

〈論文〉

ミズメの苗木の生育と陽光量との関係

橋 詰 隼 人[※]

The Effect of Light Intensity on the Growth and Development of *Betula grossa* Seedlings

Hayato HASHIZUME[※]

Summary

Seedlings of *Betula grossa* were grown under different light intensities, and the effect of shading on the growth, development, and components of the seedlings were investigated.

The height growth of seedlings was promoted most at a light intensity of 50 %, but the growth of the basal diameter and seedling weight were best at 50 % light intensity in 1-year-old seedlings and at 100 % light intensity in 2-year-old seedlings. The growth of seedlings was inhibited markedly at light intensities below 25 %.

As regards to the effect of shading on the form of seedlings, the T/R ratio, H/Do ratio, AL/WL ratio, and the degree of weakness tended to increase with decreasing of the relative light intensity.

The percentage of surviving seedlings decreased at light intensities below 15 %. At light intensities below 5 %, most of the seedlings died within two years.

The compensation point and the optimum light intensity of 1-year-old seedlings, which had been estimated with the aid of relative growth rate, were about 6 % and about 60 % relative light intensities respectively.

At lower light intensities, the percentage of nitrogen and potassium in leaves increased, but that of phosphorus in leaves decreased. The percentage of crude starch and the C/N ratio tended to decrease with the decrease of light intensity in each part of the seedlings. The total content of each constituent per seedling decreased at the light intensities below 25 %.

It was suggested in this study that the seedlings of *B. grossa* were in need of relative light intensities above 50 % for their healthy growth and development. 2-year-old seedlings of *B. grossa* grew 130~160 cm in height, 1.2~1.4 cm in basal diameter and 77~85 g in dry weight, and they were more useful for out-planting in 2-year-old.

※ 鳥取大学農学部造林学研究室 : *Laboratory of Silviculture, Faculty of Agriculture, Tottori University*
本研究は、昭和58年度文部省科学研究費補助金(特定研究No.58124028)による研究である。

I 緒 言

ミズメはカバノキ科の樹種で、中国山地ではブナ林の構成樹種の一つになっている。材は堅くて木理はち密、材質は良好である。建築材（敷居）、器具材（家具類、指物など）、楽器材、彫刻材など用途が広く、大径材は高価に取り引きされており、有用広葉樹の一つにあげられる。

ミズメは陽樹で先駆樹種と考えられるが、中国地方のブナ林ではミズメの純林は見られず、点在の形で混交している。しかし、林縁や林道ぞいでは稚樹が密生して生えていることがあり、純林の見られない理由がよくわからない。おそらく陽光量との関係で発生した稚樹が早期に消失するのではないかと思われる。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。稚樹の消失は陽光量と密接な関係がある。人工造林においても、陽光量は植栽後の生育に大きく影響する。ミズメの更新を考える場合、稚樹の生育と陽光量との関係を知ることは重要であると思い、今回庇陰試験を行って調べた。

本研究に際し、造林学研究室専攻生堀内よしみ嬢の援助をえたので、付記して感謝の意を表する。

II 材 料 と 方 法

1. 庇陰試験

供試種子は、10月に鳥取県の大山国有林で採取した。1日水につけて水選した後風乾してポリ袋に入れ、冷蔵庫に貯蔵した。庇陰試験は鳥取大学農学部苗畑で2年間行った。庇陰処理区として、相対照度100%区、50%区（測定値は47%）、25%区（26%）、15%区（18%）、5%区（7%）及び2%区の6区を設けた。相対照度はダイオネットで調節した。庇陰格子の大きさは1.5 m（長さ）×1.5 m（幅）×1.5 m（高さ）とし、その中に1×1 mの畝をつくって播種及び床替えを行った。庇陰処理は4月から10月まで行った。

当年生苗の庇陰試験：播種は4月上旬に行った。ミズメの種子は光発芽種子で暗黒条件では発芽しないので、播種する前に1日吸水させた後2日間光照射処理を行って、発芽を促進させた。播種床は、基肥として1㎡当たり堆肥3 kgと住友森林肥料特2号（N:P:K=13:17:12, %）を100 g 施し、よく耕うんして床作りし、種子をばらまきした。薄く覆土し、その上をワラで被って乾燥を防いだ。発芽後ワラを取り去り、ダイオネットで遮光した。その後6月に粒状肥料を1㎡当たり80 g追肥した。なお、苗木の発育に応じて、苗木がふれ合わない程度に間引きし、密度の調節を行った。

