

# スギ林の施肥に関する研究(I)<sup>≡</sup>

不適地の造林木に対する施肥の効果について

中島 幸雄\* ・ 辻田 昭夫\*\* ・ 江崎 次夫\*\*\*

## はじめに

林地施肥が、林地の生産力を高める一つ的手段としてとりいれられるようになってからすでに久しく、その研究成果も多く発表されている。しかし、これらの大部分は環境条件の比較的ととのった林地での調査結果が多いようである。

本施肥試験は、愛媛大学米野々演習林における、スギの造林不適地に植栽された幼令林および生育不良の壮令林を対象として、このような林地に施肥することで、どの程度の肥培効果が期待されるものか、さらには林床雑草木の量的変化や将来の土壌の変化などを明らかにする目的で設定されたものである。

試験結果の判明には長年月が必要であり、現在なお継続実施中であるが、今回はとりあえず、施肥後4年を経過した幼令林および壮令林について、それぞれ施肥が生長におよぼす効果について調査した結果を報告する。

## I 植栽後3年を経過した幼令林に対する施肥効果

### 1. 試験地の概況

試験地は本学米野々演習林4林班に小班で、標高750mの位置にあり、尾根筋に近い30°~32°の北東斜面の再造林地である。土壌は花崗岩を母材とする乾性のBB~BC型で、A層は薄く地位は極めて低い。このことは、前生造林木のスギ(48年生林)の主伐材積がha当り143.76m<sup>3</sup>にすぎなかったことから推察されよう。

このようなスギの不適地において、施肥することにより造林木の生長がどのようにかわってくるかをみるため、1965年3月再びスギをha当り3,200本植栽した造林地である。

試験地の設定は植栽後3年を経過した1968年であったが、それまでのスギの生育は不良で樹高が1mにも達しておらず、したがって林地は疎開しており、ススキ、ワラビ、キイチゴなどの林床雑草木の被度が比較的大きい林況<sup>1)</sup>であった。

### 2. 試験方法

施肥は1968年6月14日で、試験区を表一のとおり設けた。すなわち、施肥量をスギ1本当り化成肥料(20:12:12)でNの要素量30, 20, 10gとした施肥区と、無施肥区の4区を設けた。施肥は下刈り直後に造林木の斜面上方、半円周溝掘り施肥とした。生長量測定木は、各試験区内で植栽列の中央部に近いものから、それぞれ50本を選び、地上15cmの位置にペンキをつけこれを直径の測定点とし、あわせて樹高測定の基準とした。測定は毎年生長休止期の12月に行なった。

表一. 試験区

試験区	施肥要素量(g/本)			施肥量(g/本)
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
30g	30	18	18	150
20g	20	12	12	100
10g	10	6	6	50
無施肥	—	—	—	—

<sup>≡</sup> Yukio NAKAJIMA, Akio TUJITA and Tsugio EZAKI : Studies on the Fertilization for SUGI (Cryptomeria japonica) Forest. (I) Effect of fertilization on the growth of trees planted on the unsuitable site.

\*造林学講座教授    \*\*同助手    \*\*\*附属演習林助手

### 3. 試験結果および考察

1968年に試験地を設定してから4年間の樹高および根元径の生育状態は表-2のとおりで、施肥区は樹高、根元径とも施肥量に応じて明らかな生長増加を示し、無施肥区の生長量に対して、樹高で30~120%、根元径で20~65%の増加を示した。また肥効のあらわれ方は、直径より樹高生長においてその割合が大きかった。

