

都市林におけるシュロとトウジュロの異常繁殖

III 相対照度及び土壤水分のいくつかのコントロール条件下での シュロ実生個体の生育について

萩原 信介*

Rapid Multiplication of *Trachycarpus excelsa* and *T. fortunei* in Urban Forests

III Growth Analysis in Seedlings of *Trachycarpus excelsa* (Palmae) under varying Levels of Light Intensity and Soil Moisture

Shinsuke Hagiwara

シュロの種子の散布、発芽特性に関してはすでに報告したが(萩原 1977, 1979), その後の定着, 生長, 特に他の植物との競争において心須の要素となる耐陰性, 耐乾性についての基礎資料を得ることは, シュロ類の都市林における異常繁殖の解明にとって重要な点である。

シュロは耐陰性が強い, あるいは湿潤地を好むと一般にいわれるが, いずれも経験的な事実や他の目的のための調査結査からの推定でありこれらの要因を直接解析した例はない。

林内の照度, 水分環境と林床植物や幼樹の生育との関係は古くから多くの報告があり, 近年は特に照度と光合成速度との関係から単葉の光補償点の測定により, 耐陰性を論じた報告も多い(Böhning & Brunside 1956, Kusumoto 1957, 楠元 1957, Saeki & Nomoto 1958, Saeki 1960, Monsi 1960)。また一定の被陰条件下で生育初期の耐陰性を報告した例もある(川那辺, 四手井 1965, 1966, 1968, Nomoto et al 1961)。

さらに土壤水分条件と光合成速度, 異種間の最適土壤水分を比較した実験等水分環境と生長に関した報告も極めて多い(Negishi 1966, 黒崎 1974, Ellern 1974, Gerakis et al 1975)。

今回の実験ではシュロの他にトウジュロ, スダジイも材料として用いたが, その結果は別報にゆずり, 上記の報告された種との耐乾性, 耐陰性に関しての比較検討を行った。

本研究のとりまとめには文部省科学研究費(奨励A)の一部を用いた。

材料及び方法

1 個体から採取し発芽させたシュロの種子を径15cmの素焼きの鉢に播き Fig. 1 に示すように配置した。鉢を地表までうめた区(標準区), 鉢を地表に置き木枠でかみ中に土を入れた区(弱乾区), 鉢を地表に置いたままの区(乾燥区), の3区を設定し土壤水分を変化させた。

照度区の設定のために, カンレイシャ, その他の被陰ネットで, それぞれ50%, 10%, 1%, 0.1%,

* 国立科学博物館付属自然教育園, National Park for Nature Study, National Science Museum

0.01%の透過光を得るように組合せたものを、
1 m × 1 m × 1 mの正方形の枠内の上部にかぶせた。
東西南北の側面は、50%、10%区については
上面と同様としたが、1%以下の照度区については、
南側>西側=東側>北側の順で透過率をやや
あげ、6月中旬の晴天日正午に格子内の地表面で
一様に目的の相対照度が得られるように考慮して
ネットを組合せた。

鉢には畑土を用い施肥は行わなかった。

播種粒数は1鉢にシュロ5粒、トウジュロ2
粒、スダジイ2粒とし、適潤区、弱乾区、乾燥区
にそれぞれ、シュロ8鉢、トウジュロ2鉢、スダ
ジイ2鉢を置いた。

測定形質は、草高、葉数、1個体内での最大小
葉数、1個体内での総葉柄長とし、1975年から5
ケ年間夏か秋にはすべての個体について測定を行
った。

結 果

土 壤 水 分

測定は1975年8月13日と1979年12月9日に行っ
た。測定値は土壤の最大容水量のパーセントで表
わし、table 1 に示す通りである。

'79年12月の測定では、乾燥区の100%区が38.0
%と顕著な乾燥を示したが、その他では、乾燥区
の50%区が53.2%が最低で、適潤区の0.1%区が
75.9%と最高値であった。乾燥区、弱乾区、適潤
区の平均はそれぞれ53.0%、66.9%、72.5%で明
かな差が認められる。また照度区別の土壤水分の
比較においては、100%区、50%区、10%区、1
%区、0.1%区、0.01%区それぞれ58.0%、63.3
%、64.5%、64.5%、67.6%、67.0%となり、被
陰の強い区がより湿潤になる傾向が認められた。

一方、記録的な早魃で調査期間をとおして最も乾燥していたと思われる'75年8月における土壤水分は、
乾燥区で21.2%~26.8%となり、この値はシュロにとって萎凋点付近と考えられ、鉢内の土壤は外観的にも
極端に乾燥していた、弱乾区、適潤区では、100%区がそれぞれ39.7%、50.3%と他の照度区と比して特に低
い値であり、他区の値は冬期よりもほぼ10%以上乾燥していたが、照度別の順位は冬期と同じ傾向であっ
た。

