

林木施肥に関する研究 (第Ⅻ報)

施肥時期別試験

柴田信男・上中幸治・大橋照夫

Nobuo SHIBATA, Koji UENAKA and Teruo OHASHI.

Studies on the Manuring for Forest Trees [XII]
Some Investigations on the Seasons to Fertilizing

内 容

I 緒 言	80	4. 硫加磷安系肥料を用いた実験 (1) (1961年)	86
II 実験方法概説	81	5. 同上 (2) (1961年)	87
III スギに対する実験	82	IV ヒノキに対する実験	88
1. 林業用複合肥料 2号を用いた実験(1960年)	82	1. 林業用複合肥料 3号を用いた実験(1961年)	88
2. 林業用複合肥料 3号を用いた実験(1960年)	83	2. 硫加磷安系肥料を用いた実験(1961年)	89
3. 複合肥料 M ₁ と尿素を用いた実験(1960年)	84	V 摘要と考察	90

I 緒 言

林木稚苗に対する栄養素の給与時期が、成長並に耐寒性など生理上に大きく作用することについては既に多くの研究がある。^{1)~7)}

スギについて宮崎、芝本等の研究結果を要約すれば窒素と磷酸は生育の初期に給与されねばならない。またその初期の給与期間は 80~100 日を越えることが望ましい。またこれら窒素、磷酸、加里ともに生育の初期における欠除は耐寒性を弱めるとしている。

また林木による栄養素の吸収時期に関しても多くの研究があるが、秋になって吸収が盛んになる場^{8)~12)}

- 1) 宮崎榊 (1951): 育苗について, 育苗研究会記録, p. 29~66 日本林学会東北支部
- 2) 宮崎榊・佐藤享・及川恵司 (1956): 窒素, 磷酸, 加里の給与並びに欠除時期がスギ稚苗の生育に及ぼす影響について, 林業試験場報告 No. 88, p. 21~36
- 3) 守屋重政 (1913): スギ苗の施肥期に関する研究, 林業試験場報告 No. 10 p. 163~172 (ヒノキ苗については同 No. 11, p. 21~32 に報告あり)
- 4) 武藤憲由・早稲田収 (1957): 窒素, 磷酸, 加里の欠除時期及び期間がメジロカンバ稚苗の生育に及ぼす影響, 第67回日林講, p. 148~150
- 5) 武藤憲由・早稲田収 (1956): 窒素, 磷酸, 加里の欠除時期及び期間がウダイカンバ稚苗の生育に及ぼす影響, 第65回日林講, p. 168~169
- 6) 佐藤義夫・武藤憲由 (1951): カラマツ及びヒバに関する栄養生理学的研究, 北海道大学演習林報告 Vol. 15, No. 1, p. 1~62
- 7) 芝本武夫 (1952): スギ, ヒノキ, アカマツの栄養並に森林土壌の肥沃度に関する研究, 林野庁
- 8) 芝本武夫・中沢春治 (1958): アカマツ稚苗の成長にともなう無機養分の吸収について, 日林誌 40, p. 383~390
- 9) 永山修・玉置武・柴田信男 (1956): 林木稚苗の栄養生理に関する研究 (第Ⅳ報), ヒノキ稚苗の磷酸吸収について, 第65回日林講, p. 174~176
- 10) 柴田信男・永山修・玉置武 (1957): 林木稚苗の栄養生理に関する研究 (第Ⅵ報), スギ稚苗の磷酸吸収について, 第67回日林講, p. 146~147
- 11) 田津耕治 (1957): カラマツ幼苗の養分吸収の季節的变化について, 第67回日林講, p. 158~160
- 12) 塘隆男・道仙喜一 (1959): スギ, アカマツ床替苗の養分の吸収について, 第69回日林講, p. 184~186

合があり、これらはたとえその年内に成長として大いさの上に現われなくても翌春の成長に大きく影響を与えるものと思われるのでここにも施肥の時期に関して問題があることになる。

林木は永年作物であり且つ年成長週期には樹種による特性がある。さらに与えられた肥料の濃度や流乏の問題などを考え合せると、施肥の適期を決定することは林木肥培の合理化の上で重要な条件と考えられるのでここに2, 3の実験を試みた次第である。本研究は1960年より開始し本年(1962年)も継続実験中であるが、本報告は1961年までの2ケ年分である。研究にあたり研究費の一部を財団法人生活科学研究所より(生産開発科学研究所と改名)援助をうけたので特記して謝意を表する。

II 実験方法概説

林業用苗畑における施肥の時期に関しては前にも例をあげたように既に多くの研究があるが、筆者等の実験のねらいは、林地施肥の場合の適期をきめる手がかりを得たいことにあったので、i) 林地のそれに匹敵するような理化学性の劣る土壌を附近の林地から特に客土した苗畑で行ったこと。ii) 肥料は林業用として一般に用いられているものを選んだこと。iii) 土壌の性質はⅪ報にのべたように有機物に乏しく重粘質であるから堆肥、厩肥の導入が必要であるが、わざとこれをさけて行ったことなどにおいて違いのあることを附言しておきたい。本実験は和歌山県白浜町立ヶ谷在の京都大学演習林白浜試験地の苗畑で行ったもので、試験地の地質、土壌状態は第Ⅺ報にのべた通りである。実験当年の気象概況は第1表のようである。

第1表 白浜附近の気象概況

区別	年	月												計又は平均
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
平均気温(C°)	昭和34年	6.7	11.2	11.8	16.1	19.5	22.0	26.7	27.3	25.6	19.8	15.2	10.5	17.7
	昭和35年	7.6	9.2	11.5	14.7	18.8	22.4	26.9	27.8	25.2	19.7	15.4	9.3	17.7
	昭和36年	6.3	6.5	11.1	15.5	19.6	22.5	27.5	28.1	26.2	21.7	15.4	9.8	17.5
降水量(mm)	昭和34年	66.4	188.4	136.4	194.6	181.8	112.7	205.4	359.6	319.1	207.2	140.2	109.2	2221.0
	昭和35年	34.9	50.8	105.6	185.6	147.1	258.7	56.7	369.5	111.7	137.1	180.5	48.0	1686.2
	昭和36年	80.3	19.4	80.2	222.3	249.8	433.9	167.9	81.9	190.4	352.7	121.6	31.8	2032.2

