

结果所反映的现象来看,例如对某些土壤样品中硝态氮的回收率还未能达到完全令人满意的程度;又如从表2消化到棕色不加重铬酸钾($K_2Cr_2O_7$)和加重铬酸钾再消化的结果比较来看,对于有机态氮含量少的样品的结果可认为完全相同,而对有机态氮含量高的样品其结果亦只有相差12%,因此今后如若设法在铬粒对硝酸盐还原后,提高铬的氧化能力以使有机态氮的消化趋于完全,省去加 $K_2Cr_2O_7$ 再消化的步骤,使本法更简便、快速,是可以进一步探索的问题。这些都有待进一步工作。

参 考 文 献

- [1] Official Methods of Analysis of The Association of Official Agricultural Chemists, 10th Ed., Sec. 2.047, 2.045, 1965.
- [2] Ford, O. W., J. A. O. A. C., 39, 263—765, 1956.
- [3] Gehrke, C. W., Beal, B. W. & Johnson, F. J., J. A. O. A. C., 44, 239—245, 1961.
- [4] Burch, W. G. Jr. & Brebson, J. A., J. A. O. A. C., 48, 1111—1115, 1965.
- [5] Buabson, J. A. & Woodis, T. C. Jr., J. A. O. A. C., 52, 23—30, 1969.
- [6] Nelson, E. L., J. A. O. A. C., 43, 468—472, 1960.
- [7] Gehrke, C. W. et al., J. A. O. A. C., 50, 965—975, 1967.
- [8] Daus, H. A. & Owen B. Durgin, J. A. O. A. C., 46, 595—599, 1963.
- [9] Rexroad, P. E. R. & Krause, G. F., J. A. O. A. C., 53, 450—456, 1970.
- [10] 南京农学院,土壤通报(土壤常规分析方法专辑), 2, 18—19, 1965.
- [11] 徐宗稼等译,农业化学分析法,第25页 2.037, 科技出版社, 1963.

综 述

国外森林土壤研究的一些近况

林 伯 群

(东北林学院)

近十年来,在国外森林土壤学研究方面,如林木施肥、林木和土壤之间的相互关系,森林土壤水分物理性质、森林土壤调查分类改良、木本植物的菌根和根瘤、森林覆盖层等在原有的基础上取得了一些进展。同时,对森林土壤污染与生物净化、以及森林低等小动物等问题开始进行了研究。尖端技术、放射性同位素及教学方法也得到了应用,从事这方面的科学工作者企图用量的鉴别指标来精确地解释林地土壤的某些形态特征、理化特性与土壤生产力之间的相关性。

现就其中几个重要问题概述如下:

一、林木与土壤间的相互关系

传统上曾有这样的概念：生长木本植物的土壤，特别是生长针叶林的土壤会使土壤养分贫瘠。近年的工作继续证明其谬误，如测得在落叶松或松林下的土壤的有效氮含量高于无林地，其变化仅在距树冠不远的地方即可查得，可能是由于林下微生物增加了土壤中氮素的矿质化过程所致。有的试验进一步证明云杉老林下氮素的最大量是在上部腐殖层中，其下部矿质土层中的含量则相对较少。因此，有人甚至认为云杉林若施大量氮肥 $[\text{CaNH}_4(\text{NO}_3)_3 \text{ 800克/株}]$ 不仅不必要，还可导致中毒，并降低其组织中其他营养物质的浓度。

就不同的树种来说，近年不少试验均证实阔叶林含氮素及盐基较针叶林多，钾、钙、镁在表层减少而铁、硫、磷相对增加。卡特尔(Carter, M. C., 1971)等以木棉为例证明七年生木棉累积的大量氮、磷、钾、钙相当于三十六年生花旗松或二十六年生辐射松。在意大利对云杉、冷杉及栎树四十年生人工林的研究也证实在栎树林下的土壤盐基饱和度高于针叶林。也有持另一种意见者如富兰克林(Franklin, J. F., 1972)等认为针叶的花旗松林下土壤表层盐基含量反较阔叶林下的土壤高三倍。但无论如何都说明木本植物对土壤养分的累积有较好的作用，而不是导致土壤贫瘠。