表-2. 4年間の生長量

試験区	樹 高 (cm)			根 元 直 径 (cm)		
	1968 (試験地 設定当初)	1971	4年間の生長量	1968	1971	4年間の生長量
30g	70 ± 20	219 ± 65	149 ± 51 (220)	1.93 ± 0.43	4.76 ± 1.50	3.33 ± 1.16 (163)
20g	63 ± 24	178 ± 58	115 ± 42 (170)	1.27 ± 0.46	4.26 ± 1.31	2.99 ± 0.73 (146)
10g	73 ± 28	162 ± 54	88 ± 36 (131)	1.55 ± 0.48	3.99 ± 1.29	2.44 ± 0.89 (119)
無施肥	73 ± 20	141 ± 40	68 ± 25 (100)	1.48 ± 0.43	3.54 ± 1.10	2.05 ± 0.76 (100)

次に、この4年間の生長経過をみると図-1のとおりである。これより明らかなように、各施肥区とも生長量は、樹高、根元径とも施肥後2年目で最大となり、3年目で半減しておりその後はしばらく平衡状態をとる傾向がうかがわれる。

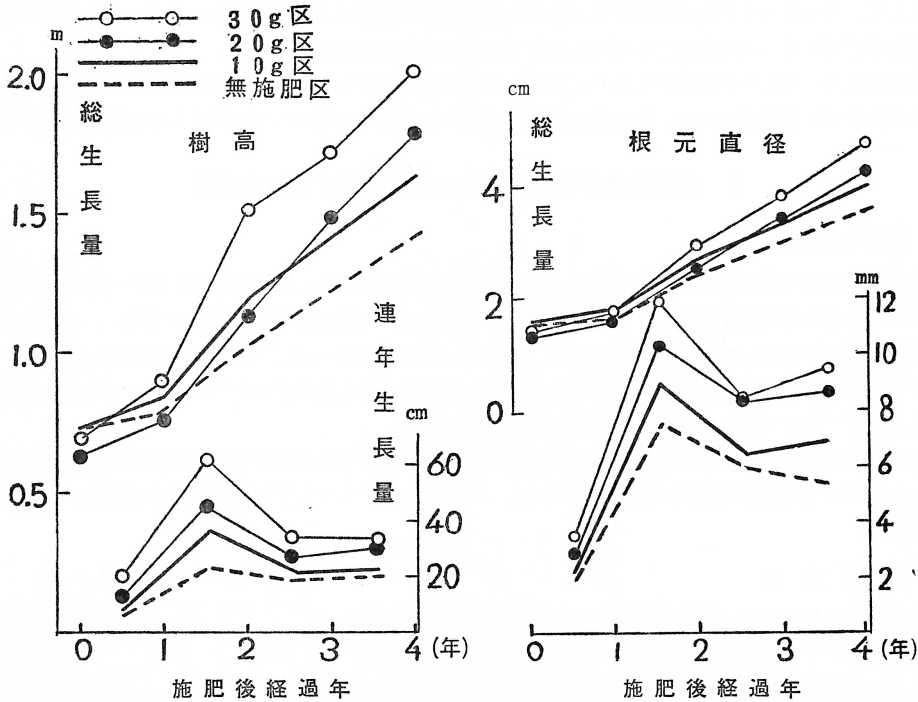


図-1. 樹高と根元直径の総生長量および連年生長量

一方、無施肥区においても施肥区と同様に、試験地設定後2年目の樹高生長量は前年の約4倍の値を示した。これに関しては試験地設定前後の気象条件、とくに雨量が最も大きく影響しているものと考えられる。1965年(植栽年)以降の該演習林における雨量をみると、その年間平均雨量は1912mmである。中村<sup>2)</sup>によると、スギの生長を支配する雨の降り方は危険期における雨量の絶対値の多少であるとし、スギの上長生長には5-6月の土壤水分が制限因子になるとしている。いま、本試験地における5-6月の雨量と無施肥区の樹高生長量との相関を調べると、 $r=0.89$ で、かなり高い相関が得られた。表-3に、この5-6月の雨量を示したが、これによると樹高生長量が最大であった1969年は、雨量がその前2年の雨量に比べ2倍以上にもなっていることから理解されよう。

