

[粕屋演習林]4. ヒノキ林における施肥効果について

野上, 寛五郎
九州大学農学部林学科 : 助手

田添, 貞也

宮島, 寛
九州大学農学部附属演習林 : 教授

<https://doi.org/10.15017/1462096>

出版情報 : 演習林研究経過報告. 昭和46年度, pp.104-120, 1972. 九州大学農学部附属演習林
バージョン :
権利関係 :



4. ヒノキ林における施肥効果について

野上寛五郎・田添貞也・宮島寛

1 ま え が き

林地に施肥をすることで、林木の生長が促進されることは、これまで多くの試験や実践の場で経験されているところである。そして、林木1代にわたる肥培体系も一応確立されつつある。すなわち、植付け当初に行なう林分閉鎖前の第1期肥培、閉鎖後の育林過程で行なう第2期肥培および伐採の数年前に行なう第3期肥培とに分けられる。また、閉鎖前の幼令林[※]に対して行なわれる第1期肥培は、これを幼令木肥培（施肥）、閉鎖後の壮令林分に対して行なわれる第2期、第3期肥培を成木林肥培（施肥）[※]として、肥培に対する考え方を2つに分けることもできる。

ここで、わたくしどもは肥培に対する考え方をこの2つに分けた立場に立つて、その後者、つまり成木林（壮令林）肥培について、現在わたくしどもの教室ですすめている研究の一部を報告する。

※幼令木としたのは、個々の林木は閉鎖前にはそれぞれ独立して生長すると考えられるからである。

※成木林（あるいは壮令林）としたのは、閉鎖後は個々の林木は互いに影響し合つて林分を形成して生長すると考えられるからである。

野上寛五郎：ヒノキ苗の単位面積当り養分利用率（1）他

第78回日林講 272-276 1967

野上寛五郎：ヒノキ林における施用養分の単位面積当り利用率（1）他

日林九支論（印刷中）1971

2 材料と方法

（1）苗木を用いたモデル実験

供試材料は、有機質に富む壤土で育成された実生ヒノキ1年生稚苗でほぼ均一な大きさのものを選び（平均個体生重4.21g、同乾重0.98g）1966年4月末に100×100cmの砂床に、それぞれ本数密度別に植栽した。植栽本数は3×3本/m²：（9本/m²）、4×4本/m²、5×5本/m²、……………15×15本/m²：（225本/m²）の13段階とし、それぞれ施肥区と無施肥（対照）区とを設けた。各ブ

ロットには $100 \times 100 \times 30$ cmの板枠を用い、ビニールフィルムを内部に敷き、底部は排水可能な程度約 $3/100$ の勾配をつけ、排水孔から浸出液（排水）を採取できるようにした。施用した肥料は「住友尿素複合液肥1号」（ $15:6:6$ ）で、施肥区には、すべて m^2 当りチツソ量で 64g をあたえた。したがってリン酸およびカリ量はそれぞれ 25.6g であつた。これを苗木が十分活着したのち、16回に分けてほぼ6日ごとに与えた。供試土壌の分析結果（表略）、土性は砂土（S）で、チツソ含有量は微量（ 0.006% ）であつた。灌水は1日2回、 m^2 当り平均 6ℓ の自動噴霧とした。なお、盛夏時には1日3回、灌水量も $10 \sim 12\ell$ とし、降雨時には灌水をとめた。'66年11月10～15日に苗木を掘りとり、水洗し、すべての苗木について、個体および各部位別に生重ならびに乾重を測定した。また、各プロットごとに葉、枝・幹、根の3部分についてそれぞれ試料を採取し、チツソ、リン酸、カリの含有量を測定した。なお、排水、用土（砂）についてもチツソの定量をおこなつた。

(2) 林分施肥試験

この試験地は九大粕屋演習林内に設定された本数密度試験地の一部で、傾斜約 20° 、北向斜面の中腹にあつて、'60年3月植栽のヒノキ実生林である。土壌分析結果（表略）によると、比較的石礫を含み、養分含有量は少ないが、土壌構造は団粒～粒状を示し、水湿状態は潤～乾で、土壌型からみればBD（d）型で一部BC型を含むといふことかできよう。本数密度は $1,000\text{本/ha}$ ： $(1.0 \times 1.0\text{m})$ 、 $5,102\text{本/ha}$ ： $(1.4 \times 1.4\text{m})$ 、 $3,086\text{本/ha}$ ： $(1.8 \times 1.8\text{m})$ の3段階、植栽以後数回の下刈りを行なつただけで、これまで施肥はもちろん除伐、枝打など全く行なわれてはいない。'69年6月中旬各密度区ごとに 20本/プロット の施肥、無施肥区を3回くりかえして設定した。施肥区には~~④~~スーパー1号（ $24:16:11$ ）を、面積当り施用量が一定となるよう、1回当り $1.8 \times 1.8\text{m}$ 区に $1,250\text{g}$ 、 $1.4 \times 1.4\text{m}$ 区に 756g 、 $1.0 \times 1.0\text{m}$ 区に 386g を'69年7、8月、'70年3、5、7月、'71年4、6月の計7回それぞれほぼ均一に表面散布によつて施肥した。すなわち、 ha 当りに換算すれば、各区とも $1,350\text{kg}$ の施肥量となり、これをチツソ量（N）で計算すれば 324kg となる。プロット設定時および'71年10月初旬、樹高については全供試木（各プロット当り20本で3レベル3回繰り返しの施肥と無施肥区）360本を、直径（高さ別 0.2m 、 1.2m 、 $3.2\text{m} \cdots$ ）については各プロットごとに当初きめられた平均値に近い標本木各6本の計108本をそれぞれ測定し、材積、各年次別肥大生長量および各部分別乾重などの測定は各プロット1本ずつ選定された標準木計18本について樹幹析解が行なわれた。なお同時に葉（新・旧葉別）のチ

ツツ含有量についても定量した。

$$\text{※ } 1.8 \times 1.8 \text{ m 区} : 1,250 \text{ g} \times \frac{3,086}{20} \times 7 \div 1,350 \text{ Kg}$$

$$1.4 \times 1.4 \text{ m 区} : 756 \text{ g} \times \frac{5,102}{20} \times 7 \div 1,350 \text{ Kg}$$

$$1.0 \times 1.0 \text{ m 区} : 386 \text{ g} \times \frac{10,000}{20} \times 7 \div 1,350 \text{ Kg}$$

$$\therefore \text{N量} : 1,350 \text{ g} \times 0.24 = 324 \text{ Kg/ha} \text{ となる。}$$

3. 結果と考察

(1) 樹高、直径および材積生長量について

林分施肥試験地における単木平均樹高および根元直径生長量は表1、高さ別直径生長とその肥大率（細り）は表2、単木材積生長量は表3および図1、施肥前後の樹高および高さ別肥大（半径）生長量は図2、年輪巾の縦分布の変化は図3、ha当り幹材積（林分材積）は図4にそれぞれ示された。

