

塩分濃度及不同肥料對楓香幼苗生育之影響

Effects of Salt Concentration and Different Fertilizers on the Development of Fragrant Maple Seedlings

摘要(Summary) 張家達

楓香不宜陡坡地帶造林，適於平原及山谷栽植。臺灣西海岸之海埔地總面積約有 5387 公頃，楓香是否適合栽植於含塩分之海埔地，以美化環境及增加經濟價值，其育苗及造林均有研究之必要。本試驗係以本省自採之楓香爲對象，由相同大小之苗齡（2 個月），以不同種類肥料（6 種）及不同塩分濃度（0、1200、2400、3600 ppm）處理進行試驗，並採用複因子之完全逢機設計。

處理後，苗木之莖高生長殊遭肥料種類及塩分濃度所影響，且均呈極顯著反應。施完全營養液者最佳，施人尿溶液者次之，施植物活性劑及缺鉀者均差。以食塩濃度而言，1200 ppm 及 2400 ppm 者尚佳，3600 ppm 者則有塩害。莖徑發育亦與肥料種類呈極顯著之相關性，與食塩濃度則呈顯著性。施完全營養液者最佳，施人尿溶液者次之，缺磷、缺鉀者殊影響莖徑發育。食塩濃度對莖徑呈顯著性效應，1200 ppm 者較未加食塩者佳，3600 ppm 者最差。肥料種類對苗重呈極顯著之效應，施人尿溶液者與施完全營養液者無顯著之差異，施植物活性劑、缺鉀者殊影響苗重。食塩濃度對苗重無顯著之效應，但 1200 ppm 及 2400 ppm 者較未加食塩者佳，3600 ppm 者最差。

對根系之發育而言，肥料種類及食塩濃度對主根長均具極顯著之效應，缺氮者對主根長及側根之效應均佳，但對地上部之發育效果較差，施完全營養液者次之，施人尿溶液者又次之，施植物活性劑、缺磷、缺鉀者均差。根系在 1200 ppm 中之發育尚佳，但超過 2400 ppm 時，即發生不良現象，主根漸短，側根漸少。

楓香苗木缺磷或缺鉀之不良影響較缺氮者爲著，除影響根系及地上部之發育外，其病症亦顯現於葉部。就本試驗之結果而言，楓香幼苗生育於施完全營養液未加食塩，施完全營養液含 1200 ppm 食塩，施人尿溶液未加食塩，施人尿溶液含 1200 ppm 食塩者較爲理想；生育於施完全營養液含 2400 ppm 食塩，施人尿溶液含 2400 ppm 食塩者尚佳。由此獲知楓香適於海埔地造林。

一、前言(Introduction)

楓香 (*Liquidambar formosana* Hanse) 係溫暖帶樹種，性喜濕潤肥沃之土壤，瘠地雖可生長，多發育不良，故不宜陡坡地帶之造林，多爲平原及山谷地帶造林。其造林方法多用種子苗栽植，一般於十月間採取成熟種子，俟翌年春二、三月播種於苗床，約經半個月即可

發芽。

農發會為增加耕地面積，決定從六十六年度起，在六年經建期間，開發北門、新塭、海豐、香山、崙尾及大城等海埔地計 3917 公頃。臺灣西海岸海埔新生地，北自桃園南崙，南至高雄新蓬港，總面積約 5387 公頃。雲林縣海豐區將作鹹淡水魚塭及水田各半，新竹縣香山區將利用作魚塭及水田，彰化縣崙尾區將利用作魚塭及水田，彰化縣大城區將利用作蔗田。楓香適於平地造林，是否亦適合栽植於海埔新生地，其育苗及造林均須研究，以應需要。

造林所用苗木適當與否，不僅關係造林費用且為造林成敗重要關鍵之一，故有育成健全苗木之必要。林木對於養分之需要量視年齡而異，Rammann 氏 (1967) 曾謂林分於幼年及中年時代輒需吸收大量養分，其後則隨年齡之增加而減少。苗圃土壤於每一單位面積上之苗木株數多，致大量消耗肥料元素，故在苗圃經營上，合理施肥為促進苗木生長及改良品質之最有效方法。擬在海埔地栽植楓香，須先探求其是否耐鹽鹼性，生長是否迅速及根系是否發育良好等。

礦質養分各要素過多、缺乏或各元素相互間失去平衡時，苗木易發生營養障礙，有些顯現症狀，或潛伏苗體，阻礙生長。苗木對於養分之需求，有其最適範圍，不論過多或缺乏均足影響其發育，過多則導致毒害。例如松樹幼苗針葉變為紫色，主由缺乏 P_2O_5 所致 (Nemec, 1936)，德達松 (loblolly pine) 及短葉松 (short-leaf pine) 由於缺鋅 ($< 0.1 \text{ ppm}$)，致使二者顯現病徵相同之小葉病 (Wilson, 1953)。德達松及濕地松幼苗於缺硼之際，致頂端分生組織停止生長，莖上部膨脹，接近頂芽部分之幼小針葉陷於死亡 (Ludrook, 1940) 據 Benseid (1943) 氏之研究；氮之供給量由 200 至 250 ppm 時，幼苗之莖高及莖重亦隨之增加，如超越上述之供給量，二者皆趨減退。故欲培育健全之苗木，需適時施適量濃度之肥料。Pharis 氏 (1964) 等曾作 N10, 50, 125 及 300 ppm 各種不同濃度對一年生德達松幼苗生育影響之試驗，以生育於 50 ppm 中為最佳，10 ppm 呈現不足之症狀，濃度增至 300 ppm，不僅對幼苗無甚效應，且易罹旱害。據芝本武夫氏 (1948) 之研究，一般林木幼苗水耕液各成分之濃度，N 為 60~80 ppm K_2O 為 40 ppm， P_2O_5 為 20 ppm，CaO 及 MgO 各為 60 ppm， Fe_2O_3 為 5 ppm。

