

山梨県林業試験場報告

第 8 号

昭和 34 年 3 月

安藤 愛次
小島 俊郎

林地肥培

固形肥料の施用量試験

要 旨	3
1 まえがき	3
2 試験地の概況	4
3 試験地の設定および経過	14
4 試験の成績	14
5 施肥効果の判定	22
6 試験成績に対する考察	25

山 梨 県
林 業 試 験 場

山梨県富士吉田市上吉田町

林地肥培

固形肥料の施用量試験

目次

要 旨	3
1 まえがき	3
2 試験地の概況	4
3 試験地の設定および経過	14
4 試験の成績	14
(1) 測定および資料整理の方法	14
(2) 設定時樹高の均一性	15
(3) 伸長成長	16
(4) 根の成長	21
(5) 肥大成長	22
5 施肥効果の判定	22
6 試験成績に対する考察	25
文 献	31
附 表	32

ABSTRACT Applications of granular fertilizer were tested with the species of Karamatu (*Larix leptolepis*), Sugi (*Cryptomeria japonica*), and Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) young plantations in north-west, east and south part of Yamanashi prefecture.

1. The effect of fertilizers varied considerably at different sites, even on identical soil types. At the foot of Mt. Yatugatake, soil properties in where was very poor, and soil type showed Blw (wet black soil), fertilization on Karamatu gave any effect in growth. At Magi plot, mother material of soil made from granite, growth of Sugi was increased by the fertilization in Be (weakly dried brown forest soil), however, there was no response to fertilizers in Bd (moderately moist brown forest soil).

2. Height growth of Sugi increased from 20 from 100 percent with the application of fertilizer varying from 6 to 18 grains per tree (weight of a grain is about 15 gr, and contained N : 6, P₂O₅ : 4, K₂O : 3%). But in one case, hight of Sugi applied 18 grains elongated only about 20 percent more than untreated one.

Hinoki increased in hight from 10 to 15 percent as 6 grains applied, and Karamatu increased in hight from 20 to 30 percent with the application of 3 or 6 grains.

3. The growth in diameter responded by the fertilization, but the increment in diameter was less than in hight. With respecting to the root system, it seems that the treated tree has rich fine roots as compared to untreated one.

4. In this trials, deviation in individual trees had rather wide range, the coefficeance of variation showed about 0.3, and this value in each species was in decreasing order, Sugi, Karamatu, Hinoki, and the value increased with progressing to the years after planted. Responses to the fertilizers tended to be proportional to the deviations mentioned above.

5. From results of statistical analysis in variation, it was recognized in every plots that the increments of hight growth treated at the rate of

3 ~ 18 grains per tree, was not so evident compared to the variation between the sites, according to the micro topography.

6. Correlation between the hight of seedling at the time of planting and the hight grow after planted was disturbed by the fertilization. Deviations of individual trees in treated plots was less than in controls.

要 旨 山梨県の北西部、東部および南部の三地域で、カラマツとスギとヒノキについて、固形肥料の用量試験をおこなつた。

1. 効果のあらわれかたは試験地により差があつた。土壤の理化学性がきわめてわるい八ヶ岳山麓のBlw型土壤では、カラマツの肥効はみられなかつた。花崗岩を母材とするスギの試験地では、B_D型よりB_C型に肥料の効果がみとめられた。
2. スギは6~18gの施肥により、20~100%伸長量がますことがみられたが、試験地によっては18gの施用により、20%の増加にとどまつた。
ヒノキは6gの施肥により、10~15%のましが、カラマツは3~6gの施肥により、伸長量が20~30%おこなつた。
3. 肥大成長もます傾向はあつたが、施肥による効果は伸長量ほどはつきりしない。
なお施肥により、カラマツの細かい根がおおくなるようであつた。
4. 山へうえた木の伸長量は、個体による差が大きく、変異係数が0.3内外であつた。
このフレはスギがもつとも大きく、カラマツ、ヒノキの順であつたが、この値が年とともに大きくなるのは、いずれの樹種にも共通していた。
5. 試験区のあいだのフレのなかでは、施肥によるちがいよりも、その試験区のおかれてある位置による差の方が、この試験計画のなかでは大きかつた。
6. うえた苗木の大きさと、その後の伸長量との関係で、この相関性は施肥に量よりみだされた。また施肥したものの個体のフレは、無肥料のものよりちいさかつた。

1 ま え が き

収かくまでの期間から考えて、林木における1カ年は普通の農作物の1週間にもあたらぬ短期間といえる。山梨県にはじめて林地肥培試験地が設けられたのが、昭和28年なので、5年たつたわけ

である。だがこの5年の歳月も木の一生からみれば、ほんの幼令期にすぎない。

しかし現実には山への施肥がおこなわれているので、木の一生の長いことをかこつてばかりはいられない。急がずあせらず成果をつみ重ね、林地肥培技術の確立を旨とするのが、われわれ試験担当者にあたえられた使命と考える。この意味からいまの試験地は今後とも測定をつづけることは勿論であるが、林地肥培試験が、3年継続の現地適用試験に、昭和30年に指定され、32年で終わったので、一応とりまとめて報告する。

とりまとめに当つては、昭和32年の測定時までには枯れたものは、さかのぼつて野帳を再検討して除去し、再計算した。過去に中間報告したものと、いささか数値がちがうのはそのためである。施肥効果の判定には、統計的な処理をおこなったが、その時の有意水準は、林木が10~20年たつと除、間伐などで30~40%がのぞかれることから、10本のうち8本の確実性をもとにした。なお統計上の計算には、われわれの非力のために幾多の誤用や濫用があるかと思われる。あやまちを御教示いただければ幸いである。

2 試験地の概況

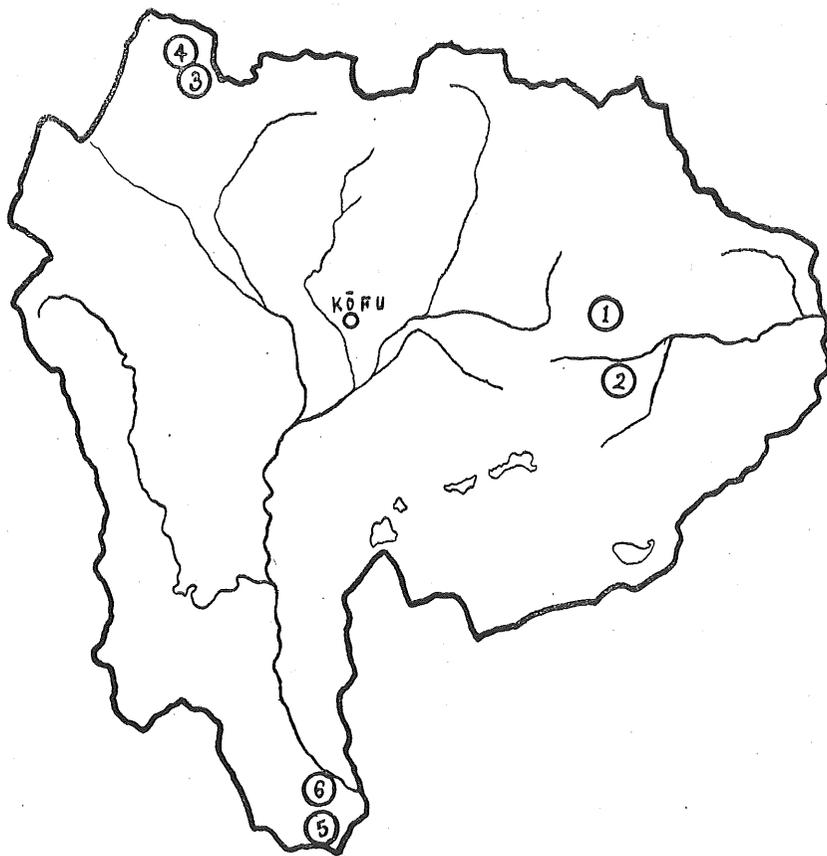
気象がちがう地域におのおの2カ所宛、6試験地がある。真木と近坂は県の東部で相模川の上流にあり、念場原、美森は西北部の八ヶ岳山ろくにあり、釜無川の流域にはいる。現地適用試験として設定した石合は富士川流域で県の最南部にあたる（第1~4図）。

第1表 試験地の位置、地形、地質

No.	位 置	標 高(m)	傾斜	方 位	地 質	母 材 料
1	大 月 市 真 木	1140	5	S80E	花崗岩	花 崗 岩
2	北都留郡初狩村近坂	500	25	S60E	第三紀	安 山 岩
3	北巨摩郡高根村念場原	1290	10	S20W	安山岩	火 山 灰
4	〃 大泉村美森	1620	5	S30E	〃	〃
5	南巨摩郡富沢町石合	430	25	N10E	第三紀	頁岩、礫岩
6	〃 〃	340	30	N20E	〃	〃

微地形は第5~第9図にしめすように、真木は小沢にはさまれた尾根の末端であり、近坂は沢のつめで、斜面はC型地型である。

念場原は八ヶ岳山ろくの山脚部で、中央部がやや凹地となつている。美森は山腹部にあり、地型はD型で傾斜はなрий。



第1図 試験地の位置

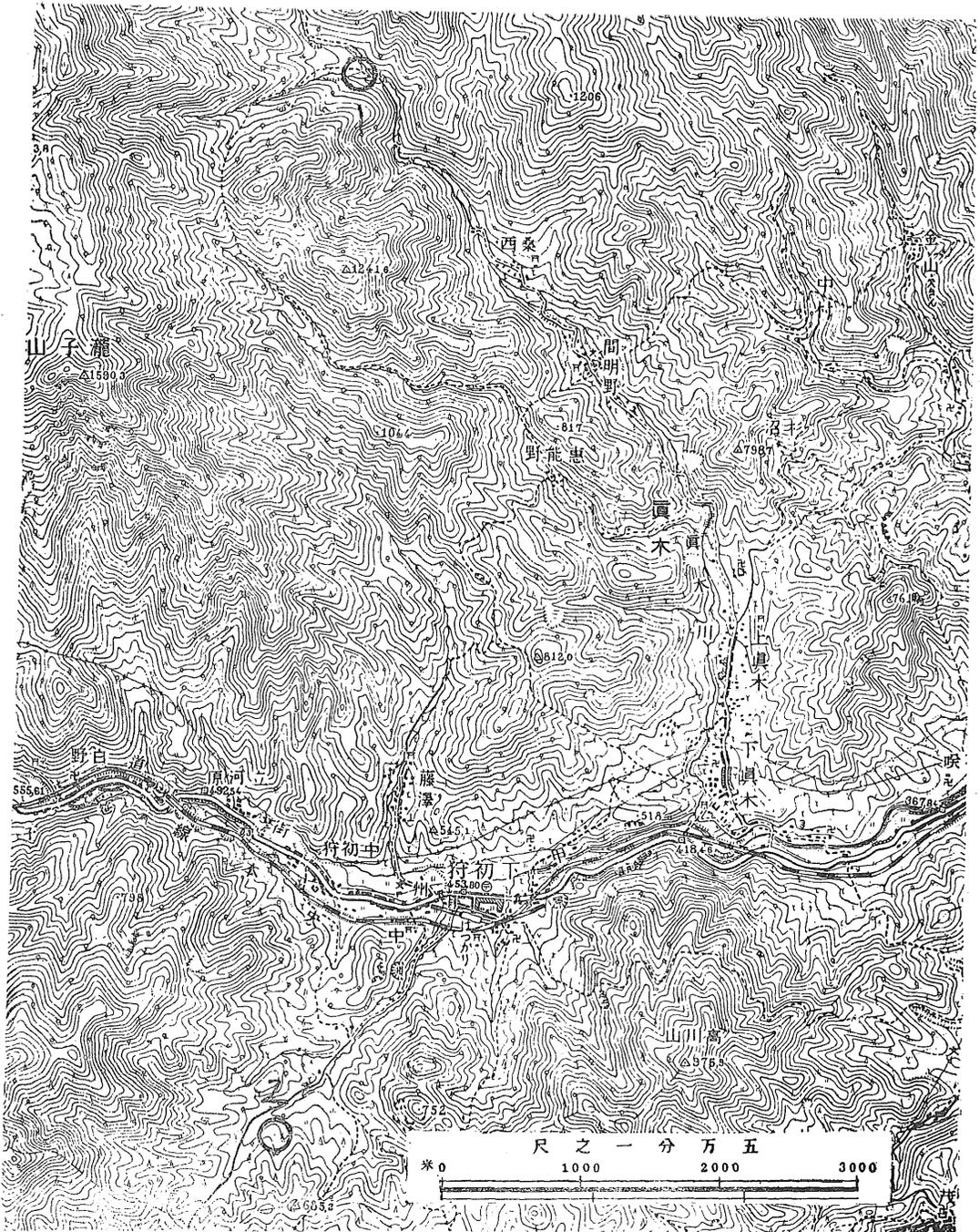
石合はNo.5 が山腹の上部, No.6 が下部にあり, 複合斜面で, 各試験地の斜面型はNo.5 がD型, No.6 がC型斜面である。

