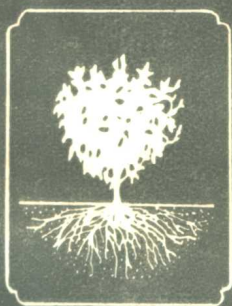


喬灌木的根系

蘇聯 Л.Н.拉赫欽科普

趙興樑譯



中國林業出版社

1955

喬灌木的根系

И.Н.拉赫欽科著

趙興樑譯

中國林業出版社

1955·北京

И. Н. РАХТЕЕНКО
КАНД.ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

КОРНЕВЫЕ СИСТЕМЫ
ДРЕВЕСНЫХ
И КУСТАРНИКОВЫХ
ПОРОД

ГОСЛЕСБУМИЗДАТ
МОСКВА 1952 ЛЕНИНГРАД

喬灌木的根系

(蘇) И. Н. 拉赫欽科著
趙興樑譯

*

中國林業出版社出版
(北京安定門外和平里)
北京市書刊出版營業許可證第 007 號
財政部稅總印刷廠印刷 新華書店發行

*

31×431/32 • 3冊印張 • 90,720字
1955年1月1版
1955年1月1次印刷
印數 1—2,150冊 定價 5,200元

目 錄

序言	1
喬木和灌木樹種根系的研究方法	4
不同立地條件下不同樹種根系的研究	10
莫斯科州普希金林管區森林根系的研究	10
純林中雲杉的根系	15
純林中松樹的根系	18
松樹—雲杉混交林中松樹和雲杉根系的結構	20
松樹—雲杉天然林中松樹和雲杉的根系	25
莫斯科州依凡吉也夫森林苗圃不同混交類型 的人工幼林根系的研究	27
契卡洛夫州布佐羅克松林人工純林和混交林中 根系的研究	48
純林和混交林中松樹與樺木的根系	49
純林和混交林中松樹與接骨木的根系	57
斯大林州大阿納道爾林管區不同混交類型的 人工幼林中橡樹根系的研究	63
斯切普諾夫林管區(阿斯特拉罕州)和薩爾斯克林區 (羅斯托夫州)不同土壤條件下根系的研究	74
斯切普諾夫林管區	75
薩爾斯克林區	87
結論	102
參考文獻	105

序 言

蘇聯的草原區和森林草原區的造林差不多有百年歷史了。在這個時期裏，俄羅斯的林學家們已研究出保證人工幼林在分化期以前有高度成活率及穩定性的植樹、播種和幼林撫育等農業技術。但在分化階段裏，很多情況下，林木的梢枝都枯槁乾萎了。

這種現象的原因一直到今天還沒有被揭發，據我們看來，這是由於對喬木和灌木樹種的根系（在林內條件下），研究得太少的緣故。現在，木本植物的根已被認為具有特別重大的意義，不僅是吸收和運輸水分與營養物質的器官，而且是使物質形成和新陳代謝的特殊反應集中的最重要的器官，這對於植物的生命活動來說是特別重要的。雖然如此，但至今，我們關於根系的瞭解，還很不够。

關於木本植物根系的研究，現在仍把注意力集中在確定垂直根和水平根的最大長度上面，以及集中在通常以烏依維爾（Уивер）法確定它們在土層裏的分佈上面；既沒有調查具有吸收作用的根的數量，也沒有調查其他部份的數量。

在文獻中，根據不同林齡和不同立地條件，對不同樹種在純林和混交林中的根系加以研究的數字資料，幾乎一點也沒有。

所以，作為木本植物抵抗旱災及其他不良條件的主要因子的根系

作用，至今還沒有獲得應有的評價，這是沒有什麼值得奇怪的。

木本植物根系的研究很少，主要是因為尚未研究出這一方面的研究方法。

И·Н·拉赫欽科 (И·Н·Рахтеенко) 和全蘇林業科學研究所生理學部門 (Сектор физиологии Всесоюзного научно-исследовательского института лесного хозяйства) 其他同事們共同設計了一種工具——塊狀切根器 (корнерез)，並研究出一種在純林和混交林條件下調查直徑大小不同的樹根數量的方法。

