

B. T. 肖

土壤物理条件 与 植物生长

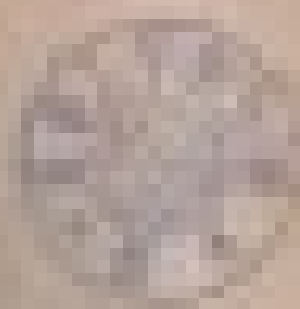
科学出版社

36342

土壤物理条件

张其成

土壤物理条件 与 植物生长



· 1 ·

土壤物理条件与植物生長

B. T. 肖 主編

馮兆林 譯

朱祖祥 袁可能 祝修恒校

科 学 出 版 社

1 9 6 5

B. T. Shaw

SOIL PHYSICAL CONDITIONS AND PLANT GROWTH

Academic Press Inc., 1952

New York

內 容 簡 介

本书为論述有关土壤物理条件对植物生长的影响方面的一本专著。全书共分五章。第一章是把土壤看作为一个物理体系,除論述土壤特性外,还討論了土壤物理特性的改变方法。第二、三、四、五各章分別討論了根系伸入与幼芽出土的机械阻力、土壤水分、土壤通气性和土壤溫度等四个基本土壤因素。各章除首先叙述現象的主要特点、討論了土壤物理特性怎样影响于某一土壤因素外,并就各因素間的相互作用以及它們对于植物生长的意义分別作了评价。

土壤物理条件与植物生长

[美] B. T. 肖 主編

馮 兆 林 譯

朱 祖 祥 等 校

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳門內大街 117 号

北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

*

1965 年 2 月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1965 年 2 月第一次印刷 印张: 15 7/8

精裝: 0001—2,450 插頁: 3

平裝: 0001—2,250 字数: 415,000

統一书号: 13031·2015

本社书号: 3097·13—12

定价: [科七] 精裝本 3.20 元
平裝本 2.70 元

譯 序

“土壤物理条件与植物生长”一书是以美国农学会专集（第二号）的形式于1952年在美国出版的。全书共分五章，每章自成一个专题，由十位著名的美国土壤学家及农地水利工作者，会同有关植物生理学家分工编写而成。根据原版序言中的说明，本书的读者对象主要是土壤物理学及植物生理学方面的研究生或工作人员；从全书的内容来看，这一编辑要求基本上是达到的。我们认为对这本书的正确评价也应当从这一角度出发，即既不能把它看做是纯土壤物理方面的著作，也不能把它看做是单纯为了植物生理学者而写的。严格说来，从近代植物生理的概念来看，书上所阐述的很多有关植物生长的问题，都还没有提高到生理的涵义来讨论，而大部只是一些对表观生长现象的描述而已！

全书除第一章说明土壤的一般物理特性及耕作等措施对土壤物理特性的影响外，其余四章分别讨论了土壤的机械阻力及水、气、热等土壤物理因素对植物生长的关系。五章共列文献约1200条，但几乎全部都是英语文献（主要是美国的，也有一小部分是英国的），某些地方虽然也偶尔提到了一些苏联资料或德、法资料，但总的来看是很不足的，而且所引常常是间接的摘要。鉴于苏、德两国从土壤耕作出发所发表的有关土壤物理特性及植物生长关系的文献数量相当多，因此我们认为作为文献综述来看，这一专集的内容虽已相当丰富，但仍然有不够全面的缺点。

本书的特点之一是它所提供的关于土壤物理特性对植物生长的影响的资料比较具体，这些资料不仅对于土壤工作者和植物生理工作者很有参考价值，而且对于直接从事于农业生产技术指导或作物栽培的人，也可能很有启发意义。人们可以通过这些资料，获得为什么有些植物生长得不很正常，或有些土壤不能很好满足

植物正常生长的需要的綫索。遺憾的是专集中很少从农民的生产經驗出发来闡述某些土壤物理性質对植物生长的关系。

从本书的命題来看，在討論水、气、热等各因素对植物生长的关系时，似乎都应该从土壤这一特殊介質出发，把它們和土壤的物理性質联系起来。綜观全书，不能否認作者們在这方面是作了一定努力的，但也仍然有不少材料直接来自溶液培养的試驗，它們往往只能闡明植物对环境的生理要求，至于这些生理要求如何体現在土壤物理性質上則又是很复杂的另一方面問題，这中間很多都不能简单地凭土壤学知識或植物生理知識来推理，而需要通过土培試驗去驗證。应该指出：这种不能完全切合命題要求的討論的大部原因，是由于学科本身的水平的限制。我們殷切地希望通过本书譯文的出版，国内的有关科学工作者今后能更多地把土壤物理工作和植物生理工作联系起来。