なお微地形図は石合が縮尺 $1/5000$, 等高線の間隔 $20m$ で, 他はいずれも縮尺 $1/1000$, 等高線が $1m$ の間隔である。

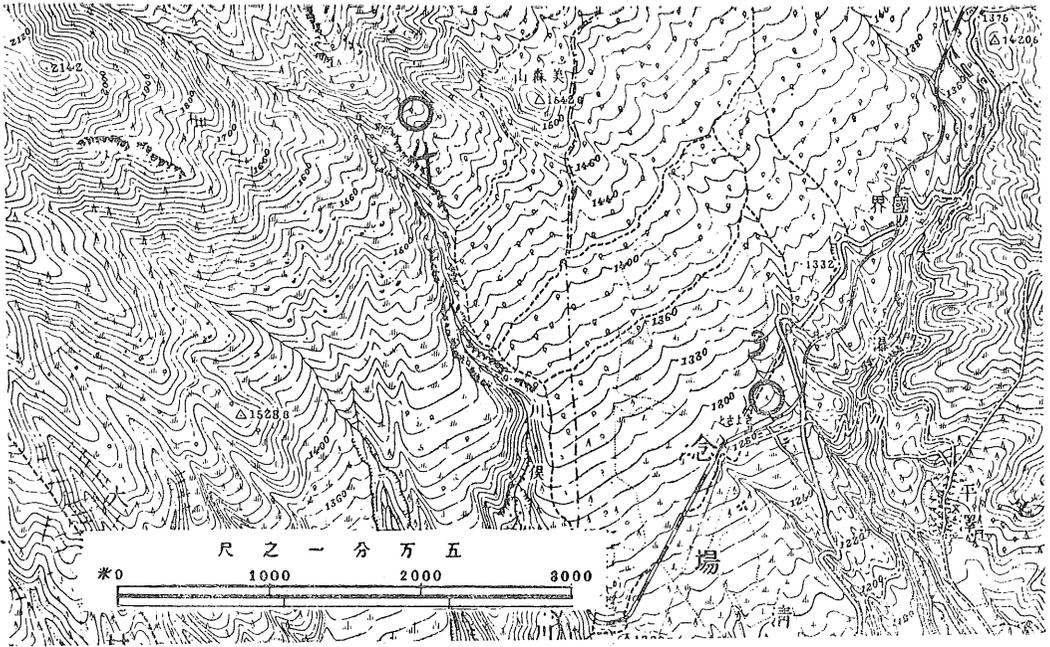
試験地の中央部にちかいところで, 代表断面をつくり採土したが, その断面図と記載および土壌の分析結果をつぎにしめす(第10~13図, 第2~3表)。これより各試験地の立地的な特徴をあげるとつぎのとおりである。

(1) 真木試験地

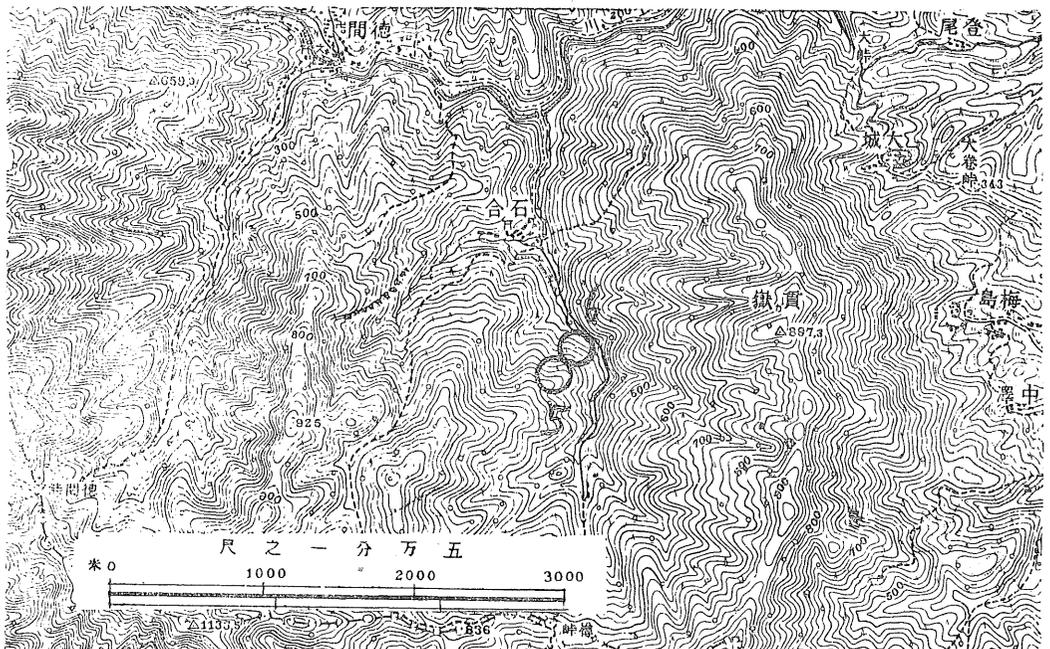
B_D型が大半をしめるが, 斜面の上部はB_C型である。断面の特徴はA層下部およびB層がかたくて, やや nutty 構造の発達することで, 分析の結果では, 細土に粗砂, 細砂がおおく70%以上



第2図 試験地の地形 — 真木, 近坂 —

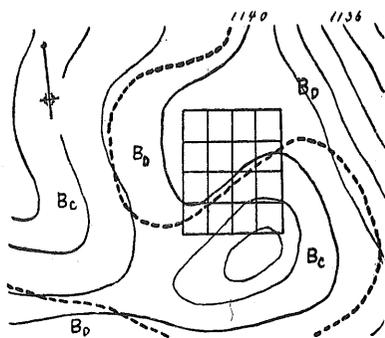


第3図 試験地の地形 — 念場原, 美森 —

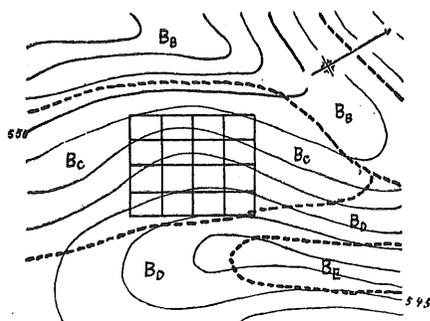


第4図 試験地の位置 — 石合 (1), (2) —

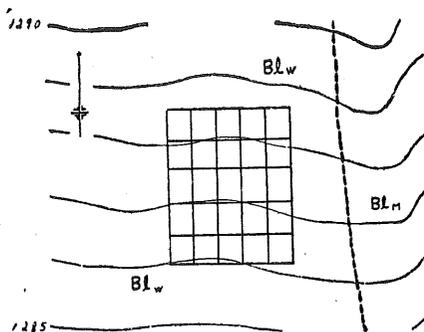
ふくむことが目立つ。植生はB_D型にスズタケがおおく、B_D型にはススキ、エノコログサなどがみられる。



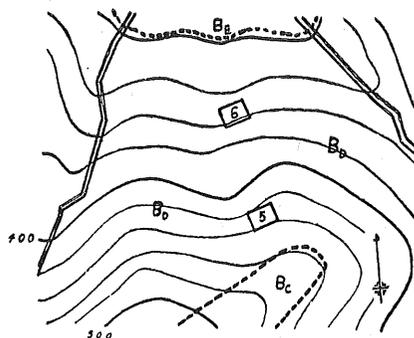
第5図 微地形図 — 真木 —



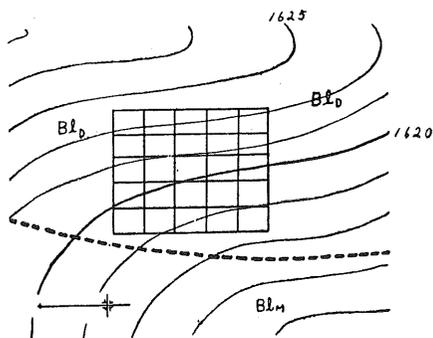
第6図 微地形図 — 近坂 —



第7図 微地形図 — 念場原 —



第8図 微地形図 — 美森 —



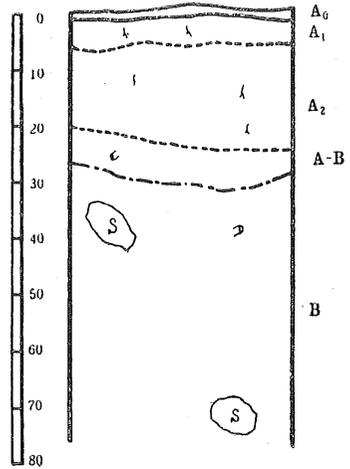
第9図 微地形図 — 石合 —

B_D 型土壤 (匍行土)

地 形：山脚部のA型 傾 斜：5°
 方 向：S80E 標 高：1140 m
 母 岩：花崗岩

土 壤 断 面

- A₀ : 特に発達せずF, H層ともほとんどみとめられない。
 A : 20~23cm 帯褐—黒 (10~10), 腐植とむ, crumb 下部に nutty あり, L, 軟, 潤
 A-B : 6~10cm 帯黄—暗黄褐 (6~3), 腐植含む。一部に nutty あり, L, 堅, 潤
 B : 30+ 暗—黄褐 (5~2), 腐植とぼし, 角礫を含む, 構造なし, 堅, 潤
 植 生 スギ造林地 草本：ススキ, イヌヤマハツカ, ヤマトウバナ, エノコログサ



(2) 近 坂 試 験 地

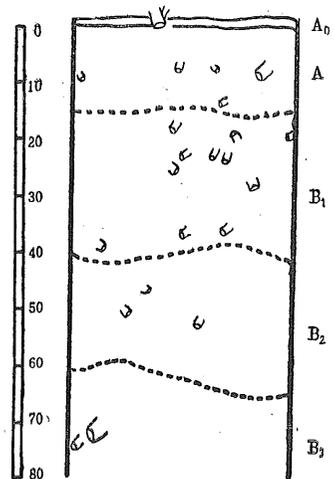
Bc型が大半をしめるが, 斜面の上部では granular, 下部では crumb 構造がまざる。断面の特徴はB層の下部が堅密で, 総じて nutty 構造の発達がいちじるしいことである。分析の結果からは, 細土中に微砂が50%をふくむことで, 火山灰が母材料であることを如実にしめしている。植生としてはアズマネザサが crumb 構造のおおい斜面の下部に密生していることが目立つ。

Bc 型土壤 (匍行土)

地 形：山脚部のC型 傾 斜：25°
 方 向：S60E 標 高：500 m
 母 岩：安山岩 母材料：火山灰

土 壤 断 面

- A₀ : アズマネザサの落葉が主で, L層はあるがF, H層はほとんどない。
 A : 10~15cm 帯黄—暗黄褐 (6~1), 腐植とむ, nutty, C L, 軟, 湿
 B₁ : 20~35cm 暗—黄褐 (5~4), 腐植ふくむ, nutty, C, 軟, 湿
 B₂ : 15~25cm 暗—黄褐 (5~5), 腐植とむ, massive, C, 堅, 潤
 植 生 ヒノキ造林地 低木：アカマツ 草本：アズマネザサ, ススキ



(3) 念 場 原 試 験 地

B₁型土壤の湿潤型である。深さ 10 cmから過湿で, 分析の結果でも含水量が 70%をこしている。容積量が30~40, 孔隙量が80~90%, C, Nの含有量がおおく, 酸性がつよく, バン土性が強くて, リン酸吸収力が高いなど, いずれも黒色土としての特徴といえよう。