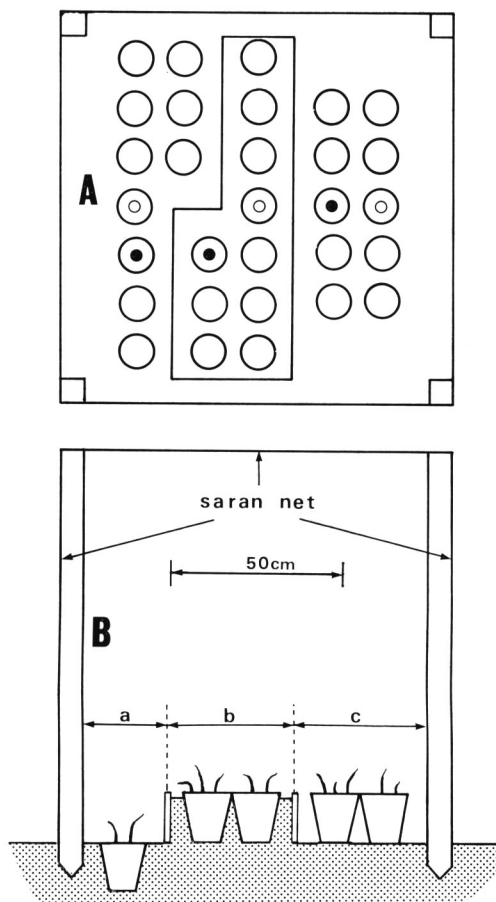


Fig. 1 Arrangement of *Trachycarpus excelsa* seedlings under the six different relative light intensity (full daylight 100%, 50%, 10%, 1%, 0.1%, 0.01%) and three soil moisture classes, **a**: pots are buried in the ground. **b**: set the pots on the ground and filled up the gaps with the soil. **c**: set the pots on the ground surface. Also pots with nosymbols, filled circles and open circles indicate *Trachycarpus excelsa*, *T. fortunei* and *Castanopsis cuspidata* respectively. In each porous pots five germinated seeds were sown in early July 1975. **A**: ground-plane, **B**: side view.

Table 1 Soil moisture contents (percentage of maximum water capacity) of the pots in various combination with relative light intensity (see Fig. 2) and soil moisture classes (see Fig. 1) in summer (13 August 1975, upper figures) and winter (9 December 1979, lower figures).

Relative Right Intensity Soil Moisture Classes	100%	50%	10%	1 %	0.1%	0.01%	Average%
Dry Plots	21.2	24.2	25.9	24.3	26.8	25.1	24.6
	38.0	53.2	55.6	56.8	55.2	59.2	53.0
Semi-Dry Plots	39.7	44.1	43.2	56.3	57.7	60.0	50.2
	67.0	64.8	65.5	62.4	71.7	69.9	66.9
Standard Plots	50.3	63.6	64.0	65.5	65.8	65.9	62.5
	69.0	72.0	72.3	74.2	75.9	71.8	72.5
Average%	37.1	44.0	44.4	48.7	50.2	50.3	
	58.0	63.3	64.5	64.5	67.6	67.0	

照 度

6月中旬に設定された照度区の夏と冬の晴天日と曇天日における実際の日変化は Fig. 2 a, b, c, d に示す通りであった。照度計は1976年までは東芝5号を用い、1978年からは東芝SP I—7型を用いた。測定の際、受光部は水平に保ったが、この照度計では入射角が60度で比感度が約50%となるため、最も影響の大きい冬期晴天日 (Fig. 2—c) には比較のために太陽光高に直交する面の照度も測定した。

夏期の場合にも太陽光度の低い8時～10時、14時～16時の間に水平照度の2～3倍の値いが得られる場合がみられた。一方で曇天日 (Fig. 2—b, d) は両者の差はほとんどみられないか、あるいは水平面の照度が直交面のそれをやや上回る値を示した。

測定間隔は10分～15分とした。また0.01%区は最高値で10数 lux であり、曇天日等では測定が困難であった。50%区の日変化は、100%区に類似するため一部省略した。

夏期と冬期の日変化の最も大きな違いは、日照時間によくあらわれ、夏期では1,000 lux 以上が12～14時間、冬期のそれでは9～10時間で、また10,000 lux 以上は夏期6～10時間、冬期は6時間前後であった。

