

不同土壤介質對木荷苗木生長的影響

沈姿如⁽¹⁾ 盧昕玗⁽¹⁾ 許博行⁽²⁾

【摘要】木荷苗木栽植於五種不同物理性質的土壤介質中，經過9週的生長期後，發現於S₅介質之苗木生長顯著優於其他四種介質，經分析其物理性質得知因S₅介質有較好的排水性，且有較高的孔隙量及較小的容積重，使根系得以發育良好。

【關鍵詞】木荷、土壤物理性質

Effects of Different Soil Media on the growth of Chinese Guger-Tree Seedlings

Tsu-Ru Shen⁽¹⁾ Hsing-Yu Lu⁽¹⁾ Bor-Hung Sheu⁽²⁾

【Abstract】The object of this study was to know the effects of different soil media on the growth of Chinese Guger-Tree(*Schima superba* Gard. et Champ var. *superba*). During nine weeks of cultivation, the seedlings grown in S₅ medium were better than that grown in the other four media. After testing the physical properties of these media, it was easy to find that the S₅ medium of its water percolation rate and soil property were better and bulk density was lower than the other four media. It implied that the seedlings of this species should be planted in a good aeration and drainage medium.

【key words】*Schima superba* var. *superba* soil physical properties.

(1) 國立中興大學森林學系學生。

Student, Department of Forestry, NCHU.

(2) 國立中興大學森林學研究所副教授。

Associate Professor, Institute of Forestry, NCHU.

一、前言

植物對於其生長環境各有其不同之要求，此些環境因素除影響地上部的生長外，土壤介質的各種性質亦會因影響根系的生長，而間接影響地上部的發育。以木荷而言，由過去苗木的栽培經驗中發現其對土壤環境有比較嚴苛的要求，導致種植在不同土壤介質中，其生長情形差異甚大。因此為明瞭木荷對土壤環境之要求性，將木荷苗木栽植於含有不同比例的各種土壤介質中，以觀察苗木在不同物理性質的土壤中生長的情形，同時探討此些不同介質對養分的吸附能力及與苗木生長間的關係性。

二、材料與方法

(一)、植物材料

為避免單親間的差異性，試驗用苗木取自同一單親母樹的種子，經發芽後移植入預先調配並混合完全的介質中。

(二)土壤介質的調配

以風乾細土(壤質砂土：砂粒75.2%，粘粒14.8%，粉粒10%)與三種介質(蛭石、泥炭土、珍珠石)以下列五種體積比均勻混合成五種不同介質：

第一種介質(S₁)為細土：蛭石：泥炭土：珍珠石=2：0：1：0

第二種介質(S₂)為細土：蛭石：泥炭土：珍珠石=2：1：1：1

第三種介質(S₃)為細土：蛭石：泥炭土：珍珠石=2：2：1：1

第四種介質(S₄)為細土：蛭石：泥炭土：珍珠石=2：2：1：2

第五種介質(S₅)為細土：蛭石：泥炭土：珍珠石=0：2：1：2

(三)苗木於不同介質中的培育

在上述各種介質配置完成之後，先以Hoagland Solution 2營養液(Epstein, 1971)400 ml澆灌後，於1994年2月27日將木荷苗木移植其中(每種介質移入10株，計10×5=50株)，此後每盆每週澆完全濃度之Hoagland Solution 2營養液100ml。

(四)介質之性質分析

經調配好的介質分別測定介質的各種物理性質，並於試驗前及試驗結束後分別測定礦質養分濃度。

1. 不同土壤介質之各種物理性質的測定

1). 機械分析

係將介質加熱去除有機質後，加入偏磷酸鈉(NaPO₃)溶液充分攪拌，在不同靜置時間測其比重，求得砂粒、粘粒及粉粒的三相分佈後以得知不同介質的質地。

2). 容重、比重及孔隙量

係先以100ml圓形採樣筒採取各種介質後，分別求得飽和含水率及以素燒板脫水24小時求得孔隙量後，再將土樣飽和水量，以如圖1的滲水試驗裝置求得不同介質的滲水速率，同時以比重瓶求出各種介質之比重。