至於鹽分對各種樹木幼苗生育之關係，前人亦曾有研究。就鹽分散佈 (salt spray) 而言，Fowells 與 Krauss (1959) 曾分析德達松 (*Pinus taeda*) 及維吉尼亞松 (*Pinus virginiana*) 氮及磷之養分變化情形，根系於介質鹽分濃度增高時，針葉中之氮及磷濃度亦隨之增高。Spotts, Altman 與 Staley (1972) 發現美國西部黃松 (*Pinus ponderosa*) 之梢枯病 (tipburning) 係由施用各種不同濃度之氯鹽所引起。不同科屬間，屬內種間，種內變種 (varieties)、品系 (strains) 及後裔群 (progeny groups) 間之耐鹽性各呈差異。Grillot (1956) 謂：無患子 (*Sapindus utilis*) 最具耐鹽性，白楊 (poplar)、桉樹樹種 (*Eucalyptus globulus*, *E. robusta*, *E. occidentalis*) 及木賊葉木麻黃 (*Casuarina equisetifolia*) 為中等耐鹽樹種，而黑胡桃 (walnut) 之耐鹽性最弱。甘偉航

(1968) 謂；海岸地區塩風(salt storm wind)之爲害中，塩分常致林文枝葉產生壞疽，終至脫落，甚或全株死亡。陳振威(1956)謂：木麻黃之所以成爲臺灣海岸防風，防潮林之主要樹種者，是因爲其栽培容易，生長迅速，尤耐塩風及乾旱貧瘠地所致。

本試驗研究之目的，在探討礦質養分各元素濃度，氮、磷、鉀之缺乏，適量之植物活性劑，尿濃度及塩分濃度對楓香幼苗生育之影響，尋覓適宜之肥料種類，施肥量，施肥次數及塩分濃度，以促進楓香幼苗之生長及改善品質，並觀察楓香對塩分之適應程度，藉供育苗及造林二者之參考。

二、材料及方法(Materials and Methods)

本試驗，營養液共分6級，即完全營養液(代號C)，-N，-P，-K，500倍植物活性劑溶液(Start~代號S，成分爲維他命B群，Fe及其他微量元素)及普通人尿之20倍稀釋液(代號U)等。培養液各元素之濃度(植物活性劑、人尿除外)如表1所示，普通人尿之成分則如表2所示。食塩在上述營養液中之濃度分爲4級(n_0 爲0、 n_1 爲1200ppm、 n_2 爲2400ppm、 n_3 爲3600ppm)。

試驗設計採用 4×6 複因子完全逢機設計，肥料與塩分共爲24組合，每一組合重複3次，共爲72個砂耕盆(每個高14cm，直徑16cm)。播種及砂耕用砂均取自新竹頭前溪之河砂，其粒徑爲0.75~1.5mm。河砂成分之分析法，係以100g砂用20%檸檬酸(citric acid)抽出，鉀用焰光計(Flame photometer)，鈣及鎂用原子吸收光譜儀定量，其成分元素如表3所示，砂內缺少氮、磷。民國70年3月20日播種於室外砂地，半個月後陸續發芽。5月15日移植於砂盆，每盆栽植1株幼苗，置於溫室中生長，以備觀察。

每一砂盆之排水及通氣均良好。5月25日開始施肥，幼苗栽植初期1個月每株每次施肥料溶液24ml，1個月後每株每次施48ml。每週施肥1次，以滴入法(drip culture)將肥料溶液連續滴於砂上。另外，晴天每日適量灌水1次，陰天則隔日灌1次。新竹地區自來水所含元素：民國70年3月份，鈣爲43ppm，鎂爲8.6ppm，鉀爲8.3ppm，鐵爲0.01ppm以下，pH值爲6.8。其他月份亦大同小異。(臺灣省自來水公司第三區管理處檢驗室)。本試驗於70年12月25日結束，試驗期間共281日。

表1 楓香幼苗培養液之濃度

肥料 (Fertilizer)	元素 (Element)	培養液濃度 (ppm)
NH_4NO_3	N	50
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	P_2O_5	30
KCl	K_2O	40
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	CaO	20
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	MgO	20
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Fe	3
H_3BO_3	B	0.5
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Mn	0.1
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Cu	0.02
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Zn	0.05

表2 普通人尿之成分

物質	%	物質	%
肌酸酐 (creatinine)	0.1	鈣	0.01
尿素	2.0	氯化物	0.6
硫酸	0.18	鈉	0.3
磷酸	0.29	氨	0.04
鉀	0.15	尿酸	0.05

表3 頭前溪河沙之成分元素

元素	100g 砂中含量 (meq)
available K	0.13
available Ca	0.25
available Mg	0.11

三、結果與討論(Results and Discussions)

(一) 莖高生長

楓香幼苗生育於完全營養液施肥(C)、缺氮(-N)、缺磷(-P)、缺鉀(-K)、植物活性劑(S)、人尿(U);完全營養液含 1200 ppm 食塩、缺氮含 1200 ppm 食塩、缺磷含 1200 ppm 食塩、缺鉀含 1200 ppm 食塩、植物活性劑含 1200 ppm 食塩、人尿含 1200 ppm 食塩;完全營養液含 2400 ppm 食塩、缺氮含 2400 ppm 食塩、缺磷含 2400 ppm 食塩、缺鉀含 2400 ppm 食塩、植物活性劑含 2400 ppm 食塩、人尿含 2400 ppm 食塩;完全營養液含 3600 ppm 食塩、缺氮含 3600 ppm 食塩、缺磷含 3600 ppm 食塩、缺鉀含 3600 ppm 食塩、植物活性劑含 3600 ppm 食塩、人尿含 3600 ppm 食塩等施肥砂盆者,其莖高生長如表 5 所示,其發育情形則如圖 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24 所示。

表 4 施肥 7 個月後楓香幼苗之莖高

食塩濃度 \ 肥料	平均莖高 (公分)					
	C	-N	-P	-K	S	U
n ₀	32.53	25.03	22.93	16.93	20.50	28.40
n ₁	30.50	26.30	17.66	14.16	15.20	19.43
n ₂	27.26	19.13	15.96	14.10	15.26	25.73
n ₃	21.16	12.30	11.63	12.43	14.33	19.13

