

油橄榄根系与土壤物理 因子关系的研究*

邓明全 朱长进 赵丽华

(中国林业科学研究院林业研究所)

摘 要

通过对油橄榄根系类型、剖面须根的调查和土壤条件的研究,结果表明土壤物理性质是影响根系生长发育的主导因素。在质地粘重、通气不良与生长期多雨的条件下,油橄榄根系均表现为水平根型。而适宜根系生长发育的土壤条件是,砂粒 $>40\%$ 、粘粒 $<30\%$ 、渗透性 $80-150\text{ mm/h}$ 、非毛管孔隙度 $>20\%$ 、坚实度 $2.5-4.5\text{ kg/cm}^3$ 。

关键词 油橄榄; 根系类型; 非毛管孔隙度; 渗透性; 土壤坚实度

油橄榄 (*Olea europaea*) 原产地中海地区, 是世界上著名的木本油料树种。我国引种油橄榄已有20多年历史, 种植油橄榄树400多万株, 年产油量4.5万kg。其原因是油橄榄幼年期生长过快, 结果期发育衰弱, 生理落叶严重, 花芽量少, 座果率低。

研究认为, 生长势弱或早衰, 主要是油橄榄与当地的气候和土壤的适应性有关, 特别当根系发展的空间受到限制时, 生长不好, 甚至很快出现衰败的现象^[1-4]。本项研究旨在探明油橄榄根系的形态变化、生长能力(穿透力); 须根系在土壤剖面壁上分布的深度及其对土壤空间的利用情况。阐明土壤条件、栽培措施与根系的生长发育之间, 根系与产量之间的关系。在综合研究的基础上, 提出油橄榄适生的土壤条件及改善根系生长环境的理论依据。

一、试材与方法

(一) 试 材

试验地设在湖北省武昌、宜昌地区和陕西省汉中盆地6个县共11个试验点。试材选择9-19年生的结果树“佛奥”(Frantoio)、“米扎”(Mixaj)、“卡林”(Kaliniot)、“城固”32号、“九峰”6号品种, 标准株35株, 土壤剖面50个, 分离出了一个完整的根系。研究工作自1983至1985年。此外, 邓明全曾于1984年对意大利中部的皮斯托亚(Pistoia)地区油橄榄园的土壤

本文于1988年元月13日收到。

* 本文属油橄榄增产栽培中间试验的内容之一。承蒙钱耀明副研究员指导并审阅文稿, 张运山、张凤芝、邓辅坤、刘素凤、杨明珍参加部分调查工作, 土壤分析由张衍法、杨斌完成, 并致谢忱。

及18—24年生的“莱星”(Leccino)和“佛奥”油橄榄根系进行了调查。

(二) 方 法

1. 根系调查 根据 Lemke(1956年)的根系命名法,把根系区分为根基、主根、水平根、斜根、心状根^[5]。依各种根系类型生长优势和分布特征,定名为水平根型和复合根型。

根系的形态调查用挖掘法。须根调查用剖面壁法^[6]。土壤剖面设在距树干0.5 m处,挖到无根系分布为止。

2. 土壤取样及测定 土壤取样于根系的稀疏层、集中层和无根层。测定土壤坚实度(TG-1A型坚实度计法);水分物理常数(环刀法);渗透性(渗透筒法)和机械组成(比重计法)^[7]。

二、结果与分析

(一) 根系生长发育与土壤质地的关系

油橄榄的根系状况受土壤质地影响很大。在突尼斯,生长在砂土或砂壤土上的成年树,根深达5—6 m^[8]。而种植在意大利中部壤土上的成年树,根深1.5—2.0 m。根系的水平分布范围通常是冠幅的2—3倍。

我国油橄榄中试园的土壤,质地为粘土的占总面积的55%;粉砂粘土占45%。前者土壤形成于第四纪老红土冲积层。pH值6.1—6.5,有机质0.2—0.45%,城固、当阳等县属于此类土壤。后者由石英砂岩、砾岩等发育而成。pH值5.1—7.3,有机质0.43—0.91%,分布于圻春、鄂州、武昌、宜昌等县的橄榄园中。

