

施肥が閉鎖林に及ぼす影響に関する研究

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者	湯浅, 保雄 真下, 育久
巻/号	64巻4号
掲載ページ	p. 121-128
発行年月	1982年4月

論 文

施肥が閉鎖林に及ぼす影響に関する研究 (I)
2 年間施肥したクロマツ林における葉量、葉の
チッ素含有率と生長との関係について

湯浅保雄*・真下育久**

湯浅保雄・真下育久：施肥が閉鎖林に及ぼす影響に関する研究 (I) 2 年間施肥したクロマツ林における葉量、葉のチッ素含有率と生長との関係について 日林誌 64: 121~128, 1982 14年生のクロマツ閉鎖林に施肥し、2生育期を経過したところで供試木を選び測定して、施肥による生長量の変化と林分葉量や葉のチッ素含有率との関係について調べた。その結果、樹高生長には最初の施肥から2年目に、幹生長には最初に施肥した年より施肥の影響が現われた。施肥2年目の幹材積生長量は無施肥区で16.3m³/haであったのに対し、施肥区では19.0m³/haであった。一方、林分葉量は無施肥区と違いがなかった。さらに葉のチッ素含有率は無施肥区より高くなっていた。これらのことから、閉鎖林に施肥した場合、その樹種の持ちうる上限に近い葉量を持っている林分では、葉量は増加しないであろうということ、そして、施肥によって葉量が増加しない場合でも葉のチッ素含有率が高まれば生長量は増加することがわかった。

YUASA, Yasuo & MASHIMO, Yoshihisa: Studies on the effect of fertilization on a fully-closed stand (I) Relationship of biomass and nitrogen concentration in leaves to growth in a Japanese black pine (*Pinus thunbergii* PARL.) stand fertilized for two years J. Jap. For. Soc. 64: 121~128, 1982 Fertilizer which contained 20, 10, and 10% N, P₂O₅, and K₂O, respectively was applied to the forest floor in April of 1977 and 1978. The amount applied was 500 kg per ha per year. The age of the stand was 14 at the time of the first application. Fourteen sample trees were selected from the fertilized and unfertilized portions of the stand and were measured for annual increment of height, stem volume, and leaf weight. The biomass and the annual increment of the stem volume were estimated by the allometry method. The effect of fertilization on height growth appeared in the second year after the first fertilization, whereas the effect on stem volume was recognized within a year of the first application of fertilizer. The annual stem increment in the last year was 19.0m³ per ha in the fertilized stand and 16.3m³ per ha in the control. On the contrary, there was no difference in leaf biomass between the fertilized and unfertilized portions. The average nitrogen concentration in the leaves of the fertilized trees was higher than that of those unfertilized. Thus, it is concluded that leaf biomass does not increase with fertilization in fully-closed stand, and therefore, that the considerable increment of stem volume with fertilization is attributable to the high nitrogen concentration in the leaves.

I. はじめに

森林の生産力を高める目的で閉鎖林へも施肥するようになってきたが(2, 6~8), 閉鎖林での施肥は、生長量の増加が葉量の増加によってもたらされるものか、あるいは単に葉の能率の変化によるものなのか測定例が少ないため(3, 9), まだ十分に明らかにされているとはいえない

い。そこで、これらのことを明らかにする目的でクロマツ閉鎖林に施肥し、最初の施肥から2生育期を経過したところで生長量を測定し、林分葉量や葉のチッ素含有率等との関係について調べた。

II. 調査林分および調査方法

調査林分は静岡県引佐郡引佐町にある静岡大学農学部

* 静岡大学農学部 Fac. of Agr., Shizuoka Univ., Shizuoka 836

** 東京大学農学部 Fac. of Agr., Univ. of Tokyo, Tokyo 113

表-1. 試験地の概要
Outline of experimental plots

Features	Treatment			
	Unfertilized plot		Fertilized plot	
Date measured	Apr. 1977	Oct. 1978	Apr. 1977	Oct. 1978
Plot area (m ²)	225		225	
Plot inclination	14		30	
Plot exposure	N45E		N46E	
Stand density (No./ha)	4222	4133	3778	3644
Mean DBH (cm)	8.6	9.3	8.1	8.7
Mean height (m)	7.5	8.7	7.3	8.4
Basal area (m ² /ha)	26.89	38.55	20.64	30.17

付属引佐演習林のクロマツ人工林である。林齢は試験地を設定した 1977 年 4 月時点で 14 年生であった。この林分は植栽後一度も間伐が行われていないため、立木密度も高く自然間引とみられる枯死木もあり、完全に閉鎖しているとみなされた。