表 1. 樹高・根元直径生長量

測定事項 植栽間隔		処理区	無 施 肥 区			施 肥 区		
		1969. 6. 27 測 定	1971. 9. 30 測 定	生 長 量	1969. 6. 27 測 定	1971. 9. 30 測 定	生 長 量	
樹 高 (cm)	1.0 m × 1.0 m	349	461	112	380	500	120	
	1.4 m × 1.4 m	381	487	106	344	474	130	
	1.8 m × 1.8 m	348	472	124	349	474	125	
根 本 直 径 (mm)	1.0 m × 1.0 m	60.4	73.4	13.0	68.3	84.2	15.9	
	1.4 m × 1.4 m	79.1	99.2	20.1	64.6	97.3	32.7	
	1.8 m × 1.8 m	62.8	91.5	28.7	75.3	112.1	36.8	

表 2. 高さ別、施肥、無施肥木の直径生長 (mm) とその肥大率 (%)

直径・肥大率 測定部位 高部位	直径 (mm)	肥大率 (%)						
		$D_{0.2}:0.2\text{ m}$	$D_{1.2}:1.2\text{ m}$	$D_{2.2}:2.2\text{ m}$	$D_{3.2}:3.2\text{ m}$	$D_{1.2}/D_{0.2}$	$D_{2.2}/D_{0.2}$	$D_{3.2}/D_{0.2}$
1.0 m × 1.0 m 10,000 本/ha	無施肥	73.4	52.8	41.5	26.4	71.9	56.5	36.0
	施肥	84.2	59.5	51.1	37.8	70.7	60.6	44.9
1.4 m × 1.4 m 5,102 本/ha	無施肥	99.2	68.7	52.3	35.7	69.2	52.7	36.0
	施肥	97.3	69.8	56.3	38.9	71.7	57.9	40.0
1.8 m × 1.8 m 3,086 本/ha	無施肥	95.8	65.9	48.4	25.5	68.8	50.5	26.6
	施肥	109.6	79.8	62.9	42.2	72.8	57.4	38.5

※ 値は 6 個体 × 3 プロットの平均値で示した。

表 3. 施肥、無施肥木の単木材積生長量 (cm^3)

処理区 材積 植栽間隔 (m)	無 施 肥 区				施 肥 区			
	総材積 V (cm^3)	初め 10 年間の材積 V ₁	後 3 年間の材積 V ₂	$V_2/V \times 100$ (%)	総材積 V	初め 10 年間の材積 V ₁	施肥後 3 年間の材積 V ₂	$V_2/V \times 100$ (%)
1.0	5,290	2,530	2,760	52.2	6,520	2,950	3,580	54.8
1.4	7,300	2,800	4,500	61.6	9,230	2,570	6,660	72.2
1.8	8,010	2,720	5,290	66.0	13,030	3,430	9,600	73.7