2年連続庇陰試験：前年に庇陰処理した1年生苗を4月上旬に床替えした。基肥として1㎡当たり堆肥3 kg、粒状肥料200 gを施して床作りし、15 cm間隔に床替えした。6月にさらに粒状肥料を100 g追肥した。庇陰処理は前年に引続き10月まで行った。

育苗管理は、人力で除草し、ボルドー液及び殺虫剤を時々散布した。8月の干ばつ時にはかん水を行った。

2. 測定

各処理区から10本を選出し、10日おきに苗高と根元直径を測定した。当年生苗は5月下旬から10月中旬まで、15日おきに10本ずつ掘り取り、葉面積と乾重を測定し、生長の解析に用いた。苗木の掘り取り調査は10月中旬に行った。各処理区から10～15本を掘り取り、苗高、根元直径、各部分の乾重量、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。

純同化率(NAR)、葉面積比(LAR)及び相対生長率(RGR)の計算は次式によって行った。

$$NAR = \frac{(W_2 - W_1)(\ln L_2 - \ln L_1)}{(t_2 - t_1)(L_2 - L_1)} \quad LAR = \frac{L_2}{W_2} \quad RGR = NAR \times LAR$$

ただし、 W_1 : t_1 時の全苗乾重、 W_2 : t_2 時の全苗乾重、 L_1 : t_1 時の葉面積、 L_2 : t_2 時の葉面積

3. 化学分析

10月に掘り取った2年生苗(2年連続処理苗)について、灰分、鉍物性元素、全糖及び粗デンプンの含有量を測定した。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・ネルソン法によって定量した。

