
論 文

ケヤキ稚苗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 *Zelkova serrata* Seedlings

Hayato HASHIZUME *

Summary

Current year seedlings of *Zelkova serrata* were grown under different light intensities, and the effects of shading on the growth, development, and nutrient content of the seedlings were investigated.

The growth of seedlings was promoted under 100 % day light. The height, basal diameter, root length, and weight of seedlings decreased with decreasing relative light intensity. The growth of seedlings was inhibited remarkably at light intensities below 25 % .

As regards the effect of shading on the form of seedlings, the H/Do ratio, T/R ratio, H/G_T ratio, and specific leaf area increased with decreasing relative light intensity, but the W_c/W_L ratio decreased. The surviving ratio of seedlings decreased at low light intensities below 15 % . Under weak light intensity less than 2 % , all seedlings died within 30 days after germination.

The content of ash, nitrogen and potassium in seedlings was highest in leaves. The content of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium increased remarkably at light intensities below 15 % .

It is suggested that seedlings of *Z. serrata* require relative light intensities more than 50 % to maintain healthy growth and development.

I 緒 言

ケヤキは材質良好で、建築材・家具材・器具材・彫刻材など用途が広く、わが国の広葉樹の中で、最も有用な樹種である。近年広葉樹の重要性が見直され、ケヤキの人工造林や天然更林もぼつぼつ行なわれている。ケヤキは陽樹で日当たりの良い所で育ち、天然更新稚樹は日陰では育た

*鳥取大学農学部 農林総合科学科 森林生産学講座

Department of Forestry Science, Faculty of Agriculture, Tottori University

ない。⁹⁾ また人工造林の場合も下刈り等の手入れを怠ると雑草木に被圧されて枯死するので、鳥取大学蒜山演習林では苗高1~1.5mの大苗を植栽している。ケヤキの人工造林、天然更新に際して稚樹の生育と日光量との関係を把握しておくことは重要であり、今回庇陰試験を行なって生育状況を調べた。

II 材料と方法

1. 供試種子

供試種子は学内のケヤキ母樹(約20年生)から10月中旬に採取した。種子は水に1時間浸漬して充実種子を選別し、翌年の3月下旬まで保湿貯蔵した。庇陰試験は鳥取大学農学部苗畑で行なった。庇陰処理区として相対照度100%区、50%区(測定値は47.6%)、25%区(同25.6%)、15%区(同16.0%)、5%区(同3.3%)及び2%区(同1.4%)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、1.5m(長さ)×1.5m(幅)×1.5m(高さ)とし、その中に1×1mの畝をつくって播種した。庇陰処理は4月から10月中旬まで行なった。

播種は3月30日に行なった。基肥としてm²当たりバーク堆肥2kg、住友化成森林肥料特2号(N:P:K=13:17:12,%)60g、硝石灰200gを施し、よく耕うんして床作りし、種子をばらまきした。覆土後その上をわらで被って乾燥を防いだ。発芽後わらを取り去り、ダイオネットを遮光した。苗木の発育に応じて間引きし、m²当たり200本仕立てとした。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なった。

測定は、各処理区より20本選出し、10日おきに苗高と根元直径を測定した。また10月下旬に苗木を掘り取り、各区20本について苗高、根元直径、根長、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。

2. 化学分析

10月掘り取った苗木について灰分と無機元素の含有量を測定した。化学分析は栽培植物分析測定法¹⁵⁾によって行なった。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、カルシウムは炎光光度法、カルシウムはEDTA適定法によって定量した。

III 結果と考察

1. 苗木の成長

各処理区における伸長成長及び根元直径成長の経過を図1~2に示す。苗木は発芽後9月下旬まで連続的に成長を続けた。伸長成長は100%区>50%区>25%区>15%区>5%区の順であったが、5%区は6月以降ほとんど伸長しなかった。100%区の10月の平均苗高96.3cmに対し、5%区はわずか10.3cmであった。2%区は発芽後間もなく全部枯死した。定期伸長は5月下旬~6月上旬、7月中旬及び9月上旬の三つの山が見られた。100%区と50%区は7月と9月によく伸