表-3. 過去7年間の5-6月の雨量

年	1965 (植栽年)	1966	1967	1968 (試験地設定)	1969	1970	1971
5-6月雨量 (mm)	494	566	257	219	548	604	445
年降水量 (mm)	2012	2145	1735	1968	1760	2153	1609

(米野々演習林気象観測所)

図-2 は肥効の持続性をみるため、無施肥区の樹高生長量に対する施肥区の生長量指数の経年変化を示したもので、これによると肥効は施肥当年で最も高く、無施肥区の 50~220%増であるが、施肥後3年目で急速に低下し、20, 30 区で 40~80%増程度になる。しかし、肥効は小さいながらもしばらく持続される傾向がみられる。桑原<sup>3)</sup>のB<sub>B</sub>型土壌での試験結果より、やや長く肥効が持続されるようであるが、これは施肥量が多いことと、土壌水分のちがいがらくるものと思われる。10 区の肥効は当初から小さく、施肥後3年目では無施肥区と大差なくなる。

表-4, 5 は処理(試験区)別、連年生長量の平均値の差の検定および相互の2処理間の差のt-検定結果である。これにより施肥量と生長量の関係はさらに明らかとなる。すなわち、本試験地のような乾性型の土壌における幼令林施肥の場合、スギ1本当りNの要素量で10 区程度では施肥効果は認められず、20 区以上の施肥量で顕著であった。また、樹高生長において20 区と30 区の間に有意差が認められたことは、降雨量ひいては土壌水分などにも関与されることはいうまでもないが、かかる林地では比較的多量に施肥することで、はじめて生長促進の効果が高められ、その肥効もある程度維持されるのではないかとと思われる。しかし、施肥効果をさらに増大させるためには施肥後3, 4年目までに第2回の施肥を行なう必要がある。このことについては引きつづき試験実施中である。

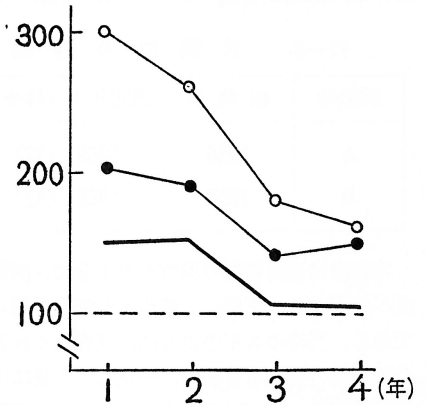


図-2. 樹高生長量指数の変化

表-4. 生長量の分散分析結果

要因	樹 高				根 元 直 径			
	SS	DF	SM	F	SS	DF	SM	F
処理(試験区)	901.69	3	300.56	10.75**	2427.69	3	809.23	22.27**
施肥後経過年	1775.19	3	591.73	21.17**	10599.19	3	3533.06	97.22**
誤 差	251.56	9	27.95		327.06	9	36.34	
全 体	2928.44	15			13353.94	15		

表-5. 4年間の生長量の差 (t-検定結果)

2 処 理 間	樹 高 (cm)	根元直径(mm)
30 区 - 20 区	34*	3.4
30 区 - 10 区	61**	8.9**
30 区 - 無施肥	81**	12.8**
20 区 - 10 区	27	5.5**
20 区 - 無施肥	47**	9.4**
10 区 - 無施肥	20	3.9

\* :  $\alpha=0.05$  \*\* :  $\alpha=0.01$

## II スギ12年生林に対する施肥効果

前節では、スギの不適地に造林した場合の幼令林に対する施肥効果について報告した。ここでは生育不良なスギ12年生林に対する施肥試験の結果について報告する。

### 1. 試験地の概況

本試験地は第1林班は小班にあり、1956年に植栽された12年生林分である。試験地の概況は表—6のとおりで、A、B試験地とも乾燥しやすい南西斜面の下部に位置し、土壌は花崗岩を母材とする砂壤土である。