1. 根系对粘土的反应 种植在粘土上的11年生“卡林”根系属水平根系类型。主要形态特征为水平根系,粗壮发达(图1、2-a、b),在表土10—30 cm范围内,根径2.3—7.1 cm的水平根有6条,并逐渐向地面延伸;因土壤质地粘重,排水不良使根段长期受水渍以致腐烂;下垂根(图1-f)和斜根(图1-c)数量少,生长弱,遇到硬土层向地上延伸,或因水渍而腐烂。此类根系冠幅大于根幅2倍(图1)。根系分布的土壤体积约3.1—4.0 m³。油橄榄根系的生长主要受土壤粘粒的影响。据分析,油橄榄中试园土壤的粘粒为50.2—60.9%,比意大利中部地区橄榄园土壤粘粒(22.6%)高得多。又因在耕作层下有不透水的粘盘层,根系很难向纵深发展,因而地下部比地上部生长差,产量低。栽植6 a的“卡林”单株年结果量6.7 kg。而7 a后生长逐年衰退,平均每年枝条生长12.6±6.9 cm,生理落叶率50%,以致不结果,在同一土壤条件下的“佛奥”、“城固”32号等品种也出现类似的现象。

2. 根系对粉砂质粘土的反应 生长在粉砂粘土(粘粒25%,粉粒47.7%,砂粒26.4%)上的19年生“米扎”根系,具有复合根型的特点(图2)。此类根系以水平根系居优(图2-b);而斜向生长的心状根(图2-d)及斜根(图2-c)次之。根径9—14 cm的水平根有6条,在表层沿水平方向延伸。由于栽植坑积水,心状根和斜根延到50—60 cm深处向地面伸展。主根(图2-c)可以穿过坑底1 m深处的排水孔道继续延伸。

从根系形态上看,复合根型比水平根型发达的多,分布的空间也大,约占土体6.5 m³。结果期比较长,单株产量也较高。栽植后第8年结果的“米扎”,连续9 a,平均年产果14.3 kg。

由于这种土壤的粉粒含量过高,油橄榄根系的功能仍然受到限制,表现为盛果期短,衰

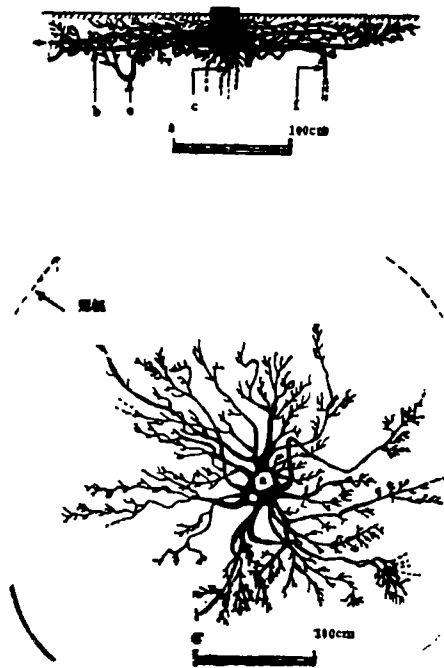


图1 粘土上的11年生“卡林”根系

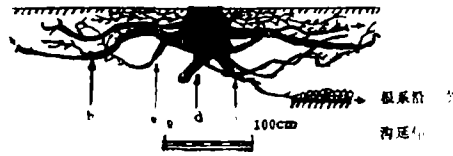


图2 粉砂质粘土上19年生“米扎”根系

(上, 垂直断面图 下, 平面图)

a——根基 b——水平根 c——主根 d——心状根 e——斜根 f——下垂根

老得快。以“米扎”为例, 栽植17 a后, 生长变弱, 生理落叶严重, 即使加强管理, 也很难恢复树势。总之, 在我国粘粒含量>30%或粘粒+粉粒>60%的土壤, 不适宜种植油橄榄^[9]。

