

林木稚苗の水耕法に関する研究 (第2報)

— 栄養液中の N, K_2O , P_2O_5 三要素

の相対的濃度と林木稚苗發育との關係—

教 授 芝 本 武 夫
助 教 授 高 原 末 基

Shibamoto Takeo and Takahara Suemoto :

Studies on Water-Culture of Tree-Seedlings. (II)

— Growths of Seedlings and Relative Concentrations of N,
 K_2O and P_2O_5 in the Nutrient Solution—

材木稚苗の水耕法に関する研究 (第2報)

— 栄養液中の N, K₂O, P₂O₅ 三要素 の相対的濃度と林木稚苗發育との關係 —

緒 言

著者の一人は林木稚苗の水耕培養に適する栄養液を案出し、其の N・K₂O・P₂O₅ 3 要素の相対的濃度は少なくともスギ及びヒノキ 1 年生苗木の場合には適することを実験的に明らかにした。この実験と並行して、千葉縣演習林に於いて、昭和 18 年にアカマツ・スギ・ケヤキの當年生苗木について、また 19 年にスギ・ケヤキ・モリシマアカシアの當年生苗木について実験を行いさらに検討を加えた。ここに其の結果を報告することにする。

1. 実験方法

種子を選別して略重量を等しくするものを揃え、3 日間浸水した後に恒温器内で發芽させた。次にこれをよく洗滌した川砂に移植して、適當に井戸水のみを補給して約 1 ヶ月間培養した後にポットに移した。稚苗の固定は竹製ざるにシュロ皮を敷き、其の上によく洗滌した川砂を薄く廣げ、これで稚苗を固定する方法を用いた。

ポットは春日井氏考案の 9.5 L 容水耕用ポットで、1 ポット當りモリシマアカシア稚苗は 5 本、其の他の稚苗は 7 本にした。

試験區は栄養液の N・K₂O・P₂O₅ 3 要素組成割合と稚苗發育との關係及び栄養液濃度と稚苗發育との關係を究明する目的を以て次のように設けた。

1. 水耕用栄養液の N・K₂O・P₂O₅ 組成割合と稚苗發育との關係

(1) N の多少との關係

(a) P₂O₅ 及び K₂O の濃度をそれぞれ 20 及び 40 p.p.m. に一定した場合 (昭和 18 年及び 19 年實驗)

N の濃度をそれぞれ 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 200, 400 p.p.m. にした 9 試験區を設置した。但し昭和 19 年には 20 及び 100 p.p.m. の兩區を省略した。

(b) P₂O₅ 及び K₂O の濃度をそれぞれ 20 及び 30 p.p.m. に一定した場合 (昭和 18 年實驗)

N の濃度をそれぞれ 50, 60, 80, 100, 120, 200, 400 p.p.m. にした 7 試験區を設けた。

(2) K_2O の多少との關係

P_2O_5 及び N の濃度をそれぞれ 20 及び 60 p.p.m. に一定して、 K_2O の濃度をそれぞれ 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 200, 400 p.p.m. にした 9 試験區を設置した。但し昭和 19 年には 20 及び 100 p.p.m. の兩區を省略した。

(3) P_2O_5 の多少との關係

K_2O 及び N の濃度をそれぞれ 40 及び 60 p.p.m. に一定して、 P_2O_5 の濃度をそれぞれ 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 400 p.p.m. にした 9 試験區を設けた。但し昭和 19 年には 100 p.p.m. 區を省略した。

2. 水耕用營養液の濃度と稚苗發育との關係

本實驗は昭和 19 年に施行したもので、 $N : K_2O : P_2O_5 = 3 : 2 : 1$ の場合と、 $N : K_2O : P_2O_5 = 4 : 2 : 1$ の場合とについて、それぞれ P_2O_5 の濃度を 20, 10, 5 p.p.m. にした試験區を設けた。すなわち $N 60 - K_2O 40 - P_2O_5 20$ p.p.m. 區、 $N 30 - K_2O 20 - P_2O_5 10$ p.p.m. 區、 $N 15 - K_2O 10 - P_2O_5 5$ p.p.m. 區と $N 80 - K_2O 40 - P_2O_5 20$ p.p.m. 區、 $N 40 - K_2O 20 - P_2O_5 10$ p.p.m. 區、 $N 20 - K_2O 10 - P_2O_5 5$ p.p.m. 區の 6 試験區である。

以上の各試験區には 1 試験區當り 2 ポットを充當し、營養液の調製はすべて前報の方法に準じた。使用した水は千葉縣天津町の演習林構内の井戸水で、其の性質及び組成は第 1 表の通りで、特に CaO , MgO , Na_2O , Cl , K_2O が多い。

第 1 表 使用した井戸水の性質及び組成

性 質	成分及び含量 (p.p.m.)	成分及び含量 (p.p.m.)	成分及び含量 (p.p.m.)	成分及び含量 (p.p.m.)
色度 …… 無色透明	遊離 CO_2 …… 0.00	NO_2 …… 1.44	固形物灼熱減量 …… 161.00	Mn_2O_3 …… 痕跡
浮游物 …… 0.500	遊離 NH_3 …… 0.00	Cl …… 42.55	SiO_2 …… 42.20	Na_2O …… 155.40
比重(15°C) …… 1.00	CO_3 …… 3.93	NH_4-N …… 0.10	Al_2O_3 …… 0.74	K_2O …… 11.40
PH 價 …… 7.6	HCO_3 …… 61.26	NO_2-N …… 0.02	Fe_2O_3 …… 0.86	P_2O_5 …… 0.02
全硬度 …… 9.51	SO_4 …… 16.26	有機物 …… 28.91	CaO …… 45.13	
	NO_3 …… 0.00	固形物 …… 600.00	MgO …… 35.70	

營養液の更新は週 1 回に止めた。各區の pH 價は 5.0~6.0 の範圍である。

2. 實 驗 成 績

1. 水耕用營養液の $N \cdot K_2O \cdot P_2O_5$ 組成割合と稚苗枯損との關係

第 2 表 N の多少と種苗枯損との關係 (昭昭 18 年實驗)

樹種 培養期間 月及び旬	ス			ギ			ケ			ヤ			キ			ア			計												
	6月30日—10月15日			6月1日—10月1日			6月1日—10月1日			6月1日—10月1日			6月10日—9月21日																		
	7		8		9		計		6		7		8		9																
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下													
0 p.p.m. 區																		1	1	1	1	4									
20 p.p.m. 區										1													1	1	2						
40 p.p.m. 區													1	1	1											1	1	2	10		
60 p.p.m. 區																														7	
80 p.p.m. 區																															8
100 p.p.m. 區																															12
120 p.p.m. 區																															11
200 p.p.m. 區																															11
400 p.p.m. 區	3	1	8																												12
計	3	2	13	4	4	4	1	1	1	1	1	1	6	14	21	9	53														

第3表 Nの多少と稚苗枯損との關係 (昭和19年實驗)

樹種 培養期間 月及び旬	ギ												ケ												ヤ												キ												モリシマアカシア											
	ス						ギ						ケ						ヤ						キ						モリシマアカシア																													
	6月20日—12月2日						6月12日—10月26日						6月15日—10月27日						6月15日—10月27日						6月15日—10月27日																																			
	6	7	8	9	10	11	12	計	6	7	8	9	10	計	6	7	8	9	10	計	6	7	8	9	10	計	6	7	8	9	10	計																												
下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下																								
0 p.p.m. 區				1			1																																																					
40 p.p.m. 區			1				1			1	1			5																																														
60 p.p.m. 區			1				2							4																																														
80 p.p.m. 區							1							4																																														
120 p.p.m. 區							2			1	1			4																																														
200 p.p.m. 區			2				5							5																																														
400 p.p.m. 區			2	3	2	1	6							14																																														
計	3	4	5	4	3	9	28							28																																														

各試験區培養稚苗本數スギ・ケヤキ・アカマツ 14 本, モリシマアカシア 10 本中の枯損本數を示すことにする。

(1) N の多少との關係

(a) P_2O_5 及び K_2O の濃度をそれぞれ 20 及び 40 p.p.m. に一定した場合の成績は第 2 表及び第 3 表の通りである。

(b) P_2O_5 及び K_2O の濃度をそれぞれ 20 及び 30 p.p.m. に一定した場合の成績は第 4 表の通りである。

上の結果によるとスギ稚苗の枯損は 200 及び 400 p.p.m. の兩區に於いて著しく多く、殊に後者に於いては殆んど其の全部が枯損した。すなわち N 濃度が著しく重くない範圍内に於いては稚苗の枯損はさほど著しくないが、120 p.p.m. を超えて大になると、稚苗の枯損するものは急激に増加するようである。