肥料種類及塩分濃度對於楓香幼苗,施肥 7 個月後莖高生長之作用,如上表所示;茲再進行變方分析如表 5。

表 5 施肥 7 個月後楓香幼苗莖高之變方分析

變異原因	自由度	平方和	均方	實測 F 值	理論 F 值	
					5%	1%
處理	23	2594.37	112.79	4.83	1.77	2.24
肥料種類	5	1515.32	303.06	12.99	2.41	3.43
食塩濃度	3	772.45	257.48	11.04	2.82	4.22
肥料種類×食塩濃度	15	306.60	20.44	0.87	1.91	2.49
機差	48	1119.83	23.32			
總和	71	3714.20				

據表 5 所示，肥料種類與楓香幼苗之莖高，係呈極顯著之相關，再經鄧肯 (Duncan) 多變域顯著性測定，其結果如表 6 所示。

表 6 肥料種類對楓香幼苗莖高之顯著性測定

處 理	C	U	-N	-P	S	-K
平均值 (公分)	27.86	23.17	20.69	17.04	16.32	14.40

註 1： 差異不顯著；……………差異顯著；空白部分極顯著。

據表 5 所示，食塩濃度與楓香幼苗之莖高，係呈極顯著之相關，再經鄧肯 (Duncan) 多變域顯著性測定，其結果如表 7 所示。

表 7 食塩濃度對楓香幼苗莖高之顯著性測定

處 理	n_0	n_1	n_2	n_3
平均值 (公分)	24.38	20.54	19.57	15.16

肥料種類對楓香幼苗之莖高，極具顯著之關係。其生育於完全營養液施肥者除與施人尿溶液者呈顯著之差異外，與缺氮、缺磷、施植物活性劑溶液、缺鉀者呈極顯著之差異。施人尿溶液者除與缺氮者之差異不顯著外，與缺磷、施植物活性劑溶液、缺鉀者呈極顯著之差異。缺氮者除與缺磷、施植物活性劑溶液者呈顯著之差異外，與施完全營養液、缺鉀者呈極顯著之差異。缺磷者除與施植物活性劑溶液、缺鉀者之差異不顯著外，與施完全營養液、施人尿溶液者呈極顯著之差異。

由上列分析結果獲知，肥料種類之不同殊影響楓香幼苗之莖高生長。施完全營養液者之效果最佳，施人尿溶液與缺氮者雖不呈顯著之差異，然由經濟觀點而言，以施人尿溶液為最實用。缺磷、缺鉀、施植物活性劑溶液三者之差異不顯著，殊影響莖高生長，尤以缺鉀者為甚。植物活性劑之成分為維他命 B 群、Fe 及一些微量元素，缺乏莖高生長所需之元素，以致楓香之生長較差。

食鹽濃度對楓香幼苗之莖高亦具極顯著之影響。未加食鹽者除與 1200ppm 者呈顯著之差異外，與 2400ppm、3600ppm 者呈極顯著之差異，1200ppm 者除與 2400ppm 者之差異不顯著外，與 3600ppm 者呈極顯著之差異，2400ppm 者與未加食鹽、3600ppm 者呈極顯著之差異。由此分析可知，楓香幼苗生育於食鹽濃度 1200ppm 及 2400ppm 者之莖高生長無顯著之差異，此顯示楓香幼苗之耐鹽性甚強，但食鹽濃度超過 3600ppm 時，殊影響其莖高生長。

自變方分析而言，肥料種類及食鹽濃度與莖長間不具顯著之交感效應。

□莖徑發育

完全營養液施肥、缺氮、缺磷、缺鉀、施植物活性劑、人尿施肥及食鹽濃度對楓香幼苗莖徑之影響如表 8 所示。

表 8 肥料種類及食鹽濃度對楓香幼苗莖徑之作用

食鹽濃度 \ 肥料	平均莖徑 (公厘)					
	C	-N	-P	-K	S	U
n ₀	6.20	3.03	3.84	3.86	4.32	4.83
n ₁	5.84	4.56	4.01	3.99	4.67	5.74
n ₂	5.92	4.37	4.25	2.97	3.73	4.71
n ₃	5.28	3.68	2.92	3.16	2.90	4.14

肥料種類及鹽分濃度對楓香幼苗莖徑之作用，如上表所示，茲再進行變方分析如表 9。

表 9 楓香幼苗莖徑之變方分析

變異原因	自由度	平方和	均方	實測 F 值	理論 F 值	
					5%	1%
處理	23	66.64	2.89	3.01	1.77	2.24
肥料種類	5	46.06	9.21	9.59	2.41	3.43
食鹽濃度	3	11.51	3.83	3.98	2.82	4.22
肥料種類×食鹽濃度	15	9.07	0.60	0.62	1.91	2.49
機差	48	46.17	0.96			
總和	71	112.81				

據表 9 所示，肥料種類與楓香幼苗之莖徑，係呈極顯著之相關，再經鄧肯 (Duncan) 多變域顯著性測定，其結果如表 10 所示。

表 10 肥料種類對楓香幼苗莖徑之顯著性測定

處 理	C	U	-N	S	-P	-K
平均值 (公厘)	5.81	4.85	3.91	3.90	3.75	3.49

據表 9 所示，食鹽濃度與楓香幼苗之莖徑，係呈顯著關係，再經鄧肯 (Duncan) 多變域顯著性測定，其結果如表 11 所示。

表 11 食鹽濃度對楓香幼苗莖徑之顯著性測定

處 理	n_1	n_0	n_2	n_3
平均值 (公厘)	4.80	4.34	4.32	3.68

肥料種類對楓香幼苗之莖徑，具極顯著之關係。其生育於完全營養液施肥者除與施人尿溶液呈顯著之差異外，與缺氮、施植物活性劑溶液、缺磷、缺鉀者呈極顯著之差異。由此分析結果可見，肥料種類之不同殊影響楓香幼苗之莖徑發育。施完全營養液、人尿溶液二者呈顯著之差異，雖以施完全營養液者最佳，然施人尿溶液者為經濟實用。缺氮、施植物活性劑溶液、缺磷、缺鉀者殊影響莖徑發育，尤以缺鉀者為甚。由此可知，楓香幼苗莖徑所以淪為較小者非由食鹽濃度所影響，主由缺鉀所致。

