

成木施肥法

—林地肥培体系の確立—

林地肥培体系の確立

I 試験担当者	173
II 試験目的	178
III 試験経過と得られた成果	173
1. 土じょう部	173
1-1 成木林肥培試験	173
1-1-1 スギ二居試験地の施肥効果	173
1-1-2 スギ天城試験地	178
1-2 林地肥培に関する基礎試験	181
1-2-1 施肥窒素の動態について	181
1-2-2 溪流中にあらわれる窒素濃度について	181
2 北海道支場	185
3 東北支場	185
4 関西支場	187
4-1 鳥取スギ成木施肥試験	187
4-2 高野山スギ成木施肥試験	187
4-3 山崎営林署スギ成木施肥試験	187
5 四国支場	189
5-1 スギ林分密度と肥培効果	189
5-2 連年施肥試験	189
6 九州支場	191
6-1 金谷試験地	191
6-2 桂谷試験地	193
7 国有林成木施肥試験	194
7-1 青森局スギ45年生むつ試験	195
7-2 青森局アカマツ55年生花巻試験地	196
7-3 青森局カラマツ61年生岩手試験地	197
7-4 青森局カラマツ46年生盛岡試験地	198
7-5 秋田局スギ70年生白沢試験地	198

7-6 秋田局スギ4年生合川試験地	199
7-7 その他の試験地	200
まとめ	202

I. 試験担当者

本試験は本支場を通じておこなわれており、その分担はつきのとおりである。

本場：松井光瑠（塘 隆男）

本場土壤肥料研究室：藤田桂治・佐藤久男・堀田 廉・岩崎美代
(原田 洋・吉本 博)

北海道支場造林第一研究室：原田 洋・真田 勝

東北支場育林第3研究室：佐々木茂・長谷川浩一・後藤和秋・(藤田桂治)

関西支場土壤研究室：河田 弘・衣笠忠司

四国支場土壤研究室：佐藤 俊・岩川雄幸・吉田桂子・(下野國正)

九州支場土壤研究室：脇 孝介・川添 強・長友忠行

II. 試験目的

林地肥培の基礎として重要な森林の養分経済（養分吸収量の調査、養分循環率の調査などを明らかにし、これらの基礎の上にたって肥培効果の把握と解析をおこない、合理的な肥培技術を確立し、その体系化をはかり、もって森林生产力増強に資することを目的とする。

III. 試験経過と得られた成果

1. 本場土壤肥料研究室

1-1 成木林肥培試験

1-1-1 スギ二居試験地の施肥効果

本試験地は前橋営林局と協同で六日町営林署二居国有林内スギ5年生林分に昭和39年度に設定したものである。肥効試験（化成肥料区、硫安区、対照区の3区3ブロック制）と施肥量試験（化成肥料-N₂00kg, N100kg, 対照区の3区制ブロック制）とに分かれている。

試験開始後4年間の胸高直径成長をみると直徑の太い木ほど肥効があらわれ易い傾向を示した。

表-1 施肥後4年間の成長状態

	39年5月(試験開始時)			4年間の増加量			対照区 との差	$\frac{V}{V} \times 100$
	G	H	V	G	H	V		
化成肥料区	5 6 9 9	1 5 9	4 6 8	5 7 5	1 0 3	8 0 0	2 7 5 ☆	1 7 1 %
硫酸单用区	6 2 9 1	1 5 3	4 8 7	5 7 3	1 0 3	7 8 5	2 6 0 ☆	1 6 1
対 照 区	5 8 6 3	1 5 3	4 6 8	4 1 5	0 6 3	5 2 5		1 1 3

注 (1) 施肥料 $\textcircled{2}$ 301号(17-9-8)をNで150kg/ha あて3回連續施肥

(2) G, g 胸高断面積計

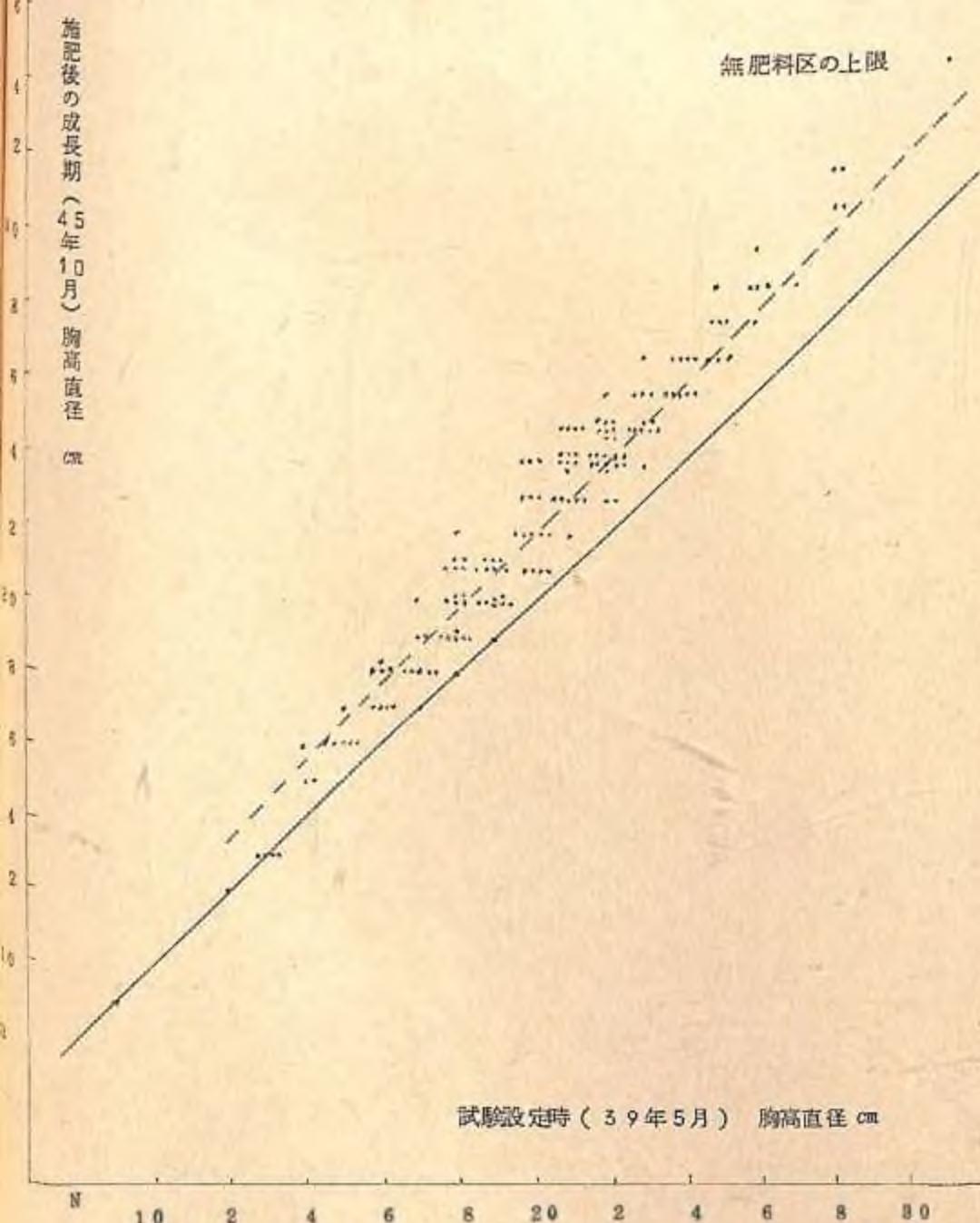
V, v 材積m³/ha

(3) ☆ 統計的に有意

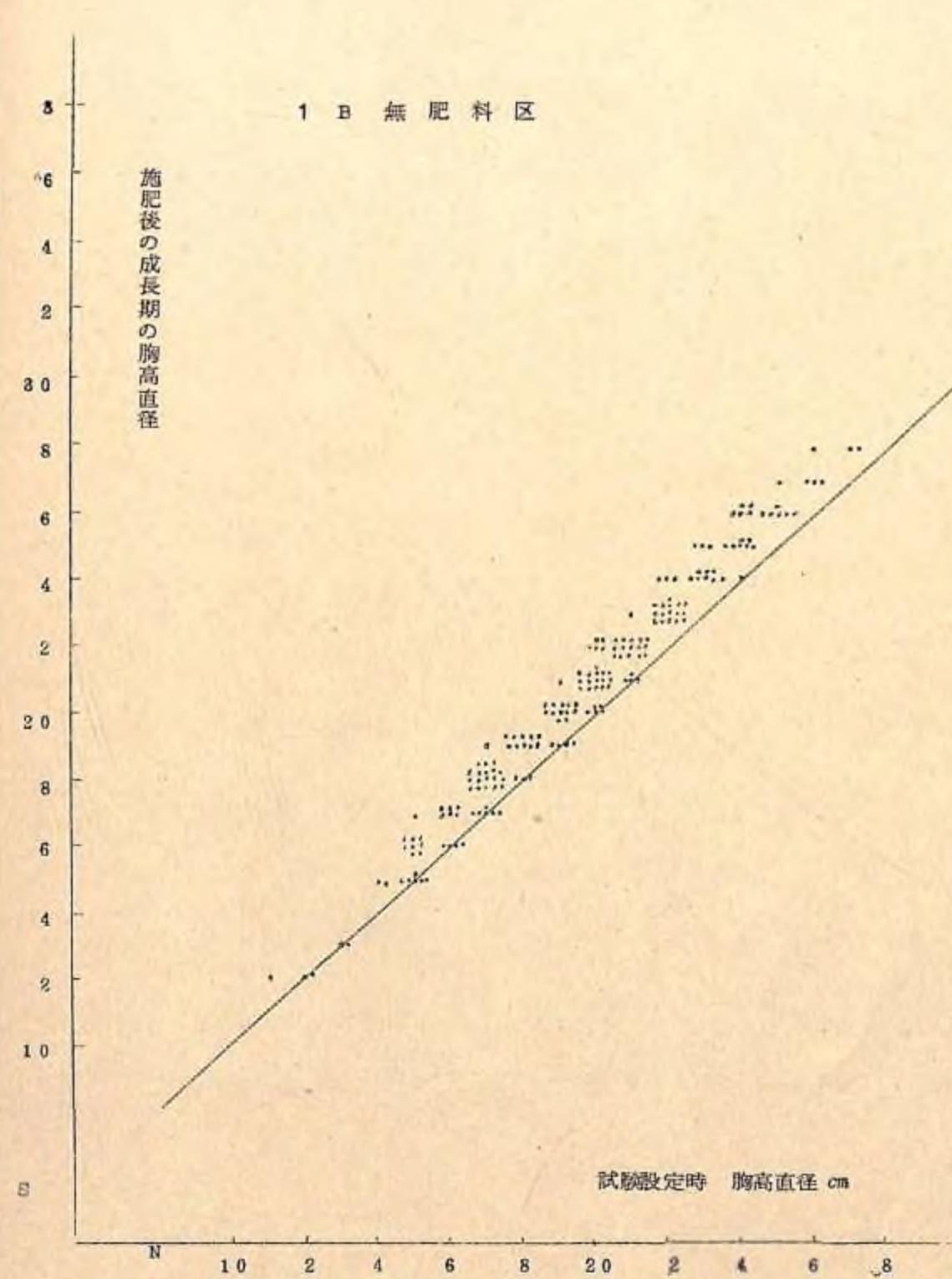
?成長期を経過した後の施肥による胸高直径成長は著しく、図-1に示すとおりである。胸高直径にあらわれた肥効は大径木、小径木をとわざいづれも認められる。