ケヤキの場合には大體に於いて N の濃度が 100 p.p.m. 以下では枯損は比較的少ないが、これ以上になると甚だしく増加する。

アカマツの場合には概して枯損するものが多いが、N の濃度の増加に伴う稚苗枯損の増加はスギやケヤキの場合よりも一層甚しいようである。N の濃度が、60 p.p.m. 以上では枯損するものが著しく多く、栄養液の組成はそれ以下でなければならないようであるが、なほ研究の餘地がある。

モリシマアカシアの場合にも N の濃度が 120 p.p.m. 以上になると、枯損するものが著しく多くなる。

さらに (a) と (b) との兩場合を比較検討すると、枯損する稚苗の數は (b) の方が遙かに多い。すなわち稚苗栄養液の組成としての K_2O の濃度は 30 p.p.m. よりも 40 p.p.m. の方が適當であるといえる。

(2) K_2O の多少との關係

其の成績は第 5 表及び第 6 表に示す通りである。これによると各樹種を通じて K_2O の量と稚苗枯損との關係は、N の場合と異なり、一定の傾向があることを示すようには認め難い。

(3) P_2O_5 の多少との關係

其の成績は第 7 表及び第 8 表に示す通りである。

第6表 K₂Oの多少と稚苗枯損との關係 (昭和19年實驗)

樹種 培養期間 月及び旬	スギ												ヤマギ										モリスシマアカシア									
	6月20日—12月2日												6月12日—10月26日										6月15日—10月28日									
	6 下	7 上	8 中	9 下	10 上	11 中	12 下	計	6 中	7 下	8 上	9 中	10 下	計	6 中	7 下	8 上	9 中	10 下	計												
K ₂ O 試驗區																																
0 p.p.m. 區	3						3		7											2	1	1	2									
40 p.p.m. 區			1				2						4									3	1		1							
60 p.p.m. 區	3						5			1			3									1	1		2							
80 p.p.m. 區	3						3						2										2	1	4							
120 p.p.m. 區	2		1				5					4	4											4	1							
200 p.p.m. 區	3						7						3											3	1							
400 p.p.m. 區	2		2				7				2		2											2								
計	13	6	4	1		1	35		7		1	8	18		7					2	4		6	12	4							
																								8	2							

第7表 P₂O₅の多少と稚苗枯損との關係 (昭和18年實驗)

樹種 培養期間 月及び旬	ス			ギ			ケ			ヤ			キ			ア			マ			ツ						
	7月1日—10月15日			7月1日—10月15日			6月1日—10月1日			6月1日—10月1日			6月1日—10月1日			6月10日—9月21日			6月10日—9月21日			6月10日—9月21日						
	7	8	9	7	8	9	6	7	8	6	7	8	9	6	7	8	6	7	8	6	7	8	9					
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下				
P ₂ O ₅ 試驗區	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下				
0 p.p.m. 區		1	1	1	1	1		1			4	2																
20 p.p.m. 區	1	2							1			2	1	4								2	3	2	7			
40 p.p.m. 區	1	1		1		1													3	2			2	1	8			
60 p.p.m. 區	1	2		1		1								1								2	3	3	1	9		
80 p.p.m. 區		3			1							2		2								2	2	7	11			
100 p.p.m. 區	2	2		2	1							2		2									1	3	4	1	9	
120 p.p.m. 區	2	3		1		1				1				2	3								4	3	2	9		
200 p.p.m. 區	2	3		3	1							1		3	4								1	2	3	1	10	
400 p.p.m. 區	1	4		3	1						3	3	5	11									1	3	1	3	2	11
計	7	12		18	3	10	3	5	3	6	1	1	8	12	12	34						4	10	13	18	27	5	77

すなわちスギの場合には P_2O_5 の濃度が 80 p.p.m. 以下では枯損率も 50% 以下に止まるが、それ以上の濃度になると増加し、400 p.p.m. では健全に生育するものは殆んどない。

ケヤキの場合には 400 p.p.m. では枯損率が著しく大きい、それ以下では P_2O_5 の濃度と枯損との関係について一定の傾向は認められないようである。

アカマツの場合には P_2O_5 の濃度が 20 p.p.m. 以下のときは枯損率は小さいようであり、モリンマアカシアの場合にも 120 p.p.m. 以上では殆んど大部分が枯損または障害をうけるようである。

以上指摘したように水耕用栄養液中の $N \cdot K_2O \cdot P_2O_5$ の相対的濃度と稚苗枯損との関係については本実験成績の範囲では極く大略の傾向を窺い得るに止まる。第 2 表～第 8 表に見る通り枯損の多く現われる時期は液温の高い時期と低い時期とである。本実験では夏季に水槽を用いなかつたので、液温がまた一つの重要な因子とも考えられ、この問題についてはさらに検討の餘地があるように思われる。

2. 水耕用栄養液の濃度と稚苗枯損との関係

其の成績は第 9 表に示す通りである。すなわち著者の一人が乗出した $N : K_2O : P_2O_5$ が 3:2:1 または 4:2:1 の栄養液に於いては標準原濃度でも、或はそれを $\frac{1}{2}$ または $\frac{1}{4}$ 濃度に稀釋しても稚苗の枯損に対する影響は殆んど變らないといえるようである。

3. 水耕用栄養液の $N \cdot K_2O : P_2O_5$ 組成割合と稚苗生長との関係

(1) N の多少との関係

スギ稚苗についての成績は第 10 表に示す通りで、(a) の場合すなわち P_2O_5 及び K_2O の濃度をそれぞれ 20 及び 40 p.p.m. に一定した場合には、N の相対的最適濃度は 60 または 80 p.p.m. であるといえよう。この結果は前報の 1 年生苗木について得た結果とよく一致する。(b) の場合すなわち P_2O_5 及び K_2O の濃度をそれぞれ 20 及び 30 p.p.m. にした場合にも第 10 表では 100 p.p.m. が最もよいように見えるが、第 4 表の枯損成績をも併せて考えると矢張り同様に 60~80 p.p.m. が最も良いといえるようである。

昭和 18 年の実験成績から (a) と (b) との場合を比較すると、スギ稚苗の生長に對しては (a) の場合が良好である。

ケヤキ稚苗についての成績は第 11 表に示す通りである。すなわち (a) の場合には N の相対的最適濃度は 20 p.p.m. であり、(b) の場合には 100 p.p.m. のようである。この結果は第 2 表乃至第 4 表を參酌しても變りがない。スギ稚苗の成績と異なる點は (a) と (b) の場合で生長に著しい差が認められないことである。

第9表 榮養液の濃度と稚苗枯損との關係 (昭和19年實驗)

樹種 培養期間 月及び旬	ス			ギ			ケ			キ			モリシマアカシア											
	6月20日—12月2日						6月12日—10月26日						6月15日—10月28日											
	6	7	8	9	10	11	12	計	6	7	8	9	10	計	6	7	8	9	10					
	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	
N:K ₂ O:P ₂ O ₅ =3:2:1 P ₂ O ₅ -20 p.p.m. 區	1	2					4	7						1	2	3	1						4	5
同 P ₂ O ₅ -10 p.p.m. 區	1						1	2						1		1			1					1
同 P ₂ O ₅ -5 p.p.m. 區	1						2	3						1		1						2	2	
計	1	4					16	12						1	2	5	1		1			6	8	
N:K ₂ O:P ₂ O ₅ =4:2:1 P ₂ O ₅ -20 p.p.m. 區	1	1					4	6						2	4	6	1		1				1	3
同 P ₂ O ₅ -10 p.p.m. 區							1	2							3	4			1					1
同 P ₂ O ₅ -5 p.p.m. 區	1	3					2	6						1	4	4								2
計	1	2	3	1			7	14			3	1	3	7	14	1		1	1				3	6