土壤环境条件对林木的影响亦有较多的报导。有的以统计学的方法对各种土壤环境因子及林木生长进行了分析，指出林木生长基本受气候因子(温度、生长季)及土壤pH的影响，另一些人对24种生境因子进行统计分析后得到类似结论，认为季节、土壤pH及磷含量影响松林生长，而水分平衡(生长季降水、蒸发强度及水分储存)则表现出与生长差异无关。还有的提出土壤表层C/P比、C/N比、C/K比、pH值及腐殖质量均能指示林分的营养状况。各种环境因子对林木生长的影响均联系着土壤中养料的转化、有效性及数量，进而影响林木对养分的摄取。

土壤环境条件尤其是根圈附近的土壤营养状况与木本植物生长密切相关，如在南太加林地带的老林下，林木生长并不与土壤表层的含氮量有关，而是与根圈附近的氮储量有关。因而欲获得丰盛的地上杆材部分必须研究树木的根系状况，这方面的研究工作也是森林土壤学的课题之一。胡特(Huttel, C. H., 1969)设计一取根的钻头，查出根系分布受土壤特性的影响，其中尤以土壤有效水量及交换性阳离子的影响最大，他的实验说明 < 2 毫米(直径)的小根5%分布于上部10厘米土层内，而根的生物体干重估计为 23.8 ± 7.4 吨/公顷。根的生长还会由于氮素缺乏而受到妨碍。铝对根系发展有毒，其毒性程度取决于养料元素缺乏的程度，当镁及硫缺乏时毒性最强。研究根系应用放射性同位素可获得更精确的结果， I^{131} (碘131)是被应用之一，以 I^{131} 的载体溶液施于18种阔叶林使得山核桃根的伸展范围为54.6呎，栎木则为31.8呎。

通过对土壤——林木之间相互关系的研究，可提出适地适树的合理生产措施，如对杨树的土宜提出以下数量指标：土壤pH5.5—7.5，碳酸钙含量 $< 5\%$ ，腐殖质量 $> 2\%$ (砂质土)或3—4%(壤土)，氮150—200毫克/100克干土，磷15—20毫克/100克干土，钾10—15毫克/100克干土。

在这一方面的研究中还有某些工作者企图给以数字说明，已取得一定结果，如对22年

及85年生的人工松林及栎树老林的木材最大累积量(A)可用下式表示:

$$A = L_0 \frac{1}{1 - e^{-P/100}}$$

L_0 ——死地被物层的年增加量。

$P/100$ ——分解平均速度。

还有不少研究者分别对土壤——森林生境、树高、养分含量以及土壤其他理化指标等的相关性,企图用数理统计方法或应用电子计算机,以求得解决。

二、死地被物层(枯枝落叶层)

一贯受到重视的林下死地被物层(枯枝落叶层)近年来的研究报导仍旧较多。

死地被物层的重量及分解速度是决定森林土壤肥力水平的重要因素,首先受到研究者的重视,在法国对不同栎林下及松林下的死地被物层的重量及其中矿质营养含量及变化分别进行了探讨,65年生的松林,死地被物层年产量约4吨/公顷,含氮33公斤、钙41公斤、钾5公斤、磷、镁、钠共1公斤,并指出矿质含量有季节变化,特别是钙、钾、磷。死地被物层的单位面积内的总重量随地区、林龄、林型而有较大差异,如在法国南部不同林型的栎林下,总量变动于2—4吨/公顷之间,在其他针叶林及阔叶林下测定之重量则为2—5—6—7—8吨/公顷。最大落叶量时期增加的重量占50%,而夏季则有一定昆虫排泄物掺入(约占总排泄物量的50—70%),同时估计每年昆虫约吃掉50—80公斤/公顷。

