

## ブナ稚苗の生育と陽光量との関係

橋詰隼人\*

昭和56年8月1日受付

### The Effect of Light Intensity on the Growth and Development of *Fagus crenata* Seedlings

Hayato HASHIZUME\*

Seedlings of *Fagus crenata* were grown under different light intensities for three years, and the growth, development, and components of the seedlings were investigated.

The pattern of height growth varied with relative light intensity, and the amount of growth increased with increasing relative light intensity. The growth of seedlings was promoted most markedly under 100 % day light, and the height, basal diameter, root length, and weight of seedlings decreased with a decrease of relative light intensity. In young seedlings, the development of the root was inhibited at lower light intensities, and the T/R ratio and  $A_L/W_L$  ratio tended to increase. The percentage of surviving seedlings fell sharply at relative light intensities below 5 %. At a relative light intensity of 2 %, all the seedlings died within two years.

In 3-year-old seedlings, the percentage of nitrogen, phosphorus, potassium, and calcium tended to increase with increasing relative light intensity, whereas the C/N ratio and the total contents of each constituent per seedling decreased. At a relative light intensity of 5 %, the percentage of starch in the root decreased, and that of chlorophyll increased markedly.

#### 緒 言

ブナは冷温帯の代表的樹種で、広葉樹の中で最も蓄積が多く、また材は木工業の原料として良質で、林業上重要な有用広葉樹である。今日広葉樹の重要性が再認識され、ブナ、クヌギ、カバノキなど有用広葉樹が見直され、有用広葉樹に関する研究が活発に行われるようになってきた。筆者は数年前から広葉樹の研究に取り組み、ブナの結実、天然更新、人工造林などの研究を行っている<sup>1-5)</sup>。天然更新においては、稚樹の消失が更新を阻害する大きな要因である<sup>1,2)</sup>。稚樹の消失は陽光量と密接な関係がある<sup>1)</sup>。人工造林においても、植栽後の生育と陽光量とは密接に関連しており、陽光量と稚苗の生育との関係を知ることが森林施業上大変重要である。ブナは陰樹で耐陰性

の強い樹種であるといわれているが、陽光量と稚苗の生育との関係について調べた研究は少ない。筆者は苗畑においてブナ稚苗の生育試験を行い、一応の結果をえたのでここに報告する。

本研究に際し、造林学研究室専攻生野口和年（現在徳島県池田農林事務所）、今里真二（現在丸大ハム KK）、大学院生渡辺 陽の諸君の援助をえたので付記して感謝の意を表する。

#### 材 料 と 方 法

##### 1. 材料

本実験は、主として昭和51年10月に鳥取大学蒜山演習林で採集したタネを用いて行ったが、一部の実験は1年生山引苗を用いて行った。

\* 鳥取大学農学部林学科造林学研究室

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Tottori University

2. 育苗と調査

採取したタネは水選後保湿低温貯蔵し、翌年3月に鳥取大学農学部内の苗畑に播種した。播種床は普通の畑土を用い、床幅を1mとし、基肥として1㎡当たり堆肥2kgと住友化成森林肥料特2号(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=13:17:12,%)を80g施した。播付けは筋播きとし、列間15cm, 苗間2~3cm, 深さ3cmにタネを播いた。播種後敷ワラで床面を被い、更にダイオネットで遮光した。その後6月に追肥として粒状肥料を1㎡当たり80g施した。除草は人力によった。病虫害の防除はボルドー液を15日間隔で散布し、またグアイアジノン, カルホス粉剤など根切虫防除剤を月1回土中に散布した。ブナの稚苗は乾燥に弱いので、7, 8月の干ばつ時にはかん水して干害を防いだ。

1年生苗は2年目の春に床替えした。床替えの間隔は列間15cm, 苗間10cmとし、基肥として1㎡当たり堆肥2kg, 粒状肥料100gを施し、更に6月に粒状肥料を100g追肥した。2年生苗は床替えせず据置きし、4月と6月に粒状肥料を1㎡当たり100g程度施した。