試験地は 1977 年の 4 月上旬に、面積が 225 m² のプロットを 2 個とり、施肥区と無施肥区とした。

土壌は黄褐系褐色森林土である。無施肥区では A₀ 層はごく薄く 3 cm 程度、それも L, F 層で H 層はほとんど認められなかった。A 層の厚さは 10 cm、腐植の浸透は少なく A 層全体に堅果状構造が発達していた。yB₀ 型土壌であった。施肥区は A₀ 層が 9 cm ほど堆積していたが、それらも L, F 層からなり H 層はほとんど認められなかった。A 層の厚さは 40 cm 程度と深かったが、腐植の浸透は少なく、全体に堅果状構造が発達していた。土壌型は yB₀ とみなされたが、A₀ 層の厚さや A 層の表層に粒状構造が見られたことから、yB_B 型土壌に近く、無施肥区より乾性の影響を強く受けているようだ。

試験地の概要は表-1 に示した。施肥前の両区は平均樹高ではほとんど差はなかったが、胸高断面積合計や後述の幹生長量は無施肥区のほうが大きく、土壌からみても無施肥区のほうがいくぶん立地条件がよいようだ。

施肥は年に一度とし、1977 年と 1978 年の 4 月に試験地の周辺 2 m 以内をも含めて、林床にばらまく方法で行った。1 回の施肥量はチッ素、リン酸、カリの含有率が 20, 10, 10% の粒状化成肥料を ha 当たり 500 kg とした。

測定は 1977 年と 1978 年の 4 月および 1978 年の 10 月に樹高と胸高直径を毎木調査し、第 1 回目の施肥から 2 生育期を経過した 1978 年の 10 月に供試木の葉量、生長量の測定を行った。毎木調査では、樹高は測高竿で cm 単位で、胸高直径は直径巻尺で mm 単位で測定した。なお試験地内のクロマツには、試験地設定時に個体番号をつけるとともに、胸高の位置にも印をつけ、毎木調査では毎回同じ位置で胸高直径を測った。試験開始前

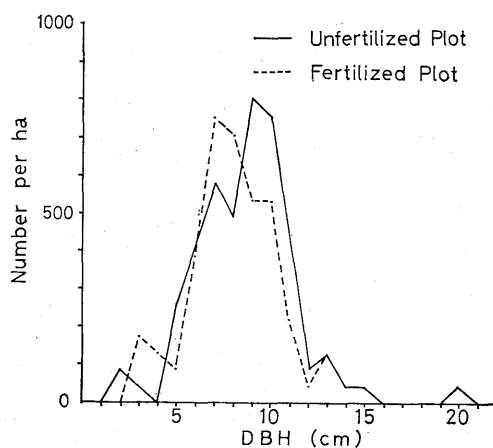


図-1. 試験地の胸高直径階別本数
Distribution of the DBH on the experimental plots in April, 1977

の両区の直径階分布を図-1 に示す。

供試木は施肥、無施肥の両区から、大小あわせて 7 本ずつ選び、これまでの樹高生長の経過を見るため、枝の着いていた位置を測り、次に幹を地際より 0.3 m, 1.3 m 以後 1 m ごとに切り分け重量を測った。枝は枝階ごとに分けて、葉は枝階と葉齢によって分けて重量を測った。幹からは 1 m ごとに円盤をとり樹幹解析による生長量の測定に供した。幹、枝、葉からは少量のサンプルをとり 80°C で乾燥し乾物率を求めた。

林分の幹、枝、葉の現存量は、供試木の胸高直径の二乗とそれぞれの重量との関係から求めた相対生長関係式と毎木調査の結果とから推定した。林分の幹生長量も、樹幹解析により求めた値を使って同様に推定した。ただし、試験地を設定した年とその前年の林分幹材積生長量は、それらの年には供試木の測定を行わなかったため、1978 年 10 月に測定した供試木の値を用いて推定した。つまり、供試木の 1976 年と 1977 年度の生長量を出し、それらの値と毎木調査時に測定した供試木のその年度の胸高直径とから、各年度ごとの胸高直径の二乗と幹