実験に用いた肥料は神島化学工業製造の3要素を含む林業用複合肥料で小粒状をなし、3要素の組成は10:6:6, 12:8:6, 6:12:8, 9:13:8(M₁と仮称試作品), 13:12:10(加燐安)の5種である。(註参照)追肥用としては上記の外に尿素のみ用いた。肥料の種類が少ないのは繰返し実験を行い、肥料の特性を知り度いことにもあった。肥料別各樹種に対する実験は1 m²区で3~7回(多くは5回)繰返しとした。苗木はすべて1年生の小苗で m² 当り36本植を原則とし49本とした場合もある。実験樹種はスギ、ヒノキ及びクロマツである。詳しい試験設計については、実験結果と対照するに便利のように各項において記すことにする。

苗畑の管理は通常の苗畑と同様であった。次に実験の性格上、数年間に亘って成長経過を観察するのが本意であるが、はじめの2ケ年間は肥料別肥効のあらわれかたの傾向を観るために1年毎に実験を打ち切って調査した。

註 用いた肥料の大部分は建設省瀬田川砂防工事事務所管内田上山の治山工事にはじめて採用したもので*現在全森連で10:6:6は⊙101号, 6:12:8は⊙103号, 13:12:10は⊙111号として取扱われている。

* 柴田信男, 坂口道夫(1959):砂防植栽木の緑化促進用肥料に対する考察[1], 基肥に対する試験成績, 瀬田川流域砂防調査報告書 其の五

III スギに対する実験

スギに関しては肥料を各々がえて昭和35年に3種、36年に2種の実験を行った。

1. 複合肥料, 林業用2号12:8:6を用いた実験, 昭和35年度, 白浜試験地第7苗畑, 上段畑にて実施。

1) 試験設計

試験に用いた肥料は神島化学工業の林地用複合肥料2号, 3要素配合比12:8:6のもので, 基準施肥量を m^2 当り250g即ち3要素を m^2 当りN:30g, P_2O_5 :20g, K_2O :15gとし, これを次表のように基肥とし, あるいは追肥したのである。

第2表 スギに対する複合肥料12:8:6の施肥時期別試験の設計

Plot	施肥時期別施肥量 (g/m ²)					計
	基肥 3月13日	5月15日	6月15日	7月15日	8月15日	
A	250					250.0
B	125		125			250.0
C	83.5	83.5	83.0			250.0
D	62.5	62.5	62.5	62.5		250.0
E	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	250.0
F	0	0	0	0	0	0
G		250.0				250.0
H			250.0			250.0
I				250.0		250.0

各区は1 m^2 方形区で, Fの無肥料区は4回, 他は5回繰返しとした。基肥の施肥は3月13日で, 10日を経て, 3月23日苗木を移植した。試験に用いた苗は苗長20cm内外のもので, なるべく均一のものを選んだ。

2) 実験結果

1成長期を過ぎて35年12月2日各区の中心部より16本ずつ5区で80本につき地上部の生育状態を調査し, また36年1月31日堀り取り各区より5本ずつ計25本を抽出し地ぎわで切断して, 地上部(T), 地下部(R)に分けて生重量を調査した結果は第3表に示したようである。

第3表 複合肥料12:8:6の施肥時期別試験結果

試験要点	調査数		根元直径 (mm)	苗長 (cm)	伸長 (cm)	枝数 本	枝巾 (cm)	生重量*(g) (1本当り平均)			T/R
	プロット数	本数						(T) 地上部	(R) 地下部	地上・地下計	
A 全量基肥(3月)	5	80	4.9	36.2±12.65	17.5	10.5	29.2	42.5	12.4	54.9±28.88	3.3
B 半量基肥, 半量追肥	5	80	5.8	48.1±15.11	26.7	13.7	35.0	39.2	11.0	50.2±17.09	3.6
C 1/3量基肥, 残りを2回に分施	5	80	5.9	51.2±15.07	28.6	14.5	34.6	70.1	19.4	89.5±41.58	3.8
D 1/4量基肥, 残りを3回に分施	5	80	5.5	48.3±14.96	27.3	13.5	34.7	51.8	14.2	66.0±29.80	3.8
E 1/5量基肥, 残りを4回に分施	5	80	3.5	45.4±13.83	24.4	12.8	34.4	48.2	15.4	63.6±25.93	3.3
F 無肥料区	4	64	3.6	28.8±11.75	12.5	8.1	25.6	25.4	7.9	35.3±11.66	3.3
G 基肥なし, 全量5月に追肥	5	80	4.1	31.0±9.93	14.0	8.9	26.6	36.2	13.5	49.7±11.88	2.7
H 基肥なし, 全量6月に追肥	5	80	4.2	34.5±12.27	17.5	9.2	28.3	39.2	17.5	57.1±17.72	2.4
I 基肥なし, 全量7月に追肥	5	80	3.5	25.8±7.15	10.0	7.6	24.8	28.9	9.8	38.7±14.26	2.9

* 各区より5本ずつ計25本の平均, 苗長及重量の太字は1.2位を示す。以下同

いまこれらの結果から、苗長及び地上部と地下部の生重量合計について全量基肥のA区を基準として平均値の差の有意性を検定したところ、5%以下の危険率で有意であるといえることになった。ただしA:Hの生重量では差があるとは云えない。

3) 推 論

以上のことから 林業用複合肥料 12:8:6 をスギに用いる時には、次の注意が必要であると推論される。

- (i) いづれの方法によるも、無肥料区よりは施肥区が生育がよい。
- (ii) $\frac{1}{3}$ 量を基肥とするならば、N:P₂O₅:K₂O を m² 当り約 10g:7g:5g となるように基肥として考え、その後同量ずつ5月と6月に追肥として施すのが最も肥効が高い。
- (iii) これについて肥効の高いのは $\frac{1}{4}$ 量を基肥とし残りを5月6月7月に分施する方法である。
- (iv) $\frac{1}{5}$ 量を基肥とし残りを5, 6, 7, 8月に分施する方法は半量を基肥とし残りを6月に施すよりは生重量の点で優る。
- (v) 林地に施肥する場合を考えると、植栽直後早く(3月)施肥するがよく、その頃施肥出来なければ6月がよく、ついで5月であって、7月では肥効が著しく劣る。
- (vi) 苗畑では必ず基肥を用うべきはいうまでもない。

2. 林業用複合肥料3号(⊗103号)と尿素を用いた実験

昭和35年度、白浜試験地、第7苗畑、中段畑にて実施。

1) 実験計画

供試肥料は3要素比6:12:8の林業用複合肥料*である。施肥量は複合肥料を m² 当り 217g すなわち N:P₂O₅:K₂O が 13g:26g:17.3g となっており、これに尿素で N を 17g 加えて 30g:26g:17.3g となるよう設計した。実験Iに比して N は同量であるが、P₂O₅ と K₂O が僅かに多い。