И·Н·拉赫欽科利用這個方法在各森林地帶進行了無數次的根系研究，同時調查了林木枝幹和葉羣的發育情況。這些研究，在喬、灌木樹種種間相互關係的複雜問題研究上，增加了許多新的和有價值的材料。

И·Н·拉赫欽科的研究揭露了幼林在分化階段枯槁乾萎的原因。因為在分化時，鬱閉純林中的林木根系生長緩慢而葉羣生長迅速，使林木的蒸騰消耗量和根系吸收的水分補充量間失去平衡，結果林木就枯頂和乾萎了。

混交林在分化階段裏發生乾枯現象的，照例是下面這些樹種：根系吸收部份發育比較孱弱的樹種，根系分佈於較深的土層裏的樹種，生根以及開始吸收水分和養料均較遲的樹種。

И·Н·拉赫欽科查明，在混交林中經常出現某一樹種的根系發育是靠另一樹種的根系削弱而加强的現象。這就使後一種樹種在採材林 (жердняк) 階段中差不多完全衰亡下去了。往往也有這種情況，混交林中某一樹種並不損害另一樹種，結果兩種樹種發育得都很好。И·Н·拉赫欽科的工作為下面的結論提供了根據：有根據地選配而成的混交林對不良條件的抵抗力要比純林高得多。

這些原則的正確性，可從下面 И·Н·拉赫欽科工作中的實例得到證實。

И·Н·拉赫欽科在斯大林州大阿納道爾林管區和羅斯托夫州薩

爾斯克林區研究橡樹—白蠟林根系時，查明歐洲白蠟(*Fraxinus excelsior*, L.) 的根系主要是分佈在上層土壤內，而橡樹的根系則入土很深。並且歐洲白蠟纖細的根系比橡樹多得多。這就是與橡樹混交的歐洲白蠟穩定性較高的原因。祇有在保證足夠水分的低地裏或地下水接近地表的區域中，與歐洲白蠟混交的橡樹的發育才令人滿意，而在地下水深的情況下，橡樹却遭到歐洲白蠟的排擠。

在林學家中立到現在還廣泛流行着這種見解：根系深深地穿入土中（但不達到地下毛細管水上升帶）的樹種，對旱災的抵抗力要比根系淺的樹種來得強。И·Н·拉赫欽科的工作却證實了與此相反的規律性。

И·Н·拉赫欽科在不同森林地帶對各種樹種根系所作的研究，證明了廣泛流行着的另一個見解也不合理，即許多木本植物的根都深入土中達15米以上的見解。И·Н·拉赫欽科查明，木本植物根的主要部分都分佈在深達1.5—2.0米的上層土壤內。祇有個別的根深入土中達2米以上，並且這些根主要是分佈在樹根腐爛後形成的孔道裏、土壤裂縫裏和土中昆蟲的走道裏。但是，這些個別的根很少深入土中達5—6米以上，並且針葉樹的根穿入堅實土層的能力要比闊葉樹的根小得多。闊葉樹種（特別是橡樹、樺木和山楊）的根系是利用物理性不良土壤的先鋒，能改良土壤並為森林創造專門的土壤結構。

И·Н·拉赫欽科在結論中指出：松樹—樺木混交林中，松樹的根沿樺木根的走道較深入地伸入土中，乃是常有的情形。布佐羅克松林的松樹—樺木混交林中松樹穩定性的提高也就說明了這一點。

