

## アテ幼齡林施肥試験

A Study on Fertilization of Young Ate (*Thujopsis Dolabrata*)  
Forest.

中野 敏夫

### I ま え が き

多くの試験研究機関で、林地肥培に関する試験が行われはじめて20余年になる。その間、スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツなど主要造林樹種について数多くの報告がなされていることは周知のとおりである。それらの報告は、多くが肥効を肯定しているが、なかには否定的なものもみられる。また、森林生態学的な立場等から、林地肥培そのものに批判的な声が聞かれることも事実である。

然るに、最近では施肥の効果そのものよりも施肥の効果を前提として、竹下ら<sup>24</sup>、渡辺<sup>25</sup>は施肥と雪害との関係を、竹下ら<sup>26</sup>、木村<sup>27</sup>、桑原<sup>28</sup>は施肥と枝打ちの関係について述べるなど、育林技術体系のなかに組み入れた報告も多くみられるようになった。

ところで、アテは古くから能登地方一帯で造林されており、スギと並んで石川県における有力な林業樹種である。その需用は他県におけるヒノキと同様に大きく、昭和42年には「県の木」に指定された石川県特有の樹種であるが、林地肥培に関する報告はなされていない。

そこで、アテは初期生長の非常に緩慢な樹種であるため、施肥効果が現われるかどうか、を知ることと、今一つは、矛盾するようであるが、何とかして初期生長を促進させる方法を見つけたい、と言う期待を持って、昭和42年秋に肥培試験地を設定した。以後、昭和52年（以下昭和の表現を省略する）秋までの10年間にわたって調査を実施し、一応の結果が得られたので報告する。今後のアテ造林に対する参考資料となれば幸いである。

### II 試験地の概要

#### 1. 概 況

試験地の所在は、石川県輪島市三井町小泉に設定した石川県林業試験場輪島試験林内であり、標高は120~160 mで、輪島市の年平均気温は12.9°C、年間降水量は約2100 mmである。

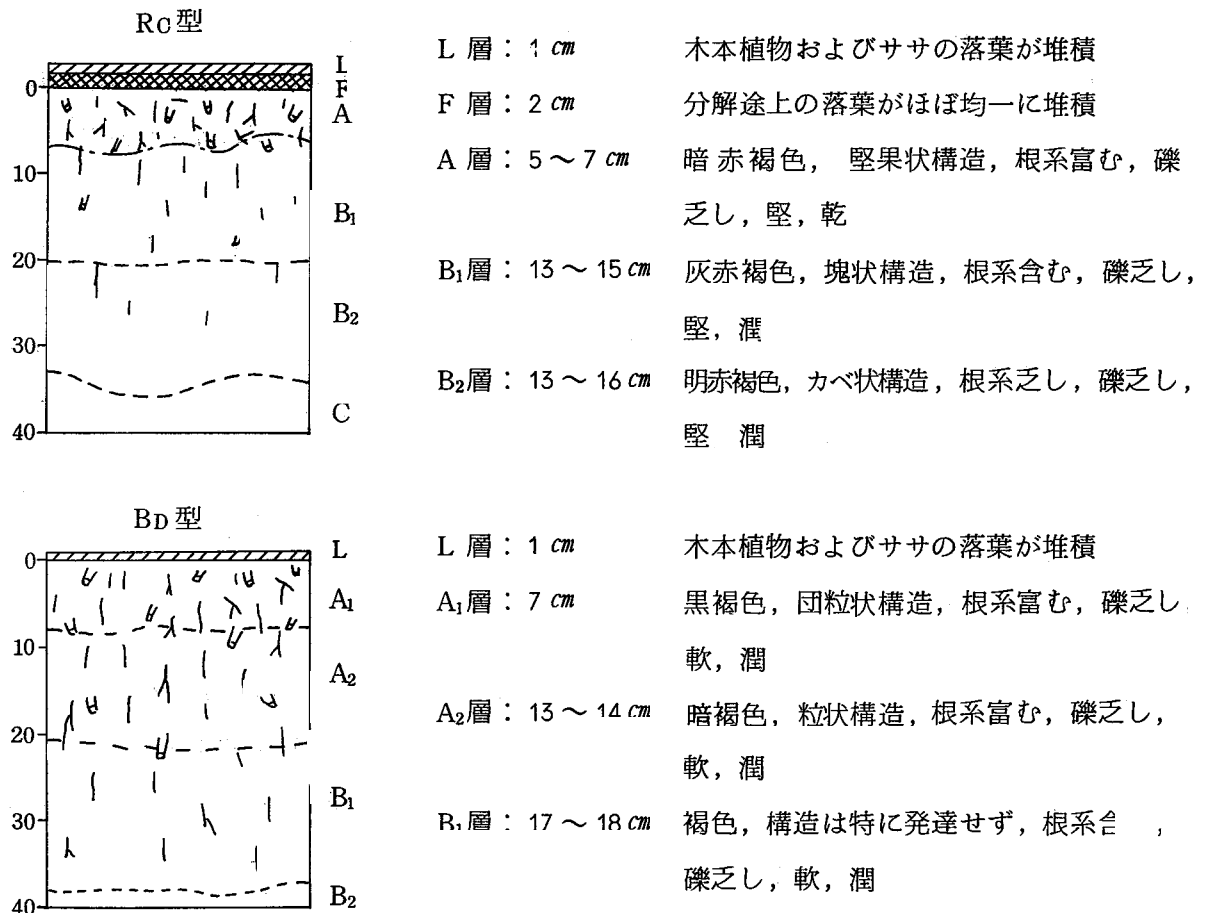
この試験林内に、A、B、Cの三試験地を設けたが、いずれの試験地も南向きで、設定前の林況はコナラを主体とする19年生の薪炭林であった。各試験地の概況を表-1に示す。