第 10 表 N の多少とスギ稚苗生長との関係

N 試験區	稚苗全體		稚苗地上部						稚苗地下部				稚苗の地上部 對地下部比數	
	乾重 (mg)	同試験區 比數	乾重 (mg)	同試験區 比數	根元直徑 (mm)	同試験區 比數	幹長 (cm)	同試験區 比數	乾重 (mg)	同試験區 比數	根長 (cm)	同試験區 比數	地上部乾重 地下部乾重	幹長 根長
a). 昭和18年實驗														
0 p.p.m. 區	157	31	98	24	1.4	52	6.0	53	59	50	15.9	95	1.66	0.38
20 p.p.m. 區	443	86	324	80	2.4	89	9.3	82	119	100	16.8	100	2.72	0.55
40 p.p.m. 區	288	56	201	49	2.4	89	7.9	69	87	73	13.3	79	2.31	0.59
60 p.p.m. 區	468	91	365	90	2.7	100	11.3	99	103	87	14.1	84	3.54	0.80
80 p.p.m. 區	513	100	407	100	2.6	96	11.4	100	106	89	13.6	81	3.84	0.84
100 p.p.m. 區	365	71	290	71	2.6	96	9.9	87	75	63	11.8	70	3.87	0.84
120 p.p.m. 區	330	64	266	65	2.3	85	10.0	88	64	54	12.1	72	4.16	0.83
200 p.p.m. 區	165	32	134	33	1.7	63	7.0	61	31	26	10.4	62	4.32	0.67
400 p.p.m. 區	337	66	288	71	2.5	93	9.5	83	49	41	8.5	51	5.88	1.12
a). 昭和19年實驗														
0 p.p.m. 區	563	60	350	46	2.1	78	8.9	51	213	100	31.8	100	1.64	0.28
40 p.p.m. 區	891	95	717	93	2.7	100	17.5	100	174	82	18.1	57	4.12	0.97
60 p.p.m. 區	938	100	769	100	2.7	100	16.0	91	169	79	20.2	64	4.55	0.79
80 p.p.m. 區	690	74	547	71	2.7	100	14.2	81	143	67	19.0	60	3.83	0.75
120 p.p.m. 區	497	53	380	49	2.2	81	13.7	78	117	55	16.2	51	3.25	0.85
200 p.p.m. 區	305	33	238	31	2.1	78	12.3	70	67	31	14.8	47	3.55	0.83
400 p.p.m. 區	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
b). 昭和18年實驗														
50 p.p.m. 區	233	60	177	54	2.1	84	8.3	78	56	92	9.9	91	3.16	0.84
60 p.p.m. 區	257	66	203	62	2.2	88	8.7	81	54	89	10.4	95	3.76	0.84
80 p.p.m. 區	273	70	215	66	2.2	88	8.3	78	58	95	9.0	83	3.71	0.92
120 p.p.m. 區	318	82	257	78	2.0	80	10.3	96	61	100	10.4	95	4.21	0.99
120 p.p.m. 區	186	48	150	46	1.8	72	7.5	70	36	59	10.9	100	4.17	0.69
200 p.p.m. 區	—	—	—	—	1.7	68	6.7	63	—	—	10.2	94	—	0.66
400 p.p.m. 區	388	100	328	100	2.5	100	10.7	100	60	98	10.0	92	5.47	1.07

アカマツ稚苗についての成績は第12表に示す通りで、(a)の場合では40 p.p.m. が最適

第12表 Nの多少とアカマツ稚苗生長との関係

N 試験区	稚苗全體		稚 苗 地 上 部						稚 苗 地 下 部				稚苗の地上部 對地下部比數	
	乾重 (mg)	同試験 比數	乾重 (mg)	同試験 比數	根元 直徑 (mm)	同試験 比數	幹長 (cm)	同試験 比數	乾重 (mg)	同試験 比數	根長 (cm)	同試験 比數	地上部乾重 地下部乾重	幹長 根長
a) 昭和18年實驗														
0 p.p.m. 區	203	100	139	92	1.7	94	6.8	100	64	100	21.7	100	2.17	0.31
20 p.p.m. 區	135	67	100	66	1.5	83	5.3	78	35	55	12.3	57	2.86	0.43
40 p.p.m. 區	194	96	151	100	1.8	100	5.9	87	43	67	9.5	44	3.51	0.62
60 p.p.m. 區	151	74	113	75	1.6	89	5.8	85	38	59	10.5	48	2.97	0.55
80 p.p.m. 區	164	81	132	87	1.6	89	6.1	90	32	50	10.1	47	4.13	0.60
100 p.p.m. 區	118	58	92	61	1.5	83	5.2	76	26	41	11.4	53	3.54	0.46
120 p.p.m. 區	134	66	98	65	1.4	78	5.0	74	36	56	11.2	52	2.72	0.45
200 p.p.m. 區	175	86	135	89	1.7	94	6.5	96	40	63	13.5	62	3.38	0.48
400 p.p.m. 區	108	53	86	57	1.4	78	5.3	78	22	34	8.8	41	3.91	0.60
b) 昭和18年實驗														
50 p.p.m. 區	174	98	136	95	1.5	75	6.1	100	38	100	10.3	76	3.58	0.59
60 p.p.m. 區	138	78	109	76	1.6	80	5.6	92	29	76	10.7	79	3.76	0.52
80 p.p.m. 區	146	82	116	81	1.5	75	5.9	97	30	79	10.1	75	3.87	0.58
100 p.p.m. 區	117	66	92	64	1.3	65	5.9	97	25	66	13.5	100	3.68	0.44
120 p.p.m. 區	120	67	90	63	1.7	85	4.8	79	30	79	10.0	74	3.00	0.48
200 p.p.m. 區	133	75	102	71	1.8	90	5.8	95	31	82	9.8	73	3.29	0.59
400 p.p.m. 區	178	100	143	100	2.0	100	5.5	90	35	92	13.5	100	4.09	0.41

のようであり、(b)の場合には400 p.p.m. 區を除外すれば50 p.p.m. が最もよいようである。(b)の場合にはそれよりも少ない區は設けなかつたので、40 p.p.m. 區との比較ができなかつたのは遺憾である。

モリシマアカシア稚苗についての成績は第13表に示す通りで、すなわち60 p.p.m. が最も良好である。

なお第10表乃至第13表によつて明らかなように、Nの稚苗生長に及ぼす影響はすべての樹種を通じて、比較的顯著であり、殊にスギ及びモリシマアカシアに於いて著しい。根の生長に對してよりも地上部の生長に對して一層影響が大であることは地上部乾重對地下部乾重比數及び幹長對根長比數の明らかに示すところである。また其の傾向は樹種によつてそれぞ

第13表 Nの多少とモリシマアカシア稚苗生長との関係

N 試験区	稚苗全体		稚苗地上部					稚苗地下部				稚苗の地上部 對地下部比數		
	乾重 (mg)	同試験 比數	乾重 (mg)	同試験 比數	根元 直徑 (mm)	同試験 比數	幹長 (cm)	同試験 比數	乾重 (mg)	同試験 比數	根長 (cm)	同試験 比數	地上部乾重 地下部乾重	幹長 根長
昭和18年實驗														
0 p.p.m. 區	306	41	136	27	2.2	100	10.4	84	170	75	21.9	91	0.80	0.47
40 p.p.m. 區	282	38	175	34	2.1	95	10.8	87	107	47	19.4	81	1.64	0.56
60 p.p.m. 區	740	100	513	100	2.0	91	11.9	96	227	100	19.9	83	2.26	0.60
80 p.p.m. 區	441	60	310	60	1.9	86	9.3	75	131	58	22.7	95	2.37	0.41
120 p.p.m. 區	663	90	447	87	2.1	95	12.4	100	216	95	24.0	100	2.07	0.52
200 p.p.m. 區	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
400 p.p.m. 區	110	15	57	11	2.0	91	8.2	66	53	23	22.2	93	1.08	0.37

れ特徴を示すように思われる。すなわちNの稚苗地上部の生長に對する作用効果はケヤキに最も大で、次いでスギであり、アカマツとモリシマアカシアは比較的小で、これら兩樹種は地上部の生長に較べて地下部の生長がスギ及びケヤキよりも比較的大であるようである。

(2) K₂Oの多少との関係

スギ稚苗についての成績は第14表に示す通りで、40 p.p.m. が最適である。

第14表 K₂Oの多少とスギ稚苗生長との関係

K ₂ O 試験区	稚苗全体		稚苗地上部					稚苗地下部				稚苗の地上部 對地下部比數		
	乾重 (mg)	同試験 比數	乾重 (mg)	同試験 比數	根元 直徑 (mm)	同試験 比數	幹長 (cm)	同試験 比數	乾重 (mg)	同試験 比數	根長 (cm)	同試験 比數	地上部乾重 地下部乾重	幹長 根長
昭和18年實驗														
0 p.p.m. 區	248	53	202	55	2.1	78	8.8	78	46	45	9.6	68	4.39	0.92
20 p.p.m. 區	256	55	212	58	2.1	78	9.5	84	44	43	9.8	70	4.82	0.97
40 p.p.m. 區	468	100	365	100	2.7	100	11.3	100	103	100	14.1	100	3.54	0.80
60 p.p.m. 區	277	59	222	61	2.2	81	11.2	99	55	53	10.8	77	4.04	1.04
80 p.p.m. 區	244	52	195	53	2.6	96	9.3	82	49	48	12.0	85	3.98	0.78
100 p.p.m. 區	151	32	120	33	1.7	63	7.4	65	31	30	10.9	77	3.87	0.68
120 p.p.m. 區	225	48	176	48	2.0	74	8.3	73	49	48	10.9	77	3.59	0.76
200 p.p.m. 區	177	38	138	38	1.7	63	6.9	61	39	38	10.4	74	3.54	0.66
400 p.p.m. 區	133	28	108	30	1.6	59	7.1	63	26	24	11.3	80	4.32	0.63
昭和19年實驗														
0 p.p.m. 區	318	34	253	33	1.7	63	10.5	66	66	39	15.2	75	3.83	0.69