食鹽濃度對楓香幼苗莖徑發育具顯著之關係。生育於 1200ppm 者除與未加食鹽、2400ppm 者之差異不顯著外，與 3600ppm 者呈顯著之差異。未加食鹽者除與 2400ppm 者之差異不顯著外，與 3600ppm 者呈顯著之差異，2400ppm 者則與 3600ppm 者呈顯著之差異，1200ppm、未加食鹽、2400ppm 三者雖無顯著之差異，然以生育於 1200ppm 者最佳，2400ppm 者最差，可見適度之鈉及氯元素有促進莖徑發育之效。3600ppm 濃度殊影響莖徑之發育。

自變方分析而言，肥料種類及食鹽濃度與莖徑間不具顯著之交感效應。

(三) 不同處理對幼苗重量之影響

完全營養液施肥、缺氮、缺磷、缺鉀、施植物活性劑、人尿溶液施肥及食鹽濃度對楓香幼苗重量之影響如表 12 所示。

表 12 肥料種類及食鹽濃度對楓香幼苗重量之作用

食鹽濃度 \ 肥料	平均苗重 (公克)					
	C	-N	-P	-K	S	U
n ₀	8.00	3.50	4.66	2.33	3.60	4.66
n ₁	7.16	6.00	3.66	3.00	3.00	9.00
n ₂	6.16	3.33	5.00	2.46	3.00	7.00
n ₃	6.33	2.46	2.13	2.36	1.20	6.03

肥料種類及鹽分濃度對楓香幼苗重量之作用，如上表所示，茲再進行變方分析如表 13。

表 13 楓香幼苗重量之變方分析

變異原因	自由度	平方和	均方	實測 F 值	理論 F 值	
					5%	1%
處理	23	303.81	13.20	2.34	1.77	2.24
肥料種類	5	220.89	44.17	7.85	2.41	3.43
食鹽濃度	3	32.18	10.72	1.90	2.82	4.22
肥料種類×食鹽濃度	15	50.74	3.38	0.60	1.91	2.49
機差	48	269.84	5.62			
總和	71	573.65				

據表 13 所示，肥料種類與楓香幼苗之苗重，係呈極顯著之關係，再經鄧肯 (Duncan) 多變域顯著性測定，其結果如表 14 所示。

表 14 肥料種類對楓香幼苗重量之顯著性測定

處理	C	U	-P	-N	S	-K
平均值 (公克)	6.91	6.67	3.86	3.82	2.71	2.53

肥料種類對楓香幼苗之重量，具極顯著之關係。其生育於完全營養液施肥者除與施人尿液之差異不顯著外，與缺磷、缺氮、施植物活性劑溶液、缺鉀者呈極顯著之差異。施人尿

溶液者與缺磷、缺氮、施植物活性劑、缺鉀者均呈極顯著之差異。缺磷者除與缺氮、施植物活性劑、缺鉀者之差異不顯著外，與施完全營養液、人尿溶液者呈極顯著之差異。由分析結果可知，肥料種類之不同殊影響楓香幼苗之重量。施完全營養液與人尿溶液者雖不呈顯著之差異，然以施人尿溶液較為經濟實用。缺磷、缺氮、施植物活性劑及缺鉀者殊影響幼苗重量，尤以缺鉀者為甚。缺磷、缺氮對苗重之影響不若缺鉀者嚴重。植物活性劑之成分不足，亦影響苗重。

食鹽濃度對楓香幼苗重量無顯著之關係。其中以生育於 1200ppm 者最佳，2400ppm 者次之，3600ppm 者殊影響苗重。可見適量之鈉、氯元素亦有增加苗重之效應，過量則有害。

自變方分析而言，肥料種類及食鹽濃度與苗重間不具顯著之交感效應。

四不同處理對主根長及側根之影響

完全營養液施肥、缺氮、缺磷、缺鉀、施植物活性劑、人尿溶液施肥及食鹽濃度對楓香幼苗主根長之影響如表 15 所示。

表 15 肥料種類及食鹽濃度對楓香幼苗主根長之作用

食鹽濃度 \ 肥料	平均主根長 (公分)					
	C	-N	-P	-K	S	U
n ₀	31.43	33.40	19.66	18.16	22.66	28.33
n ₁	27.56	41.20	18.16	18.86	18.10	29.10
n ₂	24.40	24.60	18.90	17.60	20.30	24.06
n ₃	22.90	21.90	16.16	15.33	17.76	20.90

肥料種類及鹽分濃度對楓香幼苗主根長之作用，如上表所示，茲再進行變方分析如表 16。

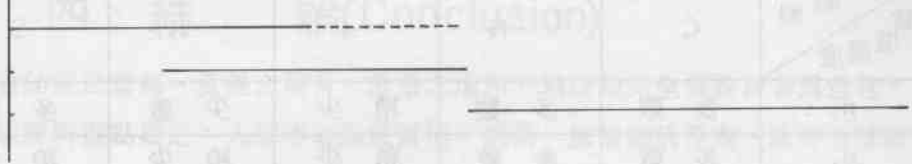
表 16 楓香幼苗主根長之變方分析

變異原因	自由度	平方和	均方	實測 F 值	理論 F 值	
					5%	1%
處理	23	2680.09	116.52	5.05	1.77	2.24
肥料種類	5	1630.82	326.16	14.15	2.41	3.43
食鹽濃度	3	538.84	179.61	7.79	2.82	4.22
肥料種類×食鹽濃度	15	510.43	34.02	1.47	1.91	2.49
機差	48	1106.58	23.05			
總和	71	3786.67				

據表 16 所示，肥料種類與楓香幼苗之主根長，係呈極顯著之關係，再經鄧肯 (Duncan) 多變域顯著性測定，其結果如表 17 所示。

表 17 肥料種類對楓香幼苗主根長之顯著性測定

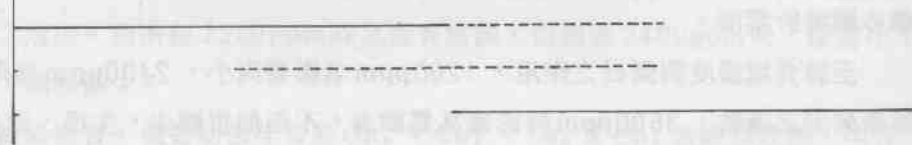
處 理	-N	C	U	S	-P	-K
平均值 (公分)	30.27	26.57	25.59	19.70	18.22	17.48