図-1 二居スギ成木施肥試験

1 A 施肥 (N, P, K) 区



1 B 無肥料区



施肥による枝葉量の増加状態は表-3に示すとおりである。1A(NPK) 1B
(対照)とも枝および緑枝葉の割合はほぼ等しく、枝25~37%, 緑枝葉73~75%

表-3 二居スギ成木施肥枝葉量

(生産量kg)

処理区	木数	全枝葉	枝	緑枝葉	m^2/ha G(4710)	Dm	cm πr^2
1 A	188	7384	2085	5209		25	491
	323	3580	860	2520	6958	10	284
	207	14130	3840	10290		33	855
	251	10750	2720	8030		27	573
	209	3595	790	2505		21	846
	269	5560	1813	3748		23	415
plot.合計		44799	12107	32692			2964
1 B	205	7485	2170	5295		25	491
	169	3150	773	2375		21	340
	155	2070	415	1655	6743	17	227
	142	980	270	701		15	177
	40	2710	695	2015		19	384
	(747)	6231	1398	4933		21	346
plot.合計		23706	5729	16977			1871

ではあるが枝葉量は伐倒調査木6本の比較ではかなり増加している。伐倒調査木の胸高断面積合計よりhaあたりの枝葉量を換算すると表-3に示すとおりとなり、その増加

表-3 枝葉量増加割合

	G m ² /ha	枝葉量・生産重 ton/ha			増加割合 %
		枝	緑枝葉	合 計	
1 A	6.958	3.84	7.07	10.51	23.3
1 B	6.743	2.06	6.12	8.18	

割合は23.3%となった。すなわち本試験地ではかなり過密な林分ではあるが枝葉の発達が悪く、施肥により枝葉量が増加し、大きい肥効をあらわしたものと考察される。

1-1-3 スギ天城試験地

設定時3.9年スギ林にNPK区、N区、対照区の3区を設定した。9成長期を過ぎた時点における肥効は3.18林班では図-2に示すように肥効はあきらかでない。3.19林班では図-3に示すようにNPKでは約1/3が肥効をあらわし、N単用区では僅か1%の立木に僅かながら肥効をあらわしている。肥効のあらわれ方、材積に及ぼす影響等については昭和49年4月標準木を伐倒し調査をおこなう予定である。

図-2 スギ天城試験地の肥培効果

(3.18林班)

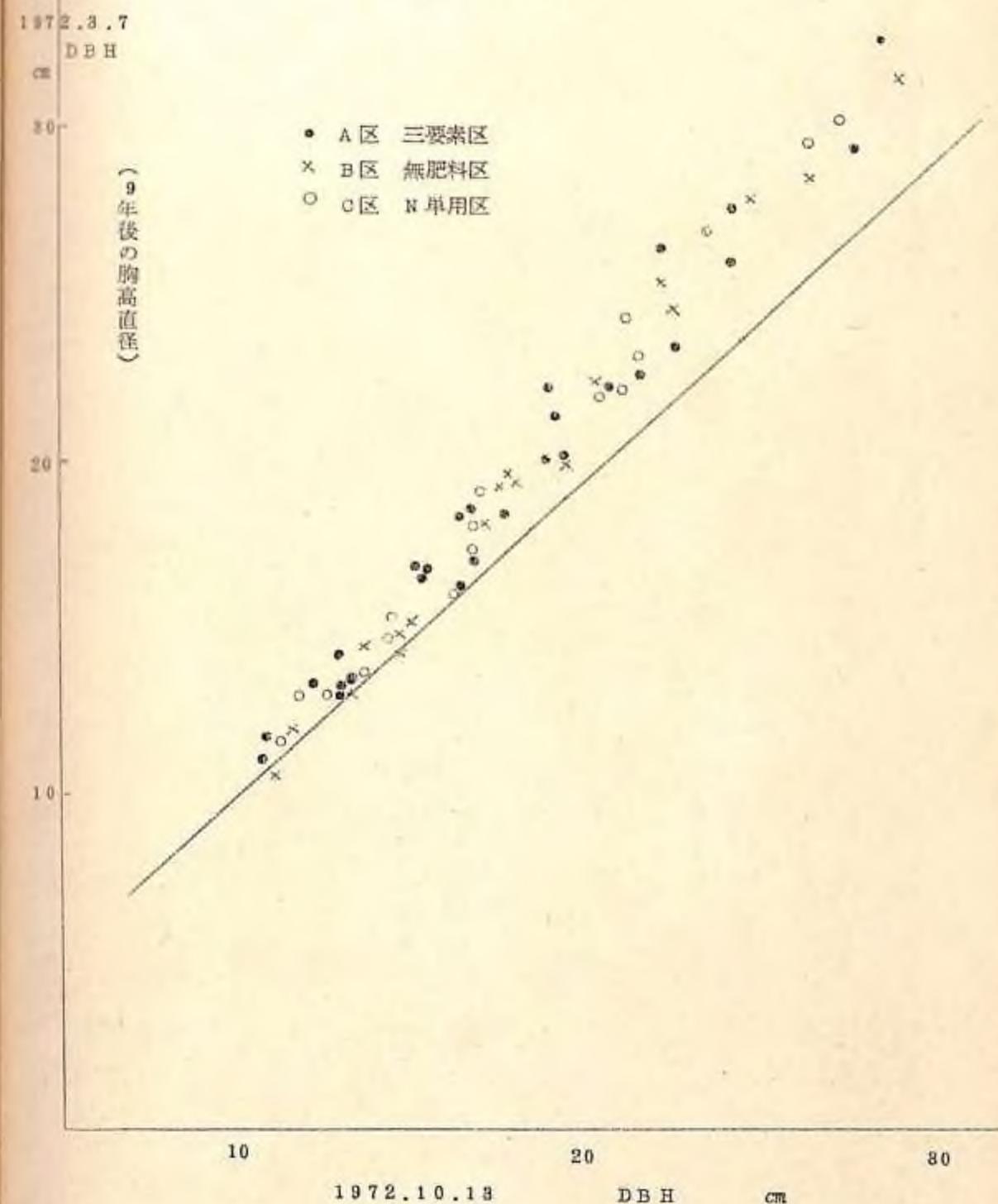
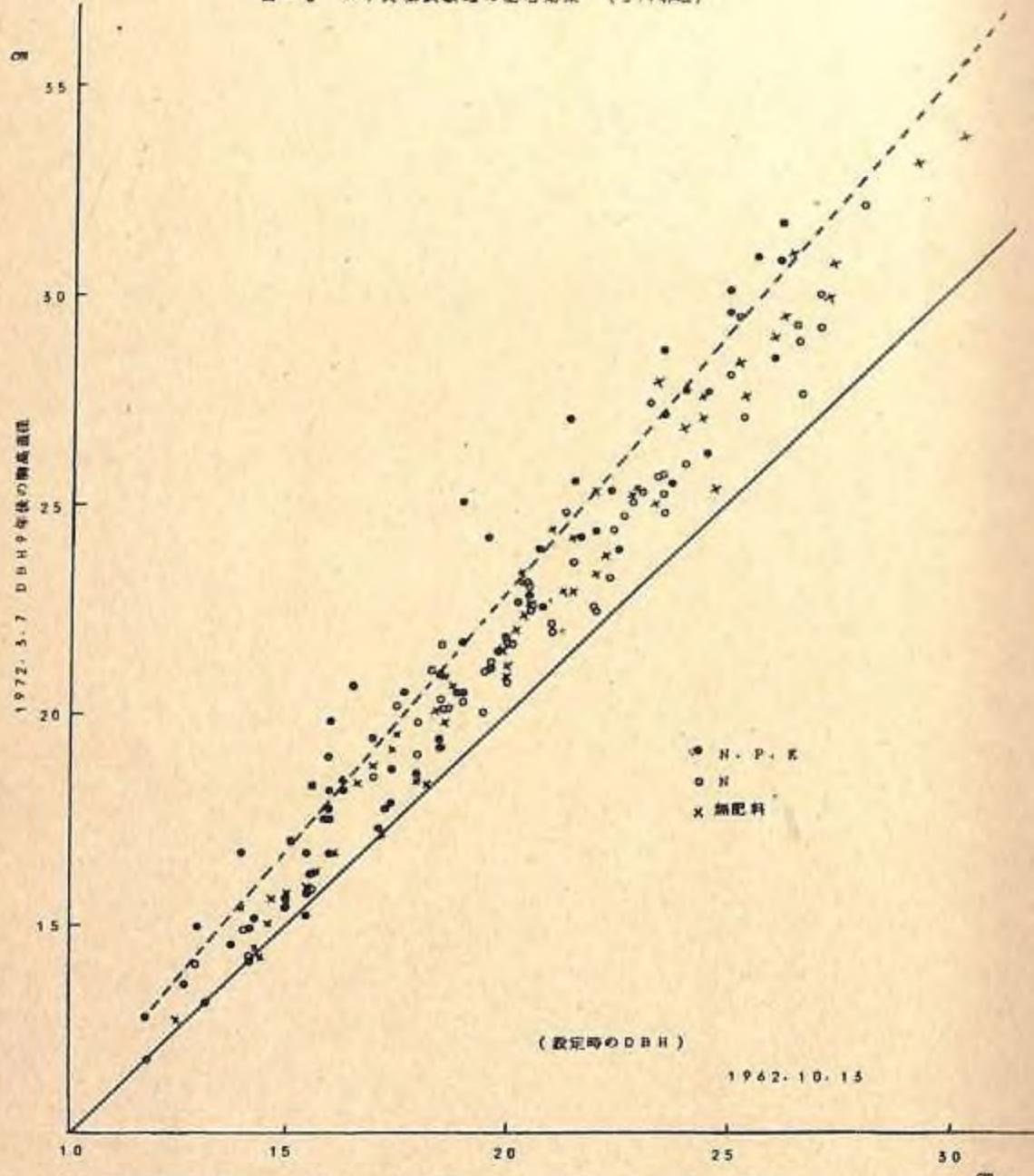


図-3 スギ天城試験地の肥培効果 (317林班)



1-2 林地肥培に関する基礎試験

1-2-1 施肥窒素の動態について

スギモデル林(樹高4m程度閉き林)内に化成肥料100kg/haあたり施し、表層土壤中の無機態窒素—硝酸化成作用について3年間にわたり調査した。施肥窒素は施肥後1ヶ月後に硝酸態窒素(NO_3-N)が著しく増加し、施肥後約5ヶ月後の1・2月には無肥料区の NO_3-N と同程度になった。また施肥翌年の高温時にあたる7・8月の NO_3-N の値は無肥料区とはほぼ同じ値を示した(図-4参照)。すなわち施肥した窒素は施肥後1年間にその一部はスギ林が吸収し、他の一部は流失し一部は有機態窒素に変ったものと考えられる。このことから目黒土壤の施肥効果は1年間程度であろうと推察される。

