

土壤環境對喬木與灌木樹種根系發育的影響

И. С. 馬秋克

在此次研究工作中，我們抱定了研究混合林中林木根系發展與土壤構造關係的目的，因為這個問題在混合林營造時在不同樹種的配合上具有重大的實踐意義。同時在平均 1 米（從 0.7—1.5 米）的距離內進行發掘兩株樹的根的工作。工作地點是羅斯托夫州暗栗鈣土區中的全蘇農林水利科學研究所奧布里夫農藝森林土壤改良試驗場（ВНИЛМИ），下面敘述的材料有些是在 1952 年夏，在研究樹木根系時所得到的。

圖版 I，圖 1 所繪示的是生長在起伏地區閉合低地中 37 齡的柞樹和歐洲赤松的根系，而土壤則有下列的構造，表層到 83 厘米是暗灰色密實的砂壤土；由 83—145 厘米為紅棕色緊密的粘壤土層，145 厘米以下變為色棕而密實的砂土，而過渡到 175 厘米處的淡色而帶僞根的原始沙。290—700 厘米是棕而密緊的碳酸性粘壤土，而在 560—640 厘米處為砂壤土的間層，地下水則通過沙層位 710 厘米處。

掘取根系的樹木，其身材為：歐洲赤松胸徑 15.5 厘米，高 13.9 米，柞樹的胸徑為 16.0 厘米高 13.7 米。

由圖 1 可以很清楚的看出，樹木根系的發展與土壤的構造有着密切的關係。在由表層到 83 厘米深的砂壤土中兩株樹的水平根系都發育良好，在鬆散而帶僞根的砂中根系發育微弱。垂直的根有的通過了“過渡層”，有的發育則大大的減弱（松林），因為該層沙土含水量少而不利於根系的發展。當根系進入碳酸性粘壤土層時則開始分枝，而松樹的分枝比柞樹的分枝多。粘壤土層不同的密實度對根的斷面形狀發生影響。有的根看到不同的彎曲形式，土壤中含水量分佈不勻是其中原因之一，因為根向多水的地方發展的結果，便形成了根的彎曲形狀。

因為柞樹和赤松的根系在其生長的整個土壤剖面之內基本上有相似的構造及發展，所以必須認為此兩種樹木之間存在着某種程度上的對水分與養分的競爭。

在圖版I,圖2上看到的,是生長在起伏平原高地的37齡的柞樹與歐洲赤松的根系。土壤構造列下,表層到60厘米深是色灰而密實的沙土,60—100厘米是色紅棕而緊密的砂壤土,再下便是帶有偽根的淡色鬆散的原始砂層。

歐洲赤松高8.6米,胸徑11.0厘米,柞樹的胸徑是8.0厘米,高6.0米,這兒根系的構造有着某些特點。柞樹根軸構造的特點較赤松明顯。柞樹深達325厘米,而松樹深達270厘米。松樹大部分的垂直根系,當進入鬆散的沙層時立即停止了發展,只有其中的幾枝根深入到170厘米的砂土層,並形成了很多的分枝。兩樹的水平根系都發展在表層的沙中,也有一部分發展在壤沙土中。

應該指出此兩種樹木根系發展的重要特徵。圖2中顯明表示出兩種不同的樹根共同的進入沙土,在這種情形下柞樹根靠近於松樹的根,換句話說就是柞樹的根利用了松樹根的已有的通路。但由根的年齡證實,它們進入的時間不同,因為松樹的根是14齡,而柞樹的根是7齡。

在圖版I,圖3上繪的是25齡的克里米亞松樹和柞樹的根系,地勢是起伏的平原,土壤由表層到80厘米深是砂壤土,暗灰色而密實,由80—140厘米是帶紅棕色而又緊密的壤粘土,140—230厘米為淡色的原始沙層,其下乃紅棕色而緊密的碳酸性壤粘土。

25齡的克里米亞松與柞樹的生長幾乎相等;克里米亞松的胸徑11.5厘米,株高5.4米,而柞樹胸徑是11.0厘米,株高5.5米。

由圖版I,圖3看出土壤構造影響樹木根系的發育非常明顯,克里米亞松根系的發育比柞樹的要弱,松樹的水平根系在表層的壤砂土中發育較好,而根軸在鬆散的沙層表面即停止了發育,當根軸一出壤粘土層時便分生了小根,並穿過了整個砂層,而深入到40厘米處的壤粘土。

