



普通高等教育“十五”国家级规划教材  
全国高等农林院校教材



# 土壤学

孙向阳 主编



中国林业出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材  
全国高等农林院校教材

# 土 壤 学

孙向阳 主编

中国林业出版社

## 内 容 简 介

土壤学是研究土壤发生、分类和分布,理化和生物性状以及利用改良的一门科学和技术。全书由绪论和四篇组成。第1篇(1~2章):土壤的形成与发育,主要介绍土壤地学基础和土壤发生及形态学;第2篇(3~10章):土壤的基本物质组成与性质,包括土壤生物学、土壤物理学性质、土壤化学性质;第3篇(11~13章):土壤营养与林木施肥,包括土壤养分、土壤和林木营养诊断、肥料和林木施肥;第4篇(14~16章):土地资源利用与管理,包括土壤退化、土壤质量和土壤分类等。

本书为普通高等教育“十五”国家级规划教材,主要适用于高等农林院校林学、水土保持、园林、园艺、环境、草业、资源环境与城乡规划管理、森林资源保护与游憩等本科专业的土壤学课程,同时也可作为生态、地理信息系统、生物等专业的教材与参考书。并可供从事农林、生物、生态环境等相关领域的教学、科研和生产单位人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

土壤学/孙向阳主编. —北京:中国林业出版社,2004.9(2006.1重印)

全国高等农林院校教材

ISBN 7-5038-3667-9

I. 土… II. 孙… III. 土壤学—高等学校—教材 IV. S15

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第092448号

中国林业出版社·教材建设与出版管理中心

电话:66170109 66181489 传真:66170109

---

出版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同7号)

E-mail: cfphz@public.bta.net.cn 电话:66184477

发行 新华书店北京发行所

印刷 中国农业出版社印刷厂

版次 2005年1月第1版

印次 2006年1月第2次

开本 850mm×1168mm 1/16

印张 23.5

字数 495千字

定价 31.00元

---

凡本书出现缺页、倒页、脱页等质量问题,请向出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

普通高等教育“十五”国家级规划教材  
全国高等农林院校教材

## 《土壤学》编写人员

主 编 孙向阳  
副主编 陈金林 崔晓阳  
编写人员 (按姓氏笔画排序)  
Scott X. Chang 阿尔伯塔大学 (加拿大)  
王海燕 北京林业大学  
孙向阳 北京林业大学  
何文寿 宁夏大学  
李惠卓 河北农业大学  
李跃进 内蒙古农业大学  
陈金林 南京林业大学  
俞元春 南京林业大学  
姜培坤 浙江林学院  
项凤武 北华大学  
耿玉清 北京林业大学  
耿增超 西北农林科技大学  
聂立水 北京林业大学  
崔晓阳 东北林业大学  
谢正生 华南农业大学  
谭 笑 北京林业大学

# 前 言

本教材是普通高等教育“十五”国家级规划教材，适用于高等农林院校的林业和资源环境专业。根据教育部于2002年下达的编写任务，2003年4月初北京林业大学组织了全国10余所林业院校或林学专业的参编教师在北京召开了教材编写会议，并制定了统稿大纲。在体系安排和内容选择上主要的依据是土壤学本身的任务和研究对象以及本教材适用专业的教学计划和要求。

本书在1982年北京林学院主编的全国高等林业院校试用教材《土壤学》的基础上修订。随着高等林业教育、科研和生产实践的不断发展，需要进一步完善和补充教材内容，以满足相关专业的教学、科研和生产的特色需要。修订后的教材在保持了原教材基本结构体系的基础上，广泛搜集了20多年来土壤学的最新发展理论和成果技术，更新和增加了不少内容，如第四篇土地资源利用与管理，包括土壤退化、土壤质量和土壤分类等内容。并加强了土壤和植物营养诊断及林木施肥等内容，试图能成为反映当前学科发展的较高水平的教材。

全书由绪论和四篇共16章组成，章节和编者依次为：绪论和第1章，由北京林业大学孙向阳编写；第2章，由北京林业大学谭笑编写；第3章由浙江林学院姜培坤编写；第4章由北华大学项凤武编写；第5章由河北农业大学李惠卓编写；第6章由北京林业大学聂立水编写；第7章由华南农业大学谢正生编写；第8章由南京林业大学陈金林编写；第9章由西北农林科技大学耿增超编写；第10章由东北林业大学崔晓阳编写；第11章由加拿大阿尔伯塔大学（University of Alberta, Canada）Scott X. Chang和北京林业大学孙向阳、谭笑共同编写；第12章由南京林业大学俞元春编写；第13章由内蒙古农业大学李跃进编写；第14章由宁夏大学何文寿编写；第15章由北京林业大学王海燕编写；第16章由北京林业大学耿玉清编写。最后，由主编孙向阳教授统稿。