據表 16 所示，食鹽濃度與楓香幼苗之主根長呈極顯著之關係，再經鄧肯 (Duncan) 多變域顯著性測定，其結果如表 18 所示。

表 18 食鹽濃度對楓香幼苗主根長之顯著性測定

處 理	n_0	n_1	n_2	n_3
平均值 (公分)	25.60	25.49	21.64	19.15



肥料種類對楓香幼苗之主根長，極具顯著之關係。缺氮者除與施完全營養液者之差異不顯著，而與施人尿溶液者呈顯著之差異外，與施植物活性劑溶液、缺磷、缺鉀者呈極顯著之差異。完全營養液施肥者除與施人尿溶液者之差異不顯著外，與施植物活性劑、缺磷、缺鉀者呈極顯著之差異。施人尿溶液者與施植物活性劑、缺磷、缺鉀者均呈極顯著之差異。施植物活性劑者除與缺磷、缺鉀者之差異不顯著外，與缺氮、施完全營養液、施人尿溶液者呈極顯著之差異。由此分析結果可知，缺氮者之主根最長，似具誘導延伸主根之作用。施完全營養液者與施人尿溶液者之差異不顯著，故施人尿溶液為最經濟實用。施植物活性劑、缺磷、缺鉀者殊影響主根長，缺鉀者尤甚。

食鹽濃度對楓香幼苗之主根長，亦具極顯著之影響。未加食鹽者除與 1200ppm 者之差異不顯著，而與 2400ppm 者呈顯著之差異外，與 3600ppm 者呈極顯著之差異。1200ppm 者除與 2400ppm 者呈顯著之差異外，與 3600ppm 者呈極顯著之差異。2400ppm 者則與 3600ppm 者無顯著之差異。由此可見，楓香幼苗生育於食鹽濃度 1200ppm 者之主根長與

未加食塩者無顯著之差異，此顯示 1200ppm 濃度對主根發育無害處。2400ppm 者與未加食塩者呈顯著之差異，3600ppm 者則與未加食塩者呈極顯著之差異，故超過 2400ppm 後，殊影響主根之發育。

自變方分析而言，肥料種類及食塩濃度與主根長之間不具顯著之交感效應。

表 19 肥料種類及食塩濃度對楓香幼苗側根之效用

食塩濃度 \ 肥料	C	-N	-P	-K	S	U
n ₀	多數	多數	稍少	少數	多數	多數
n ₁	多數	多數	稍少	稍少	稍少	多數
n ₂	多數	多數	稍少	少數	稍少	稍少
n ₃	稍少	多數	少數	稍少	稍少	稍少

註 2：多數：306～431，稍少：212～278，少數：81～187。

由表 15 及表 19 可見，主根長對楓香幼苗生育之影響較小，側根多寡之影響則大。楓香幼苗缺磷、缺鉀、施植物活性劑者皆有一共同特徵，即側根較少，根系發育較差，則養分吸收能力較弱，地上部生長與發育亦較不良，其莖高生長，莖徑發育及苗重均較差，其不良病徵亦顯現於葉部。

至於食塩濃度對側根之作用，1200ppm 者影響尚小，2400ppm 者則稍有影響，側根有逐漸減少之趨勢，3600ppm 時影響甚為顯著，不但側根變少，主根、莖長及莖徑之發育亦差。各種處理對根系之影響如圖 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24 所示。

(五) 楓香於不同食塩濃度及缺乏氮、磷、鉀之症狀及其葉色

楓香幼苗由於缺氮（未加食塩），下部老葉先呈淡黃色，邊緣漸成黃褐色。主因氮為葉綠素分子中之主要成分，缺乏時導致葉之葉綠素含量較少所致，其病症如圖 25 所示。缺氮含 NaCl 1200ppm 者，上部葉生成紫褐色斑點（圖 26）。缺氮含 NaCl 2400ppm 者，上部葉呈赤褐色斑紋，邊緣漸成褐色（圖 27）。缺氮含 NaCl 3600ppm 者，上部葉呈黃綠色，葉脈邊呈赤褐色（圖 28）。缺氮之共同特徵為苗重較輕及其 NaCl 濃度在 2400ppm 時已見下降之趨勢。

缺磷（未加食塩）時，下部老葉生成暗褐色斑點（圖 29）。缺磷含 NaCl 1200ppm 者，下部葉漸呈淡黃色，間有赤褐色斑點（圖 30）。缺磷含 NaCl 2400ppm 者，下部葉之葉脈邊呈黃褐色，漸及於全葉（圖 31）。缺磷含 NaCl 3600ppm 者，下部葉漸成紫褐色（圖 32）。缺磷之共同特徵為莖長、莖徑、主根等之發育較差。莖徑在 NaCl 1200ppm 及 2400

ppm時發育漸佳，3600ppm時則有塩害。

缺鉀（未加食塩）時，下部老葉先端呈灰褐色（圖33）。缺鉀含NaCl 1200ppm者，下部葉基部及葉脈邊呈赤褐色（圖34）。缺鉀含NaCl 2400ppm者，下部葉呈赤褐色，邊緣呈淡黃色（圖35）。缺鉀含NaCl 3600ppm者，下部葉之葉脈邊呈黑褐色（圖36）。楓香幼苗缺鉀之共同特徵為莖長、莖徑、主根等之發育及苗重均最差。NaCl濃度在2400ppm以上時更差。

四、結 論(Conclusion)

1. 六種肥料對楓香幼苗之莖高、莖徑之發育，苗重之增加，均以施完全營養液者為最佳，人尿溶液次之，但以經濟觀點觀之，人尿溶液為最實用。缺磷、施植物活性劑、缺鉀者殊影響其發育，缺鉀者尤甚。

2. 對主根及側根之發育而言，缺氮者主根最長，側根最多，施完全營養液者次之，施人尿溶液者又次之，但以人尿溶液較為經濟實用。施植物活性劑、缺磷、缺鉀者之效果均差，缺鉀者殊影響根系發育。缺氮者似具誘導延伸主根及增加側根之作用，但其對地上部之發育效用較差，尤其影響苗重。