長したが、15%区は9月の伸長が悪かった。根元直径成長は5月から9月まで連続的に増加した。各処理区の成長順位は伸長成長と同様である。相対照度15%以上で成長し、5%区はあまり成長しなかった。定期成長は6月中旬～7月中旬と8月下旬～9月上旬の二つの山が見られた。

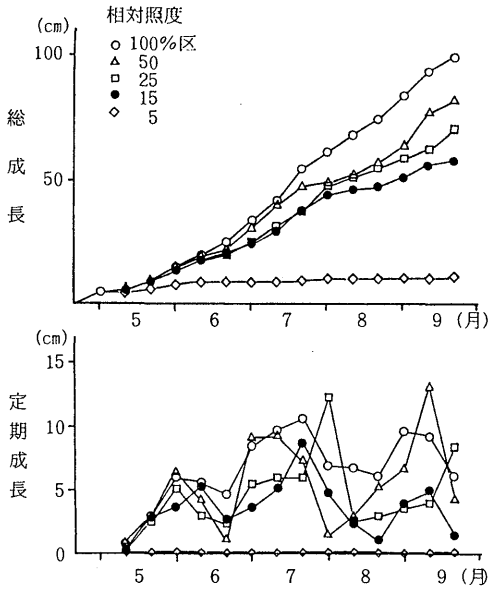


図1 各相対照度区における当年生苗の伸長成長の経過

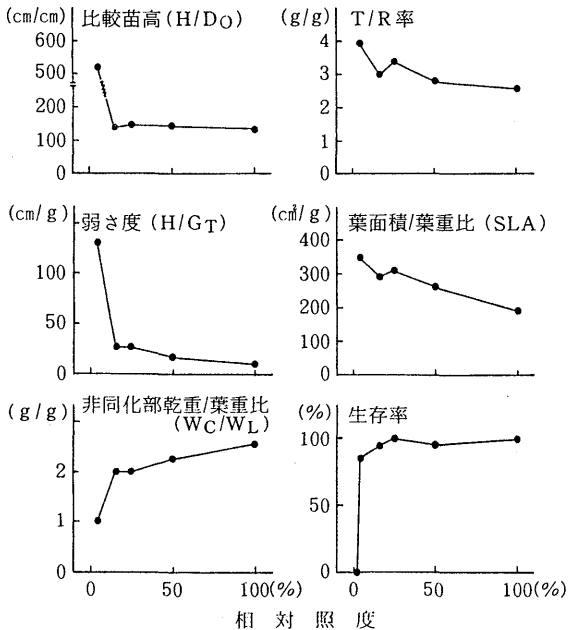
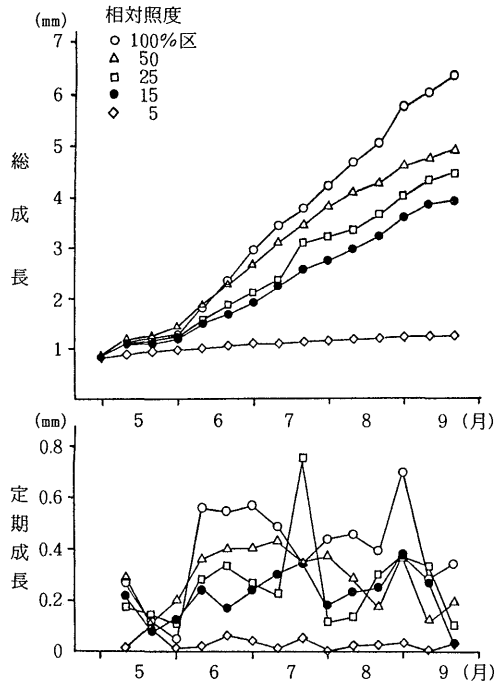
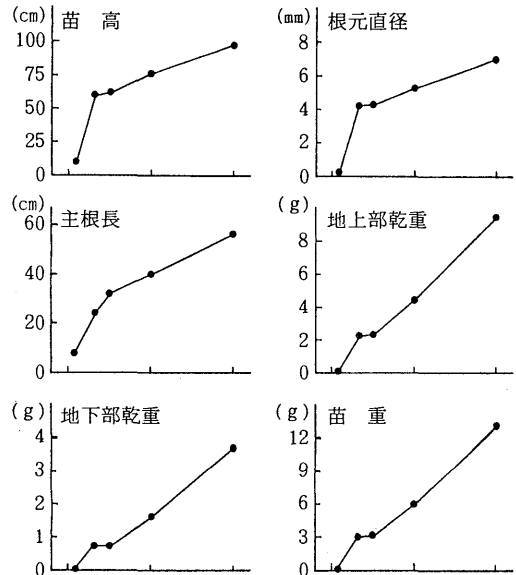