時期別施肥量は第4表のようである。

第4表 ⊗103号(6:12:8)と尿素を用いた実験計画

試験区	肥料名	時 期 別 施 肥 量 (g/m ²)					計
		3月13日 (基 肥)	6月1日	7月1日	8月1日	9月1日	
A	⊗103号	217					217
	尿 素	37					37
B	⊗103号	217					217
	尿 素		37				37
C	⊗103号	217					217
	尿 素		17	20			37
D	⊗103号	217					217
	尿 素		7	15	15		37
E	⊗103号	108.5		108.5			217
	尿 素		17	20			37
F	⊗103号	108.5				108.5	217
	尿 素		17	20			37
G	無肥料	0	0	0	0	0	0

* これは今日では⊗103号と登録されているので第4表は⊗103号とした。

昭和35年3月13日基肥施与，3月24日スギ苗を移植，スギ苗は苗長約15cmの揃ったものを選んだ。各区は5回繰返しとした。

2) 実験結果

昭和35年12月9日各区より16本づつ5回繰返し計80本につき，地上部の生育状態を調査し，また掘取後各区より5本づつ計25本について，切断して地上部(T)，地下部(R)，T/R比などを調査した。第5表にその結果を示す。

第5表 ㊦103号と尿素を用いた実験結果

試験区	試験要点	調査数		根元直径 (mm)	苗高 (cm)	伸長 (cm)	枝数 (本)	枝巾 (cm)	生重量*(1本当りの平均)(g)			T/R
		プロット数	本数						地上部 (T)	地下部 (R)	地上，地下 の計(T+R)	
A	全量基肥	5	80	4.8	35.4±11.81	19.2	11.2	32.2	37.8	15.8	53.6	2.54
B	㊦103号全量基肥， 尿素1回追肥	5	82	4.4	31.1±11.49	15.8	9.3	28.7	38.3	16.3	54.6	2.41
C	㊦103号基肥， 尿素2回に分施	5	80	4.5	30.3±9.90	15.3	9.3	28.9	36.9	18.7	55.6	2.20
D	㊦103号基肥， 尿素3回に分施	5	80	4.9	33.1±10.18	17.5	10.7	31.9	39.1	16.4	55.5	2.49
E	㊦103号半量基肥， 残りを尿素と分施	5	75	4.8	34.8±12.11	18.4	10.9	32.3	48.2	19.7	67.9	2.69
F	㊦103号半量基肥， 残りを尿素と分施	5	80	4.6	34.1±14.90	17.9	10.9	30.7	36.4	14.6	51.0	3.05
G	無肥料	4	64	3.2	22.9±7.54	9.1	7.3	24.5	22.7	8.4	31.2	2.74

昭和35年12月9日調べ * は各区より5本づつ計25本についての平均
苗高，生重量で1.2位のものゝ太字で示した。以下同断

苗高につき平均値の差の有意性を検定したところ，全量基肥区Aに対し他の区のうちがいはいづれも5%の危険率で有意であることが判った。

3) 推論

以上の結果から次のことが推論される。

- (i) 複合肥料㊦103号217gの $\frac{1}{2}$ 量を基肥とし，6月に尿素を，7月に㊦103号と尿素とを追肥したもの，(E区)または全量を基肥としたもの(A区)が肥効が高い。
- (ii) それにつぐものは，㊦103号全量を基肥とし，6，7，8月に尿素を追肥したものである。㊦103号の半量を基肥とし残りの半量を8月に施したものもほぼ相似た成果をあげている。
- (iii) ㊦103号全量を基肥とし，尿素を6月に，または6，7月に施した区は生育がやや劣る。
- (iv) 施肥区の中で最も肥効の劣ったものでも無肥料区に比すれば平均直径で38%，苗長で62%増を示している。前実験においては全量を基肥とする場合は肥効が劣っていたが，この実験では全量基肥区が第一位を示すのは尿素を基肥として用いたからであろうかと思われる。なお本実験計画では，基肥を欠いた区がないこと及び5月追肥の区がないのは残念である。

3. 尿素入複合肥料 M₁ と尿素を用いた実験 昭和35年度，白浜試験地等7苗畑下段畑にて実施

1) 試験設計

試験に用いた肥料は柴田の提案による試作品 M₁ で，尿素，蛇紋岩過磷酸，塩加よりなり，3要素配合比は9:13:8である。3要素施肥量は m² 当り N:30g, P₂O₅:26g, K₂O:16g となる。試験実施経過は第6表のようである。

第6表 M₁ と尿素を用いた試験設計

試験区	肥料別	時期別施肥量 (g/m ²)					計
		3月13日 (基肥)	5月15日	6月15日	7月15日	8月15日	
A	M ₁	200					200
	尿素	26.1					26.1
B	M ₁	200					200
	尿素			26.1			26.1
C	M ₁	200					200
	尿素		13.0	13.1			26.1
D	M ₁	200					200
	尿素			10.1	16.0		26.1
E	M ₁	200					200
	尿素			10.1		16.0	26.1
F	M ₁	100					200
	尿素		10.1		100	16.0	26.1
G	無肥料	0	0	0	0	0	0

スギ苗の移植は基肥施与後5日を経た3月18日である。

2) 試験結果

昭和35年12月15, 16日地上部調査, 36年2月2日, 掘り取り調査を行った結果は第7表に示す通りである。

第7表 尿素入複合肥料 M₁ と尿素とを用いた実験結果

試験要点	調査数		根元直径 (mm)	苗高 (cm)	伸長 (cm)	枝数 1本	枝巾 (cm)	生重量 (g)			T/R比
	フツ ト数	本数						地上部	地下部	計	
A 全量基肥	4	64	4.3	30.9 ± 6.78	16.6	10.0	29.8	28.4	12.5	40.9 ± 21.10	2.6
B M ₁ 基肥, 尿素6月追肥	4	64	5.3	39.3 ± 9.20	23.1	12.0	34.9	35.7	14.7	49.4 ± 28.45	2.7
C M ₁ 基肥, 尿素5,6月追肥	4	64	5.3	39.2 ± 8.97	22.6	11.8	35.7	33.6	11.3	44.9 ± 26.13	3.2
D M ₁ 基肥, 尿素6,7月追肥	4	64	5.8	48.5 ± 15.10	29.6	13.3	38.4	39.4	11.6	51.0 ± 30.56	3.3
E M ₁ 基肥, 尿素6,8月追肥	4	64	5.2	40.6 ± 10.70	23.9	12.3	35.1	32.3	9.5	41.8 ± 27.43	3.4
F M ₁ 半量基肥 5, 7月追肥	4	64	6.1	48.2 ± 15.96	28.6	14.3	42.2	53.0	14.9	67.9 ± 43.20	3.5
G 無肥料区	4	64	4.1	31.6 ± 13.56	16.3	9.7	29.5	27.4	8.6	36.0 ± 17.86	3.2