(二) 剖面须根与非毛管孔隙度的关系

土壤的非毛管孔隙度主要决定于土壤结构与耕作方式。某些研究认为^[10], 影响油橄榄生长的限制因素, 不是土壤结构本身, 而是非毛管孔隙度的多少。因为非毛管孔隙度直接影响土壤的空气和水分状况以及养分的供应。试验证明, 根系层(10—60 cm)非毛管孔隙度与须根(根径≤1 mm的细根)分布量极为密切。总的趋势是, 随着根系层非毛管孔隙度的增加, 剖面须根强度也相应的增加。根据30个土壤剖面的资料, 须根强度(y)与非毛管孔隙度(x)的线性回归方程(图5)为:

$$y = -2.36 + 0.92x$$

x与y的相关系数为r=0.973, 呈高度相关显著性($r_{0.01[30]} = 0.449$)。

根据上式, 当y值分别为10、15、20、25、30, 则x相应的值是10.3、18.9、24.4、29.8、35.3; 如须根强度为20条根/

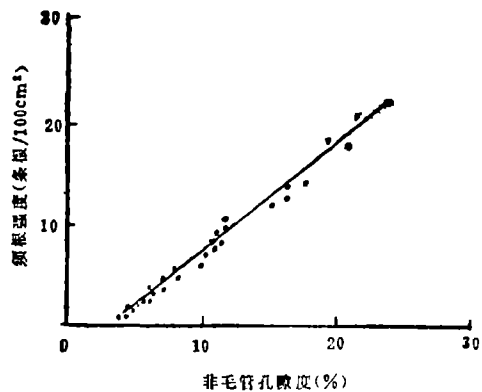


图3 须根强度与非毛管孔隙的相关性

100 cm²，则非毛管孔隙度为24.4%。试验表明，“佛奥”12年生根系分布层，非毛管孔隙度>20%，生理落叶少，生长正常，产量较稳定；非毛管孔隙度<20%，根系延伸受到限制，生理落叶加重，产量明显下降或不结果。

(三) 剖面须根与渗透性的关系

油橄榄根系，要求土壤通气透水性能好。影响土壤通透性因子除质地和孔隙度外，另一个就是土壤的渗透性。特别是在高温多雨的生长季节，由于土壤排水不良而危及到油橄榄的生存。试验测定结果，土壤渗透性150—280 mm/h，剖面须根量30—50条根/100 cm²；80—147 mm/h，18—25条根/100 cm²；30—80 mm/h，11—18条根/100 cm²。剖面须根强度随渗透性提高而增加。用35株树的土壤剖面资料进行回归分析(图4)，其线性方程为：

$$y = 4.56 + 0.19x$$

y (须根强度)与 x (渗透性)的相关系数 $r = 0.957$ ，呈高度的相关显著性($r_{0.01[35]} = 0.418$)。当 y 值分别为10、20、30、40，则 x 相应值是29.4、83.5、137.6、191.6。

从油橄榄生长和结果情况分析可知，土壤渗透性<80 mm/h，剖面须根量<20条根/100 cm²，油橄榄生长不良；渗透性80—150 mm/h，剖面须根>20条根/100 cm²，为油橄榄适宜生长的最佳范围。例如生长在土壤渗透性为136.3 mm/h的“佛奥”，栽植第6年开始结果，连续5 a平均单株年产量最低13 kg，最高25.9 kg，结果早而稳定。

(四) 剖面须根与土壤坚实度的关系

土壤的坚实度是土壤孔隙、结构和质地等物理性质的综合表现，坚实度大小反映土壤物理性优劣，和须根生长状况。根据测定，在剖面须根量最大的层次中，土壤的坚实度最小，表现为剖面须根量随着土壤坚实度的增强而降低的变化规律，其数学回归方程式(图5)：

$$y = 185.54x^{-0.024}$$

其中 x ——土壤坚实度(kg/cm³)， y ——须根指数(土壤剖面某一层次的平均须根条数占总须根条数的百分比)，计算表明， x 与 y 的相关系数 $r = 0.851$ ($r_{0.01[24]} = 0.496$)，呈高度显著性。