40 p.p.m. 區	938	100	769	100	2.7	100	16.0	100	169	100	20.2	100	4.55	0.79
60 p.p.m. 區	431	46	356	46	1.8	67	10.9	68	75	44	16.4	81	4.75	0.66
80 p.p.m. 區	439	47	355	46	1.9	70	12.0	75	84	50	17.3	86	4.23	0.69
120 p.p.m. 區	629	67	517	67	2.1	78	12.9	81	112	66	17.9	89	4.62	0.72
200 p.p.m. 區	467	50	370	48	2.1	78	11.0	69	97	57	14.6	72	3.81	0.75
400 p.p.m. 區	355	38	272	35	1.9	70	9.6	60	83	49	15.3	76	3.28	0.63

ケヤキ稚苗に於いては第 15 表に示すように、無カリ區の生長は概して劣るが、200~400

第 15 表 K₂O の多少とケヤキ稚苗生長との關係

K ₂ O 試験區	稚苗全體		稚苗地上部					稚苗地下部				稚苗の地上部 對地下部比數		
	乾重 (mg)	同試験區 比數	乾重 (mg)	同試験區 比數	根元 直徑 (mm)	同試験區 比數	幹長 (cm)	同試験區 比數	乾重 (mg)	同試験區 比數	根長 (cm)	同試験區 比數	地上部乾重 地下部乾重	幹長 根長
昭和 18 年實驗														
0 p.p.m. 區	379	31	288	30	2.7	82	18.5	64	91	35	12.4	67	3.16	1.49
20 p.p.m. 區	783	63	563	58	3.3	100	28.7	100	220	84	14.9	80	2.56	1.93
40 p.p.m. 區	516	42	388	40	2.7	82	27.4	95	128	49	18.6	100	3.03	1.47
60 p.p.m. 區	753	61	581	60	3.1	94	25.3	88	172	65	17.5	94	3.38	1.45
80 p.p.m. 區	862	70	663	68	3.0	91	24.9	87	199	77	16.0	86	3.33	1.56
100 p.p.m. 區	701	57	542	56	3.0	91	25.1	87	159	60	14.3	77	3.41	1.76
120 p.p.m. 區	798	65	584	60	3.0	91	22.4	78	214	81	13.4	72	2.73	1.67
200 p.p.m. 區	862	70	695	71	3.0	91	26.0	91	167	63	16.2	87	4.16	1.60
400 p.p.m. 區	1238	100	975	100	3.3	100	22.8	97	263	100	18.4	99	3.71	1.51
昭和 19 年實驗														
0 p.p.m. 區	410	34	288	29	2.2	71	18.9	52	122	55	15.6	94	2.36	1.21
40 p.p.m. 區	527	44	395	40	2.9	94	25.9	71	132	60	16.6	100	3.50	1.43
60 p.p.m. 區	1192	100	978	100	3.1	100	31.8	88	214	97	13.3	80	4.57	2.39
80 p.p.m. 區	494	41	385	39	2.7	87	28.2	78	109	49	13.0	78	3.53	2.17
120 p.p.m. 區	582	49	453	46	3.1	100	36.3	100	129	58	16.5	99	3.51	2.20
200 p.p.m. 區	731	61	592	61	2.4	77	24.3	67	139	63	14.0	84	4.26	1.74
400 p.p.m. 區	949	80	728	74	3.1	100	34.7	96	221	100	16.1	97	3.29	1.53

p.p.m. の場合にも生長は非常に良好である。これらを除外すれば最良區は昭和 18 年の實驗では 80 p.p.m. であり、昭和 19 年の成績では 60 p.p.p. の場合である。いずれにしても K₂O の相對的最適濃度はスギ稚苗の場合よりも大であるように思われる。

アカマツ稚苗についての成績は第 16 表に示す通りで、スギ稚苗の場合ほど明らかな成績を収めることはできなかつたが、最適濃度は 80 p.p.m. で、これについては 40 p.p.m. が良好である。すなわち大體其の相對的適量は 40~80 p.p.m. であると考えられる。

第 16 表 K₂O の多少とアカマツ稚苗生長との關係

K ₂ O 試験區	稚苗全體		稚 苗 地 上 部					稚 苗 地 下 部				稚苗の地上部 對地下部比數		
	乾重 (mg)	同試験區 比數	乾重 (mg)	同試験區 比數	根元 直徑 (mm)	同試験區 比數	幹長 (cm)	同試験區 比數	乾重 (mg)	同試験區 比數	根長 (cm)	同試験區 比數	地上部乾重 地下部乾重	幹長 根長
昭和18年實驗														
0 p.p.m. 區	107	53	83	52	1.3	76	5.3	79	24	56	8.4	66	3.46	0.63
20 p.p.m. 區	125	61	92	57	1.5	88	5.4	81	33	77	12.6	99	2.79	0.43
40 p.p.m. 區	151	74	113	70	1.6	94	5.8	87	38	88	10.5	83	2.97	0.55
60 p.p.m. 區	94	46	72	45	1.1	65	4.8	72	22	51	10.0	79	3.27	0.48
80 p.p.m. 區	204	100	161	100	1.7	100	6.7	100	43	100	10.9	86	3.74	0.61
100 p.p.m. 區	142	70	112	70	1.4	82	6.1	91	30	70	12.7	100	3.73	0.48
120 p.p.m. 區	128	63	100	62	1.5	88	6.2	93	28	65	9.0	71	3.57	0.69
200 p.p.m. 區	97	48	74	46	1.3	76	5.6	84	23	53	11.2	88	3.22	0.50
400 p.p.m. 區	108	53	89	55	1.4	82	6.6	99	19	44	10.7	84	4.68	0.62

モリシマアカシア稚苗の場合には、第 17 表で明らかなように、最適濃度は 40 p.p.m. である。

第 17 表 K₂O の多少とモリシマアカシア稚苗生長との關係

K ₂ O 試験區	稚苗全體		稚 苗 地 上 部					稚 苗 地 下 部				稚苗の地上部 對地下部比數		
	乾重 (mg)	同試験區 比數	乾重 (mg)	同試験區 比數	根元 直徑 (mm)	同試験區 比數	幹長 (cm)	同試験區 比數	乾重 (mg)	同試験區 比數	根長 (cm)	同試験區 比數	地上部乾重 地下部乾重	幹長 根長
昭和19年實驗														
0 p.p.m. 區	206	28	133	26	1.7	81	6.8	57	73	32	22.0	87	1.82	0.31
40 p.p.m. 區	740	100	513	100	2.0	95	11.9	100	227	100	19.9	79	2.26	0.60
60 p.p.m. 區	588	80	412	80	2.1	100	11.7	98	176	78	23.8	94	2.34	0.49
80 p.p.m. 區	265	36	145	28	2.1	100	9.5	80	120	53	19.9	79	1.21	0.48
100 p.p.m. 區	325	44	208	41	1.9	90	11.1	93	117	52	21.8	87	1.78	0.51
200 p.p.m. 區	300	41	195	38	1.8	86	8.9	75	105	46	17.1	68	1.86	0.52
400 p.p.m. 區	390	53	321	63	2.0	95	9.7	82	169	74	15.2	100	1.90	0.38

以上の結果からすると一般林木稚苗用水耕液の組成としては大體 K₂O は 40 p.p.m. がよい

ように思われる。

なお稚苗の生長に対する K_2O 過量の影響はすべての樹種を通じて N ほど大ではなく、また N のように根の生長よりも地上部の生長に一層大きく作用するといったような傾向は明らかでない。

(3) P_2O_5 の多少との関係

スギ稚苗の生長との関係は第 18 表に示す通りである。無磷酸區の結果は昭和 18 年と 19 年の兩實驗の成績が必ずしも一致しないが、相對的最適濃度が 20 p.p.m. であることは一致している。また其の過量の害作用は N の場合と同様に比較的顯著である。

