.17 | Mg 0.48 | 全N 0.87 | Si 1.48 | Ca 2.34 | K 2.95 | 有机C 46.36 | 全N 1.96 | | |
| 岳桦云冷 杉林标准地 | 0 | mg/L | Mn 0.03 | Al 0.05 | Fe 0.17 | Mg 0.48 | 全N 0.87 | Si 1.48 | Ca 2.34 | K 2.95 | 有机C 46.36 | 全N 1.96 | | |
| | A ₁ | %0 | K 38 | 全N 47 | 有机C 52 | Mn 67 | Ca 135 | Mg 135 | Fe 159 | Si 187 | Al 360 | 全N 38 | | |
| | B | %A ₁ | Al 37 | Fe 52 | K 60 | 全N 63 | 有机C 76 | Ca 83 | Si 85 | Mg 94 | Mn 100 | 全N 67 | | |
| | B | %0 | K 23 | 全N 30 | 有机C 39 | Mn 67 | Fe 82 | Ca 112 | Mg 127 | Si 159 | Al 320 | 全N 67 | | |
| 红松云冷 杉林标准地 | 0 | mg/L | Mn 0.06 | Fe 0.33 | Al 0.46 | Mg 0.46 | 全N 1.36 | Si 1.88 | Ca 2.43 | K 4.53 | 有机C 62.25 | 全N 1.96 | | |
| | A ₁ | %0 | K 25 | Mn 33 | 全N 43 | Ca 74 | Mg 98 | Al 117 | Fe 115 | Si 187 | Al 360 | 全N 38 | | |
| | B | %A ₁ | Mn 50 | Fe 50 | Al 57 | 全N 67 | K 69 | 有机C 84 | Si 87 | Ca 108 | Mg 111 | 全N 67 | | |
| | B | %0 | Mn 17 | K 17 | 全N 29 | 有机C 49 | Fe 58 | Al 67 | Ca 80 | Mg 109 | Si 163 | 全N 67 | | |
| 红松阔叶 林标准地 | 0 | mg/L | Mn 0.03 | Fe 0.14 | Al 1.12 | Mg 3.94 | K 5.58 | Si 7.61 | Ca 14.72 | 有机C 39.95 | 全N 1.96 | | | |
| | A ₁ | %0 | K 16 | Ca 27 | Mn 33 | Mg 42 | 有机C 59 | Si 149 | Al 310 | Fe 521 | 全N 38 | | | |
| | A _w | %A ₁ | Ca 77 | 有机C 80 | Mg 118 | K 137 | Si 195 | Al 219 | Mn 300 | Fe 575 | 全N 67 | | | |
| | B ₁ | %A ₁ | 有机C 67 | Ca 101 | Mg 244 | K 317 | Mn 333 | Si 371 | Al 519 | Fe 536 | 全N 67 | | | |

在矿质土壤上的枯枝落叶及分解的有机物层在内的全部有机质层(包括 L、F、H 层),该层是森林土壤所特有的层次^[6],它在生物地球化学循环和成土作用中有重要意义^[10]。

由表 2 可知,在红松阔叶林地,0 层淋洗液酸度不高(pH6.23)、有机酸含量较低(有机碳 39.95mg/l),土壤进行弱酸性淋溶;而在红松云冷杉林地,林内降水经过死地被物层后,会进一步酸化(0 层的淋洗液 pH 值达到 5.22),0 层淋洗液的有机酸含量较高(有机碳可达 62.25mg/l),因此导致针叶林下土壤的酸性淋溶过程。

0 层淋洗液的酸度,也随树叶的针阔比例的大小而不同。针叶林(红松云冷杉林)在 0 层中针叶的比例很高,所以,这层淋洗液的酸度也高,而红松阔叶林(针阔混交林),其 0 层的针叶比例低,淋洗液的酸度也低。

2. 土壤剖面元素的迁移变化 应用排水采集器收集土壤淋洗液,是直接观察化学元素在土壤剖面上迁移变化的重要手段,可以揭示许多成土过程方面的内容^[11]。表 2 是 1987 年 6—9 月期间的土壤淋洗液化学分析结果的平均值,可按下列公式计算得到元素的淋淀系数(表 3):

$$\text{某元素的淋淀系数} = \frac{\text{某层土壤淋洗液中元素浓度}}{\text{上层土壤淋洗液中元素浓度}} \times 100$$

如果淋淀系数小于 100%,即表示淋洗液中的元素被土壤吸收累积(数值越低则累积程度越高);而淋淀系数大于 100%,则表示由于矿物分解,淋洗液中的元素得到了补充。