表-1 試験地の概況

試験地	面積	土壌型	地 形	地 拵 え 前 の 主 な 植 生
A	0.21 <sup>ha</sup>	Rc	尾根～尾根斜面 2°～17°	コナラ, アカマツ, ヤマボウシ, ヒサカキ, ネジキ, トネリコ, ソヨゴ, ナツハゼ
B	0.30	BD	直斜面中腹部 約 25°	コナラ, タムシバ, ヒサカキ, ヤマザクラ, リョウブ, ヤマウルシ, エゴノキ, クリ, ホウノキ
C	0.30	BD <sup>(d)</sup>	凸斜面中腹部 20°～30°	コナラ, ヒサカキ, リョウブ, ヤマボウシ, トネリコ, ヤマウルシ, エゴノキ

## 2. 土 壌 条 件

試験地の土壌型については前述したとおりであるが、各土壌型の断面を図-1に示し、分析結果を表-2に示す。



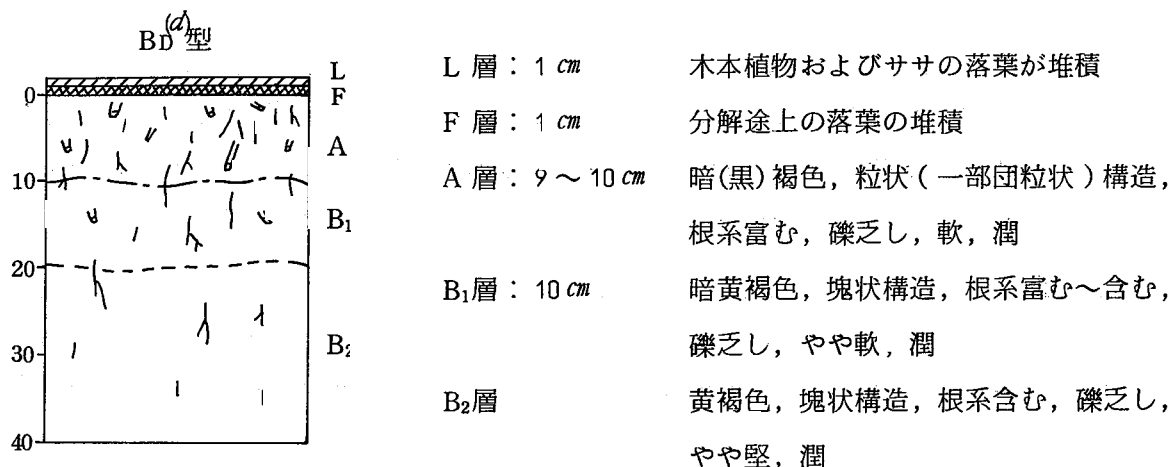


図-1 土壌の断面

表-2 土壌の化学的性質

土壌型	層位	pH (H <sub>2</sub> O)	置換酸度 (Y <sub>1</sub> )	炭素 (%)	チッソ (%)	炭素率
Rc	A	4.9	32.4	5.6	0.25	22
	B <sub>1</sub>	5.1	27.1	1.5	0.07	21
	B <sub>2</sub>	5.1	26.4	0.9	0.06	15
BD	A <sub>1</sub>	5.1	20.9	6.0	0.25	24
	A <sub>2</sub>	5.1	24.9	2.3	0.15	15
	B <sub>1</sub>	5.2	20.0	1.6	0.12	13
BD <sup>(a)</sup>	A	5.2	18.3	4.4	0.22	20
	B <sub>1</sub>	5.0	26.6	2.0	0.10	20
	B <sub>2</sub>	5.0	22.4	1.4	0.08	18

### Ⅲ 材料と方法

#### 1. 試験区の設定

各試験地とも41年8月～9月に皆伐し、枝条は試験地外へ搬出した。同年12月にA試験地にはアテを、BおよびC試験地にはスギを植栽し、それぞれ肥培試験地として出発したのであるが、42年春の異常乾燥により、アテは90%枯損し、スギは野兎による食害と異常乾燥により壊滅的な打撃を受けたので、これらの試験は中止し、新たに42年度から、アテの肥培試験地として、表-3の設計にもとずき出発したものである。供試苗はマアテ2年生で、42年12月にha当り3,000本を前年度植栽した苗木と苗木の中間地点に植栽した。