苗高及生重量の平均値について、全量基肥区のAに対して各区との差の有意性を検定したところ、いずれも5%以下の危険率で有意であることが判った。

3) 推論

実験の結果から推論されることは次のようである。

- (i) 複合肥料 M₁ の $\frac{1}{2}$ 量を基肥とし、5月に尿素を、7月に尿素と M₁ を追肥した場合 (F区) が特に生育がよい。
- (ii) 複合肥料 M₁ の全量を基肥とし、6月と7月に尿素を追肥したもの (D区) も成績がよい。

(iii) 複合肥料 M₁ は全量を基肥とし、尿素を6月に追肥したものはこれまた、よい生育を示している。

(iv) 尿素を加えて全量を基肥としてしまい全く追肥をしないものは成績が非常に劣る。

4. 硫加磷安系肥料㊟111号を用いた実験(1)

昭和36年度、白浜試験地第1苗畑で実施

1) 試験設計

試験に用いた肥料は神島化学工業の硫加磷安系のもので3要素比は13:12:10である*。この肥料は全窒素13%のうち硫安態で10%、磷安態で3%含まれることになっている。

300gで3要素施与量はm²当りNは39g, P₂O₅は36g, K₂Oは30gとなる。

3要素共前記3つの実験の場合より多い。試験設計は第8表に示した。

第8表 硫加磷安系肥料㊟111号を用いた実験の施肥設計

試験区	肥料名	時期別施肥量 (g/m ²)						計
		3月15日 (基肥)	4月15日	5月15日	6月15日	7月15日	8月15日	
A	㊟111号	300						300
B	同	150	150					300
C	同	100	100	100				300
D	同	75	75	75	75			300
E	同		300					300
F	同			300				300
G	同				300			300
H	同					300		300
I	同						300	300

スギ苗の移植は基肥施与後2週間を経た3月29日で、苗高15cm内外の揃ったものを用いた。

2) 試験結果

昭和37年2月16日各区の中央で16本ずつ計64本につき成長状態を調査し、また掘りとりて各区より5本ずつ計20本につき切断して生重量関係を調べた結果は第9表のようになった。

第9表 ㊟111号を用いた実験結果

試験区	試験の要点	調査数		根元直径 (mm)	苗高 (cm)	伸長 (cm)	枝数 (本)	枝巾 (cm)	生産量*			
		試験区	本数						地上部 (T)	地下部 (R)	T+R	T/R
A	全量基肥 (㊟111号)	4	64	5.3±0.72	41.0±6.87	26.1±6.24	15.5±3.71	34.3±6.11	38.9	9.2	48.2±18.60	4.3
B	半量基肥, 半量4月追肥	4	64	5.4±0.86	42.8±8.19	28.0±7.33	15.6±3.14	33.9±6.13	37.1	10.2	47.3±13.27	4.0
C	1/3基肥, 4月5月に追肥	4	64	5.4±0.83	45.3±8.73	29.6±7.63	16.9±4.16	35.8±7.57	41.5	10.5	52.0±21.13	4.0
D	1/4基肥, 4,5,6月に追肥	4	64	5.7±1.05	49.1±13.72	33.0±11.94	18.6±4.24	39.2±9.41	45.8	12.0	57.8±25.04	4.0
E	基肥なし, 4月に追肥	4	64	5.7±0.97	51.8±12.12	34.8±10.61	17.8±4.90	37.7±8.13	48.9	13.9	62.8±21.22	3.6
F	〃 5月に追肥	4	64	5.6±0.79	47.7±8.18	31.5±6.56	16.2±3.75	36.5±5.71	45.7	11.9	57.5±15.63	4.0
G	〃 6月に追肥	4	64	5.2±0.62	45.8±8.32	29.8±6.46	14.3±2.89	35.9±6.11	30.8	8.1	38.9±12.65	4.2
H	〃 7月に追肥	4	64	4.4±0.89	34.6±6.97	20.6±6.18	11.8±2.23	30.3±5.32	26.6	8.0	34.6±15.83	3.4
I	〃 8月に追肥	4	64	4.3±0.65	31.9±5.53	19.1±4.94	11.6±2.29	28.9±5.68	22.0	5.1	27.1±6.64	4.5

苗長及び生重量(地上部, 地下部の計)について平均値の差の有意性を検定したところ、生重量でA:B以外は5%以下の危険率で有意であることが判った。

* この肥料は37年に㊟111号と登録されたので表には㊟111号とした。要素の形態別試験によれば、住友化学の硫加磷安系肥料15:8:8(森林1号)も肥効が極めて高いことが判っている。

3) 推 論

本実験の結果から次のことが知られる。

- (i) 基肥なしで4月に全量を追肥として施したもの(E区)が成績が最も優れている。
- (ii) ついで成績のよいのは、 $\frac{1}{4}$ 量を基肥とし残りを $\frac{1}{4}$ 量づつ4, 5, 6月に追肥として分施する方法である。
- (iii) 全量基肥や $\frac{1}{2}$ 量または $\frac{1}{3}$ 量基肥で追肥を4月と5月に限る方法は成績がやや劣った。
- (iv) 基肥なしで移植後4月, 5月, 6月, 7月, 8月の各月に追肥を行った実験の成績から見ると4月が最もよく, 5月これに並び, 6月, 7月, 8月の順に追肥がおくれるにしたがって明らかにますます生育不良となる傾向が知られる。

本試験の結果を要約すれば, この肥料は基肥なしで移植後4月に追肥として用いる方法が肥効が高いことを示すが, 従来の常識からすれば基肥を施すことが重要であるので, 苗畑用として用いる場合には $\frac{1}{4}$ 量を基肥とし, 4月, 5月, 6月に追肥として分施する方が安全であると考えられる。また林地肥培用として㊦111号を用いる時植栽が3月の場合には4月施肥が最も適当で5月もよく, 7月以降は不適当である。

5. 硫加磷安系肥料, ㊦111号を用いた実験(2)

昭和36年度, 白浜試験地第8苗畑上段畑にて実施

1) 試験設計

試験に用いた肥料は実験4と同じ硫加磷安系の㊦111号で, 全施肥量も同様 m^2 当り 300g とし, 時期別施与量は, 第10表のようにした。

第10表 ㊦111号を用いた試験設計(2)

試験区	肥料名	時 期 別 施 肥 量 (g/m ²)				
		3月18日 (基 肥)	5月10日	6月10日	7月10日	計
A	㊦ 111 号	300				300
B	〃	200		100		300
C	〃	100	100	100		300
D	〃	100	100		100	300
E	〃		100	100	100	300
F	〃	0	0	0	0	0