日変化をみると50%区と10%区では100%区とほぼ同調し目的通りの動きを、夏期、冬期あるいは晴天日、曇天日それぞれで示したが、1%区では、1.0%～3.0%となり、0.1%区では0.06%～0.1%の照度となっている。1%区では、北と東西の側面のネットを上面と南側面より薄く作つたため、晴天日朝夕の直射日光の影響を強く受け、特に太陽光度の低い冬期においては相対照度で4～5%に達する値いが午前と午後に約1時間継続する場合もあったが (Fig. 2—c)、実験はそのままの被陰条件で継続された。

被陰格子は何種類かのネットを組合せたものであり、風の影響による光斑も認められた。風速3 m/sec 以下ではほとんど出現しないが、5 m/sec 以上になると、10%区と1%区では1 cm²以下の微小な光斑がいくらか認められるようになる。0.1%以下では10 m/sec でもほとんどみられず、また50%区にも光斑と認められるものは出来ず格子内は一様な照度を保った。

外気温と被陰格子内の温度差については、格子内の温度が最も上昇すると考えられる0.01%区について、夏季晴天時の午後に3～4°Cの気温の上昇がみられた。一方同区の冬季の同条件では温度差はみられなかった。

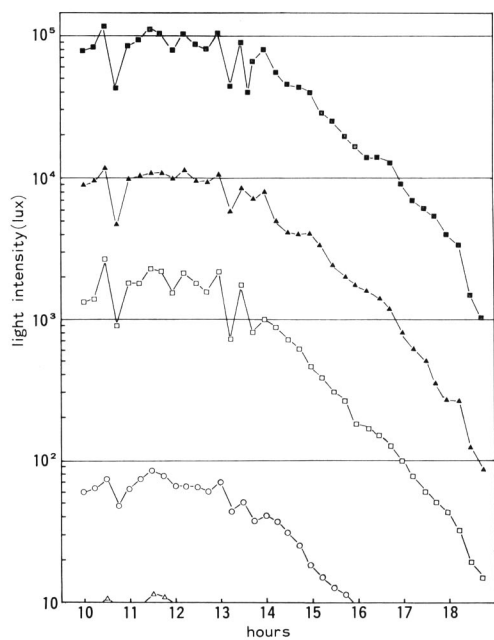


Fig. 2— a

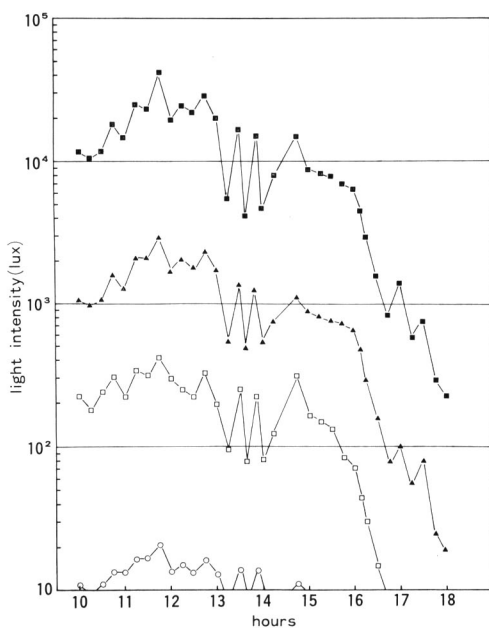


Fig. 2— b

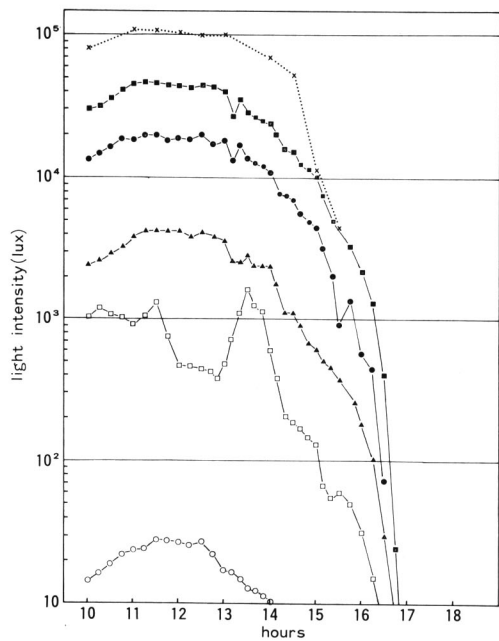


Fig. 2— c

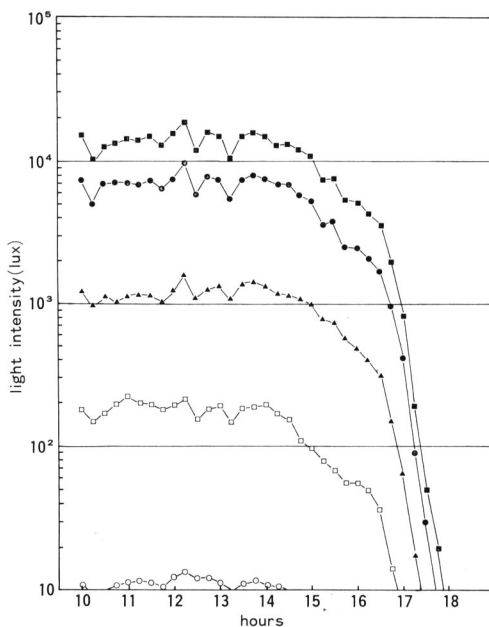