A試験地については、化学肥料と林業用肥料の肥効の検討を、B試験地については成分の異なる肥料の肥効の検討を、また、C試験地については、アテの初期生長が悪いため、植栽後ある期間林地になじんでからの施肥効果、および、標準施肥量に対して倍量施肥の検討を行う目的で試験区を設定した。

表-3 試 験 設 計

試験地	試験区	面積	1本当り施肥量, ( )内は成分量		
A	A <sub>1</sub>	0.07 <sup>ha</sup>	尿素 21g, 熔燐 25g, 塩加 9g ( N=10, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =5, K <sub>2</sub> O=5 )		
	A <sub>2</sub>	0.07	森林肥料特号	50g	( N=10, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =5, K <sub>2</sub> O=5 )
	A <sub>3</sub>	0.07	無 施 肥		
E	B <sub>1</sub>	0.10	⊗林業肥料5号	100g	( N=6, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =9, K <sub>2</sub> O=5 )
	B <sub>2</sub>	0.10	森林肥料特号	50g	( N=10, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =5, K <sub>2</sub> O=5 )
	B <sub>3</sub>	0.10	無 施 肥		
C	C <sub>1</sub>	0.10	森林肥料特号	50g	( N=10, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =5, K <sub>2</sub> O=5 )
	C <sub>2</sub>	0.10	"	100g	( N=20, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =10, K <sub>2</sub> O=10 )
	C <sub>3</sub>	0.10	無 施 肥		

## 2. 施肥時期と方法

施肥時期については、A、B試験地は苗木の活着を確認したのち、44年3月下旬に第1回目の施肥を行い、続いて45年3月下旬、46年3月下旬と3年連続施肥した。C区については、A、B試験地に対し2年ずつ遅らし、すなわち、46年3月下旬～48年3月下旬の3年連続施肥した。各試験区の第1回目の施肥量は表-3に示したとおりであり、2回目、3回目の施肥量は前回の20%増とした。施肥方法は、各試験区とも斜面上部の枝張りの下に半円形を描き、木の棒を用いて簡単に掘り起し、施肥したのち、覆土した。なお A<sub>1</sub>区の化学肥料については、施肥前に試験地で混合して施用した。

## 3. 分析方法

土壌およびアテ葉の分析はつきの方法を用いた。pH = ガラス電極、置換酸度(Y) = 常法による<sup>30)</sup>。炭素 = チューリン法、窒素 = ケルダール法、リンサン = 光電光度計によるモリブデン青色の比色法、カリ = 炎光分析法。

## 4. 調査および試料の採取

生長状況の調査は常に11月に実施し、根元直径は地ぎわより5cm上部を斜面に対して水平方向を測定した。葉分析試料は当年伸長した葉を11月に採取した。また、重量生長については、52年11月にAおよびC試験地より、樹高と根元直径の平均的なものを2本ずつ選び測定した。

# IV 結果および考察

## 1. 樹高生長について

植栽時から10年間の各試験地の生長状況は図-2・3・4に示したとおりであり、また、第1回施肥の年から、昭和52年までの各年の生長量を表-4に示した。これらの図表からうかがえるとおり、三試験地とも施肥の効果が施肥当年よりはっきり現われている。

表-4 第1回施肥以降の各年の生長量

地形	試験区	44年	45年	46年	47年	48年	49年	50年	51年	52年	9年間の合計 (C区は7年)
尾根斜面	A <sub>1</sub>	3 (150)	6 (200)	7 (233)	8 (266)	10 (250)	13 (260)		42 (175)		89 (202)
	A <sub>2</sub>	3 (150)	7 (233)	8 (266)	9 (300)	11 (275)	14 (280)		44 (183)		96 (218)
	A <sub>3</sub>	2 (100)	3 (100)	3 (100)	3 (100)	4 (100)	5 (100)		24 (100)		44 (100)
直型斜面中腹	B <sub>1</sub>	8 (200)	10 (250)	12 (171)	15 (167)	19 (158)	23 (121)		95 (119)		182 (135)
	B <sub>2</sub>	8 (200)	12 (300)	14 (200)	16 (178)	19 (158)	25 (132)		94 (118)		188 (139)
	B <sub>3</sub>	4 (100)	4 (100)	7 (100)	9 (100)	12 (100)	19 (100)		80 (100)		135 (100)
凸型斜面中腹	C <sub>1</sub>			9 (180)	12 (171)	17 (155)	21 (140)	23 (135)	26 (130)	32 (128)	140 (140)
	C <sub>2</sub>			9 (180)	14 (200)	19 (173)	25 (167)	25 (147)	29 (145)	32 (128)	153 (153)
	C <sub>3</sub>			5 (100)	7 (100)	11 (100)	15 (100)	17 (100)	20 (100)	25 (100)	100 (100)