Ⅲ 結果と考察

1. 苗木の生長

当年生苗の生長経過を図1～2に、1年生苗(2年連続処理区)の生長経過を図3に示す。当年生

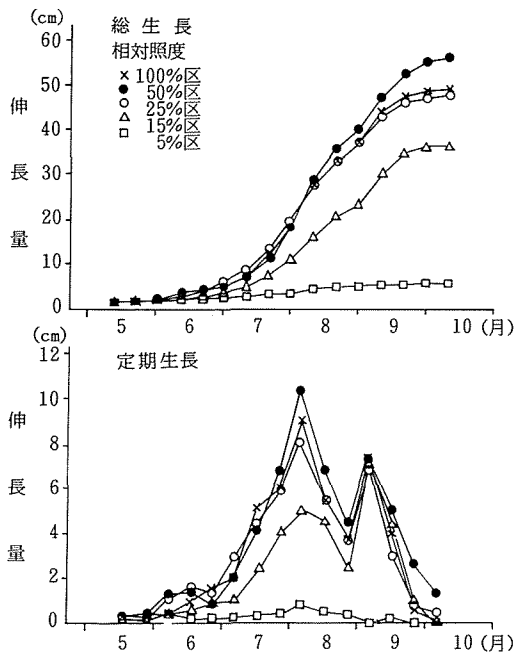


図1 各相対照度区における当年生苗の伸長生長の経過

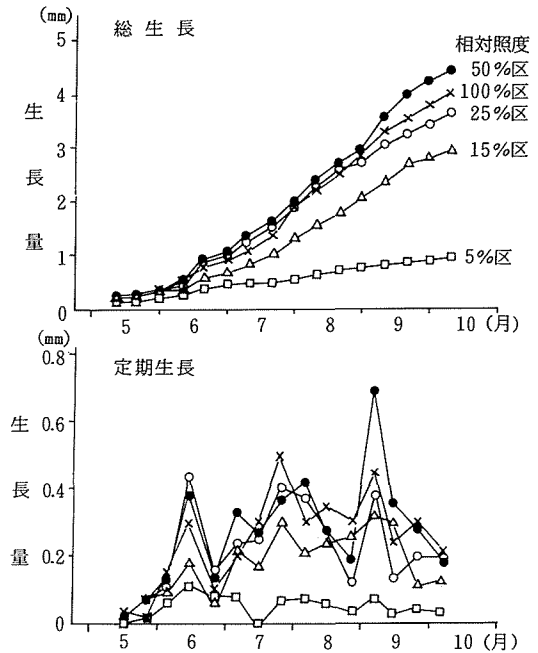


図2 各相対照度区における当年生苗の根元直径生長の経過

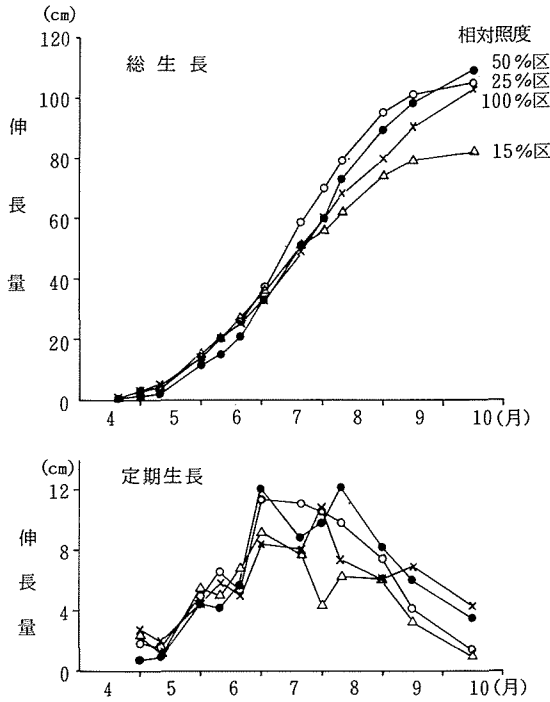


図3 1回床替1年生苗(2年連続処理区)の伸長生長の経過

表1 各処理区の苗高, 根元直径, 苗重等の比較値

調査項目	苗木	相対照度区 (%)				
		100	50	25	15	5
苗高 (H)	1年生	100	119	99	68	10
	2年生	100	120	104	89	—
根元直径 (D)	1年生	100	106	85	58	13
	2年生	100	85	69	54	—
根長	1年生	100	125	79	75	11
	2年生	100	105	78	77	—
葉面積	1年生	100	196	88	40	1.3
	2年生	100	95	46	23	—
葉乾重	1年生	100	116	40	18	0.5
	2年生	100	105	52	28	—
幹枝乾重	1年生	100	135	48	19	0.3
	2年生	100	105	52	28	—
根乾重	1年生	100	90	36	14	0.2
	2年生	100	62	31	17	—
苗重	1年生	100	116	42	17	0.3
	2年生	100	90	45	23	—
比較苗高 (H/D)	1年生	100	112	117	116	77
	2年生	100	141	150	164	—
T/R率	1年生	100	141	123	134	198
	2年生	100	163	161	156	—
弱さ度 (H/G _T)	1年生	100	95	223	365	2,548
	2年生	100	119	210	348	—
葉面積/葉重比	1年生	100	170	219	224	271
	2年生	100	100	108	95	54
非同化部乾重/葉重比	1年生	100	100	108	95	54
	2年生	100	93	97	103	—

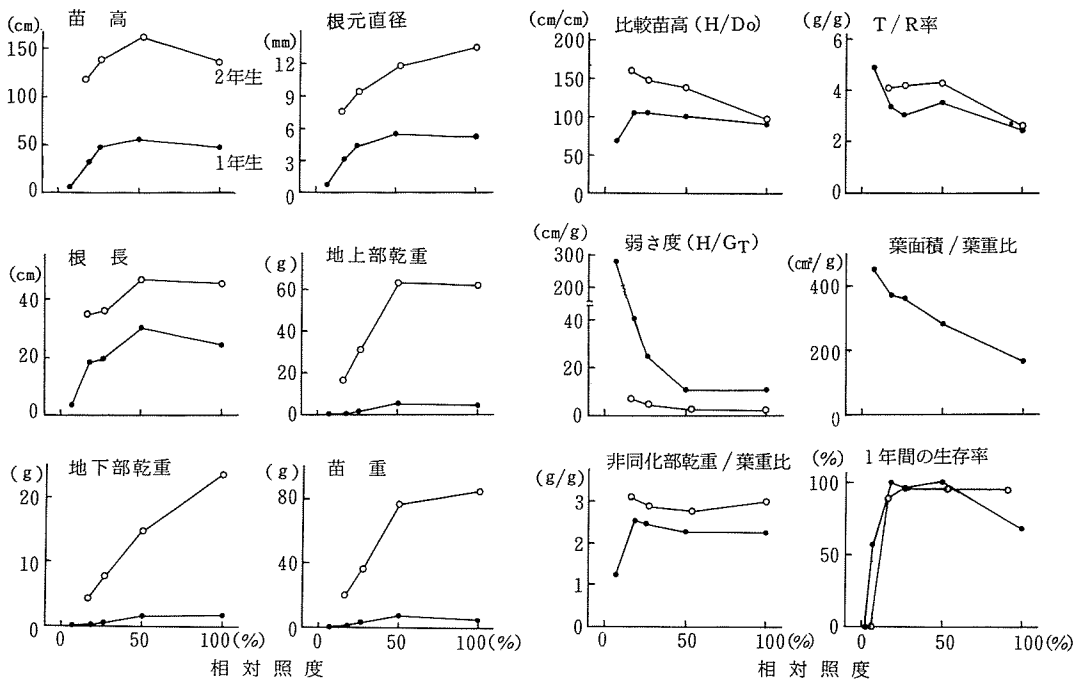


図4 苗木の生長, 比較苗高, T/R率, 弱さ度, 生存率などと相対照度との関係(10月中旬に掘り取り調査)