Fig. 2— d

Fig. 2 Diurnal courses of light intensity (lux) under the artificially shaded flames. **filled squares** indicate control 100 %, **filled circles** 50 %, **filled triangles** 10 %, **open squares** 1 %, **open circles** 0.1 %, **open triangles** 0.01 % respectively, and **crosses** are vertical light intensity measured on 14 th December 1979. **a** : clearday with some cloud—drifts, 16 July 1978. **b** : cloudy day, 15 July 1979. **c** : clear day, 14 December 1979. **d** : cloudy day, 25 February 1976.

生 存 率

結果は Fig. 3 に示すとおりである。

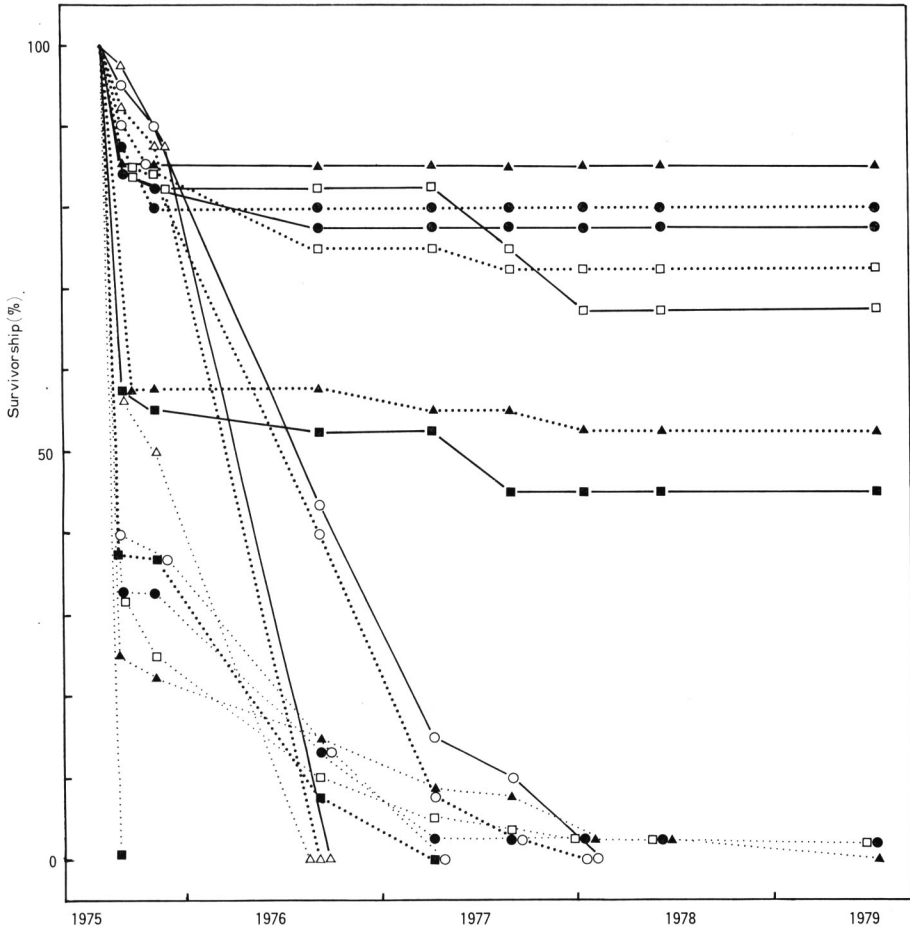


Fig. 3 The survivorship percentage for the seedlings of *Trachycarpus excelsa* under the different light levels (see Fig.2) and soil moisture classes.

