

森林土壤生态管理

ECOLOGICAL MANAGEMENT OF FOREST SOIL

张万儒 主编



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

前 言

森林土壤是建设发展林业的基础。它在林业生产上有两个特性:一是具有一定的肥力,能够不断地供给和调节植物生长发育过程中所需要的水分、养分、热能和空气,生产出森林植物产品,因而森林土壤是林业生产不可取代的生产资料。二是属于一种固定的自然资源,就大范围来讲,森林土壤的面积和分布区域是固定的,不像其它生产资料可以根据需要来转移,因此,充分合理利用森林土壤资源,珍惜保护森林土壤资源,不断提高森林土壤生产能力及其管理水平,是扩大林业再生产和提高林业生产水平的重要途径。近 20 年来,随着人们对环境意识的提高,在实现林业现代化过程中,森林土壤生态管理更显得重要。本着总结经验、有利提高的宗旨,本书着重选辑森林土壤、森林土壤定位研究、森林土壤生态管理等三个方面的论文,这些研究成果覆盖着我国大部分主要林区,对提高森林土壤生产力及合理利用我国森林土壤资源提供了丰富的资料,为加强森林土壤生态管理,探讨恢复与扩大森林资源的途径起到有益作用。

在科学研究进程中,书中虽然提出了一些问题,也解决了一些问题,但也引出了一些新的问题,在研究方法和理论阐述上肯定有不少缺点和错误,敬希广大读者批评指正。

张万儒

1993 年 8 月于北京

内 容 提 要

森林土壤是建设发展林业的基础。近 20 年来,随着人们对环境意识的提高,在实现林业现代化过程中,森林土壤生态管理显得尤为重要。本书编辑了森林土壤、森林土壤定位研究、森林土壤生态管理三方面的研究论文 38 篇,为提高森林土壤生产力及合理利用我国森林土壤资源提供了丰富的材料,对扩大森林资源的途径起到了有益的作用。

30/5/1

责任编辑:张春荣

装帧设计:王震宇

目 录

第一部分 森林土壤

1 国外森林土壤研究现状与趋向	(1)
2 我国森林土壤研究的进展	(8)
3 青藏高原东南部边缘地区的森林土壤	(15)
4 关于西南高山地区冷杉林下土壤形成过程的若干资料	(51)
5 四川西部米亚罗林区冷杉林下的主要森林土壤	(56)
6 卧龙自然保护区的森林土壤及其垂直分布规律	(70)
7 横断山脉云杉、冷杉林下的土壤条件	(85)
8 我国寒棕壤系统分类的初步研究	(99)
✓ 9 北京西郊白皮松、油松、侧柏人工林下淋溶褐土的研究	(103)
10 中国森林土壤分布规律	(109)
11 我国山地森林土壤资源及其合理利用	(119)
12 森林土壤分析方法国家标准	(129)
13 森林土壤标准物质	(135)
14 我国森林土壤学科发展战略研究	(142)

第二部分 森林土壤定位研究

✓ 15 四川西部米亚罗林区冷杉林下森林土壤动态的研究	(159)
16 应用 ^{32}P 、 ^{86}Rb 、 ^{45}Ca 研究磷、铷、钙等营养元素在四川西部米亚罗林区冷杉林 下土壤中的移动与分布	(175)
17 卧龙自然保护区山地森林土壤动态的研究	(181)
✓ 18 卧龙自然保护区植物生长季节森林土壤水分状况	(189)
19 卧龙自然保护区森林土壤养分状况	(200)
20 山地森林土壤枯枝落叶层结构和功能的研究	(208)
21 山地森林土壤渗滤液化学组成及生物活动强度的研究	(218)
22 大兴安岭寒棕壤季节性动态的研究	(225)
✓ 23 北京西郊白皮松、油松、柏树林下土壤动态的研究	(242)
24 加拿大杨生长与土壤肥力因子动态的研究	(250)
25 应用 ^{32}P 、 ^{45}Ca 和 ^{35}S 研究磷、钙和硫在北京淋溶褐色土中的移动	(270)
26 应用 ^{32}P 研究磷在加拿大杨生长地区褐色土中的移动	(275)
27 应用 ^{35}S 研究硫在加拿大杨生长地区土壤(褐色土)中的移动	(279)
28 应用 ^{86}Rb 研究铷在杨树生长地区土壤(褐色土)中的移动与分布	(285)
29 应用同位素研究磷、铷、钙和硫在华北平原杨树生长地区褐土中的移动与分布	(290)
30 森林土壤定位研究方法	(299)