本书由沈阳农业大学王秋兵教授和南京林业大学张献义教授主审，两位教授在百忙中对本书提出了许多宝贵的修改意见和建议，同时，北京林业大学教务处的黄海鹰和张戎两位老师为本书的出版做了大量工作，向他们表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，谬误之处，敬请广大师生和读者批评指正，以便在重印、再版时及时更正。

编 者  
2004.05

# PREFACE

---

This book (*Soil Science*) is one of the textbooks planned by Ministry of Education in its Tenth Five-Year Programme. It is written and designed for use in the speciality of forestry and resource & environment. We were assigned the task of writing in 2002 and held the editing meeting in April 2003 in Beijing that was attended by all compilers from more than ten forestry universities or the speciality of forestry. The outline was established in the meeting. The arrangement of the system and the choice of the contents are based on the assignment and research object of agrology and the teaching plan and requirements of the speciality.

The publication is based on the textbook for trial which was edited by Beijing Forestry College in 1982. With the development of education, scientific research and practice in forestry, the original contents have to be improved in order to satisfy the needs of teaching, scientific research and production. On the basis of the framework of the 1982 edition, the revised textbook contains the latest theories and achievements made in agrology in the late 20 years. Some original contents are modified and new contents are added. For example, Part IV discusses the usage and management of soil resource, including soil degradation, its quality and classification. In the meantime, the analyses of soil and plant nutrition and forest fertilization are emphasized. The book is hoped to achieve a higher level and can reflect the development of the discipline.

Contents include introduction and four parts (16 chapters). The compilers and their achievements are as follows: introduction and chapter 1 were edited by Sun Xiangyang from Beijing Forestry University; chapter 2 was edited by Tan Xiao from Beijing Forestry University; chapter 3 by Jiang Peikun from Zhejiang Forestry College; chapter 4 by Xiang Fengwu from Beihua University; chapter 5 by Li Huizhuo from Hebei Agricultural University; chapter 6 by Nie Lishui from Beijing Forestry University; chapter 7 by Xie Zhengsheng from South China Agricultural University; chapter 8 by Chen Jinlin from Nanjing Forestry University; chapter 9 by Geng Zengchao from Northwest Agricultural and Forestry University; chapter 10 by Cui Xiaoyang from Northeast Forestry University; chapter 11 by Dr. Scott X. Chang

from University of Alberta, Canada and Sun xiangyang, Tan Xiao from Beijing Forestry University; chapter 12 by Yu Yuanchun from Nanjing Forestry University; chapter 13 by Li Yuejin from Inner Mongolia Agricultural University; chapter 14 by He Wenshou from Ningxia University; chapter 15 by Wang Haiyan from Beijing Forestry University; chapter 16 by Geng Yuqing from Beijing Forestry University. The whole book is integrated by Prof. Sun Xiangyang.

The textbook was revised by Prof. Wang Qiubing from Shenyang Agricultural University and Prof. Zhang Xianyi from Nanjing Forestry University. Thanks go to them for their precious suggestions. We also thank Huang Haiying and Zhang Rong from Teaching Administration Office of Beijing Forestry University, who made great efforts for the publication of the book. Dr. Tan Xiao translated Chapter 11 into Chinese.

Welcome any comments on the textbook.

Sun Xiangyang  
Beijing, May 2004

前言

绪 论 ..... (1)

## 第 1 篇 土壤的形成与发育

第 1 章 地质学基础 ..... (8)

1.1 地球的一般特征 ..... (8)

1.2 矿物 ..... (12)

1.3 岩石 ..... (20)

1.4 地质作用和地貌 ..... (41)

第 2 章 岩石风化和土壤形成 ..... (58)

2.1 风化过程 ..... (58)

2.2 风化产物的类型 ..... (61)

2.3 土壤形成 ..... (68)

2.4 土壤剖面及形态特征 ..... (72)

## 第 2 篇 土壤的基本物质组成与性质

第 3 章 土壤生物 ..... (77)