柞樹根系發育較粗大。水平根系均勻分佈在表層砂與壤粘土的層中,而垂直的根則深達500厘米,同時需要說明,在400—500厘米的壤粘土中含有大量的碳酸鹽。而柞樹則具有很多的細根。按根系的發育未判斷柞樹較適宜於這樣的土壤環境,因而也較克里米亞松為穩固。除了這點以外,並沒有根系彼此相互壓抑的現象。

在圖版I,圖4所繪的是40齡的歐洲赤松與黑楊樹的根系(松樹40齡,而黑楊是由40齡樹根上生長的15齡分生枝),地勢為起伏平原。土壤剖面指出了下列的構造:表層是厚達65厘米的砂壤土,色灰而密實。由65—115厘米是紅棕

色，而密實的壤粘土層。在 115—240 厘米深處則是色淡疏鬆而帶偽根的原始砂。240—320 厘米的土壤是由 10 厘米的砂與 20 厘米的壤粘土的互層所組成。由 320—525 厘米則是色紅棕質地緊密的壤粘土。再下（由 525—580 厘米）又出現了砂與壤粘土的互層。地下水則在 570 厘米深度。

松樹與黑楊的身材是這樣：歐洲松胸徑 18.5 厘米，身高 16.8 米，黑楊則為 19.0 厘米和 17.2 米。

這兩株樹種根系發育方面的共同特點是根軸發育不好。由表層到 115—120 厘米間根軸有着某種程度的發展，但當進入疏鬆而帶偽根的砂層時大半都停止了發展。松樹的根以側根戰勝了砂層而深達 150 厘米，並形成了不多的彎曲。而後垂直的根於 235—320 厘米深處形成了鬚根，並於 240 厘米處出現了茸毛狀的根。鬚根都位於由一層含粘土及粉砂粒粒含量較多的一層向另一層過渡的交界處。必須認為，土壤的機械成分是引起根系發育變化的原因之一，但我們見到的發育最好的根系是在不同機械成分的兩層土壤的交界點，而下面的土層又含有較多的細粒和大量水分的地方。

黑楊的側根在壤砂層中的水平方向在深 250 厘米內，有着很好的發育，向下它分枝為二：一枝成直角而深入土層，另一枝則繼續向水平方向發展。通過砂土層的垂直根系進入壤粘土時，則開始強盛分枝，其中之一的分生根向着另一株松樹的根羣的方向，並沿着它已有的通路繼續着垂直方向的發展，以後垂直進入的黑楊樹的根是 8 齡，而松樹則為 15 齡。另一株歐洲赤松的根在表層壤粘土部分便開始了分枝，並以羣根而穿入土壤中，在此需說明的是該根經 50 厘米後又分成三枝直徑約 1 厘米而長為 30 厘米的根，再往下又重新分枝。而黑楊的垂直根將到地下水時還繼續有力的分枝。

黑楊的根在土壤中與松樹的根相緊密接觸約 50 厘米的距離（在 320—370 厘米處），往下即行分開，很多的分枝隨着土壤的深度變化而強盛下去，在最後到距地下水一米的土層中黑楊的根發育比松樹根要好。很明顯，該層中松樹的根 50% 的死亡是與黑楊根的不良影響有一定程度的關係。

圖版 II，圖 5 上指出的歐洲赤松與疣枝樺的根是由 14 齡的林中掘出的，地勢為起伏平原。而土壤則具以下的構造：表層是厚達 25 厘米的色淡而微密實的沖積沙土。下面（25—90 厘米）埋藏有暗灰色而密實的壤砂土層。在 90—165 厘米深處是紅棕色密實的壤粘土的分佈。再下面（165—300 厘米）是色淡而帶有偽根

的鬆散的原始砂層。自 300 厘米以下土壤轉變為碳酸性色紅棕而密實的壤粘土。

林木的構造不同，位在左邊的樺樹高 7.5 米，胸徑 11.0 厘米，而根則深入土中達 178 厘米。這兒的土壤構造對根系發育的影響很明顯，由表層到 165 厘米的鬆散的沙層中，根具有很明顯的根軸構造。當進入砂層時，松樹的根軸則開始有力的分枝。

松樹位於樺樹的右邊，垂直根軸深入土中達 90 厘米。這株松樹的根系發育微弱，而地上部分的發育也同樣的壞，高僅達 1.25 米，在這種情形下，它的地上及地下部分都生長發育不良，大概是因為過早的受到了樺樹排擠的緣故。

