

マメ（荳）科樹木と根瘤菌に関する研究（Ⅱ）

禿禿地におけるアカシア属の直播造林

特に根瘤菌接種の効果について

植 村 誠 次⁽¹⁾
玉 木 廉 士⁽²⁾
松 田 宗 安⁽³⁾

Ⅰ 緒 言

濠州の熱帯、亜熱帯を原産とするアカシア属、その中でモリシマ・アカシア (*Acacia mollissima*)、フサアカシア (*A. dealbata*)、デキュレンス・アカシア (*A. decurrens*) 等の樹種は、単に肥料木としてのみならず、むしろ、やせ地、禿禿地等における経済的樹種（パルプ用材、薪炭材、タンニン資材等）として、最近本邦暖地において注目を引いており、すでに九州の一部、福岡県、熊本県の天草島においてはモリシマ・アカシアの造林が、かなりの面積にわたって行なわれており、現在までのところ、その多くはきわめて良好な生育が期待されている。

瀬戸内の花崗岩を基岩とした禿禿地においても、これらアカシア属の樹種は、従来取り入れられてきたニセアカシア、ハンノキ、ヤマモモ属等の肥料木に比べて驚異的な成長を示している実例が少なからず見受けられ、本地方における最も有望なる経済的緑化樹種の1つとして、その導入方法に関する研究は早急に検討すべき問題と考えられる。

元来、本地方では、昭和12年以来林業試験場岡山分場により、主としてモリシマ・アカシア、フサアカシアについての試験的造林が実施されてきたが、苗木の活着がきわめて不良であること、寒害、風害等の危険性ならびに樹種の経済的価値等についての見とおしがはつきりしていなかつたため、活着した苗木の多くはきわめて良好な生育を示しているにもかかわらず、事業的の造林はほとんど実施されずにすごされてきた。

さきに筆者の1人植村²⁰⁾は、本地方の禿禿地におけるアカシア属樹種の直播造林の可能性を調査するため、岡山県玉野市郊外の禿禿地土壌を用いて植木鉢によるモリシマ・アカシアの生育試験を実施し、その結果本土壌は養料的に不足しているのはもちろん、アカシア属の根瘤菌の分布も皆無に近いので、適当な施肥のほか根瘤菌の接種を行なわなければ、アカシア属の盛んな生育を期待し得ないものと考察した。

本報告は、前述の試験結果をさらに現地において裏付ける目的で、岡山県玉野市郊外の禿禿地において、昭和33年3月に実施したアカシア属（主としてフサアカシア）の直播造林における根瘤菌接種の効果について、試験開始後1か年半にわたる経過を取りまとめたものであるが、さらに引きつづき34年3月同地において、アカシア属4樹種の根瘤菌接種による直播造林を行なつたので、播種後7カ月にわたる

(1) 土壌調査部土壌微生物研究室長・農学博士 (2) 関西支場岡山分場長 (3) 関西支場岡山分場防災研究室員

樹種ごとの成長調査結果も参考として付記することとした。

なお、林業試験場関西支場岡山分場で過去 20 年にわたって実施されてきた、瀬戸内地方におけるアカシア属樹種の試植試験の結果および筆者らがこれまで実施してきたアカシア属の栄養生理に関する試験結果^{22)~25)}などより判断して、本地方におけるアカシア属の直播造林の全般についても、広く検討を行なうこととした。

本報告のうち、試験計画の立案、結果の取りまとめは植村が担当し、試験の実施、試験地の管理、測定は主として玉木・松田が担当した。

本稿を草するにあたり、ご指導ご鞭撻を賜わり、かつ原稿のご校閲をいただいた林業試験場土壌調査部長宮崎紳博士、試験実施にあたり種々ご配慮をかたじけなうした岡山営林署および同玉野治山事務所、アカシア属の種子分譲のご便宜を賜わった福岡県林業試験場、東京大学樹芸研究所に深く感謝の意を表するとともに、取りまとめならびに測定にご協力をいただいた林業試験場土壌微生物研究室山家義人技官および岡山分場小林忠一技官に厚くお礼申し上げる。

Ⅱ 試験地ならびに試験の概要

1. 試験地の概況

試験地は岡山営林署玉野治山事務所管内（岡山県玉野市字玉原）の禿緒地に設けた。

北西面の傾斜 30~40 度の山腹斜面に、約 0.2 ha (Photos. 1~3 参照) を占め、山頂より谷間まで 25 段、幅 50 cm、延長約 500 m の治山工の法切階段が設けられており、その階段上に播種造林を行なつた。

土壌は花崗岩を基岩とした礫質砂土あるいは砂壤土で、主として簡易検定による分析結果では、窒素、リン酸、苦土、石灰がほとんど存在せず、カリの存在がわずかに認められる未熟土壌で、リン酸吸収係数は 700、酸度 (H₂O) は pH 4.5 内外の値を示した。

2. 試験区の設定および試験方法

試験区：試験区は山腹斜面を中央で縦に 2 分し、向かつて左側の法切階段約 250 m (播き穴 262 カ所) を接種区、右側の計約 250 m (播き穴 228 カ所) を無接種区とし、境界にあたる各階段の中央にあたる穴にはオオバヤシヤブシの 1 年生苗を植栽した (Phot. 1 参照)。

なお、これらの各試験区は、後述追肥の項で記載のように、播種後 1 年目に、追肥、無追肥区に細分した。

播き穴：播き穴は後日間伐の実施を予定して、比較的接近させて設けた。すなわち、各階段上 1 m 間隔に 20×30 cm、深さ 30 cm の播き穴を設け (Photos. 4, 5 参照)、肥料として 1 穴あたり過リン酸石灰 75 g、硫酸・37 g を上部 20 cm の穴土と十分混じじ、さらにその上に肥料を含まない土壌 2 cm 内外を覆土した後、播種を行なつた。

供試種子：直播種子には主としてフサアカシアの種子（このほかにメラノキシロン・アカシア、デキュレンス・アカシアも、各階段の中央両側の穴に、1 穴ずつ播種したが、穴数が少なく、接種区と無接種区が近接しているので試験の対象から除外し、最終時の生育調査結果のみを記載することとした）を 1 穴あたり 10~15 粒播種し、薄く (1 cm 内外) 覆土をした後、その上を長さ 40 cm の切藁でわずかに間隙が見える程度におおい、両端を土で押えた (Phot. 5 参照)。

本試験に用いた種子は下記の所から分譲を受けた前年度産、すなわち昭和 32 年および 33 年に採集し

たものを使用した。

東大樹芸研究所：デキュレンス・アカシア

福岡県林業試験場：モリシマ・アカシア，メラノキシロン・アカシア

関西支場岡山分場：フサアカシア

種子の処理：種子の発芽促進方法については、これまでにかなりの報告^{1) 11) 13) 15) 27)}が見られるが、本試験では次の硫酸処理法を採用した。

種子をビーカー（1,000 cc）の中に4分の1量ほど入れ、これに98%市販濃硫酸を種子がほぼ浸漬する程度加えて、2～3分間放置する。

次にかきまぜながら少量の水を加え、一時90°以上の発熱反応を起こさせて3～5分間ほど置き、ただちに多量の水を注入して冷却し、数回水を交換して十分洗浄する。なお種子の洗浄の際は種子に残存している硫酸分を十分除却するため、水洗中に少量の炭酸石灰を種子に加えた。

硫酸発芽促進を行なった種子は、種皮の一部が脱落して、しばらくするとその多くは吸水のため体積が数倍に膨張するものである。次にこれを新聞紙上に移して水を切り、多少半乾きになったものを使用した。

接種区に用いた種子は、ビーカー中の発芽促進処理を完了した種子の水を切り、これに林業試験場土壤微生物研究室で分離培養したアカシア属培養根瘤菌の濃厚な懸濁液を加えて（接種方法は文献21参照のこと）、十分種子と混じた後、新聞紙上で半乾きにしたものを用いた。

各試験区の播種は、昭和33年3月27日に行なつたが、実施にあたっては無接種区が完了後、接種区を行ない、両区間の根瘤菌の移行をできるだけ避けるようにした。

追肥：昭和34年3月18日、接種区、無接種区の、下半部を占める山麓部の法切階段上（計12段）に、山寄りにくわで幅15cm、深さ10cm内外の浅い溝を掘り、1mあたり粒状固形肥料（神島化学株式会社製、林地化成肥料N:P:K=10:6:6）200gを施した。したがって接種区、無接種区は、それぞれ山腹上部の無追肥区と下部の追肥区の2つに細区分され、総計4試験区となつた。いま各試験区の設定時の樹種別仕立て穴の数を示すと第1表のようである。