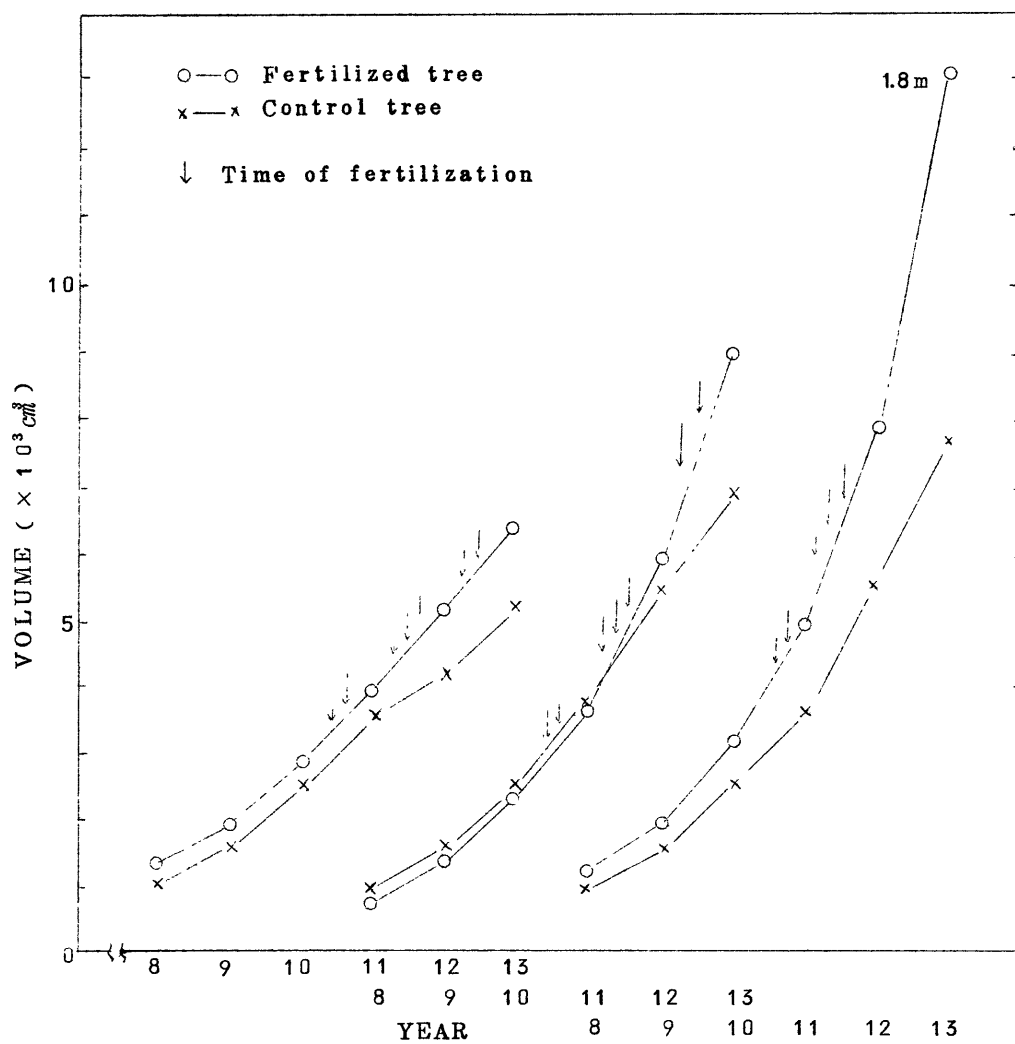


図 1. 単木材積生長曲線

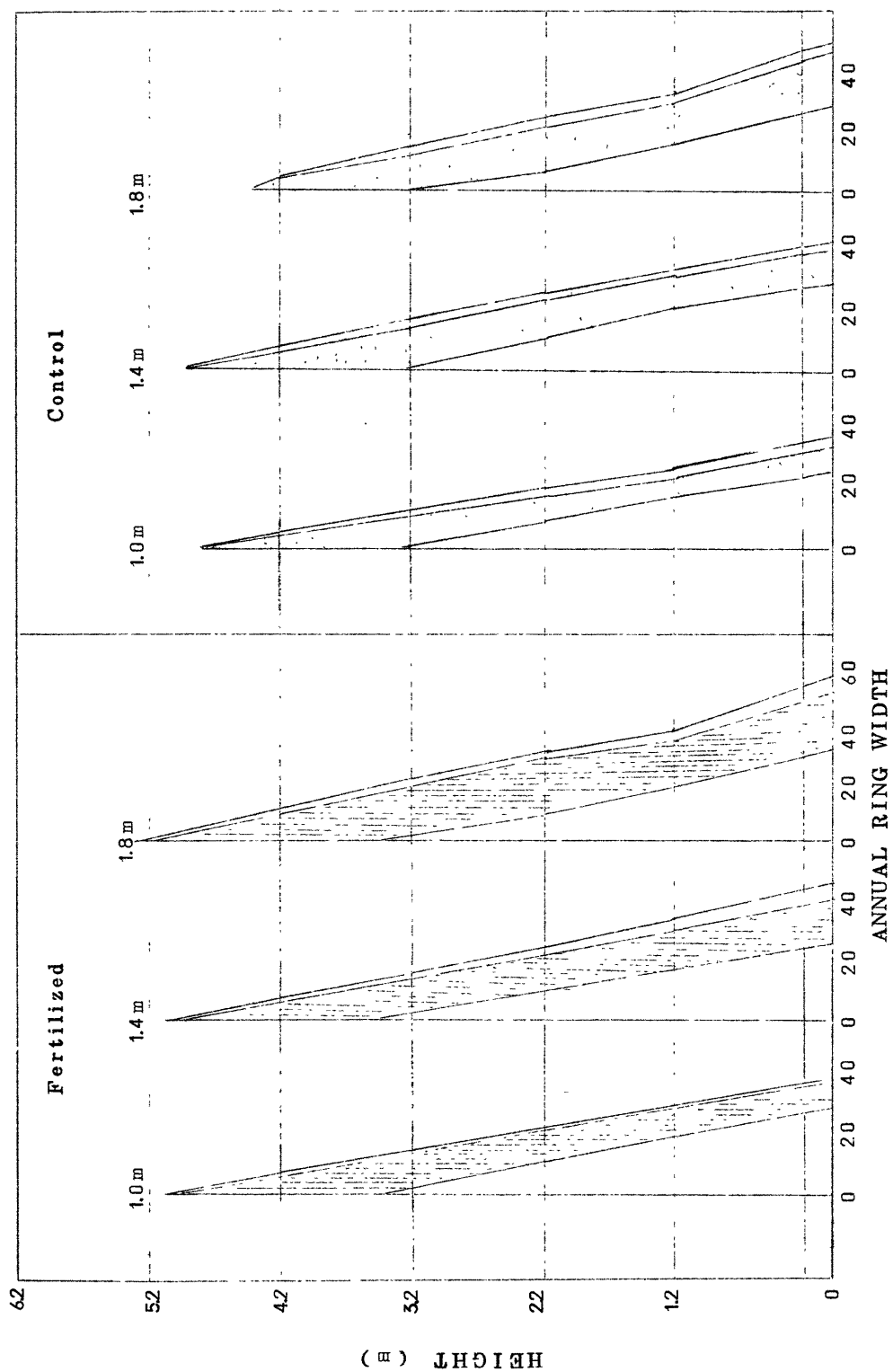


図2 施肥前(10年間)と施肥後(3年間)の樹高および高さ別肥大(半径)生長量

10~13年 (3年平均)

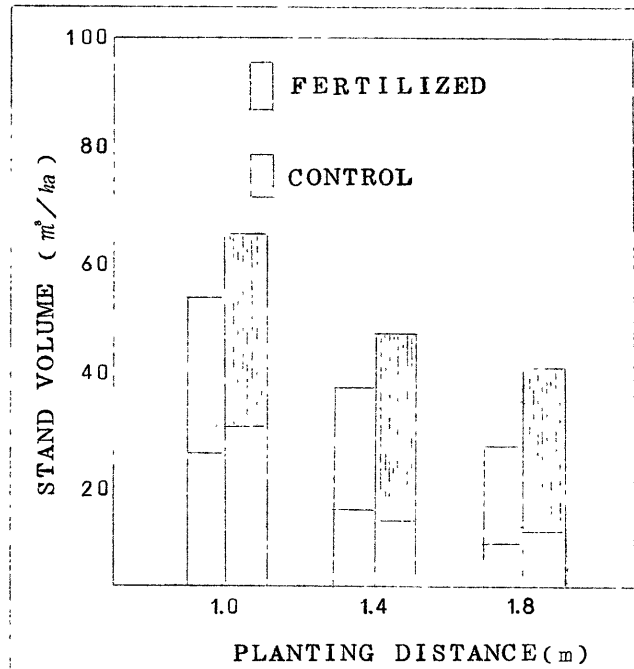
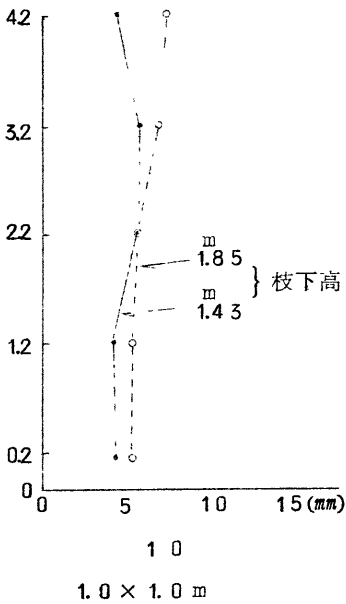
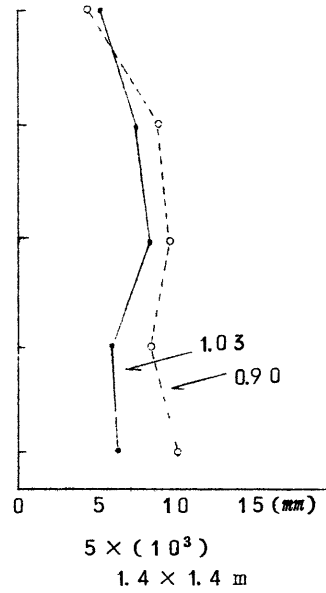
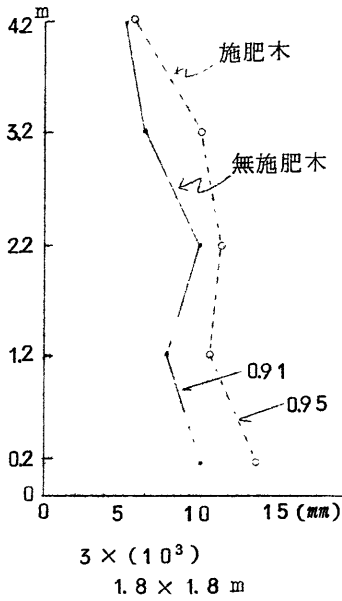


図3. 植栽密度別年輪巾の縦分布の変化

図4. ha 当り幹材積

施肥前(10年間)、後(3年間)の比較

これらの結果、樹高については、施肥試験開始当初すでに植栽密度間に差があつたので、樹高の測定値のみでは施肥の影響は明らかではないが、生長量について比較すれば、 1.4×1.4 m区で肥効が認められる。根元直径生長量については各区とも施肥の影響が大きく、とくに 1.4×1.4 m区で最も著しかつた。高さ別直径生長と、その肥大率（根元直径：0.2 m高に対する高さ別直径との比）についてみれば、当然のことながら直径生長量は疎植区が密植区より大きく、肥大率（細り）は小さくなつてゐる。これを施肥区と無施肥区に分けて比較すれば、施肥区ではおおむねいずれの場合も直径生長量が大きくなり、しかも肥大率も大きかつた。すなわち完満度が高くなるということができる。そして、この肥大率は疎植区では樹幹の下部に、密植区ほど樹幹の上部においていずれも大きい傾向がみられた。そこで、それぞれ同一樹幹について、施肥開始後3年間（3生長期間）の高さ別肥大生長量（図2）および年輪巾縦分布の変化（図3）をみると、いずれもうえに述べたことが一層明らかとなる。