遮光試験はダイオネットを用いて相対照度を調節し、相対照度100%, 50%, 15%及び5%の4区を設けたが、更に25%と2%の処理区を追加して試験した場合もある。ネットの高さは1.2mとし、全体をネットで被った。遮光処理は4月から10月まで行った。

測定は、各処理区の一部について10日おきに苗高を測定し、また10月中、下旬に各処理区から10~20本を掘り取り、苗高、根元直径、各部分乾重量、葉面積などを測定した。葉面積の測定には自動面積計を用いた。

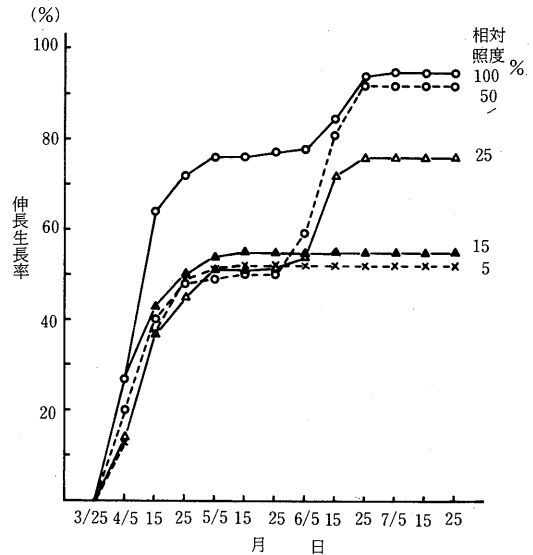
3. 化学分析

10月に掘り取った1年生と3年生苗について、灰分、鉱物性元素、全糖及びデンプンの含有量を、また2年生苗についてクロロフィル含有量を測定した。1年生苗は全体を、3年生苗は葉、幹枝、根の3部分に分けて分析した。化学分析の方法は主として栽培植物分析測定法を応用して行った<sup>4,11)</sup>。窒素は硫酸分解法、リンはバナドモリブデン酸法による比色法、カリウムは炎光光度法、カルシウムはEDTA滴定法、糖はソモギ・ネルソン法、クロロフィルはSmith-Benitez法によって定量した。

結果と考察

1. 伸長生長のパターン

各処理区における伸長生長のパターンを第1図に、その出現頻度を第1表に示す。ブナ稚苗の伸長生長の時期は、第1回目が4月上旬~5月上旬、第2回目が6月中旬~7月中旬、第3回目が8月中旬~9月上旬で、1年



第1図 各相対照度区における1年生苗の伸長生長の経過

第1表 相対照度と伸長生長のパターンとの関係\*

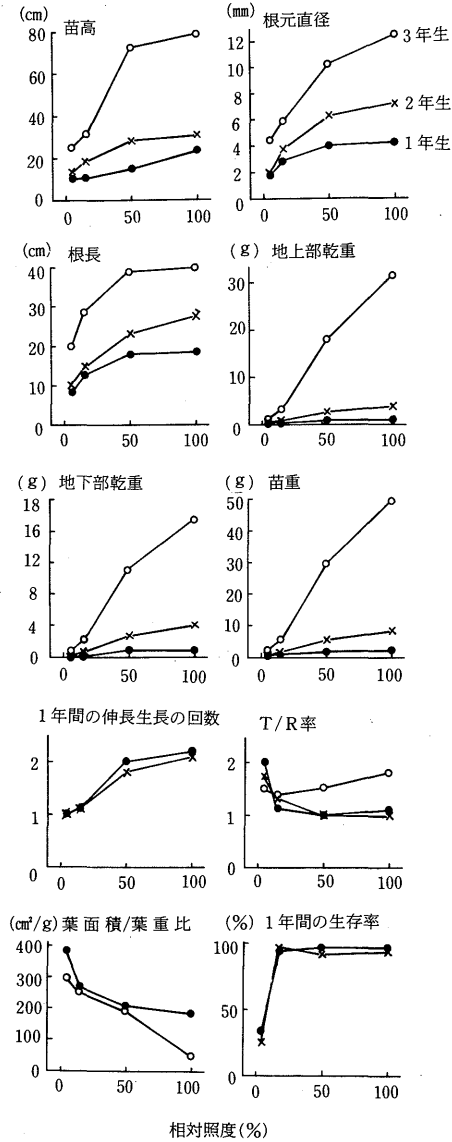
相対照度 (%)	1年生苗			2年生苗		
	1回生長	2回生長	3回生長	1回生長	2回生長	3回生長
100	5%	75%	20%	0%	87%	13%
50	15	75	10	25	75	0
15	90	10	0	90	10	0
5	100	0	0	100	0	0

