

異なる光環境下に移植したケネザサ (*Pleioblastus pubescens* Nakai) の成長と光合成特性

岡山県立勝間田高等学校

馬場 深

1. はじめに

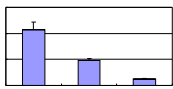
ケネザサ (*Pleioblastus pubescens* Nakai) は本州中部以西や四国・九州など暖温帯域に分布する。広葉樹二次林の下層で優占しているのがよくみられ、裸地への侵入も頻繁である。二次林の下層に優占する場合には、林床を広い範囲で被覆するため、二次林構成樹種あるいはより発達した森林の構成樹種の侵入と定着を抑制しているものと考えられる。したがって、近年課題とされている二次林の見直し、整備、および保全にとって、二次林下層を優占するケネザサ群落のコントロールは重要な問題である。ケネザサ群落の管理のためには、その生態的な特性を明らかにする必要がある。これまでの矮性のタケ類やササ類の研究では、同一種であるネザサの群落構造についての報告があり、稈数や葉数の年次変化が明らかにされている^{4,5)}。また、クヌギ林内のネザサ群落およびネザサ草地を成立させるネザサの生育特性は、光合成と体内の窒素転流から明らかになっている⁶⁾。他のササ類および矮性のタケ類では、ミヤコザサ、クマザサ、コグマザサ、スズタケ、アズマネザサ、オロシマチクおよびオカメザサを対象として、光環境の違いが生育に与える影響が報告されている^{1,2,3,7,8)}、実験的に環境条件を制御して調査した報告は少ない。ケネザサを対象とした研究は地上部の成長と地下部の貯蔵養分に関する研究⁹⁾が見られるだけである。ケネザサは様々な光環境で生育しており、光環境とケネザサの成長には密接な関係があると考えられる。そこで本研究は、光環境の違いがケネザサの成長、光合成の特性、および生産量に与える影響を明らかにすることを目的とした。そのために実験的に異なる光条件を設定してケネザサを生育させ、稈の発生、成長、葉数の変化、葉の形態、光合成速度、現存量を調べた。なお、ケネザサの学名は上田弘一郎 (1963)¹⁰⁾に従った。

2. 材料

岡山大学半田山自然教育研究林 (133° 55' E, 34° 41' N, 山頂標高 168m) (以下研究林と示す) の落葉広葉樹二次林下層に生育するケネザサの地下茎を 5 月 7 日に採取し、黒いビニール袋に入れて持ち帰り生重を測定し、すぐに植栽した。採取から植栽までの経過時間は約 2 時間であった。地下茎の当年生の新しい部分を除き、2・3 年生と推定される部位を使用した。地上部は掘り取り時にすべて切り取り、地下茎のみとした。地下茎の長さは 25cm を基準に 20~60cm とした。その平均値は、1%区 28.6cm、5%区 27.4cm、10%区 29.9cm、100%区 28.9cm であった。地下茎の直径の平均値は、1%区 6.0mm、5%区 6.4mm、10%区 6.1mm、100%区 6.2mm であった。材料の条件を同一とするため、同じ場所から地下茎を採取した。地下茎を採取したケネザサの群落高は 150~230cm であった。植栽した地下茎以外にも同時に別の地下茎を採取し、その生重と乾重から地下茎の含水率を求め、植栽地下茎の初期乾重を求めた。

3. 試験設定

岡山大学農学部津島キャンパス内の研究圃場に試験区を設置した。1つの処理区ごとに、コンクリートブロックを積み上げた縦 2m 横 1m 深さ 60cm の試験区を用意し、50cm の深さに砂土を敷き詰めた。ササの根や地下茎が砂土より下へ伸長しないように防草シートを砂土の下に敷いた。栄養条件は、どの処理区とも同一にするため無肥料とした。研究林で掘り取った地下茎を、1つの処理区に 7 本ずつ深さ 10cm に植栽した。処理区の状態として、ケネザサが生育する研究林の広葉樹二次林の林床相対照度を測定し、光条件を決定した。裸地として相対照度 100%区、落葉樹林下として 10%区、落葉樹常緑樹