林分材積についてみれば（図4）、単木の場合とは反対に、施肥の有無にかかわらず、これまでのところ密植区ほど大きい値を示している。しかし、施肥の効果を生長量でくらべてみれば、密度別の差は無施肥の場合にくらべて、ずつと小さいが、 1.0×1.0 m区を除いて施肥効果の大きいことがわかつた。

(2) 葉重、枝・幹重、根重および個体重について

(a) 苗木の場合

苗木単木の各部重量（乾重以下同じ）および個体重について密度別に施肥、無施肥区別に示せば図5のとおりで、これらはいずれも本数密度の増加に伴つて減少するが、根重を除いていずれも施肥の効果が大きく、とくに葉重は密度の小さい場合に著しい。枯死苗数（表略）は施肥区、無施肥とも高密度区ほど多く、施肥区は無施肥区より幾分多い傾向がうかがわれるが、最も多い施肥区の高密度区でも10%程度で、無施肥区では5%以下であつた。単位面積当り苗木各部の乾重（図6）はこれまでの実験では密度の増加にともなつていずれも増大する傾向を示すが、全乾物重についても同様であつた。また、施肥区については、根重を除いていずれも無施肥区にくらべて増大傾向が著しかつたが、とくに枝・幹部重の増加がめだつてゐた。

(b) 林木の場合

林木については、単木当りの各部重量および個体重は図7のとおりで、これも苗木の場合と同様密度の増加に伴つて減少しているが、施肥の効果はいずれの場合にもみることができる。ただし、葉重では高密度区で施肥効果が最も少なく、たまたま測定した

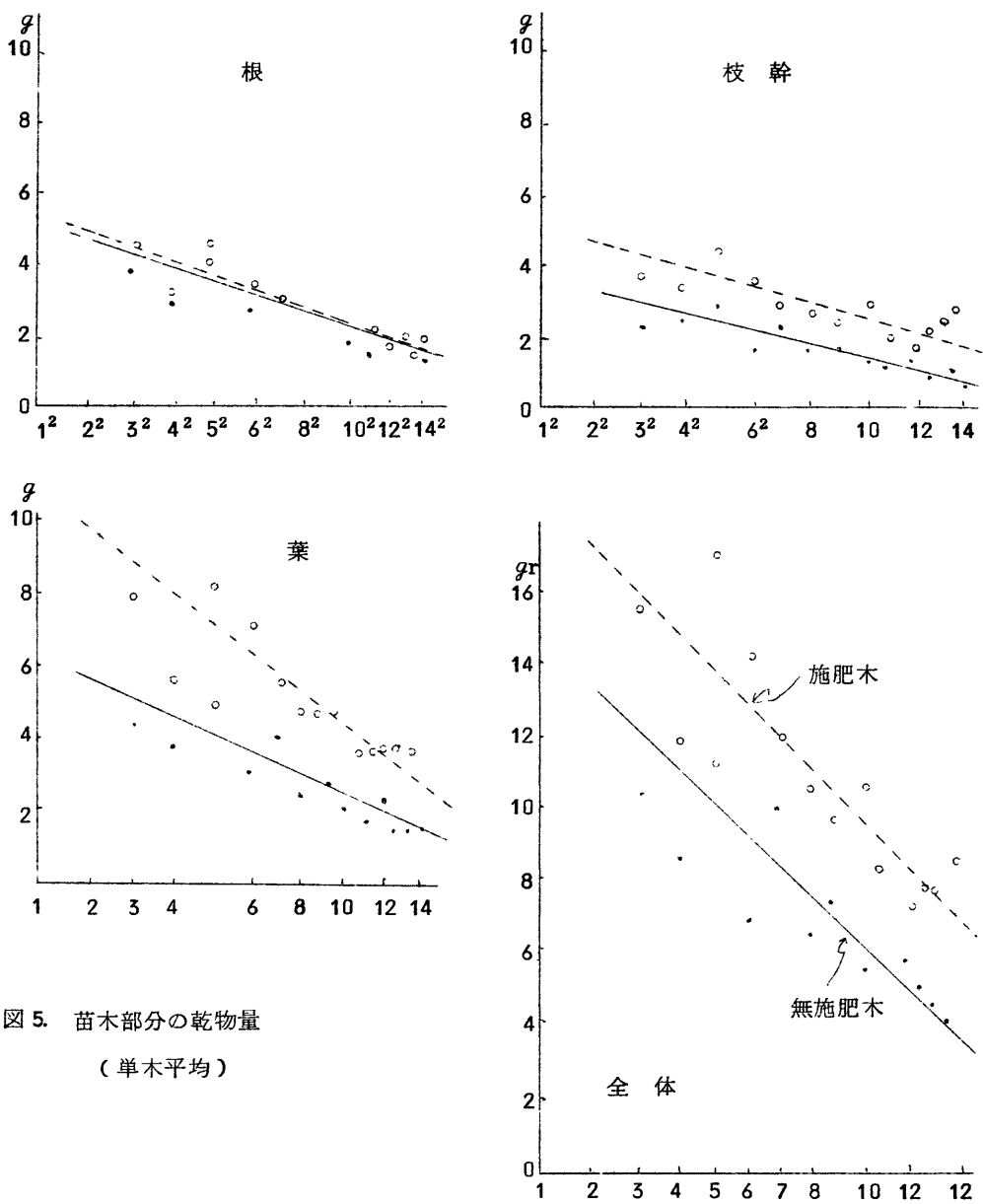


図 5. 苗木部分の乾物量
(単木平均)