第三部分 森林土壤生态管理

31 我国山地森林土壤资源的保护与合理利用	(305)
32 中国森林立地分类系统	(313)
33 用材林基地森林立地分类、评价及适地适树研究	(325)
34 大兴安岭林管局阿木尔林业局火灾区森林资源更新规划设计方案	(392)
35 大、小兴安岭,长白山林区森林采伐对水土流失及其防治措施的研究	(420)
36 海河流域黑龙港地区种植田菁对改良盐渍土效果的研究	(424)
37 苹果土壤管理综述	(431)
38 中国森林的自然地理环境	(448)

CONTENTS

Part 1 Forest soils

1	Advance in Forest Soils Research	(1)
2	Advance in Research on Forest Soils in China	(8)
3	The Forest Soils of the East-Southern Borders in the Qinghai-Xizang Plateau	(15)
4	Some Data of Soil-Forming Process under Fir Forest in West-Southern Mountain Region	(51)
5	The Forest Soils under Fir Forest of Miào Forest Region in the Western Province Szechwan	(56)
6	The Forest Soils of Wolong Natural Reserve and Its Vertical Zonalties Distribution	(70)
7	The Soil Conditions under Fir Forest and Spruce Forest in the Heng-Duan mountain	(85)
8	Preliminary Study on Taxonomic Classification of Cryo-Brown Soils in China	(99)
9	Studies on Eluvial Cinnamon Soil under <i>Pinus bungeana</i> , <i>Pinus tabulaeformis</i> and <i>Platycladus orientalis</i> Plantations in the Western Suburb of Beijing	(103)
10	The Distributive Rules of the Chinese Forest Soils	(109)
11	The Mountain Forest Soil Resources and Its Rational Utilization in china	(119)
12	Forest Soil Analysis Methods (National Standard-GB7830~7892-87)	(129)
13	Forest Soil Standard Materials (National standard materials-GSB B10001~10004-92, GSB B64001-92)	(135)
14	Studies on Developmental Trend of Forest Soil Science in China	(142)
Part 2 Forest Soil Positioning Research		
15	Studies on Soil Dynamic under Fir Forest of Miào Region in Western Szechwan Province	(159)
16	Application of ^{32}P , ^{86}Rb , ^{45}Ca to study movement and Distribution of Phosphorus. Rubidium, Calcium in Fir Forest Soils in Western Szechwan Province	(175)
17	Studies on Mountain Forest Soil Dynamic in Wolong Natural Reserve	(181)
18	The Forest Soil Moisture Regimes of Wolong Natural Reserve	(189)
19	The Forest Soil Nutrient Regimes of Wolong Natural Reserve	(200)
20	Studies on Structure and Function of Forest Floors of Mountain Forest Soils	(208)
21	Studies on Chemical Composition of Lysimetric Solution and Soil Respiratory Intensity of The Mountain Forest Soils	(218)
22	Studies on Seasonal Dynamic of Cryo-Brown Soil in Daxinganling Mountain	(225)
23	Studies on Soil Dynamic under <i>Pinus bungeana</i> , <i>Pinus tabulaeformis</i> , <i>Platycladus orientalis</i> Plantations in the Western Suburb of Beijing	(242)
24	Studies on Dynamic of Soil Fertility Factor and Growth of Poplar Plantation	(250)
25	Application of ^{32}P , ^{45}Ca , ^{35}S to study movement of phosphorus, Calcium, Sulfur	

in Eluvial Cinnamon Soil of Beijing	(270)
26 Application of ^{32}P to Study Movement of Phosphorus in Cinnamon Soil of Poplar Growth Region	(275)
27 Application of ^{35}S to Study Movement of Sulfur in Cinnamon Soil of Poplar Growth Region	(279)
28 Application of ^{86}Rb to Study Movement of Rubidium in Cinnamon Soil of Poplar Growth Region	(285)
29 Application of Isotope to Study Movement and Distribution of Phosphorus, Rubidium, Calcium, sulfur in Cinnamon soil of Poplar Growth Region	(290)
30 Forest Soil Positioning Research Methods	(299)
Part 3 Forest Soil Ecological Management	
31 Conservation and Rational Utilization of Mountain Forest Soil Resources in China	(305)
32 Classification of Forest Site System in China	(313)
33 Studies on Site Classification and Site Quality Evaluation of Commercial Wood Plantation Bases and Appropriate Choice of Tree Species for Sites	(325)
34 Planning Programme of Forest Resources Regradation in Fire Region of Amur Forestry Bureau in Daxinganling Mountain	(392)
35 Studies on Soil and Water Loss and Conservation Measures after Forest Cutting in Daxinganling, Xiaoxinganling, Chang-bai mountain	(420)
36 Studies on Effects of Crop Sesbania on Amelioration Saline Soil in Hei long gang Low land, Haih Watershed	(424)
37 Apple Orchard Soil Management	(431)
38 Natural Geographic Environment of Forest in China	(448)

国外森林土壤研究现状与 趋向^①

1

张万儒 (中国林业科学研究院)