混交林下として 5%区, 常緑樹林下の未生育地として 1%区の計 4 処理区を設定した。処理区の繰り返しは 1 回とした。被陰のため, 180cm の高さの直方体の骨組みを作り, 条件に合うよう寒冷紗を組み合わせて骨組みを覆った。図-1 に, 各処理区の実際の相対照度測定値を示す。すべての処理区でほぼ意図した相対照度を設定できた。灌水は, 植栽後 9 月まで毎日行い圃場容水量を保った。10 月からは地表面が乾燥すると灌水するようにし, 過湿による生育不良に配慮した。

4. 測定方法

4.1 環境条件

試験区における気温は, 最高最低温度計(6B プッシュ式, 石原温度計製作所製)で 1 日 1 回最高温度と最低温度を測定した。測定の高さは地上 1m とした。

4.2 地上部の成長

各処理区で発生したすべての稈について, 稈の長さ, および葉数を 7 日ごとに測定した。長さは地際から先端の葉のつけ根までとした。葉数は, 展開したものを計数した。

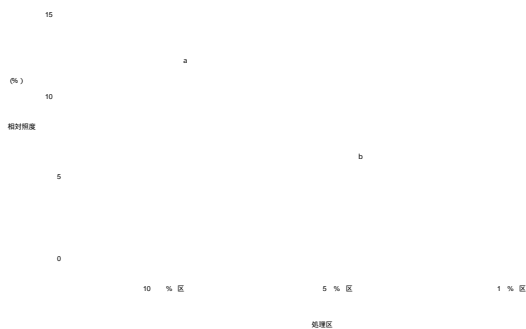


図-1 相対照度

Fig.1 Relative light intensity in each treatment.

葉の形態の測定は, 10 月の時点で各処理区の全稈のすべての葉について長径, 短径, 厚さを測定した。研究林でケネザサの葉を 90 枚採取し, その長径, 短径, 厚さ, 葉の面積, および乾燥重量を測定し, (長

径) × (短径) と葉面積, あるいは(長径) × (短径) × (厚さ) と乾重の相対成長式を求め, 試験区のササの葉の面積や乾燥重量を長径, 短径, および厚さから推定した。

4.3 最大光合成速度

携帯式光合成測定装置 (LI-6400, Li-COR 社製) を用いて, 8 月と 10 月に光飽和点における最大光合成速度を測った。各処理区 3 個体ずつ充実した稈を選び, その先端から 3 枚目の葉で測定した。

4.4 光合成の日変化

葉の光合成速度の日変化を 9 月に測定した。測定は, 5 時から 20 時まで 1 時間間隔で行った。各処理区 3 個体ずつ充実した稈を選び, その先端から 3 枚目の葉で測定した。

4.5 個体の乾燥重量

2 月下旬に各処理区の地下茎を 3 個ずつ掘り取り, 根, 地下茎, 稈, 葉, および鞘の乾重を測定した。1%区は, 稈が 7 月から 9 月に枯死したため, それぞれの稈が枯死した時の個体の乾重により比較した。

5. 結果と考察

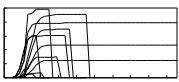
5.1 気温

日最高気温は, 処理区によって 5~8 の差がみられる日が, 7 月に 6 日, 8 月に 7 日あったが, それ以外の日では 0~2 とほとんど差がみられなかった。日最低気温は, 各処理区でほとんど違いはなかった。冬季になると処理区間の温度差は最高, 最低ともさらに小さくなった。また, 寒冷紗の遮光による温度上昇は認められなかった。

5.2 地上部の成長

5.2.1 季節変化

各処理区に出現した全稈の伸長量季節変化を図-2 に示す。図の中で伸長量が 0 に減少しているのは, 稈が枯死したことを示している。どの処理区でも地下茎植栽後 10 日から 14 日で稈の発生が始まり, 3 週間から 9 週間で最長に達し稈の伸長が止まった。稈の伸長速度は, 暗い条件下の稈が速く, 明るい条件下の稈が遅い傾向にあった。稈の長さは, 初期に発生するものほど長く, 発生が遅くなるにしたがって短くなる傾向にあった。稈の節数は, 各処理区とも平均値は約 9 節で, 差は見られなかった。稈の発