写真1 異なる相対照度の下におけるミズメの2年生苗木の生育状況
左：相対照度100%区，中：相対照度50%区，右：相対照度15%区。

苗木は5月中旬に発芽し、10月上旬まで生長を続けた。伸長生長は相対照度50%区で最も良く、100%区と25%区がこれに次ぎ、5%区は最も悪く、わずかししか生長しなかった。2%区は発芽後間もなく全部枯死した。定期伸長生長は8月上旬と9月上旬の2回ピークが見られたが、7月中旬から8月中旬の生長が顕著であった。根元直径生長は5月から10月まで連続的に増加したが、6～9月の期間がおう盛で、6月中旬、7月下旬及び9月上旬に小さな山が見られた。

床替苗木は4月中旬に開芽し、10月中旬まで生長した。伸長生長は7月上旬から8月中旬の間がおう盛で、大きな山が見られた。相対照度との関係は、50%区、25%区及び100%区で生長が良く、15%区はやや悪かった。

10月に苗木を掘り取り調査した結果を図4と表1に示す。苗木高及び根長は、1、2年生苗木ともに相対照度50%区で最大で、次いで100%区で大きく、25%以下の区では相対照度の低下にともなって生長量が減少した。根元直径、地下部乾重及び苗木重は、1年生苗木では相対照度50%区で最大を、2年生苗木では100%区で最大を示し、相対照度の低下にともなって減少した。苗木の生育は相対照度25%以下で著しく悪く、苗木重の比較値は相対照度100%区を100とした場合45以下になった。

2. 苗木の形態

各部分の重量割合を図5に示す。1年生苗木では、相対照度100%区で根重の割合が増加し、5%区では根重の割合が減少し、葉重の割合が増加した。2年生苗木では、葉重の割合は各照度