摘要 本文就森林土壤分类、立地分类和质量评价、生态系统中养分和水分循环以及林木肥效与生物固氮等问题的研究进展作了简要介绍。

关键词 森林土壤 综述 立地类型—质量评价 林地—施肥 森林生态系统

森林土壤学是林业科学的基础学科之一,它作为森林生态学的一个组成部分和土壤学的一个分支,近年来得到较大的发展。欧洲和美洲一些国家对森林土壤的系统观察和研究始于19世纪,德国海尔(G. Heyer) 1856年著的《森林土壤学和气候学实用手册》是这方面的早期记录。1893年,拉曼(E. Ramann)的《森林土壤学和立地学》把有关森林土壤的物理性质、化学性质和生物性质的资料结合在一起,论述了森林土壤在某些林业实践中的应用。第二次世界大战后,美国对森林土壤的研究发表了不少论著,其中1979年普里切特(W. L. Pritchett)的《森林土壤的性质与管理》比较全面地叙述了森林土壤的基本性质与管理方法。前苏联是对森林土壤研究比较深入的国家之一,其中苏卡乔夫(В. Н. Сукачев)、佐恩(С. В. Зонн)把森林土壤看作是森林生物地理群落的不可分割的组成要素,他们的研究成果证明,森林(包括人工林)对土壤具有不同程度的改造作用。随着林业生产实践的需要,森林土壤学科的发展较快,在前苏联、北美和欧洲,定期或不定期地举行各种有关森林土壤专题的学术会议;前苏联国家学术刊物《土壤学》(Почвоведение)上每期都有森林土壤的论文,1989年前苏联《土壤学》杂志集中一期发表森林土壤方面的文章,回顾了前苏联数十年来森林土壤学研究中的问题和探讨了土壤与森林植物评价的研究方法;北美国际森林土壤学术会议从1958年开始,定期每5年召开一次,每次都出版标有会议讨论主题的森林土壤学术论文集;欧洲各国也不定期地举行有关森林土壤专题的学术会议;在国际土壤学会(ISSS)和国际林联(IUFRO)每4年召开一次的学术大会上,都有森林土壤和森林土壤—立地方面的专题讨论。在各种土壤学、植物营养和肥料、水土保持、林学和生态学期刊以及各种有关的学术讨论会的论文集中,每年都有相当数量的森林土壤文献资料。仅英国出版的林业文摘(Forest Abstract)和前苏联出版的林业文摘及土壤学文摘(Реф. Ж. — Лесоведение—Почвоведение),每期都有数十篇关于森林土壤方面的文献摘要。这里仅就森林土壤研究发展中的几个重要问题作一简要介绍。

^① 本文发表于《世界林业研究(World Forestry Research)》, 1990, (2), 23~30

一、森林土壤分类研究

作为森林土壤研究基础的森林土壤分类研究,其发展趋势取决于一般土壤分类学的发展。

最早从事土壤分类的国家有古希腊、古罗马和春秋战国时代的中国。由于受当时科学水平的限制,分类着眼于形态,属于直观或经验性的朴素分类并持续数千年。直到18世纪中叶土壤分类学才有了长足发展。其标志是分类依据土壤个别属性。其中,A. D. Thaer 根据土壤质地,F. A. Fellow 和 F. V. Richthofen 根据地质成因类型进行分类。直到19世纪末,俄国土壤学家 B. B. 道库恰耶夫(1846~1903)才注意到土壤是随成土因素变化而变化的。据此,建立了土壤发生学派。使土壤分类学进入了一个崭新的阶段,并产生深远影响。

50年代这一学派的发展达到了高潮^[3]。

在道库恰耶夫学说的影响下,美国 Marbut(1935)提出了土系和大土类并列的土壤分类系统,其后美国农业部(1938)和 J. Thorp 以及 Smith(1949)进行了修改,更突出了地带性学说。美国系统分类从50年代开始酝酿。60年代提出,70年代问世。1975年出版《土壤系统分类》^[1]一书。这一分类的最大特点是,建立了诊断层和诊断特性系统,确定了土系到土类间各级分类的定量指标,增加了土壤湿度、温度和质地级别等分类指标,引用单个土体(pedon)作为采样单位,并用拼缀法命名以别于以前的土壤名称,系统分类无疑在土壤定量化方面前进了一大步。到1980年为止,已有法、英等32个国家采用这一分类,但都各具特色。

联合国亦基本上采用了美国诊断层的概念,编制了1:500万世界土壤图^[4]。

近年来,前苏联的地理发生分类也有一些变化,同时影响匈牙利和罗马尼亚等国。罗马尼亚的土壤分类保留了原有的土壤名称而赋予诊断发生的内容,使地理发生分类与诊断发生分类相结合。前苏联的形态发生地球化学学派 Б. Р. Волобуев, 和加拿大学者均以 ABC 系统为基础进行定量化分类的尝试。