材積生長量との相対生長関係式を求め、それらの式と各年度の毎木調査の結果とから推定した。

なお、1978年度の幹生長量は皮つき幹材積と幹重量から容積重を求め、その値を使って重量にも換算した。

葉のチッ素含有率は枝階別、葉齢別にサンプルをとり、すべての供試木についてケルダール法で分析して求めた。

III. 調査結果

1. 樹高の変化

クロマツは幹についている枝の位置で、これまでの樹高生長量の変化を知ることができる。そこで、最近の枝の着生位置の測定により、樹高生長への施肥の影響を調べた。

最近10年間の生長量の変化を図-2に示した。まず試験地設置前についてみると、施肥区、無施肥区とも、1973年あたりから減少するか、あるいはほとんど変化を示していない。試験地設置後は、施肥区では1回目の施肥を行った1977年には前年度から増加の傾向を示していた2本の供試木以外は相変わらず減少の傾向を示していた。ところが、2回目の施肥を行った1978年には、7本の供試木すべてが前年より大きい生長量を示した。

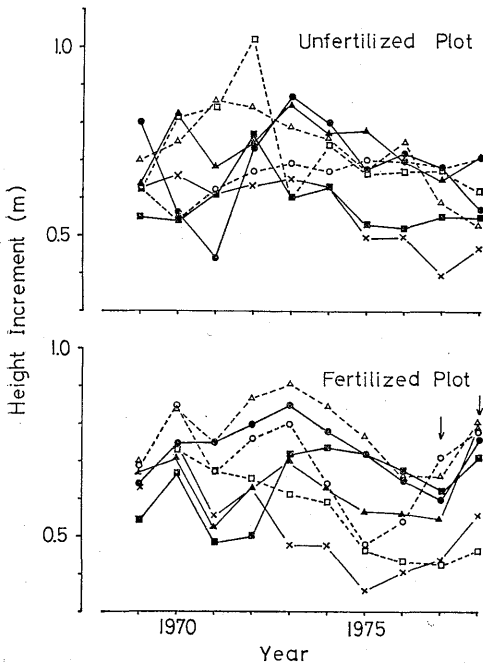


図-2. 最近10年間の樹高生長量の変化
Changes of the annual height increment of the sample trees during the last ten years
↑ Time of fertilization

一方、無施肥区では1977年に1本、1978年に3本の供試木がそれぞれ前年度より大きい生長量を示したにすぎず、しかも前年度より大きい生長量を示した無施肥供試木の生長量の前年度のものとの差は、施肥区の場合より小さいものであった。無施肥区のこの生長量の変化の傾向より、施肥区の施肥2年目の生長量の増加は気象条件等による変化でなく、明らかに施肥の影響によるものといえよう。したがって、今回の調査林分では、樹高生長への施肥の影響は施肥1年目には現われなかったが、2年目には現われたといえる。

2. 供試木の幹材積生長量の変化

試験地設置前の幹材積連年生長量の変化には、施肥

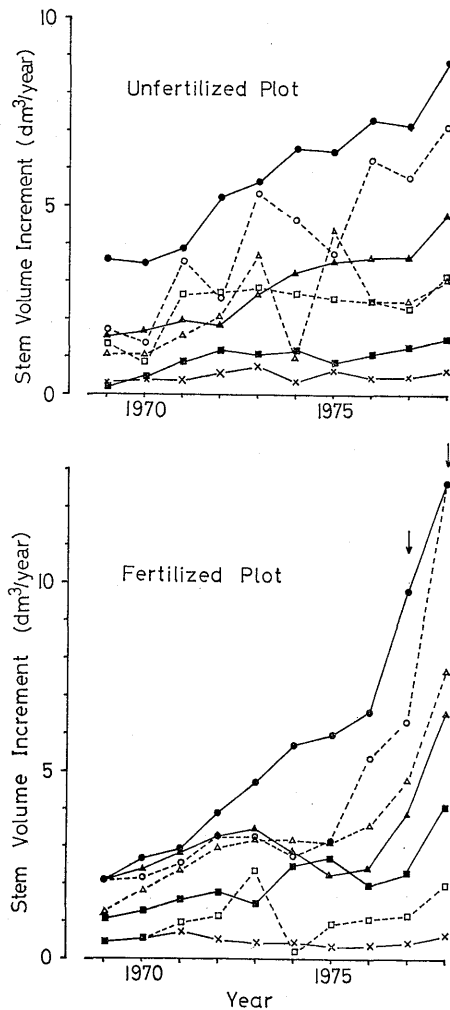


図-3. 最近10年間の連年幹材積生長量の変化
Changes of the annual increment of stem volume of the sample trees during the last ten years
↑ Time of fertilization