なお、昭和34年3月17日には、本試験地とあまり離れていない、ほぼ立地条件の類似した場所にモリシマ・アカシア、デキュレンス・アカシア、フサアカシア、メラノキシロン・アカシアの4樹種について、各0.15ha、200穴の播き穴に根瘤菌接種による直播を実施して、樹種別の生育比較試験を行なった。その方法は、前述とほぼ同様の方法で行なつたが、ただ1穴あたりの基肥として、熔成苦土リン肥75g、硫酸18g、粒状固形肥料（前述の試験の追肥に使用したもの）90g、堆肥500gを施した。

第1表 各試験区の仕立て本数
Table 1. Number of plants of each experimental section

樹種 Spp.	試験区 Exptl. sec.	接種区 (I) Inoculated sec.		無接種区 (II) Un-inoculated sec.	
		27, III, '58	18, III, '59	27, III, '58	18, III, '59
フサアカシア <i>Acacia dealbata</i>		208	a 103 b 100	180	a 80 b 75
デキュレンス・アカシア <i>A. decurrens</i>		24	a 12 b 10	24	a 8 b 9
メラノキシロン・アカシア <i>A. melanoxylon</i>		30	a 15 b 14	24	a 13 b 10

注 Note: a. 追肥区 Exptl. sec. with additional fertilizer.

b. 無追肥区 // without //

本試験は開始後日が浅いので、各樹種別の半年間の成長調査の結果を記載するにとどめた。

Ⅲ 試験の経過ならびに調査結果

1. 経過の概要

播種は昭和33年3月27日に実施したが、翌日から数日間寒波がおそい、玉野市測候所の資料では、一時零下2度まで低下した。しかし種子がいまだ発芽していなかつたことと、敷藁で被覆保護されていたためか、全然種子の発芽に被害は認められなかつた。各播き穴の発芽は4月下旬から見うけられた。

第1回の調査および手入れ（主として周囲の雑草除去および根瘤着生状態の調査）は33年5月27日に行ない、引きつづき翌年10月までは、34年の1、2月を除いて、毎月中旬ごろ実施した。禿地なので雑草の除去も簡単で、また危惧されていたウサギによる食害もほとんどこうむらなかつた。

33年の6、7月は非常に旱天がつづいて、同時に植栽したオオバヤシヤブシも多くは落葉し、その一部は枯死するほどであつたが、敷藁で保護されていたためか、両区の播き穴の稚苗はほとんど旱害を受けなかつた。

昭和33年3月から34年2月までの、現地の月別の気象条件を参考のため記載すると、第2表のごとくである。

各播き穴の発芽苗は、兎害および旱害を考慮して、少しおそ目の7月16日に間引きを行ない、1本仕立てとした。しかしあまり密生したものは、その前に多少間引きを行ない、根瘤形成調査の資料とした。

5月27日（播種後61日目）の調査では、接種、無接種区の播き穴はいずれも8割内外の発芽が見られ、苗高も3cmに達していた。両者の間における成長の差異はまだほとんど認められなかつたが、間引きした接種区の稚苗には、すでに5~10粒の根瘤着生が認められたのに反し、無接種区のものとは全然根瘤着生が見られなかつた（Phot. 6 参照）。両者の稚苗の生育および根瘤形成は6月15日の調査では、さ

第2表 試験地付近の月別気象
(1958年3月~1959年2月)

Table 2. Monthly meteorological data in the
neighbourhood of the experimental area
(From March 1958 to February 1959)

項目 日付 Date	最低温度 Min. temp. °C	最高温度 Max. temp. °C	雨 量 Precipitation mm
Mar., '58	-2.5	20.0	103.8
Apr., "	4.0	23.2	122.7
May, "	8.5	29.0	66.9
Jun., "	14.5	29.0	146.2
Jul., "	21.0	35.0	31.2
Aug., "	19.5	33.5	166.3
Sep., "	12.5	32.5	130.5
Oct., "	8.4	30.3	108.5
Nov., "	5.5	22.5	36.7
Dec., "	-1.2	17.0	41.4
Jan., '59	-5.5	16.5	57.5
Feb., "	-3.7	16.0	74.7
For the 12 months	Min. -5.5	Max. 35.0	1,086.4

らに著しい差異が認められた（Phot. 7 参照）。

播種後173日目にあたる9月16日に行なつた間引き苗の調査の際は、上長成長において両者の間に30%内外の開きが見られ（第3表参照）、接種区の苗には樹体の7~8%に近い重量の、多数の根瘤を着生したのが見られたのに反し、無接種区のものではまだほとんど根瘤の形成は認められなかつた（Photos. 8~10参照）。

全般を通じて無接種区と接種区の間では、両区ともかなりの肥料が施されているので、初期の間は著しい成長の差異は認められなかつたが、梅雨期を経過するとしだいに差が見られ、9月になると、無接種の苗の多くは葉がいくぶん黄色を帯びて、窒素欠乏症を示すものが現われてきたが、接種区のもの、引きつづき盛んな生育を示し、11月下旬のほぼ生育を停止した

ころになると、両区の間では、特に枝条の量において著しい差が見受けられた。

引きつづき昭和 34 年 3 月 18 日には、接種区、無接種区の下半分、すなわち山麓部に追肥を行なつて、生育に多少差異が見いだされるようになった5月20日から10月16日までの間は、毎月中旬ごろ両試験区を、追肥区、無追肥区に細区分して、それぞれの成長状態を調査した。

なお現在までのところ、危惧されていた成立木に対する虫害、病害の発生はほとんど認められず、また34年9月17日および26日に来襲した台風14号および15号による被害も全然こうむらなかつた。

34年3月18日に新たに実施したアカシア属4樹種の根瘤菌接種による播種試験地の生育調査は、発芽が出そろつた34年5月の20日から前年度の試験地調査と併行して毎月中旬、10月まで実施した。

2. 調査結果

昭和 33 年 3 月に実施した試験の、直播後 1 年間にわたるフサアカシアの接種区、無接種区の生育状態および 34 年 3 月に両試験区をそれぞれ追肥区および無追肥区に細区分した後の各試験区の生育状態の調査結果は、第 3 表および第 1, 2 図に示すようである。

すなわち以上の調査結果によると、本試験では 3 月下旬に直播したフサアカシアは、接種、無接種区を

第 3 表 各試験区におけるフサアカシアの生育状態
Table 3. The growth of *Acacia dealbata* in different stages (mean value)

調査日 Date of investigation	試験区 Exptl. sec. 項目 Item	接種区 (I) Inoculated sec.		無接種区 (II) Un-inoculated sec.	
		樹高 Height	地際直径 Diameter on ground	樹高 Height	地際直径 Diameter on ground
		cm	cm	cm	cm
27, V '58		3.0	—	2.8	—
15, VI '58		5.0	—	4.0	—
16, VII '58		15.0	—	10.0	—
19, VIII '58		48.0	—	36.0	—
16, IX '58		75.0	—	55.0	—
17, X '58		99.8	0.98	80.5	0.92
7, XI '58		107.2	1.32	82.2	1.04
15, XII '58		110.5	1.40	84.0	1.10
18, III '59		114.0	1.50	86.0	1.20
17, IV '59		120.0	1.60	89.0	1.30
20, V '59	a	154.0	1.80	106.0	1.50
	b	130.0	1.60	100.0	1.30
15, VI '59	a	224.0	2.50	152.0	2.00
	b	195.0	2.20	142.0	1.80
13, VII '59	a	292.0	3.30	193.0	2.30
	b	268.0	2.90	185.0	2.10
15, VIII '59	a	320.0	3.70	220.0	2.70
	b	300.0	3.20	200.0	2.40
16, IX '59	a	350.0	4.10	250.0	2.80
	b	330.0	3.60	220.0	2.60
16, X '59	a	370.0	4.50	270.0	3.00
	b	366.0	4.00	234.0	2.80

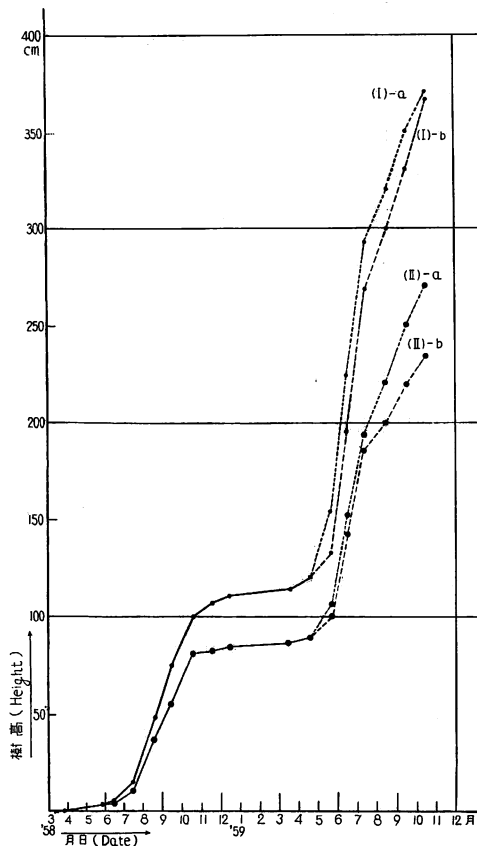
注 Note:

(I)-a: 接種追肥区 Inoculated sec. with additional fertilizer.