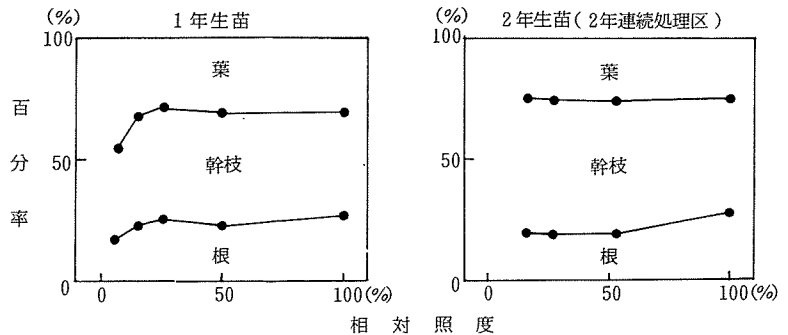


図5 苗木の各部分の重量割合

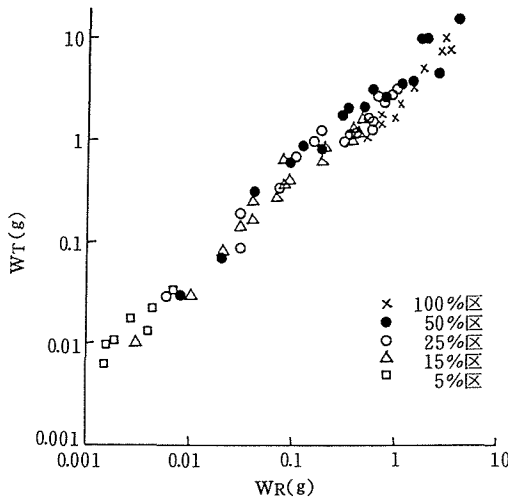


図6 当年生苗における地上部乾重(W_T)と地下部乾重(W_R)の相対生長関係

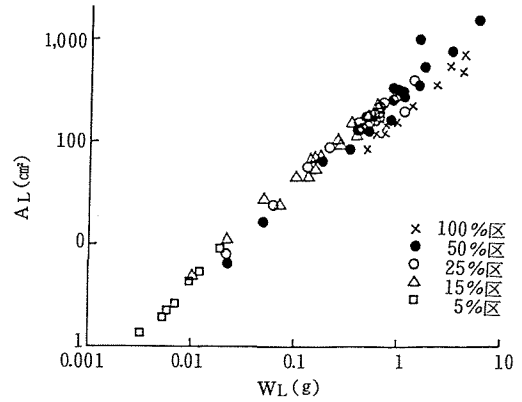


図7 当年生苗における葉面積(AL)と葉乾重(W_L)の相対生長関係

区で差がなく、根重の割合は100%区で増加し、低照度区で減少した。T/R率は、1, 2年生苗とも100%区で最も低く、5%区で著しく増加した。図6によると、5%区の苗木はW_T, W_Rの値が著しく小さく、他の処理区と分離している。すなわち、高照度区では相対的に根の発達が良く、低照度区では逆に根の発達が悪くなった。比較苗高、弱さ度及び葉面積/葉重比は、1年生苗の5%区を除き、相対照度の低下にともなって値が大きくなった。すなわち、低照度区の苗木は苗高に対して根元直径及び地上部乾重が相対的に小さく、ひ弱な形態を示した。全陽光下の葉は厚くて重いだが、照度が低下するに従って葉は薄くて軽くなり陰葉化した(図7)。非同化部乾重/葉重比は相対照度100%区から15%区までは差がなかったが、5%区で急激に下降し、葉の物質生産能力が著しく低下した。

3. 生存率

1年生苗の1年間の生存率は、相対照度15~50%区では97~100%で高く、相対照度100%区では68%に、5%区では57%に低下し、2%区では0になった。2年生苗(2年目)の生存率は、相対照度25~100%区では96%と高く、15%区では88%に、5%区では15%に低下した(図4)。相対照度100%区における苗木の枯死は、夏の干害によるものであり、低照度における枯死は主に光不足に起因するものと思われる。生存率からみると、ミズメ苗の光補償点は相対照度5%と15%の間にあり、陰樹に比べてかなり高いようである。

4. 生長の解析

当年生苗について、相対照度15%区、25%区及び50%区から毎月苗木を掘り取り、純同化率(NAR)、葉面積比(LAR)及び相対生長率(RGR)を求め、季節変化を調べた(図8)。

NAR等の季節変化は各照度区ともほぼ同じ傾向を示した。NARは6月が最大で、季節の進行につれて緩やかに減少した。LARは7月が最大で、その後緩やかに減少した。RGRは7月と6月が高く、8月から9月にかけて急激に減少した。NARは単位葉面積当たり単位時間における乾物重の

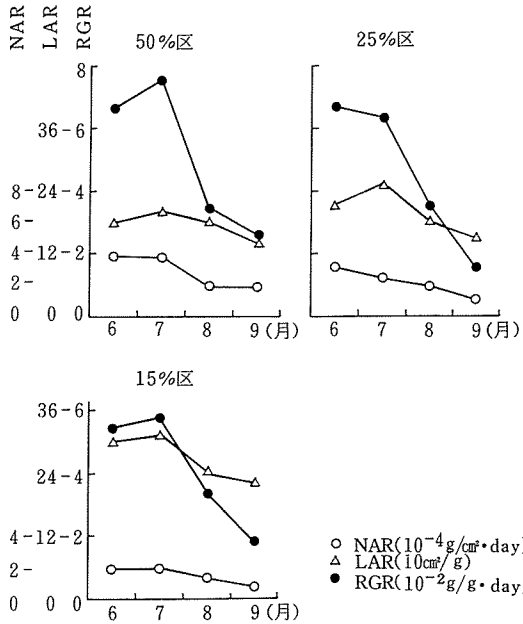


図8 当年生苗におけるNAR, LAR及びRGRの季節変動

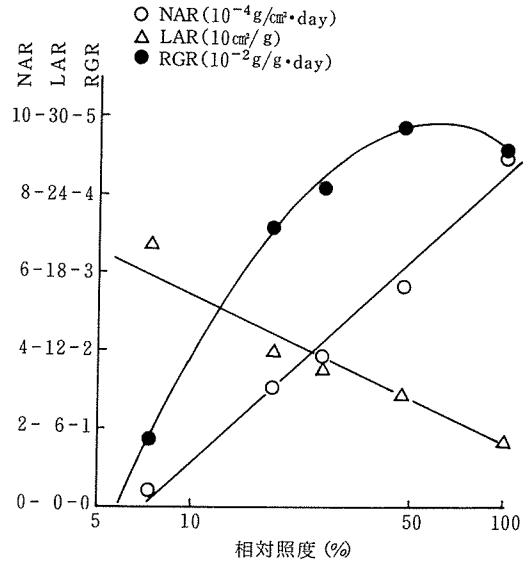


図9 当年生苗における個体当たりNAR, LAR, RGRと相対照度との関係 (5月29日~10月15日)