基肥を3月18日に施し15日を過ぎて4月3日移植・用いたスギ苗の苗高は13cm位のものであった

2) 実験結果

昭和37年2月, 調査を行った結果は第11表のようである。

第11表 ㊦111号を用いた実験結果(2)

試験区	試験の要点	調査数		根元直径 (mm)	苗 高 (cm)	伸長 (cm)	枝巾 (cm)	生 重 量 (g)*			
		試験区	本数					地上部 (T)	地下部 (R)	T+R	T/R
A	全量基肥(㊦111号)	7	101	4.7	32.0±7.90	18.9	26.6	23.6	6.4	30.0±15.01	3.9
B	2/3基肥, 1/3 6月追肥	7	101	4.9	34.2±8.72	20.6	27.4	23.7	6.8	30.5±11.73	3.7
C	1/3基肥, 5, 6月追肥	7	109	5.2	37.4±9.98	22.4	29.2	26.8	7.7	34.5±11.08	3.9
D	1/3基肥, 5, 7月追肥	7	112	4.7	33.9±9.13	20.1	26.7	22.9	7.7	30.6±17.49	3.3
E	基肥なし, 5, 6, 7月追肥	7	101	4.5	34.0±8.79	20.2	26.7	20.0	5.9	25.9±11.06	3.5
F	無 肥 料 区	3	48	3.4	24.9±5.07	12.4	22.0	15.0	4.8	19.8± 5.49	3.3

37年2月8日調査 太字は1, 2位のものを示す。* 生重量は35本についての平均

全長及び生重量（地上部地下部の計）につき、平均値の差の検計を行った所、苗高では例外なく有意であり、生重量では、A : B, A : Dをのぞいていずれも5%以下の危険率で有意であることが判った。

3) 推 論

本実験は、前記4の実験と同様硫加磷安系肥料である。この肥料についての実験結果を要約すると次のようである。

- (i) 基肥として $\frac{1}{3}$ 量を用い、その後 $\frac{1}{3}$ 量づつを、5月と6月に分施したC区が特によい成績を示し、ついで $\frac{2}{3}$ 量を基肥とし残りの $\frac{1}{3}$ を6月に追肥としたB区もまた成績が甚だよい。
- (ii) 全量を一時に基肥として施すもの(A区)、 $\frac{1}{3}$ 量を基肥とし残りを $\frac{1}{3}$ づつ5月7月に分施した区(D区)も成績にはあまり差がない。

以上の点を総合して見て、苗畑用としてこの肥料は一部を基肥とし、残りを追肥とするのが理想的で、追肥は5月、6月までがよい。7月の追肥は肥効がやや劣る。またこの肥料は、300g程度であれば基肥として、一時に施しておくだけでも相当の肥効がある。林地用としては、植栽後なるべく早期に、5月～6月までに施すを可とするように思われる。

IV ヒノキに対する実験

ヒノキについては昭和35年度に、㊦ 103号を用いて1回、昭和36年度に㊦ 111号を用いて1回の2回実験した。

1. 林業用複合肥料㊦ 103号(6 : 12 : 8)を用いた実験

昭和35年度 白浜試験地第7苗畑中の段畑にて実施

1) 試験設計

m² 当り㊦ 103号 217g, 尿素 37gを用いて、要素量は、N : 30g, P₂O₅ : 26g, K₂O : 17.3gとなるようにした。時期別施肥量は、第12表(次頁)のようである。

2) 実験結果

昭和36年12月1日、各区の中央部で各16本づつ、計約80本について調査した結果を纏めると、第13表のようになる。

苗高についてA区を基準として他区との平均値の差の検定をしたところ、いずれも有意であった。

3) 推 論

以上の実験結果から推論されることは、次のようである。

- (i) 複合肥料㊦ 103号の全量を基肥とし、尿素有6月、7月、8月に追肥したD区が優れ、また複合肥料の全量を基肥とし、尿素有6月と7月に分施したC区もまた成績がよい。
- (ii) 複合肥料の半量を基肥とし、追肥として尿素有6月、7月に、または複合肥料を9月に追肥した区(F区)が成績がよい。
- (iii) 複合肥料の全量と尿素有全量とを基肥とした区(A区)と複合肥料全量を基肥とし、尿素有全量を6月に追肥した区(B区)の成績は相似しており、前3者(C, D, E区)に比してかなり肥効が劣る。この実験では、4月5月の追肥例がなく比較出来ないのを遺憾に思うが、この結果から見ると、追肥時期が比較的遅い場合に肥効がすぐれていることが知られる(D, E, F区)。これはヒノキ苗の特性と見るべきか？

第12表 ㊦ 103号を用いた実験

試験区	肥料名	時 期 別 施 肥 量 (g/m ²)					
		3月13日 (基 肥)	6月1日	7月1日	8月1日	9月1日	計
A	㊦ 103号* 尿 素	217					217
		37					37
B	㊦ 103号 尿 素	217					217
			37				37
C	㊦ 103号 尿 素	217					217
			17	20			37
D	㊦ 103号 尿 素	217					217
			7	15	15		37
E	㊦ 103号 尿 素	108.5		108.5			217
			17	20			37
F	㊦ 103号 尿 素	108.5				108.5	217
			17	20			37
G	無肥料	0	0	0	0	0	0

3月13日基肥を施してから11日を終て24日に苗長12cm内外の揃ったヒノキ苗を移植した。各試験区は5回繰返してある。* 3要素比 6:12:8

第13表 ヒノキに㊦ 103号を用いた実験結果

	試 験 の 要 点	調査数		根 元 直 径 (mm)	苗 高 (cm)	伸 長 (cm)	枝 数 (本)	枝 巾 (cm)
		区数	本数					
A	全 量 基 肥 (㊦ 103号+尿素)	5	80	3.1±1.07	24.6±5.70	12.4	7.9	26.1
B	㊦ 103号基肥, 尿素6月追肥	5	79	3.1±1.14	24.4±7.35	12.7	7.8	25.9
C	㊦ 103号基肥, 尿素6,7月追肥	5	80	3.8±1.10	28.9±7.52	16.1	9.7	31.6
D	㊦ 103号基肥, 尿素6,7,8月追肥	5	82	3.9±1.06	29.4±6.69	17.0	9.5	32.1
E	㊦ 103号1/2基肥, 7月1/2, 尿素6,7月追肥	5	76	3.4±1.08	25.8±7.11	13.2	8.5	27.9
F	㊦ 103号1/2基肥, 1/2,9月, 尿素6,7月追肥	4	64	3.7±1.17	27.8±6.21	15.0	9.7	28.9
G	無 肥 料	4	64	2.5±0.72	22.7±5.06	10.7	7.3	23.6