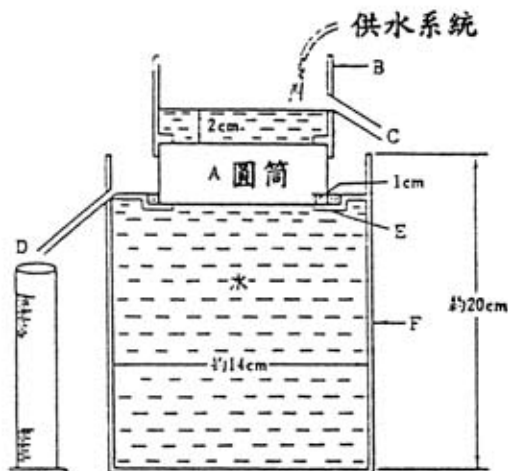


圖1. 滲水試驗裝置

Fig. 1. apparatus of water percolation

2. 礦質養分的測定

礦質養分的測定是參照中華土壤肥料協會主編之土壤分析手冊(1993)中敘述的方法測定，全氮量的測定是以凱氏分解方法，以硼酸溶液捕捉後，以硫酸滴定的方法測定之。陽離子交換能力(cation exchange capacity,CEC)係先以醋酸銨溶液浸出後，再以氯化鈉溶液為浸出液，繼以Semimicro蒸餾裝置進行蒸餾，以硫酸溶液為捕捉液，氫氧化鈉溶液滴定而測定之。交換性鈣及鎂的定量則以經醋酸銨溶液之浸出液，由原子吸光光譜儀(atomic absorption, IL aa/ae 457 USA)測定之。磷酸比色法係以0.1N HCl-0.03N NH_4F 溶液為浸出劑，再以鉬酸銨比色法求得其濃度。

三、試驗結果

(一)介質的各種物理性質

1. 機械分析

各種調配後的介質，經機械分析求得砂粒、粘粒及粉粒的三相分佈以得知其土壤質地，結果如表1所示。

表1. 試驗用不同土壤介質之三相分佈及質地

Table 1. Soil texture of experimental soil media

介質	砂粒%	粉粒%	粘粒%	質地
S ₁	81	11	9	壤質砂土(loamy sand)
S ₂	83	8	8	壤質砂土(loamy sand)
S ₃	69	22	9	砂質壤土(sandy loam)
S ₄	60	31	9	砂質壤土(sandy loam)
S ₅	36	51	13	粉質壤土(silt loam)

此五種土壤介質中，S₁與S₂同為壤質砂土，S₃與S₄同為砂質壤土，S₅則為粉質壤土。依三相分佈而言，S₅含有較細緻的土粒(即粉粒及粘粒含量較高)，S₁及S₂則含砂粒較高。

2. 容積重(bulk density)、比重及孔隙量(porosity)

依所求得之各種資料，計算不同土壤介質的各項物理性質，列表2。

表2. 不同土壤介質之物理性質

Table 2. Physical properties of different soil media

介質	滲水速率(ml/min)			容積重 (%)	孔隙量(%)			最大含水量(%)		最小容 氣量%
	5min	15min	平均		coarse	fine	total	重量	體積	
S ₁	5.73	17.20	11.47	90.69	36.59	25.18	61.77	60.32	54.70	7.07
S ₂	14.13	37.80	25.97	60.50	39.44	33.48	72.92	104.58	63.27	9.65
S ₃	38.67	97.67	68.17	54.40	27.95	44.96	72.91	82.65	44.96	27.65
S ₄	33.00	81.67	57.34	54.08	58.48	14.29	72.77	73.06	39.51	33.26
S ₅	160.83	313.17	237.00	12.01	48.38	31.13	79.51	430.64	51.72	27.79

由表2中，明白顯示S₅介質之滲水速率顯著快於其他四種介質，而其容積重則為最低。孔隙量雖亦以S₅介質為最高，惟與其他四種介質比較則較無明顯的差異，最大容水量亦以S₅介質最高，而最小容氣量則以S₃、S₄及S₅介質顯著高於S₁與S₂介質。

(二)礦質養分含量及陽離子交換能力

試驗前及試驗後土壤介質中的各種礦質養分及陽離子交換能力之分析結果如表3及表4所示。

表3. 試驗前(即苗木栽植前)土壤介質的各種礦質養分及陽離子交換能力

Table 3. All kinds of mineral nutrition and CEC of soil media before being growing seedlings.

介質	全氮量 (%)	陽離子交換能力 (meq/100g 乾土)	鈣含量 (mg/g乾土)	鎂含量 (mg/g乾土)	有效性磷含量 (mg/g乾土)
S ₁	0.0783±0.0065 ^a	16.3233±3.7968 ^a	0.1393±0.0224 ^a	0.0803±0.0153 ^a	0.0143±0.0024 ^a
S ₂	0.0717±0.0064 ^a	16.0433±0.2933 ^a	0.1203±0.0054 ^a	0.0623±0.0032 ^a	0.0180±0.0015 ^{a,b}
S ₃	0.0765±0.0049 ^a	39.7533±7.5262 ^b	0.1520±0.0242 ^a	0.0850±0.0148 ^a	0.0163±0.0012 ^a
S ₄	0.0780±0.0065 ^a	26.9050±6.3450 ^{a,b}	0.1530±0.0230 ^a	0.0860±0.0135 ^a	0.0147±0.0020 ^a
S ₅	0.0990±0.0057 ^b	79.9567±8.9649 ^c	0.1337±0.0018 ^a	0.0780±0.0015 ^a	0.0267±0.0052 ^b
F value	2.6031	19.0030	0.5616	0.6999	3.2193
Prob.	0.1002	0.0002	0.6960	0.6094	0.0609