図2 各相対照度区における当年生苗の根元直径成長の経過

図3 1年生苗の成長、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月に苗木を掘り取り調査した結果を図3, 表1, 2に示す。苗高, 根元直径, 根長, 苗重は相対照度100%区で最大で, 相対照度の低下に伴ってこれらの測定値は減少した。しかし, 減少の仕方は苗木の形質によって異なり, 苗高, 根元直径, 根長は相対照度15%区まで緩やかに減少し, 5%区で急激に低下した。他方, 苗木の地上部及び地下部乾重量は100%区から5%区へ相対照度の低下に伴って直線的に, しかも急激に低下した。相対値で見ると, 相対照度100%区の値を100としたとき, 5%区の苗高は11, 苗重は0.8であった。

表1 各処理区における1年生苗の成長と形態

調 査 項 目	相 対 照 度 (%)					
	100	50	50	50	5	
苗 高 (H, cm)	96.3	76.4	63.6	60.0	10.3	
根元直径 (D _o , mm)	7.0	5.3	4.3	4.4	0.2	
主 根 長 (cm)	55.7	40.1	32.4	25.0	8.5	
葉 面 積 (cm ² /本)	700.6	486.3	330.7	287.7	17.0	
1本当たり 乾重量 (g)	葉	3.71	1.83	1.05	0.99	0.05
	幹枝	5.84	2.58	1.37	1.26	0.03
	根	3.71	1.59	0.72	0.75	0.02
	全体	13.26	6.00	3.14	3.00	0.10
各部分重の 割 合 (%)	葉	28.0	30.5	33.4	33.0	50.0
	幹枝	44.0	43.0	43.6	42.0	30.0
	根	28.0	26.5	22.9	25.0	20.0
比較苗高 (H/D _o)	137.6	144.2	147.9	136.4	515.0	
T/R率	2.57	2.77	3.36	3.00	4.00	
弱さ度 (H/G _T)	10.1	17.3	26.3	26.7	128.8	
葉面積/葉重比	188.8	265.7	315.0	290.6	340.0	
非同化部乾重/葉重比	2.57	2.28	1.99	2.03	1.00	

表2 各処理区の苗高, 根元直径, 苗重等の相対値

調 査 項 目	相 対 照 度 (%)				
	100	50	50	50	5
苗 高 (H)	100	79	66	62	11
根元直径 (D _o)	100	76	61	63	3
主 根 長	100	72	58	45	15
葉 面 積	100	69	47	41	1.5
葉 乾 重	100	49	28	27	1.3
幹枝乾重	100	44	23	22	0.5
根 乾 重	100	43	19	20	0.5
苗 重	100	45	24	23	0.8
比較苗高 (H/D _o)	100	105	107	99	374
T/R率	100	108	131	117	156
弱さ度 (H/G _T)	100	171	260	264	1,275
葉面積/葉重比	100	141	167	154	180
非同化部乾重/葉重比	100	89	77	79	39

2. 苗木の形態

各部分の重量割合についてみると、相対照度100%区は他の区に比べて、根重の割合が高かったが、5%区では逆に根重の割合が減少し、葉重の割合が増加した。比較苗高及び弱さ度は相対照度5%区で著しく値が高かった。T/R率と葉面積/葉重比は相対照度の低下に伴って増加した。5%区の苗木は地上部乾重 (W_T)、地下部乾重 (W_R) の値が著しく小さく、他の処理区と分離している (図4)。すなわち、低照度区、特に5%区の苗木は苗高に対して根元直径及び地上部乾重が小さく、また根の発達が悪く、ひ弱な形態を示した。葉は薄くて軽くなり、陰葉化している。非同化部乾重/葉重比は相対照度の低下に伴って減少し、5%区で急激に低下した。5%区は葉の物質生産能力が著しく低下している。