(注) ( )内の数字は無施肥区を100とした場合の肥効指数

### イ) A試験地

3回目の施肥が終了して7生長期経過した52年までも施肥の影響がみられる。52年11月の無施肥区(A<sub>1</sub>区)の樹高は82cmであるが、施肥区(A<sub>1</sub>区、A<sub>2</sub>区)の樹高が82cmに達したのは49年11月以前であるため、施肥区は無施肥区に比較して3年以上の生長期間を短縮したことになる。分散分析の結果、試験区間に1%水準で有意差が認められた。

次に、林業用肥料と化学肥料の肥効については、林業用肥料(A<sub>2</sub>区)が化学肥料(A<sub>1</sub>区)にややまさっているものの、t検定の結果表-5にみられるとおり統計的な有意差は認められなかった。桑原<sup>13)</sup>は林業用肥料と化学肥料の肥効差について、ヒノキにはほとんど差

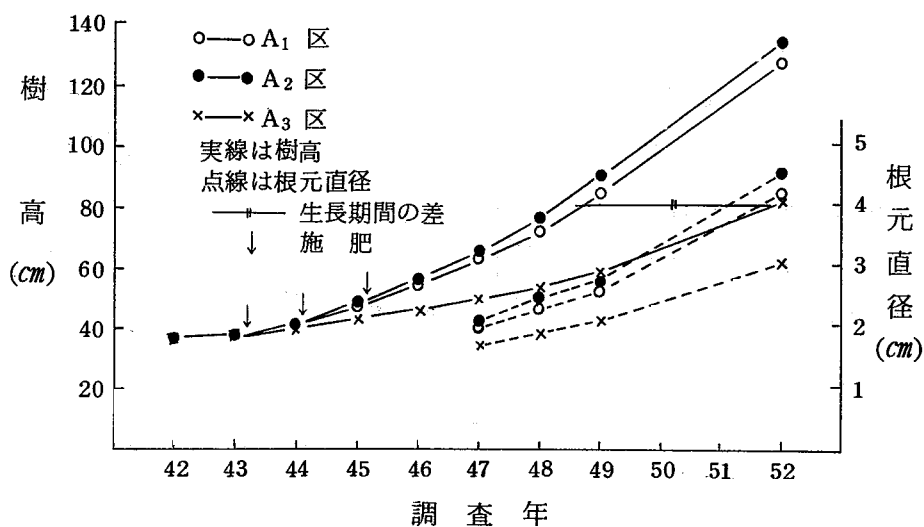


図-2 A試験地の生育状況

はないが、スギについては、林業用肥料の肥効がいく分大きい、統計的に有意差のないことを指摘している。これは筆者の意見とほぼ一致するものと解される。

表-5 A試験地の樹高についてのt検定表

試験区	平均	平方和	分散	自由度	t
A <sub>1</sub>	127.3	51654.67	1781.20	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> 間 58	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> 間 $0.59 < t(58 : 0.05) = 2.00$
A <sub>2</sub>	134.2	65490.17	2258.28		
A <sub>3</sub>	81.9	11913.47	410.81	A <sub>1</sub> A <sub>3</sub> 間 42	A <sub>1</sub> A <sub>3</sub> 間 $5.31^{**} > t(42 : 0.01) = 2.70$

ロ) B試験地

表-4にみられるとおり、46年を頂点に施肥区の肥効指数は漸減しており、また、樹高生長曲線からみても、52年以降は施肥区、無施肥区がほぼ平行線をたどるものと推定される。無施肥区の47年の樹高は61cmであるが、これと等しい樹高を施肥区の樹高生長曲線から求めると、45年を少し過ぎた時点であり、生長期間の差は1.5~2.0年となる。それ以後、施肥区と無施肥区の生長期間の差は同じ状態が続いている。すなわち、施肥により生長期間を1.5~2.0年短縮したことになる。分散分析の結果1%水準で施肥効果のあることが認められた。

次に、成分の異なる肥料の肥効差については、t検定の結果、表-6に示したとおり、統計的な有意差はみられないものの、林業肥料特号(10:5:5)が(15)林業肥料(6:9:5)よりいくらか肥効が大きい。すなわち、B<sub>D</sub>型土壤のような一般林地では、スギ、ヒノキ等について芝本が指摘しているように、アテについても、リンサンよりチッソに重点を置いた方が有利と思われる。

