

研究報告第99号正誤表

頁	行	誤	正	摘 要
62	上から 3	——調査項目——組合せ試験	一調査項目，一組合せ試験	
〃	〃 14のはじめに		岡山営林署の玉木廉士元署長， 向井一夫元治山課長	脱 落 〃
〃	〃 18	高島分場の職員各位	高島分場職員ならびに京都支場 土壌調査室の職員各位	〃
67	〃 4	<i>Amarpha</i>	<i>Amorpha</i>	
74	〃 22	青島トゲナシニセアカシヤ	ニセアカシヤ	
〃	〃 26	ニセアカシヤ	青島トゲナシニセアカシヤ	
88	〃 28	ほとんど	たいした	
122	〃 13	普通の林地帯等	普通の林地等	
〃	〃 20	青島トゲナシニセアカシヤ	ニセアカシヤ	
144, 145 の間	Plate 6 Phot.23	植付当年	2年6カ月後	
156	上から 10	25 本	20 本	
175	Table 3 単価の欄	1,050		不 要

肥料木の栄養生理に関する研究 I

栄養条件を異にするモリシマ・アカシヤ, オオバヤシャブシの水耕培養に関する 二、三の実験

植 村 誠 次⁽¹⁾ 岩 川 幹 夫⁽²⁾
北 村 嘉 一⁽³⁾ 原 敏 男⁽⁴⁾

I ま え が き

スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツ、エゾマツ、トドマツなどの稚苗の栄養生理に関する研究は、これまでかなりの数が報告されている。ところで、肥料木（根瘤植物）は根瘤菌との共生窒素固定作用を営む特殊の栄養機能をもつ樹種に属し、主として林地の地力改善という見地から、禿瘠地、瘠悪林地、砂丘などの立地的条件がきわめてわるいところに植栽され、あるいはスギ、ヒノキ、その他の樹種と肥培の目的で混植される場合も少なくなく、しかも養苗がはなはだむずかしいとされている樹種もかなり含まれているにもかかわらず、その栄養生理に関する研究は、ほとんど等閑にふせられてきた。

従来、根瘤植物についての栄養生理は、豆科作物について、多くは作物の増収および共生窒素固定機構等を対象とした研究がなされてきているが、最近には放射性同位元素 N_{15} の利用による新分野が開拓されてきたので、豆科作物のほかでもハンノキ、ヤマモモ、グミ属根瘤の窒素固定能力に関する研究報告が見かけられるようになった^{1)~4)}。しかし養苗上の基礎的資料となる研究報告はほとんど発表されていない現状である。

本研究は、豆科肥料木として、モリシマ・アカシヤ、非豆科肥料木としてはオオバヤシャブシを材料として、根瘤菌の接種、無接種区および、栄養成分を異にした区を設け、砂耕を加味した水耕法で播種培養して、稚苗の生育状態を調べ、これらの肥料木の養苗ならびに山地播種等に際して参考となる栄養関係の予備的資料を得ようとしたものである。

なお、本試験は筆者らにとつて、肥料木についての最初の水耕試験であつたため、途中で試験方法に多少の変更を加えた点もあり、したがつて各区間の精密な比較試験の結果を得るには不十分な点も少なくないと考えられるが、一応の傾向を見出し得たのでとりまとめて発表する次第である。

本試験実施にあつて、直接御指導を辱うした林業試験場土壤調査部長農学博士 宮崎 榊枝官、また試験実施に際し多々便宜をいただいた防災部治山第二研究室長 渡辺隆司技官に深甚の謝意を表する次第である。

(1) 土壤調査部土壤微生物研究室長 (2)(3)(4) 防災部治山第二研究室員

Ⅱ 実験材料ならびに方法

a. 実験計画

モリシマ・アカシヤおよびオオバヤシヤブシの種子を用いて、各樹種とも第1表に示すような10区の試験区（各区ごとに2個あて、すなわちモリシマ・アカシヤ、オオバヤシヤブシそれぞれ20個ずつ容器を準備した）に播種培養して、稚苗の生育状態（根瘤の形成状態も含む）を比較調査した。

すなわち、

1. 試験区Ⅰ～Ⅳでは、無窒素、含窒素培養の場合の稚苗の生育に対する根瘤菌接種の効果ならびに、根瘤の形成および窒素固定機構に密接な関係があるとされている微量元素 B, Mo の添加の影響を予備的に見いだそうとした。
2. 試験区Ⅴ～Ⅹでは、標準培養液および磷酸、加里、石灰、苦土をそれぞれ培養液から除いた場合の稚苗の生育状態を比較し、また肥料木は一般に磷酸の施肥の効果が著しいとされているので、標準培養液の3倍の磷酸を施用した場合の稚苗の生育状態を調査しようとした。

なお、これまでの経験で、肥料木は、苗畑の土壤に播種した場合でも、根瘤の着生の如何により、著しい個体差を示す場合が多く、また多くの場合、充分な根瘤を形成し得てはじめて正常な生育を期待されるもので、したがって自然状態のまま根瘤菌を充分に導入することが期待されない本実験の

第1表 試験区の種類
Table 1. Kinds of experimental sections.

試験区番号 Number of experimental section	略号 Av. mark of each exptl. section	培養条件 Cultural condition		
		液の種類 Kind of nutrient solution	根瘤菌接種の有無 Root nodule bacteria	B, Mo 添加の有無 Minor elements B and Mo
Ⅰ 区	Cont., +R, +B, +Mo	標準液 Complete nutrient sol.	接種 Inoculated	添加 Added
Ⅱ 区	Cont., -R, +B, +Mo	〃	無接種 Un-inoculated	〃
Ⅲ 区	-N, +R, +B, +Mo	窒素欠除液 Nitrogen-free nutrient sol.	接種 Inoculated	〃
Ⅳ 区	-N, -R, +B, +Mo	〃	無接種 Un-inoculated	〃
Ⅴ 区	Cont., +R	標準液 Complete nutrient sol.	接種 Inoculated	無添加 No-added
Ⅵ 区	-P, +R	磷酸欠除液 Phosphorus-free nutrient sol.	〃	〃
Ⅶ 区	3P, +R	3倍磷酸液 Triple-phosphorus nutrient sol.	〃	〃
Ⅷ 区	-K, +R	加里欠除液 Potassium-free nutrient sol.	〃	〃
Ⅸ 区	-Ca, +R	石灰欠除液 Calcium-free nutrient sol.	〃	〃
Ⅹ 区	-Mg, +R	苦土欠除液 Magnesium-free nutrient sol.	〃	〃

ような場合は、各区に根瘤菌の人工接種を行うことを原則とした。

b. 供試種子

実験用種子としては、昭和 29 年度福岡県林業試験場産 モリシマ・アカシヤ (*Acacia mollissima* WILLD.) および同年度伊豆下賀茂東大樹芸研究所産 オオバヤシヤブシ (*Alnus Sieboldiana* MATSUMURA) の 2 樹種を使用した。

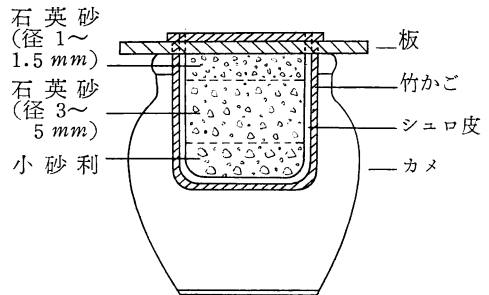
c. 供試根瘤菌

種子に接種した根瘤菌は、モリシマ・アカシヤでは、当土壌微生物研究室で分離したモリシマ・アカシヤの根瘤菌株のうち、比較的優良菌株と思われたモリシマ・アカシヤ根瘤菌株 No. 10 を、酵母水・葡萄糖・寒天培地 (葡萄糖 20.0 g, K_2HPO_4 0.5 g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.2 g, NaCl 0.1 g, $CaCO_3$ 3.0 g, 酵母水 100 cc, 蒸溜水 900 cc, 寒天 16 g, pH 6.8) に 28°C で 2 週間培養したものを使用した。

オオバヤシヤブシ種子に対する接種菌としては、いまだ根瘤菌の分離が成功されていないので、当林業試験場苗畑に養成した 2 年生苗のオオバヤシヤブシに着生した新鮮な、かつ充実した根瘤を磨砕したものを用いた。

d. 試験用容器

培養容器としては、第 1 図に示してあるように内径 30 cm, 高さ 30 cm, 内容約 10 l 入りの市販の水カメを用い、これに直径 17 cm, 高さ 13 cm の目のあらい (径約 2 cm) 竹カゴを、底面ならびに側面に、シュロ皮をうすくしいて、下部約 3 cm は径 10 mm 内外の小砂利を、中間部 10 cm は直径 5~3 mm の石英砂を、上部 2 cm 内外は 1.5~1 mm の石英砂をつ



第 1 図 培養ポット (カメ)
Fig. 1 Pot for culture.

め、カゴの上端の太くなつた縁を、カメの上部の覆板 (厚さ約 1 cm) の中央を円形にくりぬいた周辺で保持した。

なお、使用した礫および石英砂は、5% 工業用塩酸で 3 日間浸漬した後、水道水で充分洗滌したものをを使用した。

e. まきつけおよび根瘤菌接種の時期およびその方法

モリシマ・アカシヤの種子は、事前に 0.5% ウスブルン水溶液で 2 時間滅菌し、つぎに濃硫酸に 5 分間浸漬後、蒸溜水を加えて 80°C で約 2 分間放置し、30°C の定温器中の殺菌シャーレのしめつた濾紙上で 3 日間置いて発芽させたものを、昭和 30 年 5 月 5 日に、各試験区の鉢にそれぞれ 20 粒あて移植した。

なお、根瘤菌の接種区は、上述の発芽種子をシャーレの中に入れ、これにモリシマ・アカシヤの培養根瘤菌の 1 斜面量を約 10 cc の殺菌水にかきまぜたものを加え、充分まぜた後まえと同様に播種した。

オオバヤシヤブシの種子は、比較的発芽率が良好 (50%) であつたので、昭和 30 年 5 月 5 日に 0.5% ウスブルン水溶液で 2 時間滅菌を行つた後、殺菌シャーレ中のしめつた石英砂上に移し、25°C の定温器において発芽促進をはかり、5 月 10 日にとりだして各鉢 20 個所のまき穴にそれぞれまきつけた。

根瘤菌の接種は、播種後 1 週間目に行つた。すなわち、オオバヤシヤブシの 2 年生苗に着生した新鮮な根瘤を、水道水と石鹼で充分洗滌し、濾紙で水分を除いたもの 5 g を、0.2% メルクロン水溶液で 5 分間滅菌し、数回殺菌水で洗滌したのち乳鉢内で殺菌水 100 cc を加えて充分すりつぶし、その 0.5 cc ずつを各

第 2 表 培養液の養分組成およびその成分量

Table 2. The mineral compositions and their amounts of the different culture solutions.

培養液の 種類 Composition Kinds of solution	NH_4NO_3	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	KH_2PO_4	KCl	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} (6\%)$	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	水道水 Tap water	摘 要 Notes
	mg	mg	mg	gm	mg	cc	mg	mg	cc	
標準培養液 Complete nutrient solution	57.1	168.4	38.3	42.3	244.4	0.282	—	—	1000	B_2O_3 0.5 <i>p.p.m.</i> Mo_2O_3 0.05 <i>p.p.m.</i>
無窒素培養液 Nutrient solution minus nitrogen	—	—	38.3	42.3	244.4	0.282	104.8	—	1000	"
無磷酸培養液 Nutrient solution minus phosphorus	57.1	168.4	—	63.3	244.4	0.282	—	—	1000	
3 倍磷酸培養液 Triple phosphorus nutrient solution	57.1	168.4	115.0	0.3	244.4	0.282	—	—	1000	
無加里培養液 Nutrient solution minus potassium	45.8	168.4	—	—	244.4	0.282	—	32.5	1000	
無石灰培養液 Nutrient solution minus calcium	114.3	—	38.3	42.3	244.4	0.282	104.8	—	1000	
無苦土培養液 Nutrient solution minus magnesium	57.1	168.4	38.3	42.3	—	0.282	—	—	1000	

Note: pH 6.5 in black wattle, pH 6.0 in alder.