Symbols are indicate the different relative light intensity, **filled squares** 100 %, **filled circles** 50 %, **filled triangles** 10 %, **open squares** 1 %, **open circles** 0.1 %, **open triangles** 0.01 % respectively. **Solid line** indicate pots of standard soil moisture, **dotted line** is semi-dried pots and **thin dotted line** is dried pots.

実験はすべて胚軸が発芽した種子か、一部子葉鞘が伸長し幼根が発根した段階（萩原 1977）の種子を用いているが、前述したように1975年夏の早魃により多くの発芽個体が枯死し、次の段階である幼葉の伸長がおこらなかった個体が多数みられた（Table 2）。特に乾燥区で同年冬まで生存した個体は、100%区で0%，50%区で33%，10%区で23%，1%区で25%と低く，0.1%区で40%，0.01%区で50%とやや高い生存率を示した。50%区，10%区，1%区はその後漸減し5年目には数%以下の生存となったが0.1%区は4年目の

春, 0.01%区は2年目の夏ですべて枯死している。この乾燥区の枯死個体は幼葉の萎凋による乾燥死と考えられる。

弱乾区では, 100%区が1年目で37%と極端に悪く, 3年目にはすべての個体が枯死しているが, 土壌水分の欠乏と, 地表の高温による両者が原因と推定される。

Table 2 The survivorship percentage for the one-year-old seedlings of *Trachycarpus excelsa* on 10th November 1975.

relative light intensity soil moisture class	100%	50%	10%	1 %	0.1%	0.01%
Dry	0	32.5	25.0	32.5	40.0	57.5
Semi-Dry	37.5	87.5	57.5 *	85.0	90.0	97.5
Standard	57.5	85.0	85.0	85.0	95.0	92.5

* This plot represented so low value because of the accident of heavy rain.

10%区も1年目で57.5%と低い値になっているが, これは被陰ネットが中央でたるみ雨水がいくつかのポットに集中し, 幼個体がポットより流出した事故による結果である。

50%区と1%区では5年目においても70%以上の高い生存率を示した。一方0.1%区と0.01%区では1年目の生存率は85%以上と極めて高かったが, それぞれ4年目, 2年目にすべて枯死した。

適潤区は平地の自然条件と最も似た土壌水分状態にあったと考えられるが, 弱乾区と比較し, 100%区が5年目で45%の高い生存率を示したことを除くと他のすべての照度区ではほぼ同様の経過をたどり, 5年目の生存率も差が全く認められなかった。

Table 2 に示す1年目の生存個体を100%とした, シュロが定着した後のそれぞれの処理区での生存率の経過 (Fig. 4) はいっそう明かである。

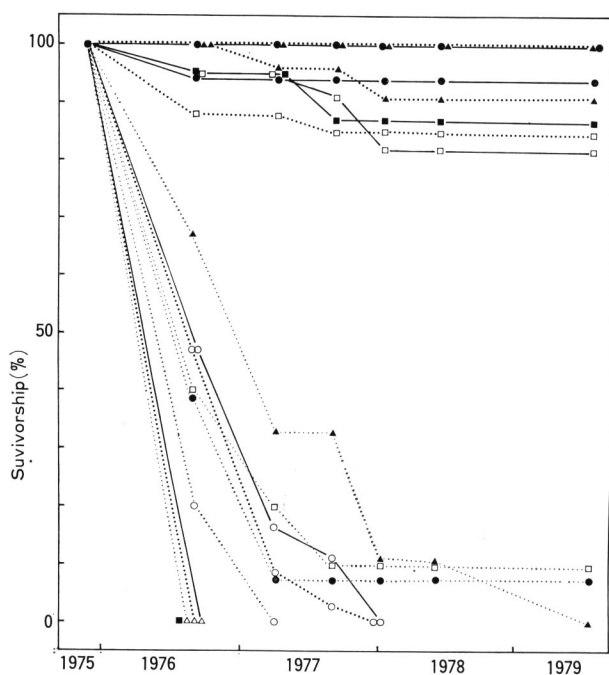


Fig. 4 The survivorship percentage for the seedlings of *Trachycarpus excelsa* after the establishment at the end of the first year. Symbols as in figure 3.