3.1 土壤动物 ..... (77)

3.2 土壤微生物 ..... (80)

3.3 植物根系及其与微生物的联合 ..... (86)

3.4 土壤酶 ..... (89)

第 4 章 土壤有机质 ..... (93)

4.1 土壤有机质的来源、组成 ..... (93)

4.2 土壤有机质的转化 ..... (96)

4.3 土壤腐殖质 ..... (102)

4.4 土壤有机质的作用与调节 ..... (106)



<b>第5章 土壤质地、结构与孔性</b> .....	(114)
5.1 土壤质地 .....	(114)
5.2 土壤结构 .....	(124)
5.3 土壤孔性 .....	(131)
5.4 土壤力学性质与耕性 .....	(136)
<b>第6章 土壤水</b> .....	(142)
6.1 土壤水的类型及其有效性 .....	(142)
6.2 土壤水的能态 .....	(150)
6.3 土壤水的运动 .....	(157)
6.4 土壤水分平衡 .....	(159)
6.5 我国的区域土壤水分概况及管理 .....	(162)
<b>第7章 土壤空气和热量</b> .....	(170)
7.1 土壤空气 .....	(170)
7.2 土壤热量 .....	(173)
7.3 土壤温度 .....	(177)
7.4 土壤水、气、热的调节 .....	(180)
<b>第8章 土壤胶体和土壤离子交换</b> .....	(186)
8.1 土壤胶体的构造和性质 .....	(186)
8.2 土壤胶体类型 .....	(193)
8.3 土壤阳离子交换作用 .....	(199)
8.4 土壤阴离子的交换吸附作用 .....	(208)
<b>第9章 土壤酸碱性及缓冲性</b> .....	(211)
9.1 土壤酸碱反应 .....	(211)
9.2 土壤酸碱性对土壤肥力和植物生长的影响 .....	(216)
9.3 土壤缓冲性 .....	(218)
9.4 我国土壤酸碱性概况与土壤酸性调节 .....	(220)
<b>第10章 土壤氧化还原反应</b> .....	(224)
10.1 基本概念 .....	(224)
10.2 土壤物质的氧化还原过程 .....	(228)
10.3 土壤氧化还原状况的生态影响及其调节 .....	(237)

### 第3篇 土壤营养与林木施肥

<b>第11章 土壤养分</b> .....	(244)
11.1 土壤养分的来源、消耗和循环 .....	(244)
11.2 土壤中的大量元素 .....	(248)
11.3 土壤中的微量元素 .....	(264)
<b>第12章 土壤与林木营养诊断</b> .....	(270)

12.1	营养诊断的基本原理 .....	(271)
12.2	营养诊断的方法与技术 .....	(272)
<b>第13章</b>	<b>肥料与林木施肥 .....</b>	<b>(281)</b>
13.1	肥料概述 .....	(281)
13.2	化学肥料 .....	(283)
13.3	有机肥料 .....	(291)
13.4	微生物肥料 .....	(296)
13.5	林木施肥 .....	(297)

## 第4篇 土地资源利用与管理

<b>第14章</b>	<b>土壤退化与土壤质量 .....</b>	<b>(306)</b>
14.1	土壤退化概述 .....	(306)
14.2	土壤侵蚀及其防治 .....	(310)
14.3	土壤沙化和土地沙漠化及其防治 .....	(316)
14.4	土壤盐渍化及其防治 .....	(318)
14.5	土壤潜育化及其防治 .....	(325)
14.6	土壤质量及其评价 .....	(326)
<b>第15章</b>	<b>土壤污染与防治 .....</b>	<b>(332)</b>
15.1	土壤污染的概念 .....	(332)
15.2	污染物的来源及其危害 .....	(333)
15.3	土壤组成和性质对污染物毒性的影响 .....	(338)
15.4	土壤污染的防治 .....	(340)
<b>第16章</b>	<b>土壤分类与分布 .....</b>	<b>(344)</b>
16.1	土壤分类 .....	(344)
16.2	土壤分布规律 .....	(352)
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>(358)</b>

# CONTENTS

---

## Preface

### Part I Soil Formation and Soil Development

<b>Chapter 1 Geological Foundation</b> .....	(8)
1.1 General Features of the Earth .....	(8)
1.2 Minerals .....	(12)
1.3 Rocks .....	(20)
1.4 Geologic Process and Topography .....	(41)
<b>Chapter 2 Rock Weathering and Soil Formation</b> .....	(58)
2.1 Weathering Processes .....	(58)
2.2 Types of Weathering Product .....	(61)
2.3 Soil Formation .....	(68)
2.4 Soil Profiles and Shape Characteristic .....	(72)