从分析数据中,可以看到有如下迁移变化规律:

(1) 不同林型下土壤淋洗液的 pH 值、其变化是不同的。首先在红松阔叶林地的林内降水经过 0 层酸化不强烈;而红松云冷杉林地,林内降水经过 0 层会发生进一步酸化,pH 值可从 6.80 降至 5.22, H⁺ 浓度升高了 38 倍。其次在红松阔叶林地,0 层淋洗液经过 A₁ A_w 层 pH 值变化不大;而红松云冷杉林地和岳桦云冷杉林地,0 层淋洗液经过 A₁、B 层其 pH 值有逐渐升高的趋势。

(2) 红松云冷杉林和岳桦云冷杉林下土壤 A₁ 层对有机 C、全 N 和 K 有强烈的累积作用。

(3) 在红松阔叶林地,Fe 和 Al 均从 A₁ 及 A_w 层淋洗下来,在矿质土层不发生淀积;而在红松云冷杉林和岳桦云冷杉林下,Fe 和 Al 均从土壤 A₁ 层淋洗下来(淋淀系数 > 100),并在其下的 B 层淀积(淋淀系数 < 100)。Fe 与 Al 相比,由于两个林地 A₁ 层 Al 的淋淀系数均大于 Fe,所以,A₁ 层 Al 的淋洗要比 Fe 强烈。另外,还从 Fe、Al 的淋溶和淀积的事实中,说明了在针叶林植被的影响下,随水下渗的有机酸能使矿质土壤中的高铁还原,并形成铁铝络合物。

3. 土壤养分的淋洗损失 通过森林死地被物层的淋洗液进入土壤的化学元素,其中一部分被植物根系吸收,另一部分则随土壤水向下移动,参加土壤的现代成土过程。根据野外调查,本区针叶树的根系大部分集中分布于土壤的 0+A₁ 层内,而 B 层根系极少,因此通过 0 层的淋洗液进入土壤 A₁ 层的化学元素,大部分可以被树木根系吸收利用参加生物再循环。而从 A₁ 层淋出的化学元素,则很难被树木根系吸收利用,一般可看作淋洗损失的部分。根据每个月的土壤 0 和 0+A₁ 层淋洗液中化学元素的浓度来计算每个月土壤 0 和 0+A₁ 层养分的淋失量,然后再将每月的数值相加,求得全年总量(表 4)。

从土壤养分的淋失比率(土壤 0+A₁ 层养分损失量与 0 层淋洗液进入土壤 A₁ 层的养分含量之比)看出,有机 C、全 N、K 的淋失比率较低一般为 11—30%;Ca、Mg 一般淋失比率较高为 38—80%;Fe、Al、Si 由于矿质土壤风化的结果,其淋失比率更高为 62—646%。其淋失比率的高低是与元素本身的移动性,土壤的累积能力、矿质土壤的风化作用及植物根系的吸收有关。

表 4 土壤养分的淋洗损失(公斤/公顷/年)

Table 4 The leaching loss of soil nutrients (kg/ha/year)

| 地 点 Localities | 项 目 Item | K | Ca | Mg | Fe | Al | Si | Mn | 有机 C | 全 N | 总计 Total |
|-------------------|--------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|------|-------------|
| 红松云冷 杉林标准地 | 通过 0 层淋洗液进入 土壤的养分量(1) | 10.98 | 5.75 | 1.10 | 0.75 | 1.08 | 4.40 | 0.16 | 156.11 | 3.39 | 182.72 |
| | 0+A ₁ 层养分淋失量 (2) | 1.23 | 2.17 | 0.53 | 0.47 | 0.67 | 4.21 | 0.02 | 43.89 | 0.74 | 53.93 |
| | $\frac{0+A_1}{0}\%$ | 11 | 38 | 48 | 63 | 62 | 96 | 13 | 28 | 22 | |
| 岳桦云冷 杉林标准地 | 通过 0 层淋洗液进入 土壤的养分量 | 7.40 | 5.72 | 1.20 | 0.30 | 0.13 | 3.44 | 0.09 | 120.39 | 1.94 | 148.59 |
| | 0+A ₁ 层 养分淋失量 | 1.59 | 4.56 | 0.94 | 0.43 | 0.84 | 4.15 | 0.03 | 35.40 | 0.59 | 48.53 |
| | $\frac{0+A_1}{0}\%$ | 21 | 80 | 78 | 143 | 646 | 121 | 33 | 29 | 30 | |