\* 各生長パターンの出現頻度を示す。

に3回生長期がある。しかし、相対照度によって伸長生長のパターンが著しく異なり、相対照度5%区では全個体が1回しか生長しなかった。相対照度100%区では、95%以上の個体が2回以上生長し、3回生長する個体も10~20%みられた。すなわち、相対照度の増加に伴って伸長生長の回数が増加することがわかった。閉鎖したブナ林では林床の相対照度が5%以下で、林内稚樹は生長が悪く普通1回しか生長しないが、林縁稚樹は2回以上生長している<sup>2)</sup>。これは陽光量が関係しているわけである。ブナ稚苗の第1回目の生長は前年の貯蔵養分によって起こるが、第2回目以降の生長はその後に合成された養分によると考えられる。光が強いと光合成が盛んになり、養分が蓄積されて第2回目の生長が起こるが、光が弱いと第2回目の生長が起こらない。

2. 苗木の生長量

10月に掘り取り調査した結果を第2図に示す。苗高、根元直径、根長、葉乾重、幹枝乾重、地下部乾重及び苗重はいずれも相対照度100%区で最大値を示し、相対照度



第2図 稚苗の生長, T/R率, 葉面積/葉重比, 生存率などと相対照度との関係  
●—● 1年生, ×—× 2年生, ○—○ 3年生。

の低下に伴って減少した。特に苗重の減少が顕著であった。遮光処理の効果は処理年数によって異なり、処理年数が長くなるに従って相対照度の低下に伴う生長量の減少が顕著になった。相対照度100%区の値を100として比較すると、第2表の如く1年生苗よりも3年生苗で低照

第2表 各処理区の苗高、根元直径及び苗重の比較値

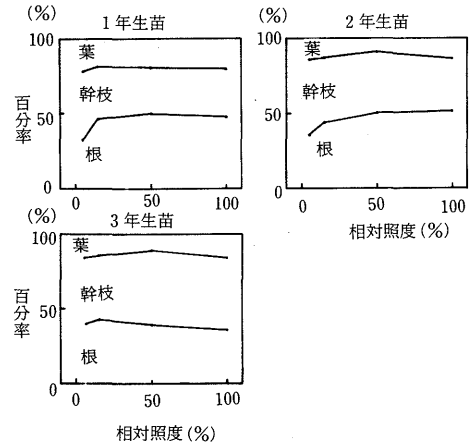
相対照度 (%)	苗 高			根 元 直 径			苗 重		
	1年生	2年生	3年生	1年生	2年生	3年生	1年生	2年生	3年生
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
50	65	93	92	105	88	82	91	65	59
15	44	61	39	70	53	47	30	15	11
5	43	44	31	48	24	35	11	3	4

度区の生長量の減少が著しい。ブナ林における林縁稚樹と林内稚樹の生育の違いとよく似ている<sup>2,3)</sup>。

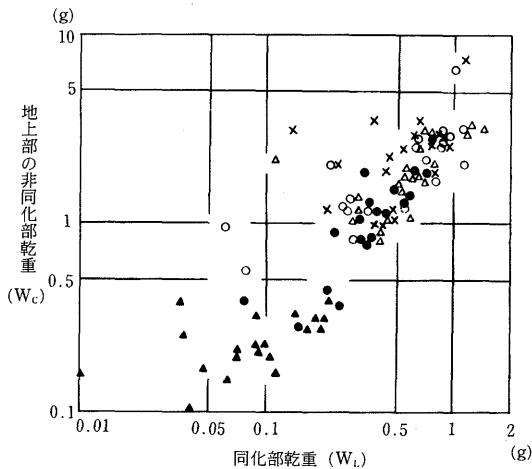
3. 苗木の形態 (各部分の相対生長関係)