土壤中的許多物理性質是互相制約、互相联系的。例如，水分和空气，以及水分和温度等等都是显著的例子。但在本书里，水、气、热三者对植物生长的关系是分章討論的，而在討論中及介紹材料时对于这种綜合影响又往往注意不够，因此有时就把事情簡單化了。这一点希望讀者們在閱讀时能予以应有的注意。

土壤中的气体、水分和热量經常和近地层的大气进行物質和能量交換，因此土壤中水、气、热状况的改变在一定程度上必然会对近地层大气产生影响，而近地层大气又是植物生长必不可少的物理环境之一，它的改变又必然会影响到植物的生长。由此可見，脫离近地层大气而单单討論土壤物理因素(特別是水、气、热)对植物生长的影响，常常是不易确切的，有时甚至会得出彼此相矛盾的結論。例如二氧化碳含量对根系吸收活动的影响(土壤物理因素)以及对地上部光合活动的影响(近地层大气因素)往往是相反的，而作为一个扩散平衡系，土壤中的二氧化碳和近地层大气中的二氧化碳却是紧密相連、息息相关的。土壤和近地层大气之間这种复杂平衡关系，使得許多土壤物理性質(例如和上例有关的土壤通气性)不仅对土壤本身的水、气、热等物理因素起調节作用，而且还

对近地层大气起制约作用。这进一步说明土壤物理性质和植物生长之间的关系复杂性。要全面地阐述这中间的关系，势必要涉及范围更广泛的新兴学科——即所谓“植物环境物理学”，当然，这不是本书的使命，但由于土壤和近地层大气之间作为植物生长环境的不可分割性，读者在阅读本书时，不能不有这一方面的观点。

在本书的第一章中，有专门一节提到了一些农业措施对土壤物理性质的影响，在以后的各章中，也有一些类似的讨论。从生产角度来看，这些材料都是很宝贵的，遗憾的是作者们对于这方面阐述所使用的篇幅似乎嫌太少了。考虑到我国农民耕作和土壤管理经验的丰实，我们希望读者们在翻阅本书时能多多联系我们国家内的群众经验来进行探讨。

最后想就本书的译校工作作一些说明。本书的译文初稿是已故冯兆林同志的遗稿。1959年冯兆林同志因病逝世，出版社将其遗稿经一番初步整理后，委托给浙江农业大学土壤教研组校订，这时已是1961年。由于原译稿仓卒完成，在不少地方和原著出入过大，或文字上的阻碍使修改时无法处理，因之不得不进行局部重译。这些重译虽然是局部的，而数量却是不少的，特别是在第一、四、五等章节中，审校者的文字可能和原译稿文字在数量上相去不远或甚至超过。正因为如此，所以校稿所占时间也较长，直至1963年秋才完成。但是应该说明的是：限于原来译稿基础及审校人本身的水平，使审校后的文字，从总的来看仍不够顺畅，而在内容方面也可能仍有不少欠妥，或甚至错误之处。现在这一译校稿总算出版了，但和它的原著初版时间相隔已有12年。在这12年中，土壤物理学的面貌已有很大改变，关于植物生长环境的物理学研究也有了很大发展，而在土壤物理条件和植物生长关系方面的研究却仍然开展得不够，国内如此，国际上亦复如此。值此“土壤物理条件与植物生长”的译本出版之际，我们希望它有助于我国这方面研究工作的开展。并通过这方面的研究，使土壤物理工作也能更快地发展起来。我们设想土壤物理工作如果一方面能和植物生长紧密地联系起来，另一方面又和土壤耕作及各种管理措施等联系

起来,則它的战斗性一定会大大加强。从本书原著的序文来看,这可能也是编写委员会当初的意图,只是它并没有充分地体现在内容上而已!

朱 祖 祥

1964 年 11 月于浙江农业大学

序 言

本专集是为了滿足土壤学家、植物学家和农业工程师們,长久以来,在对土壤物理条件与植物生长关系进行精确評价时所提出的要求而編写的。它由美国农艺学会及美国农业工程师协会共同組織的土壤耕性联合委员会編写,其目的是为了訂出測定与評价“土壤耕性”的方法及程序。

从本书的目录及引言里可以看出它的内容。有必要把最后决定本书題材的选择与論述方式的情况叙述于后。下面的材料是从土壤耕性联合委员会的报告中摘录出来的:

1943: 仅仅依靠实际試驗不可能告訴我們深耕心土工作是不是比普通翻耕好,或是普通翻耕是不是比圆盘耙翻好,或是在耕具設計上什么样的改进才算合适。在这些問題上,我們必須先弄清楚在特定的气候条件下某一作物所需要的土壤物理状态究竟是什么,然后才能获得真正的进展。我們必須能够測定在不同土壤的耕作管理下所发生的土壤耕性的改变。

1944: 这个委员会发现有許多研究工作者希望測定土壤耕性,但看来大家都不知如何入手。抱歉的是委员会本身也不能提供精确的标准。

1945: 近几年来对于土壤耕性进行了許多討論。这个委员会每年都提出报告,希望在这方面进行工作。在这些报告中,我們还建議成立一个全国性的土壤耕性研究室。尽管我們說了很多,建議也很多,然而对于如何測定土壤耕性以及土壤耕性如何影响于植物生长所进行的工作依然很少改进。我們相信造成这种情况,是由于研究工作者对于今日在土壤耕性問題研究上所用的方法缺乏热情所致。看来我們應該作一些新的嘗試。

影响土壤生物物理状况的土壤特性,一般都认为是那些影响土壤空气、土壤水分和土壤温度关系的特性。正是因为土壤的团

粒结构的特性和排列对于土壤的孔隙发生着显著影响,而土壤孔隙又控制着土壤空气和土壤水分关系,因此土壤团粒分析方法就被广泛的用来評定土壤物理状况。經驗証明,仅仅依靠这些分析的结果是很难解释作物在土壤中的活动的。例如以土壤透水性来说,同样的透水性可以由不同大小的土壤团粒以各种各样的組合方式所造成,这可能就成为判断分析結果的最大困难。

本委员会曾有这样一种設想,即将整个土壤耕作問題分成若干易于处理的部分。看起来,在开始研究时,与其是研究不同耕具、不同土壤耕作措施或不同輪作制对于作物产量的影响,还不如先研究土壤水分对于植物生长的影响为好。从这些研究开始,接着我們还要研究土壤团粒结构对土壤水分的影响。这样,可能把土壤团粒结构与植物生长之間所存在的間隙連接起来。假如果真是这样,同时其它研究也証明了不同耕作措施对土壤团粒结构的影响,我們也就有可能了解不同耕作措施对于植物行为的影响了。

作为事业的开始,这个委员会相信若能发起編写一本专集,以充分評述我們今天所知道的关于影响植物生长的四个重要土壤物理因素——即土壤水分、土壤空气、土壤温度与限制根系伸入及幼苗出土的机械阻力的知識,那将是一个貢獻。土壤耕性联合委员会的美国农艺学会小組就担負了編写这一专集的责任。委员会中农学会小組的成員为: J. F. 路茲 (J. F. Lutz), E. N. 菲格斯 (E. N. Fergus), T. M. 麦考拉 (T. M. McCalla), M. B. 罗索尔 (M. B. Russell) 与 B. T. 肖 (B. T. Shaw)。而农业工程师协会小組的成員为: M. L. 尼科斯 (M. L. Nichols), A. P. 叶克斯 (A. P. Yerkes), F. A. 庫曼 (F. A. Kummer), R. M. 梅瑞 (R. M. Merrill) 与 I. F. 厉得 (I. F. Reed)。

L. A. 李查茲 (L. A. Richards) 与 C. H. 魏得利 (C. H. Wadleigh) 被約請編写土壤水分与植物生长一章。M. B. 罗索尔、T. M. 麦考拉与 J. F. 路茲同意分別編写土壤空气、土壤温度与土壤机械阻力各章。原先的决定,是把討論范围限于各別土壤因素对植物生长的影响,而不涉及其他,例如土壤水分关系、影响土

壤水分关系的土壤特性，或是不同的土壤耕作措施对于土壤水分关系的影响等问题。初稿完成之后曾送交委员会审阅，修正稿又送交约 25 位专家进行审阅与批评。得到了许多有益的建議。除去对于专题的建議与批评之外，在所有的評語中有一个共同的意見，那就是委员会决定在每一个专题里只涉及到各別土壤因素对于植物生长的影响是不明智的。第二个共同的評語是，在土壤温度及土壤空气各章里，最好也象土壤水分一章一样，取得植物生理学家的合作。