И·Н·拉赫欽科的研究為草原區和森林草原區營造穩定的護田林及工業用橡樹林，擬定迫切需要的混交造林類型打下了基礎。

И·Н·拉赫欽科關於喬、灌木樹種根系研究結果的發表，給困難的乾旱草原條件下營造穩定而生產力高的人工林的工作補充了所缺少的一個重要環節。

А·И·阿赫羅米科教授

喬木和灌木樹種根系的研究方法

偉大的斯大林改造自然計劃的實現，要求在草原地帶營造穩定的和生產力高的森林。爲此，就要全面瞭解喬木和灌木樹種的生物學特性和生態學特性，以及它們彼此之間、與外界環境之間的相互關係。要正確地選擇在草原上營造穩定的森林的樹種，必須以樹木地上部分和地下部分相互作用的詳細分析爲基礎。因此，必須以先進的米丘林科學觀點，來研究喬木和灌木樹種在不同配合情形下、各種不同土壤條件下各個生活時期根的生長。爲了要在造林和幼齡撫育時正確地採取農業技術的措施，對於根系發育和結構特性的知識，同樣也是必需的。可是直到現在對木本植物根系的研究還很少，所以，對林木的地下器官在森林生活中的作用往往是估計不足的。

我國有許多研究家，如托爾斯基（Тольский）、卡欽斯基（Качинский）、古爾斯基（Гурский）、哈里托諾夫（Харитонов）、波格列勃涅克（Погребняк）和科別茲基（Кобезский）等，都會從事過喬木和灌木樹種的根系研究。但有關在森林條件下，依造林混交類型而不同的林木根系結構和發育的實際資料，則幾乎完全沒有。

本書是作者於1947—1951年時期內，在下列地點對人工純林和混交林根系的研究結果。這些地點就是：莫斯科州普希金林管區、契卡洛夫州布佐羅克松林、斯大林州大阿納道爾林管區、阿斯特拉罕州斯切帕諾夫林管區和羅斯托夫州薩爾斯克山地林區（Сальская дача）。

卡欽斯基和烏依維爾的原理，爲我們研究森林中木本植物根系的方法奠定了基礎。

在比較純林和混交林中各喬木樹種根的生長情況時，特別注意要選擇同一類型（指森林植物條件而言）的地段。在選定的地段上、最典型的條件下劃出面積不小於500平方米的標準地。對標準地上所有的

林木進行詳細的調查記載，並確定草本覆蓋物的植物組成。又在選定的標準地上的行間設置一個塹壕，其寬度恰好等於行間的寬度（從樹幹的中央算起），而長度不小於行內相鄰兩株樹木間的距離（圖1）。

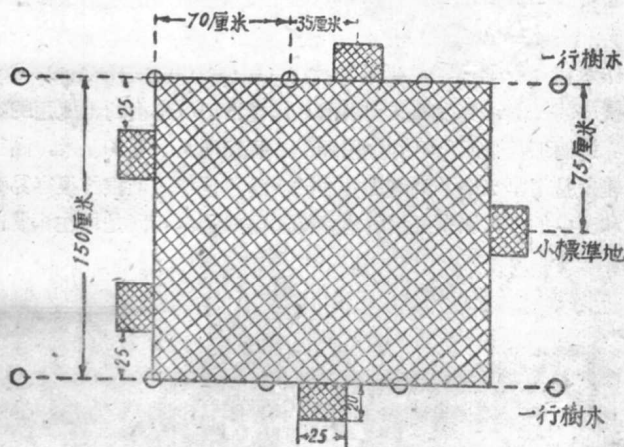


圖1 在林內塹壕和小標準地（切取土塊處）設置圖

塹壕的地點，在能代表這個標準地的中等標準木之間選定。

挖掘之前，將壕界內所有樹木的地上部分都詳細地進行測量，並記載其狀態。

根的重量計算，是按發生層（генетический горизонт）的每10厘米和20厘米深的土層進行的。

爲了將樹根調查得很完全，不僅要調查粗根（骨幹根），而且要調查活動的小根根端。因此，我們採用了兩個方法：一、所有從壕內挖出來的土壤，都要經過5毫米孔眼的篩子篩過，選出根來；二、從每塊5000立方厘米的土壤裏選出根來；用5毫米、3毫米和1毫米孔眼的篩子把土壤裏的根清洗出來。第一種方法主要調查直徑3毫米和3毫米以上的粗根；第二種方法主要調查細根。