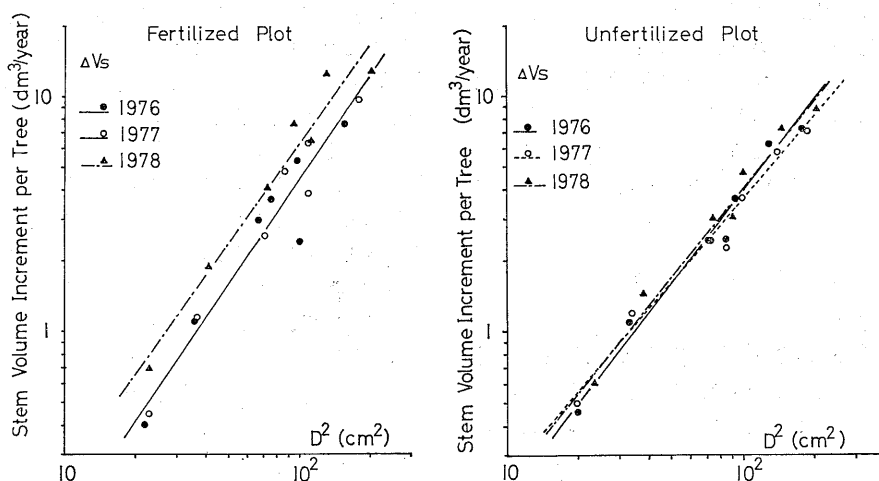


図-4. 幹材積生長量と胸高直径の二乗との相対生長関係
Allometry between the annual increment of the stem volume and the square of the DBH of the sample trees

区、無施肥区とも個体による違いが大きく一定の傾向は認められなかった(図-3)。

試験地設置後の生長量は、施肥区では1977年、1978年ともすべての供試木でその前年よりも大きくなっていった。とくに1978年には著しい生長量の増加を示していた。一方、無施肥区でも1977年には4本が、1978年にはすべての供試木が前年度よりも大きい生長量を示していた。しかしながら、それらの増加率は施肥区のものにくらべると小さかった。

この両区の生長量の変化の仕方からみて、幹材積生長にも施肥の影響が現われたといえる。そして、無施肥区では試験地を設置した1977年の生長量が前の年より減少した個体があるのに、施肥区の前年の生長量は、生長量の少ない2個体以外は前年度よりも増加しているところから、幹の生長への施肥の影響は多くの個体で施肥を始めた年から現われるといえそうだ。

3. 林分の幹材積生長量の変化

林分の幹材積生長量の推定方法はすでに述べたが、その推定に用いた各年度の幹材積生長量(ΔVs)と胸高直径の二乗(D²)との相対生長関係は図-4に示した。また、その回帰式は

無施肥区で 1976年度 $\Delta V_s = 0.0103 (D^2)^{1.293}$
 1977年度 $\Delta V_s = 0.0172 (D^2)^{1.152}$
 1978年度 $\Delta V_s = 0.0136 (D^2)^{1.235}$
 施肥区で 1976年度 } $\Delta V_s = 0.0470 (D^2)^{1.491}$
 1977年度 }
 1978年度 $\Delta V_s = 0.0097 (D^2)^{1.410}$

であった(ただし、幹材積生長量の単位は dm³, 胸高

表-2. 林分幹材積生長量
Annual increment of stem volume
(m³/ha·year)

Treatment	Year		
	1976	1977	1978
Unfertilized plot	13.9	13.7	16.3
Fertilized plot	11.0	11.5	19.9

直径の単位は cm である)。

推定した林分の幹材積生長量は表-2に示した。

施肥区では、施肥を始めた年の生長量は施肥していないその前の年のものとあまり変りがなかったが、施肥2年目の生長量は大幅な増加を示していた。一方、無施肥区では3か年間の生長量の変化の仕方は施肥区と似ていたが、試験地設置2年目の生長量の増加は施肥区ほど大きくなかった。したがって、施肥前には無施肥区より小さかった施肥区の生長量は施肥2年目には無施肥区より大きくなっていった。

施肥によって生長量がどれほど増加したかは、試験地設置前の施肥区と無施肥区の生長量が異なるため、両区の生長量を直接比較しても解らない。そこで、試験地設置の前年の生長量を基準とし、その後、生長量がどれほど多くなったかという増加率を比較してみた。