根据回归方程，当 y 分别为>80%、50—80%、<50%时，求得的 x 值分别为<2.5、4.1—4.3、>4.3。经调整后，列出须根系分布与土壤坚实度适应性指标(表1)。当土壤坚实度小于2.5 kg/cm³时，须根生长分布良好；2.5—4.5 kg/cm³时，范围适中；大于4.5 kg/cm³时，须根生长不适。

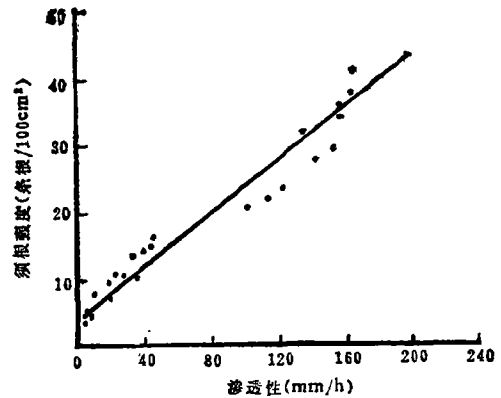


图4 须根强度与土壤渗透性的线性关系

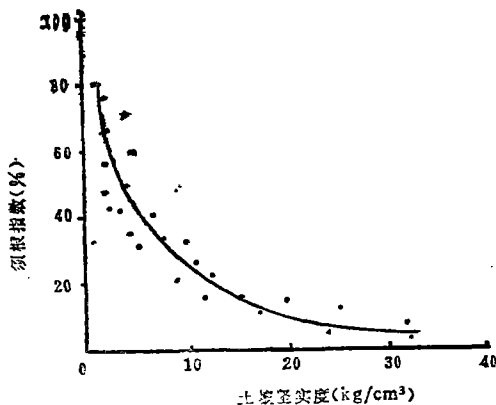


图5 须根指数与土壤坚实度的相关性

表 1 剖面须根对土壤坚实度的适应性

土壤坚实度(kg/cm ³)	剖面须根分布状况	土壤适应性
<2.5	30—90 cm 土层剖面须根量达80%以上	良好
2.5—4.5	30—60 cm 土层剖面须根量50—80%	一般
>4.5	根系集中分布在表层30 cm 以上	差

(五) 扩坑施肥对根系的影响

扩坑施肥是我国栽培油橄榄的主要措施之一,尤其是改良粘重而贫瘠的土壤所采用的重要方法。每年秋季对“佛奥”树盘进行一次环状扩穴,深40 cm,宽60 cm。每株施圈肥100 kg,油渣3 kg。和不扩穴施等量肥的树作对照(表2),扩坑施肥比对照的平均须根强度要高一倍以上,而且同一层次剖面上的须根强度也明显地高于对照。说明扩坑施肥对根系的生长发育是有利的。

表 2 扩坑施肥对剖面须根的影响

处 理	环状扩坑深60 cm + 圈肥				不扩坑 + 圈肥			
	距树干100 cm		距树干200 cm		距树干100 cm		距树干200 cm	
剖面距离 须根数	平均须根强度	指数	平均须根强度	指数	平均须根强度	指数	平均须根强度	指数
剖面深度 (cm)	(须根数/100 cm ²)(%)		(须根数/100 cm ²)(%)		(须根数/100 cm ²)(%)		(须根数/100 cm ²)(%)	
0—10	23.9	16.1	13.6	32.4	14.2	19.3	0.6	3.7
10—20	39.2	26.3	21.6	65.7	33.9	46.2	4.8	29.3
20—30	31.1	20.9	0.70	1.7	12.7	17.5	4.8	29.3
30—40	28.3	19.0	0.1	0.2	10.3	14.0	5.5	33.5
40—50	26.3	17.7	0	0	2.3	3.1	0.1	4.3
50—60	0	0	0	0	0	0	0	0
60—70	0	0	0	0	0	0	0	0
平 均	29.8		9.0		14.7		3.3	