100%区の弱乾区を除くと、10%区、50%区の弱乾区、適潤区ではいずれも90%以上の生存率を保ち1%区と100%の適潤区がやや劣るがいずれも80%以上の高い値である。一方、すべての乾燥区と0.01%区、0.1%区は、明かに減少の一途をたどっている。すなわち照度では1%と0.1%との間に生育限界があり、土壌水分では、夏期で最大容水量の40%前後が限界であると推定される。

草 高

結果は Fig 5 に示すとおりである。

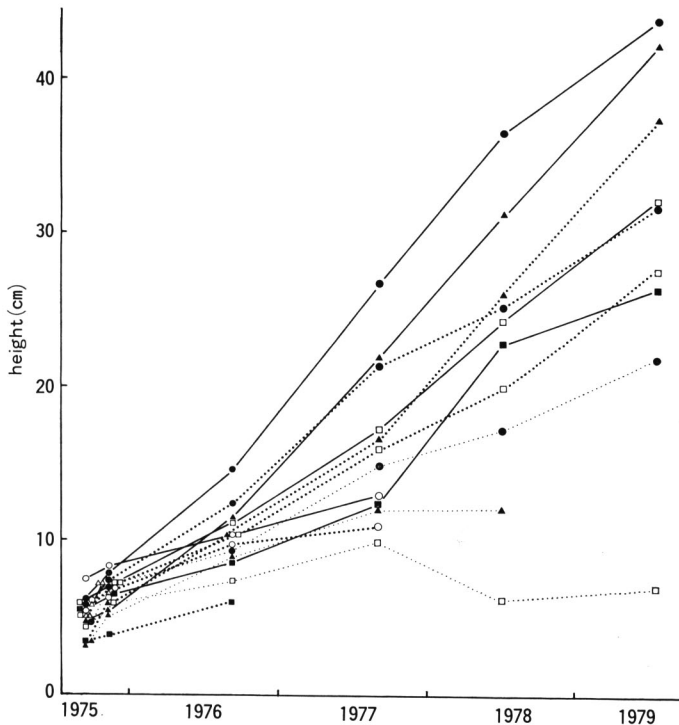


Fig. 5 The growth curves in mean herb height of seedlings of *Trachycarpus excelsa* at various light intensity and soil moisture contents, symbols as in figure 3.

1年目では全処理区で平均6.3cmとなり、区間の差は3cm前後であったが、5年目には平均値で30.0cmとなり区間差は37.7cmと大きな生育の違いが認められた。

最も生長の早い50%区、10%区の適潤区では平均最終高が43cmを示し、年平均の伸長生長は9cm程になり、野外における成木の生長率10cm/年（萩原未発表）にほぼ近い値になっている。一方、最も生長の悪い1%区の乾燥区では1個体のみの値であるが、草高はわずか7cmであり、5年間で高さの生長はほぼ0cmであった。

100%区では適潤区のみが生存したが、平均最終高26.1cmで、年平均5cmの生長であった。50%区では、1個体のみの乾燥区を除くと、平均草高41.5cmで年平均8.3cmと最も高く、次いで10%区では39.9cmに達し、年平8.0cmで両者の差はほとんどみられない。

各処理区内のバラツキについては、特に1年目は発芽期の差(萩原 1977)などにより大きく、その後安定する。5年目における変動係数を比較してみると、15%~26%となったが、50%区の弱乾区では、最低が15cm、最高が65cmで変動係数が39.0%という特異な値を示した。これは主にかかなりの密植条件下における競争の影響があらわれはじめた結果によるものと考えられる。また全区内での最高の値を示した個体は、10%区、適潤区の74cmで、最低値は1%乾燥区の7cmであり、条件がよければ年平均15cm近い生長をし、悪ければ伸長生長せずに生存するという結果になった。これは同一母樹の種子で行った実験であることを考慮すると、照度及び上壤水分条件に対し広い生長耐性範囲をもつことが推察できる。

葉 数

結果は Fig. 6 に示すとおりである。

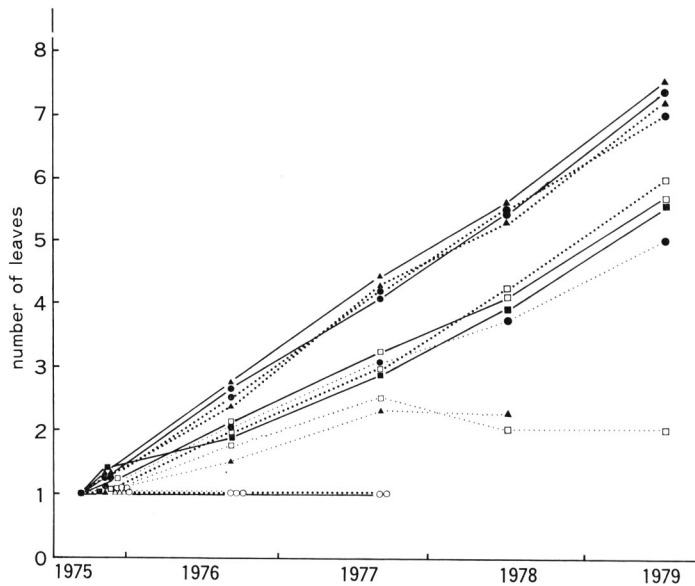


Fig. 6 The increasing curves in mean leaf number of seedlings of *Trachycarpus excelsa* at various light intensity and soil moisture contents, symbols as in figure 3.