(I)-b: 接種無追肥区 Inoculated sec. without //

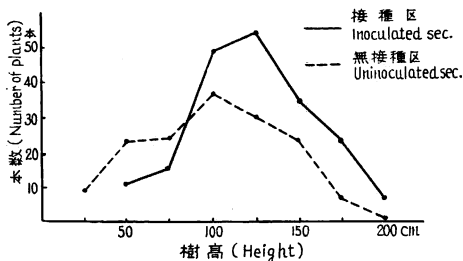
(II)-a: 無接種追肥区 Un-inoculated sec. with additional fertilizer.

(II)-b: 無接種無追肥区 // without //

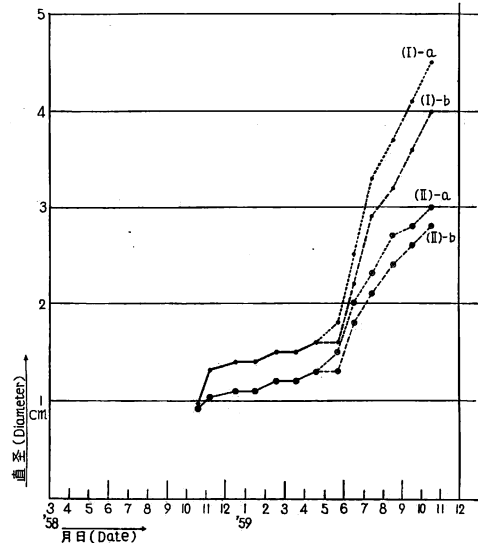


第1図 各試験区におけるフサアカシアの樹高成長
Fig. 1 Height growth of *A. dealbata* in each experimental section

月中旬からふたたび成長を開始し、5月から10月上旬にわたつては著しい成長が見られ、接種区では10月中旬に平均樹高 3 m 50 cm 以上、平均地際直径 4~4.5 cm、無接種区でも平均樹高 2 m 50 cm 内外、平均地際直径 3 cm 内外を示している。



第3図 接種・無接種区におけるフサアカシアの樹高別配分曲線 (播種後1年)
Fig. 3 Distribution figures of height class of *A. dealbata* in the inoculated and uninoculated experimental sections (one year after the sowing)



第2図 各試験区におけるフサアカシアの直径成長 (地際)

Fig. 2 Diameter growth (on ground) of *A. dealbata* in each experimental section

通じ、7月中旬では苗高わずかに 10~15 cm に達するにすぎないが、その後 8, 9, 10 の3ヵ月間に著しい成長を示し、10月の中旬には平均苗高が無接種区で 80 cm、接種区で 1 m 内外に達している。その後成長はしだいに衰え、12月中旬になるとほぼ生育を中止し、翌年3

接種、無接種間の成長の差は、播種後3ヵ月間は、基肥が比較的十分であるためか、根瘤の形成に著しい差異が認められたほかは、ほとんど差異は見られていないが、梅雨期を過ぎると、しだいに両者の間に著しい差を示しており、播種後1年目の調査での接種、無接種区のフサアカシアの樹高別配分状態は第3図のようである。

すなわち接種区の苗は無接種区のものに比べて、比較的そろつた、かつ盛んな成長を示しているのに反し、無接種区の苗は大小の差異が著しく、全般的にその生育が劣っており、なかには窒素欠乏症状を示して

第4表 播種後1年半の各試験区におけるフサアカシアの成長比較（百分率）
Table 4. Comparative growth rates in percentage of *A. dealbata* in each experimental section (one year and a half after the sowing)

試験区 Exptl. sec.	項目 Item	苗高 Height	地際直径 Diameter on ground	幹材積 Volume of stem
接種追肥区 (I)-a Inoculated section with additional fertilizer		158	161	408
接種無追肥区 (I)-b Inoculated sec. without additional fertilizer		156	143	318
無接種追肥区 (II)-a Un-inoculated sec. with additional fertilizer		115	107	131
無接種無追肥区 (II)-b Un-inoculated sec. without additional fertilizer		100	100	100

第5表 アカシア属3樹種の成長比較（播種後1年半，1958年3月27日播種）
Table 5. Comparative growth of three *Acacia* spp. (in one year and a half after the sowing carried out on 27 March, 1958)

樹種 spp.	項目 Item	接種区 (I) Inoculated sec.		無接種区 (II) Un-inoculated sec.	
		樹高 Height	地際直径 Diameter on ground	樹高 Height	地際直径 Diameter on ground
		cm	cm	cm	cm
フサアカシア <i>A. dealbata</i>	a.	370	4.5	270	3.0
	b.	366	4.0	234	2.8
デキュレンス・アカシア <i>A. decurrens</i>		309	4.1	227	3.1
メラノキシロン・アカシア <i>A. melanoxylon</i>		135	2.9	140	2.3

注：aは追肥区，bは無追肥区，他は両区の平均値

Note: a: Exptl. sec. with additional fertilizer.

b: " without "

Others are mean values of a and b sections.

いるものがかなり見受けられた。また播種後1年目の両試験区の枯損率の間にも，かなりの開きが見られ，接種区は208本中5本，無接種区は180本中25本，すなわちそれぞれ2.5%と14%の値を示した。

なお，フサアカシアの接種区，無接種区について昭和34年3月18日実施した追肥の7カ月間にわたる効果を見るに，多少追肥の時期が早目であつたためか，これまでのところ両区ともあまり著しい効果は見られていないが，接種，無接種両区を通じ，追肥区は4月中旬ごろからかなりの肥大成長が開始されているのに反し，無追肥区は1カ月遅れて開始されている。最終調査時（昭和34年10月16日）における接種追肥区，接種無追肥区，無接種追肥区，無接種無追肥区の平均成長状態を，最も成長の悪い無接種無追肥区の成長指数を100として，百分率で比較すると第4表のごとくである。

また昭和33年3月に播種したアカシア属3樹種，および34年3月に播種したアカシア属4樹種の最終調査時における樹種別の成長状態

第6表 アカシア属4樹種の成長比較
（播種後1年，1959年3月18日実施）

Table 6. Comparative growth of four *Acacia* spp. (in one year after the sowing carried out on 18 March, 1959)

樹種 spp.	項目 Item	樹高 Height	地際直径 Diameter on ground
		cm	cm
モリシマ・アカシア <i>A. mollissima</i>		168	2.3
デキュレンス・アカシア <i>A. decurrens</i>		106	1.8
フサアカシア <i>A. dealbata</i>		132	1.9
メラノキシロン・アカシア <i>A. melanoxylon</i>		74	1.3

注：各樹種200本平均値

Note: Mean value of two hundred plants of each species.