註：abc英文字母表各項測定中各介質土壤經t檢定分析之結果，不同字母表差異顯著(p≤0.05)

依表3所示，在苗木栽植前，各種土壤介質之全氮量以S₅介質最高，且顯著高於其他四種介質。有效性磷含量雖以S₅介質較高，惟五種介質間差異不顯著。鈣及鎂含量則五種介質間亦無顯著差異。五種介質間以陽離子交換能力差異最明顯，其中以S₅介質顯著優於其他四種介質。

表 4. 試驗結束後(即最後一次苗木調查結束後)土壤介質的各種礦質養分及陽離子交換能力
Table 4. All kinds of mineral nutrition and CEC of soil media after the last investigation

土 型	全氮量 (%)	陽離子交換能力 (meq/100g 乾土)	鈣含量 (mg/g乾土)	鎂含量 (mg/g乾土)	有效性磷含量 (mg/g乾土)
S ₁	0.0927±0.0023 ^a	0.6400±0.1704 ^a	2.8140±0.2614 ^b	0.3543±0.0075 ^a	0.0030±0.0008 ^a
S ₂	0.0983±0.0062 ^a	1.0500±0.6000 ^a	2.6503±0.2082 ^b	0.4227±0.0182 ^b	0.0027±0.0012 ^{ab}
S ₃	0.1073±0.0100 ^a	24.4200±0.3900 ^b	3.0920±0.2124 ^c	0.5353±0.0245 ^c	0.0037±0.0008 ^{ab}
S ₄	0.1093±0.0055 ^a	35.3967±1.3530 ^c	2.4930±0.0959 ^a	0.4740±0.0150 ^b	0.0057±0.0005 ^{ab}
S ₅	0.1910±0.0058 ^b	42.7467±0.1567 ^c	3.0070±0.0841 ^b	0.7783±0.0222 ^d	0.0075±0.0007 ^b
F value	39.1676	67.1858	3.4540	67.1858	2.1235
Prob.	0.0000	0.0000	0.0566	0.0000	0.1524

註：abcd英文字母表各項測定中各介質土壤經t檢定分析之結果，不同字母表差異顯著(p≤0.05)

在表4中，顯示S₁至S₅介質之全氮量呈依序增加，而以S₅介質顯著高於其他四種土壤。陽離子交換能力由S₃介質起即顯著增加，而以S₅介質含有最高的陽離子交換能力。鈣含量以S₃介質最高，但五種介質間差異不大。鎂含量以S₅介質顯著高於其他四種土壤。有效性磷含量亦以S₅介質最高，惟五種介質間差異亦不顯著。經比較試驗前及試驗後不同介質的礦物元素的含量，可明顯發現試驗前(即尚未澆灌Hoagland solution)除S₅介質具有較高的陽離子交換能力外，其餘不同介質的養分濃度差異不顯著，惟經試驗後，其間的差異性變大，而以S₅介質最優，顯見S₅介質對礦質養分有較好的吸附能力。