すべての処理区で地表に幼葉が出現する時には1葉であるが、生育の良い区では1年目の秋には、2葉と認められを個体が10%前後、悪い区でも3%近くの個体でみられた。野外の観察においては、発芽の早いものは夏にすでに2葉となっている個体もあることから発芽期の差違もかなり影響するものと考えられるが、3葉の個体は1年目にはまだみられない。

2年目には、生育の良い10%区、50%区の適潤区、および弱乾区では平均2.5葉に対し、1%適潤、弱乾区、100%適潤区では2.0葉と明かに差が認められ、その後この差は年ごとに開き5年目では前者の7.3葉に対し後者では5.6葉となった。また1個体だけが生存した草高も極端に低い50%乾燥区では5葉、やはり1個体の1%乾燥区では2葉であり、照度の違いにより、生育の良い適潤区及び弱乾区と同様の大きな差が認められた。

全処理区で最も葉数の多い個体は50%弱乾区の14葉であり、2年目からの年平均出葉数は、3.0葉となる。

成木の年平均出葉数8～10葉と比較するとまた生長の初期段階にあると考えられる。

5ヶ年を通して葉の枯死あるいは脱落はほとんどみられず、生育の良い区、また100%区では1年目の葉が一部分褐変する程度であった。葉の寿命の長い性質は、成木においても3～5年と受けつがれるが、特に初期生長における耐陰性について門司(1960)や黒岩(1960)らが示したように、深い関連が推察される。

各処理区内での変動係数は18%～25%と測定形質の中で最も低い値を示し、またどの区でも時間に対し直線的増加を示すことはシュロの生育特性の一つとも考えられる。

小 葉 数

Fig. 7 に示すように小葉数は葉数とは対象的に指数関数的増加を示した。1年目はすべての個体が1小葉であったが、2年目ですでかなりの2小葉個体が認められる10%以上の照度区と1小葉のみの1%以下の区で明瞭な差が認められるようになり、4年目では前者が平均3.0小葉に対し、1%区ではすべての個体が1小葉であり、5年目では前者が5.3小葉に対し後者では1.4小葉という結果となった。

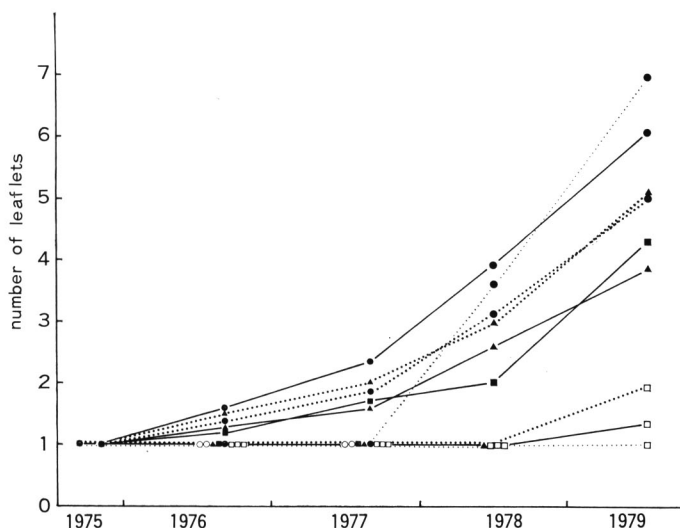


Fig. 7 The increasing curves in maximum leaflets number of seedlings of *Trachycarpus excelsa* at various light intensity and soil moisture contents, symbols as in figure 3.

土壌水分別にみると草高とは逆にすべての照度区で弱乾区が適潤区を約1小葉上回る値となった。

小滝・岩瀬(1966)は、1m前後の個体では陽地で葉数、裂片数が増加し陰地で減少することを報告しているが、裂片数(小葉数)に関しては本実験がこれをうらずける結果となった。

各区内での変動係数は50%前後であり、最多小葉個体は50%弱乾区の16小葉であった。

葉 柄 長

単幹性の植物であるシュロは、他の植物と競合するとき、葉数の増減や伸長生長とともに、葉柄の伸長が重要な要素となり、また極めて plasticity の高い形質でもあり、野外の成木では一葉の葉柄長は60cm～200

cmと大きな差が存在する。

発芽時より数年間は樹幹の生長は1 cm/年以下である（萩原，未発表）ため、葉柄の伸長による生育だけが空間を優占する手段と考えてよい。それで今回は全体の広がり近似値として葉柄長に限って葉数の平均とせず総沿長値を用いた。