生量は 100%区が他の処理区と比較して極めて多かった。また 100%区では 7 月中旬から 8 月中旬の 1 ヶ月と、最低気温が 0 度を下回る 12 月中旬から 3 月初旬の 2.5 ヶ月は新しい稈の発生はみられなかったが、それ以外の時期には発生がみられた。10%区では 5 月中旬から 7 月中旬の 2 ヶ月に稈の発生がみられた。5%区では 5 月中旬から 6 月上旬と 8 月中旬から 9 月下旬に稈の発生がみられた。1%区では 5 月中旬から 6 月上旬に稈の発生がみられた。枯死する稈は 100%区ではみられなかった。10%区、5%区とも個体サイズが小さな稈で枯死がみられた。1%区では発生した稈 11 本のうち 8 本が 6 月下旬から 9 月下旬に枯死した。

図-3 に、各処理区で発生した全稈の葉数合計の季節変化を示す。展葉数は発生した葉の枚数を示している。着葉数はその時期に稈についている葉の数を示している。全落葉数は稈の枯死や葉の寿命などによるすべての落葉の数を示している。落葉数(生残稈)は生残している稈で、落葉した数を示している。展葉の速度は、明るい処理区ほど急速に葉を開き、さらにその後も葉数を増している。稈の枯死による落葉は、1%区で著しく多く、5%区および 10%区で若干みられ、100%区ではまったくなかった。生残している稈の落葉は、12 月中旬以降に始まった。100%区で落葉数が最も多く、逆に暗い処理区ほど少なかった。したがって、光強度が大きいほど葉の寿命が短く、光強度が小さいほど葉の寿命が長くなることが示唆された。これは、同属同節のオロシマチクの実験結果⁷⁾と同じであった。

5.2.2 成長量

各処理区におけるすべての稈の生育状況を表-1 に示す。稈の長さや稈の直径は、各処理区全体の平均値、および標準偏差を示している。8 月の成長量では、稈の長さが、1%区で 10%区および 100%区に対して、5%区で 100%区に対して有意に高い値を示した。光条件が暗い処理区で伸長量が大きく、明るい処理区で小さい傾向があった。移植により試験区内で生育するオロシマチクの稈高は、相対照度 30%で最大、100%で最小であったという報告⁷⁾がある。今回の実験は、この報告と類似した結果となった。また、稈の直径には、処理区間で有意差はなかった。植栽前地下茎の乾重はそれぞれ異なっていたため、D²H、稈数、葉数については地下茎の乾重で基準化