(1)、(2) 计算公式: $\sum \frac{a_i b_i}{7.5}$

其中: a——每月 0 层或 0+A₁ 层淋洗液中化学元素的浓度 (mg/L); b——每月 0 层或 0+A₁ 层渗漏量 (L); i——月份(从 6 月到 9 月); 7.5——由排水采集器面积换算 1 公顷之系数。

(四) 土壤的性质及类型

1. 剖面形态特征, 举例说明: 剖面号为 87-长-4。地点为长白山杜香落叶松林标准地。海拔为 1380m。母质为火山灰、浮石。植被为杜香落叶松林。

0 层: 5—10cm, 死地被物。落叶松叶、杜香和苔藓残体, 松软有弹性, 有大量白色真菌菌丝体。

A₂ 层: 0—3cm, 淡红灰色(10R7/1), 砾砂质砂壤土, 颜色均一, 多 0.3—0.6cm 直径的碎屑。

B₁ 层: 3—8cm, 红棕色(5YR4/6), 砾质砂壤土, 颜色不均一, 根系少, 碎屑比上层多。

B₂₁ 层: 8—13cm, 淡棕色(7.5YR5/6), 砾质砂土, 带有红棕色斑点, 多 0.3—0.8cm 直径的砂砾, 碎屑大都有棱角, 较紧实, 根系少。

B₂₂ 层: 13—37cm, 浅黄棕色(5YR5/8), 砾质砂土, 较紧实, 无根系。

B₂C 层: 37—56cm, 灰棕色(5YR5/2), 砾质砂土, 夹有浅灰色浮石。

C 层: 56—, 灰色(10YR5/1), 细粉砂, 夹有浅灰色浮石。

野外调查发现, 同在针叶林植被下, 土壤剖面特征也不尽相同, 剖面 87-长-4, 具有红棕色淀积层, 在淀积层之上有漂白层(A₂)。剖面 87-长-2 和 87-长-3 表层有机质含量较高, 颜色较深, 不具明显的漂白层(有时虽可见到, 但不明显), 其淀积层发育也不如剖面

87-长-4 明显。

2. 形成过程及理化性质 长白山北坡海拔 1100—1700m 范围内, 气候冷, 湿度大, 雨量充足, 母质砂性, 在落叶松或云冷杉林植被群落的影响下, 形成大量粗腐殖质, 这些腐殖质中的腐殖酸具有高度分散性和流动性, 积极参与土壤的形成过程, 产生有机酸络合淋溶作用。在土壤微生物活动和吸附作用的影响下, 有机质和二、三氧化物(主要为 Fe、Al 氧化物)积聚在淀积层, 于是, 不仅在土壤剖面形态上表现出差异, 而且在理化性质上也有明显区别。土壤的粘粒含量($<2\mu\text{m}$), 淀积层 B_1 , 其含量均较低(2—3%), 而在淀积层下部开始逐渐升高。

表 5 分析结果表明, 针叶林下土壤呈酸性, pH 值表层最低, 由表层向下层逐渐升高。土壤腐殖质主要积聚在表层, 含量可高达 11%, 且主要为粗腐殖质, C/N 为 18—35。盐基饱和度不高, 随腐殖质的影响, 由表层向下逐渐降低。剖面 87-长-4 的土壤阳离子代换量在淀积层较高。还根据以往的土壤全量化学组成分析结果(程伯容等, 1985)表明, 从 $A_2(A_1)$ 到 B 层, 其 $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ 的比值都有所降低, 说明 Fe 和 Al 在淀积层有所增多^[3]。

3. 土壤类型 用土壤系统分类的诊断层标准, 对该区的土壤进行分类, 从表 5、6 看出, 剖面 87-长-4 的有机质、活性铁铝在淀积层有比较明显的积聚, 且有 $(\text{Fe}_p + \text{Al}_p)/\text{粘粒} > 0.2$; $(\text{Fe}_p + \text{Al}_p)/(\text{Fe}_d + \text{Al}_d) > 0.5$; $\text{C}/\text{N} > 14$; 无定形物质的(综合)累积指数 $(I) > 65$ 。根据灰土的诊断标准, 认为剖面 87-长-4 存在有灰化淀积层, 在分类上属灰土纲^[9]。加之, 由于本区寒冷潮湿, 土壤排水条件良好, 且有 $0.2 < \text{Fe}_d/\text{C} < 6.0$, 因此在土类一级可归属寒冷正常灰土^[4, 12]。