### Part II Basic Material Composing and Character of the Soil

<b>Chapter 3 Soil Biology</b> .....	(77)
3.1 Soil Animals .....	(77)
3.2 Soil Microorganism .....	(80)
3.3 Plant Root System and Combination from the Microorganism .....	(86)
3.4 Soil Enzyme .....	(89)
<b>Chapter 4 Soil Organic Matter</b> .....	(93)
4.1 Sources and Composing of the Soil Organic Matter .....	(93)
4.2 Transformation of the Soil Organic Matter .....	(96)
4.3 Soil Humus .....	(102)
4.4 Function and Mediation of the Soil Organic Matter .....	(106)
<b>Chapter 5 Soil Texture, Structure and Pore Space</b> .....	(114)
5.1 Soil Texture .....	(114)
5.2 Soil Structure .....	(124)
5.3 Soil Pore Space .....	(131)
5.4 Soil Mechanics and Cultivation .....	(136)

<b>Chapter 6 Soil water</b> .....	(142)
6.1 Types and Validity of the Soil Water .....	(142)
6.2 Energy State of the Soil Water .....	(150)
6.3 Movement of the Soil Water .....	(157)
6.4 Balance of the Soil Moisture .....	(159)
6.5 Overview and Management of Regional Soil Moisture in China .....	(162)
<b>Chapter 7 Soil Air and Soil Heat</b> .....	(170)
7.1 Soil Air .....	(170)
7.2 Soil Heat .....	(173)
7.3 Soil Temperature .....	(177)
7.4 Soil Water, Air and Heat Regulation .....	(180)
<b>Chapter 8 Soil Colloid and Soil Ion Exchange</b> .....	(186)
8.1 Structure and Character of the Soil Colloid .....	(186)
8.2 Types of the Soil Colloid .....	(193)
8.3 Soil Cation Exchange Function .....	(199)
8.4 Soil Anion Exchange Adsorption .....	(208)
<b>Chapter 9 Soil Acidity and Alkalinity , Buffering</b> .....	(211)
9.1 Soil Acidity and Alkalinity Reaction .....	(211)
9.2 Influence of Soil Acidity and Alkalinity to Soil Fertility and Plant Growth .....	(216)
9.3 Soil Buffering .....	(218)
9.4 Overview of Soil Acidity and Alkalinity and Regulation in China .....	(220)
<b>Chapter 10 Soil Redox Reaction</b> .....	(224)
10.1 Basic Conception .....	(224)
10.2 Processes of Soil Redox .....	(228)
10.3 Ecological Influence and Regulation of Soil Redox .....	(237)

### **Part III Soil Nutrients and Tree Fertilization**

<b>Chapter 11 Soil Nutrients</b> .....	(244)
11.1 Macroelements in the Soils .....	(244)
11.2 Microelements in the Soils .....	(248)
11.3 Availability and Cycling of the Soil Nutrients .....	(264)
<b>Chapter 12 Soil and Diagnosis of Forest Nutrition</b> .....	(270)
12.1 Basic Principle of Nutrition Diagnosis .....	(271)
12.2 Method and Technology of Nutrition Diagnosis .....	(272)
<b>Chapter 13 Fertilizer and Forest Fertilization</b> .....	(281)
13.1 Summary of Fertilizer .....	(281)
13.2 Chemical Fertilizer .....	(283)
13.3 Organic Fertilizer .....	(291)

13.4	Microbial Fertilizer .....	(296)
13.5	Forest Fertilization .....	(297)

## **Part IV Utilization and Management of Land Resources**

<b>Chapter 14</b>	<b>Soil Degradation and Soil Quality .....</b>	<b>(306)</b>
14.1	Summary of Soil Degradation .....	(306)
14.2	Soil Erosion and Control Methods .....	(310)
14.3	Soil Desertification, Land Desertification and Prevention and Control Methods .....	(316)
14.4	Soil Salinization and Prevention and Control Methods .....	(318)
14.5	Soil Latent Development and Prevention and Control Methods .....	(325)
14.6	Soil Quality and Evaluation .....	(326)
<b>Chapter 15</b>	<b>Soil Pollutions and Prevention and Control Method .....</b>	<b>(332)</b>
15.1	Concept of Soil Pollutions .....	(332)
15.2	Sources and Danger of the Pollutants .....	(333)
15.3	Influence of Soil Composition and Character to the Pollutant Toxicity .....	(338)
15.4	The Character of Prevent and Control Method to Soil pollutions .....	(340)
<b>Chapter 16</b>	<b>Soil Classification and Distribution .....</b>	<b>(344)</b>
16.1	Soil Classification .....	(344)
16.2	Disciplinarian of Soil Distribution .....	(352)
<b>References</b>	.....	<b>(358)</b>