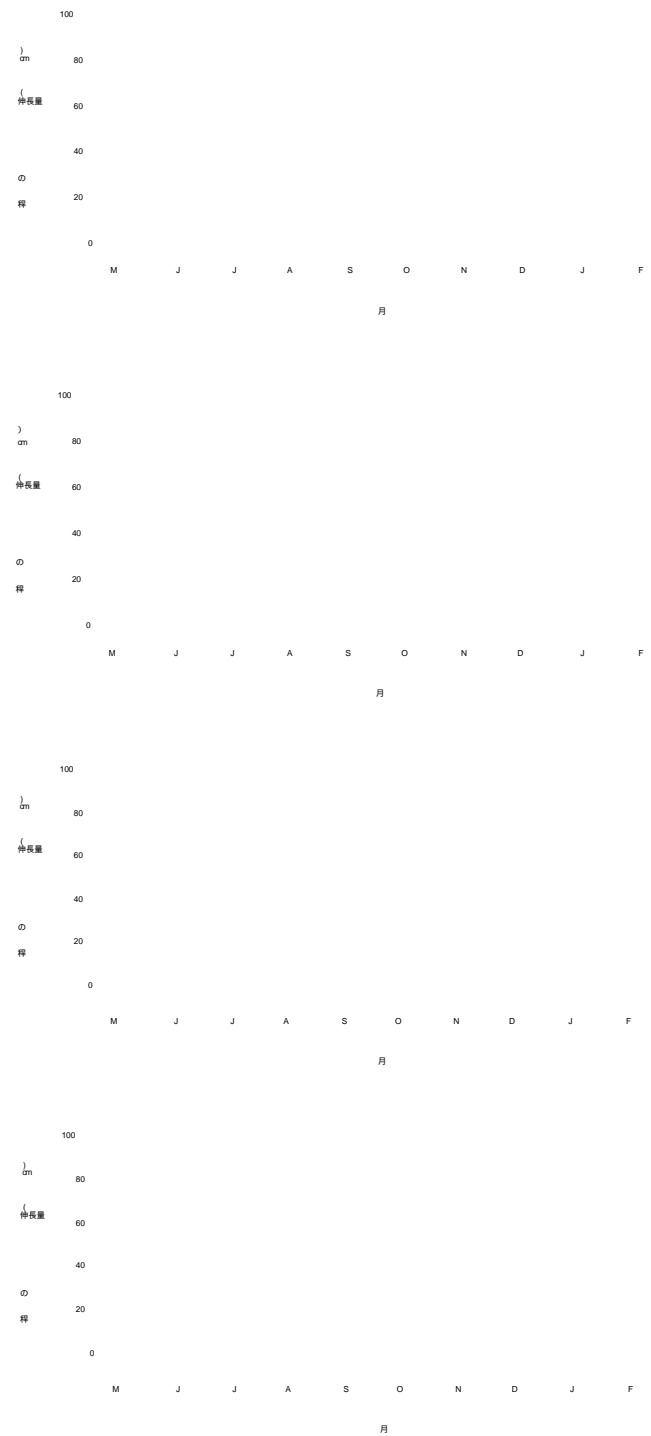


図-2 稈の長さの季節変化
上から 100%区、10%区、5%区、1%区
Fig.2 Culm emerging season and seasonal changes in the culm length in each treatment. Relative growth curve in culm length in each treatment.

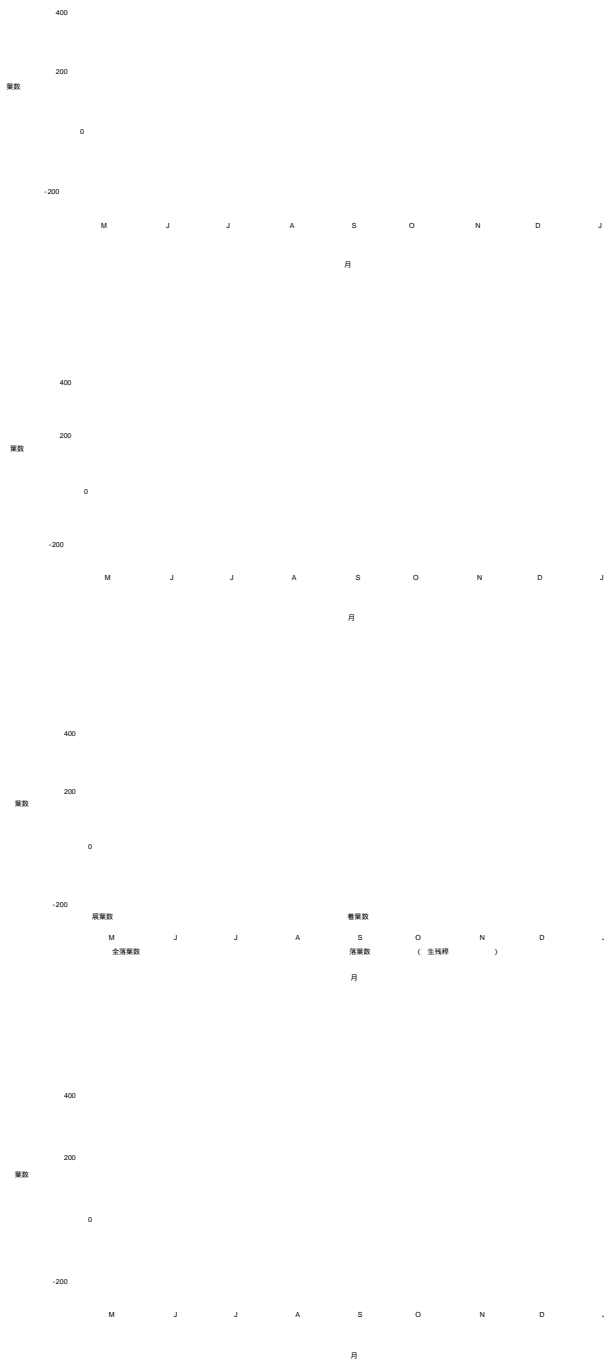
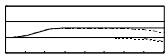