表-2の値をもとに計算すると、施肥区では1年目の増加率は約3%、2年目は81%であった。無施肥区では1年目は約3%の減少、2年目は17%の増加となっていた。施肥区の前年の増加率から無施肥区のものを用いた値が、単純に施肥による増加率であるとする、この林分では施肥により1年目に約6%、2年目には約60%の

幹生長量の増加が生じたことになる。

4. 林分葉量

林分葉量および幹、枝の現存量、最近1年間の幹重量生長量の推定に用いた相対生長関係は、

無施肥区では	幹	$W_S=0.0935 (D^2)^{1.110}$
	枝	$W_B=0.0013 (D^2)^{1.721}$
	全葉	$W_L=0.0029 (D^2)^{1.471}$
	当年生葉	$W_{L0}=0.0029 (D^2)^{1.335}$
	1年生葉	$W_{L1}=0.0015 (D^2)^{1.439}$
	幹生長量	$\Delta W_S=0.0058 (D^2)^{1.264}$
	幹材積	$V_S=0.0650 (D^2)^{1.158}$
施肥区では	幹	$W_S=0.1130 (D^2)^{1.092}$
	枝	$W_B=0.0011 (D^2)^{1.788}$
	全葉	$W_L=0.0090 (D^2)^{1.225}$
	当年生葉	$W_{L0}=0.0034 (D^2)^{1.345}$
	1年生葉	$W_{L1}=0.0050 (D^2)^{1.250}$
	幹生長量	$\Delta W_S=0.0032 (D^2)^{1.487}$
	幹材積	$V_S=0.2060 (D^2)^{1.126}$

であった(ただし、幹、枝、葉、幹生長量の単位はkg、幹材積はdm³、胸高直径はcm)。なお、当年生葉および1年生葉の葉量と胸高直径の二乗との相対生長関係は図-5、6に示した。

推定した林分現存量は表-3に示した。なお、2年生葉については、測定時にほとんど残っていない供試木もあり、また残っていてもその量と胸高直径の二乗との相対生長関係はばらつきが大きく、相対生長関係を使って林分現存量を推定するには大きな誤差が生じることが予想されたので、その現存量は別個に推定した全葉量から当年生と1年生の葉量を引いて求めた。

施肥区と無施肥区の葉量は、10.4 ton/ha と 10.1 ton/ha であり、そこにはほとんど違いがなかった。さらに、葉齢別にみると当年生葉は無施肥区のほうが多く、1年生葉は施肥区のほうが多かったが、それらの違いはわずかであるので、葉量の葉齢構成も施肥区と無施肥区では、

表-3. 林分現存量と最近1年間の幹生長量
Biomass and annual stem increment
at the end of 1978

Part	Treatment	
	Unfertilized plot	Fertilized plot
Leaf (ton/ha)	10.05	10.44
Current year's leaves (ton/ha)	5.53	5.18
One-year-old leaves (ton/ha)	4.41	4.72
Two-year-old leaves (ton/ha)	0.11	0.54
Branch (ton/ha)	14.68	12.18
Stem (ton/ha)	61.80	52.61
Total (ton/ha)	86.53	75.23
Stem volume (ton/ha·year)	7.65	9.35

ほとんど同じであると考えてよさそうだ。

5. 葉の幹を作る能率

表-3に示した最近1年間の幹生長量を葉量で割った値を葉の幹を作る能率とみなし計算すると、葉の幹を作る能率は施肥区で0.90 ton/ton·year、無施肥区で0.76 ton/ton·yearとなり、また表-2に示した最近1年間の幹材積生長量を葉量で割って材積で表わすと、施肥区で1.91 m³/ton·year、無施肥区で1.62 m³/ton·yearとなり、施肥区のほうが18%ほどよかった。

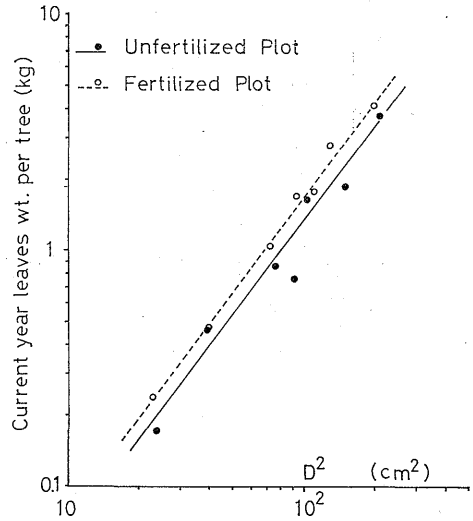


図-5. 当年生葉と胸高直径の二乗との相対生長関係
Allometry between the weight of the current year's leaves and the square of the DBH of the sample trees