各部分の重量割合を第3図に示す。葉重の割合は、1年生苗では18~22%、3年生苗では11~16%で、相対照度の違いによる差が少なかった。1年生苗と2年生苗では、相対照度5%区で根重の割合が減少し、幹枝重の割合が増加した。しかし、3年生苗では逆に相対照度100%区で根重の割合が減少し、幹枝重の割合が増加した。これは、苗木が大きくなるに従って葉と根の割合が減少し、幹枝の割合が増加するためである<sup>3)</sup>。

地上部の非同化部乾重 ( $W_C$ ) と同化部乾重 ( $W_L$ ) の相対生長関係を第4図に示す。個体間のバラツキが大きい、相対照度5%区の稚苗は  $W_C$ ,  $W_L$  の値が極端に小

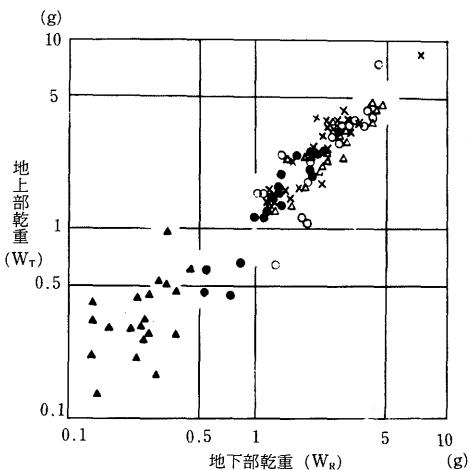


第3図 稚苗の各部分の重量割合



第4図 2年連続遮光処理した2年生苗における地上部の非同化部乾重 ( $W_c$ ) と同化部乾重 ( $W_l$ ) の相対生長関係

○相対照度100%区, ×50%区, △25%区, ●15%区, ▲5%区。



第5図 2年連続遮光処理した2年生苗における地上部乾重 ( $W_t$ ) と地下部乾重 ( $W_r$ ) の相対生長関係

○相対照度100%区, ×50%区, △25%区, ●15%区, ▲5%区。

さく、他の処理区と分離し、また  $W_l/W_c$  比が大きい傾向がみられた。すなわち、相対照度の低下に伴って相対的に幹枝の生長が抑えられるようである。

T/R率は、1, 2年生苗では相対照度5%区で、3年

生苗では逆に100%区で最も高い値を示した(第2図)。これは、1, 2年生苗では低照度区で相対的に根の発育が悪く、また3年生苗では100%区で地上部の生長が良好なためにT/R率が高くなる。第5図によると、 $W_t-W_r$  関係は両対数軸上で直線に回帰できるが、相対照度5%区では個体間のバラツキが大きく、また  $W_t, W_r$  の値が著しく小さく、他の処理区と分離した。ブナ林での調査によると<sup>3)</sup>、林内稚樹は林縁稚樹に比べてT/R率が大きい傾向がみられ、庇陰試験の結果と一致する。

葉面積/葉重比 ( $A_l/W_l$ ) は相対照度の低下に伴って増加した(第2図)。全陽光下の葉は厚くて重い、照度が低下するに従って葉は薄くて軽くなり、陰葉となる。照度の低下に伴って単位葉重量当たりの葉面積が増加することは他の落葉広葉樹でも報告されている<sup>10)</sup>。

#### 4. 生存率

各処理区の1年間の生存率を第2図及び第3表に示す。播付け苗を使った実験では(第2図)、相対照度15~100%の範囲内では生存率は90%以上であった。しかし、相対照度5%区では生存率が急激に低下し、25~33%であった。山引苗を使った実験では(第3表)、相対照度100から5%までは、2年目を除き、90%以上生存した。しかし、相対照度2%区では生存率が著しく低下し、1年目の生存率は12~46%、2年目の生存率は0%となった。相対照度と生存率との関係は供試材料によって多少異なるようである。生存率からみれば、個体の補償点は相対照度2%と5%の間にあるように思われる。ブナ稚苗の枯死率は全陽光下の100%区で高いことがある。これは、稚苗が夏の乾燥に弱く、葉が直射日光によって葉焼け現象を起こして枯死したり、また地際部の幹の形成層が高温障害で枯死することがあるためである<sup>3)</sup>。ブナ稚苗は全陽光下で最もよく生長するけれども、無日覆育苗は夏に