表—6. 試験地の概況

試験地	植栽年	設定年次(林令)	地質	標高	方向	傾斜	土壌型
A	1956	1968 (12)	花崗岩	690m	SW	32°	Bc
B	1956	1968 (12)	花崗岩	700m	SW	30°	B <sub>B</sub> ~Bc

本林分は造林初期の保育が不十分で、試験地設定前の林況は、コナラ、イヌシデ、リョウブなどの広葉樹で大部分が被圧され、下層にも雑草木の繁茂が著るしかった。試験地設定は、これらを下刈り、除伐した2年後の1968年である。当時のスギの生育は、保育おくれと不良な土壌条件とあいまって非常に悪く、谷筋に近い部分を除く大部分は樹冠の発達も貧弱で、一見して生長はすでに止まっているかにみえる状況であった。したがって、試験地設定時では林床にスギが密生するほど林分は疎開していた。設定時の12年生林における平均樹高は、A試験地 2.4m、B試験地 2.8mで、成立本数はha当り2,800本程度であった。

### 2. 試験方法

試験区は表—7のとおりで、1968年6月にA試験地はha当り化成肥料(20:12:12)でNの要素量を150, 100, 50kgとした施肥区と無施肥区の4区を設け、B試験地は50kg区を省いた3試験区を設けた。施肥は下刈り直後の6月15日にバラマキで行なった。生長量の測定は各区50本あて毎年生長休止期に、樹高、胸高直径ならびに根元直径について調べた。

表—7. 試験区

試験区	施肥要素量 (kg/ha)			施肥量 (kg/ha)
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
150 kg	150	90	90	750
100 kg	100	60	60	500
50 kg	50	30	30	250
無施肥	—	—	—	—

### 3. 試験結果および考察

施肥後4年間の生長状態は表—8のとおりである。なお、試験地設定時における各試験区内の樹高のバラツキが大きいことから、一試験区内で、それぞれ2つの樹高階において生長経過を調べてみたが、一括した場合と差異がなかったので表には各区の全測定木の平均値で示した。これによると、施肥後4年間の肥効は、A試験地の樹高生長量では100kg以上で無施肥区にくらべ10~40%増となり、施肥量の多い区で大きい。50kg区では全く施肥の効果は認められず、むしろ無施肥区より小さい値をとった。胸高直径生長量に対しても100kg以上で明らかで35~70%増となり、肥効のあらわれる割合は、前節の幼令林の場合とは逆に、樹高より直径生長で大きい傾向を示した。B試験地は試験地内の林分構成がアンバランスであったため、最良の分割が出来ず、したがって試験地設定当時の各区間の樹高や直径の平均値は同一水準になかった。そのため、A試験地のように施肥量に似あった肥効は示さなかったが、施肥による生長増加は明らかである。