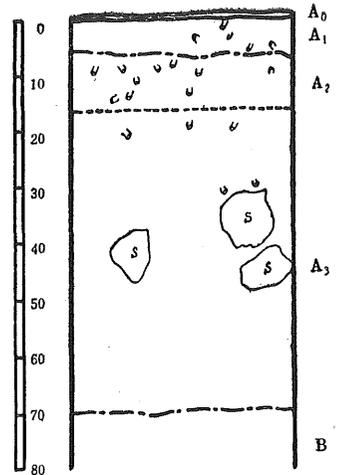
Blw型土壌 (崩積土)

地 形：平坦地 傾 斜：5°
 方 向：S30E 標 高：1290m
 母 岩：安山岩 母材料：火山灰

土 壤 断 面

- A₀：ススキなど草本の落葉が主であるがうすい。
- A₁：7~12cm 帯褐—黒(10—12), 腐植すこぶるとむ, massive, SiCL, 堅, 過湿
- A₂：8~13cm 灰黒(10—15), 腐植すこぶるとむ, massive, SiL, 堅, 過湿
- A₃：40cm+ 帯褐—黒(10—13), 腐植すこぶるとむ, massive, SiL, 堅, 過湿

植 生 カラマツ造林地 低木：レンゲツツジ, ノリウツギ
 ズミ, アカマツ 草本：ススキ, ヒメシロネ
 タチフウロ, カラマツソウ, ミズギボシ
 アキノキリンソウ, ワレモコウ, マツムシソウ



(4) 美 森 試 験 地

B_{1b} 型土壌の乾燥型である。深さ15 cmから massiveで、かたいことが断面の特徴である。念場原試験地にくらべれば水分条件はいくらかよいこと、C, Nの含有量がよりおおく、置換酸度もより高い。理化学性と植生も黒色土の特色をしめしている。

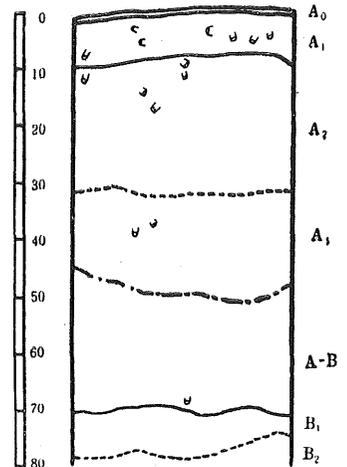
B_{1b} 型土壌 (残積土)

地 形：小尾根附近のD型 傾 斜：12°
 方 向：S20W 標 高：1620m
 母 岩：安山岩 母材料：火山灰

土 壤 断 面

- A₀：草本の落葉が主であるがうすい。
- A₁：7~14cm 帯褐—黒 (10—12), 腐植すこぶるとむ。granular, SiL, 軟, 潤
- A₂：13~23cm 黒 (10—17), 腐植すこぶるとむ。0.5cmの礫点在, massive, SiL, 堅, 湿
- A₃：10~18cm 灰黒 (10—15), 腐植すこぶるとむ。0.5~1.0cmの礫3%, massive, SiL, 堅, 湿
- A-B：12~22cm 濁褐(4—6), 腐植を含む, 0.5~1.0cmの礫5%, 構造なし, SL, 堅, 潤
- B₁：4~10cm 淡—黄褐(5—9), 腐植とぼし, 0.5~1.0cmの礫10%, 構造なし, SL, 堅, 潤

植 生 アカマツ造林地 低木：レンゲツツジ, ハギ, シラカンバ, ヤエガワカンバ
 草本：マツムシソウ, ススキ, ヘビネゴザ, アキノキリンソウ, ワレモコウ
 サワヒヨドリ, ウスユキソウ, オトギリソウ



(5) 石 合 (1) 試 験 地

B_D 型土壌であるが, granular 構造がまざり, 強いていえば B_{D-d} 型土壌である。断面の特徴は径2~3cmの礫がA, B層を通じて, 相当ふくまれることであり, 分析の結果からは, 細土中

に粘土が25%以上を占め、土性が軽植土のことと、下層土の置換酸度がたかいことである。

B_D 型土壌 (匍行土)

地形：山腹上部D型 傾斜：25° 方向：N10E 標高：430 m 母岩：頁岩，円礫岩
 土壌断面 A層 30cm, B層 40cm+ SiL

A層には crumb が上部に発達し，一部に granular あり， A, B層ともに礫を含む，
 A層からB層への推移は漸変である，堅，潤

径 2~3cmの礫 (円礫岩の風化物) を A, B層を通じてふくんでいる。

植 生 スギ造林地 低木：ニガイチゴ，キイチゴ，アブラチャン，ミツマタ，ヤマハンノキ
 草本：ススキ

第 2 表 土 壌 の 理 学 性

試験地番号	試験地	樹種	土壌型	層位	層位の深さ (cm)	容(自然状態)重	最大含水量 (%)	採取時含水量 (%)	孔隙量 (%)	最小容気量 (%)	機 械 的 組 成				土 性	
											砂 (%)		微砂 (%)	粘 土 (%)		
											粗砂	細砂				
1	真木	スギ	Bc	A	10~15	58	73	55	76	3	73	39	13	7	20	SCL
				A-B	30~35	76	77	38	72	-6	63	90	16	8	4	S
				B	50~55	65	75	52	78	3	37	73	16	12	15	SCL
2	近坂	ヒノキ	Bc	A	10~15	57	69	60	73	4	44	12	27	50	16	SiL
				B ₁	30~35	75	60	49	68	8	13	48	34	47	5	SiL
				B ₂	50~55	80	60	51	66	7	11	23	16	72	5	SiL
3	念場原	カラマツ	Blw	A ₂	10~15	39	81	75	84	3	41	3	22	55	5	SiL
				A ₃	30~35	36	84	81	85	1	5	51	33	29	21	CL
				B	50~55	40	84	81	84	1	8	52	22	24	24	CL
4	美森	カラマツ	Blp	A ₂	10~15	32	70	52	87	18	40	3	31	39	20	CL
				A ₃	30~35	33	64	56	86	22	6	55	38	32	13	L
				A-B	50~55	39	76	68	82	6	11	50	43	33	17	CL
5	石合(1)	スギ	B _D	A	10~15	—	—	—	—	—	51	22	25	21	28	IC
				B	40~45	—	—	—	—	—	23	53	29	22	25	IC
6	石合(2)	スギ	B _D	A	10~15	—	—	—	—	—	41	57	15	10	33	SC
				B	40~45	—	—	—	—	—	30	59	20	17	24	SCL

第3表 土 壤 の 化 学 性

試験地番号	試験地	樹種	土壌型	層位	層位の深さ (cm)	PH		置換酸度 (y ₁)	炭素 (%)	窒素 (%)	C/N率	簡易検定の結果					リ吸収係数	
						H ₂ O	KCI					リン酸	カルシウム	マグネシウム	マンガン	アルミニウム		
																		+
1	真木	スギ	Bc	A	10~15	5.6	4.4	0.1	7.2	0.55	13	+	+	++	-	++	++	1000
				A-B	30~35	6.2	4.7	0.1	2.7	0.24	11	+	-	+	-	++	-	2500<
				B	50~55	5.4	4.5	0.3	6.2	0.92	7	-	-	+	-	++	+	2000
2	近坂	ヒノキ	Bc	A	10~15	5.9	4.6	0.4	3.6	0.39	9	-	-	+++	-	-	-	2000
				B ₁	30~35	5.8	4.5	0.7	1.9	0.27	7	-	-	+++	-	+	+	2000
				B ₂	50~55	5.9	4.5	0.8	2.3	0.18	13	-	-	+++	-	+	+	2000
3	念場原	カラマツ	Blw	A ₂	10~15	4.7	4.0	8.2	18.6	1.22	15	+	++	-	-	-	++	2500<
				A ₃	30~35	4.8	4.2	3.1	12.1	0.87	14	+	+	-	-	+	++	2500<
				B	50~55	4.8	4.2	2.9	11.1	1.08	10	+	+	-	-	-	++	2500<
4	美森	カラマツ	Blb	A ₂	10~15	4.6	3.9	17.6	22.7	1.69	13	+	++	-	-	-	++	2500<
				A ₃	30~35	4.8	4.1	6.0	19.4	1.14	17	+	+	-	-	-	++	2500<
				A-B	50~55	5.8	5.0	0.4	5.8	0.56	16	+	-	-	-	-	-	2500<
5	石合(1)	スギ	B _D	A	10~15	5.0	4.9	6.1	7.6	1.51	11	+	+++	++	-	+	++	1800
				B	40~45	6.5	4.8	11.8	3.8	0.53	7	+	-	++	-	+	++	1800
6	石合(2)	スギ	B _D	A	10~15	5.0	5.2	1.3	-	-	-							
				B	40~45	6.0	5.4	7.7	-	-	-							

註) 検定結果の記号 - :ごくすくない, + : ややすくない, ++ : 中程度, +++ : ややおおい

(6) 石合(2)試験地

B_D型土壌であるが、過去に耕作されたことがあり、断面の形態にもA層に、森林土壌としては不自然な性質が残っている。石合(1)試験地に比べれば、A層の厚さがややうすく、(1)が円礫で占められるのに対し、角礫が相当にまざっている。土性もやや砂質であり、酸度はややよい。

B_D 型土壌 (匍行土)

地形：山腹中部C型 傾斜：30° 方向：N20E 標高：340m 母岩：頁岩，円礫岩
土壌断面 A層 20~30cm，B層 40cm以上，SL

A層には crumb が発達している。A，B層ともに角礫おとし。

A層よりB層への推移は漸変である。A層は過去に耕作した様相が残っている。

植生 スギ，ヒノキ造林地 低木：ヤマハンノキ，キイチゴ，アブラチャン，ミツマタ
フサザクラ 草本：ススキ，サルトリイバラ，オカトラノオ，ヒヨドリバナ

試験地にかい観測所の資料は第4表のとおりである。

第4表 試験地附近の気象状況

観測所	標高	気 温 (°C)			降 水 量 (mm)	関係試験地
		平 均	最 高	最 低		
大月市大月町	370	13.5	19.2	7.4	1590	真木，近坂
北巨摩郡高根村	1280	8.9	14.1	2.9	1420	念場原，美森
南巨摩郡南部町	150	14.8	19.7	9.7	2520	石合

いずれも温帯にはいるが，3地域のなかでは八ガ岳山ろくがもつとも寒冷で，富士川流域がもつとも温暖で雨にも恵まれている。

試験地の標高，方位，傾斜度から年平均気温を推定するとつぎの通りである。

真木：8°C 近坂：14°C 念場原：9°C 美森：18°C

石合(1)：10°C 石合(2)：10°C

6試験地のうち石合だけが，民有林でほかは県有林である。おのおのの試験地の林況あるいは過去の状況はつぎの通りである。

真木はブナ，ミズナラを主とした広葉樹林を昭和28年に伐採し，翌29年にスギを植栽した。

近坂はコナラ，クリなどの雑木林を皆伐し，昭和23年にヒノキを植えたが，その後の成育が思わしくなく，28年にヒノキを改植した。現在ではヒノキ造林地のなかにアカマツが点々と更新しているが，成育はあまりよくない。

念場原および美森とも八ガ岳の東南に面した広大な緩傾斜地で草原であつた。地元の採草地として利用されていたが，大正の初期から逐時，カラマツの造林がはじめられた。念場原は昭和27年，美森は29年の造林地である。試験地附近の植生はシラカバ，ミズナラ，ヤエガワカンバが点在し，ズミ，ノリウツギ，レンゲツツジ，ミズギボシなど黒色土の指標植物がみられる。

石合は約1千町歩におよぶ森村産業の所有地内にある。(2)試験地は社有林になる前は切替畑として利用されていた。いずれの試験地もスギ林の跡地で，昭和25年の造林地である。造林樹種はスギが大部分であるが，点々とヒノキが混植されている。ヒノキの混植率は(1)が8%，(2)が5%である。

3 試験地の設定及び経過

昭和28年から試験に着手したが、その後昭和30年に林地肥培試験が現地適用試験に指定されたので、新しく石合に試験地を設定した。28年当時は現在のように、樹種による施肥基準量もぎまつていなかったので、一応、1本あたり、窒素5g、リン酸、カリ、おのおの2.5gを基準量とし、肥料も当時、市販されていた成分比6:3:3の固形肥料を用いた。30年度に設定した石合試験地は林野庁からの指示にもとづいて、基準量は1本あたり窒素を11g、リン酸を7g、カリを5gとした。試験の種類はいずれも用量試験で、基準量の半量区と1.5倍量区を無肥料区と比較した(第5表)。