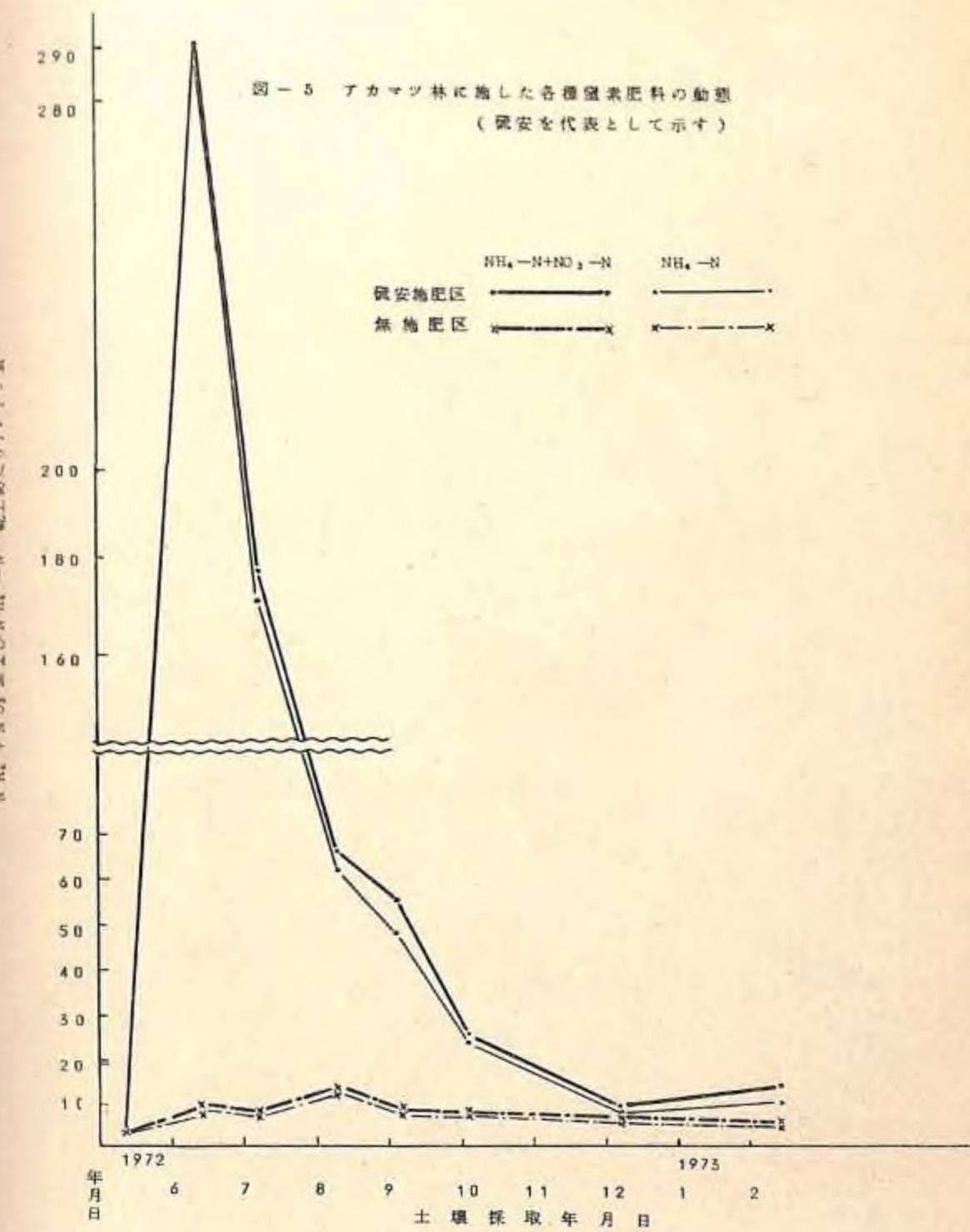
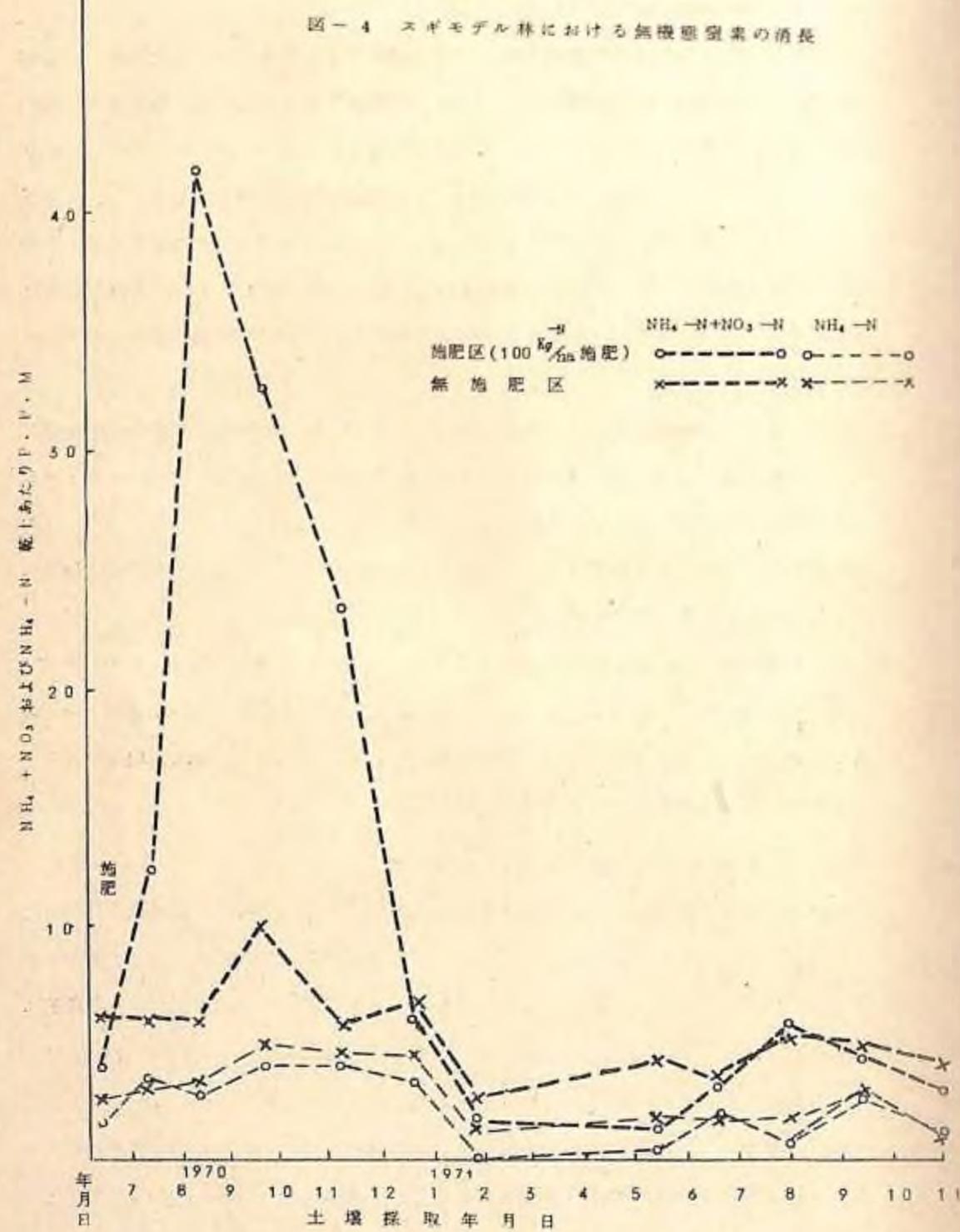
前記の手法と同様にアカマツ林(洪積土壌)に硫安を施し無機態窒素量の変動を調べた。その結果洪積土壌では無機態窒素の大部分はアンモニア態窒素(NH_4-N)であって硝酸態窒素は僅か存在するにすぎなかった。(図-5参照)

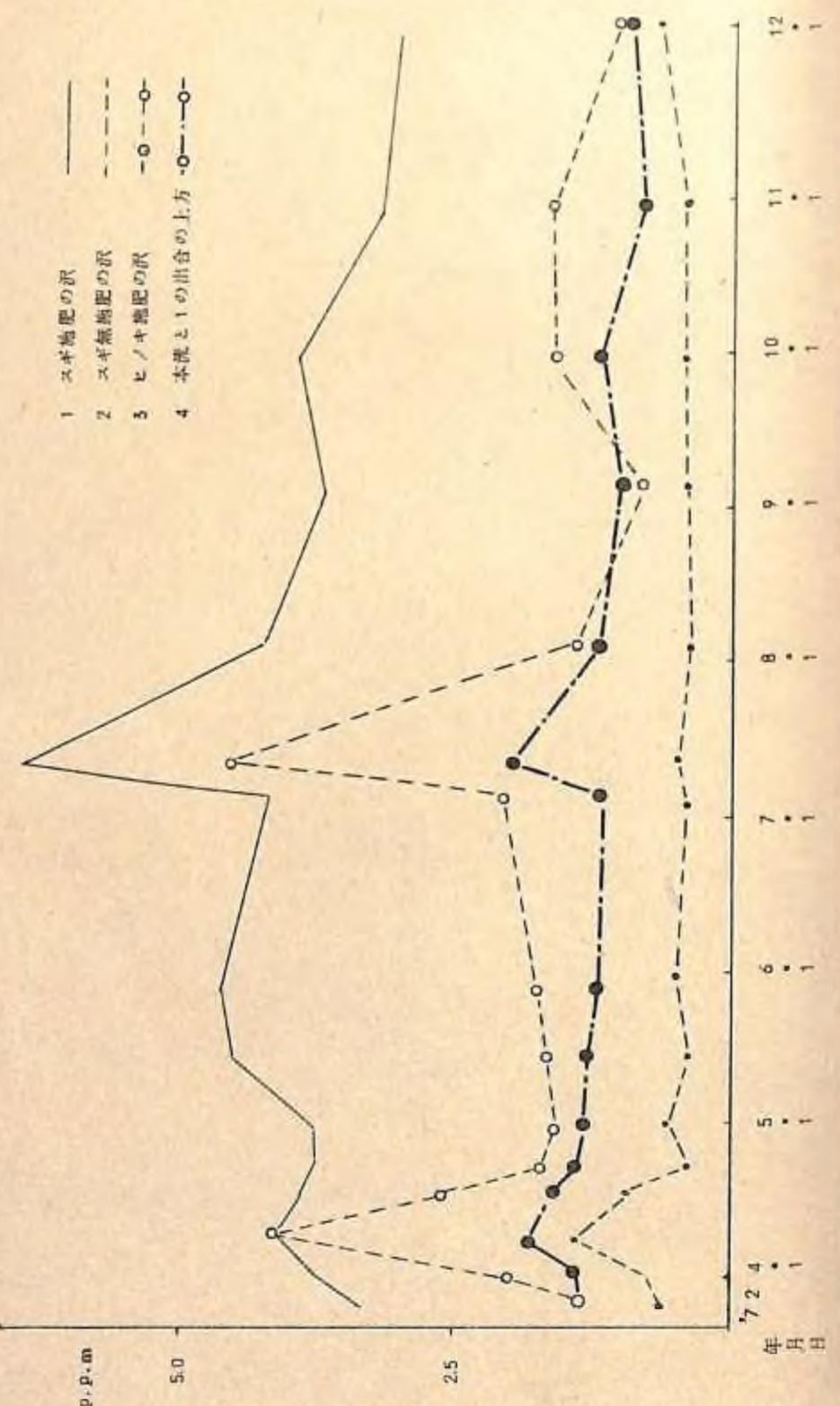
各月別の変動を見ると施肥後急激に上昇し9月にはかなり低下し、12月には無肥料区とは等しい無機態窒素を示した。