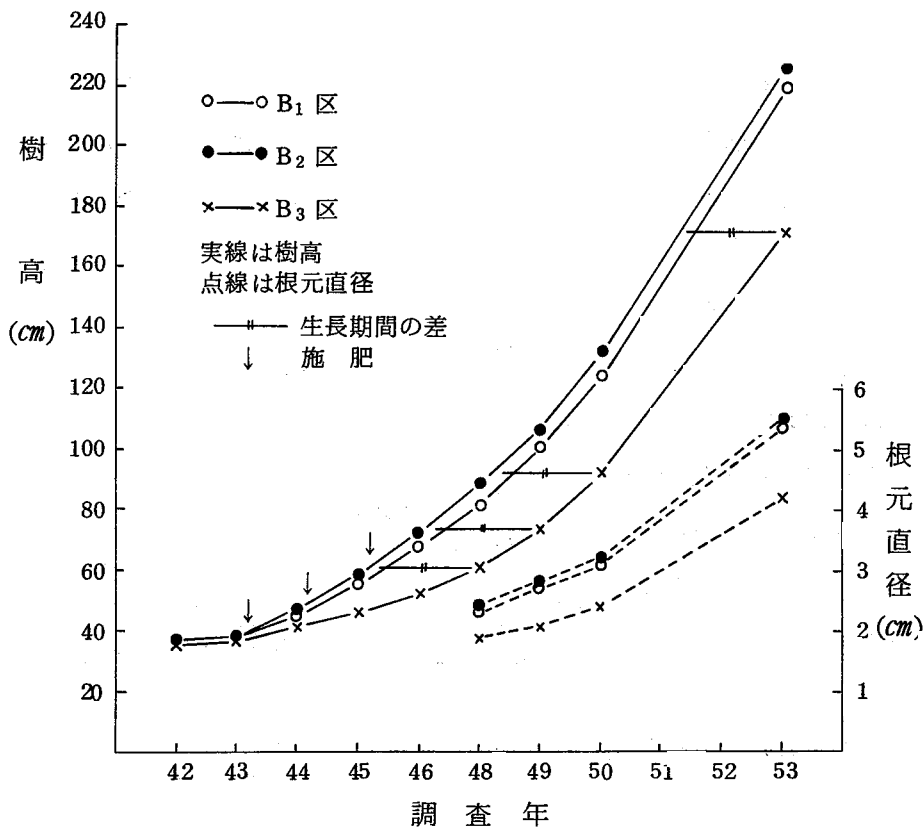


図-3 B試験地の生育状況

表-6 B試験地の樹高についてのt検定表

試験区	平均	平方和	分散	自由度	t
B <sub>1</sub>	219.5	73767.5	2543.7	B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> 間 58 B <sub>1</sub> B <sub>3</sub> 間 58	B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> 間 $0.57 < t(58; 0.05) = 2.00$ B <sub>1</sub> B <sub>3</sub> 間 $4.06^{**} > t(58; 0.01) = 2.66$
B <sub>2</sub>	226.3	51622.3	1780.1		
B <sub>3</sub>	172.7	41893.9	1444.6		

ハ) C試験地

B試験地と同様肥効指数は施肥2年目を頂点に漸減している。無施肥区の51年、52年における樹高と、等しい樹高を施肥区の樹高生長曲線に合わせ、施肥区と無施肥区の生長期間の差を求めると、約1.5年となる。すなわち、この試験地では施肥することにより、約1.5年の生長期間を短縮したことになる。また、肥効の持続期間は4年である。分散分析の結果、1%水準で施肥効果のあることが認められた。