まきつけ穴に滴下して接種した。

f. 培養開始

モリシマ・アカシヤは5月5日から5月24日まで、オオバヤシヤブシは5月10日から5月24日まで、水道水で培養し、それ以後はそれぞれの培養液による培養を行った。

培養開始時にはモリシマ・アカシヤはだいたい3cm内外、オオバヤシヤブシは1cm内外の苗高であった。

g. 各培養液の組成

試験区に用いた培養液の組成は、第2表に示すようである。この培養液は、はじめは各区とも全部水道水を使つたが、IX区(-Ca, +R)およびX区(-Mg, +R)の2区は、水道水では欠乏症を現わさない懸念がうかがわれたので、培養開始後それぞれ40日および45日目に当つた6月24日に蒸溜水に変更した。

標準培養液は、春日井氏⁵⁾の畑作物用水耕培養液に準じ、無窒素培養液、無磷酸培養液、無加里培養液、無石灰培養液、無苦土および3倍磷酸培養液は、筆者らが改変調製したものであるが、これら培養液の基準要素量は、N....40, P₂O₅....20, K₂O....40, MgO....40, Fe₂O₅....5 p.p.m. となるようにした。

なお第I区から第IV区までの培養液には、さらにB₂O₅....0.5 p.p.m. (硼酸), Mo₂O₃....0.05 p.p.m. (モリブデン酸ソーダ)を添加した。また各区の培養液のpHは、豈科作物では一般に6.5程度が採用されているので、モリシマ・アカシヤではpH 6.5, オオバヤシヤブシでは北村⁶⁾の報告にしたがつてpH 6.0を保つように、それぞれHClで調整した。各試験区の培養液のとりかえは、盛夏の7~9月の間は1週間に1回、その他は10日に1回行つた。

なお、研究方法については宮崎・その他⁷⁾の研究報告を種々参照した。

h. 培養管理

培養は、林業試験場内のガラス室のトロの上で行い(写真1),各試験区の培養鉢の配列もしばしば変えて、位置による影響をなるべく少なくするようにつとめた。

なお、培養液の温度があがるのを防ぐため5, 6, 7, 8の4カ月は、高温で日照著しいときは上部ならびに側面の一部をヨシズでおおい、普通晴天の日は屋外に出し、雨天の日および夜間はガラス室内に入れて管理した。

播種後第1回の間引で、各カメ20本仕立を10本仕立に(モリシマ・アカシヤは6月7日, オオバヤシヤブシは7月15日), また第2回目の間引では、各カメを5本仕立にして個体差を少なくするようにし(モリシマ・アカシヤは7月7日, オオバヤシヤブシは8月18日), 培養は10月20日まで行つた。

III 実験経過ならびに結果

各試験区の苗の地上部における生育状況は常時観察記録するとともに、苗長は1月ごとに測定を行い、培養液のとりかえ、および間引の際にはとくに根系の發育、根瘤の形成状態に留意した。培養終了時には各試験区についてつぎのような調査を行つた。

すなわち、竹カゴをこわして個々の苗をとりだし、根元(地上部と地下部の界にみられる変色した部分)から切断して、地上部は苗高と根元直径、枝の長さ(合計した長さ)、葉の数およびそれぞれの重量を

第 3 表 モリシマ・アカシヤの月別生長量

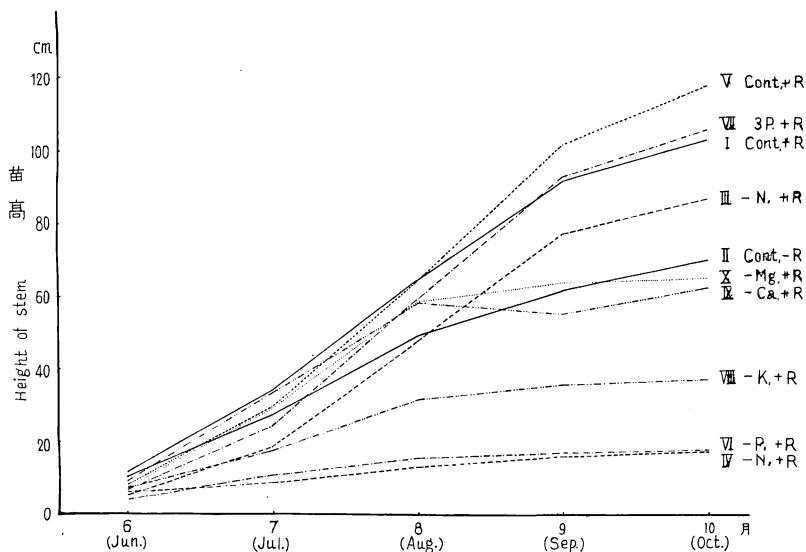
試 験 区 番号 組 合 せ			6月25日		7月25日		8月25日				9月25日				10月20日				
			苗高	葉数	苗高	葉数	直径	苗高	枝の長さ	葉数	直径	苗高	枝の長さ	葉数	直径	苗高	枝の長さ	葉数	根長
I	Cont., +R (+B, +Mo)	A	10.0	6.2	32.6	12.4	5.0	61.4	62.0	30.2	8.2	87.4	176.0	60.2	9.2	99.4	226.2	70.0	25.8
		B	10.8	6.4	35.0	12.2	6.0	67.6	75.4	30.4	9.6	97.2	206.0	59.4	11.4	107.4	252.0	70.0	29.8
		平均	10.4	6.3	33.8	12.3	5.5	64.5	68.7	30.3	8.9	92.3	191.0	59.8	10.3	103.4	239.1	70.0	27.8
II	Cont., -R (+B, +Mo)	A	9.4	5.0	27.2	10.6	4.4	46.6	18.6	21.8	6.0	53.8	30.4	25.6	5.8	57.4	42.8	32.4	22.8
		B	9.6	5.8	28.4	10.2	4.6	52.2	36.4	26.8	7.8	70.4	146.6	56.8	9.4	82.2	242.8	73.2	23.4
		平均	9.5	5.4	27.8	10.4	4.5	49.4	27.5	24.3	6.7	62.1	88.5	41.2	7.6	69.8	142.8	52.8	23.1
III	-N, +R (+B, +Mo)	A	4.2	6.2	16.2	9.6	4.0	43.6	25.8	22.2	5.6	75.2	58.0	33.0	7.4	86.8	93.4	38.4	23.8
		B	5.8	5.8	21.2	10.4	4.2	52.6	29.8	20.0	7.4	79.4	113.6	46.6	8.8	78.6	169.8	53.6	21.6
		平均	5.0	6.0	18.7	10.0	4.1	48.1	27.8	21.1	6.5	77.3	94.3	39.8	8.1	87.2	131.6	46.0	22.7
IV	-N, -R (+B, +Mo)	A	5.2	2.8	8.2	3.0	1.8	12.8	2.2	5.2	2.4	15.6	6.6	8.8	2.8	16.6	7.4	9.6	24.2
		B	6.0	2.5	9.8	3.2	2.0	14.2	3.4	6.8	2.4	16.6	4.8	7.6	3.0	18.4	5.6	7.0	27.4
		平均	5.6	2.7	9.0	3.1	1.9	13.3	2.8	6.0	2.4	16.2	5.7	8.2	2.9	17.5	6.4	8.3	25.8
V	Cont., +R	A	8.6	6.6	31.4	12.6	4.6	39.8	26.2	25.0	5.2	51.8	58.4	36.0	6.0	66.2	62.0	36.2	26.8
		B	8.0	6.2	30.0	12.6	5.0	64.4	69.2	32.2	8.0	101.4	186.8	56.4	9.4	110.3	229.8	67.0	25.0
		平均	8.3	6.4	30.7	12.6	4.8	52.1	47.7	28.6	6.6	76.6	122.6	46.2	7.7	88.3	145.9	51.6	25.9
VI	-P, +R	A	4.4	4.2	10.6	5.0	2.0	14.4		5.2	2.0	16.0		4.8	2.2	16.4		3.4	29.0
		B	4.0	3.0	11.8	4.4	2.0	17.4		5.0	2.4	18.6		5.2	2.6	18.8		4.0	27.0
		平均	4.2	3.6	11.2	4.7	2.0	15.9		5.1	2.2	17.3		5.0	2.4	17.6		3.7	28.0
VII	3P, +R	A	6.8	4.4	25.0	9.4	5.2	59.8	45.8	24.2	8.4	88.4	185.6	59.2	9.4	104.0	225.2	65.2	22.2
		B	7.6	4.8	25.0	11.0	4.8	58.6	50.2	31.0	7.6	97.6	143.0	50.0	9.4	107.6	183.0	50.2	27.4
		平均	7.2	4.6	25.0	10.2	5.0	59.2	48.0	27.6	8.0	93.0	164.3	54.6	9.4	105.8	204.1	57.7	24.8
VIII	-K, +R	A	7.8	6.4	17.4	10.6	4.0	31.4	36.0	31.6	5.6	36.8	102.8	62.8	6.4	38.8	111.4	67.6	22.2
		B	6.2	5.4	18.4	10.8	4.0	31.8	26.2	25.8	5.4	35.4	94.4	52.0	6.8	36.0	97.8	54.6	25.4
		平均	7.0	5.9	17.9	10.7	4.0	31.6	31.1	28.7	5.5	36.1	93.6	57.4	6.6	37.4	104.6	61.1	23.8
IX	-Ca, +R	A	9.8	7.0	32.8	11.6	5.4	57.4	56.2	27.0	6.0	49.8	146.0	40.8	5.8	59.2	119.4	29.0	25.2
		B	7.0	6.0	34.6	10.6	5.4	60.6	43.6	55.8	6.0	61.4	113.3	28.2	6.8	66.2	95.8	25.4	22.4
		平均	8.4	6.5	33.7	11.1	5.4	59.0	49.9	41.4	6.0	55.6	129.9	34.5	6.3	62.7	107.6	27.2	23.8
X	-Mg, +R	A	7.0	6.0	28.6	11.0	5.0	56.2	47.4	24.8	6.0	54.6	89.2	25.0	5.6	58.0	74.8	17.8	22.0
		B	9.4	6.8	30.6	11.8	5.0	61.8	58.6	33.4	6.2	73.6	107.6	37.6	7.8	73.4	124.2	40.0	25.2
		平均	8.2	6.4	29.6	11.4	5.0	59.0	53.0	29.1	6.1	64.1	98.4	31.3	6.7	65.7	99.5	28.9	23.6