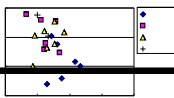
図-3 葉数の季節変化
 上から 100%区, 10%区, 5%区, 1%区
 Fig.3 Seasonal changes in the number of leaves in each treatment. The numbers of emerging leaves, fallen leaves, and surviving leaves are given .

した。植栽前地下茎の乾重で基準化された各処理区の D²H 合計は、照度の小さい処理区ほど大きかった。地下茎乾重で基準化された地下茎ごとの稈数の平均値は、ばらつきが大きい各処理区において有意差は認められなかったが、照度の高いほうが稈の数を多く発生する傾向があった。これは、オロシマチクの成長⁷⁾と類似していた。地下茎乾重で基準化された地下茎ごとの葉数の平均値は、100%区が1%区に対して有意に高い値を示し、光条件が明るい処理区では稈と葉の数が多いう傾向があった。8月以降に枯れた稈は、1%区だけでみられ、長さの長い稈であった。8月18日以降発生した稈は、5%区と100%区にみられた。この稈の長さは、8月までに発生した稈と比較して極めて短かった。植栽前地下茎乾重で基準化された稈の各処理区ごとの D²H も長さ同様8月までの D²H と比較して小さい値を示した。地下茎の乾重で基準化した、地下茎ごとの稈の乾重の平均値には、処理区間で有意差は認められなかった。

地下茎あたりの稈の本数と D²H の関係には、負の相関があり(図-4)、暗い処理区で大きい稈を少なく、明るい処理区で小さな稈を多く発生したことが認められた。8月に比べ2月の時点での関係は、地下茎ごとにばらつきが認められた。これは、8月以降の稈の発生と枯死による影響であると考えられる。

5.2.3 葉の形態

葉の形態では、各個葉の葉面積について、100%区の値が他の処理区に対して小さい傾向があったが、値にばらつきがあるため有意差は認められなかった。葉厚は、100%区の値が5%区および10%区に対して有意に高い値を示した(Tukey's HSD test, p<0.05)。1%区と100%区では有意差はなかったが、明るい処理区で葉が厚くなる傾向がみられた。比葉面積では、100%区以外の3処理区の値が100%区に対して有意に高い値を示した。他の処理区間では有意差は認められなかった。したがって、100%区の葉は他の処理区と比較して、厚い葉をつけることがわかった。オロシマチクにおいては、相対照度が低いほど葉が大きく、かつ薄くなった⁷⁾という報告がある。この結果は、今回のケネザサの比葉面積の結果と一致した。これらのことから、光強度の大きい立地では葉を厚くすることにコストをかけていることが示唆された。



5.3 光合成特性

5.3.1 最大光合成速度

各処理区の最大光合成速度は、値のばらつきが大

きいため、処理区間に有意差は認められなかった(図-5)。しかし光強度が大きい環境ほど最大光合成速度が大きくなる傾向がみられた。

表-1 各時期における植栽されたケネザサの成長量

一段目：8月18日(2月の稈乾重を含む)、二段目：8月18日以降枯れた稈、三段目：8月18日以降発生した稈
 Table-1 Growth of several organs in each treatment. Parameters in 18 August, those of dead culms after 18 August, and those of emerging culms after 18 August are given in upper, middle, and lower tables, respectively.