第 18 表 P_2O_5 の多少とスギ稚苗生長との関係

P_2O_5 試驗區	稚苗全體		稚苗地上部					稚苗地下部				稚苗の地上部 對地下部比數		
	乾重 (mg)	同試 驗區 比數	乾重 (mg)	同試 驗區 比數	根元 直徑 (mm)	同試 驗區 比數	幹長 (cm)	同試 驗區 比數	乾重 (mg)	同試 驗區 比數	根長 (cm)	同試 驗區 比數	地上部乾重 地下部乾重	幹長 根長
昭和18年實驗														
0 p.p.m. 區	47	10	35	10	0.9	33	3.9	35	12	12	9.3	66	2.92	0.42
20 p.p.m. 區	468	100	365	100	2.7	100	11.3	100	103	100	14.1	100	3.54	0.80
40 p.p.m. 區	141	30	111	30	1.6	59	7.4	65	30	29	11.2	79	3.70	0.66
60 p.p.m. 區	179	38	142	39	1.7	63	8.8	78	37	36	10.8	77	3.84	0.81
80 p.p.m. 區	138	30	112	31	1.5	56	7.0	62	26	25	9.3	66	4.31	0.75
100 p.p.m. 區	78	17	61	17	1.1	41	5.2	46	17	17	8.0	57	3.59	0.65
120 p.p.m. 區	94	20	74	20	1.3	48	5.8	51	20	19	8.9	63	3.70	0.65
200 p.p.m. 區	123	26	81	22	1.5	56	5.0	44	42	41	10.0	71	1.93	0.50
400 p.p.m. 區	124	27	50	14	1.2	44	4.1	36	74	72	7.7	55	0.68	0.53
昭和19年實驗														
0 p.p.m. 區	654	70	515	67	2.1	78	13.7	86	139	82	19.3	96	3.71	0.71
20 p.p.m. 區	938	100	769	100	2.7	100	16.0	100	169	100	20.2	100	4.55	0.79
40 p.p.m. 區	659	70	527	69	2.1	78	12.8	80	132	78	16.1	80	3.99	0.80
60 p.p.m. 區	450	48	356	46	2.0	74	11.5	72	94	56	14.3	71	3.79	0.80
80 p.p.m. 區	294	31	216	28	1.9	70	9.0	56	78	46	13.8	68	2.77	0.65
120 p.p.m. 區	186	20	138	18	1.5	56	6.9	43	48	28	11.6	57	2.88	0.59
200 p.p.m. 區	117	13	83	11	1.3	48	5.9	37	34	20	10.7	53	2.44	0.55
400 p.p.m. 區	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ケヤキ稚苗についての成績は第 19 表に示すように、過量になると著しく生長を害するこ

とは明らかであるが、相対的最適濃度ということになると、なお今後の研究にまつ餘地が残されているように思われる。昭和 18 年の無磷酸區は生長不良であるにもかかわらず、昭和 19 年の成績では最も良好な生長を示し、兩區の結果に大きな喰違いを生じた。昭和 19 年の無磷酸區の生長は異常なものとして一先ず除外するのが妥當のように考えられる。そうすると相対的最適濃度は昭和 18 年の成績では 100 p.p.m., 昭和 19 年の成績では 80 p.p.m. であるから、大體 80~100 p.p.m. であるといえる。すなわちスギなどに較べると著しく大であることになる。

第 19 表 P_2O_5 の多少とケヤキ稚苗生長との關係

P_2O_5 試験區	稚苗全體		稚苗地上部						稚苗地下部				稚苗の地上部 對地下部比數	
	乾重 (mg)	同試験區 比數	乾重 (mg)	同試験區 比數	根元 直徑 (mm)	同試験區 比數	幹長 (cm)	同試験區 比數	乾重 (mg)	同試験區 比數	根長 (cm)	同試験區 比數	地上部乾重 地下部乾重	幹長 根長
昭和18年實驗														
0 p.p.m. 區	429	54	301	50	2.3	72	15.9	58	128	65	21.8	100	2.35	0.73
20 p.p.m. 區	516	64	388	64	2.7	84	27.4	100	128	65	18.6	85	3.03	1.47
40 p.p.m. 區	669	83	529	87	2.8	88	21.5	78	140	71	16.8	77	3.78	1.28
60 p.p.m. 區	708	88	531	88	2.7	84	24.3	89	177	90	14.8	68	3.00	1.64
80 p.p.m. 區	738	92	544	90	3.2	100	24.8	91	194	99	13.2	61	2.80	1.88
100 p.p.m. 區	802	100	606	100	3.0	94	24.2	88	196	100	14.9	68	3.09	1.62
120 p.p.m. 區	476	59	354	58	2.7	84	16.9	62	122	62	10.9	50	2.90	1.55
200 p.p.m. 區	303	38	208	34	2.4	75	14.1	51	95	48	10.1	46	2.19	1.40
400 p.p.m. 區	151	19	93	15	2.0	63	9.4	34	58	30	8.8	40	1.60	1.07
昭和19年實驗														
0 p.p.m. 區	1418	100	1151	100	3.2	100	32.3	100	267	100	19.6	100	4.31	1.65
20 p.p.m. 區	527	37	395	34	2.9	91	25.9	80	132	49	16.6	85	2.99	1.56
40 p.p.m. 區	500	35	361	31	2.6	81	19.9	62	139	52	18.7	95	2.60	1.06
60 p.p.m. 區	436	31	361	31	2.4	75	24.5	76	75	28	13.5	69	4.81	1.81
80 p.p.m. 區	984	69	795	69	2.9	91	23.6	73	189	71	14.5	74	4.21	1.63
120 p.p.m. 區	476	34	376	33	2.7	84	24.5	76	100	37	16.1	82	3.76	1.52
200 p.p.m. 區	146	10	110	10	1.9	59	14.5	45	36	13	12.9	66	3.06	1.12
400 p.p.m. 區	76	5	46	4	1.6	50	10.9	34	30	11	10.5	54	1.53	1.04

アカマツ稚苗についての成績は第 20 表に示す通りで、最も成績のよかつたのは 100 p.p.m. 區である。しかし 20 p.p.m. の場合にもこれに次いで生長が佳良であり、80 p.p.m. 區

では著しく劣るので、相対的最適濃度は矢張り 20 p.p.m. というべきであろう。

第20表 P_2O_5 の多少とアカマツ稚苗生長との関係

P_2O_5 試験区	稚苗全体		稚苗地上部					稚苗地下部				稚苗の地上部 対地下部比数		
	乾重 (mg)	同試験区 比数	乾重 (mg)	同試験区 比数	根元 直徑 (mm)	同試験区 比数	幹長 (cm)	同試験区 比数	乾重 (mg)	同試験区 比数	根長 (cm)	同試験区 比数	地上部乾重 地下部乾重	幹長 根長
昭和18年實驗														
0 p.p.m. 區	104	56	76	53	1.3	65	4.9	75	28	65	10.4	95	2.71	0.47
20 p.p.m. 區	151	81	113	78	1.6	80	5.8	89	38	88	10.5	96	2.97	0.55
40 p.p.m. 區	116	62	94	65	1.6	80	6.0	92	22	51	9.3	85	4.27	0.65
60 p.p.m. 區	142	76	108	75	1.6	80	6.0	92	34	79	10.9	100	3.18	0.55
80 p.p.m. 區	87	47	66	46	1.1	55	5.4	83	21	49	10.8	99	3.14	0.50
100 p.p.m. 區	187	100	144	100	1.6	80	6.5	100	43	100	10.3	94	3.35	0.63
120 p.p.m. 區	105	56	80	56	1.4	70	5.8	89	25	58	8.5	78	3.20	0.68
200 p.p.m. 區	65	35	49	34	1.2	60	4.2	65	16	37	6.7	61	3.06	0.63
400 p.p.m. 區	87	47	52	36	2.0	100	4.3	66	35	81	9.2	84	1.49	0.47

モリシマアカシア稚苗の生長との関係は第21表に示す通りである。昭和19年のケヤキ

第21表 P_2O_5 の多少とモリシマアカシア稚苗生長との関係

P_2O_5 試験区	稚苗全体		稚苗地上部					稚苗地下部				稚苗の地上部 対地下部比数		
	乾重 (mg)	同試験区 比数	乾重 (mg)	同試験区 比数	根元 直徑 (mm)	同試験区 比数	幹長 (cm)	同試験区 比数	乾重 (mg)	同試験区 比数	根長 (cm)	同試験区 比数	地上部乾重 地下部乾重	幹長 根長
昭和19年實驗														
0 p.p.m. 區	1342	100	1020	100	2.7	100	20.2	100	322	100	26.2	100	3.17	0.77
20 p.p.m. 區	740	55	513	50	2.0	74	11.9	59	227	70	19.9	76	2.26	0.60
40 p.p.m. 區	455	34	322	32	2.3	85	12.9	64	133	41	22.4	85	2.42	0.58
60 p.p.m. 區	77	6	40	4	1.8	67	5.4	27	37	11	21.0	80	1.08	0.26
80 p.p.m. 區	179	13	102	10	1.8	67	6.9	34	77	24	24.9	95	1.32	0.28
120 p.p.m. 區	157	12	97	10	2.0	74	10.0	50	60	19	16.0	61	1.62	0.63
200 p.p.m. 區	78	6	45	4	2.0	74	7.0	35	33	10	8.0	31	1.36	0.88
400 p.p.m. 區	142	11	61	6	1.9	70	7.2	36	81	25	18.4	70	0.75	0.89