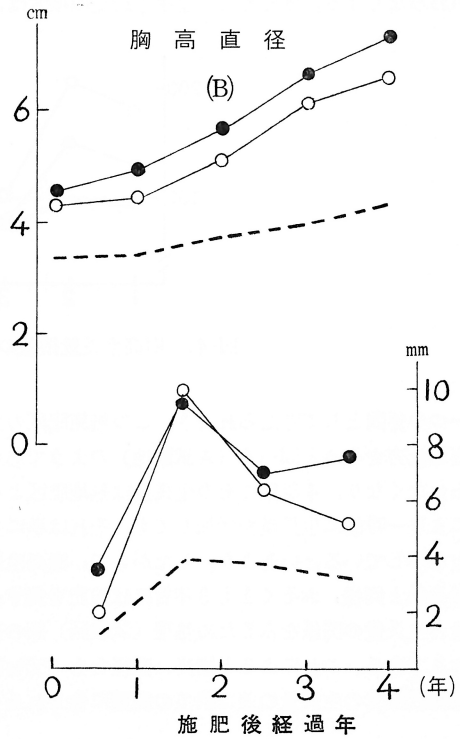
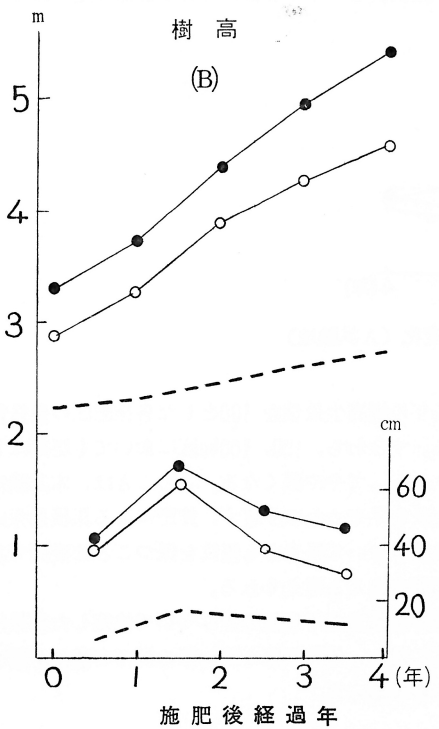
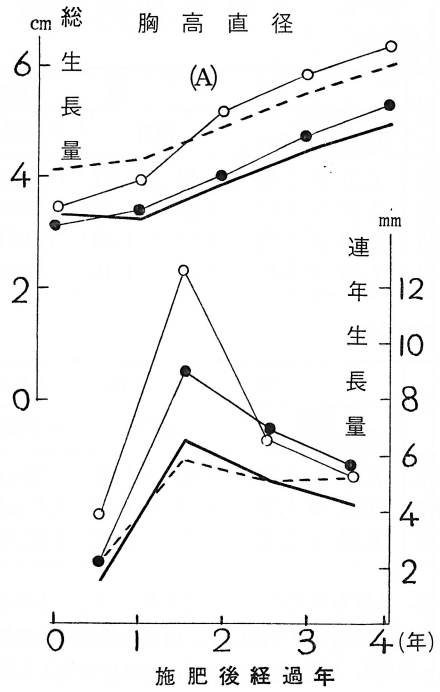
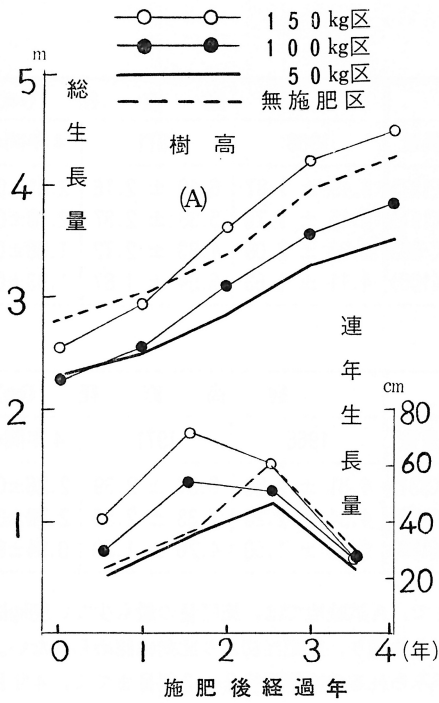


図-3. 樹高と胸高直径の総生長量および連年生長量

表-8. 4年間の生長量

(1) A試験地

試験区	樹 高 (m)			胸 高 直 径 (cm)		
	1968 (試験地設定時)	1971	4年間の生長量	1968	1971	4年間の生長量
150kg	2.51 ± 0.93	4.49 ± 1.22	1.98 ± 0.63(137)	3.49 ± 1.87	6.40 ± 2.16	2.91 ± 0.77(168)
100kg	2.24 ± 0.84	3.84 ± 1.26	1.60 ± 0.56(111)	3.15 ± 1.76	5.33 ± 2.37	2.18 ± 0.75(136)
50kg	2.27 ± 1.00	3.50 ± 1.48	1.23 ± 0.56(85)	3.35 ± 2.08	4.93 ± 2.72	1.58 ± 0.96(98)
無施肥	2.79 ± 0.81	4.24 ± 1.15	1.45 ± 0.46(100)	4.11 ± 1.63	6.04 ± 1.87	1.93 ± 0.60(100)