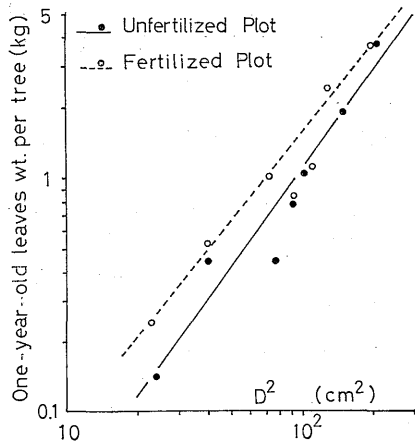


図-6. 1年生葉と胸高直径の二乗との相対生長関係
Allometry between the weight of the one-year-old leaves and the square of the DBH of the sample trees

表-4. 供試木の葉のチッ素含有率
Size of sample trees and concentration of nitrogen in their leaves
at the end of 1978

	Sample tree	Symbols (Figs. 2 and 3)	DBH (cm)	Height (m)	Current-year leaf (%)	One-year-old leaf (%)	Two-year-old leaf (%)	Average (%)
Unfertilized plot	1	●	14.5	10.1	1.01	0.97	0.79	0.98
	2	○	12.3	9.2	0.97	0.93	0.88	0.94
	3	▲	10.2	9.9	0.97	0.85	—	0.93
	4	△	8.8	9.5	0.94	0.94	0.89	0.94
	5	■	6.3	8.0	0.95	0.84	—	0.89
	6	□	9.6	10.0	1.01	0.89	0.77	0.95
	7	x	4.0	7.1	1.03	0.98	—	1.00
	Average				0.98	0.91	0.83	0.95
Fertilized plot	1	●	14.2	10.5	0.90	0.84	0.75	0.87
	2	○	11.4	10.0	1.16	0.97	0.95	1.07
	3	▲	10.6	9.4	1.40	1.28	1.12	1.35
	4	△	9.7	10.1	1.16	1.02	1.03	1.21
	5	■	8.6	8.9	1.23	1.09	0.94	1.15
	6	□	6.4	7.3	1.15	1.08	0.91	1.10
	7	x	4.8	7.0	1.02	0.85	0.74	0.92
	Average				1.15	1.02	0.92	1.10

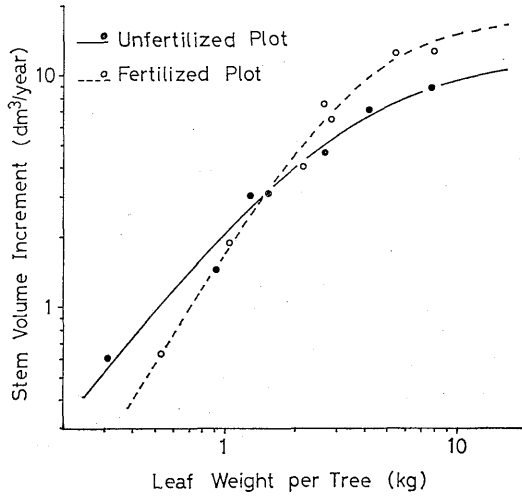


図-7. 葉量と幹材積生長量との関係
Relationship between the annual increment of stem volume and the weight of the leaves

次に葉の幹を作る能率が個体ではどうなっているか検討すると次のとおりである。

個体の葉量と幹生長量の関係を図-7に示したが、施肥区、無施肥区とも葉量が多くなると生長量も多くなっている。しかし、両区その関係は

施肥区では $1/\Delta V_s = 0.400/W_L^{1.250} + 0.081$

無施肥区では $1/\Delta V_s = 0.514/W_L^{1.667} + 0.056$

という回帰式で表わされるように、葉量が約 1.5 kg 以上のところでは、同じ葉量の個体をくらべた場合は、施肥区のほうが幹生長量が多くなっている。このことは葉量が約 1.5 kg 以上の個体で、葉量と同じ場合は施肥区の

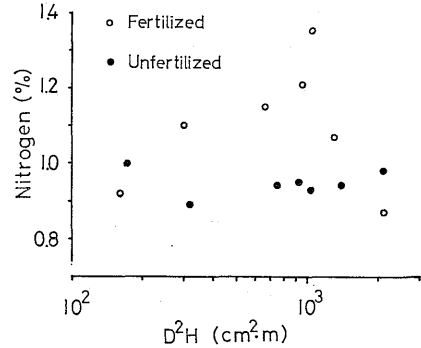


図-8. 個体の大きさと葉のチッ素含有率との関係
Relationship between sample tree size and the nitrogen concentration of the leaves