爲了從壕裏選出粗根，挖掘土壤是分層進行的，每層深度爲10厘米和20厘米。挖掘時，特別要使壕壁垂直。挖出的土放在壕旁的篩子上；大的土塊被打碎之後，土粒即篩下來，而根却留在篩子上。同時，鬚根（мочковатые корни）的一部分也隨着細碎的土粒篩下來了。

作者和 А·И·阿赫羅米科教授（А·И·Ахромейко）共同設計所製成的一個工具（塊狀切根器），專爲切取帶根的土塊用的（圖2）。這個工具是四角形的金屬箱子，長25厘米，寬20厘米，高10厘米。箱壁是用厚2毫米的鋼皮製成的。爲了使塊狀切根器很容易截切土塊和土中的根，箱壁底邊的邊緣要磨得鋒利。箱底是插在箱壁內側

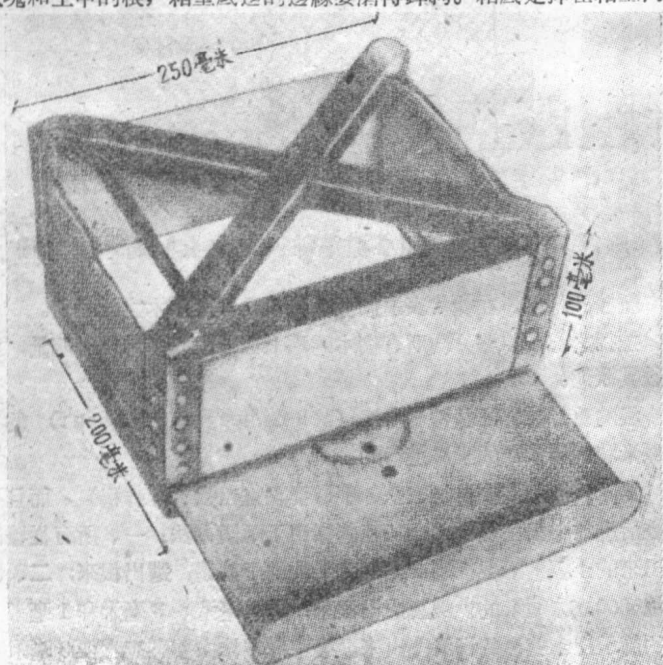


圖2 切取帶根土塊的工具（塊狀切根器）

的凹槽內。爲了保護塊狀切根器在插入土中時不致於有所損壞，應在箱蓋的四角鉗上特製的十字鐵架。

切取土塊，要在壕邊上安置塊狀切根器，使其前壁恰與壕壁相合，然後用木槌把它打進土內，再往切根器底部凹槽內用木槌打進刀板（器底），這樣，土塊就被切斷。爲了使切根器打入土中不致破壞壕壁，要在壕邊範圍內，每按10厘米爲一層來切取土塊。

在土壤很堅實的條件下，用特製的鋼鑿從壕壁上切出土塊，其體積完全與塊狀切根器的體積相等（ $20 \times 25 \times 10$ 厘米）。鋼鑿長150毫米，寬100毫米，厚4—6毫米。爲了選根，切取的土塊要放在3毫米、2毫米和1毫米孔眼的一組篩子上。篩框是木製的，按篩眼的大小順序放置，即3毫米的放在上面，2毫米的放在中間，1毫米的放在下面。這三個篩子再由木框上的鐵鈎聯結成一個箱子，箱上還安有網蓋（網眼大小爲1毫米），蓋上釘有一個把手，所以篩箱共有四個篩子，總高35厘米，全長65厘米，寬35厘米（見圖3）。