对死地被物层的组成分析指出,非木质的部分占64%,一些工作者还指出死地被物层周期性减重,半年后约损失20%。有的还对死地被物层的分解及腐殖质的形成在实验室及田间进行模拟试验,指出阔叶较针叶易形成团块状A层。某些林分(柏、松、榛、椴、云杉)死地被物层的化学组成现已部分查明,不同林分下有机酸、氨基酸及其他碳水化合物的种类和数量有显著的不同。对死地被物层分解速度以数学公式表示的方法也进行了探讨。有些人则建议仍用死地被物层的厚度及重量的变化的传统方法来研究其分解速度,并以 A_0/A_0' 比值表示森林土壤的营养状况,认为它和农田的C/N比值具有同样重要的意义。关于死地被物层的研究方法也引起了重视,为测得精确数值使用了尼龙网或金属罩,甚至推荐用陷阱法(Trapping)。

三、森林土壤物理水分性质

土壤质地及温度对林木生长的影响受到一定程度的重视。土壤质地对不同树种的影响不一,如斑克松的根系发展受限于粗质地的基质,而云杉(*Picea mariana*)则否。温度的影响还往往联系到有效水分的状况,高温时土壤水分的消耗较大。

在森林土壤物理性质中一个新的动向是以数学方法来表示森林土壤生产力与环境因子的关系。劳埃德(Lloyd, W. J.)试用了坡向与土壤生产力的数学表示方法。

土壤水分仍为各国森林土壤工作者注意的问题,这方面的研究报导较多。一般认为土壤具有适宜的有效水分时可获得较高产量,在粗质地的土壤中尤其如此。苗木的生长

往往随着土壤水分的降低而减弱,对五针松的测定结果证明生长于干土中之叶长、根及鲜枝重仅为湿土中的 55—60%。然而不同树种及其组合对土壤水分的影响是不同的,如同时栽植的铅笔柏、火炬松及短叶松纯林及其混交林,15年后,火炬松纯林的土壤水分状况优于其他,从这一意义来看,混交林并不优于纯林。土壤水分对林木生长影响最大的是一米土层以内,尤以干旱地区为最,栎树、蜡树可因土壤水分低于 10% 而停止生长。有实验证明采取人工覆盖可保证土壤水分供应而获得林木增产。

森林对于水分的影响也是巨大的,在美国弗尔金纳州分水岭用不同森林采伐方式证明皆伐引起水文学极大改变,皆伐使河水流量持续增加,年增加量达 6—10 吋,并引起土壤中透水率等一系列性质的变化。

排除过剩水分,从而提高林木产量已为生产上肯定的措施,如捷克斯洛伐克对林地沼泽排水四年,栽植针叶树苗(挪威松、五针松、赤松)找到最适地下水位为 40—60—80 厘米。有以塑料管作排水试验者,结果证明六十天内降低土壤湿度 32%,增加了云杉产量及抗病能力。排水还可增进土壤菌根,以促进林木生长。

四、林 木 施 肥

林木施肥问题自第二次世界大战后始迅速开展,六十年代初期已取得一些效果并引起了广泛的注意。近十年来,如地中海地区森林施肥面积达 4200 万公顷以上,施肥效果较显著,每年氮和磷的消耗量分别为 8.4 及 12.5 万吨;又如世界林业生产较先进的国家瑞典,1966 年施肥面积达 8 万公顷,其中 97% 为矿质土壤,其余为泥炭土,后者的施肥面积超过以往的两倍。1968—1969 两年单位面积(公顷)施肥量达 114—132 公斤氮素。氮肥中 65%—69% 为尿素态,其余为硝铵。

施肥树种,针叶树多于阔叶树,肥料种类繁多,举凡多种形态商品化肥、基性岩粉、磷矿石粉、白云石粉、基性炉渣、石灰、牲畜粪、硫磺等等均在施用之列,其中研究报导较多的仍为氮、磷、钾三种主要营养元素。