第 4 表 モリシマ・アカシヤの生長量

試 験 区			地 上 部 の 重 量						地上部計		地下部の重量				地下部計		全 重 量		備 考
			幹		枝		葉				根		根 瘤						
番号	組 合 せ		生重	風乾重	生重	風乾重	生重	風乾重	生重	風乾重	生重	風乾重	生重	風乾重	生重	風乾重	生重	風乾重	
I	Cont., +R (+B, +Mo)	A	36.36	14.40	11.80	4.00	70.80	23.92	118.92	42.32	22.20	4.10	14.40	1.74	36.60	5.84	155.50	48.16	
		B	56.40	22.10	15.10	5.24	88.76	31.34	160.26	58.68	21.52	6.04	16.36	2.82	37.88	8.86	198.14	67.54	
		平均	46.35	18.25	13.45	4.62	79.78	27.63	139.58	50.50	21.86	5.07	15.38	2.28	47.24	7.35	176.82	57.85	
II	Cont., -R (+B, +Mo)	A	11.70	3.66	3.30	0.64	20.94	6.16	35.94	10.46	8.44	1.46	2.80	0.34	11.24	1.80	47.18	12.26	
		B	30.00	10.88	15.60	5.04	74.80	22.68	120.40	38.60	14.88	3.60	13.90	2.06	28.78	5.66	149.18	44.26	
		平均	20.85	7.27	9.45	2.82	47.87	14.42	78.17	24.53	11.66	2.53	8.35	1.20	20.01	3.63	98.18	28.26	
III	-N, +R (+B, +Mo)	A	19.70	6.58	4.70	1.54	36.70	10.92	61.10	19.04	8.40	1.60	7.68	0.98	16.08	2.58	77.18	21.62	
		B	29.40	11.52	8.30	2.92	53.90	22.12	91.60	36.56	12.66	3.06	10.70	1.62	23.36	4.68	114.96	41.24	
		平均	24.55	9.05	6.50	2.23	45.30	16.52	76.35	27.80	10.53	2.33	9.19	1.30	19.72	3.63	96.07	31.43	
IV	-N, -R (+B, +Mo)	A	0.68	0.25	0.05	0.05	1.20	0.35	1.93	0.65	1.10	0.28			1.10	0.28	3.03	0.92	4本平均
		B	1.18	0.28	0.03	0.03	0.85	2.75	2.05	0.58	1.93	0.30			0.93	0.30	3.98	0.88	
		平均	0.93	0.27	0.04	0.04	1.03	0.31	1.99	0.61	1.51	0.29			1.51	0.29	3.50	0.90	
V	Cont., +R	A	9.50	3.26	2.64	0.90	18.50	7.60	36.04	11.76	13.80	1.88	3.80	0.66	17.60	2.54	53.64	14.30	A区に腐敗菌発生
		B	45.00	16.72	12.50	4.26	69.90	21.78	127.40	42.76	16.20	4.24	15.80	1.80	32.00	6.04	159.40	48.80	
		平均																	
VI	-P, +R	A	0.64	0.22			0.88	0.26	1.52	0.48	2.74	0.38			2.74	0.38	4.26	0.86	
		B	0.68	0.22			1.00	0.34	1.68	0.56	2.70	0.32			2.70	0.32	4.38	0.88	
		平均	0.66	0.22			0.94	0.30	1.60	0.52	2.72	0.35			2.72	0.35	4.32	0.87	
VII	3P, +R	A	38.70	13.42	9.00	2.20	65.70	18.72	113.60	34.34	16.50	3.76	14.00	1.60	30.50	5.36	114.10	39.70	
		B	34.80	17.14	9.40	3.26	67.10	22.64	120.30	43.04	16.76	4.40	13.72	1.96	30.48	6.36	150.78	49.40	
		平均	41.35	15.28	9.20	2.73	66.40	20.68	116.95	38.69	16.63	4.08	13.86	1.78	30.49	5.86	147.44	44.55	
VIII	-K, +R	A	10.20	3.38	6.80	1.78	36.30	11.12	53.30	16.28	9.14	2.00	5.04	0.74	14.18	2.74	67.48	19.02	
		B	6.40	2.80	3.70	1.38	23.80	8.88	33.90	13.06	7.14	1.74	3.86	0.34	11.00	2.28	44.90	15.34	
		平均	8.30	3.09	5.25	1.58	30.05	10.00	43.60	14.67	8.14	1.87	4.45	0.64	12.59	2.51	56.19	17.18	
IX	-Ca, +R	A	12.60	4.32	7.40	1.88	18.02	5.82	38.02	12.02	9.60	0.20	4.70	0.74	14.30	2.74	52.32	14.76	4本平均
		B	14.13	5.03	3.40	1.30	18.13	6.03	35.63	12.60	8.28	2.43	5.90	0.70	14.18	3.13	49.80	15.73	
		平均	13.28	4.74	5.61	1.62	18.07	5.91	36.96	12.28	9.01	2.19	5.23	0.72	14.24	2.91	51.20	15.19	
X	-Mg, +R	A	12.50	3.76	6.70	1.34	17.36	5.64	36.56	10.74	10.62	2.00	2.74	0.42	13.36	2.42	49.92	13.16	
		B	17.20	6.94	5.30	1.84	24.40	8.60	47.00	17.38	12.10	3.04	7.60	1.00	19.70	4.04	66.70	21.42	
		平均	14.90	5.35	6.00	1.59	20.88	7.12	41.78	14.06	11.36	2.52	5.17	0.71	16.53	3.23	58.31	17.29	

第 5 表 生長量比較表 (アカシヤ・モリシマ)
Table 5. Comparative of growth (*Acacia mollissima* WILLD.)

事 項 Matters	苗 長 Height of stem	1 区 に 対する比 Ratio to I.	風 乾 重 量 Drying weight	1 区 に 対する比 Ratio to I.	根 瘤 形 成 量 Root nodule	(b) 風 乾 Drying 重 量 weight	根 瘤 重 (b) / 苗 風 乾 重 (a)
培 養 区 Kinds of solution	平 均 Averaged		(a) 平 均 Averaged				
I Cont., +R, +B, +Mo	103	100	58	100	2.3	4.1	
II Cont., -R, +B, +Mo	70	68	28	49	1.2	4.4	
III -N, +R, +B, +Mo	87	84	31	54	1.3	4.3	
IV -N, -R, +B, +Mo	17	16	1	2	—	—	
V Cont., +R, -B, -Mo	110	107	49	84	1.8	3.8	
VI -P, +R	18	17	1	2	—	—	
VII 3P, +R	106	102	45	77	1.8	4.2	
VIII -K, +R	37	36	17	30	0.6	3.9	
IX -Ca, +R	63	61	15	26	0.7	—	
X -Mg, +R	66	64	17	30	0.7	—	



第 2 図 モリシマ・アカシヤの生長経過
Fig. 2 Growth of each experimental section (*Acacia mollissima* WILLD.)

はかり、地上部の重量をまとめた。地下部は根系から根瘤を分離し、それぞれについておもに重量を測定するにとどめた。モリシマ・アカシヤは根瘤の発育が旺盛で無数に着生し、粒数を記載することは困難であつたので、重量だけにした（各区ともすでに根瘤が枯死して黒変したものがかなりみられたが、これらも混入したままの重量を測定した）。

生長のよい区の根系は、カゴのなかで密に交錯していたので、完全な形で掘り取ることはむずかしかつたが、水で砂と選別して、できるだけ損失を少なくした。

なお、モリシマ・アカシヤの試験区では、根瘤菌無接種区（IV 区）の各鉢に 1 本ずつ自然感染による根瘤形成のためかなり生長したものがみられ、また標準培養液区の接種区（V 区）の 2 鉢のうち 1 鉢は、途

中から腐敗菌が発生して著しく生育がおち、そのほか石灰欠除区では枯死したものが1本あらわれたが、これらはいずれも調査の対象から除外して平均値をとった。各試験区間の生長状態を説明するためには、便宜上、もつとも生長のよかつたI区を標準として比較することにした。

a. モリシマ・アカシヤ

各試験区ごとの生育状態および調査の概要をのべればつぎのようである(第3, 4, 5表, 第2図, 写真・2)。

(1) I区 (Cont., +R, +B, +Mo,)

アカシヤは生長がはやく、苗畑では播種後秋までに苗高 1.5 m 前後にのびるのが普通であるが、本実験の播種期は約1カ月おそかつたにもかかわらず、もつとも生長したものは 1.3 m もあつた。播種後20日目ごろに根系がカゴの外に出、30日目ごろにはすでに根瘤の形成がみうけられるようになった。50日目ごろにはII区では第1葉が落葉したが本区では落葉はみられなかつた。90日目ごろには新しい葉の一部のものに黄色がかつたものがみられたが、110日目ごろには黄色はしだいにきえて全般に生長が大へん盛んになり、培養終了時の生長量はいずれの区よりも大きく、有意差がみとめられた(写真・2)。根瘤の着生は旺盛で石英砂層の上層部全面をおおい、きわめて大量に着生した(写真・6)。本区の初期に形成された根瘤は一般に粒状あるいは球状の比較的分岐の少ない中庸の大きさのものが多数形成されたが、窒素欠除区で初期に形成された根瘤は、分岐状の比較的大型の根瘤が多いようにみられた。

(2) II区 (Cont., -R, +B, +Mo)

播種後50日目ごろまでの苗長はI区とほとんど差はなかつたが、いくぶん葉の緑色がうすく、また第一葉が落葉するものもでたが、このころはまだ根瘤欠除による違いかどうかはわからなかつた。しかし、I区では播種後30日目ごろにはすでにかなり根瘤の形成がみられたが、本区では70日目ごろに間引いた苗についてもまだ根瘤はみられなかつた(第6表)。さらに110日目ごろになると下葉が黄色になり、小葉がバラバラ落葉するものもでるようになったのに対して、I区では緑色が濃く落葉はみられなかつたので、やはり根瘤の機能による両区の差があらわれたものとおもわれた。その後125日目ごろまではI区にくらべてまだ緑色が淡かつたが、このころから本区にも自然感染による根瘤がかなり着生しだしたので、しだいに生長が盛んになり葉色もI区に近い正常な緑色に変わるようになった。しかし、培養終了時の生長はI区に対して苗高および風乾重量は68%および49%であつて、有意差がみとめられた(写真・3)。

(3) III区 (-N, +R, +B, +Mo)

播種後40日目ごろには初生の複葉が黄色になつて落葉しはじめ、50日目ごろには頂芽および複葉の周縁なども黄色をおび、生長状態は無接種区(IV区)と差異がみられない。60日目ごろには苗の全体がかなり黄色になつて、苗高はI, II区にくらべて劣るようになった。しかし30日目ごろにはすでに根瘤が着生していて、しだいにその数量の増加がみられ(第6表)、70日目ごろからは急に葉色が濃く、また生長もよくなり、80日目ごろにはすでに無接種区(IV区)の約2倍の生長量に達した。その後もますます急速に生長量をまし、全く正常に近い發育をしめし、110日目の苗長はII区と差がみられないほどになり、I区にもかなり近づいた(写真・4)。培養終了時の生長量はIV区の約5倍で、I区にくらべれば苗高84%、風乾重量54%でまだかなり劣るが、外観上はII区をしのぐようにみられた(厳密にはII区と有意差はなかつた)。したがつて培養を継続すればさらに著しい生長をしめすものと考えられた。

第 6 表 間引苗の根瘤着生状況

事 項 培養区	6月7日 (播種後 33 日目)				7月7日 (播種後 70 日目)			
	ポット別 (各10本平均)		(1), (2) の平均	着生個数 の 範 囲	ポット別 (各 5 本平均)		(1), (2) の平均	着生個数 の 範 囲
	(1)	(2)			(1)	(2)		
I Cont., +R, +B, +Mo	14.4	10.2	12.3	8~18	33.6	32.6	33.1	18~57
II Cont., -R, +B, +Mo	—	—	—	—	—	—	—	—
III -N, +R, +B, +Mo	18.8	14.6	16.7	9~43	19.0	24.2	21.6	10~31
IV -N, -R, +B, +Mo	—	—	—	—	—	—	—	—
V Cont., +R, -B, -Mo	10.2	13.4	11.8	6~15	15.4	21.0	18.2	12~32
VI -P, +R	(8.8)	(11.4)	(9.9)	(5~13)	(6.6)	(7.6)	(7.1)	(3~10)
VII 3P, +R	8.8	10.4	9.6	4~15	17.0	23.0	20.0	12~41
VIII -K, +R	5.0	6.8	5.9	3~12	16.8	11.4	14.1	4~22
IX -Ca, +R	13.8	8.0	10.9	5~18	18.2	25.2	21.7	12~35
X -Mg, +R	7.2	11.6	9.4	4~20	14.6	19.6	17.1	8~32

備考 () 内は赤褐色の斑点状のもの

なお本区に初期に形成された根瘤は、一般に叉状あるいは分岐状の比較的大型のものが多かった。

(4) IV区 (-N, -R, +B, +Mo)

播種後 40 日目ころには初生の複葉が黄色をしめして落葉しだしたが、他区とくらべて苗長には大差はなかった。50 日目ころには苗全体がかなり黄緑色となり、頂芽から 2~3 葉を残して他は落葉するようになり苗長は I, II 区にくらべてかなり劣るようになった。80 日目ころの苗高は約 9 cm で I, II 区の 1/3~1/4 で、III 区とくらべても半分にすぎなかった。110 日目ころには葉はほとんどおちて衰弱し、残った部分も黄色が強く、著しく病的で、根系も全般に黄褐色をていして、根端部分の組織までやや硬化し、活気はなかった。その後は残った頂芽がいくらか伸長したものもみられたが、形態はますますわるく衰弱の著しいものはほとんど枯死に近づいた。このころから 2 個のカメにそれぞれ 1 本ずつしだいに生長をとりかえたものがでたが、これらの根もとには、自然感染によつて少数ではあるがかなり大きな根瘤の形成がみられた。これらはしだいに生長量を増加し葉は濃緑色をしめし、培養末期ごろには本区内の他の個体との間に明らかに差がみられた。根瘤の着生しない苗の生長量は I 区に対して苗高は 16%, 風乾重量はわずかに 2% で、III 区に対しても、苗高および風乾重量はそれぞれ 19.5%, 3.2% で、ほとんど枯死に近い状態であつた (写真・2, 5)。

(5) V区 (Cont., +R)