# 绪 论

土壤是人类生产和生活中重要的自然资源，人类文明的历史在一定程度上就是利用土地的记载。繁荣的文化总是以集约利用土壤为基础，例如世界四大文明古国——巴比伦、埃及、中国和印度的灿烂文化都是从河流沿岸的肥沃土壤上发展起来的。人类从森林中走出来，为获得生存的第一步，就开始对土壤进行认识和耕作，并逐渐积累了利用土壤的知识和经验。可以说人类的衣食住行样样离不开土壤。

## 1 土壤在农林业生产和生态系统（自然环境）中的作用

“万物土中生”，多数陆地植物均以土壤为生长基质。农林业生产的基本任务是进行绿色植物的生产。绿色植物生长发育的五个基本要素，即光能、热量、空气、水分和养分中，除光能来源于太阳辐射外，其余皆与土壤有关，水分和养分主要通过根部从土壤中吸收，而土壤热量和空气可通过土壤管理实现控制和调节。此外，土壤还为植物提供了根系伸展的空间和机械支撑作用。总之，植物生长离不开土壤，土壤是农林业生产的基础，是人类最基本的生产资料和劳动对象。

从物质和能量的循环及转移的关系看，农业生产可分为“种植业—养殖业—土壤管理”三个环节，植物生产是由绿色植物通过光合作用，把太阳辐射转变为有机化学能，并成为动物和人类维持其生命活动所需能量和某些营养物质的重要来源。在这两个过程中未能被人类直接利用而剩余的有机物质（凋落物、根茬、秸秆、动物粪便、蹄毛等），均可通过土壤管理（施肥、灌溉、耕作）使之回归土壤，并经微生物的分解转化，一部分变成腐殖质，同时释放出各种无机养分，重新供植物生长利用，使物质和能量得以通过土壤不断循环利用，充分体现出土壤在农业生产环链中的枢纽地位。

在林业生产中，土壤是生产良种和壮苗的基础。在选择母树林、建立种子园和区划苗圃地时，必须注意土壤的宜林性质。促使林木种子丰产和培育壮苗，也必须采用土壤培肥措施。在造林过程中，应该准确把握造林地土壤的宜林特性，将苗木种植在适宜的土壤上。在天然林中，土壤与森林的关系同样十分密切。森林的生长、森林的类型、森林的分布和自然更替都受土壤因子的制约。

土壤是人类社会所处的自然环境的一部分。自然环境是指人类生活生产活动范围内多种自然因素的总和，其中包括大气、水、生物、土壤、岩石等。通常我们把自然环境划分为几个圈带，即大气圈、水圈、土壤圈、岩石圈和生物圈。其中土壤圈覆盖于地球陆地表面，处于其他圈层的交接面上，对各圈层的物质和能量流动及信息传递起着维持和调节作用，成为有机界和无机界——即生命和非生

命联系的中心纽带。在土壤圈内各种土壤类型、特征和性质都是过去和现在大气圈、生物圈、岩石圈和水圈以及人类活动相互作用的记录和反映。

土壤也是森林生态系统的重要组成部分。森林生态系统是以林木为主体,包括乔灌木、动物、昆虫和微生物等森林生物为基础,与大气、土壤和水等环境因素相结合的生态系统。其中土壤作为重要环境因素之一,是森林植物的主要生活基质供体,并决定着生物的种类、数量和生长状况。