当全体編著者在会议上考虑作必要的修正时，作出了如下的决定：(1)对每章进行修訂，使它不仅討論所涉及的土壤因素本身和影响該因素的土壤特性，而且也討論該土壤因素对植物生长的影响。(2)在本书的开头另增“作为物理系統的土壤”一章，作为其它各章的基础。这章分为两个部分，头一部分是說明土壤的物理特性，第二部分討論土壤物理特性的改变方法。(3)增聘作者参加本书的最后編修工作。这些决定在本专集中得到了反映。但讀者應該了解，本书的重点仍然放在四种基本的土壤因素对于植物的生长影响上。

联合委员会和全体著者們曾作了共同的努力，使不同的专题編写得合乎本书的主题和目的。各章的著者們有充分的自由表达他們自己的意見，并对他們的著作負完全責任。

本书是为了所有关心于土壤物理条件对植物生长影响的土壤学、植物学和农业工程学的学生們而編写的。我們特別向土壤物理研究生和植物生理研究生推荐本书，希望他們能以本书各章所討論的为基础，向前发展，使那些今日认为是由于“恶劣的土壤物理条件”而引起的不正常的植物行为，获得更好的了解。

美国农艺学会、美国农业工程师协会
土壤耕性联合委员会主席
B. T. 肖 (Byron T. Shaw)

引 言

一般都公認土壤物理性質对于植物生长來說是很重要的，但在这一問題上所作的討論有很大一部分是模糊的，属于定性的描述范畴，而且常常缺少事实根据。本书的目的就是要給科学工作者及农业家就这个問題的目前知識提供正确的和权威的評价，并提出那些还需要有更多資料来論証的領域。

著者們理解到將土壤因素很明确地分为若干类别，例如物理学的、化学的和生物学的，那是有困难的。这些因素不但很难根据它們的直接影响来分类，而且大多数的土壤物理現象对于土壤的化学及生物学性質和过程都有重要影响，而后者又轉而影响了植物的生长。土壤，作为一个物理体系的土壤是可以如下的一些性質来描述的，如：顆粒大小、假比重、孔隙度、水分含量、土壤温度和柔性等。本书主要是討論这些土壤物理性質对植物生长的直接影响。此外，这些性質对于非物理性質的土壤因素的若干間接影响，象养分的供給和酸碱度等，也在討論范围之内。

有这样的假定，即所有的土壤物理性質，如假比重、团粒結構、孔隙大小的分布、柔性及其它等等，通过它們对下列土壤性質的作用可以影响于植物生长：(1)土壤水分，(2)土壤空气，(3)土壤温度，(4)对根系伸入和幼芽出土的机械阻力。本书的第一章是把土壤看作为一个物理体系来加以描述的，并也討論了改变土壤物理性質的方法。其余各章分別討論上面所列举过的四个基本土壤因素。在每一章里，首先叙述了現象的主要特点，接着就討論了土壤物理特征怎样影响于某一土壤因素，然后就該土壤因素对于植物生长的意义給以評价。末一章的最后部分討論了四种重要土壤因素的相互作用以及它們和影响植物生长的其它因素之間的关系。

目 录

譯序	vii
序言	xi
引言	xv
第一章 作为一个物理系統的土壤 (L. T. 亚历山大与 H. E. 密德尔頓)	1
I. 土壤的物理性質	1
土壤剖面	10
土壤的骨骼	12
土壤細粒部分	14
代換性盐基对于土壤物理性質的影响	16
有机質	17
土壤結構	18
自然結構单位的分类	19
孔隙度	22
粘盘与結皮	22
硬盘	23
II. 土壤物理性質的改变	24
处女地土壤在新开垦时的物理性質的改变	24
土壤耕作对土壤物理性質的改变	25
特殊措施对土壤物理性質的改变	35
摘要	39
第二章 土壤机械阻力与植物生长 (J. F. 路茲)	42
I. 表土特性	43
土壤質地	43
土壤結構	48
表土的厚度	56
II. 底土或底土层的性状	57

土壤質地、土壤結構与土壤結持度	57
基岩	66
土壤結持度	67
摘要	68
第三章 土壤水分与植物生长 (L. A. 李查茲与 C. H. 魏德律夫)	73
I. 土壤-水分系統	74
II. 在土壤中的水分运动	76
飽和流动	77
非飽和流动	78
水汽在土壤中的扩散	83
土壤-水分运动与植物-根系提取的关系	83
III. 水分在土壤中的积蓄	86
IV. 灌溉与排水	89
灌溉	89
排水	90
V. 土壤中水的物理狀況	91
VI. 測定土壤水分张力的方法	94
控制张力的平板与透膜	94
土壤水分张力計	100
測定高张力的土壤湿度計	103
VII. 土壤水分应力与植物生长的关系	103
必須注意的試驗条件	108
果树的田間試驗	114
其它作物的田間試驗	121
在盆鉢中进行的植物試驗	139
土壤水分应力对植物的膨胀及植物生长的关系的进一步研究	148
VIII. 雕萎百分数的意义	154
IX. 水分进入植物体中	161
植物渗透压計	162