总之,目前国际上土壤分类发展趋势是:①接受诊断层分类的愈来愈多;②对本国所特有的土壤类型的研究进一步深化;③大部分国家在土壤分类变革时期都保持自己的传统和习惯,尤其在土壤命名上。

日本森林土壤分类(1976)和中国森林土壤分类草案(1984)虽然受到美国系统分类的影响,但基本上还是前苏联地理发生分类的模式。由于森林土壤具有薄层、粗骨性幼年土的特点,有些森林土壤分类系统特别强调剖面发育程度和森林凋落物层的作用,Wilde 的森林土壤学教科书提出的美国森林土壤分类方案和 Stobbe 等拟订的加拿大土壤分类系统都是这样。60年代以来,随着土壤数值分类方法的发展,这种方法也已应用于森林土壤上,Grigal 等用系统聚类法对美国明尼苏达州东北部有林地进行的数值分类便是一例。正如美国森林土壤学家 Pritchett 所指出^[5],美国的现行分类系统主要是面向农业的,应用于林业方面时并不完全有效。目前在林业方面有把土壤分类纳入土壤—植物生态类型或土壤立地类型的综合分类系统的趋势。

二、森林立地分类和质量评价

森林立地分类和质量评价的研究,近年来有进一步向定量化、模型化发展的趋势。

森林立地分类 森林立地分类是根据生态学观点对林业生产用地(包括有林地和无林地)

类型进行科学区分的科学,是立地调查制图的基础,也是因地制宜推广林业技术的依据之一,还是国内外立地科学信息交流的工具,它主要为合理利用,改良林地服务,它标志着立地学科发展的水平。

久负盛名的前联邦德国森林立地类型的分类系统^[5]为生长区域(Wuchsgebiet)→生长区(Wuchsbezirke)→生长分区(Teilwuchsbezirke)→立地类型组(Standorstypen gruppe)→立地类型(Standortstyp)。

这种森林立地分类的多因子分析方法是前联邦德国巴登—符腾堡 G. A. Krauss 于 1926 年首创的,简称前联邦德国巴登—符腾堡立地分类系统。前联邦德国的现代森林立地分类系统将地理学、地质学、气候学、土壤学、植物地理学和植物群落学、花粉分析及森林史等各学科的专门技术综合应用到森林立地分类和立地制图,并为主要的立地单元测定了生产量、地位指数和主要树种的干材生产率。

加拿大森林立地分类强调地被植物类型的研究,其中安大略立地分类系统是加拿大立地分类中综合性最强的一个,该分类系统的目的在于描述、分类、制图和评价土地生产潜力,但主要还是用于土地利用和其它规划。该系统建立了 4 个等级的地文立地分类系统,依次为立地区(Site regions)→土地类型(Land type)→地文立地类型(Physiographic site type)→立地条件(Site condition)。

该系统大量的植被和土壤样本、计算机资料分析和数学模型的建立,以及立地研究专家与森林经营专家之间的密切合作,业已建立起成熟的森林生态系统分类,其成果为检查以往的森林经营活动的效果、森林采伐和更新措施的制定、护林防火和野生动物管理提供了基础。

美国 Burton V. Barnes 等(1986)在欧洲和加拿大生态立地分类的影响下,提出一个综合因素的生态立地分类方法,这种综合分类方法是一个完整的景观、地貌、土壤、水文及植被相结合的森林立地生态分类。它认为目前以土壤为基础的方法迟早要同自然地理、植被相结合,而只应用植被方法迟早也要把地貌、土壤作为其分类的主要成分。

森林立地质量评价 森林立地质量评价近年来有进一步向量化、模型化发展的趋势。

评定立地质量的方法中,地位指数的直接评定方面有地位指数曲线、树种之间地位指数的转换、生长截量等方法;地位指数的间接评定方面有测树学的方法、指示植物、地文学的立地分类、群体生态坐标法,土壤—立地关系评价、土壤调查等方法。在众多的立地质量评价方法中,广泛为人们采用的是地位指数曲线与土壤—立地关系评价的方法。

美国对土壤—立地关系评价方法^[7]很重视,因为美国立地质量、土壤和林分状况变异极大,因此需要有鉴别立地质量以及将景观划分为代表不同立地等级单元的方法。其次,林分复杂多为异龄,太幼或经过重度采伐以至没有符合量度年龄和高度要求的林木等等。绝大多数成功的土壤—立地关系研究,大约能解释野外小区中观察到的树高或地位指数变异的 65%~85%。土壤—立地关系计算是用多元回归方法,电算被广泛应用。大多数土壤—立地关系研究中的统计计算(R^2 和标准误),可显示预报地位指数的回归方程的精度。在土壤—立地关系研究中最重要土壤特征,通常是厚度、质地和排水状况。目前地位指数研究常与收获表(已经营和未经营林分的可能收获量)相结合。立地质量评价的基本问题是如何确定一个实际的土地分类系统,用这些重要特征来精确划分立地质量,并使这个系统含有对土地多种经营至关重要的信息。要确定土地分类单元和系统,不但需要特定的立地质量信息,而且也需要土壤调查者、生态学者以及制图工作者密切合作。