標本木では無施肥区のそれより僅かではあるが、小さい値を示したほどである。一般に施肥効果は根重と枝重において小さく、幹重において最も大きかった。

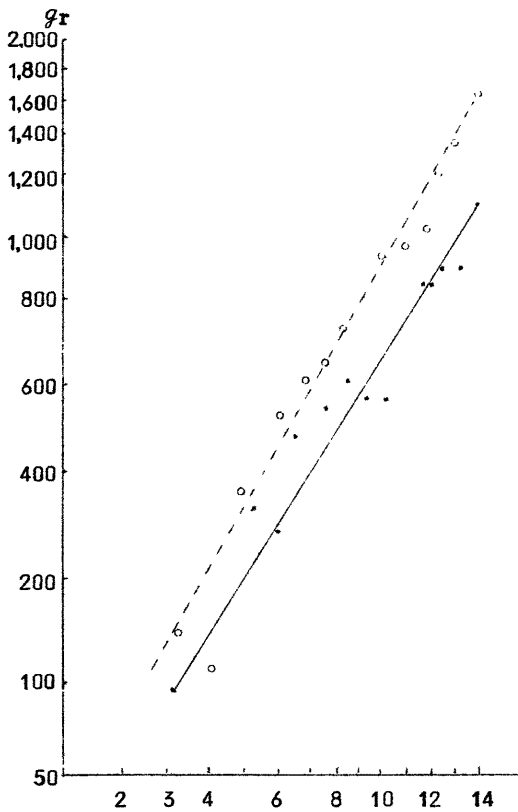
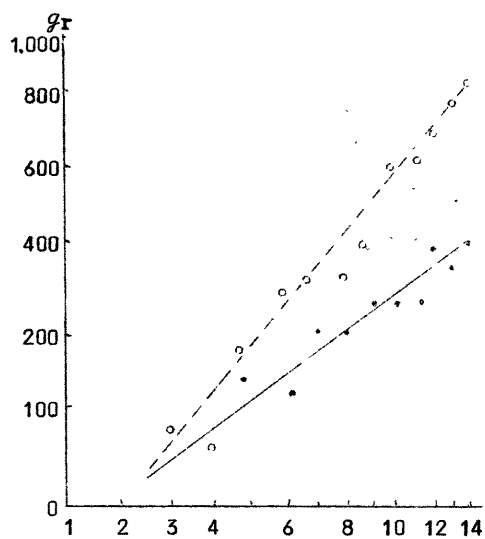
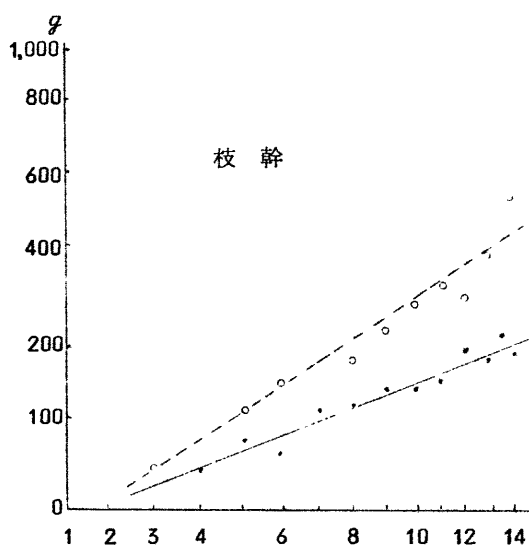
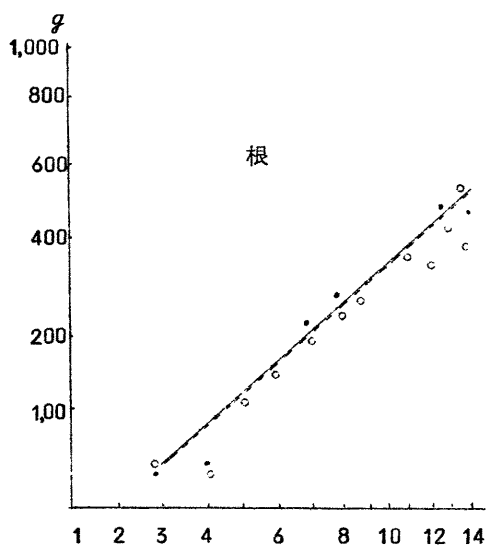


図 6 苗木各部分の乾物重
(m^2 当り)

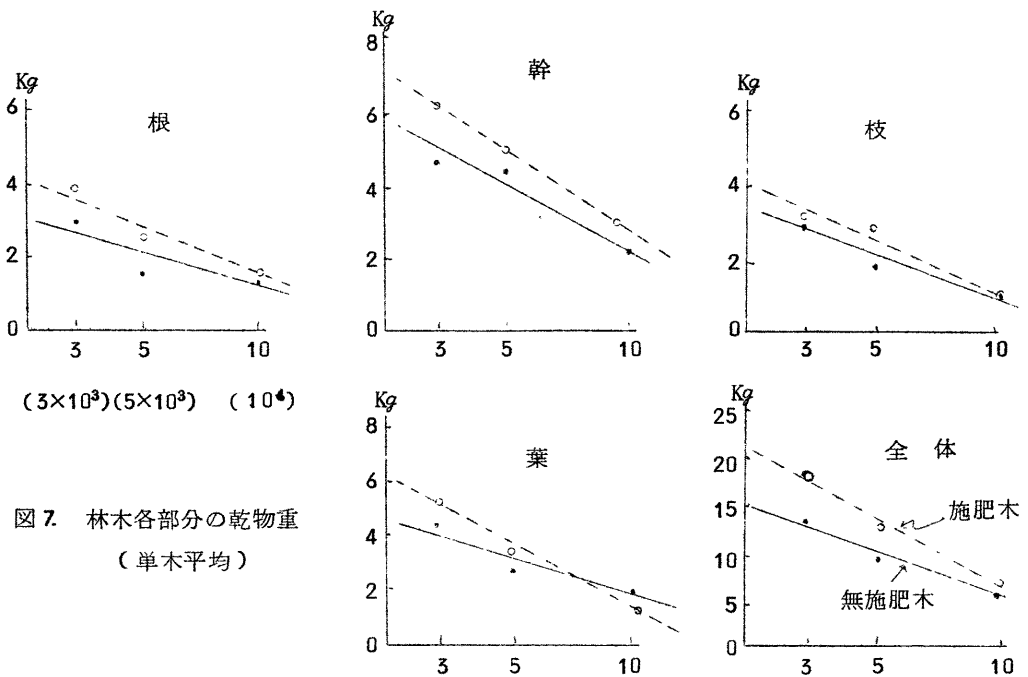
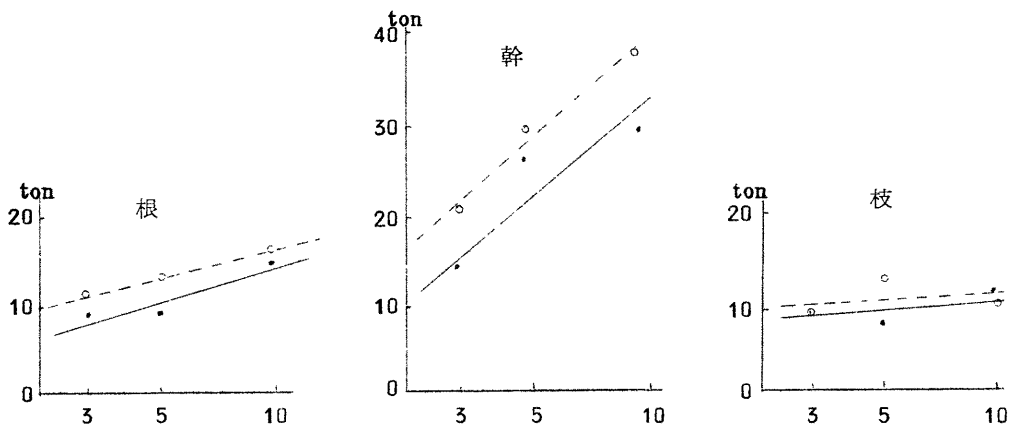


図 7. 林木各部分の乾物重
(単木平均)

つぎに、単位面積 (ha) 当りの乾物重 (図 8) は、全林木では密度の増加に伴なつて増大するが、これを各部分重についてみれば、根、枝、葉の増加はきわめて僅かであるのに対して、幹部重の増加が著しい。また施肥の効果は全林木ではいずれの密度区でも明らかであるが、根および枝重では僅かであり、葉重 (図 8、9) では、無施肥区では密度の増加に伴なつて僅かながら増大の傾向がみられるのに対して、施肥区では各密度区間でほとんど一定となり、無施肥区の 1.0 × 1.0 m 区とともにほぼ等しい葉重 (約 16 トン/ha) を示した。また、幹部重に対する施肥効果 (図 10) はいずれの密度区でも