第3表 相対照度と生存率との関係\*

相対照度 (%)	生存率 (%)			
	1年生 (1年目)	2年生 (2年目)	2年生 (1年目)	平均
100	98	64**	100	87.3
50	98	100	96	98.0
25	98	88	100	95.3
15	96	92	100	96.0
5	94	88	100	94.0
2	46	0	12	19.3

\* 山引苗を使用した。

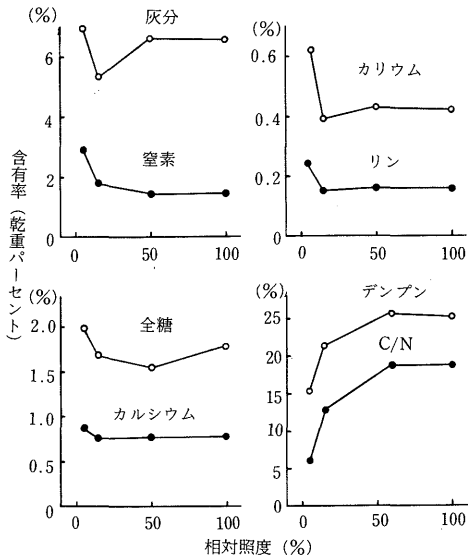
\*\* 夏の乾燥と根切虫の被害を受けた。

干害を受けることがあり、苗畑で実際に育苗を行う場合には遮光率50~70%程度の日覆をすることが必要である。

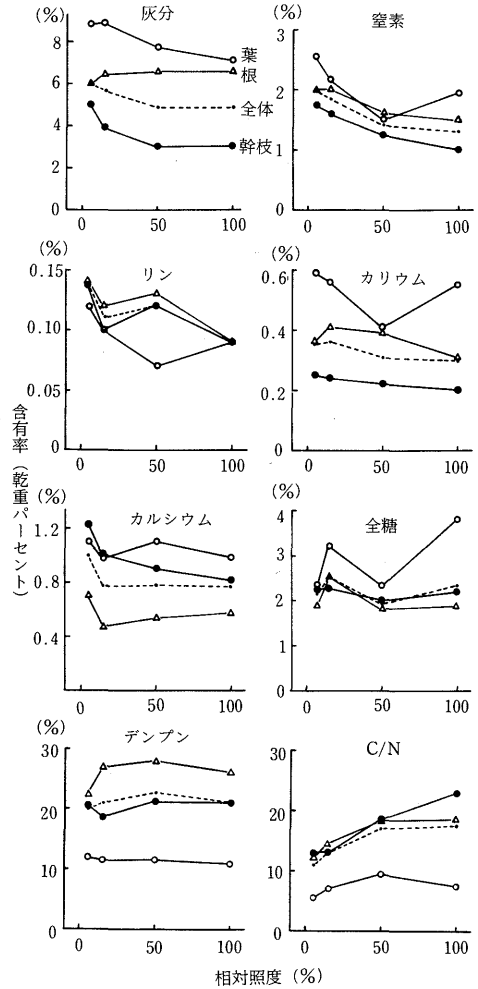
5. 含有成分の変化

10月に掘り取った1年生と3年生苗における化学成分含有量を第6~7図に示す。1年生苗においては、相対照度5%区で窒素、リン、カリウム、カルシウム及び全糖の含有率が他の区よりも高く、反対にデンプンの含有率が減少した。C/N率は相対照度の低下に伴って減少した。3年生苗では、窒素、リン、カリウム及びカルシウムの含有率が相対照度の低下に伴って増加する傾向がみられ、5%区で最も含有率が高かった。全糖とデンプンの含有率については一定の傾向がみられなかったが、葉の全糖含有率と根のデンプン含有率は相対照度5%区が100%区より低かった。C/N率は相対照度の減少に伴って低下した。