を参考として記載すると、第 5, 6 表のごとくである。

すなわち本調査の結果ではアカシア属 4 樹種の初期の成長 (6~18 カ月) は、モリシマ・アカシア、フサアカシア、デキュレンス・アカシア、メラノキシロン・アカシアの順位で、特にメラノキシロンの生育は前 3 者に比しかなり劣った結果が得られている。

Ⅳ 考 察

本考察は、上記試験の結果についてのみならず、これまでに筆者らが瀬戸内花崗岩地帯で実施しているアカシア属の試植試験の結果、あるいはアカシア属の栄養試験の結果も含めて、瀬戸内地方の花崗岩地帯におけるアカシア属の導入について広く検討を行なうこととした。

1. 樹種の選定

瀬戸内地方では、すでに 20 余年前から主としてモリシマ・アカシア (一名 Black Wattle ともいわれている)、フサアカシア (一名 Silver Wattle といわれている) が試験的に導入されており、その多くは、従来導入されている他の肥料木 (オオバヤシヤブシ、ヤシヤブシ、ニセアカシア類) に比べて著しく良好な生育が見受けられている (Photos. 13, 14 参照)。

元来モリシマ・アカシアはフサアカシアに比し生育が良く、樹皮のタンニン収量および質において非常にすぐれているので、経済的に有利な樹種とされているが、マダガスカル島の適地の例³⁰⁾では、8 年生で 1 ha 57.1 m³、すなわち約 1,400 石以上の材積収穫を得た報告の例も見受けられ、また熊本県天草島の比較的地味良好なところでは、部分的ではあるが植栽後 4 年半目で ha あたり 400 石近くの材積成長を示しているところも見受けられている (Phot. 17 参照)。欠点としては比較的風害および寒害に弱く、稚苗の間は零下 3~4 度がしばらく続くと枯死する場合が見られている。一方フサアカシアの成長はモリシマ・アカシアに比しかなり劣るが、稚苗でも零下 4~5 度までは抵抗性をもつようである。昭和 34 年のはじめ、福岡県林業試験場 (福岡県八女郡黒木町) の見本林では、零下 9 度に達する 50 年来の寒波の襲来を受け、モリシマ・アカシアの母樹 (10 年生内外) は相当枯死するものも見られたが、フサアカシアの多くは被害をまぬかれた例が見られている。

当玉野地方の気温は、冬季ときおり零下 5 度近くに達することがあり、したがって植栽後間もない稚樹、特にモリシマ・アカシアは、場所により寒害をこうむる場合も見受けられてはいるが、風害、寒害を考慮に入れて、場所の選定に留意すれば、モリシマ・アカシアの適地もかなりの面積を占めるものと考えられる。しかし禿山の緑化を主眼とした場合は、多少経済的效果は劣つても、寒害に強いフサアカシアが最初に考慮されるべきであろう。

デキュレンス・アカシアは一名 Green Wattle ともいわれ、本邦では静岡県伊豆下加茂の東京大学樹芸研究所でかなり試植されているが、瀬戸内地方ではほとんど導入されていない。外国 (アフリカのナタール、ローデシア等) の例²⁹⁾によると、樹皮のタンニンの質がモリシマ・アカシアに多少劣っている点を除いては、成長および諸害に対する抵抗は、モリシマよりまさつていとされており、特にモリシマ・アカシアが被害を受けやすいミノ虫 (bagworm) に対して強い抵抗性があり (Phot. 20 参照)、本地方においては、モリシマ・アカシアとともにその導入が検討されるべき樹種と考えられる。

メラノキシロン・アカシアは一名 Black wood acacia ともいわれ、濠洲の南部を原産とする樹種で、前 3 者の葉は羽状複葉をなすのに反し、葉は平行脈をもつた扁平な仮葉を呈している。初期の成長はおそ

いが、かなりの巨木となる。樹皮のタンニン含量はモリシマ・アカシア等にはるかに劣っており、原産地では用材、家具材として重視されている。養分の要求度の比較的大なる木で、原産地の東部濠州、タスマニアでは湿地、河岸に分布しており、根が広く広がるので風害に比較的强大な木とされているが、寒さに対しては、モリシマ・アカシアと大差がないようである。瀬戸内地方の養料関係の不良な土壌では、あまり良好な生育は期待し得ないものと推定される。

ハナアカシアは一名 *Bailey acacia*, *Cootamundra Wattle* とも呼ばれている。濠州のニューサウスウェイルズを原産とし、美しい黄色の房状花をつけるので主として観賞樹として各地に取り入れられており、瀬戸内でも試植されているところもあるが、樹性が小喬木で、樹皮のタンニン含量も劣り、観賞樹としての価値を除いては、経済的にモリシマ・アカシア、フサアカシアに比べて著しく劣るものと思われる。

ピクナンタ・アカシア (*Acacia pycnantha*) は *Golden Wattle* ともいわれ、平行脈のない扁平な仮葉をもつ中喬木のアカシア樹種で、濠州南部を原産とし、その樹皮は多量のタンニンを含有（40% 内外）しているので、当地方で重要なタンニン材料とされているが、木の成長が比較のおそく、タンニンの質および収量がモリシマ・アカシアに比して劣るとされている。本邦ではまだ導入している例を聞かないが、原産地では比較的やせ地にも耐えるともいわれ、本瀬戸内地方における導入樹種としても、今後検討の価値あるものと考えられる。

すなわち以上は、ピクナンタ・アカシアを除いて、これまでに本邦に移入されているおもなアカシア属樹種の特性を検討して、瀬戸内禿山への導入の可否を論じたものであるが、いずれの樹種も、まだ導入後、日が浅く、試植的段階の域を出ていないので、その当否は今後の試験結果により決定されるべきものであろう。

2. 直播造林について

本邦ではアカシア属の造林は、大部分苗木植栽方法がとられており、その養苗、移植、植栽法等については、これまでにかなりの研究が発表されてきた^{7) 9) 13) 16) 19) 23)}。

アカシア属の苗は、その輸送、植栽が比較的に困難とされており、原産地（濠州、アフリカ等）でも、小規模な造林には竹かご、竹つつ内の土に、播種養成した苗を植栽している例も見受けられているが¹⁷⁾、タンニン採集を目的とする大規模な造林では、原則として直播造林が行なわれている。直播造林の欠点のひとつは、稚苗時代の雑草による被害であつて、本邦で苗木植栽が主として実施されている理由もこれに起因するものと考えられる。しかし雑草との競合を十分防止することができれば、直播造林によつても容易に成林せしめうることは、種子島における佐々木¹⁸⁾の報告あるいは熊本県水俣営林署における例（Phot. 16 参照）によつてもうかがわれるところである。

幸いに瀬戸内の花崗岩を基岩とした禿荒地は、これまでのアカシア属の試植試験の実績から判断して、気候的にも十分その生育が期待し得られ、また土壌は養料的には不良であつても、物理的組成は比較的良好で、加うるに特別の場所を除いては雑草の繁茂は皆無に近いので、経済的見地からはもちろん、造林技術的立場からも、アカシア属の造林は直播造林が得策と考えられる。

なお、これまでの当地方におけるアカシア属の造林ならびに本直播試験の結果からみて、直播造林に際しては、以下の事項を考慮することが必要と思われる。

（1）施肥について

本瀬戸内地方のように、土壌養料関係が不良で、かつその流亡の著しい土壌では、アカシア属樹種とい

えども、適当な施肥を実施しない限り、その十分な生育が期待し得ないことは第 1 報²⁰⁾においてすでに予測されたところである。

リン酸は、単に植物の必須栄養成分の 1 つとして不可欠であるばかりでなく、肥料木（根瘤植物）にとつては、根瘤の形成を促進し、その成長を増大させる点で他の栄養成分に比べて最も重要な位置を占めており、土壌の性質に応じた適当なリン酸肥料の施肥は最初に考慮されるべき問題である。

筆者ら²¹⁾の、リン酸吸収係数 2,200 内外の、ほとんど肥料分を含有しない関東ロームの心土（赤土）を用いたモリシマ・アカシアのリン酸施肥試験の結果では、本樹の盛んな生育を期待するためには、平方メートルあたりに換算して、少なくとも過リン酸石灰では 350 g 近くの施用が必要とみなされた。本瀬戸内の禿地土壌は、リン酸吸収係数は 700 内外を示すにすぎないが、リン酸の含有量は皆無に近く、かつ浸食による土壌養分の流亡が著しいので、播種あるいは植栽に際して、1 穴あたり過リン酸石灰にして 100 g 以上の施用が必要であり、できれば流亡しがたい熔成苦土リン肥の併用あるいはリン酸含量の比較的多い粒状固形肥料の施用が望ましいように考察された。

肥料木についての窒素肥料の施肥は、マメ科作物の場合と同様、普通の土壌で、しかも根瘤が十分形成しうる状態なら特に考慮の必要はなく、過多の施肥は根瘤の形成を阻止し、病害を招きやすいので避けるべきである。しかしながら窒素養料の皆無に近い瘠悪林地あるいは禿地の土壌では、播種後しばらくの間、すなわち発芽種子がある程度根瘤を形成するにいたるまで、あるいは移植のため根瘤の大部を脱落した植栽苗が活着して、ふたたび新鮮な根瘤を形成するまでの期間の窒素不足を補うために、少量の窒素肥料を施すことは必要とみなされる。筆者ら²⁴⁾の、前述の関東ロームを用いたモリシマ・アカシアについての、リン酸と窒素の施肥試験の結果では、平方メートルあたり硫酸にして 30~45 g に相当する窒素を施したものは、施与しないものに比べてかなりの成長の差が見受けられており、したがってこのような土壌にアカシア属の直播造林を行なう際は、原則として少量の窒素肥料の施与（1 穴あたり硫酸 アンモン 37 g 程度）は当然考慮されるべきことであろう。また有機質の存在もきわめて乏しいので、できれば基肥として堆肥あるいはワラ等を施すことが好ましい。このような土壌で、肥料木の生育に有機物の基肥がきわめて効果があることは、すでに森下および大山¹⁹⁾によつても強調されているところである。