施肥の方法は斜面の上方および左右の3方向で、根際から15cmはなれたところに、深さ5~8cmにほどこした、ただ石合試験地は設定時に5年生であつたので、吸収根のもつとも分布のおおかつた距離50cm、深さ20cmに施肥した。

第5表 試験設計表

試験地	面積 (a)	樹種	植栽年	設定時		1本あたり施肥量				試験区の配置
				林令	年月	半量	基準量	1.5倍量	粒状	
真木	11	スギ	29	0	29.4	3コ	6コ	9コ		ラテン格子法 4 ²
近坂	8	ヒノキ	28	0	28.8 28.8	〃	〃	〃		〃 〃
念場原	13	カラマツ	27	1	28.8	〃	〃	〃	90g	〃 5 ²
美森	18	カラマツ	29	0	29.4	〃	〃	〃	〃	〃 〃
石合(1)	12	スギ ヒノキ	25	5	30.5	6コ	12コ	18コ		乱かい法 3ブロック
石合(2)	12	スギ ヒノキ	25	5	30.5	〃	〃	〃		〃 〃

註) 植栽本数はいずれも1haあたり3000本、粒状とは、ちから粒状肥料(6:3:3)を用う。

試験の設定後、いずれの試験地も毎年7月に下刈を行つたが、念場原、美森は下草があまりのびず植栽年の下刈は必要としなかつた。真木は植栽の翌30年に補植を行つた。また念場原はカラマツがスス病におかされ、その上、地元民の採草により造林木の梢端がぎられたりしたので、30年度の測定を行つて後は試験を打ちきつた。

4. 試験成績

(1) 測定および資料整理の方法

各試験木にはアルミ製のラベルをつけ、各試験区内の全数を成育休止期に樹高とその年の伸長量をcm単位で、根元の直径をmm単位ではかつた。ただ石合試験地では5年生林で設定時の樹高が

1.5mにおよんでいたもので、長さの単位は5 cm とした。

昭和32年度の測定で残存したものだけをさかのぼって取りだし一覧表をつくり、それ迄にかれたものは除いた。近坂試験地は設定当初からアルミ板がとりつけてなかつたので、その後の測定順位などの点で一覧表で個体ははつきりしないものはのぞいた。下刈の際に梢頭をかりとられたものも計算から除いたが、真木試験地での補植苗はふくめて計算した。なお真木では31年5月の晩霜のため、梢端が寒害をうけた。施肥区による差はみとめられず、全面的な被害であつたので、新しくのびた主幹部について測定した。

まず設定時の樹高について、各試験区のあいだの均一性をしらべたが、5%の危険率で有意差のみとめられた試験地では、標準偏差の不偏推定量をもちい、5%危険率、95%信頼度による信頼限界をもとめ、この限界外の樹高のものは計算がらのぞいた。すなわち計算にいった個体は設定時の樹高が5%の危険率で均一性があり、かつその後の成育が正常なものに限つた。

伸長量および樹高の各試験区の平均値についての統計的な処置は、試験期間の全体の伸長量については1本1本の変動を求めて計算したが、各年度の伸長量については試験区の平均値を用いて計算した。

なお真木試験地は土壌型がBc と B_D にわたるので土壌型別にも求め、石合ではヒノキが混植されていたので、ヒノキについても計算した。しかし、この真木のBc, B_D のスギ、石合(1)と、(2)のヒノキの統計的処理は、実験計画のラテン格子法および乱かい法は用いられないので、試験区のみの一元配置法として計算した。

伸長および肥大成長の平均値を求める計算は、少数点以下1位の数字を用いたが、とりまとめて表示する際には、整数位に4捨5入した。またそれらの無肥料区に対する比数を求める計算には少数点以下1位の数字を用いてある。

このほか有意性の検定にも、このような括約がおこなわれている。たとえば総括表のうち、真木のBcにおける半量と基準量との有意性が、おなじ23%増でも危険率が20%と10%とちがうのも、このためである。

(2) 設定時樹高の均一性

平均樹高について各試験区の平均値のふれを計算したところ第6表の結果をえた。

真木、念場原および石合のスギは5%の危険率で均一とはいいいがたい。そこで真木での信頼限界16~44cm、念場原での32~86cmからはずれるものをのぞいた。のぞかれた本数は真木が7本、

第6表 設定時の樹高

試験地	樹種	試験区数	平均樹高 (cm)	標準推定 偏差量 (cm)	変異係数	F ₀			F			
						n ₁	n ₂	計算値	n ₁	n ₂	α 0.05	α 0.01
真木	スギ	16	30.1	7.1	0.23	15	258	2.14	15	200	1.72	2.14
近坂	ヒノキ	16	39.6	8.8	0.22	15	173	1.45	15	150	1.74	2.16
念場原	カラマツ	25	58.7	14.3	0.24	24	412	7.30	24	400	1.54	1.84
美森	カラマツ	25	34.9	3.9	0.11	4	20	2.13	4	50	2.87	4.43
石合(1)	スギ	12	190	50	0.26	11	318	4.20	11	400	1.81	2.29
	ヒノキ	11	150	42	0.28	10	19	1.18	10	19	2.38	3.43
石合(2)	スギ	12	161	46	0.31	11	339	11.25	11	400	1.81	2.29
	ヒノキ	8	135	44	0.33	7	9	0.64	7	9	3.29	5.62

註) 変異係数は標準偏差の不偏推定量を平均値でわつて求めた。表中の n₁ n₂ は自由度を、α は危険率をしめす。

念場原が45本であつた。

念場原と石合の標準偏差の大きいのは、設定時が植栽後1年および5年のためである。

石合は設定時の樹高とその後の成育に相関性があるという仮説をたて、共分散分析を行つたが明瞭な相関性はみとめられず、試験区ごとの設定時の樹高の平均値の差は有意でなかつたので、施肥効果の判定には、分散分析法によつた。

なお設定時の供試本数と、とりまとめに用いた測定本数とはつぎの通りである。

	真木	近坂	念場原	美森	石合(1)	石合(2)
設定時本数	320	191	325	352	371	375
計測に用いたもの	172	135	241	294	357	367

(3) 伸 長 成 長

設定時の樹高と、年度別の伸長量を試験区とブロック別に表示する。7~14表のなかで伸長量のうち設定して2年以後の欄の左側は、その年の伸長量をしめし、右側はそれまでの伸長量の合計値をしめす。

また施肥の効果をみるために、試験区ごとの各年度の伸長量とその合計について、無肥料区を100としたときの比数を表示した。

各試験地の伸長量とその比較表を第7~14表および附表第1~10表にしめす。このうち真木は試験全体に対する平均値（附表第1表）と土壌型にわけて求めた平均値をかかげた。近坂はまえに断つたように各個体の一覧表で、測定年次ではつきりしていた昭和28, 30, 32年の測定値を用いたので、結局、測定間かくが2年ということになった。

各年度の伸長量とその年までの総伸長量について、試験区別に図示すると第14~20図のとおりである。

第7表 伸長量の比較 — 真木 —

土壌型	試験区	29年		30年		31年		32年		合計	
		実数	比数								
Bc	無肥料	14	100	14	100	18	100	19	100	65	100
	半量	16	107	20	147	16	90	28	148	80	123
	基準量	19	129	17	127	17	95	27	141	80	123
	1.5倍量	22	157	18	132	23	127	36	187	99	151
B _D	無肥料	19	100	32	100	41	100	51	100	143	100
	半量	18	95	29	91	49	120	43	85	139	98
	基準量	18	95	30	93	38	93	44	86	129	91
	1.5倍量	25	132	33	105	39	96	49	95	147	103

第8表 伸長量の比較 — 近坂 —

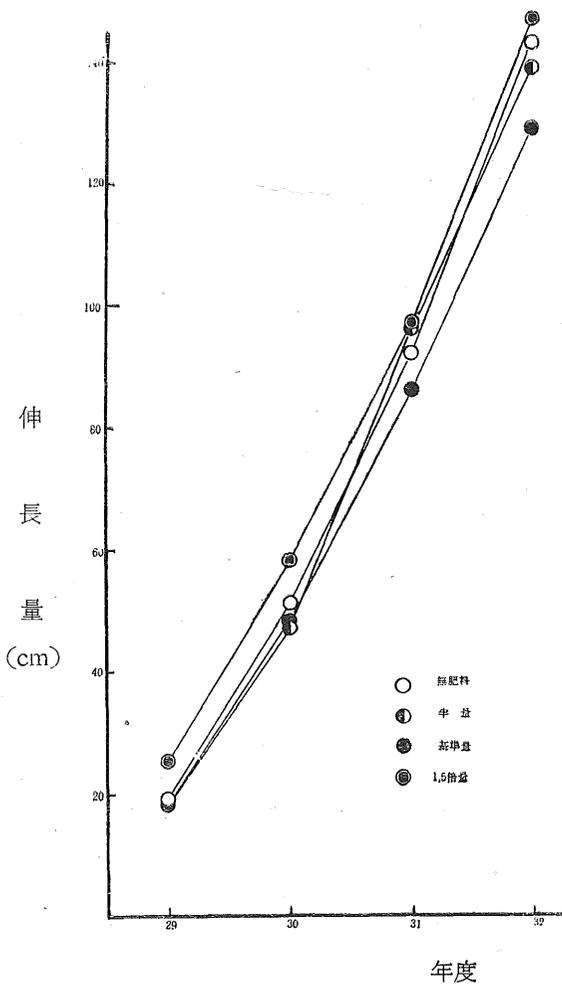
試験区	28~30年		30~32年		合計	
	実数	比数	実数	比数	実数	比数
無肥料	64	100	47	100	112	100
半量	62	97	45	96	108	97
基準量	70	109	60	126	130	116
1.5倍量	70	109	53	112	123	111

第9表 伸長量の比較 — 念場原 —

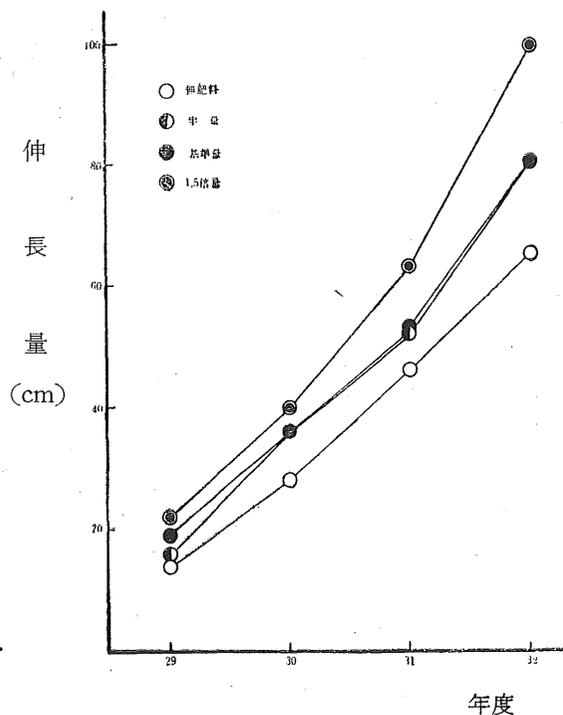
試験区	29年		30年		合計	
	実数	比数	実数	比数	実数	比数
無肥料	16	100	24	100	40	100
半量	13	80	19	80	32	80
基準量	16	102	25	102	41	102
1.5倍量	19	124	30	123	49	123
粒状	13	80	18	75	31	77

第10表 伸 長 量 の 比 較 — 美 森 —

試 験 区	2 9 年		3 0 年		3 1 年		3 2 年		合 計	
	実数	比数	実数	比数	実数	比数	実数	比数	実数	比数
無 肥 料	8	100	8	100	16	100	23	100	55	100
半 量	12	143	10	125	18	114	29	127	69	125
基 準 量	13	151	11	140	17	108	29	126	70	127
1.5 倍 量	11	131	11	131	17	107	25	112	64	116
粒 状	12	139	10	128	17	108	28	124	67	122