化学成分の含有率は苗木の部分によって異なり、窒素とカリウムは葉>根>幹枝の順に、リンは根>幹枝>葉の順に、カルシウムと全糖は葉>幹枝>根の順に、デンプンは根>幹枝>葉の順に多い傾向がみられた。ブナの葉は秋に落葉するので、幹枝と根が養分の貯蔵場所となる。デンプン、窒素、リン、カリウムは幹枝よりも根において含有率が高いが、3年生苗では根よりも幹枝の割合が大きいため、総含有量を計算すると幹枝と根に含まれる量はほぼ等しくなる。苗木1本当たりの幹枝及び根



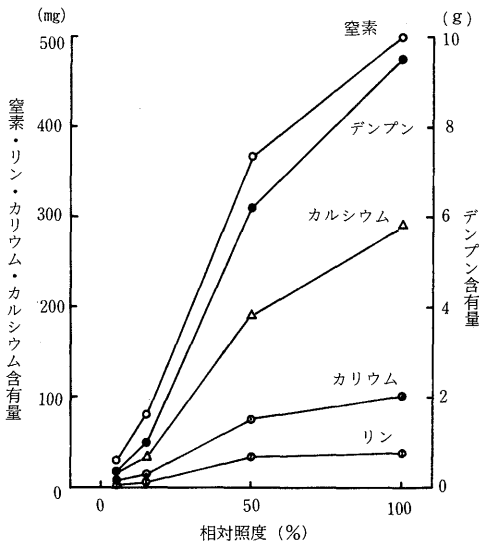
第6図 1年生苗における化学成分含有量と相対照度との関係



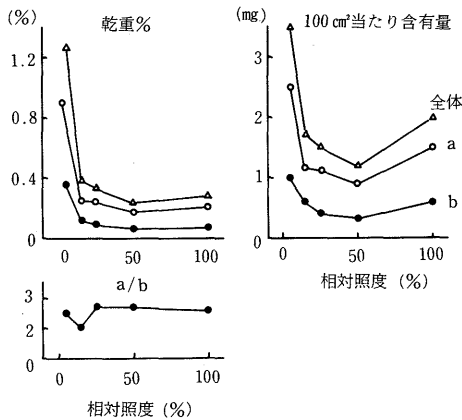
第7図 3年生苗における化学成分含有量と相対照度との関係  
○—○葉, ●—●幹枝, △—△根, ···全体。

に含まれる貯蔵養分の総量を計算すると第8図の如くである。窒素、リン、カリウム、カルシウム、デンプンとも苗木1本当たり含有量は相対照度100%区で最も多く、照度の低下に伴って減少した。相対照度5%区の苗木にはわずかしが含まれていなかった。

クロロフィル含有量は第9図の如くで、相対照度5%区に最も多く含まれていた。またa/b比が低照度区でやや小さい傾向がみられた。相対照度100%区の陽葉は黄緑色を呈するが、5%区の陰葉は濃緑色を呈し、クロロフィル含有率が高く、弱い光を有効に利用していることが



第8図 3年生苗における1本当たり(葉を除く)貯蔵養分含有量



第9図 2年生苗における葉のクロロフィル含有量と相対照度との関係

△-△全クロロフィル, ○-○クロロフィル a, ●-●クロロフィル b.

うかがわれる。

6. 考察

ブナ稚苗の庇陰試験の例は少ないが、本江ら<sup>9)</sup>が苗畑で相対照度を変えて試験した結果によると、4年間の重量生長は光の量が低下するほど減少したという。本研究の結果も本江らの報告と一致する。ブナは陰樹で耐陰性の強い樹種とされているが、庇陰試験の結果によると、全陽光下で最も生長が良く、受光量と生長量との関係からみ

れば陽樹の性質を示す。片岡らは樹冠各層と稚樹のクロロフィル量を比較して、林内の稚樹は陰性植物の性質を示すが、直接光線にあたる林床の稚樹は典型的な陽性植物の性質を示し、ブナは陽性植物の性質を帯びた条件付陰性植物であるとしている。ブナの陰陽性については更に色々な角度から研究する必要があると思われる。