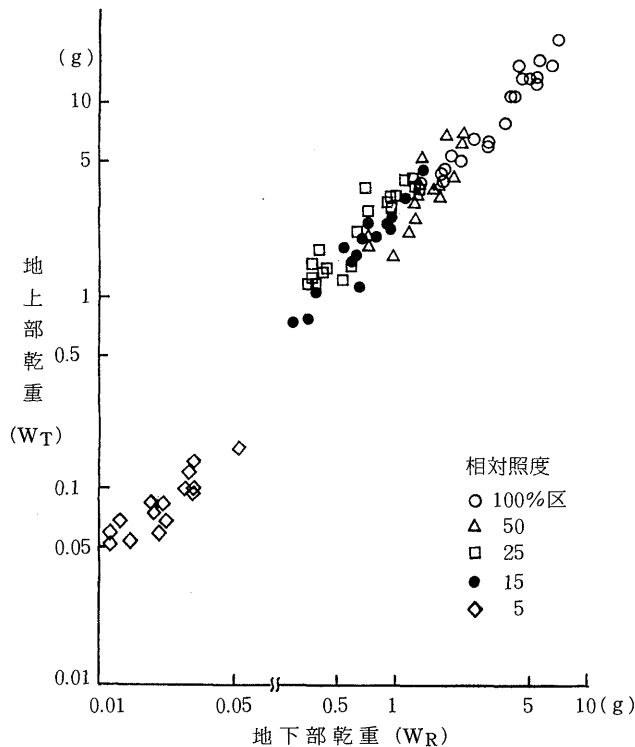


図4 1年生苗における地上部乾重と地下部乾重の相対成長関係

3. 生存率

発芽後10月までの当年生苗木の生存率は、15%~100%区では95%以上であったが、5%区では底陰処理後40日で87%に低下した。しかし、以後枯死はなかった。2%区では処理後30日の間にすべてが枯死した。ケヤキの光合成の光補償点は明らかでないが、小池⁹⁾によると、落葉広葉樹の生存と成長に必要な光強度は、稚樹の場合には約900 lux (相対照度約8%)、個体が大きくなると約1,500 lux (相対照度約15%) が一つの基準になるとしている。ケヤキは陽樹に分類さ

れているが,²⁾ 相対照度5%区でも枯死率は低い。稚苗の耐陰性はかなり高いように思われる。

4. 含有成分の変化

10月に掘り取った苗木について化学分析を行なった(図5)。灰分の含有率は葉>根>幹>枝の順に高く、葉では相対照度100%区から照度の低下に伴って含有率が徐々に増加したが、5%区では急激に低下した。しかし、根と幹枝では5%区と15%区で含有率が増加した、全窒素は葉で含有率が最も高く、相対照度の低下に伴って含有率が高くなった。根と幹枝では5%区と15%区で含有率が増加した。リンは相対照度25%~100%区では葉と根で含有率が高く、幹枝で低かったが、5%~15%区では各部分とも著しく含有率が増加した。カリウムは葉>根>幹枝の順に含有率が高く、相対照度の低下に伴って含有率が増加し、5%区で最も高かった。カルシウムは葉で含有率が著しく高く、根と幹枝では5%区と15%区で含有率が増加した。