本区は B と Mo の欠除によつて根瘤の形成に影響がみられるかどうかを I 区と比較し、また VI 区以下の試験区に対しての標準区となるものである。

根瘤の着生状態は播種後 33 日目および 70 日目の、培養初期の間引苗について調べた結果では、I 区にくらべてかなり少なく、着生粒数には有意差がみられ、B および Mo を添加することは、生育初期の根瘤形成に有利なのではないかとおもわれた (第 6 表)。しかし培養終了時の根瘤着生状態は I 区にくらべて、著しい差はなかった。また苗の生育状態は、播種後 70 日目ころには I 区にくらべて苗長がやや劣るようになりみられた。100 日目ころからは 2 個のカメのうち 1 個に腐敗菌が発生して、生育が著しく悪くなつたが、他のカメの苗は I 区について良好な生育をしめし、培養終了時の生長量は、I 区に対して苗高

および風乾重量は 107%, 84% で、有意差はみとめられなかった (本区の生育状態は以上のものであったので、VI 区以下の生長比較には便宜上 I 区を標準とした)。

(6) VI 区 (-P, +R)

播種後 30 日目ころには他の接種区では各区ともすでに根瘤の着生がみられたが、本区ではまだ全くみられず、ただ根瘤形成の初期とおもわれるごく微細な赤紫色の斑点状のものが、根もと近くにわずかみられた程度であった。40 日目ころには葉色が他区にくらべてかなり濃い緑色となり、とくに日中の強い陽光のもとでは、小葉は合掌状を呈し複葉も半ば以上とじ、朝夕や、曇りの日にはかなり開葉することは、他区にはみられない特殊な症状であった。50 日目ころには他区にくらべて生長はもつとも劣り、葉色は暗緑色になり 80 日目ころには生長はほとんどとまり、下部の小葉は落葉しやすくなった。葉色は赤紫色をおびた濃い緑色をていした。100 日目ころからは全く生長がとまり、130 日目ころには下部の小葉はバラバラおちて葉軸だけをのこすようになったが、培養終了時にはこれも落葉し、頂芽部に倭生な羽状葉が 1~2 葉残るだけで、これらの葉はほとんど開葉しない状態であった。葉軸や基部も赤紫色をおびた褐色で衰弱がひどかったが、まだ枯死するものはなかった。根系の發育もわるく、全般が褐色をていして、やや硬化した感じをうけ、根系の先端部にも新鮮な部分はみられなかった。なお培養終了時にもなら根瘤の形成はみとめられなかった。最終の生長量は I 区に対して苗高および風乾重量はそれぞれ 17%, 2% で、他の培養区にくらべてもつともわるかった (写真・2, 10)。

(7) VII 区 (3P, +R)

播種後 35 日目ころには葉色が無窒素、無接種区 (IV' 区) のようになり黄色をおび、初生の複葉がおちるようになったが、これは培養液の磷酸を高濃度にしたため、培地中の窒素と磷酸の平衡が破れ、窒素欠除と同じ症状を生じたものとおもわれた。しかし、根瘤の着生は他の接種区と大差がなかった。50 日目ころの苗高は III, IV 区および VI 区にくらべればよいが I, II 区よりかなり悪く VIII 区と同じ程度であった。その後下部の葉縁が黄褐色になり、落葉するものも多く、60 日目ころには先端部の葉がわずか残るだけになったが、IV 区および VI 区にくらべれば苗高は 2 倍も高く、III 区および VIII 区よりも生長はよかつた。その後 70~80 日目ころからは、葉色が急速に正常な緑色をとりもどして生長が回復し、しだいに I, II 区に近づくようになった。培養終了時の苗高および風乾重量は I 区に対してそれぞれ 102% および 77% であった (写真・11)。根瘤も生長回復後は、その数量に著しい増加がみうけられた。

(8) VIII 区 (-K, +R)

播種後 30 日目ころの苗高は他区とあまりかわらず、50 日目ころには I, II 区より劣るようになったが、そのほかは欠除による影響はまだ明らかでなかった。70 日目ころになつて、幹茎が横に倒れるように傾く傾向がみられ、しだいに根もとの部分から強く曲つて這うようになり、80 日目ころの苗高は I, II 区より著しく劣るようになった。アカシヤ類は幼苗のときにはいくぶん斜めに伸びる傾向があり、他の試験区でも横にかたむくのがみられたが、本区ほどには著しくなく、生長するにしたがいしだいに回復して直立するようになったが、本区では反対にますます横臥し、上長生長も衰えるようになった (写真・12)。さらに 90 日目ころから羽状複葉の先端部および葉縁部が黄褐色に変色しはじめ、この部分の小葉はしだいに枯死し、110 日目ころには遂にバラバラおちるようになり、先の枯れた葉軸が残るようになった (写真・13)。苗ののびはほとんどとまり、横臥した根元の部分からは新芽が直立して発生するのがみられたが、これらの伸長も微弱なものであった。主幹は節間が短くかつ節部 (葉腋の部分) がやや突起し

てごつごつし、全体は著しく萎縮した形になった。根元部からでた枝や新芽も同様な形態になり、このため根元部はきわめて密生した枝葉でおおわれた。培養終了時の苗高および風乾重量はⅠ区に対してそれぞれ 36% および 30% であった。根瘤の着生は、培養初期の 33 日目および 70 日目の間引苗によると、Ⅰ区にくらべて劣るよううかがわれた。培養終了時の着生量をⅠ区およびⅢ区などにくらべてはるかに少なかった。

(9) Ⅸ区 (—Ca, +R)

播種後 45 日間は水道水で培養したので、この間にはかなりの石灰の補給をうけたものと考えられる。70 日目ころの生長量および根瘤の形成状態はⅠ, Ⅱ区とあまり差がなくよく生長したが、100 日目ころからにわかに著しい変化がみとめられた。すなわち、個体によつて多少のずれはあつたが、苗の先端部から中央部にかけて、葉は緑色のまま、半ば凋萎した感じになり、複葉のまま落葉するようになった。この症状は苗の中央部から先端部にもつともはやく現われ、凋萎がみられるものは、数日のうちに落葉するようになり、葉柄の離層および葉腋の部分がかかなり黄色を呈していた。したがつて落葉の症状と前後して、葉腋の新芽も同じように凋萎し、手をふれればまだ緑色を呈しているものも、容易に落ちるようになった。しかし幹の下部分には、はじめにはそれほど著しい影響はみられなかつたが、その後しだいに下部および中央部の残つた葉も、緑色のあせた小葉が多くなり、複葉が斑点状に変色し、これらの小葉は後にはバラバラ落ちるようになった(写真・15)。120 日目ころには中央部から上方の葉および新芽はほとんど落ちて、幹や枝の先端部の組織は枯死した(写真・14)。このころには根系の發育も悪くなり、培養液の中で腐敗菌におかされる場合も生じ、培養液をかなり黒変することもある。140 日目ころには苗のほぼ上半部は落葉枯死し、枯れ残つた下部の莖から 1~2 の新芽が伸長するのがみられたが、樹勢を回復するまでにはならなかつた。培養終了のときの生長量はⅠ区に対して苗高および風乾重量は 61% および 26% で、根瘤の着生量も比較的不良であつた。

(10) Ⅹ区 (—Mg, +R)

Ⅸ区と同じように播種後 45 日間は水道水で培養し、後で蒸溜水にかえた。30 日目ころの生長はⅠ, Ⅱ区と変わらず根瘤の着生状態も普通で、70 日目ころの生長も旺盛であつた。しかしⅨ区と同じように 100 日目ころから著しい徴候がみられた。すなわち、苗の先端部から中央部にかけて、複葉が凋萎状態になり緑色を呈したまま葉柄のつけねからおちるようになり、葉腋からでた若芽も同様の症状をていした。凋萎状態は明らかに病的のもので、症状をしめした複葉や腋芽に手をふれれば、離層部から容易におちることは、Ⅸ区の場合と同じようであり、また葉腋部分が黄色に変つているのがみとめられた。この状態は 110 日目ころにもつともひどくなり、苗の上部に残る複葉は著しく少なくなつた。120 日目ころからは影響の少なかつた下部の複葉の周縁が退色しだし、この部分の小葉に淡い黄色の斑点ができ、これらの小葉はしだいにポロポロ落ちるようになった(写真・17)。140 日目ころには生長はほとんどとまり、幹莖および枝の先端部は枯死し、褐色にかわつた(写真・16)。培養終了時の生長量はⅠ区に対して苗高および風乾重量は 64% および 30% でかなりわるく、Ⅸ区とほぼ同様で根瘤の着生状態も不良であつた。

b. オオバヤシヤブシ

各試験区ごとの生育状態および調査結果の概要をのべればつぎのようである(第7, 8, 9表, 第3図, 写真・18, 19 参照)。

(1) Ⅰ区 (Cont., +R, +B, +Mo)

第 7 表 オオバヤシヤブシの月別生長量

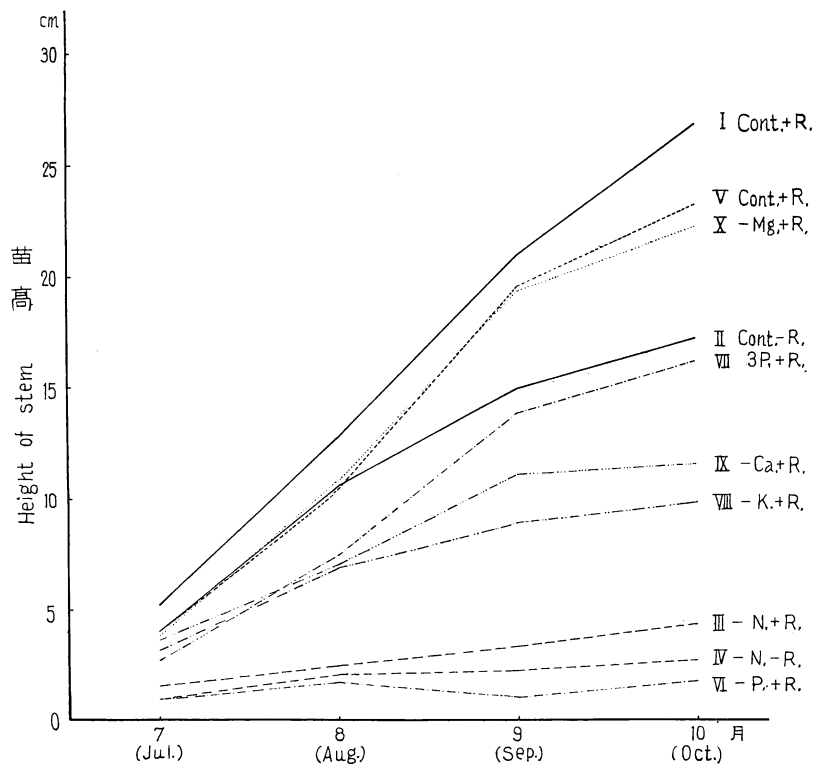
試 験 区			7月25日		8月25日				9月25日				10月25日				
番号	組	合	苗 高	葉 数	直 径	苗 高	枝の長さ	葉 数	直 径	苗 高	枝の長さ	葉 数	直径	苗高	枝の長さ	葉数	根長
			cm		mm	cm	cm		mm	cm	cm		mm	cm	cm		cm
I	Cont., +R, (+B, +Mo)	A	5.2	8.0	2.6	13.4	3.0	13.8	4.2	22.2	13.8	23.2	5.4	26.6	21.8	29.2	17.4
		B	3.4	6.6	2.4	12.2	1.2	11.4	4.2	19.6	17.0	25.2	5.4	27.4	19.8	27.4	18.8
		平均	5.3	7.3	2.5	12.8	2.1	12.6	4.2	20.9	15.4	24.2	5.4	27.0	20.8	28.3	18.1
II	Cont., -R, (+B, +Mo)	A	4.4	6.4	2.4	13.4	1.8	11.6	3.4	16.2	7.6	22.4	5.2	18.2	17.0	34.0	20.0
		B	3.6	7.2	2.4	7.8	0.2	10.0	3.6	13.8	3.2	14.0	4.4	16.4	5.6	15.4	16.2
		平均	4.0	6.8	2.4	10.6	1.0	10.8	3.5	15.0	5.4	18.2	4.8	17.3	11.3	24.7	18.1
III	-N, +R, (+B, +Mo)	A	1.6	5.6	1.0	2.6		6.0	1.4	3.6	0.8	11.4	4.4	4.8	1.6	10.0	14.4
		B	1.6	5.6	1.0	2.4		7.8	1.2	3.2	0.4	10.0	2.2	4.0	0.4	9.2	12.6
		平均	1.6	5.6	1.0	2.5		7.2	1.3	3.4	0.6	10.7	3.3	4.4	1.0	9.6	13.5
IV	-N, -R, (+B, +Mo)	A	1.0	4.0	1.0	2.2		6.8	1.8	2.2		7.2	2.4	3.2		6.6	15.8
		B	1.0	5.2	1.0	2.0		7.4	1.6	2.4		8.0	2.0	2.4		7.8	13.8
		平均	1.0	4.6	1.0	2.1		7.1	1.7	2.3		7.6	2.2	2.8		7.2	14.8
V	Cont., +R	A	4.8	6.6	2.0	12.8	1.0	10.2	4.0	22.2	7.4	18.6	5.4	25.6	11.8	19.4	19.6
		B	3.2	3.6	2.2	8.2	1.6	12.2	4.0	17.0	23.2	25.0	5.4	21.0	25.4	28.0	17.6
		平均	4.0	6.1	2.1	10.5	1.3	11.2	4.0	19.6	15.3	21.8	5.4	23.3	18.6	23.7	18.6
VI	-P, +R	A	1.0	3.8	1.0	2.0		3.6	1.0	1.0		3.4	1.6	1.6		2.0	7.0
		B	1.0	4.4	1.0	1.6		4.2	1.0	1.2		2.6	2.0	2.0		2.6	9.2
		平均	1.0	4.1	1.0	1.8		3.9	1.0	1.1		3.0	1.8	1.8		2.3	8.1
VII	3P, +R	A	3.2	5.6	2.0	7.6	1.4	11.6	3.8	12.4	9.6	21.4	4.6	14.2	11.8	25.4	17.8
		B	2.2	5.8	2.0	7.4	0.4	8.8	3.6	15.4	4.6	15.2	5.0	18.4	6.0	16.2	17.8
		平均	2.7	5.7	2.0	7.5	0.9	10.2	3.7	13.9	7.1	18.3	4.8	16.3	8.9	20.8	17.8
VIII	-K, +R	A	3.2	5.2	1.8	7.0	—	8.8	2.8	9.2	6.8	20.8	3.2	10.4	9.0	16.4	14.0
		B	3.2	7.4	1.6	6.8	1.0	10.0	3.2	8.8	6.0	17.4	4.0	9.6	5.0	14.0	14.2
		平均	3.2	6.3	1.7	6.9	0.5	9.4	3.0	9.0	6.4	19.1	3.6	10.0	7.0	15.2	14.1
IX	-Ca, +R	A	3.4	6.0	1.8	6.8	—	7.6	3.0	11.0	2.8	10.4	3.4	11.2	3.2	8.4	15.6
		B	4.0	5.2	1.8	7.4	2.8	12.6	3.0	11.2	6.6	18.2	3.8	12.2	6.0	16.4	14.4
		平均	3.7	5.6	1.8	7.1	1.4	10.1	3.0	11.1	4.7	14.3	3.6	11.7	4.6	12.4	15.0
X	-Mg, +R	A	4.0	7.2	2.8	10.0	2.8	10.8	3.8	19.2	14.8	20.4	6.0	21.4	20.0	22.0	20.6
		B	3.8	7.8	2.4	11.8	0.2	10.6	3.8	19.6	6.6	16.8	5.0	23.4	9.2	20.2	16.0
		平均	3.9	7.5	2.6	10.9	1.5	10.7	3.8	19.4	10.7	18.6	5.5	22.4	14.6	21.1	18.3