2. 硫加磷安系肥料㊦ 111号を用いた実験

昭和36年度, 第8苗畑, 上の段畑にて実施

1) 試 験 設 計

施肥設計は第14表のようである。

実験に用いた㊦ 111号は3要素比が13:12:10であるから, m² 当り3要素の全量は N: 39g, P₂O₅: 36g, K₂O: 30g となる。ヒノキ1回床替に対しては3要素量が多過ぎると思われる。

昭和36年3月18日基肥施与, 4月3日移植, 用いたヒノキ苗は苗長10cm内外のものであった。各区3回繰返しとする。

2) 試 験 結 果

・調査の結果を第15表に示した。

苗長及び生重量についてA区を基準として, 平均値の差の検定を行った結果, 苗高ではいずれも5%以下の危険率で有意である。

第14表 ㊦ 111号を用いた試験設計

試験区	肥料名	時期別施肥量 (g/m ²)					計
		3月18日 (基肥)	5月10日	6月10日	7月10日		
A	㊦ 111号	300					300
B	〃	200		100			300
C	〃	100	100	100			300
D	〃	100	100		100		300
E	〃	0	100	100	100		300
F	無肥料	0	0	0	0		0

第15表 ヒノキに㊦ 111号を用いた実験結果

試験区	肥料名	調査数		根元 直径 (mm)	苗高 (cm)	伸長 (cm)	枝巾 (cm)	生重量*(g)			
		区数	本数					地上部 (T)	地下部 (R)	T+R	T/R
A	全量基肥 (㊦ 111号)	3	38	2.1	18.7±5.77	8.2	15.3	6.6	2.4	9.0±4.36	2.9
B	2/3基肥, 残り6月に追肥	3	47	3.1	23.0±5.19	12.6	20.5	9.7	3.5	13.2±4.43	2.9
C	1/3基肥, 5, 6月に追肥	3	48	2.7	20.0±4.23	9.4	18.3	7.8	2.3	10.1±2.66	3.6
D	1/3基肥, 5, 7月に追肥	3	48	3.0	22.4±4.37	12.4	19.7	9.1	2.6	11.7±3.53	3.5
E	基肥なし, 5, 6, 7月に追肥	3	45	2.2	16.0±5.18	6.8	14.8	5.2	1.7	6.9±5.00	3.5
F	無肥料	3	48	2.4	17.5±4.41	8.3	17.0	5.7	1.4	7.1±2.82	3.9

昭和36年12月13日成長調査, 37年2月3日掘取りの上切断調査 * 各区より5本計15本につき調査

3) 推 論

実験の結果次のことが推定される。

- (i) 硫加磷安系肥料 (㊦ 111号) を $\frac{2}{3}$ 量基肥とし, 残りの $\frac{1}{3}$ 量を6月に追肥した区 (B区) が特に生育がよい。
 - (ii) $\frac{1}{3}$ 量を基肥とし, $\frac{1}{3}$ 量づつを追肥として5月と7月に分施したもの (D区) はB区についてよい成績を示し, 全量を基肥としたA区とは著しい差がある。
 - (iii) 基肥を全然省略し同量づつ5月, 6月, 7月に分施した区 (E区) は成績が特に劣る。
- 以上のことから試験に用いた㊦ 111号は $\frac{2}{3}$ 量を基肥として用い, 残りを6月に追肥として施す方法が最も肥効が優れている。

V 摘要と考察

本実験は林木施肥の適期を知り, これを林地肥培の場合に適用する目的で苗畑で行ったものである。実験方法は年間の基準施肥量を〔A〕全量基肥とする場合と, 〔B〕1部を基肥とし残りを追肥として分施する場合と, 〔C〕基肥なしで全部を追肥とする場合に大別した。基準施肥量や施肥の時期は肥料によって多少異にした。試験に用いた肥料の種類は5種である。樹種はスギ, ヒノキ (クロマツについても行ったがこれについては改めて報告) である。以下樹種別に考察を進める。

1. スギに対する試験結果の要約

5回に亘る実験結果から成績の順位をつけて要約すると第16表のようになる。

第16表から推定されることは次のようである。

Table 16 スギに対する実験結果の要約
Conclusion of the experimental results in SUGI

区 分	Kind of fertilizer notice	Complex fert.		Marumori No. 103 and urea		M ₁ compound fert. and urea		Am-phosphatic fertilizer		Am-phosphatic fertilizer						
		plot	Month of manuring	Order	plot	Month of manuring	Order	plot	Month of manuring	Order	plot	Month of manuring	Order			
[A]	Total fertilizer are applied as initial-fertilizer	A		4	A		1	A		5'	A		5			
[B]	Initial-fertilizing and 1-after-manuring	B	VI	3	B	VI	5	B	VI	3	B	IV	4	B	VI	2
	Initial-fertilizing and 2-after-manuring	C	V, VI	1	C	VI, VII	5'	C	V, VI	4	C	IV, V	3	C	V, VI	1
					E	VI, VII	2	F	V, VII	1	D	V, VII	4			
								D	VI, VII	2	E	VI, VIII	5			
Initial fert. and 3-after-manuring	D	V, VI, VII	2	D	VI, VII, VIII	4				D	IV, V, VI	2	E	V, VI, VII	3	
Initial fertilizing and 4-after-manuring	E	V, VI, VII, VIII	2'													
[C]	Without initial-fertilizer. Total fertilizer are applied as after-manuring	G	V	5							E	IV	1			
		H	VI	4							F	V	2'			
		I	VII	5'								G	VI	3'		
													H	VII	5	
										I	VIII	5'				

追肥 2 回 3 回の例なし。

註 施肥の時期は表のように [A], [B], [C] に大別し, 追肥した月は V, VI などの文字で記載した。成績順位は判断し易いよう 5 階級に分けた。その分け方は樹高, 生重量に重きをおき, 直径, 枝巾などの生育状態を加えて総合判断によった。

- (i) 全量を基肥とするよりは一部を基肥とし植付後追肥を施す方がよい。基肥なしで全量を追肥とする方法は成績が劣る場合が多い。
- (ii) 追肥は 1 回よりは 2~3 回行う方がよい。
- (iii) 追肥はおくれないように, 4 月~5 月からはじめた方がよい。
- (iv) 林地への施肥のように追肥のみの場合には早目に 4 月~5 月に行った方がよい。7 月~8 月の施肥は肥効が劣る。