3. 人尿中含有尿素、磷酸、鉀、鈣、鈉等物質，能促進楓香發育，故效果佳。植物活性劑之成分為維他命B群，鐵及微量元素，缺少氮、磷、鉀等必需元素，故其效果差。

4. 食塩濃度至2400ppm時，楓香地上部之發育尚佳，但超過3600ppm時，殊影響莖高、莖徑之發育及苗重之增加。根系在1200ppm時之發育尚佳，但超過2400ppm時，即發生不良現象，主根漸短，側根漸少。

5. 就本研究之結果而言，楓香幼苗生育於Cn₀、Cn₁、Un₀及Un₁者較為理想，生育於Cn₂、Un₂者尚可。由此獲知，楓香幼苗適於海埔地造林。

6. 楓香幼苗缺磷或缺鉀之不良影響較缺氮者為著，三者不足或不足時含有食塩者所顯現之症狀，可藉葉色予以鑑別。

五、參考文獻(References)

1. 王子定 1962，育林學原理，134～146頁，195～211頁。
2. 王子定、胡弘道、朱棋瓊 1970，氮、磷、鉀濃度及pH值對濕地松幼苗生育之影響。
3. 教育部世界名著譯述委員會 1961，植物生理學(一)(二)(三)。
4. 彭武雄 1975，木賊葉木麻黃之耐塩性研究。
5. 臺灣省政府農林廳 1965，農業要覽第二輯土壤肥料，60～66頁，262～283頁。
6. 山根一郎 1971，土壤學の基礎と應用。
7. 川村一水、船引眞吾 1964，農林土壤學。
8. 小千西賀三、高橋治助 1964，1965，土壤肥料講座(1)(2)。

9. 芝本武夫 1948, 林木稚苗の水耕法に關する研究營養液, 東京大學農學部演習林報告 第36號, 94~116頁。
10. 青木正則、石川春彦 1971, スギ品種の耐塩性の差異について, 日本林學會誌, 53: 108~112。
11. 武川滿夫 1973, 野菜、草花の養液栽培。
12. 前田正男 1975, 作物之要素欠乏, 過剩症。
13. 農耕と園藝編集部 1974, 野菜の養液栽培。
14. Bernstein, L. and H.E. Hayward 1958 Physiology of salt tolerance. *Ann. Rev. Plant physiol.* 9:25-46.
15. Bonner, F.T. and W.M. Broadfoot 1967 Growth of eastern cotton-wood to nutrients in sand culture U.S. For. Ser. Res. Note, Sth-For. Expt, Sta. No. SO-65.
16. Boyce, S.G. 1954 The salt spray community. *Ecol. Mong.* 24:29-67.
17. Edwards, R.S. and G.L. Holmes 1968 Studies of Airborned Salts Deposition in Some North Wales Forests. *Forestry.* 41.(2): P. 155-174.
18. Hester, J. B. 1933 A study of some salt water flooded soil on the Eastern shore of Virginia. *Soil Sci.* 36:427-434
19. Nermec, A. 1936 Sbdudies on the deficiency symptoms in pine in the forest nursery Revnice. *Ann. Acad. tehechoal. Agr.* 11:531-534.
20. Shibamoto, T. 1957 Fortilizing forest land.
21. Wallace, T. 1953 The diagnosis of mineral deficiency in plant by visual symptoms. PP. 87-88.
22. Zhemchuzhnikov, E.A. 1946 On salt resistance in trees on shrubs. *Acad. Sci. U.R.S.S. Compt. Rend.* 51:67-71.

English Summary

The fragrant maple is more suitable to plant in the level land than on the steep slope of the mountain. According to the investigation of Council for Agricultural Planning and Development, there are 5387 ha of coastal tidal-land in the western part of Taiwan. We should study whether the fragrant maple suit to forest on or not, in order to increase the economic volve. The treatment conditions of seedling are divided into two parts, such as different fertilizer (6 species) and sea-water concentration (0, 1200, 2400, 3600 ppm) according to a completely randomized design of factorial experiment.

After the treatment, the height growth of seedling was strongly influenced by fertilizer species and sea-water concentrations. The complete solution of nutrition and urine fertilization were more effective for its height growth than the phytohormone and potassium-deficiency did. The sea-water concentration of 1200 ppm and 2400 ppm was suit for its height growth. The fertilizer species and sea-water concentration were also highly significant on diameter increment as same as height growth. Regarding the seedling weight, the phosphorus and potassium deficiency were less effective than the complete solution of nutrition and urine fertilization did. The sea-water concentration of 1200 ppm was the most effective for it.

As to the root, the fertilizer species and sea-water concentration were highly significant. Nitrogen-deficiency, complete solution of nutrition and urine fertilization were more effective than those of phytohormone, phosphorus and potassium-deficiency did. The root development was suitable in the sea-water concentration of 1200 ppm, but not 2400 ppm. When the concentration was over 2400 ppm, it strongly influences the length of main root (shorter) and lateral root (fewer).

The symptoms caused by the lack of P_2O_5 or K_2O show greater than those caused by the lack of N. Beside root development and stem increment, they also influence the leaves. According to this experiment, the seeding of fragrant maple is suitable to beget in Cn_0 , Cn_1 , Un_0 and Un_1 , even Cn_2 , Un_2 . Therefore, it could really forest on coastal tidal-land by the evidence of the experiment.