第 8 表 オオバヤシヤブシの生長量

番 号	試 験 区 組 合	セ	地 上 部 の 重 量						地下部の重量						地下部計		全 重 量	
			幹		枝		葉		地上部計		根		根 瘤		生重	風乾重	生重	風乾重
			生重	風乾重	生重	風乾重	生重	風乾重	生重	風乾重	生重	風乾重	生重	風乾重				
I	Cont., +R, (+B, +Mo)	A	4.12	1.10	1.08	0.30	11.34	3.22	15.96	4.62	10.32	1.18	0.36	0.070	10.68	1.250	26.64	5.870
		B	3.42	1.04	0.86	0.42	12.24	2.94	16.52	4.40	8.96	1.12	0.44	0.094	9.40	1.214	25.92	5.614
		平均	3.77	1.07	0.97	0.36	11.79	3.08	16.24	4.51	9.64	1.15	0.40	0.082	10.04	1.232	26.28	5.742
II	Cont., -R, (+B, +Mo)	A	2.18	0.72	0.56	0.20	7.46	2.06	8.58	2.98	10.18	0.84	0.08	0.016	10.26	0.856	18.84	3.836
		B	1.64	0.60	0.28	0.12	5.58	1.70	7.50	2.42	7.10	1.02	0.06	0.020	7.16	1.040	14.66	3.460
		平均	1.91	0.66	0.42	0.16	6.52	1.80	7.04	2.70	8.64	0.93	0.07	0.018	8.71	0.948	16.75	3.648
III	-N, +R (+B, +Mo)	A	0.20	0.12	0.04	0.04	0.72	0.26	0.96	0.42	0.78	0.20	0.02	0.006	0.80	0.206	1.76	0.626
		B	0.18	0.12	0.02	0.02	0.64	0.28	0.84	0.42	0.84	0.14	0.06	0.028	0.90	0.168	1.74	0.588
		平均	0.19	0.12	0.03	0.03	0.68	0.27	0.90	0.42	0.81	0.17	0.04	0.017	0.85	0.187	1.75	0.607
IV	-N, -R (+B, +Mo)	A	0.14	0.12			0.38	0.12	0.52	0.24	0.64	0.03			0.64	0.12	1.16	0.36
		B	0.10	0.10			0.48	0.22	0.58	0.32	0.80	0.22			0.80	0.22	1.38	0.54
		平均	0.12	0.11			0.43	0.17	0.55	0.28	0.72	0.17			0.72	0.17	1.27	0.45
V	Cont., +R	A	4.06	1.26	0.54	0.18	9.84	2.94	14.44	4.38	9.04	1.24	0.18	0.044	9.22	1.284	23.66	5.664
		B	2.52	0.70	1.02	0.28	8.64	2.48	12.18	3.46	7.02	1.10	0.38	0.072	7.40	1.112	19.58	4.572
		平均	3.29	0.98	0.78	0.23	9.24	2.71	13.31	3.92	8.03	1.14	0.28	0.058	8.31	1.198	21.62	5.118
VI	-P, +R	A	0.10	0.10			0.10	0.10	0.20	0.20	0.10	0.10			0.10	0.10	0.30	0.30
		B	0.10	0.10			0.10	0.10	0.20	0.20	0.18	0.13			0.18	0.13	0.38	0.33
		平均	0.10	0.10			0.10	0.10	0.20	0.20	0.14	0.11			0.14	0.11	0.34	0.32
VII	3P, +R	A	1.78	0.48	0.32	0.12	6.88	1.68	8.98	2.48	6.84	0.88	0.06	0.006	6.90	0.886	15.88	3.366
		B	2.54	0.66	0.38	0.08	7.46	1.94	10.38	2.68	8.38	0.92	0.16	0.022	8.54	0.942	18.92	3.622
		平均	2.16	0.57	0.35	0.10	7.17	1.81	9.68	2.58	7.61	0.90	0.11	0.014	7.72	0.914	17.40	3.494
VIII	-K, +R	A	0.86	0.30	0.20	0.10	2.70	0.80	3.76	1.20	2.52	0.42	0.04	0.004	2.56	0.424	6.32	1.624
		B	1.06	0.36	0.20	0.08	3.36	1.04	4.62	1.48	3.12	0.56	0.10	0.006	3.18	0.566	7.80	2.066
		平均	0.96	0.33	0.20	0.09	3.03	0.92	4.19	1.34	2.82	0.49	0.07	0.005	2.87	0.495	7.06	1.845
IX	-Ca, +R	A	0.70	0.30	0.10	0.06	1.74	0.78	2.54	1.14	1.84	0.40			1.84	0.40	4.38	1.54
		B	1.14	0.42	0.18	0.14	3.66	1.30	5.02	0.86	2.52	0.48			2.52	0.48	7.54	2.34
		平均	0.92	0.36	0.14	0.10	2.72	1.04	3.78	1.50	2.18	0.44			2.18	0.44	5.96	1.94
X	-Mg, +R	A	2.94	0.92	0.84	0.28	8.42	2.36	12.20	3.56	9.48	1.42	0.24	0.046	9.72	1.466	21.92	5.026
		B	2.92	0.96	0.40	0.14	8.64	2.30	11.96	3.40	5.50	0.94	0.14	0.058	5.64	0.988	17.60	4.398
		平均	2.93	0.94	0.62	0.21	8.53	2.33	12.08	3.48	7.49	1.18	0.19	0.052	7.68	1.232	19.76	4.712

第 9 表 生長量比較表 (オオバヤシヤブシ)
Table 9. Comparative of growth (*Alnus sieboldiana* MATSUMURA).

培養区 Kinds of solution	事 項 Matters	苗 長 Height of stem		風乾重量 Drying weight		根瘤形成量 Root nodule	
		平 均 Averaged	1 区 に 対する比 Ratio to I	(a) 平均乾重 Averaged	1 区 に 対する比 Ratio to I	(b) 風乾重量 Drying weight	根瘤重(b) /苗風乾重 (a)
		cm	%	g	%	g	%
I	Cont., +R, +B, +Mo	27	100	5.8	100	0.08	1.4
II	Cont., -R, +B, +Mo	17	64	3.7	63	0.02	0.5
III	-N, +R, +B, +Mo	4	16	0.7	12	0.02	2.8
IV	-N, -R, +B, +Mo	3	10	0.5	8	—	—
V	Cont., +R, -B, -Mo	23	86	5.1	89	0.06	1.2
VI	-P, +R	2	7	0.3	5	—	—
VII	3P, +R	16	60	3.5	60	0.01	0.4
VIII	-K, +R	10	37	1.8	32	0.005	0.3
IX	-Ca, +R	12	43	1.9	34	—	—
X	-Mg, +R	22	83	4.7	81	0.05	1.1



第 3 図 オオバヤシヤブシの生長経過
Fig. 3 Growth of experimental section (*Alnus sieboldiana* MATSUMURA)

本区の苗は常に順調に生長をつづけた。播種後 50 日目ころには III, IV 区の苗の葉色はかなり黄色に変わったが、本区は緑色が濃く生育は盛んであつた。65 日目ころに間引した苗では根瘤の形成はまだほとんどみられなかつた。80 日目ころには III, IV 区にくらべて 3 倍の生長量をしめし、II 区ともしだいに差がみられるようになった。培養終了時の生長量は、苗高平均 27 cm で II 区とはかなりの差がみられた(写真・20)。根瘤も培養終了時にはかなり着生し、ことに形成されたばかりの小粒のものが多かったので、根瘤による生長促進はここから著しくなるものとおもわれた。

(2) II 区 (Cont., -R, +B, +Mo)

播種後 50 日目ころには I 区にくらべて変らなかつたが、80 日目ころには苗高がやや劣るようになり、110 日目ころにはいつそう差がみられた。培養管理中にはとくに変わったことはみられなかつた。培養終了時の苗高および風乾重量は I 区に対して 64% および 63% で、有意差がみられた。V 区にくらべても劣つた。

(3) III 区 (-N, +R, +B, +Mo)

播種後 50 日目ころにはまだ根瘤の着生はみられず、葉は黄色をおびて生長はわるかつた。80 日目ころから 110 日目ころまでは、やはり IV 区と大差がなく、I, II 区にくらべてはるかに劣つた。アカシヤにおける III 区では 30 日目ころにはすでに根瘤の着生がみられ、70 日目ころには緑色をとりもどして急速に生長が回復されたが、本区では根瘤の着生がおそく 100 日目ころになってようやくその形成がみられはじめたもので、それまでは IV 区とほぼ同様の生育であつた。140 日目ころには新葉も緑色が濃くのびたし、根瘤形成の影響がうかがわれるようになった。培養終了時の苗高および風乾重量は I 区に対してそれぞれ 16% および 12% で著しくわるかつたが、IV 区にくらべれば、苗高には有意差がみられた(写真・20, 22, 23)。最終の掘取り調査では根瘤の着生もかなりあつたので、さらに培養期間があれば、より旺盛な生育をするものとおもわれた。

(4) IV 区 (-N, -R, +B, +Mo)

播種後 50 日目ころには葉が黄色をおびて、苗高も I 区にくらべてかなり劣るようになった。60 日目ころには生長がほとんどとまり、葉も褐色になつて落ち、苗は著しく衰弱し、80 日目ころの苗高は I 区の 1/3~1/4 にすぎなかつた。培養終了時の苗高および風乾重量は I 区に対してそれぞれ 10% および 8% で、生育はきわめて不良であつた(写真・23)。なお根瘤は実験終了まで着生していなかつた。