前記目黒土壌(火山灰)では施肥窒素の NH_4-N は硝酸化成作用を受け無機態窒素の大部分は NO_3-N に変化したのに対し、洪積土壌では施肥窒素の NH_4-N はそのまま NH_4-N として存在していた。施肥効果は土壌条件により異なるが、さらに検討を要する事項であろう。

1-2-2 溪流中にあらわれる窒素濃度について

高尾梅の木平スギ試験は9年間連続施肥をした肥培試験地である。試験地下部の小沢は流出する濃度、ならびに小沢のそゝがれる溪流のN濃度について、その月別変動を調査した。調査結果は図-6に示すとおりである。スギ施肥林の小沢に流出するN濃度は夏季高温時には5.5 p.p.m.前後を示すが年間を通じ4.5~5.0 p.p.m.の濃度を示した。小沢のそゝがれる溪流上部のN濃度は年間を通じ1.5~2.0 p.p.m.を示しあきらかに施肥林分の小沢に流出するN濃度の高い点が認められた。しかし施肥林分の小沢のそゝがれる溪流下部のN濃度は溪流上部と等しく、溪流にそゝがれ、稀釀されることが判明した。





2. 北海道支場造林第1研究室

トドマツ成木林肥培試験は昭和37年樹令32年生造林地に設定した。試験開始後9年を経過し、この間に3回の施肥をおこなった。施肥効果は表一4に示すとおりである。haあたりの材積成長量は、対照区では年間1.00～1.81 m³に対し、施肥区では2.14～2.27 m³の成長を示した。施肥効果は年間平均4.6～5.4 m³増となっている。

表一4 トドマツ成木肥培林の生長

処理	樹 高 m			胸高直径 cm			ha 当り材積 m ³		
	設定時 (林令32)	調査時 (林令31)	9年間 の生長	設定時 (林令32)	調査時 (林令31)	9年間 の生長	設定時 (林令32)	調査時 (林令31)	9年間 の生長
I (無施肥)	8.9	14.1	4.5	12.1	17.1	5.0	12.8	39.1	16.3
	10.0	15.1	5.1	11.8	16.5	4.7	11.8	32.0	20.2
II (施肥)	8.5	14.5	6.0	11.0	15.6	4.6	7.9	22.3	14.4
	9.9	15.1	5.2	10.7	16.2	5.5	6.8	27.3	20.5

3. 東北支場育林第3研究室

昭和37年支場構内にカラマツ林分密度と肥効果についての試験を開始した。林分密度はhaあたり2,000, 4,000, 8,000本とし各密度区毎に施肥と無施肥区を設定した。施肥量はN量でhaあたり1.8, 7.2, 20.0, 30.0 kgの4回施した。施肥効果は表一5に示すとおりである。また樹高成長経過、直径成長経過を図一7, 図一8に示した。

表一5 成育状態

処理	樹 高			胸 高 径			枝 下 高			枝下高 率 %
	平 均	標準偏差 m	変異係 数 %	平 均	標準偏差 cm	変異係 数 %	平 均	標準偏差 m	変異係 数 %	
	最小～最大			最小～最大			最小～最大			
施肥 2000	7.4 6.4～8.5	0.6	8.1	8.6 6.7～13.0	1.4	16.8	1.3 0.4～2.0	0.4	30.8	1.8
	6.8 5.0～7.9	0.7	10.6	7.7 4.4～10.0	1.4	18.2	0.9 0.5～1.9	0.5	62.5	1.2
施肥 4000	6.9 4.7～8.2	0.7	10.1	6.7 4.5～9.7	1.3	19.4	2.5 1.8～3.0	0.3	12.0	3.6
	6.9 5.0～8.8	0.9	13.0	6.8 3.0～9.6	1.8	37.2	2.2 1.9～4.0	0.5	21.7	3.8
施肥 8000	6.9 3.4～8.5	0.9	13.0	5.6 2.0～8.5	1.4	26.0	3.3 2.8～4.0	0.4	12.5	4.6
	6.4 3.5～7.7	1.0	15.6	5.8 1.9～8.0	1.5	25.8	2.6 1.6～3.6	0.4	15.4	4.1
無施肥										

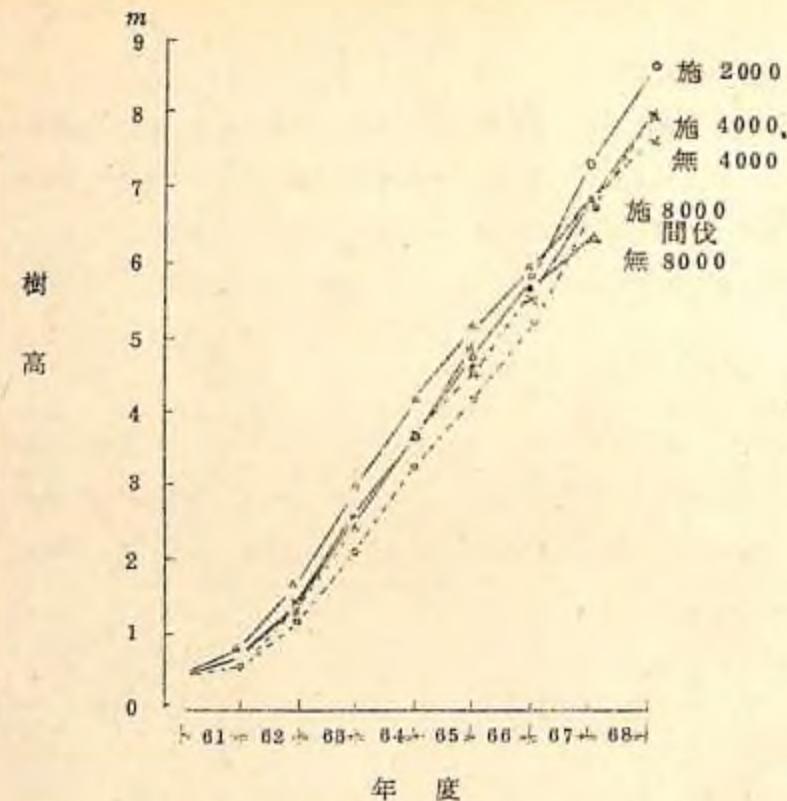


図-7 樹高の成長経過

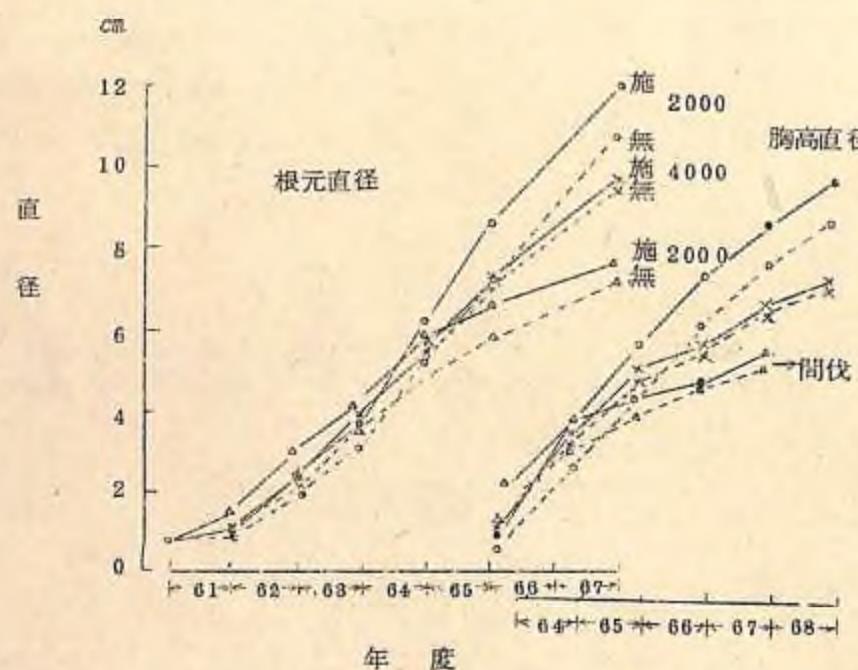


図-8 直径の成長経過

林分の閉ざした植栽4～5年目頃までは、高密度区での成長が比較的良好であったが、これ以降経年的には高密度区の成長が減退してきた。この関係はとくに直径成長に著しくあらわれている。施肥効果は各密度区とも樹高、直径成長とともに施肥区が上回り肥効は認められた。肥効の推移は経年に高密度区で次第に低減する傾向にある。

4 関西支場土壤研究室

成木施肥試験は主伐前の施肥効果を期待し鳥取営林署管内および山崎営林署管内に設定した。

4-1 鳥取スギ成木施肥試験

施肥後3年を経過したので各処理区毎の標準木を伐倒し、樹幹解剖および樹幹解析木頂枝の針葉分析をおこなった。調査結果からはこの程度の施肥量、施肥回数($N: 150 \text{ kg/ha}$ 2回)では施肥効果は明らかでなかった。

葉分析の結果からは三要素区ではN・P・K濃度、尿素区ではN濃度の増大が認められた。したがって施肥によって針葉のN濃度は増加したが、この程度の養分濃度の増大では材積成長への影響は生じなかつた。したがってこれらの結果から肥料はある程度吸収され針葉組成の相違をもたらしたが、成長量の明らかな増大をもたらすほど十分に、林木に供給されなかつたと思われる。

4-2 高野山スギ成木施肥試験

昭和45年3月試験地を設定した。(18年生林)当林分は43年2月地上4mまで枝打を実施した無間伐林分である。施肥量試験を目的に無施肥区(A), $N: 500 \text{ kg/ha}$ 区(B), $N: 1000 \text{ kg/ha}$ (C), $N: 1500 \text{ kg/ha}$ (D)の4区を設定した。試験結果は表-6のとおりである。施肥後2年経過した時点での肥効は認められない。

4-3 山崎営林署スギ成木施肥試験

高野山試験地と同じく施肥量試験を目的とし $N: 500 \text{ kg/ha}$ (A)(D), $N: 1000 \text{ kg/ha}$ (B)(D) および無肥料区の(E)(F)を設けた。成長経過は表-7のとおりであるが施肥効果は認められなかつた。