次に、施肥量について

では、標準施肥量区

(C<sub>1</sub>区)に対して倍量

区(C<sub>2</sub>区)が肥効にお

いても大きい、表-

7に示すとおり、統計

的有意差が認められ

るまでには至らなかつ

た。安藤ら<sup>①</sup>、大林<sup>⑰</sup>、平

川<sup>⑱</sup>、石川ら<sup>⑳</sup>、横尾、桑

原<sup>⑭</sup>、その他の報告を総

合すると、施肥量を標

準量の1.5倍、2倍、

3倍と増加した場合、

30%程度の樹高生長の

増加がみられる場合も

あるが、多くは標準量とそれほど差のない場合が多い。

今回の筆者の結果についても、倍量施肥しただけの効果がみられなかったのは、その時のアテが倍量分を吸収して活用するだけの樹勢を持っていなかったものと考えられる。

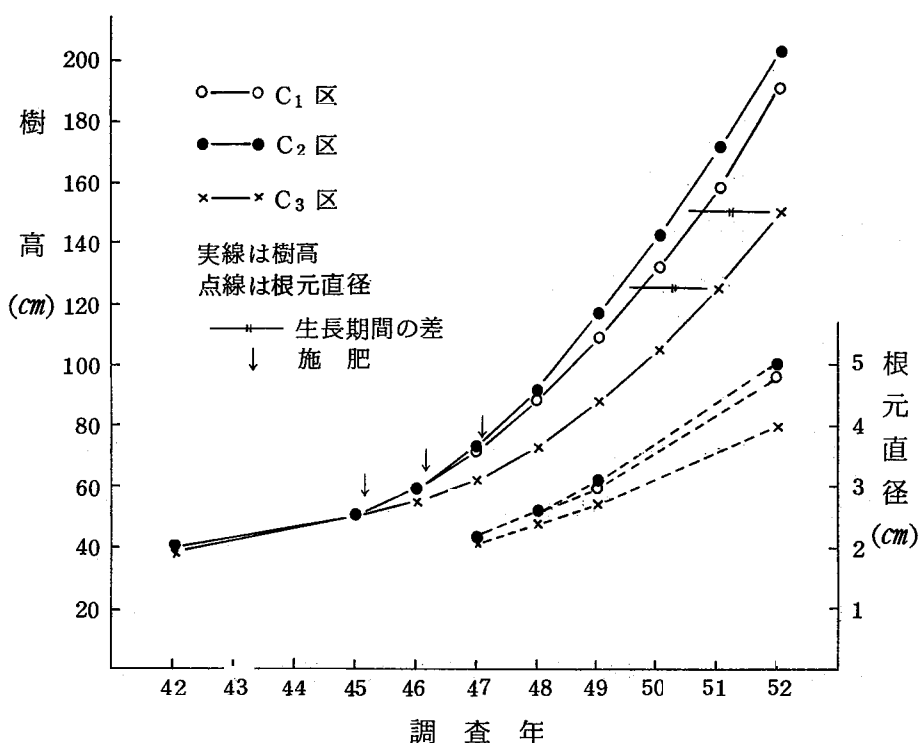


図-4 C試験地の生育状況

表-7 C試験地の樹高についてのt検定表

試験区	平均	平方和	分散	自由度	t
C <sub>1</sub>	190.3	60133.9	1768.64	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> 間 68 C <sub>1</sub> C <sub>3</sub> 間 68	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> 間 $1.24 < t(68:0.05) = 2.00$ C <sub>1</sub> C <sub>3</sub> 間 $4.01^{**} > t(68:0.01) = 2.65$
C <sub>2</sub>	203.1	48637.6	1430.52		
C <sub>3</sub>	150.2	41666.18	1225.48		

二) 三試験地の総括

① 肥効の表わし方

アテの生長は三試験地の無施肥区にみられるとおり、植栽後の初期生長は非常に緩慢である。このことについては山谷、山田<sup>②</sup>が指摘しているように、一定期間を経過しなければ旺盛な生長が行われない。そのため、樹高は他の樹種には、あまり例をみないような曲線を描きながら生長する。スギのようにほぼ直線的な樹高生長曲線が得られれば、肥効指数から肥効の程度やその持続期間を読みとることはたやすいが、アテのような生長曲線を描くような樹種では、肥効指数のみで判定すると、誤りを起すことになる。

すなわち、アテの場合は、水平的にみて施肥区と無施肥区の樹高生長曲線が、平行線をたどるようになる時点、言いかえれば、施肥区と無施肥区の樹高生長曲線を比較して、両者の間に現われる生長期間の差が一定になる時点までを肥効の持続期間とするのがより妥当と思われる。そして肥効の大小は生長期間の差をもって論ずるのが適当と思われる。もちろん、生長が旺盛になり、ほぼ一定の生長量がみられるようになれば(例えばB試験地の52年以降)、肥効指数を重視することに異論はない。

② 土壌条件と肥効

土壌条件と肥効の関係については、R<sub>0</sub>型土壌のA<sub>2</sub>区と、B<sub>D</sub>型土壌のB<sub>2</sub>区は同時に施肥し、同じ肥料を使用しているので比較の対象になりうる。すなわち、R<sub>0</sub>型土壌では3回目の施肥後、7年間肥効が持続しており、その効果は生長期間を3年以上も短縮しているのに対し、B<sub>D</sub>型土壌では施肥の持続期間は2年と短かく、生長の短縮期間は1.5~2.0年である。

桑原<sup>①③</sup>、原田<sup>⑫</sup>は適地適木を逸するような悪い土壌(B<sub>B</sub>, B<sub>C</sub>型)にスギを植えた場合、肥効はほとんど現われないことを指摘しているが、一般には肥沃な土壌より、やせた土壌の方が肥効指数の大きいことを安藤<sup>①</sup>、佐藤<sup>③⑬</sup>、河田<sup>②</sup>、佐藤<sup>⑩</sup>、横尾<sup>⑳</sup>が述べており、また、藤田<sup>⑲</sup>は40年生のスギについても、地位1等地ではほとんど施肥効果がないが、地位3等地では顕著な効果のあることを指摘している。肥効の持続性については、佐藤<sup>③</sup>は肥沃な土壌よりも、やせた土壌の方が、肥効の持続期間が長いことを指摘している。

アテは、スギと比較した場合、土壌に対する適応範囲は広い。一般に造林されている環境を土壌型で表現すると、スギがB<sub>E</sub>~B<sub>D</sub>~B<sub>D</sub><sup>(d)</sup>型土壌であるのに対し、アテはB<sub>D</sub>~B<sub>D</sub><sup>(d)</sup>~B<sub>C</sub>型土壌である。すなわち、一応の造林適地範囲であれば、アテについても、肥沃な土壌より、乾性のやせた土



壤の方が、肥効は大きく現われ、肥効の持続期間も長いことが明らかになった。

### ◎ 施肥時期と肥効

A, B 試験地に対して施肥時期を2年遅らせたC試験地との関係については土壤条件が異なるため、それほど正確なことは言えないが、同じ肥料を等量施用したA<sub>2</sub>区、B<sub>2</sub>区とC<sub>1</sub>区を比較してみよう。C<sub>1</sub>区の肥効の持続期間は3～4年であり、施肥による生長期間の短縮は1.5年弱である。