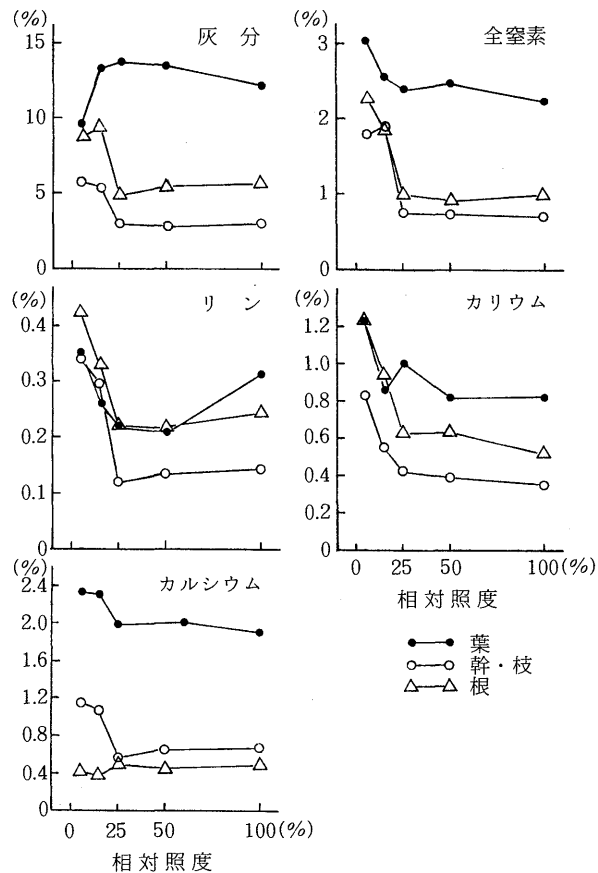


図5 1年生苗における相対照度と化学成分含有率との関係

5. 考 察

広葉樹の苗木の成長と日光量との関係についてはヤマハンノキ,⁹⁾ アキニレ,⁹⁾ ヤチダモ,¹¹⁾ ブナ,³⁾ クヌギ,⁴⁾ ミズナラ,^{12,14)} コナラ,¹⁷⁾ シラカンバ,¹⁾ ミズメ,⁵⁾ ケヤキ^{8,13)} など多くの樹

種で報告されている。これらの報告をみると、樹高成長はヤマハンノキ、アキニレ、ヤチダモ、クヌギ、コナラ、ミズメなど多くの樹種では全陽光下よりも弱度の庇陰下で促進される。しかし、ブナの樹高成長は全陽光下で最も良く、照度の低下に伴って悪くなる。³⁾ ケヤキの樹高成長は全陽光下で最も良く、相対照度の低下に伴って減少するという報告¹³⁾と、全陽光下より弱度の庇陰下で成長が良いという報告⁸⁾とがある。すなわち、広葉樹では全陽光下で最も伸長成長の良いものと、相対照度30~70%程度の庇陰下で伸長成長の最も良いものの二つのタイプがあるようであるが、既往の研究では相対照度50~100%の間の試験例が少なく、広葉樹稚苗の伸長成長に対する最適照度はなお不明な点が多い。しかし、重量成長は上記のいずれの樹種においても全陽光下で最も良く、相対照度の低下に伴って減少している。本研究によると、ケヤキ当年生稚苗の樹高成長、根元直径成長はいずれも相対照度100%区で最も良く、照度の低下に伴って徐々に減少し、5%区で急激に低下した。他方、重量成長（地上部乾重、地下部乾重）は相対照度の低下に伴って急激に減少し、落合¹³⁾の試験結果と大体一致した。重量成長の減少の仕方は直線的で、アカマツ、クロマツ、コナラ、ミズナラなど陽樹の相対照度—個体重関係とよく似ている。^{7, 14, 16)} ケヤキは光に対する要求度の強い陽樹である。片倉⁸⁾は13種の広葉樹の2~3年生苗木を用いて相対照度と成長の関係を試験し、広葉樹類の耐陰性について検討した。すべての樹種で相対照度の低下に伴い重量成長は減少したが、成長量の低下はケヤキが最も小さく、ケヤキは被陰に強い樹種であるとしている。本研究によると、ケヤキの当年生稚苗は相対照度2%では生存できず、5%区の1年間の生存率は85%で、陽樹のミズメより高く、クヌギ程度である。^{4, 5)} 混交林を造成する場合には耐陰性が特に問題になり、実地造林において更に検討する必要があると思われる。

受光量と苗木の含有成分との関係はブナ、³⁾ クヌギ、⁴⁾ ミズメ⁵⁾などで調べられている。受光量が減少すると、ブナ稚苗では全窒素、リン、カリウム及びカルシウムの含有率が、またクヌギの苗木では全窒素とカルシウムの含有率が増加した。ミズメの苗木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。ケヤキの当年生稚苗では全窒素、リン、カリウム及びカルシウムの含有率は、根におけるカルシウムの変動を除き、相対照度15%以下で著しく増加した。ブナ稚苗の養分の変動とよく似ている。低照度区で無機元素の含有率が増加しても苗木の純生産量は小さく、庇陰下に長期間おくとますます成長が悪くなる。