表一 6 高野山試験地成長経過

Plot	測定本数	S 4 5 年 3 月		S 4 5 年 1 1 月	
		樹高 (m)	直 径 (cm)	直 径 (cm)	成長量
A	$\frac{44}{(1+5)} \times 1$	1.18 $1.04 \sim 1.40$	1.55 $1.05 \sim 2.28$ (77) $\times 2$	1.58 $1.05 \sim 2.29$ (80) $\times 2$	0.3 $0 \sim 0.7$
B	$\frac{49}{(0+1)} \times 1$	1.01 $0.76 \sim 1.24$	1.41 $1.00 \sim 2.15$ (68) $\times 2$	1.45 $1.03 \sim 2.18$ (72) $\times 2$	0.4 $0 \sim 0.9$
C	$\frac{45}{(1+4)} \times 1$	1.07 $0.80 \sim 1.28$	1.45 $0.80 \sim 1.96$ (68) $\times 2$	1.49 $0.82 \sim 2.04$ (72) $\times 2$	0.4 $0.1 \sim 1.1$
D	$\frac{48}{(0+2)} \times 1$	1.06 $0.77 \sim 1.29$	1.51 $0.84 \sim 2.25$ (78) $\times 2$	1.58 $0.88 \sim 2.39$ (77) $\times 2$	0.5 $0.1 \sim 0.9$

Plot	測定本数	S 4 5 年 1 1 月		成立本数 /ha	施 肥 測 定 木 N Kg / ha
		直 径 (cm)	成長量		
A	$\frac{44}{(1+5)} \times 1$	1.62 $1.08 \sim 2.37$ (88) $\times 2$	0.4 $0.1 \sim 0.9$	2820	無 肥
B	$\frac{49}{(0+1)} \times 1$	1.40 $1.05 \sim 2.23$ (75) $\times 2$	0.4 $0 \sim 0.9$	2900	1500 Kg
C	$\frac{45}{(1+4)} \times 1$	1.54 $0.88 \sim 2.11$ (76) $\times 2$	0.5 $0 \sim 0.9$	2780	1000 Kg
D	$\frac{48}{(0+2)} \times 1$	1.60 $0.99 \sim 2.28$ (80) $\times 2$	0.4 $0 \sim 0.9$	2770	500 Kg

※1) 被害木(雪害?) + 被圧木

※2) 立木密度比数

表一 7 山崎試験地成長経過

Plot	測定本数	S 4 3 年 1 1 月		S 4 5 年 4 月	
		樹高 (m)	直 径 (cm)	直 径 (cm)	成長量
F	100 (0) $\times 1$	0.90 $0.58 \sim 1.14$	1.42 $0.80 \sim 2.06$ (40) $\times 2$	1.51 $0.88 \sim 2.15$ (45) $\times 2$	0.9 $0 \sim 1.8$
A	118 (1) $\times 1$	0.88 $0.64 \sim 1.10$	1.30 $0.86 \sim 2.05$ (88) $\times 2$	1.45 $0.89 \sim 2.17$ (48) $\times 2$	0.9 $0.3 \sim 1.7$
B	89 (5) $\times 1$	0.82 $0.62 \sim 1.10$	1.36 $0.80 \sim 1.84$ (83) $\times 2$	1.48 $0.89 \sim 2.04$ (86) $\times 2$	1.0 $0.4 \sim 2.0$
E	103 (0) $\times 1$	0.93 $0.58 \sim 1.12$	1.43 $0.82 \sim 2.04$ (55) $\times 2$	1.49 $0.82 \sim 2.10$ (59) $\times 2$	0.6 $0.1 \sim 1.8$
D	101 (4) $\times 1$	0.88 $0.70 \sim 1.10$	1.27 $0.88 \sim 1.78$ (51) $\times 2$	1.35 $0.88 \sim 1.86$ (57) $\times 2$	0.8 $0 \sim 1.8$
C	101 (1) $\times 1$	0.86 $0.60 \sim 1.04$	1.21 $0.82 \sim 1.72$ (38) $\times 2$	1.28 $0.85 \sim 1.87$ (42) $\times 2$	0.7 $0.2 \sim 1.9$

※1) 被害木: 66年9月の風害による。

※2) 立木密度比数

5 四国支場土壤研究室

5-1 スギ林分密度と肥培効果

スギ 12年生林分を haあたり 2000, 3800, 5000, とし肥培効果を検討した。設定後 5ヶ年を経過したが密度効果や肥効に一定の傾向が認められるにいたっていない。現時点では表一 8 に示すとおりであるが、密度効果からは低密度区で胸高直径成長が大きく、樹高は高密度で良い成長を示している。また肥効は直径成長に僅かながら大きい傾向にある。

表一 8 スギ林分密度と肥培効果

密 度 本 /ha	2 0 0 0		3 8 0 0		5 0 0 0	
	区 分	施 肥	無 肥	施 肥	無 肥	施 肥
樹 高 cm	1021	828	1047	821	1012	859
年間成長量 cm	4.6	6.0	5.9	4.6	6.1	7.6
1.2 m の直 径 cm	131	9.6	11.7	10.6	11.8	10.2
年間成長量 cm	1.1	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8
2.3 m の直 径 cm	11.8	8.7	10.7	9.6	10.3	9.2
年間成長量 cm	1.0	0.7	0.7	0.6	0.6	0.8

5-2 連年施肥試験

○ 昭和36年スギ、ヒノキ植栽時から現在12年生林分に達する期間15回の施肥を実施した。総施肥量は haあたり N-1630 Kg, P₂O₅-695 Kg, K₂O-674 Kg である。成長状態は表一 9 に示すとおりである。

表一 9 スギ、ヒノキ連年施肥成長状態

樹 種	処 理	樹 高 m	1.2 m 高の直 径 cm	2.3 m 高の直 径 cm
ス ギ	実 生 施 肥	1014	145	127
	さし木施 肥	942	145	134
	実 生 無 施 肥	888	127	114
ヒ ノ キ	施 肥	801	100	88
	無 施 肥	478	72	58

スギ、ヒノキとともに施肥効果は顕著にあらわれている。最近2～3年間の連年生長量はむしろ無施肥区より劣る傾向がある。

- 施肥の土壤諸性質に及ぼす影響を検討した。pH (H_2O) はスギ、ヒノキとともに施肥区の酸性が強く、とくに表層に強い傾向が認められる。N含量は施肥区に多くなっている。置換性塩基含量のうちK含量は施肥区にやや多いが、Ca、Mg含量はスギ、ヒノキとも無施肥区が多く、とくにヒノキ林に著しい傾向が認められる。
- つぎに腐植の量と腐植酸の形態について、分析した結果を述べる。腐植の抽出はアルコール・ベンゾール→水→0.1 N熱NaOH→0.1 M熱ビロリン酸ソーダ(以下NaPPとする)の逐次抽出法によって分別した。表-26はその量的関係をしめしたものである。全炭素に対する割合をみると、スギ、ヒノキともNaOH抽出腐植は施肥区に多く、NaPP抽出腐植は無施肥区が多い。しかしNaPP抽出の割合は少ないから全可溶性腐植の割合は施肥区に多くなっている。腐植酸の形態は表-27にしめした。NaOH抽出腐植酸ともPQにはほとんど差がみられず、施肥の影響は認められない。RF、 $\log K$ で定義される腐植化の程度は、スギ、ヒノキとも施肥区が進んでいる傾向にあるが、あまり大きな違いは認められないようである。

表-10 腐植の量的関係
(A層0～5cm)

	T-C	水抽出	アル・ ベシ 抽出	NaOH抽出		計	NaPP抽出		計	可溶性 腐植計	残査
				腐植酸	フルボ 酸		腐植酸	フルボ 酸			
スギ11年目 施 肥	1210	1.6 (1.8)	7.2 (5.8)	1.88 (1.55)	4.20 (3.48)	6.08 (5.03)	8.5 (2.9)	2.4 (2.0)	5.9 (4.0)	6.67 (5.52)	4.55 (3.77)
" 無 肥	6.06	1.8 (3.0)	7.2 (1.10)	1.23 (1.03)	2.01 (3.22)	3.24 (4.25)	2.5 (4.1)	1.9 (3.1)	4.4 (7.2)	3.89 (5.07)	1.40 (3.44)
ヒノキ11年目 施 肥	6.00	2.0 (3.3)	5.9 (6.8)	1.34 (2.23)	2.37 (3.95)	3.71 (6.18)	1.2 (2.0)	1.0 (1.7)	2.2 (3.7)	3.93 (6.55)	1.28 (2.20)
" 無 肥	12.67	2.7 (2.1)	9.9 (7.8)	1.29 (1.57)	4.68 (3.70)	6.67 (5.27)	0.9 (2.3)	2.0 (1.6)	4.9 (3.9)	7.16 (5.66)	4.25 (3.35)

註 ()はT-Cに対する%

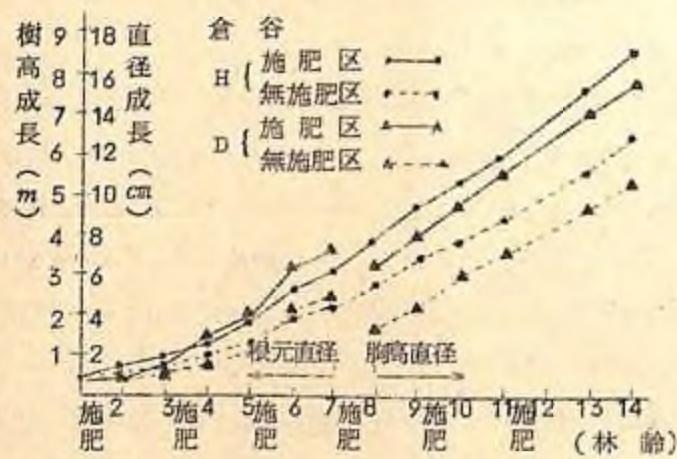
6 九州支場土壤研究室

昭和30、31年宮崎営林署管内に設定したスギ幼令林施肥試験に隔年毎に5～8回施し、閉鎖直前迄の施肥効果を検討した。

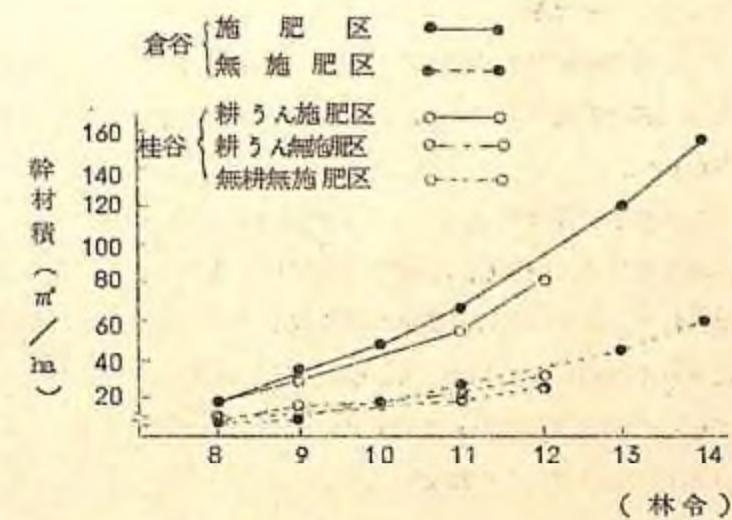
6-1 倉谷試験地：地形は北東向、傾斜30°の平衡斜面で斜面の長さは約60mのBD(d)型土じょうである。30年3月植栽(2500/ha)のスギ(タノアカ)造林地に、同年秋面積0.15haの施肥区と無施肥区を設定した。肥料は固型肥料⑪1号(6-4-3)を用い、植栽木の斜面上方へ半円状に深さ1.5cmの穴を5～6ヵ所掘り、1～3回目は1本当たり150g、4～5回目は倍量、6回目は粒状肥料住友1号(1.5-3-8)200gの施肥量を隔年ごとに6回施した。