カリは、本土壌中に多少の存在は認められているので、その施肥の効果は今後の検討を要する問題と考えられるが、極端に不足したところでは、苗が直立せず匍匐する傾向があるので²²⁾、このような場合にはその施用は絶対必要である。なおカリの施用過多はときおり樹皮が割れてゴム質をだす病気（gummosis）をひき起こすことが報告²³⁾されており、アフリカのナタール地方でも、ごく限られた砂質壤土（sandy loam）のところでのみカリ施用の効果が報告²⁾されているにすぎなく、一般にその施用は行なわれていない。

石灰の施用は、ナタール、南ローデシヤ等の原産地では実施されていない。^{3) 17) 29) 30)} 一般に熱帯、亜熱帯性のマメ科植物の中には、暖帯、温帯のマメ科植物の場合と異なり、好酸性のものが少なくなく、これらの植物の栽培にあたって石灰の施肥は逆に収量の減少をきたす場合が報告⁵⁾されている。アカシア属がこの範疇に属する植物であるかはなお検討を要する問題ではあるが、筆者らのモリシマ・アカシアについての水耕培養試験結果では、pH 区 7.0 が最良の生育を示してはいるが、pH 区 4.0 でもかなりの成長および根瘤の形成が認められ、生育酸度の幅がかなり広く、かつ酸性にも相当強い樹種であることがうかがわれた（Phot. 15 参照）。したがって極端な酸性土壌を除いては、石灰施用の効果はあまり期待し得ら

れないものと思われる。

これらの樹種は、普通原産地では9～10年で剥皮伐採され、特に初期2～3年間の生育いかんがその後の成長に及ぼすところがきわめて大きいものとされており⁶¹⁾⁷⁾、したがってその施肥、追肥等もこの期間内に行なわれており、樹勢の衰退が見える前には伐採するのが普通である。

瀬戸内の花崗岩質土壌のように流亡のはげしい土壌では、基肥を施しても、2～3年を経過すると樹勢の衰退が見られる場合が多く、したがって適当な時期における追肥の実施は、短期間の収穫を期待するために必要欠くべからざるものであろう。

また最近ナタール地方の一部では、礫素欠乏によるモリシマ・アカシアの著しい Die-back（稍端部より急速に枯死する病気）の発生が報告⁸⁰⁾されており、土壌微量元素の問題も、土壌の種類いかんによつては、考慮されるべき問題と考えられる。

（2）根瘤菌の接種について

アカシア属の根瘤菌は、カウビー、落花生、アズキ、ネム、クズ、エニシダ等比較的多数の種類にわたるマメ科植物と同一接種群に属しており²¹⁾、本邦に導入栽培されているアカシア属樹種も、苗畑養苗のものにはほとんど根瘤の形成が見受けられている点からも、普通の土壌には広く分布しているものと思われる（ただし最近の筆者の調査結果では、アカシア属の根瘤菌には種々な系統があるようである）。またアフリカ、その他の栽培地でも、同一系統の植物が自然に多数存在しているので、根瘤菌が十分分布しているためか、あるいは根瘤菌を接種して造林するほど経営が集約化していないためか、アカシア属は、直播造林が実行されているにもかかわらず根瘤菌接種についての報告は見受けられていない。

しかしながら、瀬戸内一帯の禿地土壌の多くは、多年裸地状を呈し、表土は絶えず侵食を受けているので、多くは根瘤菌の分布を欠いていることはすでに筆者の本土壌を用いたポット試験²⁰⁾でも推定されたところであり、また本試験においても無接種区のもものは、1年以上を経過してもまだ根瘤の形成の認められないものが多数見受けられており、またその生育も、播種1カ年半後における無接種区の幹材積の成長は、接種区のそれに比してわずか3分の1にすぎない点から判断して、このような禿地ではもちろん、瘠悪林地、新開墾地等において本樹種の播種造林、あるいは養苗を行なう際には、根瘤菌の接種は、施肥とともに絶対必須の条件とみなさるべきであらう。また多少根瘤の分布が見られる土壌でも、優良根瘤菌の接種は、接種に要する費用を償つて余りある効果をもたらすものであることはマメ科農作物においては一般に認められており、また筆者²⁰⁾の苗畑試験においてもほぼ同様な結果が得られているところである。

筆者はこれまでに、山出し用アカシア属の苗の中にはかなりの大苗でも、過多の窒素肥料施肥のためか、ほとんど根瘤の着生しないものも見受けており、また山出しする際根瘤の大部分は脱落する場合が多いので、特に禿地、瘠悪林地に植栽の際は、根瘤菌の苗木接種も、その生育促進にかなりの効果を示すものと考えており、現在苗木接種用の液体培養根瘤菌の実地利用試験を引きつづき実施中である。

（3）管理ならびに諸害防除について

アカシア属樹種の造林、特に播種造林にあつて、管理上重要な事項として、雑草の除去と獣害の防止の2つが考えられる。本試験の結果でも考察されるように、3月下旬に播種したものは、比較的十分な施肥と根瘤菌の接種を行なつても7月中旬に平均15cmの成長を示すにすぎず、盛んな成長はその後の3カ月間に見受けられている。本樹はきわめて陽樹に属し、特に稚苗の間は雑草のわずかな被圧に対しても著しく成長阻害を受け、消失する場合が少なくない。したがって播種後4カ月間の手入れならびに雑草の

除去は、造林の成否を決定するものとみなされる。また筆者らのこれまでの経験では、ウサギの出没するところでは、発芽苗が食害を受けて全滅したこともあり、このような場所では苗がある程度生育するまで忌兎剤を適当に散布して、ウサギの食害の防止を施すことが必要なことはもちろんである。幸いに瀬戸内の禿積地は、雑草の競合および著しい兎害も見受けられないので、この点ではきわめて有利な条件にあるものと考えられる。

なお各播き穴の発芽種子の整理は、優勢苗の判別がつきしだい早目に行なうことが理論的には好ましいが、その後に寒害、旱害、兎害等の発生恐れがある場合は、これらの被害を考慮してしだいに間引きを行なつて、1本仕立てとする方が安全である。

各樹種の寒害、風害に対する抵抗性については樹種に関する項で触れたので省略するが、寒害および風害に弱いので、その恐れのあるところでは樹種の混交も考慮し、またできるだけ短期間に伐採できるように進めることも必要であろう。いずれにせよ風衝地、霜穴、低湿地の造林は避けるべきである。

アフリカのナタール地方におけるモリシマ・アカシアの栽培地では、ミノムシ (wattle bagworm)、アワフキムシ (frog hopper)、シャクトリムシ (wattle looper) の被害が著しく、特にモリシマ・アカシアはミノムシの大きな被害を受けて、一時この虫に抵抗性の強いデキュレンス・アカシアに交替を余儀なくされたところも見受けられたが³⁾、最近これらの虫害はクリオライト (criolito) あるいはゲメキサナ (gemmexane) 等の薬剤あるいは天敵利用による予防法が研究され、ふたたび最も経済性のあるモリシマ・アカシアの造林が行なわれている⁹⁾ (Phot. 20 参照)。

幸い本邦においては現在までのところこれらの虫害による著しい被害は報告されていないが、大面積のいつせい造林については虫害発生の場合も考慮することが必要であろう。また、やせ地に植栽したアカシア属のうち、樹勢の弱つたものには往々樹皮が虫害を受けて著しい樹脂を出しているものも見受けられている (Phot. 18 参照)。

なお、これは直播造林の場合はほとんど心配ないと考えられるが、何回も養苗を行なっている苗畑に養成したアカシア属の苗には、往々著しくネマトーダ (線虫病) に侵されたものが見受けられており (Phot. 19 参照)、これらの苗の山出し後の生育状態の調査は早急に実施さるべき問題と考えられる。短伐期で繰り返し造林が期待される樹種なので、山出し苗には極力罹病苗を避けるようにすることが必要であろう。