爲了從土塊裏洗出根來，需把切出來土塊的全部或一部份放在篩箱上面的箱子裏，並將箱蓋蓋好。然後把整個篩箱放在水中，一方面小心地用手把土團研碎，一方面來回拉動篩箱。

根洗出後，按樹種分別集中，每一樹種又按直徑大小分成三組，即1毫米以下、1—3毫米、3毫米及3毫米以上等三組。後兩組的根歸爲粗根類，前一組的根歸爲細根類。

在區分根的時候，還要分別統計死根、不能識別的植物某些有機殘餘物以及草本植物的根。

經區分後，每一組的根都放進定溫箱內，在溫度 105°C 下進行乾燥，直到重量不變時爲止。辨別樹根屬於那一樹種，這是一件重要的工作。因此，最初要在純林裏的標準地上切取、清洗樹根，取得辨別各個樹種根的實際經驗後，才可開始研究混交林中的根系。

調查小根的土塊，從行間和株間的中央取得的。在林裏設置壕邊及在株間、行間切取土塊的地方，如圖1。每一個壕邊的面積爲2—5

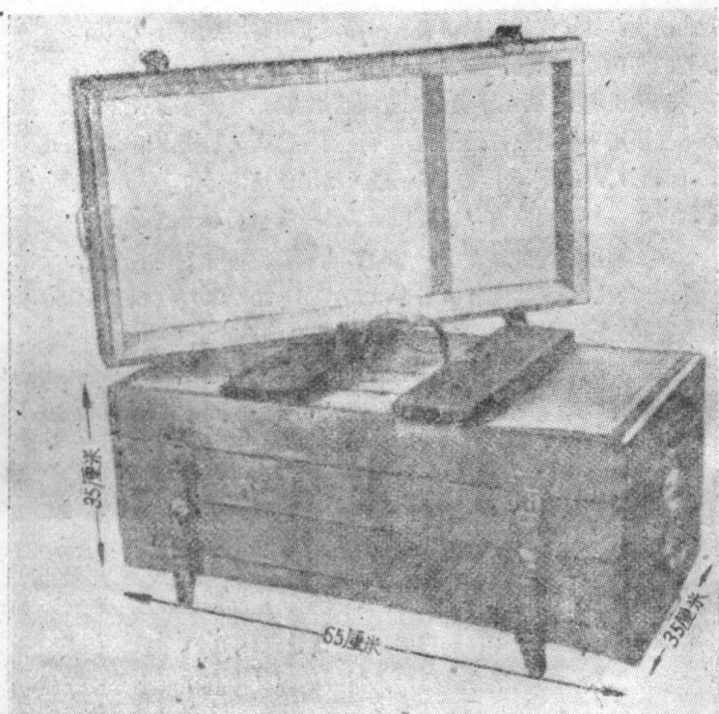


圖 3 洗根用的篩箱

平方米。塹壕多半是挖到根深入土中的深度。

在調查根的數量時，還要詳細記載根的形態，並繪成圖。因此在壕壁上10厘米深土層內的根，要特別仔細用硬錐或穿眼鑿從土壤裏刨出來。然後將10×10厘米方格的鐵絲網繫在這個壁上。刨出來的每個樹種的根以不同的顏色把它們繪在毫米的座標紙上。查明根系結構的一般情況和各土層內根系分枝的特性，查明根向土中伸展的深度以及與其他樹種的根或土壤中舊有孔道相遇的關係。