の場合と同様に無磷酸區に却つて最も良好な生長を示したが、これについて良好なのは 20 p.p.m. の場合である。従つて其の相対的最適濃度は 0~20 p.p.m. の間にあるということになる。すなわちモリシマアカシアの稚苗の生長に対しては少量の P_2O_5 で足り、過量になる

と著しく障害をうけるものといえよう。

以上を総合すると稚苗の生長に対する P_2O_5 の影響は N と同様に比較的大であり、其の過量の影響も K_2O とは異なり比較的顯著である。なおまた地上部對地下部比數について検討すると P_2O_5 は稚苗の地上部の生長に對してよりも地下部の生長に對して作用する影響が比較的顯著で、N と對蹠的な關係にたつことが明らかに窺える。

2. 水耕用榮養液の濃度と稚苗生長との關係

著者の一人が案出した⁽¹⁾一般林木稚苗水耕用榮養液の標準組成は $N60\sim80$ p.p.m., K_2O 40

第 22 表 水耕用榮養液の濃度と稚苗生長との關係

樹種	稚苗の部位及び項目 試験區	稚苗全體		稚苗地上部				稚苗地下部				稚苗の地上部對地下部比數			
		乾重(mg)	同試験區比數	乾重(mg)	同試験區比數	根元直徑(mm)	同試験區比數	幹長(cm)	同試験區比數	乾重(mg)	同試験區比數	根長(cm)	同試験區比數	地上部乾重	地下部乾重
ス	N: K_2O : P_2O_5 p.p.m.														
	60:40:20 區	809	93	621	94	2.2	88	13.4	96	188	89	17.6	95	3.30	0.76
	30:20:10 區	629	72	475	72	2.3	92	12.2	88	154	73	17.3	93	3.08	0.71
	15:10:5 區	636	73	486	73	2.2	88	11.3	81	150	71	17.7	95	3.24	0.64
ギ	80:40:20 區	729	83	577	87	2.3	92	13.4	96	152	72	18.6	100	3.80	0.72
	40:20:10 區	875	100	664	100	2.5	100	13.9	100	211	100	18.1	97	3.15	0.77
	20:10:5 區	728	83	543	82	2.1	84	13.1	94	185	88	18.2	98	2.94	0.72
ケ	60:40:20 區	1003	93	828	90	2.8	100	29.4	93	175	79	19.8	87	4.73	1.48
	30:20:10 區	1078	100	920	100	2.4	86	29.1	92	158	71	19.7	87	5.82	1.48
	15:10:5 區	1004	93	835	91	2.6	93	31.6	100	169	76	22.7	150	4.94	1.39
ヤ	80:40:20 區	532	49	420	46	2.3	82	23.4	74	112	50	21.1	93	3.75	1.11
	40:20:10 區	583	54	469	51	2.3	82	24.3	77	114	51	16.3	72	4.11	1.49
	20:10:5 區	1068	99	846	92	2.7	96	28.5	90	222	100	20.5	90	3.81	1.39
モリシマアカシヤ	60:40:20 區	172	15	112	13	1.6	73	9.3	57	60	22	26.9	100	1.87	0.35
	30:20:10 區	292	25	195	22	1.6	73	9.7	60	97	36	25.8	96	2.01	0.38
	15:10:5 區	152	13	90	10	1.6	73	8.2	50	62	23	22.2	83	1.45	0.37
ヤ	80:40:20 區	447	39	289	33	1.9	86	11.6	71	158	58	22.8	85	1.83	0.51
	40:20:10 區	1157	100	886	100	2.2	100	16.3	100	271	100	24.4	91	3.27	0.67
	20:10:5 區	206	18	115	13	1.9	86	8.3	51	91	34	22.3	83	1.26	0.37

p.p.m., P_2O_5 20 p.p.m., CaO 及び MgO とともに 60 p.p.m., Fe_2O_3 5 p.p.m. であり、多くの場合にこの栄養液を用いて良好な成績を収め得ることは第 1 報及び上述の実験結果で明らかである。しかし特に發芽當年の稚苗に対しては原液濃度で用いるよりも、これを適當に稀釋して用いる方がよいのではないかと考えられるので、其の關係について究明するために本実験を行つた。其の成績は第 22 表に示す通りである。もとより唯 1 回だけの実験結果から結論を導くことは危険であるから、本実験についてはさらに反覆繰返えす必要のあることは明らかである。ここでは單に今回の実験の範圍内に於いて得られた結果について其の傾向を指摘するに止める。

すなわちスギ稚苗に於いては N 40— K_2O 20— P_2O_5 10 p.p.m. 區が最も成績良好のようであるが實際には各試験區間の差は比較的少ない。このことは同じ昭和 19 年に行つた第 10 表の N 多少區に於ける N—60 p.p.m. 區及び N—80 p.p.m. 區の結果と本実験の N—60 p.p.m. 區及び N—80 p.p.m. 區の結果とを對比すれば自ら明らかである。従つて本実験の範圍内に於いては殆んど差がないというべきであらう。

ケヤキ稚苗に於いては N 30— K_2O 20— P_2O_5 10 p.p.m. 區及び N 20— K_2O 10— P_2O_5 5 p.p.m. 區に最も良好な成績を得た。N 80— K_2O 40— P_2O_5 20 p.p.m. 區及び N 40— K_2O 20— P_2O_5 10 p.p.m. 區の成績は著しく劣つてゐるが、其の理由については説明がつかない。第 11 表の同じ昭和 19 年に行つた N—60 p.p.m. 區及び N—80 p.p.m. 區の結果を參照すれば、其の原因は他にあるように思われる。すなわちケヤキ稚苗の場合に於いても栄養液稀釋の影響は殆んど認められないというべきであらう。

モリシマアカシア稚苗に於いては N 40— K_2O 20— P_2O_5 10 p.p.m. 區に最も良好な成績を収めた。しかし本実験の N 60— K_2O 40— P_2O_5 20 p.p.m. 區の成績と第 13 表の區 N—60 p.p.m. 區の成績とは著しい差がある。従つて本実験の結果だけでは結論を導くことはできないので、今後さらに実験の要がある。

3. 摘 要

林木稚苗の水耕培養に際して、使用する栄養液の N・ K_2O ・ P_2O_5 3要素の組成割合及び其の濃度と稚苗發育との關係を明らかにするために、千葉縣演習林に於いて、著者の一人が案出した林木稚苗水耕用栄養液を用い、スギ・アカマツ・ケヤキ・モリシマアカシア各樹種について実験を行つた結果の主なものは次の通りである。

(1) 栄養液中の N の多少と稚苗枯損との關係を見ると、各樹種を通じて N 濃度の小さ

い範囲では比較的少ないが、N 濃度が或る限度を超えて多くなると著しく枯損率は高まる。其の限度はスギ・ケヤキ・モリシマアカシア稚苗では 120 p.p.m., アカマツ稚苗では 60 p.p.m. のようである。

(2) 栄養液中の K_2O の多少と稚苗枯損との関係については、N の場合と異なり、各樹種を通じて一定の傾向を認め難い。

(3) 栄養液中の P_2O_5 の多少と稚苗枯損との関係は N の場合と同様に比較的顯著である。スギ稚苗では 100 p.p.m., アカマツ稚苗では 40 p.p.m., モリシマアカシア稚苗では 120 p.p.m. 以上に濃度が大きくなると著しく枯損率は高まる。ケヤキ稚苗では 400 p.p.m. になると枯損率は著しく増大するが、それ以下の量では一定の傾向を認め難い。

(4) N60— K_2O 40— P_2O_5 20 p.p.m. 液・其の 2 倍稀釋液・其の 4 倍稀釋液と N80— K_2O 40— P_2O_5 20 p.p.m. 液・其の 2 倍稀釋液・其の 4 倍稀釋液の稚苗枯損との関係については殆んど差が認められない。

(5) 栄養液中の N の多少と稚苗生長との関係を見ると、すべての樹種を通じて比較的顯著である。殊にスギ稚苗とモリシマアカシア稚苗の場合に著しく、スギ稚苗では 60~80 p.p.m., モリシマアカシア稚苗では 60 p.p.m. が相對的最適濃度のようである。アカマツ稚苗では大體 40~50 p.p.m. が最適のように思われる。しかしケヤキ稚苗では其の適量について餘りはつきりした結果が得られなかつた。

(6) 栄養液中の K_2O の多少と稚苗生長との関係を見ると、N や P_2O_5 ほど顯著ではないが、スギ稚苗とモリシマアカシア稚苗では 40 p.p.m. が相對的最適濃度であり、ケヤキ稚苗では大體 60~80 p.p.m., アカマツ稚苗では 40~80 p.p.m. が適するようである。