圖1 楓香幼苗施完全營養液時之發育情形



圖2 楓香幼苗缺氮時之發育情形

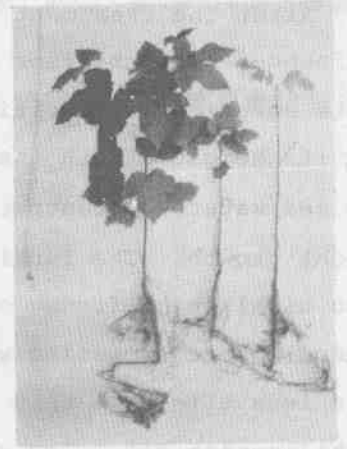


圖3 楓香幼苗缺磷時之發育情形

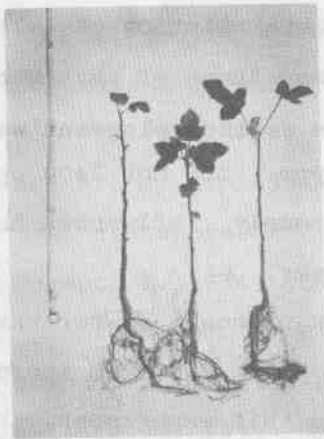


圖4 楓香幼苗缺鉀時之發育情形

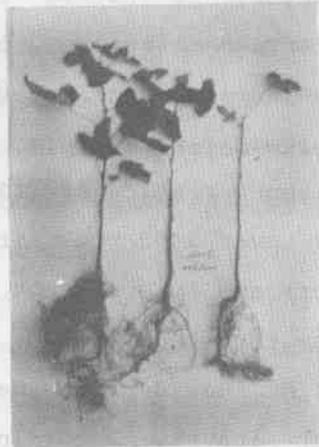


圖5 楓香幼苗施植物活性劑時之發育情形

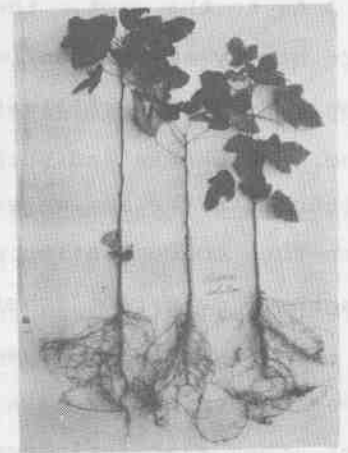


圖6 楓香幼苗施入人尿時之發育情形

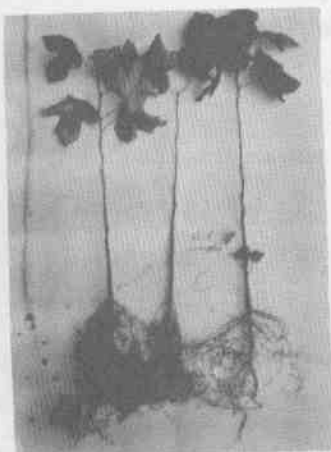


圖7 楓香幼苗施完全營養液含NaCl 1200 ppm時之發育情形

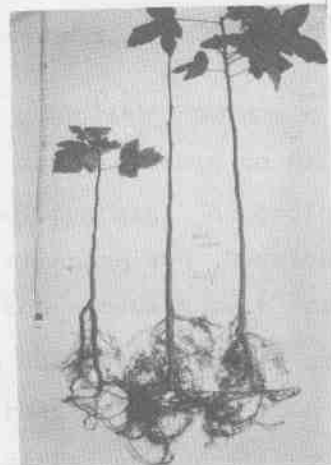


圖8 楓香幼苗在缺氮含NaCl 1200 ppm時之發育情形



圖9 楓香幼苗在缺磷含NaCl 1200 ppm時之發育情形



圖 10 楓香幼苗在缺鉀
含NaCl 1200 ppm
時之發育情形

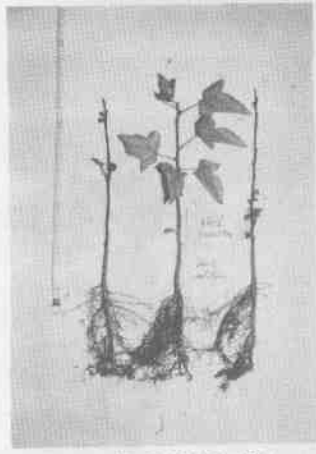


圖 11 楓香幼苗施植物
活性劑含NaCl
1200 ppm時之發
育情形

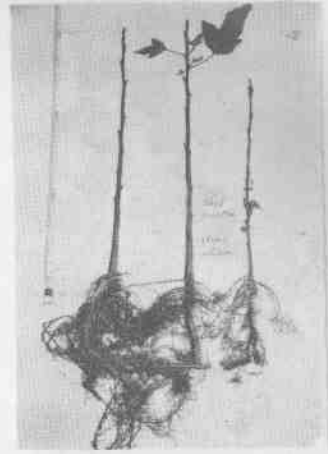


圖 12 楓香幼苗施人尿
含NaCl 1200 ppm
時之發育情形



圖 13 楓香幼苗施完全
營養液含 NaCl
2400 ppm時之發
育情形

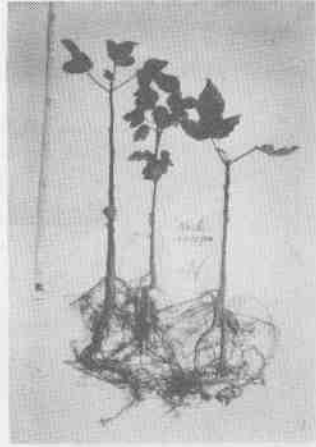


圖 14 楓香幼苗在缺氮
含NaCl 2400 ppm
時之發育情形

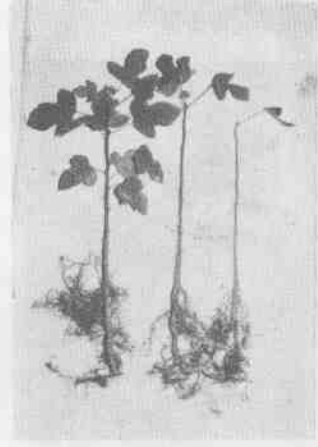


圖 15 楓香幼苗在缺磷
含NaCl 2400 ppm
時之發育情形



圖 16 楓香幼苗在缺鉀
含NaCl 2400 ppm
時之發育情形

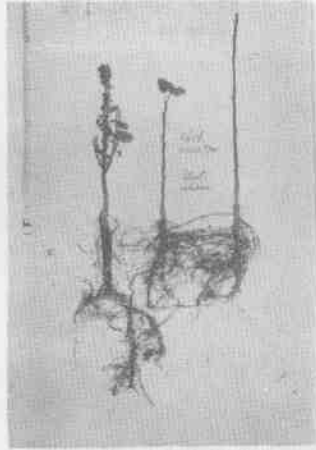


圖 17 楓香幼苗施植物
活性劑含 NaCl
2400 ppm時之發
育情形

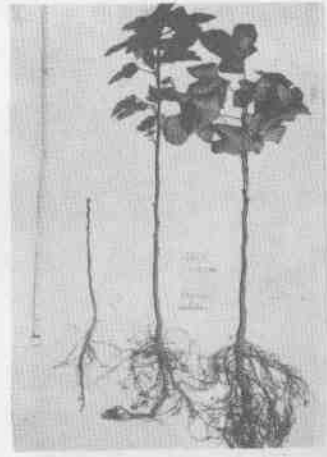