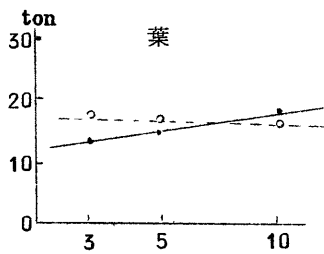
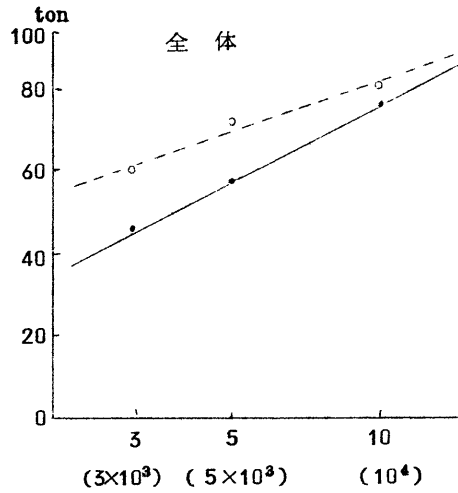


図8 林木各部分の乾物重
(ha当り)



全体

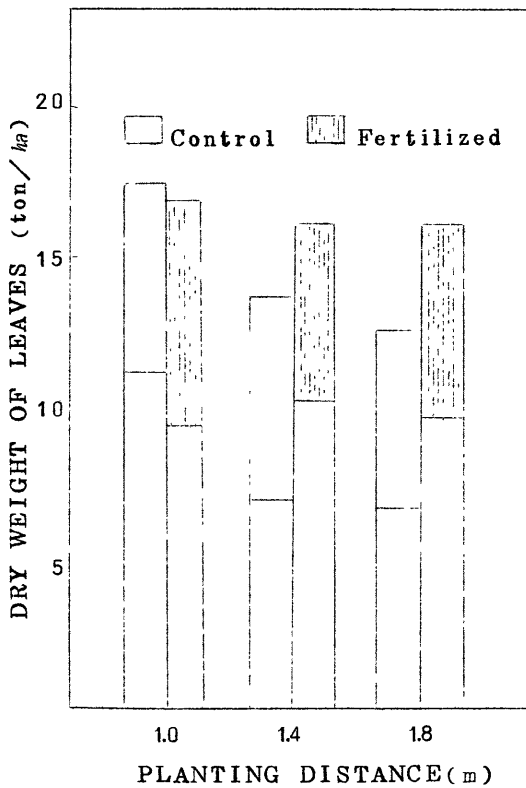


図9 ha当り葉重
(新・旧葉別)