第14図 伸 長 成 長 — 真木B_D —



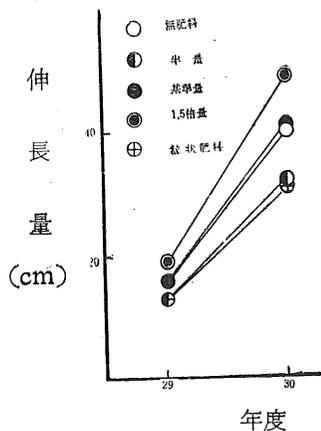
第15図 伸 長 成 長 — 真木B_C —

第11表 伸長量の比較 —— 石合 (1) スギ ——

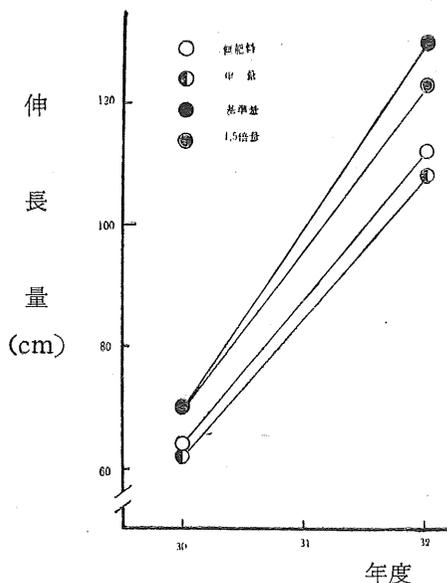
試験区	30年		31年		32年		合計	
	実数	比数	実数	比数	実数	比数	実数	比数
無肥料	42	100	30	100	47	100	119	100
半量	42	100	44	147	40	119	126	106
基準量	43	102	50	167	44	129	137	115
1.5倍量	46	110	47	157	46	129	139	117

第12表 伸長量の比較 —— 石合 (2) スギ ——

試験区	30年		31年		32年		合計	
	実数	比数	実数	比数	実数	比数	実数	比数
無肥料	27	100	17	100	11	100	55	100
半量	40	148	26	153	23	209	89	162
基準量	34	126	28	163	34	309	96	175
1.5倍量	39	144	45	265	29	264	113	205



第16図 伸長成長 —— 近坂 ——



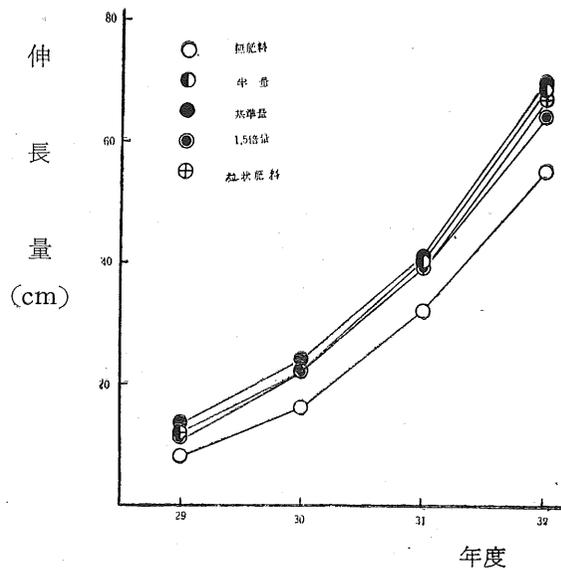
第17図 伸長成長 —— 石合 ——

第13表 伸長量の比較 — 石合(1) ヒノキ —

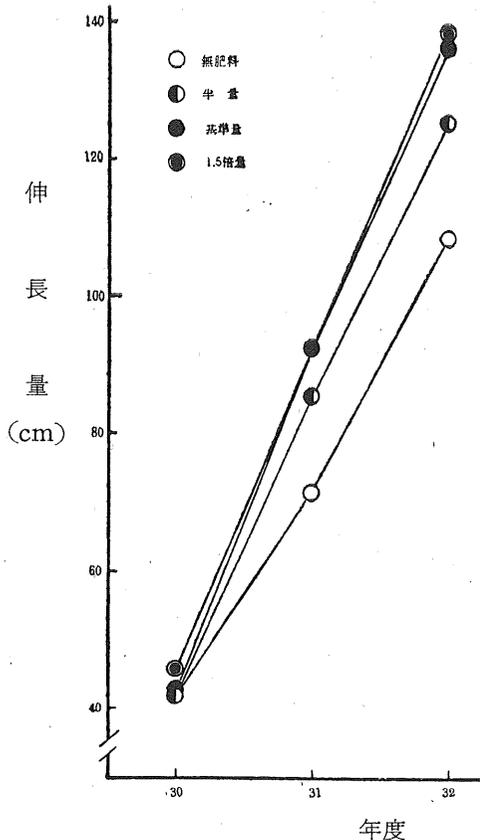
試験区	30年		31年		32年		合計	
	実数	比数	実数	比数	実数	比数	実数	比数
無肥料	45	100	63	100	39	100	147	100
半量	64	142	63	100	37	95	164	112
基準量	49	109	59	94	47	121	155	105
1.5倍量	54	120	37	59	58	149	149	101

第14表 伸長量の比較 — 石合(2) ヒノキ —

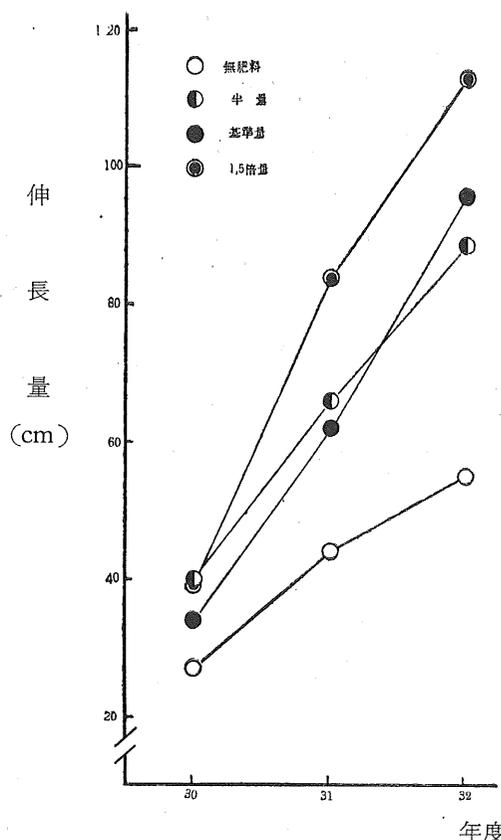
試験区	30年		31年		32年		合計	
	実数	比数	実数	比数	実数	比数	実数	比数
無肥料	48	100	52	100	45	100	145	100
半量	35	73	30	58	30	67	95	66
基準量	59	123	50	96	54	120	163	112
1.5倍量	57	119	51	98	49	109	157	108



第18図 伸長成長 — 美森 —



第19図 伸長成長 —石合(1) スギ—



第20図 伸長成長 —石合(2) スギ—

(4) 根 の 成 長

美森試験地のカラマツについて、根系におよぼす施肥の影響をみるための調査を行つた。しらべたのは無肥料区と基準量区で、おのおの3本の調査木をえらんだ。調査木の選定には32年度の伸長量およびそのときの樹高が各区の平均値にもつとも近いものについて、3本とも別のブロックからえらんだ。

しらべかたは調査木を中心に1.2m×1.2mのはいいで、根のおよぶ深さまでであるが、一陵20cmの立方体にふくまれる根をふるい出し、根の太さを1cm以上、1cm~2mm、2mm以下にわけ、風乾重量をはかつた。

なお地上部についても幹と枝と葉の3部位にわけて風乾重量を求めた。

調査時期は32年の成育終止期で、そのときのカラマツの樹令は4年(タネからでは6年)である。

施肥区の調査木が樹高のわりあいに根際の直径がほそかつたので、全体の重量では樹高と同様に10%増にすぎなかつた。

根のなかでもことに細い根が、施肥区におおい傾向がみとめられる。表には記載していないが、根のひろがりも相当ちがう。

すなわち、根の水平的なひろがり、無肥料区ではある一定の方向に根がおおいが、施肥区では四方にひろがる傾向がみうけられた。

第15表 カラマツの部位による配分 — 美 森 —

試験区	調査木 No.	樹高 (cm)	根際直径 (mm)	風 乾 重 量 (g)									T R 率
				全植物体	地 上 部				地 下 部				
					幹	枝	葉	計	>1cm	1~0.20.2cm	>0.2cm	計	
無肥料	1	90	18	227	49	75	56	180	32	10	5	47	3.8
	2	90	21	222	46	75	62	183	25	11	3	39	4.7
	3	91	19	160	40	41	47	128	16	11	5	32	4.0
	平均	91	19	203	45	64	55	164	24	11	4	39	4.2
基準量	1	101	18	199	41	56	59	156	21	17	5	43	3.6
	2	103	17	210	52	67	46	165	26	12	7	45	3.7
	3	100	21	250	62	86	60	208	18	15	9	42	4.9
	平均	101	19	220	52	70	55	176	22	15	7	44	4.1
比 数		112	97	108	115	110	100	109	89	138	154	110	98

註) 比数とは無肥料区を100としたときの値である。

(5) 肥 大 成 長

各試験地における昭和32年末の根際直径を、試験区別にまとめると第16表の通りである。

ただし石合のみは胸高直径である。

5. 施 肥 効 果 の 判 定

設定時の樹高が、プロックによつて有意差のないようにした試験地——石合をのぞいた4試験地——について、伸長量の分散分析をおこなつた。真木のB_Dにおいては全伸長量についてのみ分析し、各年度についてはおこなわなかつた。

第16表 各試験地の直径の比較

試験地	無肥料		半量		基準量		1.5倍量		粒状		
	実数	比数	実数	比数	実数	比数	実数	比数	実数	比数	
真木	Bc	13	100	15	115	15	119	15	112	—	—
	B _D	26	100	25	96	29	112	25	96	—	—
近坂		20	100	21	104	24	118	22	108	—	—
念場原		20	100	18	92	20	101	20	102	17	86
美森		19	100	20	105	19	103	18	98	19	103
石合(1)	スギ	29	100	32	113	36	126	36	126	—	—
	ヒノキ	27	100	28	101	28	104	28	103	—	—
石合(2)	スギ	15	100	24	160	22	147	29	196	—	—
	ヒノキ	23	100	14	61	25	109	20	85	—	—

なお施肥効果を判定する基礎資料として、各年度の平均伸長量とその標準偏差(σ)の不偏推定量を求め、これらより変異係数を算出した。またこの計算の基礎となる試験計画、および自由度を備考とした(附表11~15表)。これらの表のなかで分散比(F_0)につけた記号はつぎのことをしめす。

危険率 1% : ***, 5% : **, 20% : *

石合試験地では設定時の樹高の大小が、その後の成育に影響があるとの仮説をたて、共分散分析をおこなった(附表第16表)。

各年度の伸長量は、試験区ごとの平均値を用いたが、全伸長量は測定木の全数について、分析してみた。その結果は第1試験地の31年の伸長量が20%の危険率で、設定時の樹高と相関性のあることが示された(第17表)。