剖面 87-长-2 和 87-长-3 的有机质、活性铁、铝在淀积层上有所积聚, 尤其在红松云冷杉林地的剖面 87-长-2 具有较明显的积聚现象, 但 $(\text{Fe}_p + \text{Al}_p)/\text{粘粒} < 0.2$; $(\text{Fe}_p + \text{Al}_p)/(\text{Fe}_d + \text{Al}_d) < 0.5$, 还未达到典型灰土的标准。

表 6 土壤的活性铁和铝

Table 6 The active Fe and Al of soils

| 剖面号 Profile No. | 深度 Depth (cm) | 发生层 Horizon | Fe_d | Fe_p | Al_p | $\text{Fe}_p + \text{Al}_p^{**}$ | $\text{Fe}_d + \text{Al}_d^*$ | 粘粒 Clay ($<2\mu\text{m}$) | $\text{Fe}_p + \text{Al}_p$ | |
|-----------------------|---------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------|
| | | | | | | | | | $\text{Fe}_d + \text{Al}_d$ | Clay |
| 87-长-4 | 0—3 | A_2 | 0.21 | 0.11 | 0.06 | 0.17 | 0.24 | 10.49 | 0.71 | 0.02 |
| | 3—8 | B_1 | 0.54 | 0.38 | 0.34 | 0.73 | 0.77 | 2.92 | 0.95 | 0.25 |
| | 8—13 | B_{21} | 0.48 | 0.43 | 0.49 | 0.93 | 0.84 | 4.78 | 1.11 | 0.19 |
| | 13—56 | B_{22} | 0.52 | 0.42 | 0.49 | 0.92 | 0.93 | 5.04 | 0.99 | 0.18 |
| 87-长-2 | 0—6 | A_1 | 0.88 | 0.14 | 0.10 | 0.24 | 1.03 | 11.42 | 0.23 | 0.02 |
| | 6—13 | B_1 | 1.12 | 0.14 | 0.22 | 0.36 | 1.46 | 2.14 | 0.25 | 0.17 |
| | 13—41 | B_2 | 0.66 | 0.03 | 0.14 | 0.17 | 0.83 | 2.10 | 0.20 | 0.08 |
| 87-长-3 | 0—7 | A_1 | 1.31 | 0.13 | 0.08 | 0.21 | 1.45 | 20.22 | 0.14 | 0.01 |
| | 7—18 | B_1 | 2.59 | 0.14 | 0.08 | 0.22 | 2.72 | 2.56 | 0.08 | 0.09 |
| | 18—31 | B_2 | 1.18 | 0.08 | 0.09 | 0.17 | 1.27 | 6.24 | 0.13 | 0.03 |

* Fe_d, Al_d 为柠檬酸钠—连二亚硫酸钠提取; ** Fe_p, Al_p 为焦磷酸钠提取。

四、结 论

(一) 研究地区的大气降水接近中性。有机 C、Ca 和 Si 含量较高, Mn 和 Al 含量较低。在红松云冷杉林地, 大气降水经过林冠后, 稍有酸化作用。

(二) 云冷杉林(包括红松云冷杉林、岳桦云冷杉林)下 0 层淋洗液的有机酸含量高、酸度大对土壤产生酸性淋溶过程。

(三) 云冷杉林下土壤淋洗液的分析结果表明: 土壤腐殖质层(A₁)对有机碳、氮、钾有较强的累积作用。Fe、Al 均从 A₁ 层淋洗下来, 并在其下的心土层(B)淀积。

(四) 在树木的生长季节(6—9 月)云冷杉林下土壤 0+A₁ 层养分的淋失量(公斤/公顷/年)为: K1.2—1.6, Ca2.2—4.6, Mg0.5—0.9, 有机 C35.4—43.9, 全 N0.6—0.7。