処理	稈長(m)	稈直径(m)	D ² H/DW	稈数	葉数	稈乾重
100	5.279a	2.401a	1.7350.163±	0.04390±	0.0271±	0.023
50	3.418ab	2.301a	1.8110.161±	0.03090±	0.0441±	0.032
10	3.412ab	2.301a	1.5680.262±	0.04190±	0.0591±	0.034
100	1.386c	2.109a	0.6210.302±	0.01637±	0.0331±	0.029

処理	稈長(m)	稈直径(m)	D ² H/DW	稈数	葉数
100	73.4±	122.8±	0.203680.069±	0.0381±	0.427
50	:-	:-	:-	:-	:-
100	:-	:-	:-	:-	:-

処理	稈長(m)	稈直径(m)	D ² H/DW	稈数	葉数
100	23.10a	0.9±	0.40113	0.261	0.145±
50	19.26a	1.3±	0.50007	0.511±	0.3244±
100	:-	:-	:-	:-	:-

異なるアルファベットは有意差があることを示す (Tukey's HSD test, p<0.05)。

各段の地下茎の測定対象数は、N=7である。

a): Dは各処理区での稈の直径を、Hは稈の長さを、DWは植栽前地下茎の乾燥重量を示す。

b): 2月23日の結果を示す。

表-2 葉の形態

Table-2 Characteristics of leaves in each treatment.

処理	葉面積	葉厚(m)	比葉面積
100	11.539±	6.19632±	0.028780.10
50	11.077±	5.79629±	0.025850.2±
10	10.845±	7.901735±	0.023580.7±
100	4.875±	4.436148±	0.020720.5±

異なるアルファベットは有意差があることを示す (Tukey's HSD test, p<0.05)。

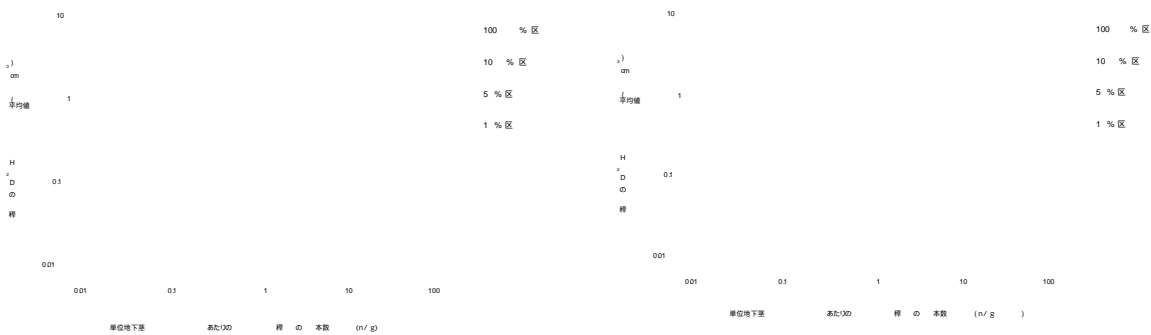


図-4 地下茎あたりの稈数と稈のD²H平均値との関係
 左：8月18日 右：2月23日

Fig.4 Relationships between culm number per dry weight of rhizome and mean D²H (D:diameter, H:height) in August (left figure) and February(right figure).

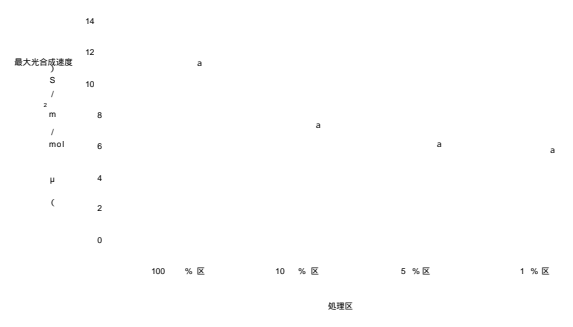
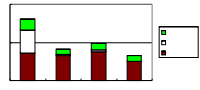


図-5 光 - 光合成曲線における最大光合成速度
Fig.5 Maximum photosynthetic rate at light saturated point by treatments.