(2) B試験地

試験区	樹 高 (m)			胸 高 直 径 (cm)		
	1968 (試験地設定時)	1971	4年間の生長量	1968	1971	4年間の生長量
150kg	2.88 ± 0.91	4.60 ± 1.49	1.72 ± 0.70(331)	4.31 ± 1.80	6.57 ± 2.39	2.26 ± 0.77(240)
100kg	3.33 ± 1.35	5.44 ± 1.60	2.11 ± 0.56(406)	4.54 ± 2.20	7.33 ± 2.50	2.79 ± 0.88(297)
無施肥	2.23 ± 0.73	2.75 ± 0.92	0.52 ± 0.29(100)	3.32 ± 1.50	4.26 ± 1.90	0.94 ± 0.51(100)

ここで、この4年間の生長経過をみると図-3のとおりで、A試験地では、施肥量の最も少ない50kg区では施肥当初に直径生長量でやや高いが、樹高生長量では無施肥区より劣り、施肥当初より肥効は認められない。肥効が顕著であった150、100kg区では樹高、直径生長量とも肥効がみられるのは施肥後2-3年目までで、4年目では無施肥区とかわらなくなる。無施肥区の連年生長量の増大は、除伐後3-4年を経たことや前節で述べたように雨量の

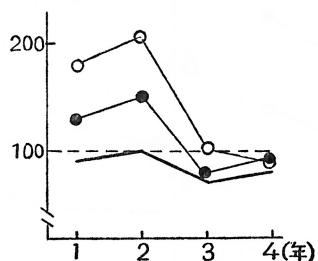


図-4. 樹高生長量指数の変化 (A試験地)

影響が一つの要因として考えられよう。この無施肥区の各年の樹高生長量を100とした各施肥区の生長量指数で肥効のあらわれ方をみると図-4 (A試験地) のようである。すなわち、150、100kg区においても肥効は3年目で全く認められなくなり、4年目でその生長量は無施肥区よりかえってやや低くなる。このことは、本試験地においては施肥により一時的に生長量を増加しても、それは単に生長を早やめたにすぎず、施肥による累積効果は期待出来ないことを示しているといえよう。したがって、樹高生長量において将来とも優位を保つことは疑問である。この場合も幼令林と同様、おそくとも3年目には追肥を施す必要があると考えられる。

施肥量と生長量の関係を見るため処理(試験区)別の連年生長量の平均値の差について検定した結果は表-9、10のとおりである。これによると樹高、直径とも150kg区に対し、無施肥区と50kg区の間で有意差が認められ、150-100kg区間での生長量の差は誤差の範囲に含まれるものであった。

表—9. 生長量の分散分析結果

(1) A試験地

要因	樹 高				胸 高 直 径			
	SS	DF	SM	F	SS	DF	SM	F
処理(試験区)	745.69	3	248.56	3.63*	1953.52	3	651.17	3.76*
施肥後経過年	2355.19	3	785.06	11.47**	7413.54	3	2471.17	14.27**
誤 差	616.06	9	68.45		1559.01	9	173.22	
全 体	3716.94	15			10926.07	15		

(2) B試験地

要因	樹 高				胸 高 直 径			
	SS	DF	SM	F	SS	DF	SM	F
処理(試験区)	3453.50	3	1151.17	27.57**	3370.17	3	1123.39	7.19**
施肥後経過年	828.03	2	414.00	9.92**	4751.33	2	2375.67	15.21**
誤 差	250.51	6	41.75		937.17	6	156.19	
全 体	4532.04	11			9058.67	11		