作为一种最珍贵的自然资源和永恒的生产资料,土壤不同于其他资源(如矿产),只要“治之得宜”,则可“地力常新壮”(《王祯农书》),就可以世代永续利用。因此,土壤是一种可再生的资源,但同时还具有数量有限性和质量可变性的特点。在地球表面每形成1cm厚的土壤,大约至少需要300多年的时间,并且由于地球陆地的面积是有限的,因此它不是取之不尽、用之不竭的资源。随着社会经济的发展,土壤资源的有限供应和人类对其总需求不断增长之间的矛盾日趋尖锐。同时,人类在开发利用土壤的过程中,如违背自然规律,利用不当,则会造成土壤荒漠化、水土流失、土壤盐碱化和土壤污染等问题。从这一意义上讲,土壤资源不仅数量有限,质量同样具有“可变性”。因此,必须认识土壤的特性,爱护并合理利用土壤资源,才能实现土壤的可持续利用,为人类造福。

## 2 土壤及土壤肥力的基本概念

### 2.1 土壤的概念

土壤对我们来说并不陌生,但由于认识的角度不同,在土壤学中对土壤的定义和理解却有很多。从岩石风化的地质学观点来认识土壤,认为土壤是破碎了的陈旧岩石,或土壤是坚实地壳的最表风化层;从土壤与植物的关系上来认识土壤,认为土壤是能生长植物的那一部分地壳,或是生物地球化学的能量交换、物质循环最活跃的生命层。对农林业工作者来讲,土壤就是作物或林木生长的介质。

早在三四千年以前,我国劳动人民就对土壤的含义作了明确的描述:“万物自生焉则曰土,以人所耕而树艺焉则曰壤”(《周礼》)。也就是说,生长有自然植被的土地叫“土”,经过人们垦种的土地叫“壤”,既包括自然土壤,也包括农业土壤。

前苏联科学家威廉斯认为:“土壤是地球陆地表面能够生产植物收获物的那一疏松的表层”。这个土壤定义是以能否生产植物作为土壤标志性的一个重要特征。这一概念目前仍为我国土壤学界所公认。

从生产经营的角度,土壤可分为农业土壤和林业土壤。凡是属于营林范围所涉及的土壤均称为林业土壤,是由林业部门的经济范畴所决定的。不仅包括森林植被下形成的土壤,还包括在其他植被下形成的土壤。

森林土壤是指在森林植被下发育的土壤,是相对于草原植被和荒漠植被及其他植被下发育的土壤而言的。S. A. Wilder认为,森林土壤是地表的一部分,是供给森林植物生活物质的基质,它由矿物和有机物组成,含有一定数量的空气和水

分,并由生物居住在其中。森林土壤具有其他土壤所没有的三种成土因素,即森林凋落物、林木根系和依赖于现有森林生存的特有生物。这一概念是从森林土壤与森林植被的关系为出发点,阐明了森林土壤对森林植被的作用,森林土壤的物质组成和形成森林土壤所不可少的三个特殊成土条件。

林业土壤中的非森林地区土壤,包括营林范围内的其他各种植被下形成的土壤,如在荒漠植被、高山草甸、草原下形成的土壤,甚至一些宜林荒山荒地,如需在这些地区进行植树造林活动,这些营林地段的土壤均称为林业土壤。林业土壤和农业土壤可以相互转化,如有些农业土壤在退耕还林后变为林业土壤;而有些林业土壤(如森林土壤),在有利于农业的情况下,会被开垦为农业土壤。

## 2.2 土壤肥力

土壤具有肥力是土壤最基本的特征,目前各国对此的认识不同。西方土壤学家传统地将土壤供应养分的能力看作是肥力。美国土壤学会1989年出版的《土壤科学名词汇编》把土壤肥力定义为“土壤供应植物生长所必需养料的能力”。前苏联科学家威廉斯则认为“土壤在植物生活的全过程中同时而又不间断地供给植物以最大量的有效养分及水分的能力。”我国的土壤科学工作者对土壤肥力的认识目前统一于《中国土壤》第二版(1987)中对肥力的描述:“肥力是土壤的基本属性和质的特征,是土壤从营养条件和环境条件方面,供应和协调植物生长的能力”。其中营养条件包括水分和养分,环境条件包括温度和空气,水既是环境因素又是营养因素。定义中的协调是指土壤中的四大肥力因素水、肥、气、热不是孤立的,而是相互联系和相互制约的。土壤肥力是土壤物理、化学和生物学性质的综合反映。