前苏联最近提出了“土壤的森林植物性质评价方法”^[8]。“土壤的森林植物性质”的含义是指保证森林生物地理群落的正常生长发育(功能)和高额生产率,很明显,它是指影响森林树种材积生长和它们生产率的重要的立地质量因子。前苏联广泛采用的方法有林型学方法、土壤网

格法以及米利赫夫分类法。评价土壤的森林植物性质可利用综合的生态条件,也可利用仅仅是一个生态因子,例如:气候、植被、土壤、地形、母岩等。该方法首先要弄清土壤水分状况,应用 И. П. Судницкая, А. Д. Воронина 的热动力学方法按湿度分出森林植被条件类型,评价其需水性。其次,弄清土壤的养分状况,评价土壤营养状况和它们的宜林程度。一般通过叶片分析,反映土壤肥力的实际水平。其次采用离子交换(电极、离子交换剂)的方法,这种方法可以从一个土壤点中取得连续不断的观测材料,同时测定土壤中营养物质的化学电位作为现实基础,按土壤的养分与肥力建立土壤客观的分类,在这些材料的基础上建立林木生长(或树高)和土壤因子相关的数学模型和树高对土壤质地、酸度、紧密度、疏松土层厚度、营养物质贮量的多元回归方程。定量评价林木的生长和生产率,在林学上采用林木地位级方法。

三、森林生态系统中养分和水分循环^[10]

森林生态系统中养分和水分循环及其季节性动态的研究,是森林生态系统中比较重要的组成部分。这项研究工作早在 40~50 年代已盛行,但在近十几年来又有较大的发展。表现在:用放射性或稳定性同位素如¹⁵N、³²P、⁸⁶Rb、¹³⁷Cs、³H 等示踪和测算各种营养元素或水分循环的途径、速度和数量;采用一些原地测量土壤性状的新技术和精密的连续分析、观测仪器等现代化设备的应用;自动监测系统及其监测网络的建立,并在此基础上实现森林生态系统信息的标准化;由于系统科学和电子计算科学的应用,建立了多功能数据库,能够对复杂的土壤系统和森林生态系统进行定量分析,建立数学模型,进行系统模拟,处理多变量的大量资料和信息,以探索整体关系和内部变化机制,进行最优化研究和处理。

在定位试验中采用原地连续测量土壤性状的新技术,目前应用在水分研究方面有中子土壤水分仪和负压计,在养分研究方面有离子电极和离子交换剂等。用中子土壤水分仪可原地测定土壤容积含水量,也是监测心土层水分变化的一种有效手段;用负压计原地测定土壤水分张力或水势的方法,虽已有数十年的历史,但过去由于陶土质的负压计只能感应-0.9 巴以上的水势,并且反应迟纯,因此不能推广应用于高地森林生态系统中,最近澳大利亚人研制成一种用玻璃纤维和树脂胶结而成的负压管,使测定范围扩大为 0~20 巴,因而适用于林地水分状况的定位试验;用离子交换的方法测定土壤养分可以从一个土壤点中带来不间断的观测材料。

研究不同森林生态系统中养分循环的数学模型主要是以系统分析方法为基础,Ulrich 等(1972)在原联邦德国对欧洲水青岗林一假潜育化棕壤生态系统进行的养分循环研究试验报告,对养分循环的数学模型的工作程序 and 数据处理结果都作了较详尽的介绍;60 年代以来,若干国家的森林生态工作者通过参加国际生物学计划(IBP)、人与生物圈计划(MAB)以及正在兴起的国际地圈生物圈计划(IGBP)等研究协作活动,累积了许多有关森林生态系统中生物量和各种矿质营养元素转移和平衡的资料,提供了若干用于构成动态平衡数学模型的数据,这些工作大都是由于森林生态学者、森林土壤学者以及从事系统论实际应用的数学工作者共同完成的,Reiche 曾把 IBP 的若干研究成果汇编成册。森林生态系统中水分循环和水分平衡的计算,有一部分也是藉助于系统分析方法来构成水分平衡方程,以此计算各年度土壤贮水量的变化或林分的耗水量;至于土壤水分动态的预测,即计算某一时间内土壤中各点的水势,则是根据 Laplace 方程,用连续系统模型程序在电子计算机上进行模拟计算,Benecke 等(1976)所编写的专著《水与植物》对此有较为详尽的说明。国际林联(IUFRO)曾在荷兰召开一次关于森林水分和能量交换模型的工作会议,会上发表了 18 篇论文,集中讨论了 9 个数学模型,说明了研究的趋势。英国、法国、德国、比利时、瑞典、瑞士、芬兰、前苏联等国都建有较先进的森林生态定