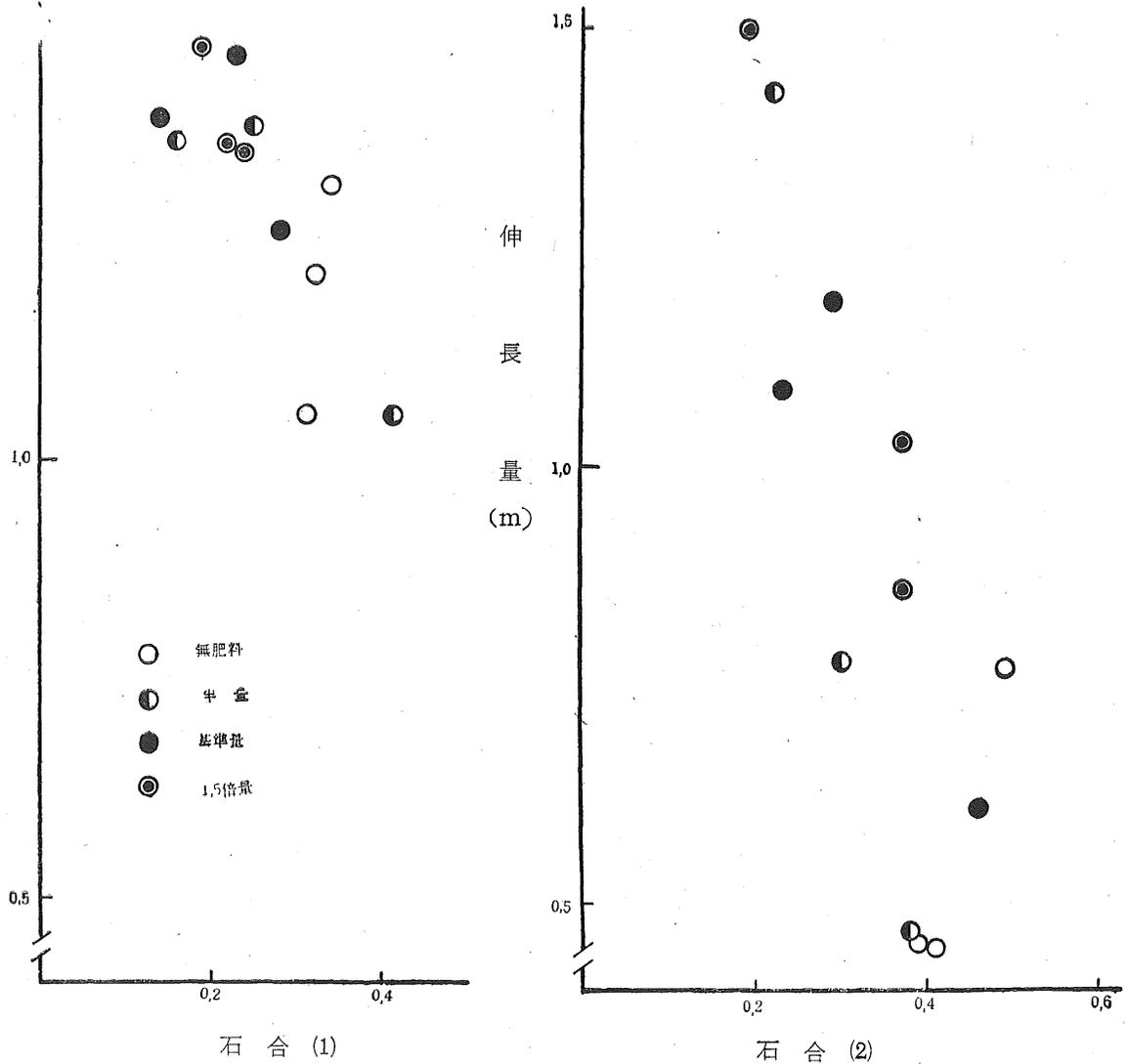
全伸長量については16のプロットごとに相関係数と回帰係数を計算した(第17表、附表第17表)。この結果は上記のように相関性は明瞭でないとの結論ではあつたが、試験区ごとの相関関係にはある傾向性がみとめられた。

そこで、つぎに設定時の樹高について、あらためて検定をこころみた。帰無仮説としては各試験

区の樹高の平均値はおなじ母集団に属するというものである。その結果は附表第18表にしめすように第1試験地の方が、20%の危険率で有意性がみとめられた。

設定時の樹高とその後の伸長成長とに、はつきりした相関性もみとめられず、設定時の樹高も5%の危険率では均一性が保障されたので、伸長量についての分析をおこなった。

各年度の伸長量は試験区のブロック別平均値を用いて計算した(附表第19表)。この結果は第1試験地の31年の伸長量だけが、5%の危険率で有意差とのことであつた。



第21図 伸長量とその変異係数

そこで次に全伸長量について、測定した全本数を用いて分散分析をおこなった(附表第20表)。この結果によつて前の分析して誤差項にふくませていた交互作用項が大きいことがわかつた。両試験地とも、試験区の平均値の差はきわめて有意であつた。

この分散分析によつて副次的にえられた各プロットごとの伸長量の平均値と、標準偏差の不偏推定量とから変異係数を算出した。平均伸長量と求めた変異係数のあいだにある傾向をみたので図示してみた(第21図)。

石合の両試験地に混植されたヒノキは、すくない本数ではあつたが、一元配置法として全測定本数の重みを取り入れて分散分析をしてみた(附表第21, 22表)。

第 17 表 設定時樹高と全伸長量の相関係数 — 石合 (1) スギ —

ブロック	無肥料	半量	基準量	1.5倍量	備考
1	0.55	0.13	0	-0.09	相 関 係 数 $\frac{S_{xy}}{\sqrt{(S_x^2)(S_y^2)}}$
2	0.36	0.63	0.32	-0.02	
3	0.08	0.04	-0.22	0.25	
平均	0.33	0.27	0.03	0.05	

6. 試験成績に対する考察

まず施肥効果と土壤条件をしらべる手はじめとして、試験地の微地形図とおなじ方向においたワクのなかに、各プロットの試験区名と全伸長量を書き入れてみた(第22~27図)。図のなかの試験区名はつぎの略号が用いてある。

試験区名	無肥料	半量	基準量	1.5倍量	粒状
	Control	A harf	Standard	One and a half	Granular
略号	Ct	Hf	Sd	Oh	Gn

図のなかの数値は全伸長量から平均値をひいて記入してあり、下段のmは平均伸長量(cm)をしめす。真木試験地ではBcは()内に入れてしめしてあり、BcはBcの、B_DはB_Dの平均値が引いてある。石合のヒノキは本数がすくないので省略した。なおこの図は傾斜方向に対して低いところから高いところを望んだものである。

試験地の微地形図(第5~9図)とくらべると、各試験地とも林木の成育と微地形との関係が深いことがわかる。

第22図 位置と伸長量 —— 真木 ——

Ct (-18)	Hf (-6)	Sd (-10)	Oh (19)
Hf (0)	Sd -26(-3)	Oh -14(12)	Ct -16
Sd 0(3)	Oh 1	Ct -1	Hf -2
Oh 34	Ct 19	Hf 1	Sd -5



m Bc : 83
Bd : 140

第23図 位置と伸長量 —— 近坂 ——

Ct 11	Hf -8	Sd -6	Oh -21
Hf 32	Sd 28	Oh 22	Ct -27
Sd 12	Oh 37	Ct -20	Hf -45
Oh -18	Ct 10	Hf -19	Sd 12



m : 118

注意すべきは傾斜に対して直角方向の成育差が、近坂、石合(1)および石合(2)で大きいことである。位置によつておこる成育差と、施肥に原因する成育差について、くわしく知るために、それらの分散比を試験地ごとに集計した(附表第23表)。

第24図 位置と伸長量 —— 念場原 ——

Ct -26	Gn -23	Sd -26	Hf 7	Oh 23
Gn 0	Sd -5	Hf -12	Oh -5	Ct -2
Sd -20	Hf -2	Oh -26	Ct -11	Gn -14
Hf 18	Oh 13	Ct 15	Gn 3	Sd 25
Oh 50	Ct 32	Gn -4	Sd -6	Hf 2



m : 38

第25図 位置と伸長量 —— 美森 ——

Ct 5	Gn -2	Sd 3	Hf -8	Oh -17
Gn 9	Sd -1	Hf 0	Oh 3	Ct -10
Sd 2	Hf 5	Oh 4	Ct 1	Gn -1
Hf 5	Oh 1	Ct -3	Gn 5	Sd 16
Oh 11	Ct -4	Gn 4	Sd -2	Hf 16



m : 65

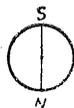
この結果から、各試験地ともプロットによる変動が、施肥によつておこるフレより大きいことがわかる。また、成育のフレは土壤条件のわるいところが大きいのは当然として、スギはヒノキよりも大きいようである。試験区によるフレが、石合(1)は(2)よりも大きい値となつている。これは(1)が(2)にくらべて、傾斜と直角方向の土壤(土地)条件があまりちがわなかつたことによると考えられる(第26, 27図, 附表第20表)。

全伸長量の平均値について、施肥区と無肥料区との差について t -検定をおこなつた。この検定に必要な標準偏差(σ)は附表第11~15表, および 附表第19表に求めた試験地全体の標準偏差の不偏推定量を用いた(附表第24表)。

施肥区と無肥料区との差を σ で割つて t_0 を求めたが、 t_0 とくらべる t の値を求めるときの自由度は、 σ の算出に用いた自由度、すなわち附表第24表の n_2 を用いた(附表第25, 26表)。

第26図 位置と伸長量 — 石合(1) —

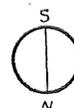
Ct	Hf	Sd	Oh
-26	5	8	5
Sd	Oh	Ct	Hf
-4	16	0	7
Hf	Sd	Oh	Ct
-26	15	4	-10



$m : 131$

第27図 位置と伸長量 — 石合(2) —

Ct	Hf	Sd	Oh
-11	-10	21	-2
Hf	Oh	Ct	Sd
55	15	-43	-27
Oh	Sd	Hf	Ct
62	31	-41	-42



$m : 89$

試験を設定してから昭和32年までの全伸長量について、各施肥区と無肥料区との差を検定して、危険率30%以下のものをひろいだした。これらについて施肥量と無肥料区に対する比数とを両軸にとり、そのなかに試験地と有意水準を書込んで図示してみた(第28, 第29図)。

スギは3~18 g の施肥により伸長量が20~100%ますことがしめされている。真木のBcでは6 g の施肥で1.2倍, 9 g の施肥により1.5倍と伸長量が増したが、石合(1)では18 g 施しても1.2倍の増加にとどまつたことがよみとれる。

ヒノキは6 g の施肥により10~15%ますことがしめされた。

カラマツは3~6 g の施肥により20~30%の増加がみとめられる。

施肥効果の持続性を検討するために、石合(2)のスギについて、各年度の成育終止期における全

伸長量を、対数グラフにおとしてみた（第30図）。

施肥した年とその翌年は無肥料区より成長率が高いことがわかる。第3年目は無肥料区の方がいささか成長率がたかいようである。これと同様の傾向は真木のBcのノギ、および美森のカラマツでもみとめられる（第6、9表参照）。

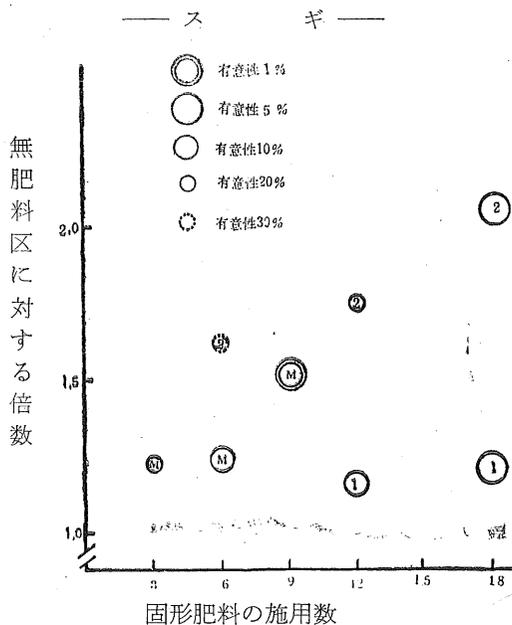
以上は成育差のみとめられた試験地についての考察であつたが、肥効のあらわれなかつた試験地について検討を加えてみよう。

近坂のヒノキが施肥により成育はましているが、有意性はない。これはヒノキの成育のフレがノギ、カラマツにくらべてすくないこと（附表第23表）、従つて実験計画として、よりおおくの測定本数、またはプロットのくりかえしが必要であつたものと思われる。なおまえにも述べたように、設定時に個体の標識をおこたつたので、その後の測定順序などが一定せず、取まとめの際にのぞいた本数が約3割であつたことも、成育差の有意性に影響をおよぼしていると考えられる。

念場原の有意性のみとめられないのは、もつぱら土壌条件によると考えてよい。

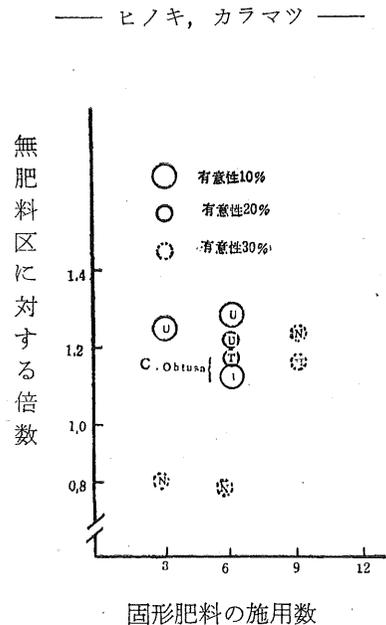
昭和28年には今ほど黒色土について解明されていなかつた。土壌は腐植にとみ、地形は平坦であ

第28図 施肥量とその効果



註) 図の中の記号は試験地をしめす
M: 真木 1: 石合 (1) 2: 石合 (2)