倉谷の14年間および桂谷の12年間の樹高、直径、幹材積成長経過は図-7、8のとおりである。

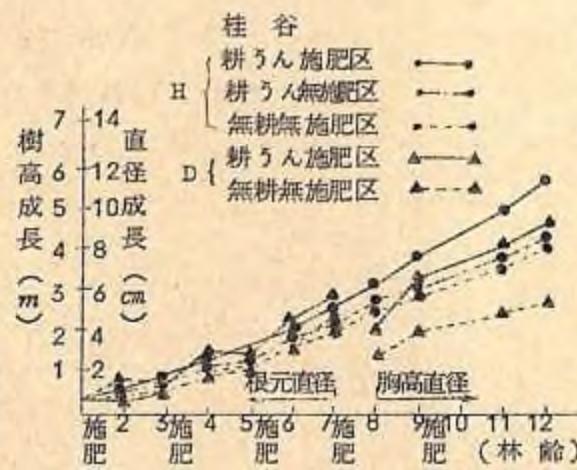
樹高におよぼす施肥の効果は、施肥1年目に多少あらわれたが、特に2回目の施肥をした3年目以降は顕著であった。また試験地を斜面に沿って上、中、下部に分けてそれぞれの部分の成長を4、7、10年目について検討した結果、斜面下部の方が上部にくらべて成長が良く、施肥の効果は斜面の各位置とも有意であり、肥効指数は斜面上部の方が下部より大きな値を示した。7年目まで調べた根元直径における肥効は年と共に増加し、8年目以降の胸高直径でも14年目まではその効果は持続していた。また、幹材積をくらべると8年目で3倍であったものが14年目では約2.5倍の施肥効果が認められた。



図－9 樹高および直径成長曲線



図－10 幹材積成長曲線(試験地による)



6-2 桂谷試験地： 地形は南向、傾斜30°の平衡斜面の長さは約150mの山麓で火山灰性のB1D型土じょうである。83年8月植栽(4,000本/ha)のスギ(オビアカ)造林地に、翌年春面積0.15haの耕うん施肥区、耕うん無施肥区、無耕無施肥区の3区を設け、肥料は⑪1号を1, 2回目150g/本、3, 4回目は倍量、5回目は住友1号200gの施肥量を倉谷試験地同様隔年ごとに5回施した。耕うんは植栽木の間を水平方向に深さ15cmで面積当たり60%の割合で行なった。

各成長とともに倉谷より劣り、特に1, 2年目の樹高が耕うん施肥区と耕うん施肥区は対照の無耕無施肥区より小さい値を示したが、2回目の処理を行なった3年目以降で耕うん施肥の効果は樹高および直径成長とも増大した。また12年生における斜面の位置による差は倉谷の逆となり、施肥、無施肥にかかわらず下部より中部の方が成長が良かった。しかし同じ位置での肥効は各位置とも非常に有意であった。耕うん施肥区の1, 2年目の樹高成長が無耕無施肥区より劣ったのは、図-8に見られるように生育期の7月と8月の降水量が57mmおよび129mmと著しく少なかったためと考えられる。耕うん無施肥区と無耕無施肥区の間には有意な差は認められなかった。

樹体の部位別成長：樹体の部位別重量成長を調べるために、倉谷で9年目に施肥区と無施肥区より標準木よりやや大きい供試木を各1本ずつ選び、調べた結果は表のとおりである。これによると、各成長を肥効指数でみれば幹材積、地上部重量、胸高直径、樹高の順に大きく、また地上部の重量成長では枝、幹、葉の順に大きな値を示し、施肥の効果は枝に最も大きく現われた。

以上のことから、樹高成長は黒色土じょうより褐色土じょうの方が良く、追肥を重ねると成長は3年目頃より急速に増加し、施肥効果も明瞭になってくる。その肥効差は幹材積に最も大きく現われる。また斜面の位置における成長は、下部の方が大きく、肥効は逆に斜面上部の方に大きく現われるようである。植栽初期の生育期に雨量が極端に少ない年は施肥を行なってもその効果は小さいようだ。黒色土じょうにおける表層15cm程度の耕うんでは、効果はあまり期待できそうにない。

表一 11 樹体の部位別重量成長

処理	樹高 (cm)	胸高直径 (cm)	材積 (m ³)	生重量(kg)			
				幹重	枝重	葉重	地上部重(計)
施肥木	725 (141)	14.5 (177)	0.060 (400)	57019 (387)	10684 (504)	52150 (310)	119853 (850)
無施肥木	515 (100)	8.2 (100)	0.015 (100)	14722 (100)	2119 (100)	14832 (100)	33673 (100)

注 昭和36年8月(樹令9年生)の調査資料で()内の数字は肥効指数

7 国有林成木施肥試験 調査結果

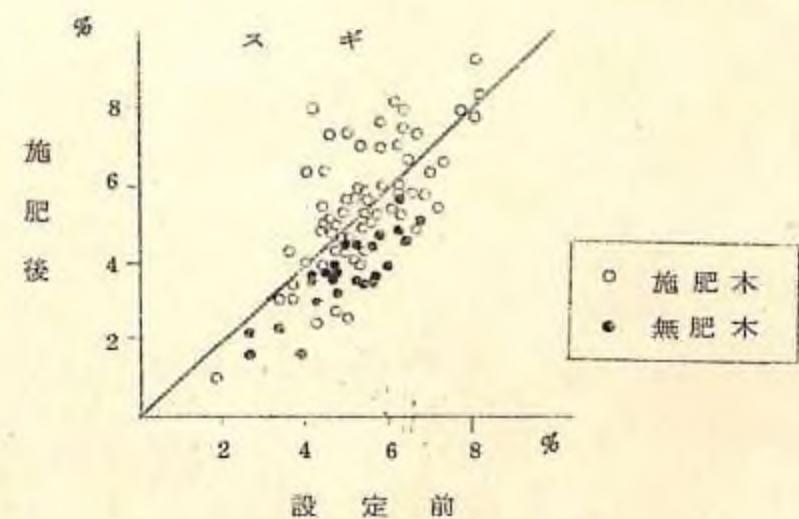
本場 土壌肥料研究室

東北支場育林第3研究室

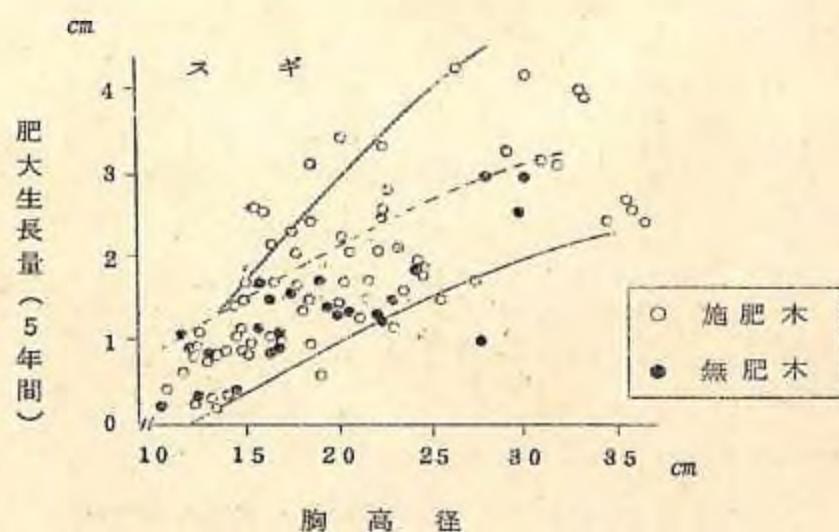
国有林で昭和40年より全国的規模で実施してきた成木施肥試験について、青森、秋田営林局管内については東北支場が調査し、その他の営林局については各局、担当営林署が実施したものである。東北支場で実施した調査方法は各試験地毎に各処理区より0~10本の調査木を選定し、樹幹解析をおこない試験設定前5ヶ年間と設定後5年間の材積成長率を算出し検討したものである。

1-1 青森局 スギ45年生 むつ試験

対照区における設定前の生長率は約3~7%の値を示したが、設定後も同程度の生長を示したにすぎない。施肥区では施肥後の材積生長率が明らかに増加している。また肥効のあらわれ方は図-10に示すように大径木ほど大きい傾向を示した。



図一 設定前、施肥後の生長率の関係



図一 12 胸高直径と肥大生長量の関係

7-3 青森局 アカマツ 5年生 花巻試験地

対照区の設定前の材積生長は3~8%であったが設定後はむしろ低下した。これに対し、施肥区では大部分の調査木が設定前よりはるかに材積生長率を増加している。肥効のあらわれ方は、大、小径木ともにあらわれているが肥大生長量は大径木ほど大きい傾向を示している。

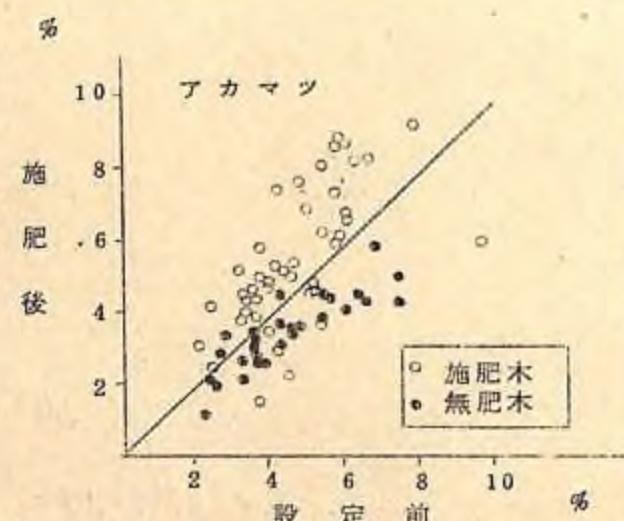


図-13 設定前、施肥後の生長率の関係

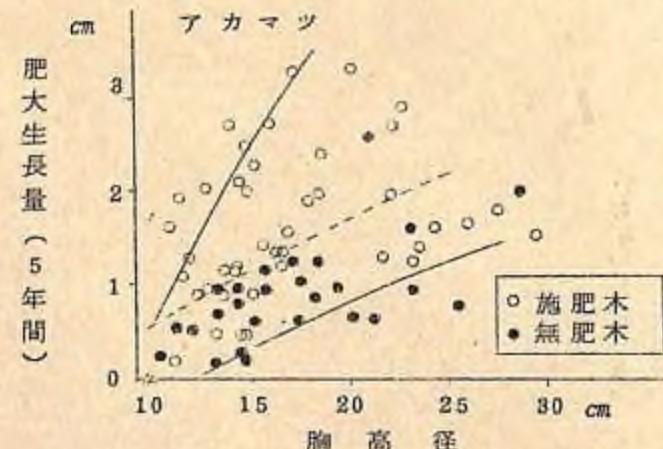


図-14 胸高直径と肥大生長量の関係

7-3 青森局 カラマツ 6年生 岩手試験地

対照区の材積生長率は設定前3~4%程度であって、設定後5年間はあきらかに低下し2~3%に低下している。これに対し、施肥区では施肥後の材積成長率を増加している。肥効のあらわれ方は大径木ほど大きい傾向を示した。