(7) 栄養液中の P_2O_5 の多少と稚苗生長との関係は N と同様に比較的顯著である。過量になると著しく生長を阻害する。スギ稚苗では相對的最適濃度は 20 p.p.m. であり、モリシマアカシアでは 0~20 p.p.m. の間にあるらしく、アカマツ稚苗では大體 20 p.p.m. のようである。ケヤキ稚苗に對する相對的最適濃度は餘りはつきりしないが、大體 80~100 p.p.m. のようである。

(8) N60— K_2O 40— P_2O_5 20 p.p.m. 液其の 2 倍及び 4 倍稀釋液と N80— K_2O 40— P_2O_5 20 p.p.m. 液・其の 2 倍及び 4 倍稀釋液とに於けるスギ・ケヤキ・モリシマアカシア各稚苗の生長の関係はそれぞれに根據のある差が殆んど見られなかつた。

(9) N は稚苗の地下部よりも寧ろ地上部の生長に影響するところ大であり、 P_2O_5 は逆に寧ろ地下部の生長に大きく作用することが認められる。 K_2O は N 及び P_2O_5 と異なり、特

に地上部或は地下部の何れか一方に一層強く作用するといった傾向は認められない。

参 考 文 献

(1) 芝本武夫：林木稚苗の水耕法に関する研究(第一報)—栄養液の組成，東京大學演習林報告，33, 63~92頁 (1949)

Résumé

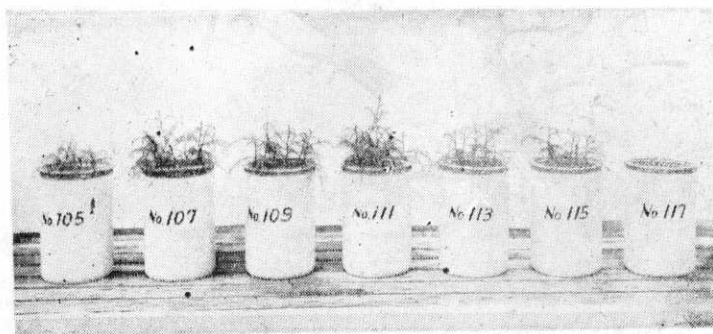
Studies of the relationship between the growths of *Cryptomeria japonica* Don., *Pinus densiflora* S. et Z., *Acacia mollissima* Willd. and *Zelkova serrata* Makino seedlings and the various relative concentrations of nutrient elements, N, K₂O and P₂O₅, revealed the following results :

(1) Decreasing or increasing of concentrations of nutrient elements, N, K₂O and P₂O₅, individually, hinder heavily the growth of all seedlings, especially in the cases of N and P₂O₅ concentrations.

(2) Concerning the optimum relative concentrations of elements in the nutrient solution, we can say the following :

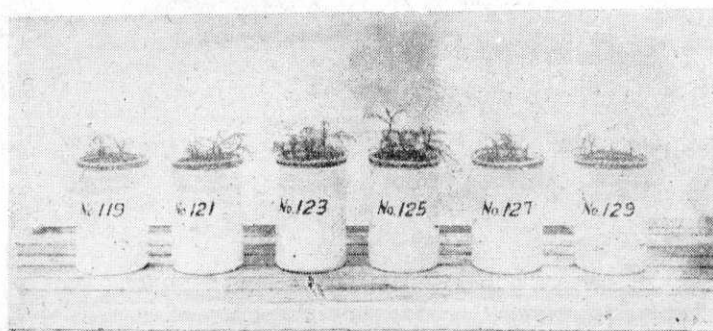
	N(p.p.m.)	K ₂ O(p.p.m.)	P ₂ O ₅ (p.p.m.)
a. the seedlings of <i>Cryptomeria japonica</i> Don.	60~80	40	20
b. the seedlings of <i>Pinus densiflora</i> S. et Z.	40~50	40~80	20
c. the seedlings of <i>Acacia mollissima</i> Willd.	60	40	0~20
d. the seedlings of <i>Zelkova serrata</i> Makino.	20~120	60~80	80~100

(3) The effects of dilution of nutrient solution to $\frac{1}{2}$ or $\frac{1}{4}$ concentrations on the growth are not evident in all seedlings.



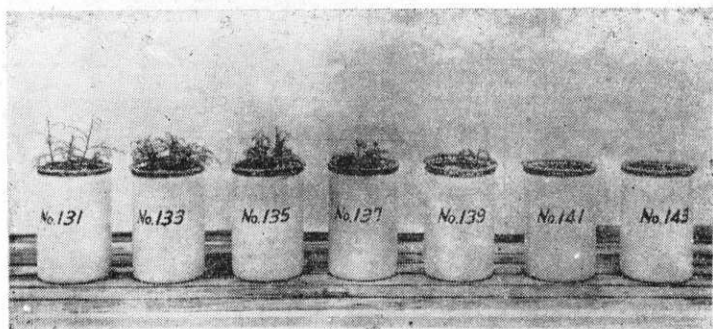
No.105... 0 p.p.m. 區 No.109...60 p.p.m. 區 No.113...120 p.p.m. 區 No.117...400 p.p.m. 區
 No.107...40 p.p.m. 區 No.111...80 p.p.m. 區 No.115...200 p.p.m. 區

寫眞 1. N の多少とスギ稚苗の生長 (昭和 19 年實驗)



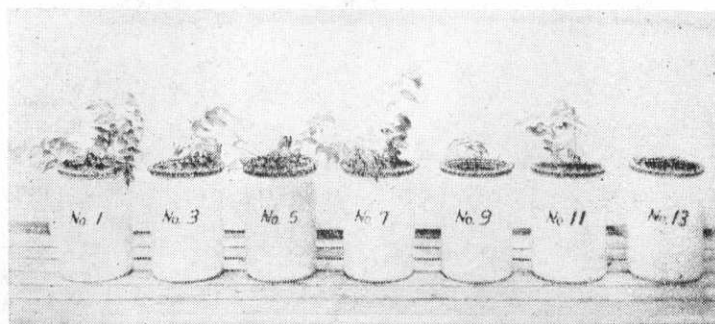
No.119... 0 p.p.m. 區 No.123... 80 p.p.m. 區 No.127...200 p.p.m. 區
 No.121...60 p.p.m. 區 No.125...120 p.p.m. 區 No.129...400 p.p.m. 區
 (40p.p.m. 區は寫眞 1 の No. 109)

寫眞 2. K₂O の多少とスギ稚苗の生長 (昭和 19 年實驗)



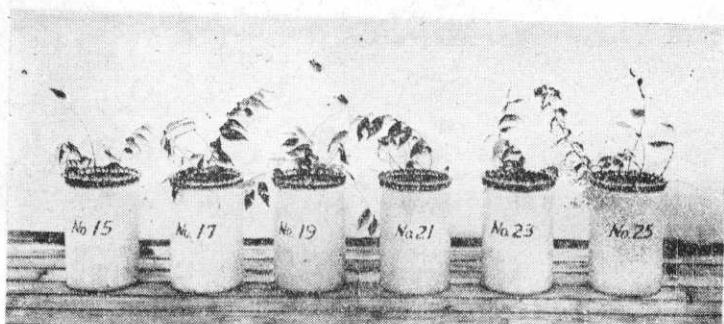
No.131... 0 p.p.m. 區 No.135...60 p.p.m. 區 No.139...120 p.p.m. 區 No.143...400 p.p.m. 區
 No.133...40 p.p.m. 區 No.137...80 p.p.m. 區 No.141...200 p.p.m. 區
 (20 p.p.m. 區は寫眞 1 の No.109)

寫眞 3. P₂O₅ の多少とスギ稚苗の生長 (昭和 19 年實驗)



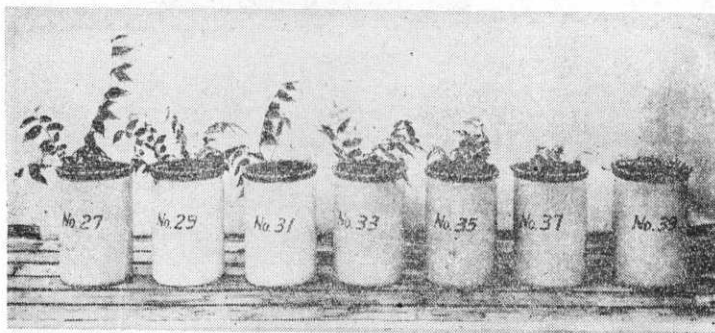
No.1... 0 p.p.m. 區 No.5...60 p.p.m. 區 No.9...120 p.p.m. 區 No.13...400 p.p.m. 區
 No.3...40 p.p.m. 區 No.7...80 p.p.m. 區 No.11...200 p.p.m. 區