(5) V 区 (Cont., +R)

本区は I 区から B と Mo を除いた、標準培養区の一つで、その生育も他の肥料要素欠除区に比べて、きわめてよい成績を示した。培養のはじめころには I 区よりやや劣るようであつたが、110 日目ころからは II 区をしのぐ生長をしめし、培養終了時の苗高および風乾重量は I 区に対してそれぞれ 86%, 89% で、かなりの差があつたが、統計的な有意差はなかつた。また根瘤も I 区について多く着生した。

(6) VI 区 (-P, +R)

播種後 40 日目ころから葉の色が他区とくらべて濃い緑色をしめすようになり、50 日目ころの苗高はすでに III, IV 区より劣るようになって、葉の色もさらに暗緑色をしめし、幹茎は赤紫色をおびた緑色となつた。70 日目ころからは下葉が黄褐色にかわり、枯れて落葉するものもみられ、100 日目ころには生長は全くとまり、葉色は紫がかつた濃い緑色をしめした。これらの残つた葉はほとんど生長しないのでごく小さいままにとどまり(写真・25)、かつやや硬化したものとなつた。なお根瘤の着生は全くみとめら

れなかつた。培養終了時には苗がやや乾いた感じで枯死に近い状態であつた。また生長量は I 区に対して苗高および風乾重量はそれぞれ 7% および 5% で、他のいずれの区よりも悪く (写真・18,19,21,24), アカシヤと同様にハンノキ類にとつても磷酸欠除がもつとも悪い影響をおよぼすものとおもわれた。

(7) VII 区 (3P, +R)

播種後 50 日目ころの生育は I 区と比べて、 特にかわりがなかつたが、60 日目ころには新葉が多少黄色になり、アカシヤの場合と同じように、窒素欠乏症に類似した症状が現われ、この現象は 80 日目ころまでつづいたので、生育は I 区にくらべてかなり劣つた。その後はしだいに回復し 130 日目ころには VIII 区、IX 区よりよい生長をしめすほどになり、150 日ころからは生育状態はほとんど正常にかえつて、実験終了のころの生長はきわめて旺盛であつた。培養終了時の苗高および風乾重量は I 区に対してそれぞれいずれも 60% であつた (写真・26)。根瘤の形成状態は苗の大きさの割には不良であつた。

(8) VIII 区 (-K, +R)

播種後 50 日目ころには葉色その他にとくに変わったことはなかつたが、80 日目ころには I 区にくらべてかなり劣るようになり、110 日目ころには半分に減じた。このころから苗高はほとんど伸長がみられず、幹茎の下部は、着葉の間隔が著しくせまく、全体が矮性になり葉色もかなり淡く、黄色をおびるようになった。また根元に近い部分の葉腋からは、新芽が他区にくらべて多くでるようになりみられたが、これらもあまり生長せず、小さい葉が根元の部分に叢生するにとどまつた。培養終了時の苗高および風乾重量は I 区に対してそれぞれ 37% および 32% で、著しく劣つたが (写真・27), アカシヤのように落葉や、茎が横臥するなどの症状はみられなかつた。根瘤の着生もわるかつた。

(9) IX 区 (-Ca, +R)

播種後 40 日間は水道水で培養したので 50 日目ころの生育状況には、変わったことはみられなかつた。70 日目ころには I 区にくらべて苗高が劣るのがみられ、110 日目ころには半分に減じた。ことにこのころからは主として苗の中央部の葉にかなり顕著な欠除症状がみられた。すなわち、葉の主脈の両側に赤味をおびた褐色の部分が見われ、これがしだいに大きくなつて葉縁部から枯れ、主脈を中心に表面にまきこむようになって (写真・29), 遂には枯れて落葉した。130 日目ころにはとくに著しくなつて、生長はほとんどとまつた。葉に症状の現われない個体もあつたが、生育は同じように衰え、培養終了時の生長量は I 区に対して苗高および乾重それぞれ 40%, 34% にすぎなかつた (写真・28)。なお根瘤の形成は全期間を通じてみとめられなかつたので、ハンノキ属の根瘤形成には石灰がかなり著しく影響するもののように考えられた。

(10) X 区 (-Mg, +R)

播種後 50 日目ころにはまだ生育状態に変つたことはみられなかつたが、60 日目ころには葉および茎とも紅褐色になつた苗が数本あらわれたが、これらはしだいに枯死した。しかし残つた苗はその後の生長もほぼ順調であつたので、これが苦土欠除の影響であるかどうかは判然としなかつた。80 日目ころから以後は I 区にくらべてやや劣るが、V 区とはほぼ同じような生長をしめし、葉色その他にも変化はみられなかつた。培養終了時には I 区に対して苗高および風乾重量はそれぞれ 83% および 81% であつたが (写真・30), 風乾重量には有意差はみとめられなかつた。根瘤の着生もかなりよく V 区と同じようであつた。アカシヤの場合には苦土欠除は石灰欠除と同様に著しい影響がみられたがオオバヤシヤブシでは、著しい影響はなかつた。

Ⅳ 考察ならびに結論

すでに述べたように、本試験は、従来ほとんどその栄養生理に関する研究が無視されてきた肥料木（根瘤樹木）のうち、モリシマ・アカシヤ、オオバヤシヤブシの2樹種を選んで、将来苗木畑養苗ならびに山地播種に際しての基礎資料をうる目的で、稚苗の生育と栄養成分の関係を、根瘤菌の関係を含めて、砂耕を加味した水耕法で行ったものである。

従来のこの種の培養試験の条件に、さらに根瘤菌の因子が加わり、限られた試験規模に対して、十分な試験区分を設け得なかつたため、今回は一応予備的試験の程度にとどめ、さらにひきつづき不足の分を継続実施の予定である。

したがって各試験の結果については、数量的の表示はしたが、結論および区間相互の比較考察に関しては一般的の傾向を述べるにとどめた。

モリシマ・アカシヤ、オオバヤシヤブシの全般を通じて、つぎのことが考察され、かつ結論づけられた。

(1) 本実験のような水耕培養試験においては、実験に使用する苗は、充分根瘤の着生したものを用いるか、あるいは播種の際に根瘤菌を接種して、根瘤を形成する機会を充分に与えることが必要と考えられる。それでないと根瘤菌の自然感染によつて、同一の試験鉢内でも根瘤をはやく形成して旺盛な生長を示すものと、最後までほとんど感染が見うけられずに微弱な生長にとどまるものなど、相互の個体間に著しい差のできる場合がしばしばあり、実験測定の対象になり得ない。

したがって肥料木の栄養試験に際しては、種子あるいは苗木に対する根瘤菌の接種は、試験の最初に必須条件として考慮されるべきものとおもわれる。

(2) 試験区 I (Cont., +R, +B, +Mo) と II (Cont., -R, +B, +Mo) の両者を比較してみると、標準培養液（含窒素培養液）においても、根瘤菌を接種した区（I区）の苗木は、無接種区（II区）の苗木に比べて、その生長および、根瘤の形成が著しく促進されている。また無接種区である II 区の稚苗中には、その培養中に自然感染等によつて、試験終了時までには、かなりの根瘤を形成した苗が見うけられたが、これらの点からすれば、根瘤形成がよくせいされる程度の培養液中の窒素含量はさらに大きいものと考えられた。したがって、根瘤の着生しない苗木が充分な生育をするためには、本試験の完全培養液に含まれる窒素濃度より、さらに高いものを有利とするのではないかと推定された。しかし一方見方をかえると、本試験では、培養液はかなり頻繁にかえられたのであるから、窒素の供給はそれほど不足しているとも考えられないので、根瘤菌の着生は寄主植物にとつて、窒素代謝のほかになんらかの生理的な作用もありうるのではないかと考えられる。

(3) 根瘤菌を接種した標準培養液区の第 I 区 (Cont., +R, +B, +Mo) と第 V 区 (Cont., +R) について比較考察してみると、B および Mo の微量添加は、培養初期には苗の生長および根瘤量をかなり促進する傾向がうかがわれた。したがって、非豆科植物の根瘤にとつても、これらの微量元素は豆科植物の根瘤における場合と同様検討されるべき問題と考えられた。また、培地中に B_2O_3 の 0.5 p.p.m. および Mo_2O_3 の 0.05 p.p.m. 程度の含有は、これら両樹種にとつてなんら過剰の徴候を示さないことが了解された。

(4) 第 III 区 (-N, +R, +B, +Mo) と第 IV 区 (-N, -R, +B, +Mo) および第 I 区 (Cont., +R, +B, +Mo) と第 II 区 (Cont., -R, +B, +Mo) とから、無窒素培地においても根瘤菌を接種すれば

標準培養液(含窒素培養液)の場合とほとんど劣らない生育を示すことが了解され生育に必要な窒素量は根瘤によつて供給されるもののみでも充分であることがうかがわれた。ただし、根瘤を充分形成するまでの初期の間は、その生育がかなり劣るものであるから、窒素含量が不足している場合では、たとえ根瘤菌を接種しても、初期の間は多少の窒素を添加することが、寄主植物の生長促進にきわめて必要なことと考えられる。

(5) 第 IV 区 (-N, -R, +B, +Mo), すなわち無窒素培地で根瘤菌を接種しない場合は、たとえ B と Mo を添加しても、第 VI 区 (-P, +R) すなわちリン酸欠除区とともに最もわるい生育を示し、根瘤未着の苗はほとんど枯死に近づいた。本区の苗は試験の後期に自然感染により、根瘤を形成した個体も生じたため、厳密な試験の対象とはなり得なかつたが、根瘤未着のこれら肥料木は、無窒素の培地ではほとんど生育を期待し得ないことが了承された。

(6) 第 VI 区 (-P, +R), すなわちリン酸欠除区は、両樹種を通じ、根瘤菌を接種しても、その生育は最も不良で、第 IV 区の無窒素、無接種区より劣っており、根瘤とみなされるものは、全期間を通じて形成されず、稚苗はいつまでも矮小にとどまつた。

したがってリン酸は、豆科植物の根瘤のみならず、ハンノキなどの非豆科植物の根瘤にとつても、その形成のためには、特に重要な養料元素と考えられる。

また、葉色はモリシマ・アカシヤ、オオバヤシヤブシのいずれもリン酸欠乏症としてしばしば指摘される暗灰緑黒色を呈し、実験の後期においては下部の複葉はほとんど落葉し、頂部の 2~3 の葉のみになり、しだいに枯死に近づいた。

なおモリシマ・アカシヤの場合は、その複葉は日中の直射の下ではほとんど閉じ、朝夕の弱光の下ではかなり開く現象を示し、複葉の開閉機構にリン酸養料もなんらかの関連性を有するものと推定された。

(7) 第 VII 区 (3P, +R), 水耕培養の場合培養液のリン酸量を 3 倍としても、頻繁に培養液の取りかえが行われる場合には、培養植物に供給される絶対量が 3 倍ということにはならないが、普通より高濃度の含リン酸培養液が生育におよぼす状態を予備的にするために一応この区を設けた。

リン酸 3 倍区すなわち 1 l 当り P_2O_5 60 mg を含む培養では、初期の間(発芽後 60 日前後)は第 IV 区に似た状況を呈して、生育がわるく、かつ根瘤も小さいものがわずかに形成されるだけであつたが、モリシマ・アカシヤでは培養後約 60 日目ころ、すなわちある程度稚苗が生育し、かつ根瘤を形成した後はきわめて旺盛に生育をはじめ、120 日目ころからはかえつて標準区を凌駕し、その根瘤は多数形成された。オオバヤシヤブシは、かなり生長がおさえられたので、実験終了までには I 区にくらべてなおとつたが、最終のころには大変よい生育状態を示した。

リン酸肥料は豆科、非豆科の肥料木をとわず、根瘤樹木にとつて特に重要な栄養元素であることは一般に注目されているところであるが、本試験区に用いた組成の水耕培養の場合では、1 l 当り P_2O_5 60 mg の濃度は、窒素とリン酸の比率を不均衡にするためか、発芽開始初期の稚苗の生育をかなり著しく阻害することが了解された。しかし、稚苗がある程度生育して、充分な根瘤を形成するにつれて、本濃度あるいはそれ以上の濃度でもなんら生理的障害を生ぜず、むしろ生育ならびに根瘤の形成を促進するのではないかと推定されるので、ひきつづき各樹種ごとに、本培養方法および苗畑土壌を用いて、さらに詳細なリン酸適量試験を実施中である。