樺樹高 7.9 米，胸徑 9 厘米，該樹的根系構造與另一種松樹比較，樺樹的根在水平方向與垂直方向都有發展，並且垂直根的發展最明顯。水平的根系是分佈於深達 90 厘米的壤砂土中，而垂直根則深入土中 5.5 米或多些，樺樹的根的主要部分是分佈於深沙 3.5—4.5 米的碳酸性壤粘土層中。

圖版II,圖 6 是 15 齡的歐洲松與紅柳的根系，地勢為起伏平原。由表層到 75 厘米是壤砂土，色暗灰，而密實。在 75—135 厘米深處為色紅棕而密實的壤粘土的間層。下一層由 135—285 厘米是色淡鬆散而帶偽根的砂土。再下是由棕色而密實的碳酸性壤粘土所組成。

松樹的根系發育沒有柳樹的好，側根分佈在表層的壤砂土中，而根軸則深達 185 厘米，也就是達到偽根 (иеевдофибр) 分佈的頂部，松樹的高是 5.2 米而胸徑 5 厘米。

紅柳是叢生，包括 7 個平均高 2.8 米的枝。柳樹的根，不論水平方向，不論垂直方向都有發展。水平的根是發育在上層的壤砂土層，而垂直根系則通過了整個鬆散而帶偽根的沙層，並進入壤粘土層而深達 385 厘米。垂直根最大的發展在壤粘土層中被觀察到，在此並開始有力的分枝。因而我們看到，這樣的土壤條件是歐洲松與紅柳根系構造發育的決定因素，這兩種根系在不同的土層中的發育也不一樣。

在圖版II,圖 7 上提供的是 18 齡的歐洲赤松與黃蘆的根系，此區地形為起伏平原。土壤表層是厚 15 厘米的淡色鬆散的沖積沙土。其次 (15—75 厘米) 是埋藏的暗灰色而緊密的壤砂土。下面 (75—150 厘米) 是紅棕色密實的壤粘土層。然後土壤則漸變為色淡鬆軟而帶偽根的原始砂。

松樹與黃蘆的根發育不同，松樹的根系發育在表層的壤砂土層和下面的壤粘

土層中，並彷彿形成了兩個層，當松樹根進入帶偽根的沙層時，發育立刻停止，松樹的高 5.2 米而胸徑 11 厘米。

黃蘆的根主要都發育在表層的壤砂土中，同時個別的根進入鬆散的砂層深於松樹，黃蘆的地上部分高達 2.5 米，因而，按土壤構造的不同而影響了這種樹木根系的發育。

圖版 II，圖 8 說明的是 20 齡的歐洲赤松與黃槐的根系，地勢起伏平原。土壤到 25 厘米深的表層是淡灰色鬆散的沖積沙土。下面由 25—70 厘米為埋藏的暗灰色密實的壤砂土層。再深由 70—120 厘米是壤粘土層，色紅棕而密實。最下面便是色淡鬆散的原始砂。

歐洲赤松的水平根系在壤粘土層中發育最好。垂直的根深入土層達 180 厘米，並在鬆散的砂中開始分枝，松樹的高達 8 米而胸徑為 12 厘米。

黃槐的根主要發育由表層到 30 或 40 厘米的土層中，黃槐的根系在這裏出現了極多細小的彼此交織的鬚根，個別的根深入土中達 120 厘米（到鬆散的沙土）黃槐的株高 2 米。

因為兩株樹的主要根系都分佈於同一層中，主要的是在表層的壤砂土中，所以必須認為是，在它們中間是存在着對養分與水分一定程度的競爭的，同時這種林木的根系隨着土壤深度而變更其本身的構造，這就說明了它與土壤環境的關係由上面引證的材料便可以作出如下的結論：

(1) 喬木與灌木樹種根系的發育與土壤構造存在着直接的關係，主要的是各層土壤中含有的機械成分就成為這種構造的基礎。

(2) 喬木與灌木樹種根系構造與發育最明顯的變異是發生在當由一機械成分不同的兩土壤層交界處附近。

(3) 為了正確地解決在栽培時選擇喬木與灌木樹種的配合問題，需要知道的不僅是地上部分的相互關係，而且也需要知道在不同土壤中林木根系的相互關係。

（徐琪譯自“土壤學”1953年5月號，周邦立校）