另外,试验结果表明,在质地粘重的土壤上进行扩坑施肥只能在局部范围内促进须根的生长,但不能扩大须根分布的纵深范围。从果树的全部生命周期来看,这一措施对整个根系,主要是骨干根系的生长和分布不能起明显的促进作用。因而地上的生长、结果也得不到积极效果。

三、结 论

1. 油橄榄根系生长情况依土壤生态条件和栽培措施不同而发生变化。种植在砂土或砂壤土上的成年树的根系深达5—6 m。栽植在壤土或粉砂壤土上18—21年生的油橄榄树,其根深1.5—2.0 m,水平根幅大于水平冠幅2—3倍。

在粘土或粉砂质粘土上穴状栽植的油橄榄,由于栽植坑内经常积水,易发生烂根或无根现象,因而表现为浅根型或复合状浅层根型,其根幅小于冠幅1—2倍。当地下生长量(根系)小于地上枝叶量时会引起早衰。

2. 在高温多雨的气候条件下,土壤的物理性质是影响根系生长发育的主要因素之一。适

宜油橄榄生长和结实的土壤条件为砂粒 $>40\%$ ，粘粒 $<30\%$ ，或粘粒+粉粒 $<60\%$ ；渗透性 $80-150\text{ mm/h}$ ，非毛管孔隙度大于 20% ；坚实度 $2.5-4.5\text{ kg/cm}^3$ 。

3. 通过扩坑施肥，可以有限的改良根系区土壤的结构及肥力状况，促进根系生长发育。但是，由于栽培区的气候不宜和土壤质地粘重，仅大坑栽植及扩坑施肥难以提高产量，同时也满足不了经济栽培的需要。因此，今后在油橄榄栽培技术上需要作更大改进，甚至要作特殊的处理，以提高油橄榄在中国生长的适应性。

参 考 文 献

- [1] Morettini, A., 1972, *Olivicoltura*, Romo E. D. Agr., 72—81.
- [2] Hartmann, H. T., 1977, *olive production in California*, Dir. Agr. S. U. C., 22—25.
- [3] FAO, 1980, *China: development of olive production*, Rome, 54—55.
- [4] 贺善安等, 1984, 油橄榄驯化育种, 江苏科学技术出版社, 180—181.
- [5] 向师庆等, 1981, 北京主要造林树种的根系研究, 北京林学院学报(2), 20—21.
- [6] Böhm, W., 1979, *Methods of studying root systems*, Springer-Verleg Berlin Heidelberg New York, 53—57.
- [7] 张万儒等, 1986, 森林土壤定位研究方法, 中国林业出版社, 30—44.
- [8] Baldini, E., 1981, *L'olivo «Frutticoltura anni' 80»*, Grup. Federconsorzi, 73—76.
- [9] Fontanazza, G., 1984, *LA Nuova Olivicoltura*, Camera Commercio Ind. Art. Agr. Lucca, 3—7.
- [10] Troncozo, A., 1986, *Carateres Fisicos Y Quimicos De Los Suelos Ocupados Por Las Variadaes De Olivar De Mesa De La Provincia De Sevilla*, II Coloquio E. M., 147—149.

STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN OLIVE ROOT SYSTEM AND SOIL PHYSICAL FACTORS

Deng Mingquan Zhu Changjin Zhao Lihua

(The Research Institute of Forestry CAF)

Abstract

The purpose of this experiment was to study the soil conditions for olive tree (*Olea europaea* L.) cultivation. By means of investigation on morphological characteristics of olive tree root-system and the fibrous roots appearing on the soil profiles wall, and by the study of soil properties, it was made clear that the physical properties of soil are the dominant factors affecting the development and distribution of olive tree roots. If there is a condition of compact soil texture with a large amount of rainfall and high temperature during the growing season, the root-system of olive tree will develop into flat root-type.

The suitable kind of soil for olive tree roots to grow is one which has more than 40% of sandy particle, less than 30% of clay particle, more than 20% of soil non-capillary porosity, 80-150mm/h permeability and 2.5-4.5kg/cm³ the value of soil compactness.

Key words: *Olea europaea*; types of root system; non-capillary porosity; permeability; soil compactness