(8) 第 VIII 区 (-K, +R), すなわち加里の欠除区は、初期には窒素、リン酸の欠除区ほど生育に著しい障

害は見うけられないが、標準区に比べてしだいに生長が劣り、とくにモリシマ・アカシヤの著しい特徴は、60 日目ころから匍匐状態にかわり、培養後 120 日目ころから葉縁は黄褐色を示すようになった。オオバヤシヤブシでは、生長がとまり節間は短く矮性になつて衰弱したが、葉そのほかにはとくに著しい特徴はまだ現われなかつた。一般に根瘤の着生もわるくなるようである。

(9) 第 IX 区 (-Ca, +R), すなわち石灰欠除区は、モリシマ・アカシヤ、オオバヤシヤブシのいずれも初期約 45 日間は、水道水を使用したためかほとんど石灰欠乏障害が見うけられなかつたが、蒸留水に変えてからしだいに生長が不良となり、100 日前後から著しい症状が現われ試験の末期には、モリシマ・アカシヤでは新梢から萎縮脱落し、葉にも黄斑が見うけられるようになり、生長量は標準区の 1/3 に減じ、根瘤の形成も半減した。またオオバヤシヤブシでは、葉が枯れてしだいに枯死に近づき根瘤の形成もみられなかつた。

本試験の結果、石灰の欠乏がモリシマ・アカシヤの根瘤形成に対してそれほど著しい阻止は示さないが、オオバヤシヤブシにとっては著しい影響を与え、全然根瘤の形成を許さなかつたことはきわめて興味ある現象と考えられる。

(10) 第 X 区 (-Mg, +R), すなわち苦土欠除区のモリシマ・アカシヤは、第 IX 区とほぼ同様の結果を示し、水道水を蒸留水にかえてから石灰欠除の場合と同じような症状が見うけられるに至つた。しかしオオバヤシヤブシは最終測定の日高、乾重とも第 I 区に比べてそれぞれ有意差はみられたが、特殊な欠除の症状はみとめられなかつた。この点オオバヤシヤブシはモリシマ・アカシヤとは異なつていた。本試験区では培養初期に、多少苦土を含有していると思われた水道水を使用したのも、厳密な意味の苦土欠乏症状は見受けられなかつたが、試験の結果では、モリシマ・アカシヤの方がオオバヤシヤブシより苦土欠乏症に対してより敏感な樹種であると考えられた。なお、この傾向は根瘤形成との関係においてもうかがわれた。

V 摘 要

1. モリシマ・アカシヤおよびオオバヤシヤブシを、第 1 表に示した 10 試験区に、砂耕を兼ねた水耕法で播種培養し、各区の稚苗の生育ならびに根瘤形成状態を調査した。

ただし、標準培養液の要素量は、N....40, P_2O_520, K_2O40, CaO40, MgO40, Fe_2O_35 *p.p.m.* (微量元素を加えた場合は、 B_2O_30.5 *p.p.m.* Mo_2O_30.05 *p.p.m.*) である。培養液には、IX, X 区を途中蒸留水に変更した以外は、すべて水道水を使用した。培養液の pH は、モリシマ・アカシヤでは 6.5, オオバヤシヤブシでは 6.0 に調節して用いた。

2. 実験は 1955 年 5 月上旬、培養カメ (10 l 入) の水道水に浸した竹籠中の石英砂上にまきつけ、播種直後は水道水だけ、5 月 24 日からは培養液で培養を開始し、10 月 20 日に終了した。培養には水道水を使用した。IX, X 区のみ 6 月 24 日から蒸留水に変更した。

培養液のいれかえは夏期 7~9 月の 3 カ月は 7 日ごと、他は 10 日ごとに行つた。

3. 培養試験の結果はだいたいつぎのごとくである。

a. 標準培養液 (含窒素培養液) を用いた試験区でも、根瘤菌を接種した区 (I 区) は、しなかつた区 (II 区) に比べて苗の生育および根瘤形成状態が優れていた。

b. 硼素 0.5 *p.p.m.* モリブデン 0.05 *p.p.m.* 程度の培養液に対する添加は両樹種の生育にとってなん

ら葉害は見られず、微量元素を添加した区 (I 区) は、しなかつた区 (V 区) に比べて、両樹種とも苗の重量および根瘤の形成をかなり増加した。

c. 無窒素無接種区 (IV 区) の苗は、培養の初期から葉が黄色にかわり、生育もきわめて不良で矮小にとどまり、枯死するものと見られた。

d. 無窒素、接種区 (III 区) の苗は、初期の生育はいずれもきわめて不良であつたが、モリシマ・アカシヤでは培養後 30 日にすでに根瘤の形成が見られ、その後しだいに樹勢を回復し、培養終了時には標準培養液を用いた無接種区 (II 区) と等しくなつた。

オオバヤシヤブシでは、根瘤形成が比較的遅く、培養後 100 日くらいから、わずかな根瘤形成がみられ、したがって培養終了時までにはほとんど樹勢の回復は見受けられず、その生育も無窒素無接種区 (VI 区) の苗をわずかに上回るにすぎなかつた。

e. 無磷酸、接種区 (VI 区) は、無窒素、無接種区 (IV 区) の苗とともに最も不良な生育を示し、葉は濃緑色或いは暗紫色となつて、矮小にとどまつた。根瘤の形成は、両樹種を通じ見られなかつた。

モリシマ・アカシヤの葉は、朝夕の弱光の下では開き、直射光下では閉じる傾向が見られた。

f. 磷酸 3 倍、接種区 (VII 区) の苗は、培養初期は、培養液中の窒素と磷酸の比率が不均衡であつたためか、生育不良であつたが、苗がある程度生育しかつ根瘤を形成するにいたつた中期より回復し、後期には著しい生育を示すにいたつた。

なおモリシマ・アカシヤは、オオバヤシヤブシより早期に回復がみられ、後期には根瘤を著しく形成した。

g. 無加里、接種区 (VIII 区) では、モリシマ・アカシヤは、しだいに生育が衰え、横臥匍匐状を呈し節間の短い苗となり、後期には小葉の外縁部が黄褐色になつて脱落した。根瘤の形成も不良であつた。オオバヤシヤブシもしだいに生育不良となり、節間の短い苗となつたが、葉には特に変つた徴候は見られなかつた。しかし根瘤の形成は不良であつた。

h. 無石灰、接種区 (IX 区) では、モリシマ・アカシヤは培養後期に至り、上部の葉および新芽が緑色のまま凋萎脱落し、先端部の若枝の多くは黄褐色に変じて枯死した。生育および根瘤形成も不良であつた。オオバヤシヤブシではしだいに生育が衰え、後期になると、葉は主脈の両側が赤紫色を帯び、しだいに葉縁部が黄褐色になつて表面に巻き込んで枯れ、苗木も枯死するものも見られた。根瘤の形成はほとんど見られなかつた。

i. 無苦土、接種区 (X 区) では、モリシマ・アカシヤは石灰欠除区 (IX 区) と同様な徴候を示して、葉、新芽の部分が枯死脱落して生育および根瘤形成も不良であつた。これに反して、オオバヤシヤブシは、ほとんど苦土欠除の徴候は現われず、生育ならびに根瘤形成も比較的良好であつた。

文 献

- 1) BOND, G.: The fixation of nitrogen associated with the root nodules of *Myrica gale* L., with special reference to its pH relation and ecological significance. Ann. Bot. (n. s.) 15 (60): (1953) p. 447~459
- 2) BOND, G., FLETCHER, W. W., and FERGUSON, T. P.: The development and function of the root nodules of *Alnus*, *Myrica* and *Hippophaë*. Plant and Soil 5 (4): (1954) p. 309~323
- 3) FERGUSON, T. P., and BOND, G.: Observation on the formation and functions of the root nodules of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Ann. Bot. (n. s.) 17 (65): (1953) p. 176~178
- 4) BOND, G.: An isotopic study of the fixation of nitrogen associated with nodulated plant of *Alnus*, *Myrica* and *Hippophaë*. Jour. Exptl. Bot. 6 (17): (1955) p. 303~311
- 5) 春日井新一郎: 水耕法に関する研究, 日土肥誌, 13, (1939) p. 669~882
- 6) 北村昌美: ヤシヤブシ水耕法に於ける根瘤形成の研究 (予報), 日林誌関西支講, 1: (1952) p. 14~16
- 7) 宮崎 櫛・佐藤 亨・及川恵司: 窒素, 磷酸, 加里の給与およびスギ稚苗の生育に及ぼす影響について, 林試研究報告, 88, (1956) p. 21~36

図 版 説 明

写真 1~17 (Plate 1~4). モリシマ・アカシヤ (*Acacia mollissima* WILLD.)

写真 18~30 (Plate 4~6). オオバヤシヤブシ (*Alnus Sieboldiana* MATSUMURA)

**Studies on the Nutritional Conditions and the Growth of Soil Improving Trees
(Nodule-bearing Trees). I**

**Some experiments on the water culture of black wattle (*Acacia mollissima*)
and alder (*Alnus Sieboldiana*) in different nutritional conditions.**

Seiji UEMURA, Mikio IWAKAWA, Kaichi KITAMURA and Toshio HARA

(Résumé)

(1) The seeds of black wattle (*Acacia mollissima* WILLD.) and alder (*Alnus Sieboldiana* MATSUMURA) were sown and cultured in vessels of ten different experimental sections (I~X) by the method of water and sand mixed culture, and the states of growth and nodule formation on seedlings in each section were investigated respectively.

The kind of experimental sections and the components of each nutrient solution are as shown in Table 1 and 2.

(2) The seeds of black wattle and alder were sown at the beginning of May 1955, in the quartz sand of bamboo baskets which were half immersed in tap water of each vessel (jar having 10 litres capacity).

The water culture of the seedlings with different nutritions was started on May 24, and terminated on October 20.

As the water for culture, tap water was used principally, but in sections IX and X, distilled water was used from May 24 instead of tap water.

The nutrient solution of each jar was renewed at intervals of 10 days, but in July, August and September at intervals of 7 days.

(3) The results obtained were as follows:

a) Even in the complete nutrient solution, the seedlings brought up in inoculated section (I) were somewhat more superior in their growth and nodule formation to those in uninoculated section (II).

b) For the seedlings of both species, it seemed that the nutrient solution with B_2O_3 0.5 p.p.m. and Mo_2O_3 0.05 p.p.m. (I) contributed nothing to the physiological trouble of seedlings, but something promoted the growth and the nodule formation on them as compared with the nutrient solution without B_2O_3 and Mo_2O_3 (V).

c) Both seedlings of nitrogen free, uninoculated section (IV) became yellow in their leaves at the beginning stage of culture and became the poorest in growth. They remained in stunted form and some of them died at the end of culture.

Throughout the culture, the nodule formation did not appear on alder, but in black wattle, two seedlings produced the nodules on their roots by natural infection, and they showed a remarkable growth at the final stage of culture.

d) Both seedlings of nitrogen free, inoculated section (III) were poor in growth at the beginning of culture, but in black wattle, the seedlings had already produced their nodules within 30 days from the time of inoculation, and they recovered their normal growth and continued to grow equally as well as those in complete nutrient section without inoculation (II).

But in alder, the seedlings began their nodule formation in about 100 days

following inoculation, so they could not sufficiently recover their normal growth and became only a little superior in growth compared with those of nitrogen free, uninoculated section (IV) at the end of culture.

e) In phosphorus free, inoculated section (VI), the seedlings of both species became the poorest in growth, similar to those in nitrogen free, uninoculated section (IV).

The color of leaves became dark green or deep violet and the seedlings remained in stunted form. No nodule formation could be seen on either seedlings at the end of culture.

It is of interest to note that the black wattle seedlings tended to open their leaves under the weak sun light in the morning and evening, and to shut under the intense light in day-time.

f) In triple phosphorus, inoculated section (VII), the seedlings of both species at the beginning stage of culture became poor in growth on account of the unbalanced ratio between nitrogen and phosphorus in their nutrient solution, but at the middle stage, they recovered their normal growth and developed a remarkable growth at the end of culture.

The recovery of growth of the seedlings began earlier in black wattle than in alder. The seedlings of black wattle produced many nodules towards the end of culture, but those of alder produced scarcely any nodules in that time.

g) In potassium free, inoculated section (VIII), the seedlings of black wattle lost their vigour gradually and trained up on the ground. At the closing stage of culture, they became seedlings having stalks with shortened internodes, and the outer part of the upper leaves turned yellow in color and the majority of them fell.