前述した如く、肥沃な土壤より、やせた土壤の方が肥効は大きく現われ、肥効の持続期間も長いことを前提にすると、BD<sup>(4)</sup>型であるC<sub>1</sub>区は、同時施肥ならば、BD型土壤のB<sub>2</sub>区とRC型土壤のA<sub>2</sub>区の間的な値を示すものと考えられる。肥効の持続期間については間的な値を示しているが、肥効の程度、すなわち、生長期間の短縮については、B<sub>2</sub>区よりやや劣っている。再三述べるとおり、肥沃な土壤よりやせた土壤の方が肥効が大きいことをあてはめるなら、施肥時期をあまり遅らすことは適当でないようにも思われる。

河田<sup>(2)</sup>らは、植栽1年目施肥と3年目施肥を比較した場合、スギは3年目施肥が肥効が大であるのに対し、ヒノキでは1年目施肥の方が肥効の大きいことを報告している。

アテについては、同一土壤型で試験を行っていないので、正確なことは言えないが、ヒノキとアテはいくつかの点で共通性もあることから、ほぼ同じ結果を得たものと解している。

## 2. 直径生長と重量生長について

根元直径の測定は47年より行ったのであるが、各試験地とも図-2・3・4に示したように施肥の効果が現われている。その現われ方は樹高に現われた傾向にほぼ等しい。

重量生長については表-8に示すとおりであり、施肥が重量生長に影響を及ぼしていることは明白である。原田<sup>(12)</sup>は、施肥による生長増加の割合は、一般に樹高や直径におけるより、重量や養分含有量において大きい傾向のみられることを指摘している。

アテについても、重量生長についてこの傾向がはっきりみられた。

表-8 植栽後10年目の重量(2本の平均)

試験区	樹高	根元直径	生重量
A <sub>1</sub>	126	4.2	2.8 <sup>kg</sup>
A <sub>2</sub>	134	4.5	3.4
A <sub>3</sub>	82	3.1	1.5
C <sub>1</sub>	191	4.8	6.2
C <sub>2</sub>	200	5.0	6.8
C <sub>3</sub>	153	4.1	4.1

## 3. 葉の養分含有率について

チッソ、リンサン、カリ(以下N, P, Kと表示)について、葉分析した結果は表-9に示すとおりである。47年11月の分析値は、A, B試験地にとっては、43年3月～46年3月と3回連続施肥が終了して、2生長期経過した時点である。また、C区にとっては、46年3月～48年3月の3回連続施肥であるため、2回分の施肥の影響を受けた時点である。各試験地に共通して言えることは、Nの含有率は施肥区と無施肥区の間ほとんど差はみられないが、PとKについては、無施肥区に

対し、施肥区の含有率が明らかに高くなっている。すなわち、施肥により生長量が増大するにともない葉中のP、Kの濃度も高くなることが認められた。

表-9 アテ葉の三要素組成 (乾物当り)

試験区	昭和47年11月			昭和49年11月		
	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)
A <sub>1</sub>	0.92	0.31	1.21	0.94	0.25	1.04
A <sub>2</sub>	0.95	0.27	1.23	0.95	0.23	0.97
A <sub>3</sub>	0.96	0.19	0.96	0.90	0.17	0.97
B <sub>1</sub>	1.09	0.36	1.24	0.99	0.32	1.11
B <sub>2</sub>	1.03	0.34	1.27	1.01	0.31	1.11
B <sub>3</sub>	0.97	0.24	1.02	0.94	0.25	0.94
C <sub>1</sub>	0.97	0.29	1.42	0.92	0.32	1.53
C <sub>2</sub>	0.98	0.30	1.47	0.91	0.29	1.61
C <sub>3</sub>	0.95	0.19	1.04	0.88	0.18	1.12

④⑧ 塘, 河田ら, ②⑤ 原田, ⑨ 佐藤は施肥後葉中に含まれる養分濃度は明らかに増大が認められることを指摘している。しかしながら、施肥効果が生長に著るしく現われた場合には、一時的に養分濃度が低下することを③ 塘, ⑥⑦ 河田らは報告している。

河田らは前述の報告で、カラマツ、クロマツについて、施肥区のP、K濃度は著るしく増大するが、N濃度は希釈作用により、無施肥区よりも低くなる場合のあることを指摘している。

このことから、アテについても、施肥による生長の増大にともない葉中のP、K濃度は高まったが、Nについては希釈作用により、濃度差は現われなかったと解される。このことは、NよりP、Kが相対的に多く苗木に吸収されたことを意味している。

次に、49年11月の分析値では、C試験地においてはP、Kとも施肥の影響がはっきり認められるが、AおよびB試験地では、Kについては施肥区と無施肥区の差がほとんどないか、あっても小さくなっているのは当然のなりゆきであろう。しかし、Pについてはまだかなりの差が認められることは注目に値することと思う。

このように、施肥後のアテの生長と葉中の養分含有率との間にはNを除いて正の関係がみられた。このことは、施肥することにより、葉中の養分濃度が増大し、その結果、⑳ 坂上が指摘するように、光合成能力を高め、生長を促進させたものと推察される。