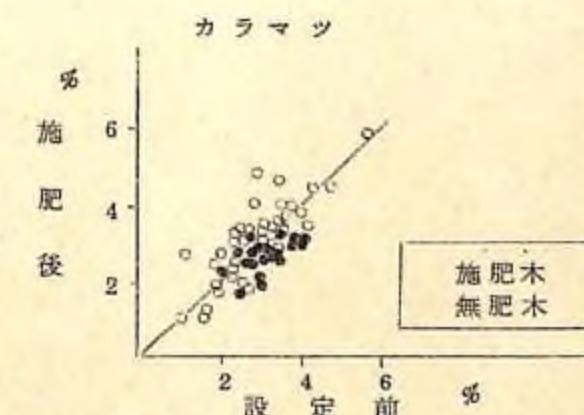


図-15 設定前、施肥後の生長率の関係

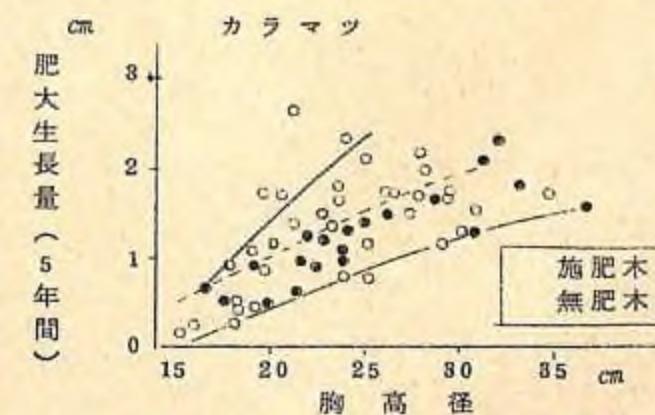
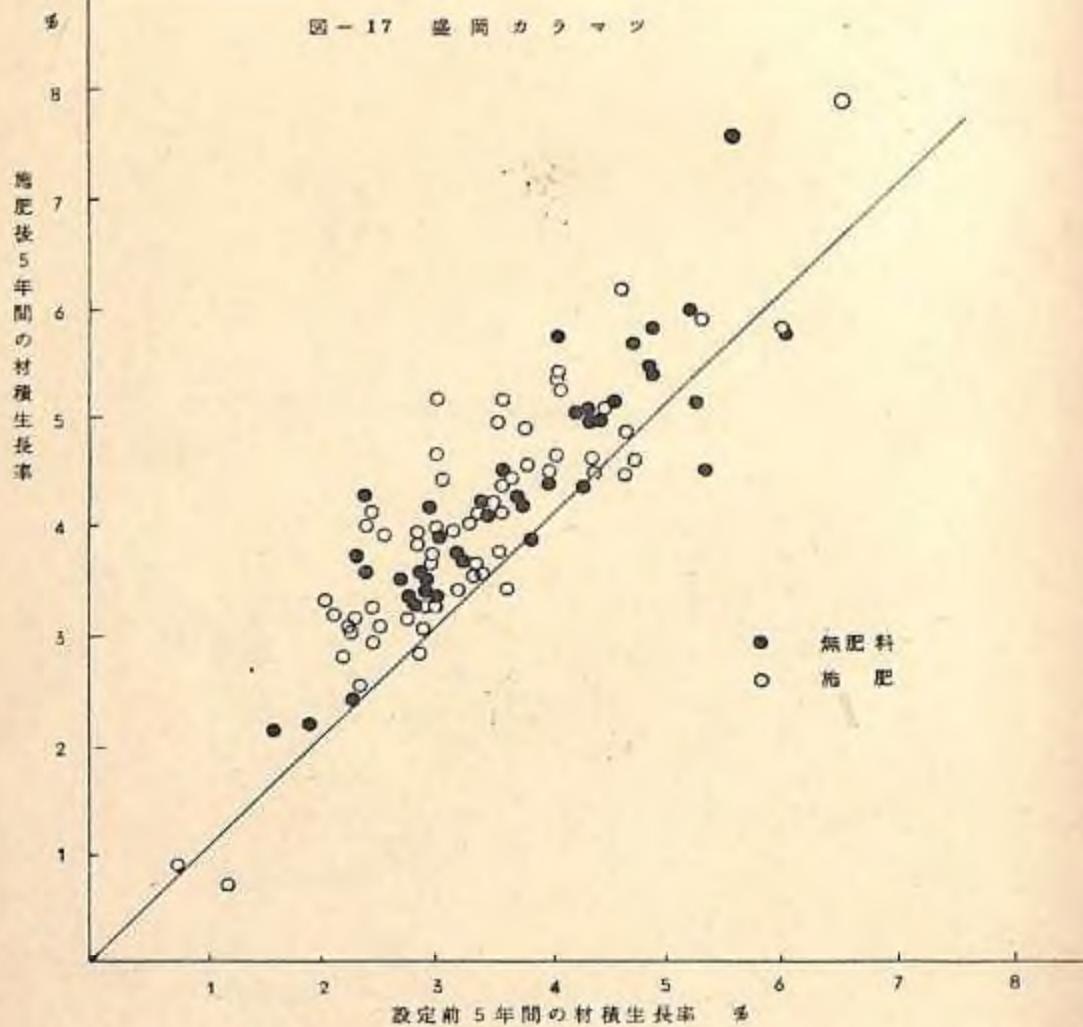


図-16 胸高直径と肥大生長量の関係

7-4 青森局 カラマツ 4-6 年生 盛岡試験地

図-14に試験地設定前、後 5 年間の材積成長率を示した。対照区、施肥区ともに設定後の成長率は上昇したが、施肥効果は認められない。B & D-E(崩積)土壤であり地位指數 2.5 の良好な立地条件であった。



7-5 秋田局 スギ 7-0 年生 白沢試験地

材積成長率は図-15に示す。老令林分のためか設定後の成長率は低下しており、施肥効果は認められない。立地条件がよく、地位指數 2.4 ~ 2.6 を示している。

7-6 秋田局 スギ 4-0 年生 合川試験地

試験地設定前、後 5 年間の材積成長率は低下している。施肥効果は一部の土木に認められるがその効果は僅かなものであろう。B & D-E(崩積)の土壤であり、立地条件がよく地位指數 2.0 ~ 2.3 を示している。

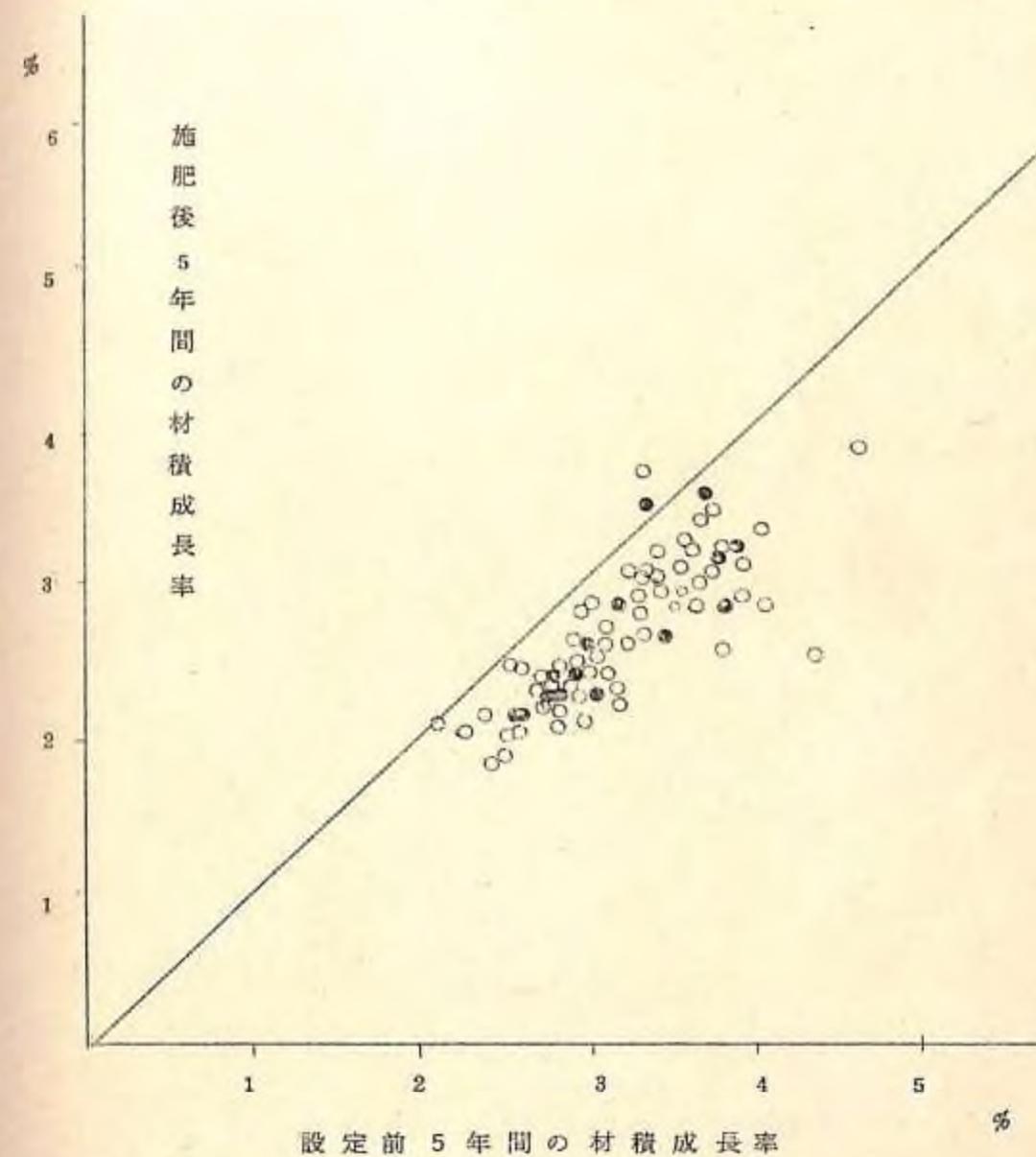
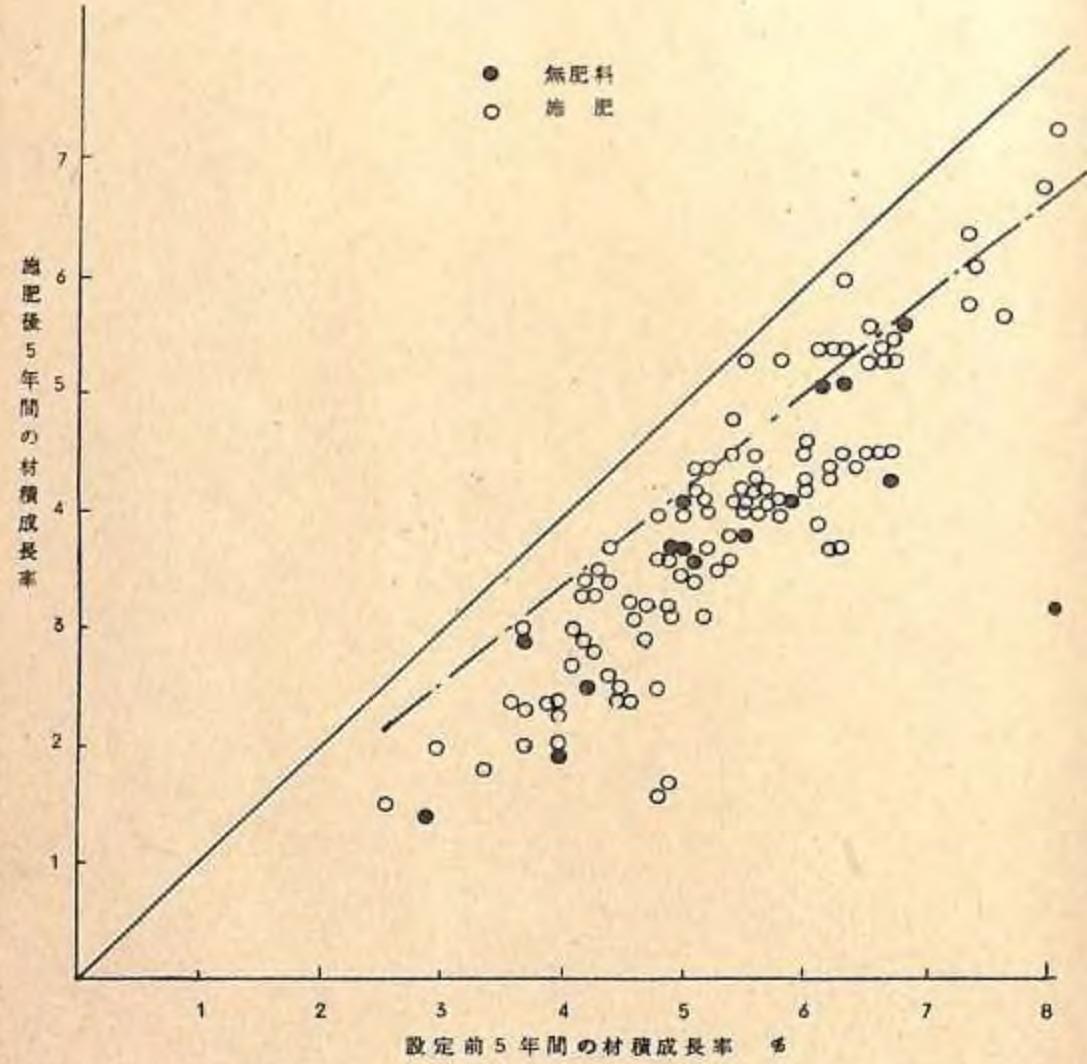