増加率で、光合成効率の一つの尺度と考えられる。RGRは植物体単位乾物重当たりの乾物増加量を示し、植物体の生産効率、利率を示すものである。ミズメの苗木は6~7月に葉の光合成効率が高く、個体の生産効率も高いといえる。

次に1生育期間、5月29日から10月15日の間におけるNAR, LAR及びRGRを求めて相対照度との関係を調べた(図9)。相対照度を対数値で描くと、NARは相対照度の低下にともなって直線的に減少したが、LARは逆に直線的に増加した。RGRは相対照度の低下にともなってやや曲線的に減少した。RGRは植物体の生産効率を示すものであるから、RGRが0になる相対照度を個体の補償点、最大になる相対照度を最適照度とすると、補償点は相対照度約6%、最適照度は相対照度約60%であった。

5. 含有成分の変化

10月に掘り取った2年生苗について化学分析を行った結果を図10~11に示す。灰分の含有率は根>葉>幹枝の順に高く、根では相対照度の低下にともなって含有率が減少した。全窒素、リン、カリウム及びカルシウムの含有率は葉で高く、幹枝及び根で低かった。相対照度との関係は、葉において全窒素とカリウムの含有率が相対照度の低下にともなって増加し、リンの含有率が反対に減少した。幹枝及び根では、これらの成分の含有率の変化は顕著でなかった。カルシウムの含有率の照度別変化は著しくなかった。全糖の含有率は葉で高く、幹枝と根で低く、幹枝と根では低照度区で含有率がやや減少した。粗デンプンの含有率は幹枝と根で高く、葉で低く、相対照度の低下にともなって含有率が減少する傾向が見られた。C/N率も粗デンプンと同様の変化を示した。

苗木1本当たりの含有量を計算すると(図11, 表2), 各成分とも相対照度50~100%区で含有量

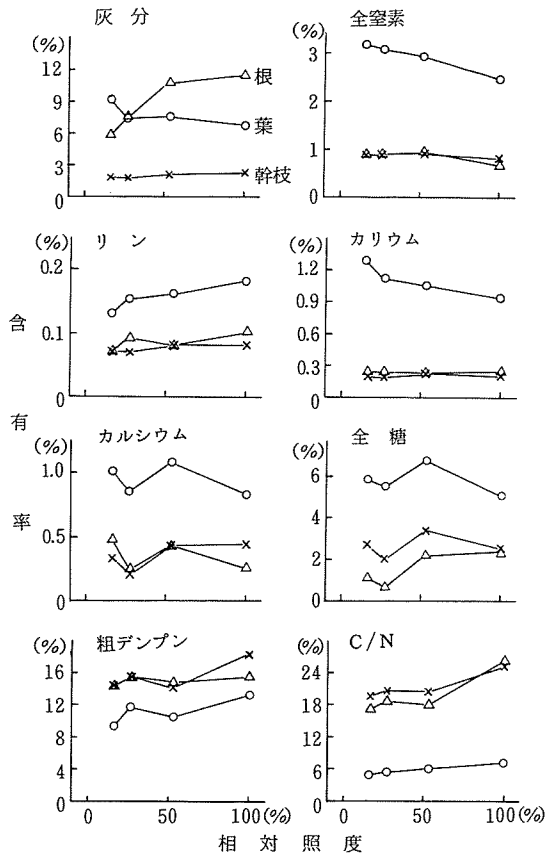


図10 ミズメの2年生苗における相対照度と化学成分含有率との関係 (10月中旬に掘り取り分析)

が多く、25%以下の区で著しく減少した。2年生山出苗1本当たり養分含有量は、窒素1.1g、リン0.09g、カリウム0.34g、カルシウム0.46g、粗デンプン10~14gであった。

6. 山出苗の形質

1年生苗と1回床替2年生苗の形質を表3に示す。1年生苗の平均苗高は、相対照度100%区で46cm、50%区で55cm、根元直径は5.2~5.5cm、苗乾重は5.8~6.7gであった。2年生苗の平均苗高は、100%区で132cm、50%区で158cm、根元直

径は12~14cm、苗乾重は77~85gであった。広葉樹を人工造林する場合は、下刈りの際に刈り払うことが多く、また陽樹は被圧の害を受けて枯死することが多いので、大苗の造林が推奨されている。