## Ⅴ ま と め

初期生長の非常に緩慢なアテに対して、施肥効果が果して現われるか、と言うことについて試験を行って来た。その結果、次のことが明らかになった。

- ① 施肥効果は明らかに認められ、その肥効は肥沃な土壤よりやせた土壤に大きく現われた。すなわち、Rc型土壤では生長期間を3年以上短縮したのに対し、Bd型土壤では1.5～2.0年の短縮にとどまった。
- ② 肥効の持続期間についても、肥沃な土壤よりやせた土壤の方が長い。すなわち、Rc型土壤では6～7年肥効が続いているのに対し、Bd型土壤では2年で肥効が停止している。
- ③ 施肥量については、標準施肥量に対し、倍量施肥した場合、いく分肥効は大きくなるが、倍量に相当するだけの肥効は現われない。また、統計的な有意差も認められなかった。このことから、施肥量は無駄のないように設計すべきであろう。
- ④ 化学肥料（単肥の混合）と林業用肥料の比較では、統計的な有意差はないが、林業用肥料に肥効が大きく現われた。そのうえ価格は別として、化学肥料の場合は混合などに手間がかかるため、林業用肥料の方が有利である。
- ⑤ 施肥による生長の増大は重量生長に最も大きく現われた。
- ⑥ 施肥による葉中の養分濃度への影響は、Nに対してはほとんどみられなかったが、P、KとくにPについては含有率が高くなった。

## 参 考 文 献

- 1) 愛藤愛次，小島俊郎：林地肥培，山梨県林試報8号，昭和34年
- 2) 河田弘，衣笠忠司：高野山国有林におけるスギ，ヒノキ幼齡林施肥試験，林試報191号，昭和41年
- 3) 佐藤俊ほか：東北地方における主要造林樹種の施肥効果について，林試報167号，昭和39年
- 4) 塘隆男：林地肥培の考え方とその実際，林業科学技術振興所，昭和42年
- 5) 河田弘，衣笠忠司：スギ幼齡林施肥試験，林試報216号，昭和43年
- 6) ————，—————：広島県姥ヶ原国有林におけるクロマツ幼齡林施肥試験，林試報219号，昭和44年
- 7) ————：カラマツの生長および針葉の組成に及ぼす施肥の影響，林試報162号，昭和39年
- 8) 塘隆男：わが国主要造林樹種の栄養および施肥に関する基礎的研究，林試報137号，昭和37年
- 9) 原田洸：スギの生長と養分含有量およびこれに及ぼす施肥の効果に関する研究，林試報230号，昭和45年
- 10) 佐藤久男：笠間国有林におけるアカマツ幼齡林施肥試験，林試報297号，昭和52年
- 11) 桑原武男：乾性の土壤に植えたスギの肥培効果について，日林講集75回，昭和40年
- 12) 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日林講集76回，昭和40年
- 13) 桑原武男：林地肥培試験，昭和35年度広島県林試報，昭和36年

- 14) ————— : ————— , 昭和38年度 広島県林試報, 昭和39年
- 15) 芝本武夫: 林地肥培入門, 加里研究会, 昭和38年
- 16) 佐藤俊ほか: 施肥効果の現われ方と土壌条件, 日林講集74回, 昭和39年
- 17) 大林弘之介: 林地肥培試験, 昭和39年度兵庫県林試
- 18) 平川昇: 林地肥培試験, 福島県林試報 № 6, 昭和48年
- 19) 藤田桂治, 長谷川浩一: 成木林の肥培効果 (Ⅵ), 日林講集84回, 昭和49年
- 20) 春田泰次ほか: 施肥成分が土壌と樹木の吸収成分に及ぼす影響 (Ⅰ), 日林講集82回, 昭和47年
- 21) 石川達芳ほか: 岡山県下における 2・3 の針葉樹の林地肥培に関する研究 (第3報), 日林講集72回, 昭和38年
- 22) 横尾庫松: 林地肥培試験, 山形県林試報 № 7, 昭和42年
- 23) 山谷孝一, 山田耕一郎: ヒバ稚樹の研究生長経路について (第2報), 青森森友, 昭和27年9月号
- 24) 竹下純一郎ほか: 多雪地帯における林地肥培試験, 日林中支講集20回, 昭和47年
- 25) 渡辺哲夫: 多雪地帯におけるスギ幼齢林の雪害と肥培, 森林と肥培 № 88, 昭和51年
- 26) 竹下純一郎ほか: 林地肥培に関する研究第10報, 日林中支講集20回, 昭和47年
- 27) 木村繁: 林地肥培と優良材生産, 森林と肥培 № 96, 昭和53年
- 28) 桑原武男: 林分保育と林地肥培, 森林と肥培 № 100, 昭和54年
- 29) 坂上幸雄: 林木の光合成能力と N, P, K 要素, 森林と肥培 № 37, 昭和40年
- 30) 林野庁林業試験場: 国有林林野土壌調査方法書, 昭和30年