IV 摘 要

ケヤキの当年生苗木を1年間異なる相対照度の下で育てて生育状況を比較し、さらに化学分析を行な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) 当年生苗木の伸長成長は5月下旬~6月上旬、7月及び9月上旬がおう盛で、三つの山が見られた。肥大成長は6月中旬~7月中旬と8月下旬~9月上旬が盛んであった。

(2) 10月に掘り取った苗木について調査した結果、苗長、根元直径、主根長、地上部乾重、地下部乾重はいずれも全陽光下で最大値を示し、相対照度の低下に伴ってこれらの値は減少した。とくに苗重の減少は急激であった。

(3) 苗木の形態については、相対照度5%区で幹枝重と根重の割合が減少し、葉重の割合が増

加した。また相対照度の低下に伴って、比較苗高、T/R率、弱さ度、葉面積/葉重比が増加し、非同化部乾重/葉重比が減少した。相対照度5%区の苗木は比較苗高、T/R率、弱さ度、葉面積/葉重比が100%区に比べて著しく高く、根の発達が悪く、葉は薄く、幹は細長く、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30日以内に全部枯死した。

(5) 掘り取り苗木について化学分析を行なった結果、灰分、全窒素、リン、カリウム及びカルシウムの含有率は葉で最も高かった。全窒素、リン、カリウム及びカルシウムの含有率は、相対照度15%以下の低照度区で著しく増加した。

(6) ケヤキは陽樹で全陽光下で最も成長が良く、被圧されると急激に成長が低下するので、ケヤキの人工造林及び天然更新に際してはこのことを念頭を置いて施業する必要がある。

文 献

- 1) 藤村好子・坂上幸雄：シラカンバ苗木の成長におよぼす庇陰の影響，96回日林論，339～340 (1985)
- 2) 藤島信太郎：実践造林学講義，養賢堂，東京，pp.84 (1951)
- 3) 橋詰隼人：ブナ稚樹の生育と陽光量との関係，鳥大農研報34，pp.82～88 (1982)
- 4) 橋詰隼人：クスギ苗の生育と陽光量との関係，広葉樹研究2，pp.1～12 (1983)
- 5) 橋詰隼人：ミズメの苗木の生育と陽光量との関係，広葉樹研究3，pp.51～61 (1985)
- 6) 橋詰隼人：ケヤキの天然更新に関する研究（I）福山営林署可部地山国有林における稚樹の発生と成長について，日林関西支講37，pp.157～160 (1986)
- 7) 甲斐重貴：暖帯落葉広葉樹林の特性と施業に関する研究（V）一庇陰下におけるコナラ稚樹の生長一，日林九支研論集34，pp.69～70 (1981)
- 8) 片倉正行：広葉樹林の造成と利用に関する研究（I）広葉樹類の耐陰性について，長野県林総セ研報7，pp.1～10 (1993)
- 9) 川那辺三朗・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49，pp.9～16 (1965)
- 10) 小池孝良：落葉広葉樹の生存に必要な明るさとその成長に伴う変化，林木の育種148，pp.19～23 (1988)
- 11) 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，pp.106～108 (1967)
- 12) 水井憲雄：庇陰下におけるミズナラ苗の成長，96回日林論，pp.369～370 (1985)
- 13) 落合幸仁：人工庇陰下のケヤキ稚樹の成長，日林関西支講36，pp.131～133 (1985)
- 14) 大原偉樹・桜井尚武：ミズナラ稚苗の生長に対する被陰効果，94回日林論，pp.361～362 (1983)
- 15) 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，pp.59～389 (1975)
- 16) 四手井綱英：森林保護学—改訂版—，朝倉書店，東京，pp.14 (1992)
- 17) 高原 光：コナラ属の稚苗の生育におよぼす被陰の影響，日林誌68，pp.289～292 (1986)