位站,美国的长期生态学研究项目已有 17 个生态定位站的网络,并进入综合汇总分析阶段,80 年代后,国际上知名的试验站在数据采集系统的设计研制上也已取得了成熟的经验。

四、林木肥效与生物固氮的研究^[10]

最早的林地施肥试验(1847 年)是在法国进行的。用草木灰、铵盐及矿渣进行林地施肥,使树木生长量提高 17%~26%。其后,丹麦、德国、比利时和法国在荒地造林中利用钾肥与磷肥进行试验,都取得了一定结果。但由于树木生长周期长,对施肥的反应也不相同,经济效益有时不明显,因此林木施肥的研究与生产应用发展都比较缓慢。从世界范围来讲,林地施肥作为一种营林措施直到 20 世纪 50 年代才开始进入实用阶段。1973 年联合国粮农组织和国际林联在巴黎召开了国际森林施肥学术讨论会,研讨了施肥对林木营养、新陈代谢、木材材质、不良环境抵抗力及森林生态系统养分循环的影响问题。日本在幼林地施肥,加速了林木生长,提前郁闭;瑞典在天然林采伐前 5、10 年对林地进行施肥,缩短了轮伐期。Galoux (1979)分析苏联、联邦德国、比利时等国的大量林地施肥研究报告后指出,其中绝大多数是研究在造林时一次施肥的肥效问题,试验结果不太稳定,并且大都未能观察到长期的生长反应,但是也有少数涉及系统施肥的研究,表现出了较好的长期性效果。关于林木施肥效果的估计,有些国家如瑞典、美国等已建立了一些线性或非线性回归的数学模型,考虑到飞机施肥时很难均匀撒布,所以除使用颗粒状化肥外,还运用随机布点多次抽样测量对比的办法估算肥效。在地形复杂的山区,由于很难划定与处理小区基础一致的对照小区,因此,日本等国家有人尝试采用无对照区的肥效估计法,即利用树干解析曲线在施肥前表现出的生长趋势与施肥后的现实生长状况作比较,从而估计施肥的效果。近年来的林木施肥试验仍以使用化肥为主,但是已有一些试验是结合森林生态系统研究以长期定位观察的方法进行的,并且应用放射性或稳定性同位素示踪肥料移动的数量、速度、去向和测算肥料利用率,其中特别是¹⁵N,由于它可以在一个生态系统中长期存在并且易于用质谱仪检测,所以应用得更多,林木施肥试验的另一个发展趋势是更多地应用协方差分析来处理试验数据。这是因为,在布置试验时各小区林木起始生长状况通常是很难一致的。Turnbull (1970) 等在一篇探讨肥料试验的生长反应的论文中,就特别强调协方差分析对消除处理前生长状况不一致的作用。Franz (1967) 在德国进行欧洲赤松林地施肥试验时,甚至在协方差分析中使用多元回归,来校正处理前林分在几个方面不一致的状况。

在林木施肥试验日益增多的同时,也有一部分研究者把注意力重新转向森林生态系统本身的固氮作用方面。70 年代以来,Yamagberg (1970) 和 Wollum (1975) 先后各发表了一篇文献综述,论证森林土壤中氮的累积与某些树种及土壤微生物的关系,列举了一些豆科和非豆科树种以及非共生固氮菌和蓝绿藻的固氮效能,指出这项生物氮源每年在每公顷林地上可达几十以至几百公斤。Berg (1975) 以及 Bormann (1981) 等先后在美国进行的研究都表明,花旗松林内混交的红桤木,每年在每公顷林地上能固氮几十到百余公斤,起到自然培肥的作用,因此,他们认为,在能源紧张、化肥短缺的情况下,在用材林中引入固氮树种可以部分代替人工施用化肥的作用。近年来不断出现森林生态系统固氮研究文献,关于红桤木的就有 20 多篇,若干文献还讲到发生在针阔树种叶面上的固氮作用,例如 Todd (1978) 等用乙炔还原法估测北美一处槭—栎—橡混交林生态系统中的氮素年固定量时,发现该系统全年固氮量为每公顷 12.04 公斤,而其中有 0.22 公斤是发生在叶子区,又如 Jenes (1978) 用¹⁵N 示踪法证明落叶松的叶子能吸收叶面上固氮菌合成和释放的乙氨酸。这些资料指出了森林生态系统中新的生物氮源。