従来、瀬戸内地方において試験的に実施されてきたアカシアの苗木植栽による造林結果と、本試験も含めた直播試験の結果から判断して、直播造林の長所としては大体以下のことが考察されるものである。

a. 播種造林は植栽造林に比べて造林の適期の幅が広いこと

これまでに当地方で実施した3, 4, 5月の中旬における直播造林の予備試験の結果から判断すると、3月下旬から5月中旬までは十分直播による造林の可能性が認められているが、植栽造林では苗の生理的活動が開始される前、すなわち3月中に実施しないと十分な活着が期待されない。

b. 苗の枯損率が少なく、かつその生育が良好なこと

このような土壌条件の所では、たとえ好時期に植栽造林を行なつても、苗の活着が悪く、かつその枯損率もきわめて高い場合がしばしば見受けられているが、直播造林では種子の発芽処理方法さえ誤らなければ、播き穴に対しほとんど100%の成立が期待でき、適当な施肥と根瘤菌を接種して播種した場合には、たとえば本試験の例では、年内の枯損率はわずかに2.5%にすぎなく、その生育状態も、植栽のものに比べて著しくすぐれた結果が見受けられている。

c. 諸害に対する抵抗力の強いこと

特に播種直後の寒害、旱害については、植栽苗の場合に比べて被害を受けることが少なく、かつ直播苗は根の発育が良好なので、乾燥に対しては特に強い抵抗力を示すよううかがわれた。

なお、最近各所においてその発生が見聞されるネマトーダに侵された苗の造林地への導入を防止して、林地の健全保持ができることも直播造林の1つの利点と考えられる。

ただし兎害、雑草の被圧を受けやすいところでは、植栽苗に比べていつそうの注意を必要とすることは当然である。

d. 経済的に有利なこと

このような禿地では、播種のための地ごしらえおよび施肥の手数および経費はほとんど植栽の場合と大差なく、特に造林費の多くを占める苗代の大部分を節約できることは経済的に大きな利点と考えられる。

3. アカシア属の経済性について

現在までに、アカシア属はその種類 500 種¹⁰⁾以上が知られており、それらのうち最も経済性のある樹種としては、樹皮よりタンニン蒐集を目的とするモリシマ・アカシア、デキュレンス・アカシア、ピクナンタ・アカシア、アラビカ・アカシア (*Acacia arabica*) 等であり、ついで主として用材、燃料、杭材等を目的としているメラノキシロン・アカシア、フサアカシア等が知られている。第二次大戦後これらの樹種の材は、タンニン資料のほか、ハードボード (hard board) 用のパルプ原料として広く用いられており、本邦でも最近これらの樹種の材が広葉樹パルプとして十分使用に供しうることが明らかになつてきたので、その事業的造林がパルプ会社等によつて注目されるようになった。

しかしながら、タンニン資料あるいはパルプ用材としての本樹種の経済的価値は、ある程度量産が行なわれるにいたつた後はじめて裏付けられるものであつて、原産地（外国）の適地におけるこれらの樹種の経済的価値、あるいはこれまでわが国で行なわれてきた小面積の、局部的な造林地における生育結果から判断して云々することは、厳にいましめるべきであつて、特に造林技術方面においてもなお検討を要する問題を残している現在の段階においては、一応これらの樹種は薪炭材（あるいはパルプ用材）を兼ねた暖地の瘠悪林地あるいは禿地のすぐれた早期緑化樹種（肥料木）の1つとみなしておく程度が妥当であろう。

なお、アカシア属がきわめて土地改良の能力があることは、最近 ORCHARD および DARBY ら¹⁴⁾によつて報告されており、氏はナタール地方に6カ所の造林試験区（いずれも pH 4.5 内外）を設けてモリシマ・アカシアの林地の窒素増加量を調査した結果、アカシア造林地は平均して毎年1エーカーあたり 200 lb (1 ha あたり約 60 貫) の窒素を増加して、クローバーその他のマメ科作物よりさらに多くの土地改良能力が見られること、および造林後 10 年で伐採して次代の造林を行なつた場合、土壌の窒素が豊富なため、根瘤の形成が著しく減じたことを述べている。また筆者ら²⁵⁾の水耕培養試験の結果でも、アカシアはニセアカシアに劣らない根系部の肥培結果が得られており、したがつてその肥料木としての地力増進による無形の経済的価値は特に高く評価されるべきものと思われる。

V 摘 要

瀬戸内地方の花崗岩を母材とした禿地における、根瘤菌接種によるアカシア属の直播造林試験の結果、ならびに過去に実施されてきた植栽試験の実績等から判断して、当地方におけるアカシア属の導入に

については以下のことが考察、かつ結論された。

1. 当地域にこれまでに導入された各種肥料木のうち、アカシア属（モリシマ・アカシア、デキューレンス・アカシア、フサアカシア等）の樹種は、その成長の盛んな点と、経済的に有利な点で、他の肥料木に比べて著しくすぐれたものであり、かつ気候的、土壌的にみてもかなりの適地を占めるものと考えられる。

2. 本地域のようなほとんど雑草による被圧の心配のない禿地では、アカシア属の造林は播種造林が植栽造林より、造林技術的にも比較的容易で、また経済的にも著しく有利と考えられる。

3. 花崗岩を母材とした土壌なので、物理的には比較的良好な組成を有しているが、土壌の養分関係および微生物の分布はきわめて不良なので、播種に際しての適当な施肥（比較的多量のリン酸および少量の窒素肥料の施用、なおできれば有機物の添加）は最初に考慮されるべき問題とみなされる。

4. 土壌中にアカシア属根瘤菌の分布が皆無に近いので、直播造林に際しての人工培養根瘤菌の接種は、施肥とともに欠くべからざるものと考えられる。

本直播試験の結果では、接種区の苗は、無接種区のものに比べてそろつて盛んな生育を示し、播種後 1 年半における両者の間の幹材積には、3 倍の開きが見受けられた。

5. 土壌侵食ならびに土壌養料の流亡が著しい土壌なので、林地に適当な被覆植物の導入と適宜追肥を行なうことは、当然考慮されねばならぬ問題と思われる。

文 献 Literature cited

- 1) 青木義男・谷川末男・中島康博：アカシア・モリシマ種子の発芽促進について（予報），福岡県林試報告，5，（1950）p. 22～30
- 2) BEARD, J. S.: Recent experiments on fertilizer with Black Wattle in South Africa. J. S. Afr. For. Soc., 28, (1956) p. 39～40
- 3) CRAIB, I. J.: Points on Wattle Production. For. Dept. Bulletin, 28, Union of S. Afr., (1934)
- 4) 外国樹種導入研究会：期待される外来樹種（下巻），外国樹種導入研究会，（1954）
- 5) HALLSWORTH, E. G.: Nutrition of the legumes. Butterworths Scient. Pub., London, (1958)
- 6) HOWES, F. N.: Vegetable Tanning Materials. Butterworths Scient. Pub., London, (1953)
- 7) 倉田益二郎：特用樹種，朝倉書店，（1949）
- 8) 同上：これからの砂防と緑化にしたい草と木（其三），日本治山治水協会，（1954）
- 9) 同上：飼肥料木草の植栽法，博友社，（1950）
- 10) McMINN, H. E. and MAINO, E.: An illustrated manual of pacific coast trees. Univ. California Press. California. (1935)
- 11) MOFFETT, A. A.: Pre-sowing treatment of wattle seed. Rep. Wattle Res. Inst., Univ. Natal (1950) p. 32～34
- 12) 森下義郎・大山浪雄：緑化促進によるハゲ山の早期復旧，林試研報，99，（1957），p. 59～144
- 13) 中島莞爾：アカシア・モリシマの養苗と植林，福岡県林試，林業普及資料，1，（1953）
- 14) ORCHARD, E. R. and DARBY, G. D.: Fertility changes under continued wattle culture with special reference to nitrogen fixation and base status of the soil. Proc. 6th Int. Soil Congr.,