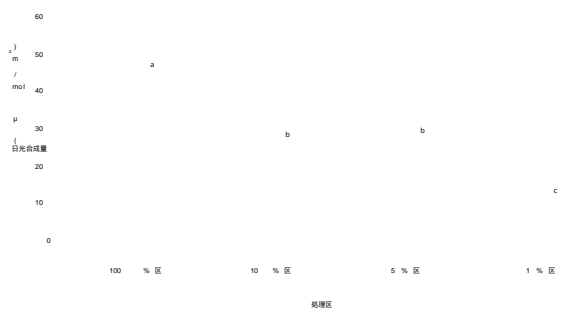


図-6 葉の単位面積あたりの日光合成量
Fig.6 Photosynthetic rates a day by treatments.

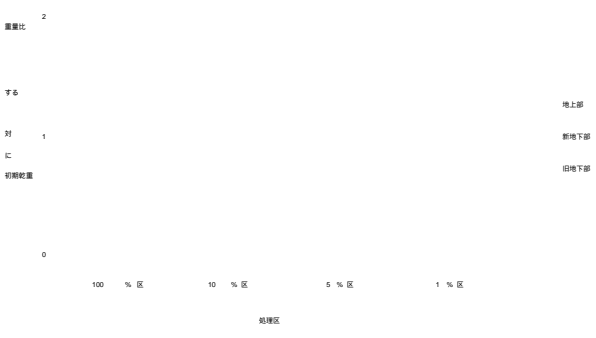


図-7 地下茎の初期乾重に対する各部の生産量
Fig.7 Ratio of dry weight in above-ground part, new emerging below-ground part, and original below-ground part to initial dry weight of planted below-ground part.

5.3.2 日変化による光合成特性

個葉の光合成速度の日変化から日光合成量を求めたところ (図-6), 100%区が 10%区および 5%区に対して有意に高く, 5%区および 10%区が 1%区に対して有意に高い値を示した。

5.4 生産量

5.4.1 掘り取り個体の各器官の乾燥重量

100%区は日光合成量が高いことからわかるように生産量が大きく, 当年成長終了後, 植栽前の地下茎乾重に対する重量比は 1.65 と高く (図-7), 1年間で植栽前以上の現存量となった。その内訳は, 旧地下部と新地下部をあわせると約 1.3 で, 地下部の現存量すなわち貯蔵養分を増加させていた。10%区および 5%区は, 新, 旧地下部, および地上部の合計の重量比が 1.0 前後となったが, 地下部の現存量は植栽前よりも減少した。1%区は 0.65 と 1 より小さく, 新地下茎が見られなかった。また, 地下部の現存量は植栽前よりも減少した。オカメザサ, クマザサ, およびコグマザサは, 相対照度 1%の光条件では, 生育困難であることが示されている⁸⁾。これは, 今回のケネザサの生産量の結果と一致した。

6. まとめ

異なる光環境で生育するケネザサは稈の出し方が異なり, 明るい環境のほうが暗い環境よりサイズが小さい稈を多く発生した。明るい環境では稈のサイズを大きくするよりも小さい稈を数多く発生し, 空間をすばやく優先しようとしているのかもしれない。逆に暗い環境では, 光を得るために稈を上へ伸ばすものと考えられる。個葉の形態では, 明るい環境で葉が厚く暗い環境ではそうではなかった。それぞれの光環境で効率よく光を利用できるよう順応していると考えられる。植栽 1 年目の現存量は, 100%区では現存量を増加させ, 新しい地下茎を形成することができた。5%区, および 10%区では, 同じ現存量を維持できるだけであり, 1%区では次第に衰退していくものと考えられる。

最後になりましたが, 調査, 研究に対しご指導ご助言いただいた岡山大学森林保全研究室吉川教授, 坂本助教授をはじめ学生の皆様方に感謝申し上げます。