## 2.3 土壤肥力生态相对性

从物质和能量转化的观点来看,土壤肥力就是土壤中可被植物转化的物质和能量。土壤肥力的高低是由土壤内在物质和能量存在的状况,及其被植物利用转化的程度所决定的。

土壤肥沃或者不肥沃是针对植物而言的,应从植物的生态要求出发来认识土壤肥力的生态相对性。由于不同植物都有自己的生物学特性,要求一定的生态环境条件(包括土壤生态条件),才能正常地生长发育。因此土壤肥力是具有生态性质的,某种肥沃或不肥沃的土壤,只能针对某种或某些生态要求上相同的植物而言,而不是对任何植物而言。这就是土壤肥力的生态相对性的理论。植物要求的土壤生态条件差别越大,土壤肥力的生态相对性就越明显。通俗意义上讲的土壤肥力的高低,如果不指明植物,一般只能说明其有机质和养分的高低及适宜的物理性质。

在林业生产中,从土壤肥力的生态相对性出发,不论在自然土壤上或耕作土壤上种植树木,都应根据其树木的生物学特性,将其种植在适宜他们生态特性所要求的土壤上。满足了林木对土壤肥力的要求,林木就可能生长良好,这就是适地适树。

充分利用自然土壤和耕作土壤的关键问题,就是把植物对土壤的生态要求和



土壤的生态条件吻合起来，统一起来，达到植物—土壤两者生态上的一致性。这样，土壤内在的物质和能量就可以充分地被植物所利用，转化为植物体。如果植物的生态要求和土壤所能提供的生态性质不一致，即使土壤具有丰富的物质和能量，植物也不能利用或利用很少。因此，必须深入地研究土壤的生态性质和植物所要求的土壤生态性质，这就是土壤肥力生态相对性的实践意义。

#### 2.4 土壤肥力的发生、发展及量化指标

土壤肥力不是固定不变的，它有着自己发生、发展的规律。从土壤肥力的演变过程来看，土壤肥力可分为自然肥力和人工肥力两种。自然肥力是指土壤在自然形成过程中产生或发展起来的肥力。人工肥力又叫经济肥力，是指在自然肥力的基础上，通过人为措施的影响，如耕作、施肥、灌溉和排水、土壤改良等形成的肥力。

目前我国林业生产的基地，主要是天然林区和人工林区及一些宜林的荒山荒地，这些地区土壤的肥力基本上是自然肥力。具有经济肥力的土壤，主要是苗圃地、母树林地、种子园地、经济林地和一些速生丰产林地等。人为措施对土壤肥力的影响集中在用地和养地两个方面，只用不养或不合理的栽植利用，会导致土壤肥力的衰退。用养结合，合理培肥土壤，才能保持土壤肥力的可持续利用。

实际生产和科研工作中，常常需要对土壤肥力的高低进行量化比较。林业土壤肥力的高低，理论上是指在大气和人为影响相同的情况下，某一地段土壤所产生的森林植被干物质质量的年平均值，但实际测定很难也很烦琐。因此，常常用单位面积的年生长量，或同一树种同一林龄的上层林木的平均高，或者采用该树种的地位级来衡量。对经济林木，也可采用目的产品（如果、花、茎、叶、根）的单位面积产量来表示。在评价土地等级时，也有根据土壤的具体性质和养分数值（如土层厚度、pH值、有机质含量、养分含量、土壤质地等），但这些用于评定的指标必须是影响当地植物生长的主导因子。

### 3 近代土壤学的发展概况

人类从18000年前种植农作物以来，就开始了对土壤的耕作，同时对土壤也作出朴素而简单的认识和总结。我国战国时期的《禹贡》，就根据土壤颜色、质地和肥力特征，将我国九州土壤分为三等九级，是世界上最早的有关土壤分类和分布的著作。秦汉时期的《管子·地员篇》，按土性、土宜和肥力将土壤分成十八类，每类又分为五种。后魏《齐民要术》一书中就有关于旱田耕作和利用绿肥肥田的记载，到了宋、元、明、清时期，一些农书如《农桑辑要》《农政全书》《授时通考》《陈曹农书》和《知本提纲》等，均记载了一些耕作和培肥土壤的技术。这是我国劳动人民对土壤科学的伟大贡献。

从世界范围来看，欧美近代的土壤科学，在近两个世纪的发展过程中，逐渐形成了几个有影响的学派和观点，开始真正形成一门独立的学科。

19世纪中叶，以德国化学家李比希（J. V. Liebig, 1803—1873）为代表的农业化学学派，提出了“植物矿质营养学说”。认为土壤是植物营养的贮藏库，植