ほうが葉の幹を作る能率がよいことを示している。そこで葉量が約 1.5 kg 以上の個体が林分の中でどれほどの割合を占めているかみると、葉量が約 1.5 kg の個体の胸高直径は、先の胸高直径の二乗と葉量との関係より、施肥区では約 7 cm、無施肥区では約 8 cm であり、図-1 から解るように、両区とも全体の半数以上を占めていた。さらに、それらの個体の幹生長量が林分全体の幹生長量に占める割合は、先に林分の幹生長量を求めたとき使った胸高直径の二乗と幹生長量との相対生長関係式と毎木調査の結果より計算すると、施肥区で約 95%、無施肥区で約 85% であった。このことから、同じ葉量を持つ個体をくらべた場合、林分の幹生長量の大部分を生産している個体で、施肥区のほうが無施肥区より葉の幹を作る能率がよいといえそうだ。

6. 葉のチッ素含有率

表-4 に示したように、供試木の葉のチッ素含有率は、

表-5. 林分の葉に含まれるチッ素量
Amount of nitrogen in leaf biomass

Leaf age	Treatment	
	Unfertilized plot	Fertilized plot
Current year's leaves	54.2	59.6
One-year-old leaves	40.1	48.1
Two-year-old leaves	0.9	5.0
Total	95.2	112.7

無施肥区では葉齢別でも全葉でもよく似ていた。しかし、施肥区では個体によって大きな違いがあった。そして両区をくらべると施肥区には無施肥区より含有率の高いもの多く見られた。このことより、施肥によって葉のチッ素含有率は高くなるようだ。だが施肥区と無施肥区の最低チッ素含有率の個体の値がほとんど同じところから、施肥によってすべての個体の含有率が一樣に高くなったのではないようである。

図-8 に示したように、個体の大きさ（この場合は胸高直径の二乗に樹高を乗じた値）とチッ素含有率との間には一定の関係が認められないので、精度的には問題はあるが、7本の供試木のチッ素含有率を単純平均した値を林分の平均チッ素含有率とし、両区を比較してみると各葉齢、全葉とも施肥区のほうが高い値を示していた。また両区のチッ素含有率の違いは若い葉ほど大きいようである。

先に推定した林分葉量に、この平均含有率を乗じて葉に含まれるチッ素量を求めると、表-5 に示したように施肥区では 112.7 kg/ha、無施肥区では 95.2 kg/ha となり、施肥区のほうが 18% ほど葉に含まれるチッ素量が多かった。

IV. 考 察

施肥した閉鎖林の葉量に関しては、ヒノキ林では施肥林分と無施肥林分の葉量はほとんど変わらなかったという尾方ら(6)の報告がある。しかし、佐藤によれば桜井(9)の調査した海岸のクロマツ林では施肥林分のほうが無施肥林分より葉量が多かったという。したがって今回の調査結果は尾方らのヒノキ林の場合とは一致したが、桜井の調査したクロマツ林の場合とは異なっていた。そこで同じクロマツ林でありながら今回の調査結果が桜井の調査した海岸のクロマツ林の結果とどうして違っていたか考察してみた。

一般のクロマツ閉鎖林の葉量を見ると、安藤(1)が調査した10年生の高密度林の12 ton/haあるいは14 ton/haという例もあるが、ほとんどの林分では10 ton/ha以下である(4, 5, 10, 11)。このことから一般林地におけるクロ

マツ林の葉量の上限は約10 ton/haであると考えられる。そこで先の海岸のクロマツ林の葉量を見ると、無施肥林で6.96 ton/ha、施肥林で7.85 ton/haであり、さらに新葉量は3.99 ton/haと4.65 ton/haであった。したがって、海岸のクロマツ林では、まだクロマツ林の持ちうる最大葉量に達していなかったため、施肥によって新葉量が多くなり、全葉量も増加したと推測される。一方、今回の調査林分では、その葉量は施肥区、無施肥区とも約10 ton/haであるところから、両区ともすでにクロマツ林の持ちうる最大葉量に達しており、施肥によってもそれ以上増加しえないため、施肥区と無施肥区の葉量に違いが生じなかったのであろう。上限に近い葉量の林分では、施肥してもそれ以上葉量が増加しないであろうということは、尾方ら(6)の調査林分の葉量がヒノキ林としては多い16 ton/haほどであったことからいえるようだ。