据报导某些树种如栎、桉对氮肥敏感,单独施用磷肥时则无效,山毛榉却与之相反,对磷敏感。钾肥不如氮、磷增产效果明显,甚至有的报导钾肥对欧洲赤松无效,对另一些树种即使有一点效果,也是不经济的。镁的施用无效也无毒。土壤缺乏硫时,林木生长受阻,故施硫也是一种增产措施,如莫林(Mullin, R. E., 1969)认为苗床施硫粉(750 磅/英亩)可增加赤松苗木的成活率。石灰对酸性耕地土壤被认为是一种土壤改良剂,但在林地中有时却获得相反效果。有试验证明施石灰于泥炭土,虽然土壤 pH 从 3.5 升至 3.7,但在前八年苗木生长减缓。这可能是由于影响了氮的吸收或施用方法不当。根据单一的或多种的肥料配合试验结果均指出一个重要问题:即根据不同的树种及立地条件,选择适当的肥料组合是生产中必须考虑的。一般推荐氮、磷、钾肥,特别在缺乏氮和磷的土壤上效果卓著。卢尼斯(Loonis, I. Yu., 1971)还指出施用氮、磷、钾肥三年后,影响了花芽、花药、花粉、激素及生长抑制素的成分及含量。

对林木施肥的问题也必须一分为二,在大力推广林木施肥与施肥增产效果不容置疑的同时,也有另一方面的问题值得注意,如谬勒(Möller, G.)等人报导林木施肥虽能增加木材产量,在某些情况下也能改善木材质量,但同时增加了锯材的弯曲,或者减低秋材

百分率及木材比重。至于施肥后增产效果仅在一定的条件(如土壤湿度及土壤性质)下才能获得,否则无效甚至起到阻滞生长的作用。

由于林木生产的周期性长,相当一部分的报导是关于林木施肥的后效问题,并对迟效肥料极为重视。如有人以尿素—甲醛树脂片剂每穴一片,肥效可持续四年,其他还有以硫作包被制作尿素氮肥亦获得较好效果。

关于施肥期亦进行了广泛的研究,但尚无定论。

施肥方法的探讨亦多种多样,叶施、撒施、混施、条施、穴施、铺肥等应用于不同的情况下均可获得一定效果。

在施肥研究中除了经典的化学分析方法以外,示踪原子应用广泛,近年亦有用叶片中钙、钾、磷等养分含量与树高生长量作出回归方程,企图给以准确的数值表示。值得注意的问题是:李(Lee, Y., 1970)指出土壤中养分的含量并不适于去估计氮肥的效果。土壤中养分含量的高低并不与松针中养分含量成正相关,而叶中养分含量通常为衡量树木的营养状况的指标之一。

微量元素的工作近年来进展较少,工作较多的是锰,其次则为钴、镍、铜、铁、铝。

锰对苗木有一定毒性,班克松可因 5ppm 锰致毒,但锰缺乏时又会影响叶绿素的浓度,从而导致新陈代谢过程减低。不同树种对微量元素的敏感程度差异很大,上述使班克松中毒的锰量对马利云杉则无害,而班克松针叶中锰的含量(还有铝)却又是赤松中的两倍。推测铝、锰的较高含量可能是使班克松针叶具某种程度抗病力的原因。铁/锰的比例低时还影响到班克松更新的成功。

钴对锰、铁、镍的生长效应无影响,但钴可影响植物顶端的干重或鲜重,过量的锰、铁、镍可影响钴结合到 B_{12} 类化合物中去。

铝缺乏时,针叶中累积 NO_3^- ,以致林木生长不正常。

有意义的是研究微量元素与大量元素对植物生长的共同作用,如李尔(Lear, D. H., 1972)等人认为过多施用磷肥将导致某些微量元素降至生长极限水平。而针叶中氮的浓度却与之相反,随硼、铜、锰、锌的浓度增高而增高,而这些微量元素又随树龄而变。