参 考 文 献

- [1] Soil Survey Staff, USDA, Soil Taxonomy, 1975.
- [2] Kubiena W. L., The Soil of Europe, 1953.
- [3] Иванова Е. Н., Принципы Классификации, Систематика и Номенклатура Почв СССР, "Наука", М., 1976.
- [4] FAO/UNESCO, Soil Map of World 1: 5000 000, V. 1, 1974.
- [5] Arbeitskreis Standortskartierung in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung, Fortliche Standortsaufnahme, 1981.
- [6] William L. Pritchett, Properties and Management of Forest soils, 1979.
- [7] Carmean W. H., Forest site quality evaluation in the United states, Advances in Agronomy, V. 27, 209~270, 1975.
- [8] Зонн С. В., Карпачевский Л. О., Проблемы лесного почвоведения и современные методы лесорастительной оценки почв, 1989, Почвоведение №9, ст. 6~15.
- [9] 中国科学院南京土壤研究所土壤地理研究室, 国际土壤分类述评, 北京科学出版社, 1988.
- [10] 罗汝英, 国外森林土壤研究的一些发展趋势, 土壤学进展, 1984, (4): 14~18.

ADVANCE IN FOREST SOILS RESEARCH

BY ZHANG WANRU^①

Abstract: This article briefly discusses some important questions in forest soils research in recent years. (1) Classification of forest soils is a prerequisite for any type of forest management. The primary goal of most classification systems in the past has been to accurately evaluate sites in terms of their potential volume production of wood; more recently, classification systems based on a variety of relevant site features, is to determine which factors have significant influence on growth processes. This has resulted in the development of a number of more advanced systems of evaluation, some of which approaches total site classification. (2) Forest site classification and forest site quality evaluation have been developing to some quantitative aspects. Methods for estimation of site quality include direct estimation of site index (site index curves, site index comparisons between species, growth intercept) and indirect estimation of site index (mensurational methods, plant indicators, physiographic site classification, synecological coordinates, soil-site evaluation, soil surveys). More recently, site index and soil site evaluation become the most widely accepted methods for estimating site quality. (3) Nutrient cycling and hydrological cycle in forest ecosystems; tensiometers and neutron scattering are now widely accepted methods for measurements of soil moisture; the importance of nutrient cycling are recognized in forestry, and nutrient cycling has been studied in varying degrees of detail for a number of forest ecosystem types in recent years. Ion exchanger and ion selective electrode are now widely accepted methods to determine nutrients in the forest soils. (4) Fertilization on forest lands and biological nitrogen fixation; effective and economical use of fertilizers in forest land largely depends on an understanding of the properties of various fertilizer materials and their reactions in forest soils. Fixation

^① Zhang Wanru is professor of forest soil science in Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry

of atmospheric nitrogen by microorganisms is probably the most important pathway for this element to enter the forest ecosystem.

我国森林土壤研究的 进展¹

2

张方儒, (中国林业科学研究院)

摘要 本文将我国森林土壤研究的进展分六个方面进行介绍:①森林土壤资源研究;②森林土壤生态定位研究;③森林土壤立地分类与质量评价研究;④林木营养与施肥研究;⑤森林土壤微生物研究;⑥森林土壤分析方法标准化及土壤标准物质的研究,并指出了今后研究的方向。

关键词 森林土壤资源 森林土壤生态 森林立地分类与质量评价 林木施肥 生物固氮与菌根 森林土壤分析方法与标准物质

森林土壤是林学与土壤学之间的一门边缘学科,也是以土壤科学的先进知识和手段去解决林业生产问题的一门应用技术基础科学。中国林学会、中国土壤学会森林土壤专业委员会每4年召开一次森林土壤学术讨论会,从1964年在沈阳召开第一次森林土壤学术讨论会开始,以后相继在杭州(1978)、重庆(1982)、原平(1986)、桂林(1991)召开了五次全国性的森林土壤学术讨论会,内容包括:森林土壤资源、利用、分类,森林土壤生态,林木营养及施肥,立地分类与质量评价,林木土宜等,先后由科学出版社(1981)^[1]、中国林业出版社(1985、1990)^[2,3]、中国科学技术出版社(1992)^[4]共出版了四次森林土壤学术讨论会论文选编《森林与土壤》,发表了100多篇森林土壤研究论文。在此期间内,森林土壤专业委员会还召开过几次专题性森林土壤研讨会,如森林土壤分类研讨会(带岭,1985.8)、林木施肥研讨会(凭祥,1985.12)、森林土壤分析方法研讨会(北京,1985.12)、森林土壤定位研究方法研讨会(长白山,1985.7;鼎湖山,1987.1)、森林立地学术讨论会(贵阳,1985.10;宁波1989.12)。另外,1990年在哈尔滨还召开过一次国际森林土壤学术讨论会,并出版了论文集《森林土壤管理与现代营林》^[5]。这些学术活动对森林土壤研究领域中存在的主要问题进行了广泛深入的讨论与交流,对推动、提高森林土壤研究工作水平起到了促进作用;同时也反映了近年来我国森林土壤研究工作的进展与水平。近40多年来我国森林土壤研究工作在数量上、质量上都有了显著的进展。重要的进展是:揭示了我国森林土壤资源分布规律,提出了保护和合理利用并改良森林土壤的措施与途径;对我国主要天然林区及人工林区的森林土壤生态系统进行了定位研究,提示了森林与土壤相互作用的动态规律性,为森林土壤管理及提高森林土壤生产力提供科学机理;对我国广大造林地区进行了森林立地分类与质量评价研究工作,建立了《中国森林立地分类系统》以及森林立地分