The seedlings of alder took on the same form as those of black wattle, but no symptom was seen on their leaves at the end of culture. The nodule formation on them also was poor.

h) In calcium free, inoculated section (IX), the terminal leaves and buds of black wattle seedlings fell while green in color, and the majority of upper twines became yellowish brown and died during the final stage of culture. The growth and the nodule formation on them were poor.

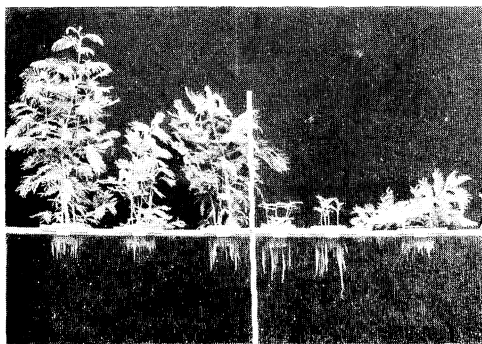
The seedlings of alder became weak gradually, and towards the end of culture, both sides of the main vein and margin of upper leaves became reddish purple and turned up or cupped upward in drying. Some of the seedlings died at the end of culture. The nodule formation on them was very poor.

i) In magnesium free, inoculated section (X), black wattle seedlings showed the same symptoms as those in calcium free, inoculated section (IX), and the terminal leaves and the young buds died and fell. The growth and the nodule formation on them were poor.

On the contrary, the alder seedlings scarcely showed any symptoms of magnesium deficiency at the end of culture. The growth and the nodule formation on them were considerably good.



写真 1 培養状況



I 区 II 区 III 区 IV 区 V 区 VI 区

写真 2



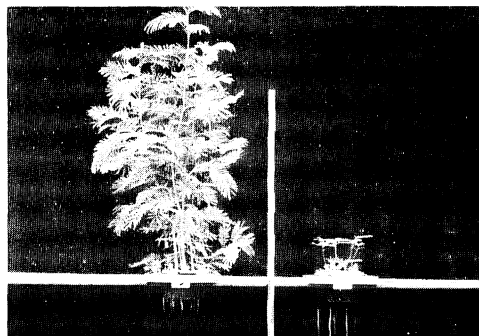
I 区 II 区
Cont., +R Cont., -R

写真 3



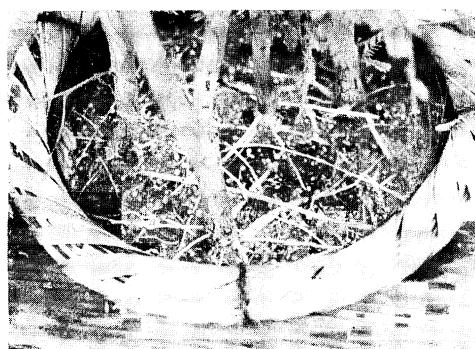
I 区 III 区
Cont., +R -N, +R

写真 4



I 区 IV 区
Cont., +R -N, -R

写真 5



I 区 根瘤着生状況
Cont., +R

写真 6



II 区 根瘤無接種
Cont., -R

写真 7



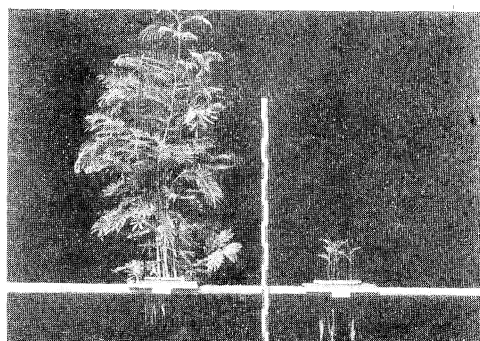
III 区 根瘤着生状況
-N, +R

写真 8

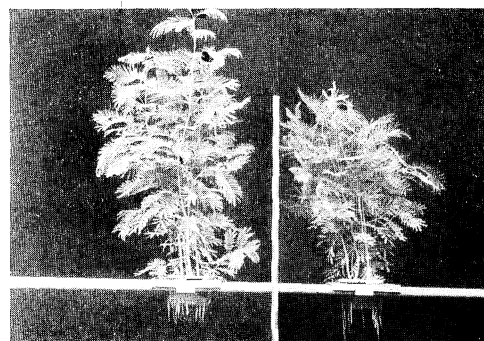


IV 区 根瘤無接種
-N, -R

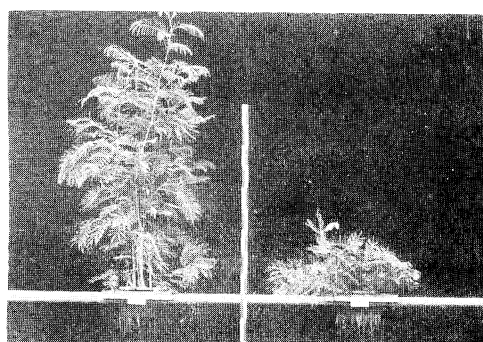
写真 9



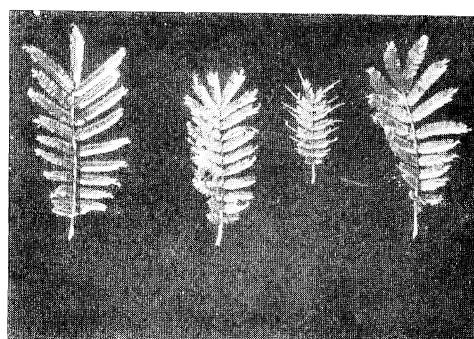
I 区 VI 区
Cont., +R -P, +R
写真 10



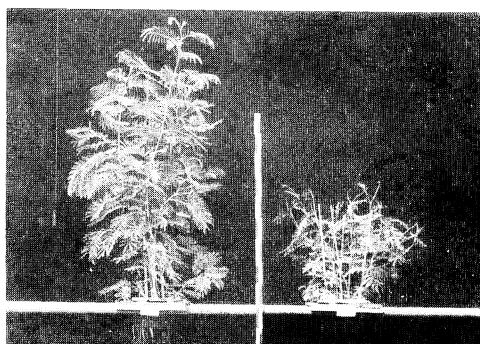
I 区 VII 区
Cont., +R 3P, +R
写真 11



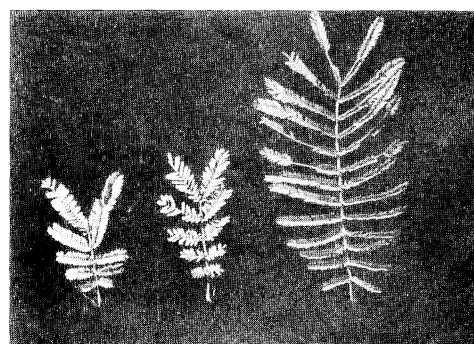
I 区 VIII 区
Cont., +R -K, +R
写真 12



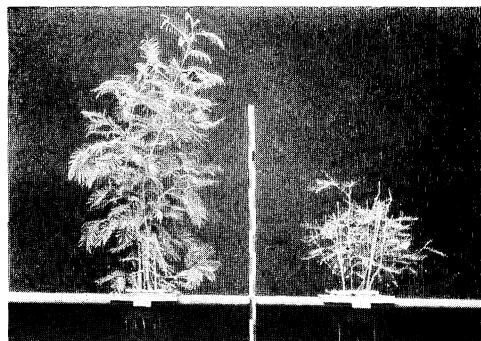
VIII 区
-K
写真 13



I 区 IX 区
Cont., +R -Ca, +R
写真 14

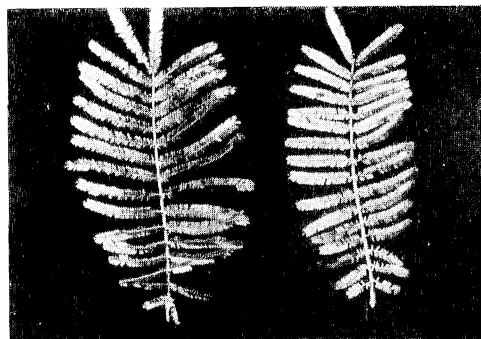


IX 区
-Ca
写真 15



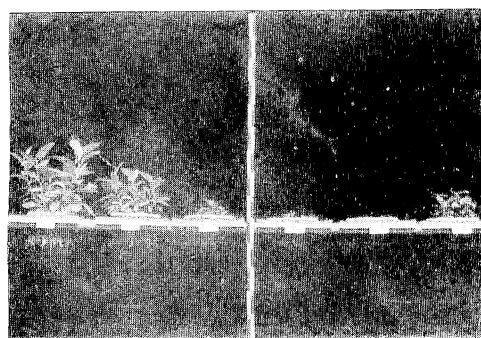
I 区 X 区
Cont., +R -Mg, +R

写真 16



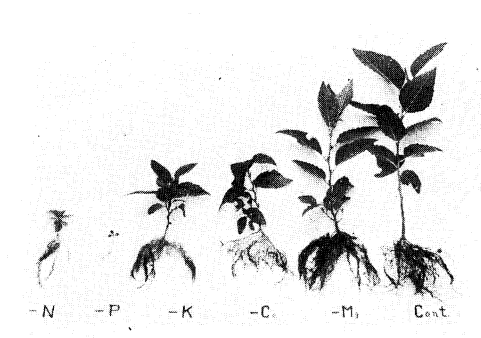
X 区
-Mg

写真 17



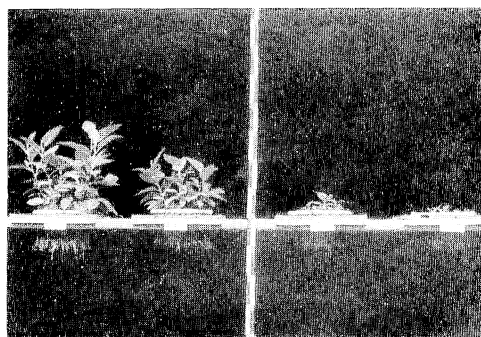
I 区 II 区 III 区 IV 区 VI 区 VIII 区

写真 18



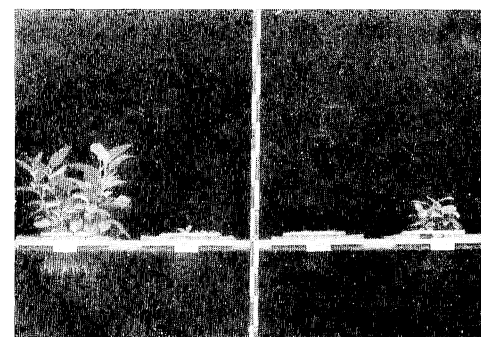
III 区 VI 区 VIII 区 IX 区 X 区 I 区

写真 19



I 区 II 区 III 区 IV 区
Cont., +R Cont., -R -N, +R -N, -R

写真 20



I 区 IV 区 VI 区 VIII 区
Cont., +R -N, -R -P, +R -K, +R

写真 21



I 区
Cont., +R

III 区
-N, +R

写真 22



I 区
Cont., +R

IV 区
-N, -R

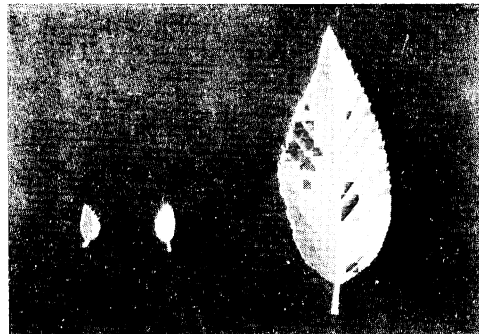
写真 23



I 区
Cont., +R

VI 区
-P, +R

写真 24



VI 区
-P, +R

I 区
Cont., +R

写真 25 葉の大きさ比較



I 区
Cont., +R

VII 区
3P, +R

写真 26



I 区
Cont., +R

VIII 区
-K, +R

写真 27

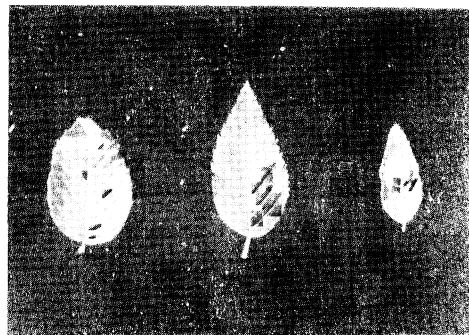
—Plate 6—



I 区
Cont., +R

写真 28

IX 区
-Ca, +R



I 区
-Ca, -R

写真 29



I 区
Cont., +R

X 区
Mg, +R

写真 30