這裏所引用的根系調查法，是有可能完全統計出單位面積上森林

的粗根及細根，並能求得每株樹木根的平均數量。

爲了確定不同混交方式的人工林中平均標準木的根與針葉重量的比，便掘取了這些平均標準木的根，同時也計算了葉羣（листовая масса）的數量。

這個根系研究方法，是由全蘇林業科學研究所生理實驗室主任 А·И·阿赫羅米科教授參加制定的。

不同立地條件下不同樹種根系的研究

莫斯科州普希金林管區森林根系的研究

1947年，在莫斯科州普希金林管區的烏青斯克施業區（Учинское Лесничество），曾研究過砂黏土上不同類型的人工和天然的雲杉林的根系。

根的研究是在26齡的松樹人工純林、雲杉人工純林和松樹—雲杉混交林中進行的。天然林方面，研究了90齡的松樹、雲杉、樺木和山楊的根系。

爲了進行試驗工作，在人工林中選擇了三個小班，這三個小班的生長條件都一樣，但造林類型不同。

在每一個小班內設置了一個標準地：雲杉純林中的標準地爲第1號，松樹純林中的爲第2號，松樹—雲杉混交林中的爲第3號。

這幾塊標準地上的林木調查因子如表1。

表1 普希金林管區試驗小班上26齡的林木調查因子

標準地 號數	造林類型	組成	疏密 度	樹種	平均胸高直徑 (厘米)	平均高度 (米)	每公頃 株數
1	雲杉純林	雲杉10	0.8	雲杉	11.0	10.3	2,410
2	雲杉—松樹混交林	雲杉5	0.8	雲杉+ 松樹	10.7	10.1	1,270
		松樹5			12.0	11.2	1,210
3	松樹純林	松樹10	0.8	松樹	12.0	10.6	2,400

植被的組成有越橘（Вруслика——*Vaccinium vitis idaeae*, L.）、舞鶴草屬（Майник——*Maianthemum*, 百合科）、蛇莓屬（Земляника——*Fragaria*, 薔薇科）、細辛屬（Копытень——*Asar-*

um europaenum, 馬兜鈴科) 和單株禾本科雜草。植被稀疏, 成塊狀分佈。這三塊標準地土壤的底層都為砂質的灰化黏壤土。

土壤剖面:

A₀—A₁ 層 (0—9厘米) ——腐植質積累層, 黏壤土, 灰色, 疎鬆, 有許多根穿過;

A₂ 層 (9—30厘米) ——灰化層, 黏壤土, 淡灰色, 根系分佈大為減少;

A₂B₁ 層 (30—53厘米) ——黏壤土, 灰色帶赤褐色斑點, 比較緊密, 根系分佈很少;

B₁ 層 (53—104厘米) ——砂壤土, 堅實, 赤褐色, 只有個別幾條根;

B₂ 層 (104—140厘米) ——甚堅實, 黃砂, 具有紅色斑點;

C 層 (140—200厘米) ——大粒砂, 淡黃色, 含有大量的石礫, 無根系分佈。

地勢平坦, 逐漸傾向東南, 小區地形 (микрорельеф) 不太顯著。純林和混交林中的林木全貌如圖 4、5 所示。

林木的行距 1.7 米、株距 1 米。成行混交的松樹—雲杉人工林: 一行松樹, 一行雲杉, 一行松樹等。

為研究根系, 在每塊標準地上設了 2 個整壕。雲杉林中調查根的整壕總面積為 5.3 平方米, 松樹林中為 3.1 平方米, 松樹—雲杉混交林中為 3.2 平方米。為了調查細根 (主要是能吸收養料的小根) 的數量, 從整壕內取出了 20 塊土塊。

除上述人工林的小班外, 還對松樹—雲杉天然林的根系進行了研究。這個天然林小班的面積約 9 公頃, 與上述人工林的歷史條件相似。林分組成: 松樹 5、雲杉 5, 另加單株樺木和山楊; 林齡為 90 年, 疎密度 0.7。幾乎沒有下木 (подлесок) 與幼樹 (подрост) (圖 6)。根據殘留的樹樁可判定, 林齡較幼時, 該林分組成中有較多的山楊和樺木。



圖4 26齡的雲杉人工純林
(普希金林管區烏青斯克林區)



圖 5 26齡的松樹人工純林
(普希金林管區烏青斯克林區)