¹ 本文发表于张方儒、刘方坡主编,《森林与土壤(Forest and soil)》,北京:中国科学技术出版社,1992.1~7

类、质量评价及应用技术体系,为土壤—立地类型的综合分类及预测预报森林土壤生产力和适地适树开辟了途径;对我国主要造林树种开展了林木施肥及生物固氮和菌根的研究,提出了林木合理施肥的根据、措施以及生物固氮和菌根应用的途径;进行了森林土壤分析方法标准化及森林土壤标准物质的研究,为更广泛、更有效、更充分地利用各项土壤分析数据提供了条件,并为提高森林土壤分析数据的准确度与精确度提供了保证。

一、森林土壤资源研究^[6,7,8,9]

我国是一个多山的国家,山区面积约占国土面积的 2/3,由于复杂的自然地理条件,导致了我国森林土壤类型繁多,森林土壤资源十分丰富,据统计包括主要森林土壤类型在内的林业用地总面积为 2.6 亿公顷,约占全国土地面积的 30%。其中生长在棕色针叶林土、灰色森林土、暗棕壤、棕壤、黄棕壤、红壤、黄壤、山地棕色暗针叶林土、山地灰褐色森林土等主要森林土壤类型的有林地 1.2 亿公顷,无林地(包括疏林地、灌木林地、采伐迹地、火烧迹地等)1.4 亿公顷。

根据气候与地貌因素的变异,中国森林土壤资源的空间分布可以概括成为三个自然单元:东部季风湿润区森林土壤带谱群,主要受太平洋季风气候的影响,主要建群森林土壤有:寒温带落叶松针叶林下的棕色针叶林土、温带红松阔叶混交林下的暗棕壤、暖温带落叶阔叶林及松栎林下的棕壤与褐土、北亚热带常绿、落叶阔叶混交林下的黄棕壤、中亚热带常绿阔叶林下的红壤与黄壤、南亚热带季风常绿阔叶林下的砖红壤性红壤以及热带季雨林与山地雨林下的砖红壤和砖红壤性土;蒙新干旱区山地森林土壤垂直带谱群,受北大西洋和北冰洋气流影响,主要建群森林土壤有:落叶松林下的山地灰色森林土、云杉林下的山地灰褐色森林土;青藏高原区边缘山地森林土壤垂直带谱群,受印度洋及太平洋季风影响,主要建群森林土壤有:祁连山云杉林下的山地灰褐色森林土,横断山脉北部冷杉林下的山地棕色暗针叶林土、云杉林下的山地暗棕壤,横断山脉南部冷杉林下的山地棕色暗针叶林土、云杉林下的山地暗棕壤、云南松林下的山地红壤,西藏南部墨脱、察隅、林芝、波密林区冷杉林下的山地棕色暗针叶林土、针阔叶混交林下的山地暗棕壤、常绿阔叶林下的山地黄壤^[10]。

我国丰富的森林土壤资源为林业发展提供了物质基础,如何保护、合理利用并改良森林土壤资源及提高林地生产力是当前林业生产建设中很重要的问题。由于国民经济建设中森林资源消耗巨大,木材供需矛盾尖锐,以及由于人们生活、生产对优化环境的呼声愈来愈高,人们要求保护环境,保存基因资源,致使森林的生态功能和经济功能相互依存的共生关系发生愈来愈大的矛盾,因此摆在我们面前的问题是如何保护、合理利用森林土壤资源并提高其生产力。其办法之一是利用大量立地质量高的林地(10%~20%左右)开展森林集约经营,用地养地相结合,努力提高单位面积产量,承担起生产所需的大部分木材的任务,从而把其余大部分林业用地从一向很沉重的生产压力下解放出来,主要用于发挥生态效益与社会效益,这样使木材产出与环境之间的冲突趋于缓和,而且使森林土壤资源保护、合理利用和改良的措施与途径的格局越来越趋于稳定、合理^[11]。

我国森林土壤资源多位于主要江河的上游地区,具有重要的防护作用。保护和合理利用森林土壤资源是林业生产发展的需要,也是保护生态环境和改善人们生活条件的需要,是当前刻不容缓的大事。