第29図 施肥量とその効果



註) 図の中の記号は試験地をしめす
T: 近坂 I: 石合
N: 念場原 U: 美森

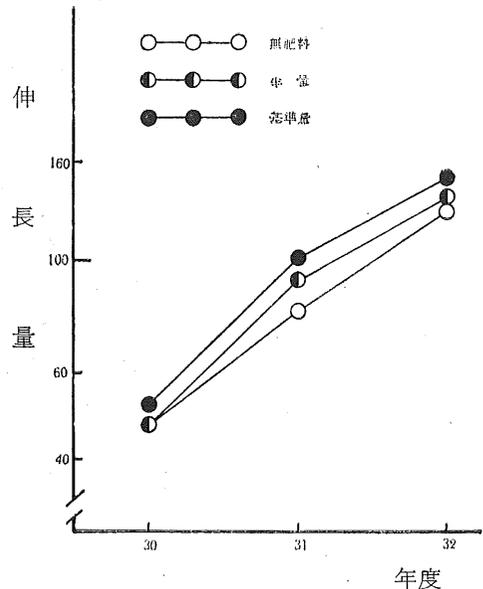
り、絶好の林地肥培試験地と考えた筆者の責任である。結果のうち、半量区と粒状区が2割ほど無肥料区におとりに、1.5倍量区が2割ほど無肥料区にまさることがしめされているが、これはもつぱら微地形と区の位置によると考えてよからう。試験地内の北西端はわずかながら（比高1mとは言えない程度）小高くなっている。この範囲にはいる区の数、無肥料：2、1.5倍量区：2、半量区と粒状区がおのおの1、基準量区なし、ということで、小高いところはひくいところより、勿論そだちがよい。そだちがよいといつても比較の問題で、今後の成林は危ぶまれる。

美森と念場原はいずれも黒色土で、パン土性が

強く、酸度がたかいので、三要素の施肥より、むしろ石灰施用による土壌改良、および排水溝などによる土壌の水分調節がまず行われてよいと考える。B1bである美森はややよいとして、土壌水分を70%もふくむB1wの念場原では、カラマツの根がいたみ、施肥の効果は望むべくもない。

石合試験地のスギについては、個体の重みを入れて分散分析すると、その差の有意性がきわめて高かつたので、その資料を検討したが、設定時の樹高とその後の成育について、無肥料区では相関性がみとめられるが、施肥区では、はつきりしなかつた（第17、附表第17表参照）。

また3カ年の総伸長量については無肥料区のフレが施肥区より大きかつた（第21図参照）。これらのことは施肥しないで、普通においておけば成育がグンと立おくれるものが、——このものは苗木が



第30図 施肥効果の持続性
—— 石合 (2) スギ ——

第18表 スギとヒノキの成育 —— 石合 ——

試験地	スギ	ヒノキ	差と有意性
(1)	130	152	22**
(2)	87	174	60***

ちいさかつた—— 施肥により成育がよくなり、普通でも成育のよいもの ——これは前にくらべ
苗木が大きかつた—— に近づくことを意味していると言えよう。

林令5年に施肥した石合試験地で肥効がみとめられたことは注目してよからう。うえた年に施肥
するのと数年たつた幼令林に施肥するのでは、苗木の枯損、肥料の流亡、あるいは林木への吸収
などの点から考えて、幼令林施肥の方が効果的かもしれない。

直接にこの試験目的とは関係がないが、石合試験地におけるスギ、ヒノキの成育について3カ年

第 19 表 試 験 成 績 の 総 括 表 (1)

No.	試験項目	所在地	樹種	林令	試験方法		地況			試験区	施肥量	施肥効果	有意性 %
					全面積 a	区の配置	土壌型	傾斜	母材				
1	用量試験	大月市真木	スギ	0.4	11	計画はラテン格子法 一元配置法 計画はラテン格子法 4 ² のみの	Bc	5°	花崗岩	半量	3g	123	20
										基準量	6g	123	10
										1.5倍量	9g	151	1
										半量	3g	98	90
									基準量	6g	91	50	
									1.5倍量	9g	103	90	
2	用量試験	初狩村近坂	ヒノキ	0.5	8	ラテン格子法 4 ²	Bc	25°	火山灰	半量	3g	97	80
									基準量	6g	116	20	
									1.5倍量	9g	111	40	
3	用量試験	高根村念場原	カラマツ	1/2	13	ラテン格子法 5 ²	B1	10°	火山灰	半量	3g	80	30
									基準量	6g	102	95	
									1.5倍量	9g	123	30	
									粒状	90g	77	30	
4	用量試験	大原村美森	カラマツ	1/4	18	ラテン格子法 5 ²	B1b	5°	火山灰	半量	3g	125	10
									基準量	6g	127	10	
									1.5倍量	9g	116	30	
									粒状	90g	122	20	

の全伸長量をくらべてみる（第18表）。

8年生林であり、3カ年の伸長量から適地性を論じもできないが、今後の測定の参考のために表示しておく。

なお今後の林地での試験設定の参考までに、林木の成長量——樹高——の変異係数は約0.3で、成長のフレはスギはカラマツより、カラマツはヒノキより大きく、また年とともに大きくなるものであることをつけ加えておく（附表第11, 15, 19, 23表参照）。

第20表 試験成績の総括表 (2)

No.	試験項目	所在地	樹種	林令	試験方法		地況			試験区	施肥量	施肥効果	有意性
					全面積 a	区の配置	土壌型	傾斜	母材				
5	用量試験	富沢町石合	スギ	5/8	12	乱3ブロック かいた法	B _D	25°	礫岩と頁岩の互層	半量	6 ₀	106	50
			基準量	12 ₀						115	10		
			1.5倍量	18 ₀	117	5							
			ヒノキ	5/8	混植(8%)	施肥区のみ				一配置法として とりまとめる	半量	6 ₀	112
基準量	12 ₀	105	40										
1.5倍量	18 ₀	101	90										
6	用量試験	富沢町石合	スギ	5/8	12	乱3ブロック かいた法	B _D	30°	礫岩と頁岩の互層	半量	6 ₀	162	30
			基準量	12 ₀						175	20		
			1.5倍量	18 ₀	205	5							
			ヒノキ	5/8	混植(5%)	施肥区のみ				一配置法として とりまとめる	半量	6 ₀	66
基準量	12 ₀	112	50										
1.5倍量	18 ₀	108	70										

註) 林令 分子は施肥したときの、分母は測定時の林令をしめす

文 献

1. 鑄木徳二 : 森林立地学 1928
2. 芝本武夫 : 我が国森林土壌の生産力と造林用肥料について みどり 3(3) 1951
3. 塘 隆男 : 林地肥培 早期育成林業 1958

附 表

第 1 表 伸 長 量 — 真 木 —

試験区	ブ ロ ッ ク	設 定 時 樹 高 (cm)	伸 長 量 (cm)							
			29年	30年		31年		32年		
無 肥 料	1	26	14	14	28	18	46	19	65	
	2	28	17	32	49	44	93	66	159	
	3	32	20	32	52	38	90	49	130	
	4	29	19	32	51	40	91	38	129	
半 量	1	32	17	19	36	17	53	30	83	
	2	27	14	22	36	15	51	26	77	
	3	30	17	29	46	46	92	49	141	
	4	32	19	29	48	52	100	38	138	
基 準 量	1	30	16	26	42	30	72	55	127	
	2	27	16	20	36	21	57	29	86	
	3	32	20	14	34	16	50	23	73	
	4	31	22	35	57	49	106	29	135	
1.5 倍 量	1	32	26	39	65	46	111	63	174	
	2	35	19	33	52	41	93	48	141	
	3	29	25	25	50	28	78	30	108	
	4	39	25	14	39	19	58	44	102	

註) 30~32年の左欄は伸長量, 右欄は樹高

第 2 表 伸 長 量 — 真木Bc —

試験区	ブ ロ ッ ク	測 定 本 数	設 定 時 樹 高 (cm)	伸 長 量 (cm)							
				29年	30年		31年		32年		
無	1	9	26	14	14	28	18	46	19	65	
半 量	1	9	32	17	19	36	17	53	30	83	
	2	10	27	14	22	36	15	51	26	77	
基 準 量	1	3	27	19	19	38	16	54	32	86	
	2	9	25	16	19	35	19	54	26	80	
	3	6	32	20	14	34	16	50	23	73	
1.5 倍 量	3	4	27	21	22	43	26	69	26	95	
	4	2	36	25	14	39	19	58	44	102	

第3表 伸 長 量 —— 真木B_D ——

試験区	ブロック	測定本数	設定時樹高 (cm)	伸 長 量 (cm)						
				29年	30年		31年		32年	
無肥料	2	19	28	17	32	49	44	93	66	159
	3	16	32	20	32	52	38	90	49	139
	4	7	29	19	32	51	40	91	38	129
半量	3	12	30	17	29	46	46	92	49	141
	4	11	32	19	29	48	52	100	38	138
基準量	1	9	31	14	29	43	35	78	62	140
	2	2	35	18	25	43	30	73	41	114
	4	10	31	22	35	57	49	106	29	135
1.5倍量	1	17	32	25	40	65	46	111	63	174
	2	14	35	19	33	52	41	93	48	141
	3	3	33	31	28	59	31	90	36	126

第4表 伸 長 量 —— 近 坂 ——

試験区	ブロック	測定本数	設定時樹高 (cm)	伸 長 量 (cm)		
				28~30年	30~32年	合計
無肥料	1	7	37	70	58	128
	2	4	39	53	45	98
	3	12	35	51	40	91
	4	12	45	79	50	129
半量	1	6	42	55	44	99
	2	8	39	45	28	73
	3	7	38	83	67	150
	4	12	40	67	43	110
基準量	1	8	46	71	59	130
	2	5	38	62	68	130
	3	13	34	83	63	146
	4	7	34	65	47	112
1.5倍量	1	8	40	57	43	100
	2	11	43	84	71	155
	3	6	46	80	60	140
	4	9	40	59	38	97

第5表 伸 長 量 —— 念 場 原 ——

試 験 区	ブ ロ ック	測 定 本 数	樹 高 設 定 時 (cm)	伸 長 量 (cm)		
				29年	30年	
無 肥 料	1	14	61	23	47	70
	2	5	39	18	35	53
	3	8	55	18	9	27
	4	10	57	13	23	36
	5	9	60	5	7	12
半 量	1	8	66	11	21	32
	2	13	50	25	39	64
	3	9	63	8	10	18
	4	9	58	13	20	33
	5	12	62	5	7	12
基 準 量	1	12	64	13	27	40
	2	12	56	21	35	56
	3	8	61	18	18	36
	4	9	50	12	14	26
	5	10	65	16	29	45
1.5 倍 量	1	7	66	41	47	88
	2	13	57	18	33	51
	3	4	52	2	10	12
	4	11	51	9	24	33
	5	12	63	26	35	61
粒 状	1	12	66	16	18	34
	2	8	49	14	27	41
	3	10	54	10	14	24
	4	4	42	14	24	38
	5	12	59	8	7	15

第6表 伸 長 量 — 美 森 —

試 験 区	ブ ロ ッ ク	測 定 本 数	樹 高 設 定 時 (cm)	伸 長 量 (cm)							
				29年		30年		31年		32年	
無 肥 料	1	14	36	11	11	22	20	42	29	71	
	2	11	40	9	7	16	15	31	21	52	
	3	11	36	5	6	11	13	24	21	45	
	4	13	42	7	10	17	20	37	26	63	
	5	14	40	8	8	16	13	29	15	44	
半 量	1	14	28	14	10	24	15	39	27	66	
	2	12	35	10	10	20	15	35	24	59	
	3	10	36	11	8	19	17	36	29	65	
	4	12	37	10	10	20	20	40	23	63	
	5	10	32	14	14	28	23	51	41	92	
基 準 量	1	11	41	9	9	18	17	35	30	65	
	2	14	38	13	8	21	12	33	30	63	
	3	11	39	17	12	29	16	45	25	70	
	4	10	32	8	10	18	14	32	17	49	
	5	10	32	15	18	33	27	60	41	101	
1.5 倍 量	1	14	34	11	14	25	27	52	36	88	
	2	11	39	7	6	13	17	30	26	56	
	3	12	42	14	14	28	18	46	29	75	
	4	13	36	12	12	24	15	39	28	67	
	5	5	31	11	8	19	7	26	8	34	
粒 状	1	11	34	12	10	22	19	41	34	75	
	2	15	33	12	8	20	12	32	24	56	
	3	12	32	8	12	20	18	38	29	67	
	4	12	34	13	10	23	19	42	30	72	
	5	12	40	12	12	24	18	42	24	66	