寫眞 4. N の多少とテヤキ稚苗の生長(昭和 19 年實驗)



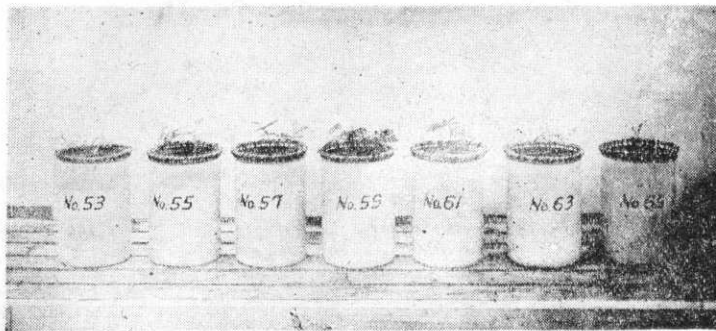
No.15... 0 p.p.m. 區 No.19... 80 p.p.m. 區 No.23...200 p.p.m. 區
 No.17...60 p.p.m. 區 No.21...120 p.p.m. 區 No.25...400 p.p.m. 區
 (40 p.p.m. 區は寫眞 4 の No.5)

寫眞 5. K₂O の多少とテヤキ稚苗の生長 (昭和 19 年實驗)



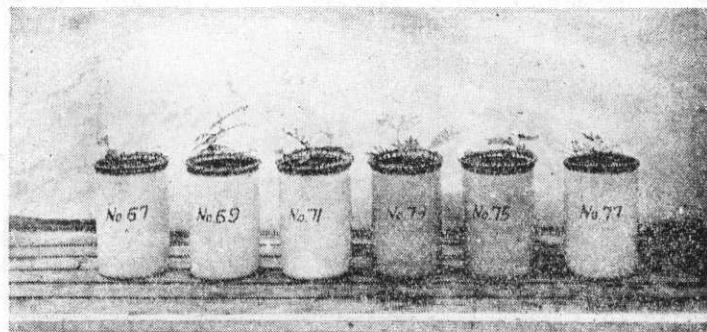
No.27... 0 p.p.m. 區 No.31...60 p.p.m. 區 No.35...120 p.p.m. 區 No.39...400 p.p.m. 區
 No.29...40 p.p.m. 區 No.33...80 p.p.m. 區 No.37...200 p.p.m. 區
 (20 p.p.m. 區は寫眞 4 の No.5)

寫眞 6. P₂O₅ の多少とテヤキ稚苗の生長 (昭和 19 年實驗)



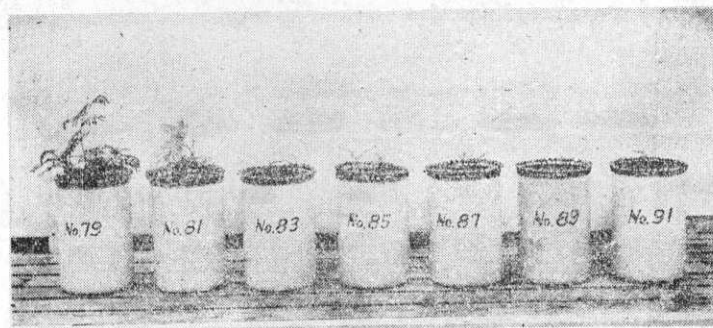
No.53... 0 p.p.m. 區 No.57...60 p.p.m. 區 No.61...120 p.p.m. 區 No.65...400 p.p.m. 區
 No.55...40 p.p.m. 區 No.59...80 p.p.m. 區 No.63...200 p.p.m. 區

寫眞 7. N の多少とモリシマアカシア稚苗の生長 (昭和 19 年實驗)



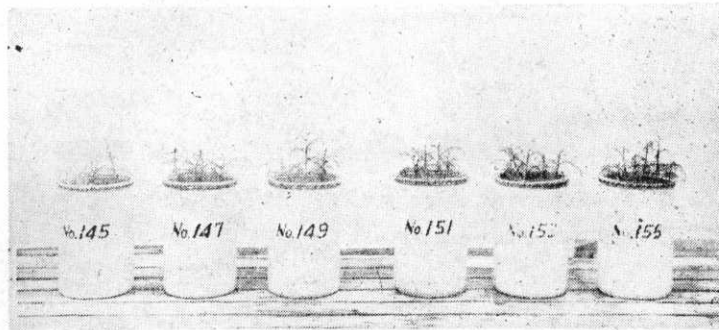
No.67... 0 p.p.m. 區 No.71...80 p.p.m. 區 No.75...200 p.p.m. 區
 No.69...60 p.p.m. 區 No.73...120 p.p.m. 區 No.77...400 p.p.m. 區

寫眞 8. K_2O の多少とモリシマアカシア稚苗の生長 (昭和 19 年實驗)



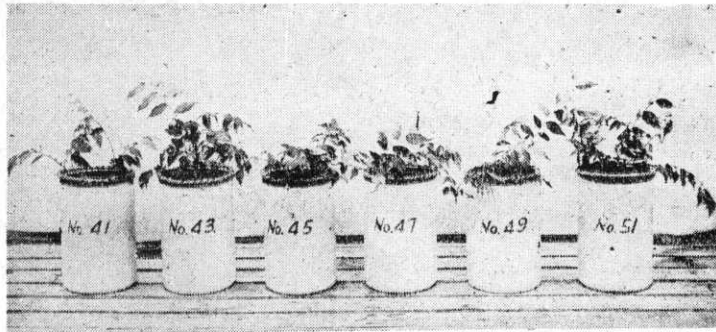
No.79... 0 p.p.m. 區 No.83...60 p.p.m. 區 No.87...120 p.p.m. 區 No.91...400 p.p.m. 區
 No.81...40 p.p.m. 區 No.85...80 p.p.m. 區 No.89...200 p.p.m. 區

寫眞 9. P_2O_5 の多少とモリシマアカシア稚苗の生長 (昭和 19 年實驗)



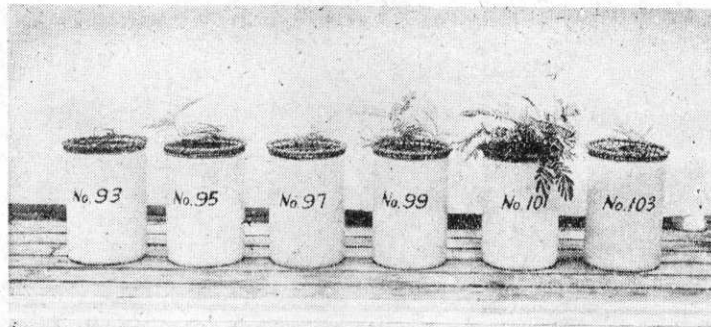
No. 145...N 60—K₂O 40—P₂O₅ 20 p.p.m. 區 No. 151...N 80—K₂O 40—P₂O₅ 20 p.p.m. 區
 No. 147...N 30—K₂O 20—P₂O₅ 10 p.p.m. 區 No. 153...N 40—K₂O 20—P₂O₅ 10 p.p.m. 區
 No. 149...N 15—K₂O 10—P₂O₅ 5 p.p.m. 區 No. 155...N 20—K₂O 10—P₂O₅ 5 p.p.m. 區

寫眞 10. 榮養液の濃度とスギ稚苗の生長 (昭和 19 年實驗)



No. 41...N 60—K₂O 40—P₂O₅ 20 p.p.m. 區 No. 47...N 80—K₂O 40—P₂O₅ 20 p.p.m. 區
 No. 43...N 30—K₂O 20—P₂O₅ 10 p.p.m. 區 No. 49...N 40—K₂O 20—P₂O₅ 10 p.p.m. 區
 No. 45...N 15—K₂O 10—P₂O₅ 5 p.p.m. 區 No. 51...N 20—K₂O 10—P₂O₅ 5 p.p.m. 區

寫眞 11. 榮養液の濃度とスギ稚苗の生長 (昭和 19 年實驗)



No. 93...N 60—K₂O 40—P₂O₅ 20 p.p.m. 區 No. 99...N 80—K₂O 40—P₂O₅ 20 p.p.m. 區
 No. 95...N 30—K₂O 20—P₂O₅ 10 p.p.m. 區 No. 101...N 40—K₂O 20—P₂O₅ 10 p.p.m. 區
 No. 97...N 15—K₂O 10—P₂O₅ 5 p.p.m. 區 No. 103...N 20—K₂O 10—P₂O₅ 5 p.p.m. 區

寫眞 12. 榮養液の濃度とモリシマアカシア稚苗の生長 (昭和 19 年實驗)