さて守屋¹⁾の実験も基肥の肥効が顕著なことを示しており, 宮崎²⁾・芝本³⁾等の基礎的試験の結果からもそうあるべきことがうなづかれる。守屋によれば基肥として $\frac{1}{3}$ を与え, 残りを 9 月と翌年 5 月の 2 回に分施するのが最もよく, また $\frac{1}{2}$ を基肥とし, 残りを同年 9 月に追肥した区がよい成績を示している。

また多くの苗畑施肥設計をみてもそれがうなづかれる。基肥の必要は明らかであるが m² 当り N の 30g 以上 (これに附随して P₂O₅, K₂O も) を化学肥料の形で全量基肥として用いることは多くの場合肥効を低下させることもこの実験で明らかである。

施肥の時期は, 苗木の成長の経過や養分吸収の特性に順応するようになされねばならないが, 植栽当初は根が養分を吸収する態勢をととのえていないということも考慮に入れねばならない。

- 1) 守屋重政 (1913) : 杉苗の施肥期に関する試験, 林試報第 10 号, (これは 2 ケ年にまたがった試験である)
- 2) 宮崎紳 (1951) 前掲: 育苗研究会記録
- 3) 芝本武夫 (1952) 前掲: スギ, ヒノキ, アカマツの栄養と……林野庁
- 4) 宮崎紳, 佐藤享 (1959) 苗木の育て方 p. 73~75 地球出版 KK

早い方がよいといっても根の吸収態勢の出来ていないうちに流亡性の肥料を一度に施せば充分利用されないで流亡し肥効がおちることになる。故に施肥の時期と肥効との関係は肥料の形態によって違うものと思われるが、本実験に用いた肥料の範囲内では、その使い分けについて示唆を得るには至らなかった。窪田等の林地施肥時期別試験¹⁾によると硫酸、過石の配合肥料では7月頃施肥区がよく、固形肥料では3月施肥²⁾がよいことになっている。塘は成長経過から林地施肥は4月～5月にするのがよいと説いている。本実験結果と諸説を総合して前年度の植栽地への施肥は早目に行い、当年の植栽地へはそのあとで5月～6月頃という順も考えられる。本実験の結果から見ると㊦111号は4月、5月に施して肥効が高い肥料である。

2. ヒノキに関する実験結果の要約

ヒノキに関する実験はただ2回であるがその試験成績を要約すると第17表のようである。

Table 17 ヒノキに関する実験結果の要約
Conclusion of the experimental results in HINOKI

区 分	Kind of fertilizer Notice Method of manuring	Marumori No. 111 Am-phosphatic fertlizer			Am-phosphatic fertilizer		
		plot	Month of after- manuring	Order	plot	Month of after- manuring	Order
[A]	Total fertilizer are applied as initial-fertilizer	A		5	A		4
[B]	Initial-fertilizing and 1-after-manuring	B	VII	5'	B	VI	1
	Initial-fertilizing and 2-after-manuring	C	VI, VII	2	C	V, VI	3
		E	VI, VII	4	D	V, VI	2
		F	VI, VII	3			
Initial-fertilizing and 3-after-manuring	D	VI, VII, VIII	1	E	V, VI, VII	5	

第17表からヒノキに関し推定されることは次のようである。

- (i) 全量基肥よりは、基肥を用いた上に追肥を行った方がよい。
- (ii) 追肥は1回よりは2～3回に分けて行った方が確実である。追肥は早目に5月、6月に施すべきであるが、ヒノキの場合スギよりも多少おくれて、2回目または3回目が7月、8月になってよいのではあるまいか。

さて守屋の試験によれば、窒素、磷酸、加里を10アール当り各12.5kg与える場合には窒素質肥料は $\frac{1}{3}$ を基肥とし残りを2回に分施するのが最もよく、 $\frac{1}{4}$ を基肥として残りを3回に分施する方法がこれについて成績がよいことになっている。

さて今日市販されている多くの林業用複合肥料は、硫酸、過石、硫加を配合して略3要素量を同量としたものよりも、肥効が高い場合が多いことは筆者等が第X報で示した通りである。次に本実験により次のことが推定された。

- (1) これらいわゆる林業用複合肥料を苗畑に適用する場合には全量を基肥とすることは不利であって3分して1部を基肥として使い、残りを追肥として2回に分施する方が肥効が高い。
- (2) 追肥の時期はスギは5月と6月、5月と7月、あるいは6月と7月がよい。(天候にも支配

1) 窪田四郎, 井上輝一郎, 岩川雄幸, 安岡桂子 (1959): 林地に於ける施肥時期別試験, 日林・関西支部大会講演集 No. 9. p. 89~91 2) 塘隆男 (1958): 林地肥培方法の解説, 森林と肥培, No. 3. p. 5
3) 守屋重政 (1915): 扁柏苗に対する窒素肥料の施肥期及び肥効試験, 林業試験報告11号, p. 21~32
註 守屋の実験では肥料はN-源として菜種油槽, 硫酸, 人糞尿, 智利硝石を用い, P-源は磷酸ソーダ, K-源は硫酸加里を用いている。

される)

- (3) 上記苗畑での実験から林地施肥もおくれない方がよい。㊦ 111号なら4月、5月がよい。
 (4) ヒノキはスギより多少おくれた方がよい。

以上は苗畑でかつ施肥当年の成長状態のみから推論したものである。急傾斜の林地施肥の場合には多少の勘案を加へ時期を選ぶべきであろう。

附 記

この実験が苗畑で行われたため、つい苗畑での育苗の場合にも適用したい慾望も加味されて、全実験を通じての施肥設計に一貫性が欠けた点のあることを今にして遺憾に思うものである。たとへば林地施肥に適用する場合には、基肥なしで植栽後はじめて5月～7月に時期を異にして施肥する場合の例が肥料別にもう少し多く欲しかった。また肥料と施肥時期によって肥効が翌年まで持続するのであるから、その経過を観察しなければならないのに1年間の結果のみである*。

これらの点で不備であることを遺憾とする。これは現に昭和37年以降実施中の実験で不備の点を漸次補正する予定である。

本実験はやせている白浜試験地での林地肥培を目標として行われたもので、実験に用いた苗畑土壌はことさらに周辺の林地を開墾した新しい苗畑または林地から客土したものであってすなわち理化学的性質の不良なままのところでの生育状態であるから、普通の肥沃な苗畑の生育情況に比して一般に劣っていることも附記しておきたい。

* これまでの上述の実験については出来るだけ繰返し回数を多くしようとつとめたのと、かつ要素の形態別試験、施肥時期別試験及び、床替密度と施肥量試験を同時に並行している関係上止むを得なかったのである。

Studies on the Manuring for Forest Trees [XII]
Some Investigations on the Seasons to Fertilizing.