(五) 土壤分析结果表明: 在长白山北坡暗针叶林带的土壤具有不同程度的灰化过程, 而在杜香落叶松林下的土壤存在灰化淀积层, 则可归属寒冷正常灰土。

参 考 文 献

- [1] 中科院林业土壤研究所, 1980: 中国东北土壤。科学出版社。
- [2] 何群、陈家坊, 1983: 土壤中游离铁和络合态铁的测定。土壤, 第 15 卷 6 期。
- [3] 程伯容等, 1985: 长白山北坡针叶林下土壤的基本特性。森林与土壤。林业出版社。
- [4] 程伯容等, 1985: 长白山北坡针叶林下灰土的形成、特性和类型。森林生态系统研究。第 5 卷, 211—216 页。
- [5] 王 战等, 1980: 长白山北坡主要森林类型及其群落结构特点(之一)。森林生态系统研究, 第 1 卷, 25—42 页。
- [6] 张万儒等, 1986: 森林土壤定位研究方法。中国林业出版社。
- [7] Soil conservation Service. USDA 编(陈健飞等译), 1985: 美国土壤系统分类制所用的土壤调查实验室方法和步骤。福建师范大学校刊, 土壤地理研究, 第 1、2 辑。
- [8] W. L. 普里切特著(程伯容等译)1987: 森林土壤性质及管理。中国林业出版社。
- [9] 康奈尔大学农学系编(赵其国、龚子同等译), 1985: 美国土壤系统分类检索。科学出版社。
- [10] Linkens, G. E., F. H. Bormann., 1977: Biogeochemistry of a forested ecosystem. Springer-verlag, New York.
- [11] Ponomareva, V. V., T. A. Rozhnova., 1968: Lysimeter observations on the leaching of elements in podzolic soils. Int. Congr. Soil Sci. Trans. 8th (Adelaide, Aust.) 1: 155—164.
- [12] Soil survey Staff. 1975: Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil survey Soil conservation service, USDA.

PRELIMINARY STUDY ON CHEMISTRY OF LEACHEATE AND SOILS UNDER CONIFEROUS FOREST ON NORTHERN SLOPE OF CHANGBAI MOUNTAINS

Cheng Borong

(Institute of Applied Ecology, Academia Sinica, Shenyang, 110015)

Zhang Jin

(Commission of Science and Education, People's Congress of Liaoning Province)

Summary

In order to study the chemistry of leacheate and soils under coniferous forest, the samples

of precipitation, throughfall and soil leachate under coniferous forest on the northern slope of the Changbai Mountain were collected and analysed.

The sample plot studied is situated in the natural reserve on the northern slope of the Changbai Mountains, Antu County, Jilin Province, being 1100—1700 m above sea level and a basalt plateau covered with volcanic ash and sand in the surface. The mean annual temperature is -0.5°C , the mean annual precipitation ranges from 813—968 mm. The precipitation from June to September is about 600 mm and occupies over 70% of the precipitation in a year, and the precipitation in the other months is almost snow. The natural vegetation is coniferous forest. In the larch stand, there is mainly *Larix olgensis*. In the pine-fir-spruce stand there are *Picea jezoensis*, *Picea koyamai* var. *kuraiensis* and *Abies nephrolepis*, and in the birch-fir-spruce stand there are *Abies nephrolepis*, *Picea jezoensis*, *P. koyamai* var. *kuraiensis* and *Betula ermanii*.

Field sampling for this study was conducted during the growing season (June-September) of 1987. Bulk precipitation was sampled with 3 rain gauges situated in forest clearings in the pine-fir-spruce stand at 1250 m and the mixed broadleaved/korean pine forest stand at 740 m. Canopy throughfall was sampled with three 20 cm diameter rain gauges under the pine-fir-spruce forest and broadleaved-korean pine mixed forest, and water samples were removed from the experimental spots to laboratory within 1—2 days after major rainfall. During the course of the study, 21 samples of throughfall and 21 samples of bulk precipitation were collected over the course of seven rain events.

Soil leachates were collected with lysimeter which lied on the bottom of O, A₁ and B horizons in the pine-fir-spruce stand and birch-fir-spruce stand, and O, A, A_w and B₁ horizons in the mixed broadleaved/korean pine forest stand.

Water samples were brought from the experimental spots to the laboratory within several hours, and they were usually analyzed for pH in the same day.

The results indicate that: 1. the bulk precipitation in the experimental area is neutral, but the throughfall become slightly acid as it pass through the canopy of pine-fir-spruce forest; 2. the content of organic acid in the soil leachate from O horizon in fir-spruce stand is high, which induces the soil to have an acid leaching process; 3. there are strong accumulation of nitrogen, potassium and organic carbon in the soil humus layer (A₁), and Fe and A₁ are leached from A₁ horizon and accumulated in the B horizon; 4. the loss amounts of potassium, Calcium, Magnesium, organic carbon and total nitrogen from the O + A₁ horizons of fir-spruce stand in the growing season are 1.2—1.6, 2.2—4.6, 0.5—0.9, 35.4—43.9 and 0.6—0.7 kg/ha/year respectively; and 5. there is a pozolic process in the soils of coniferous forest zone in the Changbai Mountains, and only the soil under *Ledum palustre-larix olgensis* has a spodic B horizon and may be classified as spodosol.