- Paris, 4, (1956) p. 305~310
- 15) 小沢準二郎：タンニンアカシア種子の発芽，山林，802, (1951), p. 11~17
- 16) 佐々木舜一：特用樹種アカシア，小川香料，(1951)
- 17) SHERRY, S. P.: The Silviculture of Black Wattle (*Acacia mollissima* Willd.). Bull. Dep. Agric. S. Afr., 31, (1947)
- 18) 森林資源総合対策協議会：早期育成林業，産業図書，(1958)
- 19) 玉理長助：ナタールパーク樹，ナタールパーク研究会，(1953)
- 20) 植村誠次：荳科樹木と根瘤菌に関する研究（I），2, 3 アカシア属樹種における根瘤菌接種の効果について，林試研報，68, (1954) p. 203~214
- 21) 同上：豆科肥料木根瘤菌の取扱いかたについて，林試研報，107, (1958) p. 125~137
- 22) 植村誠次・岩川幹夫・北村嘉一・原 敏男：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・アカシア，オオバヤンヤブシの水耕培養に関する 2, 3 の実験，林試研報，99, (1957) p. 1~24
- 23) 植村誠次・渡辺隆司・岩川幹夫・北村嘉一・原 敏男：肥料木の栄養生理に関する研究 II，モリシマ・アカシア，オオバヤンヤブシの磷酸施肥試験，68 回日林大講，(1958), p. 298~300
- 24) 同上：同上 III，モリシマ・アカシアの磷酸と窒素の施肥試験，69 回日林大講，(1959) p. 438~440
- 25) 同上：同上 IV，無窒素培養のアカマツの生育におよぼす混植肥料木の根系部の影響（予報），69 回日林大講，(1959) p. 441~443
- 26) VAIL, J. W., CALTON, W. E. and STRANG, R. M.: Dieback of Wattle — a boron deficiency. E. Afr. Agric. J., 23, (1957) p. 100~103
- 27) 渡辺資仲：アカシア・モリシマ種子の発芽促進並びに吸水について，日林誌，36, (1954) p. 327~330
- 28) 同上：タンニンアカシア，林業普及シリーズ，44, 林野庁，(1955)
- 29) Wattle Research Institute: Notes on Research and Recommendations in Relation to Wattle Production. Univ. Natal, Pietermaritzburg, (1951)
- 30) ZIMMERMANN, A.: Die Gerbrinden liefernden Akazien. Gustave Fischer, Jena, (1930)

図版説明 Explanation of plates

- Phot. 1. 播種直後の全景（左半分は接種区，右半分は無接種区）Complete view just after the sowing (Left half area is inoculated, right half un-inoculated).
- Phot. 2. 播種 1 年後の全景 Complete view in one year after the sowing.
- Phot. 3. 播種 1 年半後の全景 Complete view in one year and a half after the sowing.
- Phot. 4. 法切階段上の播き穴 Sowing holes dug on the terraces.
- Phot. 5. 播種直後切ワラでおおわれた播き穴 Sowing holes on which the seeds were sown and covered with straw stalks.
- Phot. 6. 播種後 71 日目の苗（左 2 本接種苗，右 2 本無接種苗）Seedlings on 71 days after the

sowing (Left two seedlings inoculated, right two un-inoculated).

Phot. 7. 播種後 90 日目の苗 (左 10 本 接種苗, 右 10 本 無接種苗) Seedlings on 90 days after the sowing (Left ten seedlings inoculated, right ten un-inoculated).

Phot. 8. 無接種区のアサカシア苗 (6 カ月苗) Un-inoculated seedling of *A. dealbata* (six-month old).

Phot. 9. 接種区のアサカシア苗 (6 カ月苗) Inoculated seedling of *A. dealbata* (six-month old).

Phot. 10. 接種区のアサカシア苗の根瘤 (6 カ月苗) Root nodules of the inoculated seedling (six-month old).

Phot. 11. 無接種区の内景 (播種後 14 カ月目) Inside view of the un-inoculated section (14 months after she sowing).

Phot. 12. 接種区の内景 (播種後 14 カ月目) Inside view of the inoculated section (14 months after the sowing).

Phot. 13. 播種後 5 年目のアサカシアの造林地 (岡山県玉野市) Stand of *A. dealbata* in five years after the direct sowing (Tamano City, Okayama Prefecture).

Phot. 14. アサカシアとオオバヤシヤブシの成長比較, 右アサカシア (播種後 1 年半), 左オオバヤシヤブシ (植栽後 1 年半) Comparative growth of *A. dealbata* and *Alnus Sieboldiana*. Right is *Acacia dealbata* in one year and a half after the sowing. Left is *Alnus Sieboldiana* in one year and a half after the planting.

Phot. 15. 異なつた培地酸度におけるモリシマ・アカシアの生育 (播種培養後 5 カ月目), 左より pH 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0 Growth of *Acacia mollissima* in different pH media (five months after the sowing). From left, pH 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0.

Phot. 16. 熊本県水俣市におけるモリシマ・アカシアの造林地 (直播後 3 年) Stand of *A. mollissima* in Minamata City, Kumamoto Prefecture (three years after the direct seeding).

Phot. 17. 熊本県天草島におけるモリシマ・アカシアの造林地 (植栽後 4 年半) Stand of *A. mollissima* in Amakusa Island, Kumamoto Prefecture (four years and a half after the planting).

Phot. 18. 穿孔虫によるモリシマ・アカシアの樹脂病 “Gummosis” of *A. mollissima* caused by a certain kind of beetle.

Phot. 19. 線虫病に侵されたモリシマ・アカシアの根 Roots of *A. mollissima* attacked by nematodes.

Phot. 20. ミノムシに対するデキュレンス・アカシア (左) とモリシマ・アカシア (右) の抵抗力の差 (植栽後いずれも 3 年 4 カ月, 文献 3 より引用) Difference in resistance of *A. decurrens* (left) and *A. mollissima* (right) to a heavy infestation of bagworm (Both species are three years and four month old), cited from I. J. Craib.

Studies on the Leguminous Trees and their Root Nodule Bacteria (II)

About the direct seedlings of *Acacia* spp. on the denuded bare hill and the effect of seed inoculation with *Rhizobium*

Seiji UEMURA, Renshi TAMAKI and Muneyasu MATSUDA

(General statement)

The seeds of *Acacia* spp. (especially, *A. dealbata*) were sown directly on the slope of a denuded bare hill which is divided into two experimental sections (inoculated and un-inoculated ones) in the vicinity of Tamano City, Okayama Prefecture.

The soil of this area is sandy loam originated from granite and has a pH (H_2O) of 4.5 and the absorption coefficient for phosphate is about 700. Phosphate and nitrogen are almost absent, but a little amount of potassium is detected when applying the rapid soil analysis (Rapid soil tester by YANAGIDA).

The annual rainfall of this region is about 1,000 mm, and the lowest temperature does not fall below $-5^{\circ}C$ in winter usually. The altitude lies between 30 to 100 m.

The experiment was carried out as follows:

(I) Seed treatment:

In Japan, the seeds of *Acacia* spp. are gathered in June or July and are sown in the following spring, so most of them change into stone seeds (hard-coat seeds) when they are sown. Therefore, the seeds used in this experiment were treated with acid and a half of them were inoculated with *Acacia Rhizobium*.

The following method is an example of the conventional techniques practised in our laboratory for the seed treatment and inoculation.

1. Place the necessary amount of seed in a 1-liter beaker (about 250 cc volume of seed per one beaker) and pour about 100 cc conc. H_2SO_4 into the beaker while mixing the seeds slowly with a glass stick; then let stand for 3 to 5 minutes.

2. Next, pour a small quantity of tap water (about 10 cc) into the beaker slowly while mixing the seed. The temperature of the container will suddenly rise to 90° to $95^{\circ}C$. After letting it stand for about 3 to 5 minutes, pour a lot of tap water into the beaker for cooling the seeds as soon as possible.

3. Wash the seeds of the beaker several times with tap water and pour off the water from the beaker. The seeds of the beaker swell and increase their volume about three fold by absorbing the water. The seed-coats of most seeds are exfoliated in some measure.

4. Pour the water suspension of *Acacia Rhizobium* (the inoculum) into the beaker and agitate it slowly. Then, remove the seeds from the beaker and scatter them on a piece of blotting paper or a newspaper for a while to soak up the excess adhering water of the seeds. Then gather the seeds and put them into a paper bag or a polyethylene bag. These seeds should be sown as soon as possible.

5. As the inoculum for the seeds, the effective strain of *Acacia Rhizobium* which was isolated from *A. dealbata* by our laboratory and cultured on the agar slope of Medium 79 (Yeast-extract mannitol agar medium by the Wisconsin University's formula) in a test tube for two weeks at $28^{\circ}C$ was used.

Pour a small volume of tap water (about 15 cc) into the test tube in which the fresh

Rhizobium is cultured on the agar slope, then scrape off the *Rhizobium* from the agar slope and mix them with the added water using a clean stick. Pour off the water suspension of the *Rhizobium* into a small beaker. Repeat this procedure twice for one test tube.

In this experiment, it took one test tube of the *Rhizobium* to one-fourth liter of seeds for inoculation.

6. Other ways to conduct the seed treatment of *Acacia* spp., can be recommended the following hot water treatments, for example.

Immerse the seeds in 80°C hot water for 10 to 15 minutes, or immerse the seeds in boiling water of several times the volume of the seeds and let stand for several hours as it is.

The hot water treatments are easier and safer than the acid one, especially in the case in which the seeds are abundant. But, the efficiency of the latter is better than that of the former two usually.