圖 18 楓香幼苗施人尿
含NaCl 2400 ppm
時之發育情形

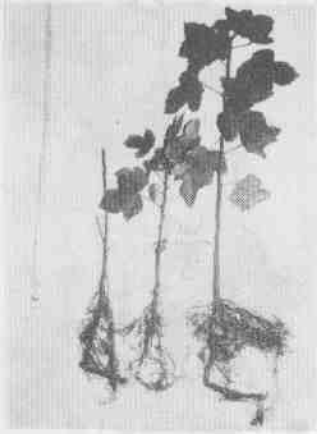


圖 19 楓香幼苗施完全營養液含 NaCl 3600 ppm 時之發育情形

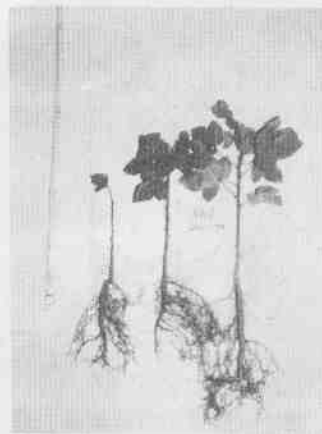


圖 20 楓香幼苗在缺氮含 NaCl 3600 ppm 時之發育情形

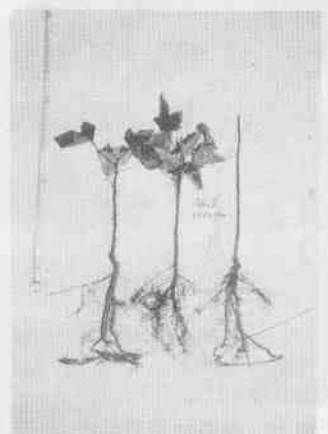


圖 21 楓香幼苗在缺磷含 NaCl 3600 ppm 時之發育情形



圖 22 楓香幼苗在缺鉀含 NaCl 3600 ppm 時之發育情形

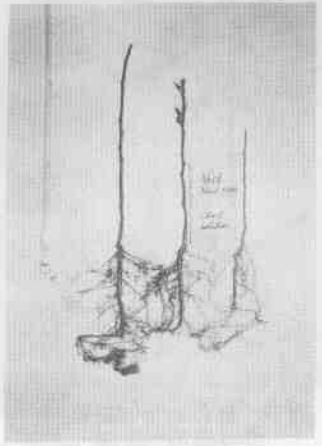


圖 23 楓香幼苗施植物活性劑含 NaCl 3600 ppm 時之發育情形

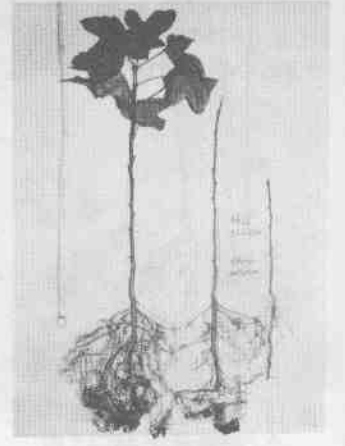


圖 24 楓香幼苗施人尿含 NaCl 3600 ppm 時之發育情形



圖 25 楓香幼苗缺氮時葉之症狀

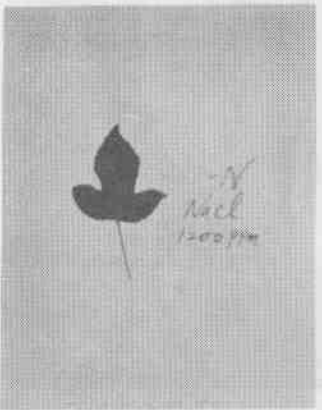


圖 26 楓香幼苗缺氮含 NaCl 1200 ppm 時葉之症狀

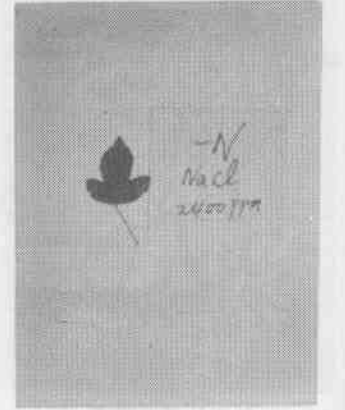


圖 27 楓香幼苗缺氮含 NaCl 2400 ppm 時葉之症狀



圖 28 楓香幼苗缺氮含
NaCl 3600 ppm
時葉之症狀



圖 29 楓香幼苗缺磷時
葉之症狀

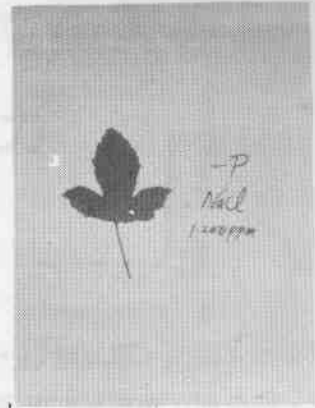


圖 30 楓香幼苗缺磷含
NaCl 1200 ppm
時葉之症狀



圖 31 楓香幼苗缺磷含
NaCl 2400 ppm
時葉之症狀

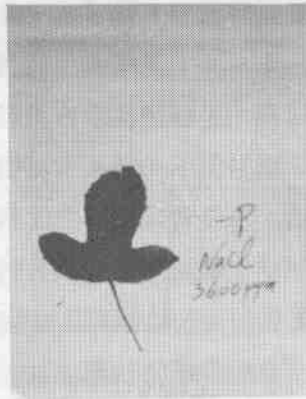


圖 32 楓香幼苗缺磷含
NaCl 3600 ppm
時葉之症狀



圖 33 楓香幼苗缺鉀時
葉之症狀



圖 34 楓香幼苗缺鉀含
NaCl 1200 ppm
時葉之症狀



圖 35 楓香幼苗缺鉀含
NaCl 2400 ppm
時葉之症狀



圖 36 楓香幼苗缺鉀含
NaCl 3600 ppm
時葉之症狀