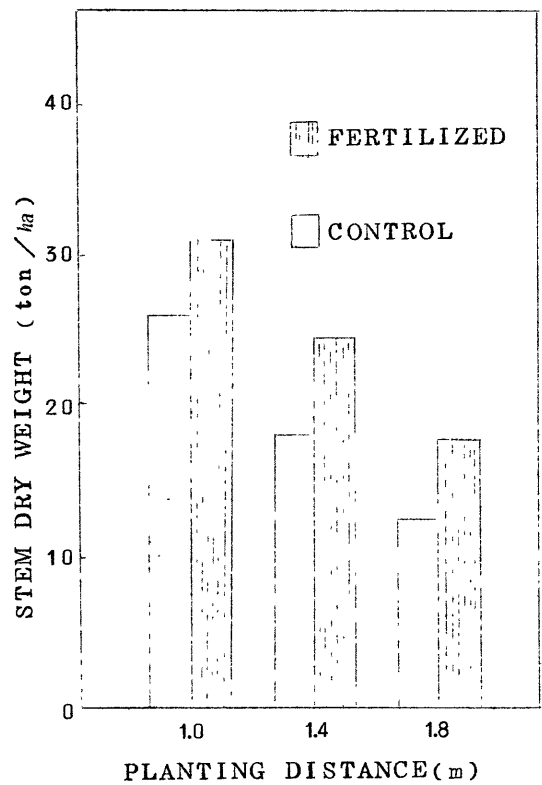


図10 ha当り幹部重

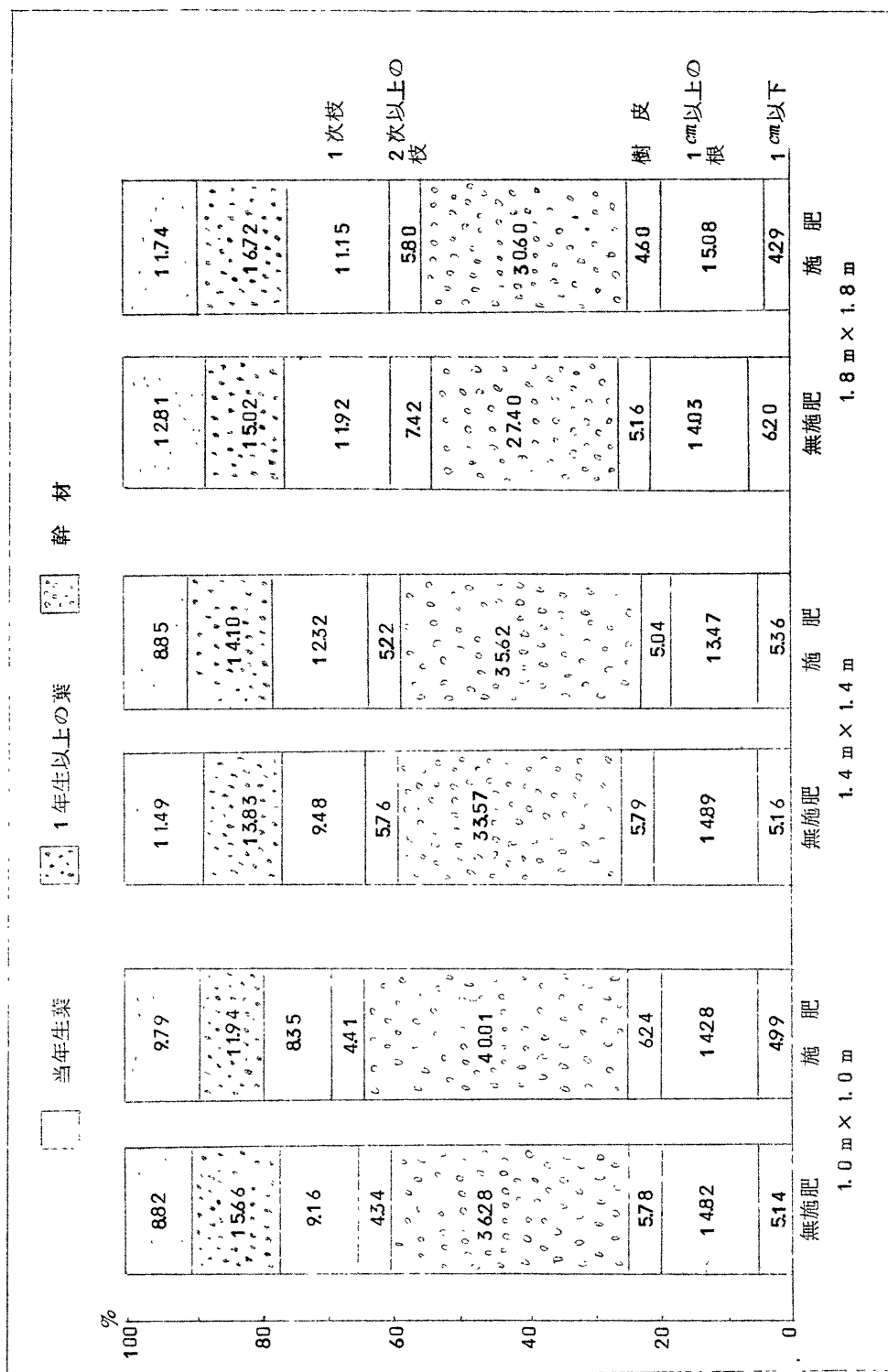


図 11. 林木各部分の乾物重量比

明らかであつたが、 1.4×1.4 m区でとくに著しかつた。

以上のことをより明らかにするために、林木各部分の乾物重量比を本数密度別、施肥、無施肥別に示せば図11のとおりである。この図でわかるように、根部重の占める比率は密度をかえても、また施肥の有無にもかかわらずほぼ一定でいずれも約20%を占めた。枝と葉は密度の増加に伴つてその比率はわずかながら減少するが、幹部重の占める比率はそれらとは反対に増加する傾向があり、しかも施肥によつてその傾向は著しくなつた。

(3) 葉に含まれるチツソ量について

※
一般に林木に対する施肥効果は養分とくに葉に含まれるチツソ濃度[※]にあらわれることが認められている。ここでは葉のチツソ濃度をとりあげ林木の生長との関係を検討することとした。

※※
苗木、林木ともにチツソの含有率(図12、13)は施肥区が無施肥区よりも本数密度の大小にかかわらずいずれも高かつた。しかし、密度別では疎植区が密植区より高かつたが、その傾向は苗木では無施肥区が、林木では施肥区がそれぞれ大きかつた。このことは、苗木の場合は密度の増加による葉のチツソ含有量の減少度合が施肥によつて緩慢となることを意味し、林木の場合は無施肥では葉のチツソ濃度は密度の大小とあまり差がないにもかかわらず、施肥によつて疎植区ほどチツソ含量を増加する効果が大いことを意味している。そして、その理由は針葉着生部(クローネ)付近における相対照度のちがい、葉の新旧の割合のちがい、葉の耐陰性(一般に幼令木ほど耐陰性が大きい)の差などによるものと考えられる。しかしながら、単木に含まれるチツソ含有量は葉の乾重に比例し、疎植区ほど多く、本数密度の増加につれて減少した。一方、単位面積(m^2)当りのチツソ含有量は苗木の場合、本数密度の増加とともに増大し、しかも無施肥区が直線的であるのに対して、施肥区では曲線的に増大し、その差は密度の増加につれて大きくなつた。林木の場合は、まえにものべたとおり、無施肥区では単位面積(ha)当りの葉重は密度の増加につれて僅かながら増大する傾向がみられるが、施肥区ではほぼ一定の葉重を示していることと、単木当りのチツソ含有量が施肥、無施肥区とも疎植区ほど大きく(特に葉重でこの傾向が強い)、しかも施肥区でとくに著しいことから、単位面積(ha)当りのチツソ含有量は無施肥区では密度の増加に伴つて僅かながら増大するのに対して、施肥区では疎植