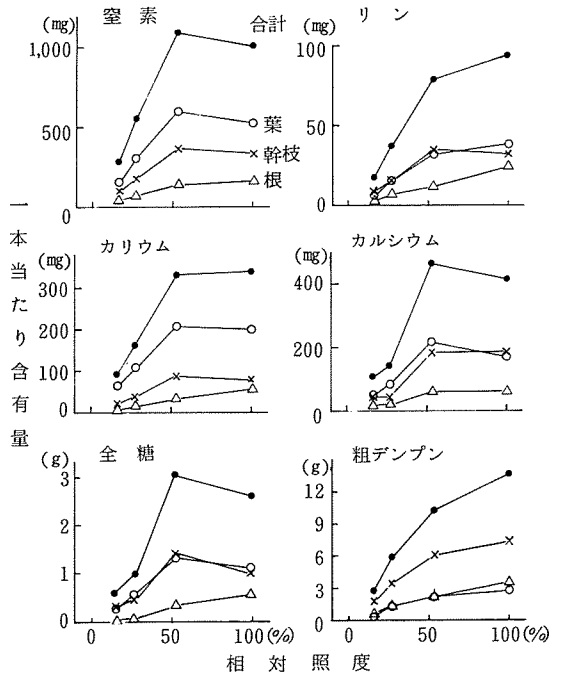


図11 2年生苗における1本当たり養分含有量(10月中旬の苗木)

表2 2年生苗における1本当たり養分含有量

相対照度(%)	全窒素(g)	リン(g)	カリウム(g)	カルシウム(g)	全糖(g)	粗デンプン(g)
100	1.011	0.094	0.337	0.410	2.612	13.701
50	1.090	0.078	0.330	0.460	3.079	10.289
25	0.544	0.037	0.164	0.142	1.003	5.561
15	0.285	0.017	0.093	0.105	0.629	2.641

表3 1年生苗及び1回床替2年生苗の形質

項目	1年生		1回床替2年生	
	相対照度		相対照度	
	100%区	50%区	100%区	50%区
苗高(cm)	45.8	54.7	131.5	157.6
根元直径(mm)	5.2	5.5	13.6	11.6
根長(cm)	23.9	29.9	45.1	47.2
苗乾重(g)	5.8	6.7	85.3	77.2
比較苗高(H ₁ /D)	88	99	97	136
T/R率	2.5	3.5	2.6	4.3

ミズメの苗木は1年生で苗高が平均50cmぐらいになるので、大苗は1年生で山出しが可能と思われる。しかし、1年生苗は発育不十分なものが多く、1回床替えして育苗すると苗高1m以上、根元直径1cm以上の大苗が得られる。筆者の経験から言えば、2年生苗で苗高1m前後のものを人工造林に用いると下刈の経費が少なくてすみ、生育も良いようである。

7. 考 察

広葉樹の生長と陽光量との関係はヤマハンノキ⁶⁾、アキニレ⁶⁾、トチウ⁶⁾、ヤチダモ^{7,8)}、ブナ¹⁾、クヌギ²⁾、ミズナラ⁹⁾などで研究されている。樹高生長は、アキニレでは相対照度100%区よりも65~24%で、ヤマハンノキでは52~31%区で、ヤチダモでは60%区で、クヌギでは25%区で最も良いが、ブナ、ミズナラでは100%で最も良い。しかし、苗重の生長は上記のいずれの樹種においても100%区で最大となり、照度の低下にともなって減少している。本研究によると、ミズメ苗の伸長生長は相対照度50%区で最も良かったが、苗重は1年生苗では50%区で、2年生苗では100%区で最も重く、相対照度の低下にともなって減少した。広葉樹においては、樹種によって、苗木の伸長生長と重量生長に対する陽光量の影響が異なり、伸長生長については全陽光下で最も促進されるものと、全陽光よりもやや弱い光の下で促進される樹種とがある。しかし、重量生長はいずれの樹種においても全陽光下で最も促進され、光合成生産量と密接に関連している。

樹種の陰陽性あるいは耐陰性の度合は、異なる受光量の下における純生産量、相対生長率、生存率などから総合的に判断すべきものである。本研究によると、ミズメの1年生苗の生育の最適相対照度は約60%、また個体の補償点は相対照度6%前後と推定されたが、2年生苗は全陽光下で最も良い生育を示した。ミズメは陽樹と考えられているが、耐陰性は苗木の年齢、土壤水分の量などによっても変化するので¹⁰⁾、光以外の要因との関係も研究する必要がある。