表—10. 4年間の生長量の差 (t-検定結果)

試験地	2 処 理 間	樹 高 (cm)	胸高直径(mm)
A	150kg— 100kg	38	7.3
	150 — 50	75**	13.3*
	150 — 無施肥	53*	9.8*
	100 — 50	37	6.0
	100 — 無施肥	15	2.5
	50 — 無施肥	22	3.5
B	150kg— 100kg	39	5.3
	150 — 無施肥	120**	13.2**
	100 — 無施肥	159**	18.5**

\*:  $\alpha=0.05$     \*\*:  $\alpha=0.01$

以上の試験結果より、本試験地のようなスギの造林不成績地において、施肥により生長促進をはかろうとすれば少なくとも1ha当りNの要素量で100kg以上の施肥量が必要で、なお3年目には追肥を施し、さらに数回繰り返さなければ優良林分への移行は困難と推察される。

なお、本試験地は既成の造林地であり、とくに土壌が乾性のうえ、手おくれ林といった悪条件にあったため、極めて不良な林分であった。したがって試験地設定当時の樹高のパラツキは比較の大きかった。それで、施肥により標準偏差(s)や偏異係数(C.V.)がどのように変化するか調べた結果、原田りのBc型土壌での結果と同様s=施肥区>無施肥区であったが、施肥区の中では肥効の大きい区で小さい傾向を示した。偏異係数も同様の傾向をとったがその4年間の変化は、無施肥区 C.V.=29→27、最も大きい値をとった50kg区 C.V.=44→42で各区ともやや小さくなる程度であった。また、試験地設定当時の樹高と生長量の相関を求めたところ、無施肥区： $r=0.60$ 、50kg区： $r=0.68$ 、100kg区： $r=0.53$ 、150kg区： $r=0.16$ であった。これらの結果は、優勢木で肥効が高く、劣勢木で低いという試験結果とは一致しない。このことは本試験林が閉鎖林分でなく、単木的に疎開した林分であって、通常の林分における優勢木、劣勢木概念とは異なるものであることによるものかも知れない。

## ま と め

スギの造林不適地に植栽された3年生林と、生育不良の12年生林に対する施肥試験の結果、4年を経過した現時点で、次のようなことがわかった。

- 1) 不適地幼令林における施肥の効果は、施肥量に応じて高くなるが、その施肥量はスギ1本当りNの要素量で20g以上を必要とするものと考えられる。
- 2) 肥効は施肥当初2年目まで大きく、3年目で急速に低下するが、施肥要素量20g以上の施用ではその後もある程度肥効をもたらすようである。しかし、積極的に生長促進をはかるためには、3～4年目に追肥を行なうことが必須のことと考えられる。
- 3) 生育不良な壮令林施肥では、ha当りNの要素量で100kg以上の施用ではじめて肥効があらわれることが推察された。
- 4) その肥効期間は2～3年で、かかる生育不良林の樹勢回復には最少限3年おき程度に多量の追肥を施す必要があると考えられる。

以上は施肥後4年間の生長におよぼす施肥効果であって、今後さらに継続して実験を進めると同時に、樹体養分や土壌の変化について検討を加えたい。

## 文 献

- 1) 辻田 昭夫 : 施肥造林地における雑草木の養分吸収について 81回 日林講 (1970)
- 2) 中村 義司 : スギの林木ならびに林分の水分経済に関する研究 九大演報 38号 (1964)
- 3) 桑原 武男 : 乾性の土壤に植えたスギの肥培効果について 75回 日林講 (1964)
- 4) 原田 洸ほか : スギ肥培試験地における7年間の生長経過と樹体内における養分分布について 76回 日林講 (1965)
- 5) 川名明ほか : 壮令林の肥培に関する研究(Ⅲ) 79回 日林講 (1968)

(1972年11月30日受理)