※この場合の林木とは個々の樹木の総称としての意味と樹木の集団(林分)を構成する場合(状態)の意味との二つを含む。

※※この場合の林木とは後者の意味のみの場合で林分を構成している林木を指す。

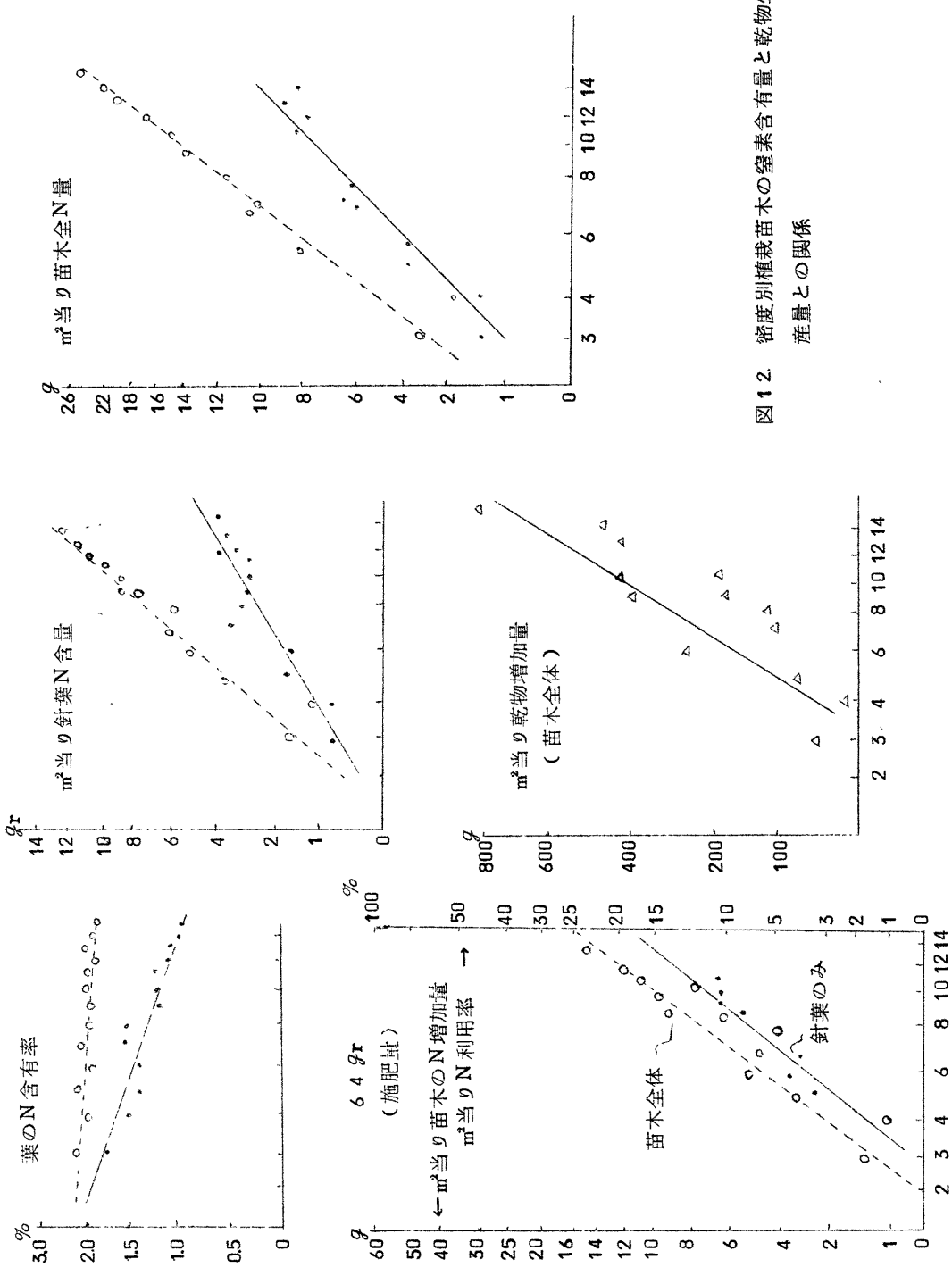
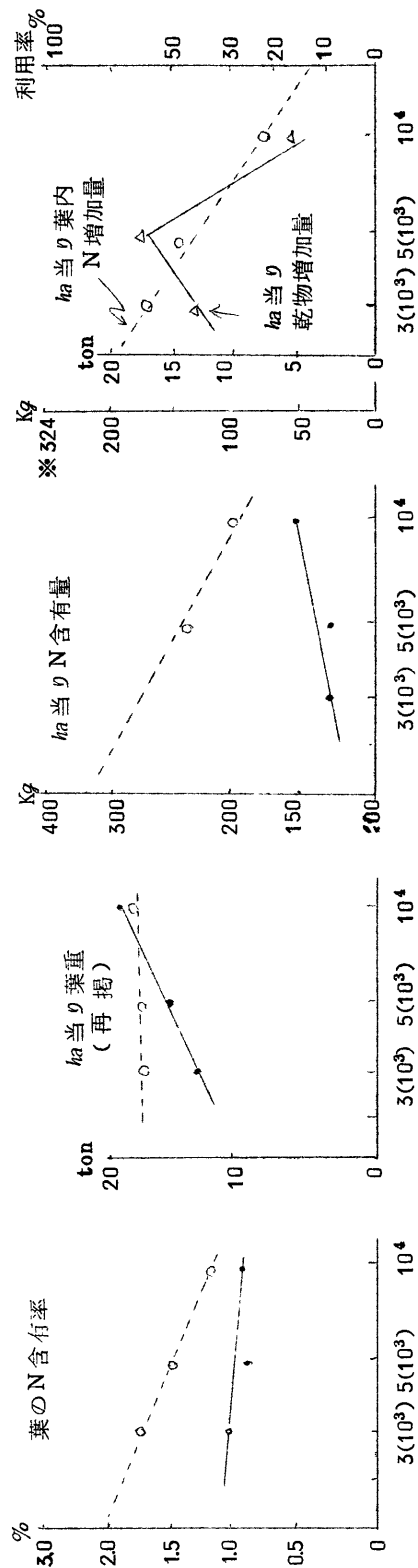
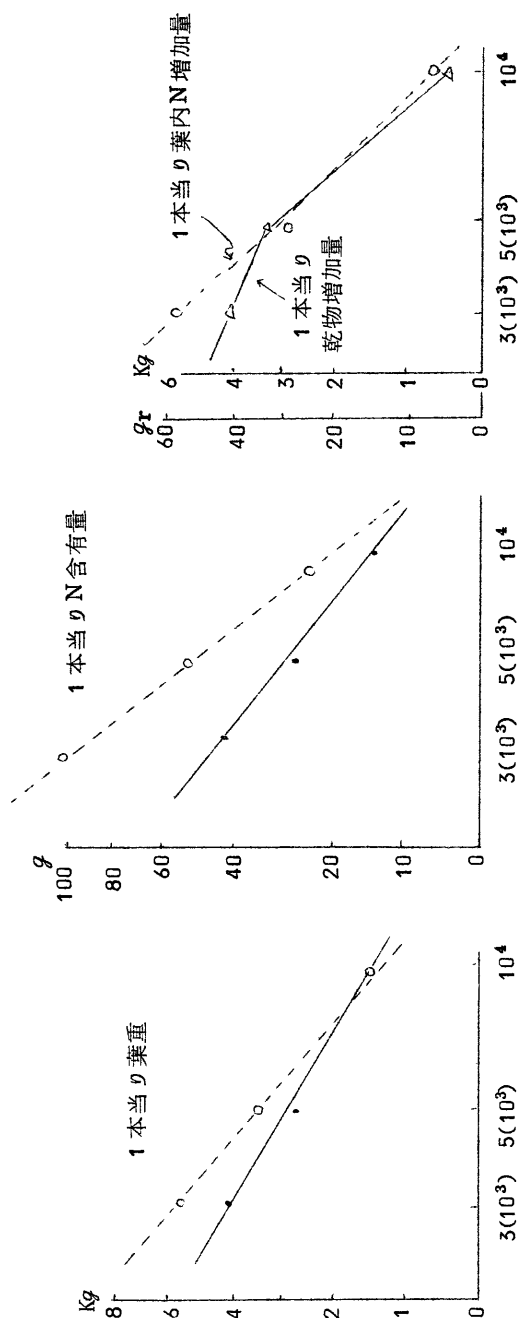


図12. 密度別植栽苗木の窒素含有量と乾物生産量との関係



※ 324 Kg/ha はチツソの施肥量

図 13. 密度別植栽林木の葉内窒素含有量と乾物生産量との関係

区ほど大きい傾向がみられた。したがって施肥による葉のチツソ含有量の増加分と全乾物生産量の増加分とは苗木の場合にはほぼ比例的関係にあつて、本数密度の増加とともに増大した。一方、林木の場合には、葉のチツソ増加量の少ない密植区ほど減少する傾向がみられたが、葉のチツソ増加量の最も多い 1.8×1.8 m 区よりも 1.4×1.4 m 区の方が全乾物増加量は大きい値を示した。しかしこの理由についてはこれまでの実験では明らかにするまでに至らなかった。

ここで試みた林木は同化器官である葉部についてのみの検討で、肥料も 3 要素を含む化成肥料を用いたときのチツソの効果であつて現在、他の器官（非同化部分）をも含め、さらにリン酸、カリなどの含有量との関係についても測定、検討中である。また、葉のチツソ利用率は { 施肥区の ha 当りチツソ含有量 - 無施肥区のチツソ含有量（天然供給量とした） } $\times 100$ として算出したパーセントであらわした（図 13）が、施肥による土壌、腐植層の未利用養分の可給態養分への転換、あるいは施用養分を吸収した枝条、葉の落枝、落葉による養分の循環、3 要素の相互作用効果なども考えられるが、ここではこれらの効果も含めた値を一応チツソの利用率とみなして考察した。

以上、これまでの実験結果から成木林施肥について考えられることは、地位が最上でなく、しかも林分が完全な閉鎖状態に達していなければ、肥培によつてその効果は確実に期待できるものと考えられる。とくに林分での施肥効果は林木の各部分別にみれば、幹部に最も大きく、枝葉や根部に少ない。このことは幹の部分の現存量はこれまで生産されたもの（生長量）が年ごとに確実に蓄積されるのに対して、枝、葉、根では年次の経過とともに枯死脱落するものがあつて、それらの現存量は生産と脱落の差として示されるからであろう。しかも、林分の密度効果は樹幹の高さ別肥大生長に対してより高い部位にあらわれ、さらに肥培によつてこのことは一層助長される傾向にある（図 3）。したがって樹幹型はより充実となる。また、葉の同化生産能力はそのチツソ含有量と相関があり、たとえ葉の乾物重が等しくてもチツソ含有量の高いものほど、全乾物生産量は高い傾向がみられる。今回の実験では施肥量を 1 レベルとしたが、密植区についてはさらに施肥量をふやした実験を試みる必要があろう。いずれにしても無施肥林分の示す現在の地位を施肥によつて向上させることは可能であると考え。とくに林分における肥培効果は完全閉鎖状態（最多密度線）に到達する以前の状態（適正立木密度）で最も大きい傾向がみられることから除伐や間伐と併行して肥培を励行することが望ましい。