受光量と苗木の含有成分量との関係については、シラカシ¹⁰⁾、ヤチダモ⁸⁾、ブナ^{1,3~5)}、クヌギ²⁾などで調べられている。受光量が少なくなると、ブナ稚苗では¹⁾全窒素、リン、カリウム及びカルシウムの含有率が増加し、全糖及び根の粗デンプン含有率が減少する傾向が見られた。クヌギ苗では²⁾全窒素とカルシウムの含有率が増加し、根の粗デンプン含有率が減少した。ミズメ苗では、葉の全窒素とカリウムの含有率が増加し、リンの含有率が減少した。また苗木全体の粗デンプン含有率が減少した。受光量と苗木の養分含有率との関係は樹種によって多少異なるが、いずれの樹種においても相対照度が低下すると葉に含まれる窒素の含有率が増加し、また根に含まれるデンプンの含有率が減少する傾向が見られる。落葉樹では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が、受光量が少ないと、苗木1本当たりの貯蔵養分含有量は著しく減少し、翌年の生長は益々悪くなる。ミズメを健全に生育させるためには、十分光をあてて育てることが重要である。

IV 総 括

ミズメの当年生苗と1年生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2年生苗について化学分析を行って含有成分の変化を調べた。本研究の結果は次のごとくである。

1. 当年生苗は5月中旬に発芽し、10月上旬まで生長した。伸長生長は8月上旬と9月上旬がおう

盛で、二つの山が見られた。肥大生長は6月から9月にかけて盛んであった。1回床替1年生苗では、伸長生長は7～8月がおう盛であった。

2. 10月に掘り取った苗木について調査した結果、苗木の伸長生長は相対照度50%区で最も良く、100%区では少し低下した。しかし、根元直径及び苗重の生長は1年生苗では50%区で、2年生苗では100%区で最も良く、相対照度の低下にともなって減少した。苗木の生育は相対照度25%以下で不良であった。

3. 苗木の形態については、1年生苗では相対照度5%区で葉重の割合が増加し、根重の割合が減少した。2年生苗では、100%区で根重の割合が増加した。一般に全陽光下の苗木は根の発達が良い、相対照度の低下にともなってT/R率、比較苗高、弱さ度及び葉面積/葉重比が増加する傾向が見られた。低照度区の苗木は、地上部に比べて地下部の発達が悪く、葉は薄く、幹は細長くて、ひ弱な形態を示した。

4. 苗木の生存率は相対照度15%以下で低下し、2%区では数カ月以内に、5%区では2年以内に大部分が枯死した。当年生苗は干害により、100%区で約30%が枯死した。

5. 当年生苗について、6月から10月までの相対生長率(RGR)を求めて補償点と最適照度を推定した結果、個体の補償点の相対照度は約6%、生育の最適相対照度は約60%であった。

6. 2年生苗について化学分析を行った結果、灰分は根に、全窒素、リン、カリウム、カルシウム及び全糖は葉に最も多く含まれていた。しかし、粗デンプンは葉よりも幹枝及び根に多く含まれていた。相対照度との関係については、低照度区で葉の全窒素とカリウムの含有率が増加し、リンの含有率が減少した。粗デンプンの含有率及びC/N率は苗木の各部分とも相対照度の低下にともなって減少する傾向が見られた。苗木1本当たりの含有量は、各成分とも相対照度50～100%区で多く、25%以下の区で著しく減少した。

7. ミズメの稚苗を健全に生育させるためには、50%以上の相対照度が必要である。ミズメの苗木は2年生で平均苗高130～160cm、平均根元直径1.2～1.4cm、平均苗乾重77～85gに生長し、2年生で山出しが可能である。

文 献

- 1) 橋詰隼人：ブナ稚苗の生育と陽光量との関係。鳥大農研報，**34**，82～88 (1982)
- 2) 橋詰隼人：クヌギ苗の生育と陽光量との関係。広葉樹研究，**2**，1～12 (1983)
- 3) 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)
- 4) 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プンについて。87回日林論，213～214 (1976)
- 5) 本江一郎・片岡寛純：ブナ稚樹の受光量とデンプン量の変化。88回日林論，203～204 (1977)
- 6) 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)
- 7) 真鍋逸平・大窪 勝：広葉樹の造林に関する研究(I)。ヤチダモの庇陰効果と植栽密度。78回日

林講, 106~108 (1967)

- 8) 中江篤記・辰己修三：京大北海道演習林におけるヤチダモの育林学的研究（第II報）。ヤチダモ稚樹の耐陰性について。71回日林講, 161~163 (1961)
- 9) 大原偉樹・桜井尚武：ミズナラ稚樹の生長に対する被陰効果。94回日林論, 361~362 (1983)
- 10) 高原末基・川名 明・丹下 勲：受光量と土壤水分の量とがシラカシ苗の耐陰性におよぼす影響。植物学雑誌, **68**, 212~215 (1955)