また、施肥林では幹生長量が無施肥林より多くなっているのに、葉量がそれに比例して増加しないことについては、今回の調査林分において施肥区と無施肥区の葉量の年齢構成がほぼ同じことと、新葉量も違いがないことから、林冠が閉鎖し葉量が上限に近い状態では、林分全体の生長量が増加しても、新葉量が一定以上に増加しないためではないかと思われる。このことについては、さらに調査し検討してみたい。

次に葉の能率の問題であるが、施肥林のほうが葉の幹を作る能率がよいということは、これまでの調査でも認められており(3, 9)、施肥すると葉の幹を作る能率はよくなると一般的にいえそうだ。そして今回の調査林分では葉のチッ素含有率が施肥区のほうが高くなっていたところから、その能率の違いは葉の養分含有率の違いによって起こるものと考えられる。

しかし、葉の幹を作る能率が施肥林のほうがよいからといって、施肥によって葉の能率が本当によくなったとはいきれない場合もありうる。それは幹の生長量の多少は、葉の生産量の多少以外にも生産物の幹への配分の仕方によっても変わるからである。したがって、葉の本当の能率を知るには、幹の生産量以外に枝や葉、さらに根などの生長量も測定しなければならない。今回はそれらの測定を行っていないので、立木密度との関連で検討すると次のようになる。

生産物の幹への配分率は立木密度が十分に高い場合は、密度が高いほど大きくなるといわれている(9)。今回の調査林分をみると、無施肥区のほうが立木密度は高いから、仮に施肥区と無施肥区の葉の能率が同じならば、葉量が同じであるから、無施肥区のほうが幹生産量が多くなり、葉の幹を作る能率はよくなっているはずで

ある。ところが、立木密度の低い施肥区のほうが幹の生長量も多く、葉の幹を作る能率もよくなっているという事は、やはり施肥によって葉の能率がよくなったとみてよいであろう。

以上のことをとりまとめると、閉鎖林に施肥した場合、林冠がみかけのうえで閉鎖していても、葉量はその樹種の持ちうる上限値に達していないときには、葉は増加し、すでに上限の葉量に達している場合は、それ以上増加しないと見えそう。さらに、葉が上限の量に達していても、養分含有率が高くなれば、葉の能率がよくなり、林分の生長量はふえるといえるであろう。

引用文献

- (1) ANDO, T.: Estimation of dry-matter production and growth analysis of the young stand of Japanese black pine (*Pinus thunbergii*). Avd. Front, Pl. Sci. (New Delhi) 10: 1~10, 1965
- (2) 藤田桂治: 成木施肥. 182 pp, 全国林業改良普及協会, 東京, 1977
- (3) 蒲谷 肇・佐藤大七郎: クロマツ林の乾物現存量, 生長量, 窒素現存量の推定について. 79 回日林講: 93~94, 1968
- (4) 川名 明・相場芳憲・生原喜久雄・松永栄夫: 壮齡林の肥培に関する研究 (II) ヒノキ壯齡林の肥効について (1). 農工大演報 7: 9~13, 1968
- (5) ————・毛呂 真: 壮齡林の肥培に関する研究 (I) スギ壯齡林の肥効について (1). 農工大演報 7: 1~8, 1968
- (6) 尾方信夫・上中作次郎・塘 隆男: $Bl_{(m)}$ 林地におけるヒノキ成木施肥林の現存量など. 日林九州支論: 111~113, 1971
- (7) 佐藤大七郎: 陸上植物群落の物質生産 Ia—森林—(生態学講座 5a). 95 pp, 共立出版, 東京, 1973
- (8) UEDA, M., IRO, T. & KAWANA, A.: Studies on fertilization in established stands (IV) Estimation of fertilization periods according to different growing phase of Sugi (*Cryptomeria japonica*) stands. J. Jap. For. Soc. 53: 42~50, 1971
- (9) 山中幸治・羽谷啓造・那須考治・赤井龍男: 植付密度の異なるクロマツ幼齡林の生産量について. 京大演報 10: 53~59, 1972
- (10) 湯浅保雄・伊藤悦夫: クロマツ林の林分葉量—その年次構成と生長について—. 15 回日林中支講: 87~93, 1967
- (11) ————・神尾和美: アカマツおよびクロマツ幼齡林の林分葉量と落葉量について. 静大演報 2: 25~34, 1973

(1980年8月13日受理)