(三)苗木之生長

五種不同土壤介質中之木荷苗木的苗高生長之量測是自1994年3月17日至1994年5月13日間，每3週量測一次，其結果分述如下：

1. 第3週

苗木生長至第3週時，已可顯現出在不同介質間的生長情形(如圖2)，即以S₅介質之苗木生長最好，其平均值為3.80cm，顯著高於生長於其他介質者。

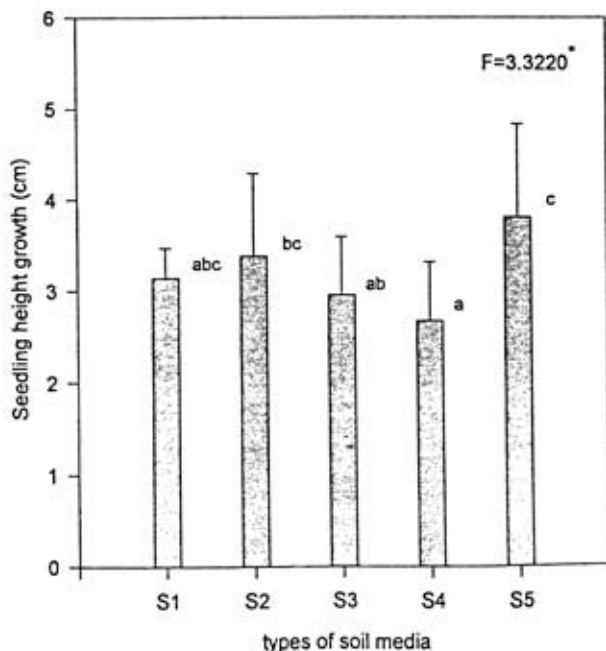


圖 2. 不同介質之苗木生長情形

Fig. 2. Effects of different soil media on seedling growth

2. 第6週

苗木生長至第6週時，除S₅介質外，其他四種介質之苗木已有枯死的現象，苗木在各介質土壤之生長情形分述如下：

- (1)S₁介質：自第4週開始，即有苗木大量枯死，至第6週時，僅餘3株苗木存活，且苗木已停止生長。
- (2)S₂介質：自第5週起，苗木逐漸枯死，至第6週苗木已枯死3株，其餘苗木苗高平均4.40 cm。
- (3)S₃介質：苗木生長至第6週為止，苗木枯死的現象較不嚴重，僅枯死2株，其餘苗木平均苗高為3.30cm。
- (4)S₄介質：苗木生長至第6週時，已有2株苗木枯死，平均苗高為3.26cm。
- (5)S₅介質：苗木皆成活且生長較良好，平均苗高為5.50cm。

3. 第9週

苗木生長至第9週時，其生長情形差異更大，S₁介質之苗木已全部枯死，S₂介質僅餘1株，S₃介質僅餘4株，S₄介質僅2株，而S₅介質之苗木生長較好，其平均苗高為7.24cm。由此三次的調查結果，可明顯的發現木荷苗木生長在不同的土壤環境中有很大的差異，以生長於第五種介質(S₅)中之苗木不但未枯死，且生長情形較正常。

四、討論

由試驗的結果而言，土壤物理性質中的滲水速率、孔隙量及最大含水量(重量百分比)的大小對木荷之生長有極大的影響性，由表2中，發現S₅介質的上述三種物理性質顯著大於其他四種介質，造成生長於S₅介質之苗木為五種介質中表現最好者。

土壤質地對於水分和植物養分之吸收有很大的影響，質地細緻的土壤較砂質土較能保存水分，也有較多的礦質及可溶性養分，亦即粘質壤土或其他質地較細緻的土壤比砂質土含有更多的膠體物質，可保有較多量的有效水及礦質養分(Midgley, 1937)。由本試驗結果得知S₃、S₄及S₅介質屬於質地較細緻的土壤(表1)，故其保存水分和礦質養分(表4)的能力均較佳，尤其是S₅介質。

介質容積重的大小會影響植物根部的延伸及穿透的能力，植物若處於高容積重之土壤中，根之延伸及穿透僅局限於縫隙中，而無法遍及整個土壤區域(Patterson, 1976)。同時也影響水分的吸收，致使植物僅能利用根部周圍的水分至耗盡(Kramer and Kozlowski, 1979)。本實驗中S₁~S₄介質之容積重顯著高於S₅介質，此或許是造成苗木於S₅介質生長較正常，而生長於另四種介質之苗木則表現不良甚或枯死。

綜合上述，對木荷苗木的栽培而言，在礦質養分為非限制因子的情形下，土壤物理性質是苗木生長良劣的重要因素，因為即使在苗木生長不良之介質(S₁~S₄)中，依然施於相同的營養液，因此不應有養分匱乏之慮，故S₅介質之苗木生長較好的原因應是其土壤的滲水速率及孔隙量均為五種介質中最大者，因而具有較良好的排水性，且因S₅介質容積重較小，使根系生長良好，致苗木生長較佳。

五、參考文獻

1. 中華土壤肥料協會主編1993 土壤分析手冊 p.4-1~4-7, 10-1~10-4, 13-1, 14-1, 16-1.
2. 金恆鏞 1989 森林土壤的性質與經營 國立編譯館 p.120-129, 130-140.
3. 胡弘道 1988 森林土壤學 國立編譯館 p.75-79, 93-97, 251-267.
4. Epstein, E. 1971 Mineral Nutrition of Plant: principles and perspectives 歐亞書局 p.29-51
5. Kozlowski, T. T. Kramer, P. J. Pallardy, S. G. 1991 The Physiological Ecology of Woody Plants Academic Press, Inc. p.303-337
6. Kramer, P. J. and Kozlowdki, T. T. 1979 Physiology of Woody Plant Academic Press, New York. p.549
7. Midgley, A. R. 1937 Modification of chemical composition of pasture plants by soils J. Am. Soc. Agron. 29(6):498-503
8. Patterson, J. C. 1976 Soil compaction and its effects upon urban vegetation. U.S.D.A. For. Sev. Gen. Tech. Rep. NE NE-22, 91-101.