(II) Sowing and Manuring:

The hill slope is terraced every two meters from top to bottom for erosion control, and each terrace is about 50 cm in width.

As to the experimental area, about 0.2 ha which has 25 terraces from top to bottom with 500 meters in total length was established in the northern and western facing slope with a dip of 30 to 40 degrees. It was divided into two experimental sections, the right half area is the un-inoculated section and the left half area the inoculated one (cf. Photos. 1~3).

The sowing holes—30 cm long by 20 cm broad and 30 cm in depth—were settled at intervals of one meter in the terraces of each section, and 37.5 g of ammonium sulphate and 50 g of calcium superphosphate were mixed with the upper half soil of each hole. After dressing the soil without fertilizer for a 2 cm depth in the hole, about 10 seeds of *A. dealbata* for each hole were sown, and then the soil without fertilizer was dressed over the seeds to a depth of about 1 cm. Furthermore, all holes were sparsely covered with straw (straw stalks about 40 cm in length) to prevent damage by frost and dryness (cf. Photos. 4, 5).

On 27 March, 1958, the seeds of *A. dealbata* were sown in the 208 holes of the inoculated section and in the 180 holes of the un-inoculated section. In the following early spring (on 18 March, 1959), the holes of the upper half area of each experimental section were dressed with 200 g of solid fertilizer granules (N 10%, P_2O_5 6% and K_2O 6%) per hole, giving the total experimental sections as follows:

Exptl. sec. (I)-a: Inoculated section with additional fertilizer.

Exptl. sec. (I)-b: Inoculated section without additional fertilizer.

Exptl. sec. (II)-a: Un-inoculated section with additional fertilizer.

Exptl. sec. (II)-b: Un-inoculated section without additional fertilizer.

Seeds of *A. mollissima*, *A. decurrens* and *A. melanoxylon* also were sown in the same way for the preliminary test, but the number of plants of each experimental section was small, so the results of the investigation on them were excluded in this report.

(III) Progress and Results obtained:

The direct seedings of the experimental sections were carried out on 27 March, 1958 and the seeds germinated at the latter end of April and the seedlings of each hole were removed except the vigorous one on 15 July, 1958.

The investigations on the growth of each experimental plant were carried out at about the middle of every month between May and October of the following year except for two

months in the winter.

At the time of the first investigation (about two months after the sowing), the seedlings of the inoculated section had already produced several nodules per plant, but those of the un-inoculated had not produced any (cf. Phot. 6).

At the beginning of the autumn (about six months after the sowing), most of the un-inoculated plants had not produced their nodules, and some of them showed a symptom of nitrogen deficiency. The growth of them was considerably inferior to that of the inoculated ones (cf. Photos. 8, 9). On the contrary, the plants inoculated showed a vigorous and comparatively uniform growth and had a great many root nodules weighing 8 to 10 per cent of the whole plant (cf. Phot. 10).

Up to this date (about a year and a half after the sowing), the plants of each experimental section did not suffer any damage by frost and dryness, though there was often some uneasiness felt about them during this experimental period. The plants were not attacked by grazing animals (hare), insect pests (bagworm, froghopper and wattle looper), or disease, though the seedlings of *Acacia* spp. in the nursery often suffer from nematodes and some fungal or bacterial diseases (cf. Phot. 19). But 2.5 per cent of the inoculated plants and 14 per cent of the un-inoculated plants died within one year after the sowing.

The results of investigation on the average growth of each experimental plant to date are as shown in Table 3 and Figures 1, 2.

The distributions of height class (in every 25 cm) of the plants in both experimental sections on 18 March, 1959 (about one year after the sowing) are as shown in Figure 3.

The average growth rates in the percentage of height, diameter on ground and stem volume of each experimental plant at the last investigation (in one year and a half after the sowing) are as shown in Table 4.

(IV) Discussion and Conclusion :

Judging from the results of this experiment and the other planting tests of *Acacia* spp. in the neighbourhood of this region (in the coastal regions of the Seto Inland Sea of Japan) to date, the following facts are concluded.

1. Among the soil improving trees which could be introduced into these denuded bare mountain regions originated from granite, *Acacia* spp. (*A. dealbata*, *A. mollissima* and *A. decurrens*) seems to be one of the most favourable trees with the highest economic value.

2. The soil nutrition of these regions is very poor even though the soil's physical condition is comparatively good, so dressings of adequate fertilizers (especially an adequate quantity of calcium superphosphate, a little of nitrogen sulphate, and if possible some quantities of compost) in sowing holes are indispensable for supporting the normal growth of *Acacia* trees.

3. The *Rhizobium* of *Acacia* spp. is only very scarcely developed and in fact almost absent in these regions, so it is essential to inoculate the seeds with an effective strain of *Acacia Rhizobium*.

In this experiment, it is clear that the stem volume of *A. dealbata* inoculated increases three times as much as that of the un-inoculated ones in one year and a half after the sowing.

4. The soil erosion of these regions is considerably severe and the plant nutrition in the soils is easily lost; therefore it is natural to conclude that the introduction of suitable cover plants and the dressing of additional fertilizers on the ground at appropriate times are necessary.



Phot. 1



Phot. 3



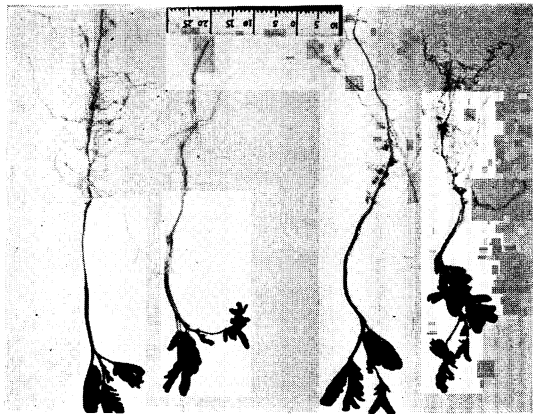
Phot. 2



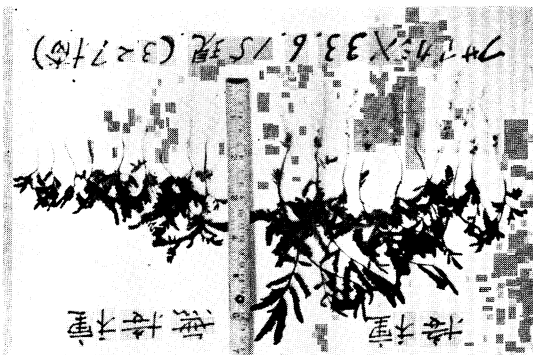
Phot. 4



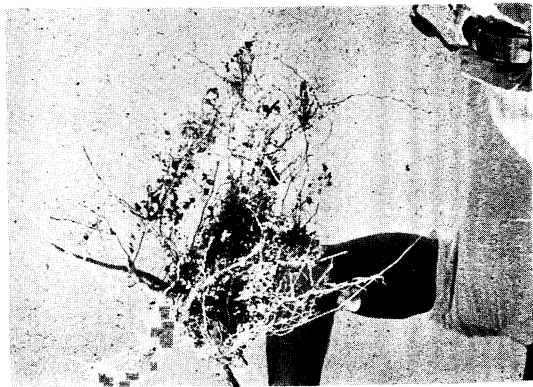
Phot. 5



Phot. 6



Phot. 7



Phot. 10



Phot. 8



Phot. 9



Phot. 11



Phot. 12



Phot. 15



Phot. 13



Phot. 14

—Plate 4—



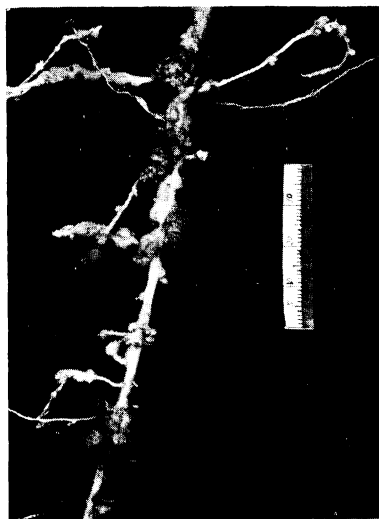
Phot. 16



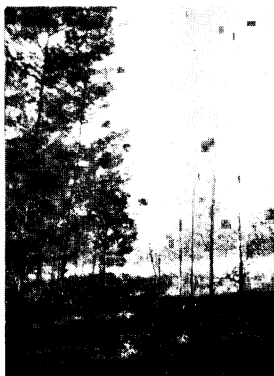
Phot. 18



Phot. 17



Phot. 19



Phot. 20