註) 30~32年の左欄は毎年の伸長量, 右欄は総伸長量

第7表 伸 長 量 —— 石合(1) スギ ——

試験区	ブロック	測定本数	樹 高 設定時 (cm)	伸 長 量 (cm)		
				30年	31年	32年
無肥料	1	37	196	32	36 68	37 105
	2	30	172	49	32 81	50 131
	3	23	165	46	22 68	53 121
半量	1	31	213	42	47 89	47 136
	2	27	184	45	56 101	37 138
	3	26	179	40	30 70	35 105
基準量	1	25	209	42	53 95	44 139
	2	26	205	39	49 88	39 127
	3	30	183	48	48 96	50 146
1.5倍量	1	23	225	39	48 87	49 136
	2	29	201	46	55 101	46 147
	3	23	162	52	39 91	44 135

註) 31年, 32年の左欄は毎年の伸長, 右欄は総伸長量

第8表 伸 長 量 —— 石合(1) ヒノキ ——

試験区	ブロック	測定本数	樹 高 設定時 (cm)	伸 長 量 (cm)		
				30年	31年	32年
無肥料	1	2	140	45	60 105	25 130
	2	1	200	50	70 120	40 160
	3	4	166	39	60 99	51 150
半量	1	2	115	73	60 133	40 173
	2	1	165	55	65 120	35 155
基準量	1	5	114	34	61 95	45 140
	2	2	195	55	63 118	35 153
	3	2	172	58	55 113	60 173
1.5倍量	1	3	154	34	35 69	69 138
	2	1	180	70	30 100	55 155
	3	4	151	58	45 103	52 155

註) 31, 32年の左欄は毎年の伸長, 右欄は総伸長量

第9表 伸 長 量 —— 石合(2) スギ ——

試験区	プロック	測定本数	樹高 設定時 (cm)	伸 長 量 (cm)				
				30年		31年		32年
無肥料	1	26	139	38	20	58	19	77
	2	30	167	23	13	40	5	45
	3	35	130	21	15	36	10	46
半量	1	24	154	35	19	54	24	78
	2	32	200	62	47	109	34	143
	3	31	146	22	13	35	12	47
基準量	1	28	144	30	17	47	62	109
	2	27	148	31	21	52	9	61
	3	26	184	41	45	86	33	119
1.5倍量	1	24	153	41	24	65	21	86
	2	23	188	28	47	75	28	103
	3	46	193	49	63	112	38	150

註) 31年, 32年の左欄は毎年の伸長, 右欄は総伸長量

第10表 伸 長 量 —— 石合(2) ヒノキ ——

試験区	プロック	測定本数	樹高 設定時 (cm)	伸 長 量 (cm)				
				30年		31年		32年
無肥	1	2	170	48	52	100	45	145
半量	3	1	160	35	30	65	30	95
基準量	1	1	160	60	55	115	55	170
	2	5	126	71	32	103	28	131
	3	4	147	47	64	111	78	189
1.5倍量	1	2	90	58	32	90	48	138
	2	1	105	55	70	125	50	175

註) 31年, 32年の左欄は毎年の伸長, 右欄は総伸長量

第11表 伸長量の有意性 —— 真木 Bc ——

項目	29年	30年	31年	32年	合計	備考	
平均伸長量 (cm)	17.9	18.0	17.7	26.5	80.1	ブロック数 7	
σ の推定 (cm)	4.8	7.6	7.5	10.2	15.6	その自由度 4	
変異係数	0.27	0.42	0.42	0.38	0.20		
F_0 の 値	ブロック	1.4	0.9	0.6	1.6*	0.7	$n_1:4$ $n_1:3$ } $n_2:44$
	試験区	6.9***	1.2	3.0**	2.6*	5.6***	

第12表 伸長量の有意性 —— 真木 Bd ——

項目	合計	備考	
平均伸長量 (cm)	145.8	ブロック数 11	
σ の推定 (cm)	36.1	その自由度 7	
変異係数	0.25		
F_0 の 値	ブロック	2.0*	$n_1:7$ $n_1:3$ } $n_2:109$
	試験区	0.1	

第13表 伸長量の有意性 —— 近坂 ——

項目	28~30年	30~32年	合計	備考	
平均伸長量 (cm)	66.8	51.2	118.0	ラテン格子法 4^2	
σ の推定 (cm)	12.5	11.4	22.7		
変異係数	0.19	0.22	0.19		
F_0 の 値	E-W	0.8	0.9	0.7	} $n_1:3, n_2:6$
	S-N	2.0	1.8	2.1*	
	試験区	0.4	1.2	0.8	

第 14 表 伸 長 量 の 有 意 性 — 念 場 原 —

項 目		29年	30年	合 計	備 考
平均伸長量 (cm)		15.2	23.2	38.2	ラテン格子法 5 ²
σ の 推 定 (cm)		8.1	9.1	15.8	
変異係数		0.53	0.39	0.41	
F ₀ の 値	E-W	1.6	5.4 ^{***}	3.8 ^{**}	} n ₁ : 4, n ₂ : 12
	S-N	0.7	1.0	0.8	
	試験区	0.6	1.3	1.1	

第 15 表 伸 長 量 の 有 意 性 — 美 森 —

項 目		29年	30年	31年	32年	合 計	備 考
平均伸長量 (cm)		11.0	10.2	17.3	26.7	64.9	ラテン格子法 5 ²
σ の 推 定 (cm)		2.5	2.7	4.6	8.0	15.8	
変異係数		0.23	0.26	0.27	0.30	0.24	
F ₀ の 値	E-W	2.0 [*]	1.1	1.7	1.1	1.0	} n ₁ : 4, n ₂ : 12
	S-N	0.5	1.3	0.8	0.6	0.6	
	試験区	2.2 [*]	1.0	0.2	0.4	0.7	

第 16 表 設定時樹高と伸長量の共分散分析結果 — 石 合 スギ —

試験地	30年	31年	32年	合 計	備 考
(1)	1.50	5.02 [*]	0.60	1.10	} n ₁ : 3, n ₂ : 5 合計のみ全測定値
(2)	0.14	0.35	0.96	0.32	

第 17 表 設定時樹高と全伸長量の回帰係数 —— 石合 (1) スギ ——

ブ ロ ッ ク	無肥料	半 量	基準量	1.5 倍量	備 考
1	0.36	0.05	0	-0.52	回帰係数 $\frac{S_{xy}}{S_x^2}$
2	0.38	0.45	0.23	-0.01	
3	0.06	0.05	-0.22	0.17	
平 均	0.27	0.18	0.00	-0.12	

第 18 表 試験区ごとの設定時樹高の均一性 —— 石合 ——

試 験 地	F ₀	備 考
(1)	2.47 [*]	乱かい法 3ブ ロ ッ ク制, n ₁ :3, n ₂ :6
(2)	1.16	F ₀ : α=0.05 4.76, α=0.20 2.11

第 19 表 伸 長 量 の 有 意 性 —— 石 合 ——

試 験 地	項 目	30年	31年	32年	合計	備 考
(1)	平均伸長量 (cm)	43.3	42.9	44.3	130.5	乱かい法 3ブ ロ ッ ク制
	σ の推定量 (cm)	5.0	5.6	6.9	13.7	
	変異係数	0.12	0.13	0.16	0.11	
	F ₀ の 値	ブ ロ ッ ク 試 験 区	2.7 [*] 0.3	6.4 ^{**} 7.7 ^{**}	0.1 0.7	0.5 1.5
(2)	平均伸長量 (cm)	35.1	29.0	24.6	88.7	
	σ の推定量 (cm)	14.6	15.9	16.2	39.9	
	変異係数	0.42	0.55	0.66	0.45	
	F ₀ の 値	ブ ロ ッ ク 試 験 区	0.0 0.5	1.0 1.4	0.6 1.1	0.0 1.1

第 20 表 伸長量の有意性 (全測定本数を用いての計算) —— 石合 スギ ——

試験地	要 因	平方和	自由度	不偏分散	F ₀	F	
						5 %	1 %
(1)	全 体	4078	329	12			
	試 験 区	213	3	71	6.5 ^{***}	2.6	3.9
	ブ ロ ッ ク	63	2	32	2.9 [*]	3.0	4.7
	交 互 作 用	295	6	49	4.5 ^{***}	2.1	2.9
	誤 差	3507	318	11			
(2)	全 体	7748	350	22			
	試 験 区	2130	3	710	92.2 ^{***}	2.6	3.9
	ブ ロ ッ ク	213	2	107	13.8 [*]	3.0	4.7
	交 互 作 用	2815	6	469	60.9 ^{***}	2.1	2.9
	誤 差	2590	339	8			

第 21 表 伸長量の有意性
—— 石合 (1) ヒノキ ——

項 目	合 計	備 考	
平均伸長量 (cm)	152	ブ ロ ッ ク 数 11	
σ の推定量 (cm)	16		
変異係数	0.11		
F ₀ の 値	ブ ロ ッ ク	2.5 [*]	n ₁ :2 } n ₂ :14 n ₁ :3 }
	試 験 区	1.5	

第 22 表 伸長量の有意性
—— 石合 (2) ヒノキ ——

項 目	合 計	備 考	
平均伸長量 (cm)	147	ブ ロ ッ ク 数 8	
σ の推定量 (cm)	42		
変異係数	0.29		
F ₀ の 値	ブ ロ ッ ク	1.4	n ₁ :2 } n ₂ :4 n ₁ :3 }
	試 験 区	1.2	

第 23 表 各試験地の変異係数, 分散比の平均

試験地	樹種	変異係数	分散比 (F ₀)		
			E-W	S-N	試験区
真木	Bc	スギ	0.37	1.12 [☆]	0.34
	B _D	スギ	0.3	2.0 [☆]	0.1
近坂	ヒノキ	0.21	0.85	1.90	0.80
念場原	カラマツ	0.46	3.50	0.85	0.95
美森	カラマツ	0.27	1.48	0.80	0.95
石合 (1)	スギ	0.14	3.07 [☆]		2.90
	ヒノキ	0.1	2.5 [☆]		1.5
石合 (2)	スギ	0.54	0.53 [☆]		0.67
	ヒノキ	0.3	1.4 [☆]		1.2
平均		0.30	1.70		1.04

註) ☆印はブロック間の分散比
少数点以下1位でしめされてあるのは全伸長量についてだけの値

第 24 表 平均値の差の検定資料

試験地	樹種	σ (cm)	n ₂	N	σ' (cm)	
真木	Bc	スギ	15.6	44	4	7.8
	B _D	スギ	36.1	109	4	18.1
近坂	ヒノキ	22.7	6	4	11.4	
念場原	カラマツ	15.8	12	5	7.1	
美森	カラマツ	15.8	12	5	7.1	
石合 (1)	スギ	13.7	6	3	7.9	
	ヒノキ	16	14	3	9	
石合 (2)	スギ	39.9	6	3	23.1	
	ヒノキ	42	4	3	24	

註) $\sigma' = \sigma \div \sqrt{N}$

第25表 施肥効果の検定 (1)

試験地	試験区	無肥料との差 (cm)	t ₀	p %
真木 Bc	半量	15.1	1.94	20
	基準量	14.8	1.90	10
	1.5倍量	23.8	3.05	1
真木 B _D	半量	-3.2	0.18	90
	基準量	-13.2	0.73	50
	1.5倍量	4.2	0.23	90
近坂	半量	-3.8	0.33	80
	基準量	18.0	1.58	20
	1.5倍量	11.6	1.02	40
念場原	半量	-8.0	1.13	30
	基準量	0.8	0.11	95
	1.5倍量	9.3	1.31	30
	粒状	-9.2	1.30	30
美森	半量	13.8	1.94	10
	基準量	14.7	2.07	10
	1.5倍量	9.0	1.27	30
	粒状	12.1	1.70	20

註) p を求めるための t の自由度は第24表の n₂ を用う

第26表 施肥効果の検定 (2)

試験地	樹種	試験区	無肥料との差 (cm)	t ₀	p %
石合 (1)	スギ	半量	7	0.89	50
		基準量	18	2.28	10
		1.5倍量	20	2.54	5
	ヒノキ	半量	17	1.9	10
		基準量	8	0.9	40
		1.5倍量	2	0.2	90
石合 (2)	スギ	半量	33	1.43	30
		基準量	40	1.74	20
		1.5倍量	57	2.47	5
	ヒノキ	半量	-50	-2.1	20
		基準量	18	0.8	50
		1.5倍量	12	0.5	70