受光量と含有成分量の関係については、本江ら<sup>6-8)</sup>の研究によると、受光量の少ない所で生育した稚樹は受光量の多い所で生育したものに比べて単位重量当たりの窒素量が多く、また受光量の多い所で生育した稚樹はデンプンを地上部よりも地下部に多く含み、受光量の少ない所で生育した稚樹は地上部と地下部の差が少なくなるという。また開葉期から生育期に至るデンプン量を個体当たりで求めると、光の量が低下するほど減少した。本研究においても同様の結果がえられた。ブナは落葉樹で秋に幹枝や根に貯蔵された養分によって翌春の生長が起こる。受光量が少ないと光合成生産物の量は必然的に減少し、生長量は低下する。受光量の多い区と少ない区の生長量の差は毎年累積して益々大きくなる。ブナの天然更新や人工造林に際しては、稚樹に十分光をあてるよう施業することが肝要である。

摘 要

播種当年から3年間ブナ稚苗を異なる相対照度の下で育てて生育状況を比較し、更に化学分析によって含有成分量の変化を調べた。本研究の結果は次の如くである。

1. 1 生長期における伸長生長の回数は相対照度の増加に伴って増加した。相対照度 5% 区では全個体が 1 回しか生長しなかったが、100% 区では 95% 以上の個体が 2 回以上生長した。
2. 稚苗の生長は全陽光下で最も良く、相対照度の低下に伴って苗高、根元直径、苗重などが減少した。遮光処理の効果は処理年数が長くなるほど大きくなった。
3. 1, 2 年生苗では、低照度区で根重の割合が減少し、幹枝重の割合が増加した。また T/R 率も低照度区で大きい傾向がみられた。葉面積/葉重比は相対照度の低下に伴って増加した。
4. 稚苗の生存率は相対照度 5% 以下で急激に低下した。2% 区では 2 年以内に全部枯死した。
5. 1 年生苗では、相対照度 5% 区において窒素、リン、カリウム、カルシウム及び全糖の含有率が増加し、デンプン含有率及び C/N 率が減少した。3 年生苗では、窒素、リン、カリウム及びカルシウムの含有率が相対照度の低下に伴って増加する傾向がみられた。根のデンプ

ン含有率は相対照度5%区において減少した。C/N率は相対照度の増加に伴って減少した。苗木1本当たり貯蔵養分含有量は各成分とも相対照度の低下に伴って減少した。クロロフィル含有量は相対照度5%区において著しく増加した。

#### 文 献

- 1) 橋詰隼人：ブナ林における稚樹の消失と陽光量との関係について。日林関西支講，**26** 119～122 (1975)
- 2) 橋詰隼人・山本進一：ブナ林の成立過程に関する研究(II) 生育条件の違いによる稚樹の形質変化。86回日林講，228～229 (1975)
- 3) 橋詰隼人・野口和年：同上(III) 稚樹の成立状態と生長について。鳥大演報，**10** 31～50 (1977)
- 4) 橋詰隼人：ブナ種子の発育にともなう化学成分の変化。日林誌，**61** 342～345 (1979)
- 5) 橋詰隼人：ブナ稚苗の生育特性と育苗の実際について。鳥大演報，**11** 55～69 (1979)
- 6) 本江一郎・片岡寛純：生育環境を異にするブナ稚樹中の窒素，カルシウム，カリウム，マグネシウムについて。87回日林論，211～212 (1976)
- 7) 本江一郎・片岡寛純：生育環境を異にするブナ稚樹中のデンブンについて。87回日林論，213～214 (1976)
- 8) 本江一郎・片岡寛純：ブナ稚樹の受光量とデンブン量の変化。88回日林論，203～204 (1977)
- 9) 片岡寛純・本江一郎：ブナ林の更新に関する研究(IV) 上層木と稚樹のクロロフィルについて。83回日林講，133～134 (1972)
- 10) 川那辺三郎・四手井綱英：陽光量と樹木の生育に関する研究(Ⅰ) 2, 3の落葉広葉樹苗木の庇陰効果について。日林誌，**47** 9～16 (1965)
- 11) 作物分析法委員会：栄養診断のための栽培植物分析測定法。養賢堂，東京(1975) pp. 59～389