水分进入的机制与过程·····	169
X. 与水分能量无关的土壤水分对植物生长的影响 ·····	191
XI. 土壤水分与植物的矿质营养 ·····	192
在水分过多的情况下·····	192
在田间持水量与萎蔫百分数之间水分范围内的矿质营养·····	201
XII. 土壤水分的供给与植物体内养分的积累 ·····	206
XIII. 土壤水分的变动对微生物活动的影响 ·····	210
XIV. 土壤水分对生理过程的影响 ·····	211
XV. 土壤水分对植物生长各阶段的影响 ·····	219
发芽·····	219
营养生长·····	222
成熟·····	225
XVI. 对干旱的忍耐力 ·····	227
XVII. 植物利用水分的效率 ·····	230
第四章 土壤通气性与植物生长(M. B. 罗索尔) ·····	257
I. 土壤空气的特性 ·····	258
II. 被土壤通气性所影响的土壤过程和土壤性质 ·····	266
III. 土壤通气性与植物生长 ·····	269
IV. 土壤通气性与根部形态 ·····	278
V. 土壤通气性与根部对水分的吸收 ·····	281
VI. 土壤通气性对于植物养分吸收的影响 ·····	283
VII. 土壤通气性与植物病害的发生 ·····	296
摘要 ·····	298
第五章 土壤温度与植物生长(S. J. 李查兹、R. M. 哈根、T. M. 麦考拉) ·····	309
緒論 ·····	309
I. 土壤温度 ·····	311
土壤温度的测定·····	311
影响土壤温度的因素·····	320
土壤热的性质·····	327

影响土壤温度所采用的耕作措施·····	336
被土壤温度所影响的土壤物理及化学性质·····	341
II. 温度及生长过程·····	344
生长的本性·····	344
生长过程与温度的关系·····	345
基本温度·····	367
表示温度与生长关系的方法·····	371
III. 土壤温度与植物生长·····	373
发芽与出苗·····	374
鳞茎、块茎以及类似组织的萌发·····	384
根及其它地下器官的生长·····	386
地上部分的生长·····	419
土壤温度与营养生长·····	420
土壤温度与作物品质·····	437
土壤的极限温度与植物的损害·····	438
土壤温度与植物病害·····	448
IV. 土壤温度与微生物生长·····	452
分布、生长与数目·····	453
有机物质的分解·····	455
氨化作用与硝化作用·····	458
根瘤菌·····	461
土壤团聚体·····	462
V. 土壤管理与土壤温度·····	464
微生物的活动·····	464
作物生产·····	465
結語 B. T. 肖·····	486
索引·····	490

第一章 作为一个物理系统的土壤

L. T. 亚历山大 (Lyle T. Alexander)

H. E. 密德尔顿 (H. E. Middleton)

I. 土壤的物理性质

L. T. 亚历山大 (Lyle T. Alexander)

对某些人来说,土壤是尘埃;对另一些人来说,它是松碎的岩石;对农民来说,它是消耗劳动力以取得经济保障的媒介;而对于全体人类来说,它是衣食的来源。土壤的定义几乎没有加以说明的必要,大家都知道它是陆地上植物生长的自然培养基。由于陆地上植物的分布几乎连绵于两极之间,所以凡植物生长的地方都可以找到发育程度不同的土壤。

土壤对植物提供了扎根的地方,供给它蒸腾所需要的水分,供给它营养所需要的矿物质养料,也供给它新陈代谢所需的氧气。另一方面,在决定土壤的特性上,植物也起了主要的作用。植物和动物是决定土壤特性的五个成土因素之一。这些因素是活的物质、气候、地势、母质与时间。

对所有的土壤学家来说,植物对于土壤的影响是很明显的。Muckenhirn (1949) 等曾总结了草本植被与木本植被对同样土壤母质所产生的不同作用的若干特点,它们所形成的土壤特征迥异。在尤塔省西南依斯科兰沙漠地中,在耐盐植被或喜盐植被披复下及其紧邻地区的土壤,其化学组成的特点就很明显地说明了植被对土壤性质的影响。Roberts (1950) 注意到在某些灌木下的土壤与其株间裸露土壤比较起来,在 pH 值、钠含量与含盐总量上,有显明的差别,而以在矮小坚硬的油藜丛(*Sarcobatus vermiculatus*)