図-19 合川スギ試験地



7-7 その他の試験地

1)～6) 試験地と同様に施肥前5年間、施肥後5年間の材積成長率より肥効を判定した。調査結果は別表のとおりである。スギ林では7試験中、半数の3試験地では顕著な肥効が認められ、ヒノキ林では8試験地中、1試験地が肥効をあらわし、アカマツ林では9試験地中、3試験地が顕著な肥効をあらわした。カラマツ林では4試験地中、2試験地が僅かながら肥効をあらわしている。

別表-1 国有林における成木施肥試験

局	署	樹種	樹令	肥効 有無	材積成長率増 減	土壤型	樹幹折 解本数	過木方法	年輪の読み とり方法	備考
青森 秋田	むつ 白石	スギ スギ	4.5 7.0	顕著 なし	1～4 % 1～3 %	BD～BD (d) BD～BD	各区6～10本 各区10本	胸高直径階分布 胸高直径階分布	1年輪毎 1年輪毎	林試東北支場調査 林試東北支場調査
前橋	川合	スギ スギ	4.6 6.9	有 顕著	1～3 % 2～5 %	BD BD	各区10本	胸高直径階分布	1年輪毎	林試東北支場調査
大坂	大田原 湯沢	スギ スギ	0.5 4.2	顕著 なし	2～5 %	BD BD (d)	各区10本	平均木・大径・小径別	施肥年度中心	計画林業共同試験地 計画林業共同試験地
前橋	中之条	ヒノキ ヒノキ	6.4 5.8	不明 なし	1～2 %	BD	各区6本	胸高直径階分布	施肥年度中心	林試東北支場調査
大坂	福島	ヒノキ ヒノキ	6.2	なし	1～2 %	BD (d)	各区5本	平均木・大径・小径別	施肥年度中心	林試東北支場調査
前橋	尾花	ヒノキ アカマツ	5.5 5.5	有 顕著	1～3 % 1～2 %	BD (d)～BD BD (d)	各区10本	胸高直径階分布	1年輪毎	林試東北支場調査
大坂	本郷	アカマツ アカマツ	6.5	不明	1～2 %	BD	2～8本	平均木・大径・小径別	施肥年度中心	林試東北支場調査
青森 大坂	盛岡 草大	カラマツ カラマツ	0.1 5.3	なし 有	1～2 % 1.5程度	BD-E BD	各区10本	胸高直径階分布	1年輪毎	林試東北支場調査
前橋 長野	手津町 大	カラマツ カラマツ	0.0	不明	1～2 %	BD-E	各区6本	胸高直径階分布	常法?	施肥効果の解析困難

8 成木林肥培のとりまとめ

以上本支場でおこなわれた試験成績ならびに各県林試で実施してきた試験成績を参考に次のとおりまとめた。

(1) 林分密度と施肥効果—優勢木と劣勢木の肥効

1) 密度の高い林分での肥効はあらわれにくいといわれているが、このような林分内では立木の優劣の差が明らかであり、優勢木では肥効をあらわすものと解せる。しかしこの場合林分としてみた場合には1部分の立木の肥効であって林分の施肥効果は小さい。したがって施肥効果を充分發揮させるためには適正な林分密度が必要であろう。

2) 適正な林分内でも優勢木と劣勢木とでは肥効のあらわれ方は異なる。すなわち着葉量の多い優勢木では肥効は大きく着葉量の少ない立木では肥効は小さくあらわれる。樹冠の発達の悪い林分では大径木、小径木を問わず同程度の肥効を期待することができるだろう。

(2) 樹形にあらわれる肥効

施肥効果は針葉の着分含有率を高め、樹冠の発達を促進し、樹高成長にあらわれ直徑成長では樹冠下部の肥大成長を促し、次第に胸高直径の肥大生長としてあらわれる。

1) 樹冠下部の肥大成長は、林分密共、優成木、劣勢木等林分の状態によってそのあらわれ方も異なるものと思われる。肥培効果は樹冠内部の肥大成長量が大きいといわれるがその傾向は対照木も同様である。肥培効果の大きくあらわれた優勢木では幾分樹冠下部の肥大成長が大きく、完満^{※1}な傾向を示す。完満な材を得るために枝打間伐をおこなうことがより効果的であり、施肥により容易に完満材を得られるとは問題がある。

※1 完満度をあらわす指標として加納は H/D 比を用いている。同一林合では林分密度や枝下高の位置により H/D 比を用いて完満度はあらわされるが、肥培木の場合には施肥効果は樹冠下部の肥大成長としてあらわれても樹高も同時に伸長増としてあらわれるから H/D で表現するのはむずかしい。肥培木の完満度は造林歩止りという立場からの検討が必要であろう。

2) 肥培により完満な材が得られると胸高形数も大きくなるように想定されるが、肥培効果の大きくあらわれた優勢木では樹冠下部の肥大成長は大きく、樹高伸長量も大きくあらわれる。このため胸高形数はむしろ低下し、肥培効果のあらわれない劣勢木では反対に胸高形数は大きくなる場合もある。林分として肥培効果と胸高形数を考えるならば現

時点では変動しないとみるべきであろう。

(3) 土壌の性質と肥効

土壌の理学性は良好であるが養分の乏しい林地において肥効はあらわれやすい。肥沃な林地では葉の養分含有率も高く、N含有率 1.8% 以上の林分での肥効はあらわれにくい傾向にある。

(4) 枝打、間伐と施肥効果

1) 枝打により成長は減退するが、施肥によりある程度の成長回復は期待できる。良質材生産の立場からは枝打、施肥は効果的なものとみられる。

2) 間伐時の肥培は閉鎖造の時間的経過を早める。樹冠の発達を促進し地力の減退を防止する上からも効果的と解せる。

(5) 肥料の種類と施肥量回数

肥効は施肥当年もしくは翌年にあらわれ、翌年さらに施肥することにより肥効は 5 年程度持続^{※2}するものと考えられる。施肥量は現時点では N 70 ~ 100 kg/ha^{※3} 程度とし、針葉にあらわれる肥効をみながら 1 ~ 2 回おこなう。肥料の種類は窒素、単肥または化成肥料^{※4}どちらでもよいが、材木の栄養的見地と地力維持増進の立場から三要素施肥が適当であろう。

※2 肥効の持続は施肥により葉の養分含有率が増加し養分の蓄積効果が肥効の持続としてあらわれるようであり、肥料が土壤中で 2 ~ 3 年保持され肥効をあらわすものとは解したい。

※3 林地における施肥窒素の硝酸化成作用を検討した結果、土壌の種類、化学的性質母材等により異なるが、施肥量の大部分は 7 ~ 8 月の高温時に硝酸化成が進み、翌年の硝酸化成のピークは認められない。このため多量施肥の意味はなく、むしろ少量を分施する方が効果的と考えられるが、さらに検討を要する問題である。

※4 化成肥料は農業用、林業用をとわず施肥効果をあらわしているが前記硝酸化成作用より緩行性肥料の利用を検討すべきであろう。

(6) 肥培林地の土壌変化

土壌の理化学的性質の変化は皆伐による変動がかなり長期間継続し回復にかなりの年数を必要とする肥培林地の土壌諸性質の変化は、このため連続的な調査を必要とする。土壌の性質は林分の状態による自然的な変動があるからその流れの中で施肥がどの様な影響を支えるかを調査しなければならない。瘠薄林地等での結果もあるが、今後のデータの蓄積