Nobuo SHIBATA, Koji UENAKA and Teruo OHASHI

Résumé

With a view to finding out the best season or method of fertilizing on young trees at forest nurseries or planted forest stands, we made some experiments on several species and with many fertilizers. These experiments were carried out at the nursery of the SHIRAHAMA experimental stand of KYOTO UNIVERSITY.

The season and kinds of fertilizers used are shown in the Table 2, 4, 6, 8, 10, 12, and 14. Classification of experimental methods.

[A] The total amount of the fertilizer applied as the initial-manuring before planting the seedlings.

[B] A part of the fertilizer applied as the initial-manuring and the remaining fertilizer applied after planting the seedlings.

[C] without initial-fertilizer, and the fertilizer is given one, two, or three times as after-manuring. The amount of fertilizer and the season of manuring changed according to the kind of fertilizer and tree species.

Conclusion of the experimental results in SUGI

From the results of 5 experiments on SUGI (*Cryptomeria japonica* D. Don.) the relation between the season of manuring and the order of growth of seedlings is shown in Table 16.

From these results, we can conclude as follows.

(i) The manuring method [B] in which a part of the fertilizer is used as the initial-manuring and the remaining fertilizer is given as after-manuring, has a better fertilizing effect than the method [A] in which the total amount of fertilizer is given at the initial-manuring. The method [C] in which all the fertilizer is used as after-manuring, there are many cases which indicate results inferior to method [A] or [B].

(ii) The method of 2 or 3 times manuring is better than those of once manuring.

(iii) The after-manuring must begin in April or May. It is important that manuring must not be done too late.

(iv) In the cases of a forest stand usually only once after-manuring is applied. In such cases, we get a better effect when manuring is done in April or May. If after-manuring is done in July or August, we can not expect a good effect.

We consider that the relation between the season of manuring and effect on growth of seedlings varies according to the formation or composition of fertilizer.

From the result of these experiments, the KONOSHIMA-compound-fertilizer, MARUMORI No. 111 indicates a good effect when it is applied in April or May.

Conclusion of the experimental results in HINOKI.

The experiment for HINOKI (*Chamecyparis obtusa* S. et. Z.) were done only twice, but these experiments indicate the following facts. See Table 17.

(i) Of course even in the case of HINOKI, as with SUGI seedlings, the method in which the initial-fertilizer is applied and then the after-manuring is given, result are better.

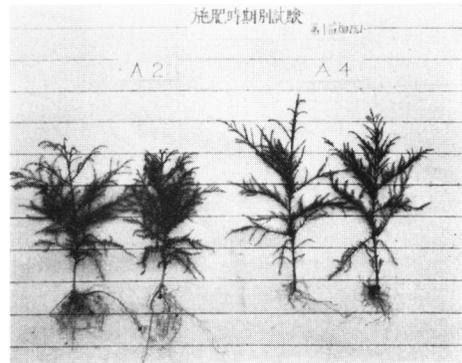
(ii) The method of manuring in which the fertilizer is given only once shows inferior result to the method in which after-manuring is done two or three times. And the latter method is surer and safter in fertilizing effect than the former method.

In case of HINOKI seedlings, after-manuring may be done later than in case of SUGI. We consider that even if the second or third times manuring is done in July or August, it may have a good effect.

施肥の時期とスギ苗の生育状態 (1961年度第1苗畑で㊦111号を用いた実験結果)
 (第8表, 第9表参照) (写真内の横線の間隔は10cm おき)



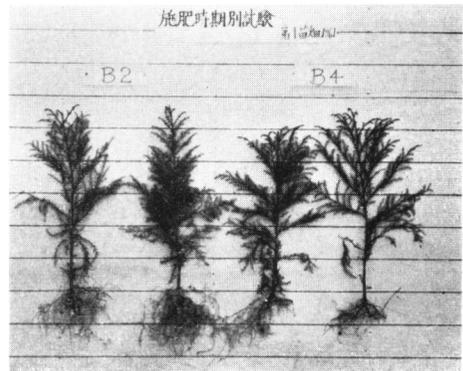
Phot. 1 A区, ㊦111号 300g 全量基肥 (3月)



同左の根系状態



Phot. 2 B区, ㊦111号 150g 基肥 (3月)
 〃 150g 追肥 (4月)



同左の根系状態



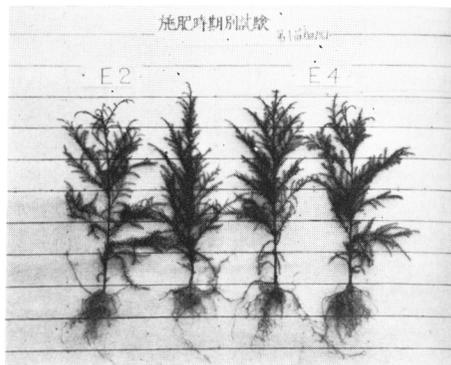
Phot. 3 D区, ㊦111号 75g 基肥 (3月)
 追肥: 75g(4月), 75g(5月), 75g(6月)



同左の根系状態



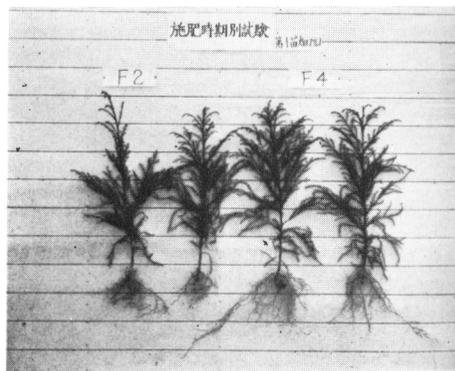
Phot. 4 E区, 基肥なし, ④111号 300g全量を4月に施与



同左の根系状態



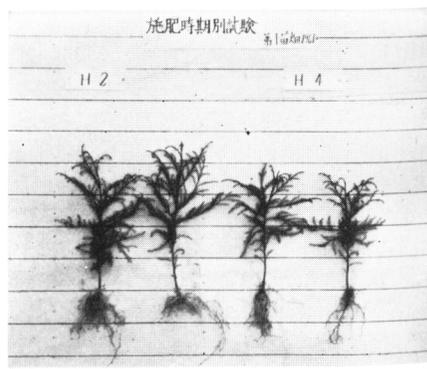
Phot. 5 F区, 基肥なし, ④111号 300g全量を5月に施与



同左の根系状態



Phot. 6 H区, 基肥なし, ④111号 300g全量を7月に施与



同左の根系状態