有的研究者将 $Sr\ 90$ (锶90)作为示踪原子施入,以观察养料在树木及土壤中的转移。

五、促进林木增产措施的探讨

随着林业生产集约度的提高,除林木施肥迅速发展外,对其他增产措施也进行了广泛的探讨,主要的方面是结合抚育采伐进行。如疏伐后配合施肥,促进了树干半径增生,若对栽植于采伐后清林的地面及温室中的苗木采取同一施肥处理,则不显增生效果。对经火烧后植林地区的研究发现氮、磷、钙、镁均有损失,钾素则增高,所损失的元素如磷即使植林 10 年后也不再恢复,至于陡坡及降水量大的地区,一次火烧就使原有养分储量的 74 % 损失了。

土壤耕作措施对促进林木健壮生长的效果是肯定的,有报导对 12 年生松林(*Pinus elliottii*)进行耕耙可改变其根系在土壤表面的分布状况,减少了地表 15 厘米以内的根。同时促进了根系的发育。皆伐迹地上的白栎苗木进行耙地三年后,树苗高生长增加显著。若耙地结合施有机肥(荞麦残渣)、氮、磷、钾及发酵堆肥,则高生长增加更著。但也有人认

为园盘耙重复松土是无效的,得出相反的结论。此外耕翻土地还可达到逐步消灭不良土层(A_1A_2 层、 A_2 层),提高土壤肥力的目的。有的推荐具有两个犁板的犁耕翻土地,这样就能在移动生草层后翻转了 A_2 及 A_1A_2 层的自然相对位置。在灰壤上的试验,肯定翻耕土地以消除云杉苗木的杂草有较好效果。另一些试验进一步证明云杉林下草类消灭的原因不是水分养分竞争的结果,而是云杉根部存在着一种对草类有害的物质。

施肥必须与灌水配合才能发挥增产效果,在风大的地区还要结合人工覆盖(幕)。有的建议喷以扑草净或西玛津。既能消除杂草还可增加磷、氮、钾量。有的人从土壤养分、水分的角度对松桦混交及其株行距进行了探讨,认为松桦混交由于根分泌物的相互良好影响,混交是适宜的,但栽植时两者之间应有相当距离,否则树冠郁闭后则妨碍彼此的生长,至于边行与中心行之间生长上的差异是与土壤有机磷含量降低有关。

六、森林土壤生物

木本植物的菌根向来是森林土壤工作者注意的问题之一。过去曾因菌根菌的纯种分离培养技术中某些问题未获解决,从而一度限制了菌根研究工作的开展,近年来已有多篇获得成功的报导。

近年对内生菌根和外生菌根均进行了探讨,现在不仅能从木本植物的菌根分离纯种进行培养,还能用于苗木接种并获成功。如对辐射松苗用从另一种松树(*Pinus elliotii*)菌根分离出的真菌接种获得成功。有人甚至认为接种后即使未能形成菌根也改善了树木的营养状况。一般在土壤消毒后接种菌根菌易获效果,通常增加了苗木的高度。

某些木本植物如赤杨还具根瘤,新西兰交叉接种试验指出不同的赤杨树种形成根瘤的微生物也不同,其后进一步测得每克赤杨根瘤每日固氮率为6.6毫克大气氮素,温度过低(如 11°C)则活动受限制,用 N^{15} (氮15)测得固氮菌活动的适宜温度为 20°C 。每年每公顷赤杨林固氮量可达300公斤,是相当可观的数值。少量的硝酸态氮(15—30ppm)对根瘤形成的初期有刺激作用,土壤总氮量过高时则妨碍根瘤的形成和固氮作用的进行。

微生物对森林土壤肥力的另一重要作用是参加土壤中有有机一无机物质的转化过程,引人注目的是真菌对森林枯枝落叶层的分解,许多国家都进行了这方面的工作,并分离出若干参与分解过程的真菌纯种,荷兰还进一步观察了真菌在一年内的生长活动情况,指出春季、初夏及秋季是真菌活动性较高的时期。

土壤中微生物最活跃的是在根圈部分,从桦、榆、栎、槭、椴、落叶松、松及桦的根圈分出游离碳水化合物、氨基酸、小分子有机酸及苯酚类化合物,不同树种根圈有机物的组成及数量是不同的,并具周期性变化。

目前在国际土壤学界引起注视的微生物与土壤胶体之间物质交换的研究,在森林土壤学中也有所反映。

森林土壤中分布较多的蠕虫类近年来研究较多,新西兰已鉴定出8目36属分布于森林土壤,8目38属分布于森林枯枝落叶层内,而当地草原仅有6目34属。已发现许多森林土壤蠕虫系一系列树木的寄生虫,可能造成林木的生长受阻、雕萎、早熟与衰老,现一般采用化学灭虫剂,有的报导施用药剂后18个月始见效。

近年由于杀虫剂、杀菌剂、化学除莠剂的广泛应用,土壤污染问题已引起重视。关于药

剂在森林土壤中的降解、移动以及引起土壤微动物群及微植物群的变化等也有某些报导。随着大气污染及土壤污染导致林木中毒,尤以城市绿化树种的中毒引起较多重视,现对铅、铁、铜、锌、镉在树木中的累积与不同树种的抗害能力作了初步探讨,另一方面由于树木吸收污染元素或有毒气体,故可发挥其净化环境的作用,瑞典工作者在研究了某些树种抗 SO_2 的能力后,建议以槭、桦、云杉等树叶中 SO_4^{2-} 的含量作为当地环境污染的指标。

参 考 文 献

- [1] Soils and Fertilizers, 有关森林土壤部分文摘, 1966—1973年3期。
- [2] 中国科学技术情报研究所, 国外科技动态, 4月, 7—8, 1973。
- [3] 中国农林科学院, 林业科技通讯。
- [4] 中国科学技术情报研究所, 国外公害概况之十二, 7月, 1973。

肥料介绍

碳酸氢铵的性质及施用方法

赵 振 达

(中国科学院南京土壤研究所)

碳酸氢铵是我国重要的氮肥品种,是我国化学肥料工业贯彻党的社会主义建设总路线,执行“两条腿走路”的方针,根据国内具体条件发展起来的。它具有生产过程简单,投资少,建厂快,成本低等特点。目前这种小化肥厂星罗棋布遍及祖国各地,为支援农业做出了重大贡献。

碳酸氢铵是利用空气、焦炭(或无烟煤)及水为原料,经过化学变化制造出来的一种氮素肥料。生产碳酸氢铵的工艺流程可简述为:在高压下将氮气和氢气合成氨,把氨溶于水成为氨水;氨水吸收二氧化碳形成碳酸氢铵,经过结晶过滤得到成品。其中氮气取自空气,氢气和二氧化碳是由水蒸气和焦炭作用产生的。

一、碳酸氢铵的性质

碳酸氢铵又叫重碳酸铵或简称碳铵,为白色结晶,有强烈的氨臭味,易溶于水(20°C 时,每100毫升水溶解21克),水溶液是碱性的(pH 为8.2—8.5),理论含氮量是17.72%,工业产品含氮量一般是17.5%,成分中含有氮、氢、氧、碳四种元素。我国产品大体上有二种类型,少数的工厂生产含水量小于0.5%的称为干料,大多数的工厂生产含水量为5—6%的称为湿料。碳铵在低温干燥的情况下,一般是比较稳定的,但在气温高于 30°C 时,即开始分解,随着温度的升高和含水量的增加,分解速度愈快,损失也愈严重。

碳铵施入土壤中不会带来不良影响。除了提供氮外,分解的副产物二氧化碳,还能供