Fig. 8 に示すように、1年目は高照度区に比して低照度区で葉柄の徒長がややみられたが、2年目では逆転し、5年目には両者の間に明かに大きな差が認められるようになる。

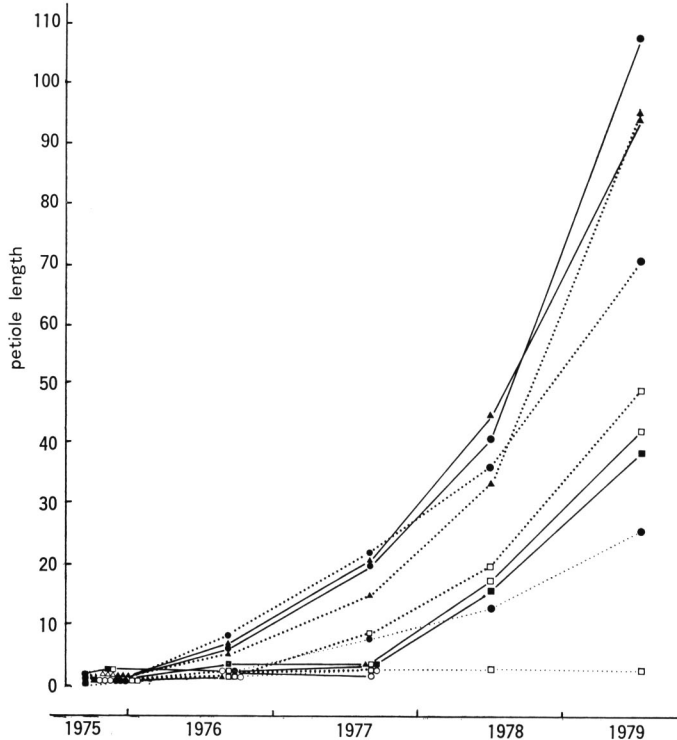


Fig. 8 The growth curves in total petiole length of seedlings of *Trachycarpus excelsa* at various light intensity and soil moisture contents, symbols as in figure 3.

すべての成長曲線は指数関数的に増加を示しているが、野外の草高1.2 mの個体では平均5 m、また幹高3 mでは35~45 m程に達しているところから推定するとこの傾向はさらに続くものと推定される。

5年目において、50%区、10%区の適潤区と弱乾区では平均90 cmであるが、1%区では40 cm前後となり、また100%区ではわずかに低い値を示している。

区間内のバラツキも最も大きく、5年目の変動係数は27%~97%（平均50.0%）となり他の形質と比較して最も plasticity が高いことがわかる。全生存個体で最低値は1%乾燥区の3 cm、最高値は50%弱乾区の297 cmであった。

考 察

シュロの耐陰性について得られた結果から、相対照度1%~3%—(5%)では、小葉数と葉柄総沿長では低い値を示したが、草高、葉数、生存率ともに高照度区と比して差がなかったこと、0.06%~0.1%では、

2年目で半数個体, 4年目ですべて枯死したという二つの事実が明かになった。従来の自然林の林内照度に関する報告によると, 林床草本の表層部での測定では, 常緑樹林では1%~10%, 落葉性の林では夏期に2.6%~22%であり, また地表面の測定値は少ないが, 0.3%~2.0%という値が報告されている (Monsi & Saeki 1953, Ohima 1961 a, b, Kimura 1963, 赤井, 浅田 1967, 赤井 1971, 1978, 河野 1968, Kawano 1970, Hozumi & Kirita 1970, 玉井, 四手井 1972, 1974, Yoda 1974)。

ここで両者の値を比較すると, 照度に関しては, すべての林床でシュロの実生は生存可能という推定ができる。また林床植物にとって大きな効果をもつ光斑は自然林では普遍的に見られる現象であり (Tamai 1975), 平均測定値以上の光合成が期待される (McCree & Loomis 1969, Huxley 1969, Ino 1970) ことも加味されなければならない。

落葉樹林はもとより, 常緑樹林 (ヒノキ天然林) においても林床の相対照度は冬期から春の終りまで夏期の2~3倍の高い値が報告されているが (玉井, 四手井, 1972 a, b), このことも常緑性のシュロにとっては有利に生育できることになる。本実験では被陰格子を固定したために季節を通して同一相対照度に保たれている点この効果は差し引いて考えねばならない。つまり報告された林床照度と被陰実験で得られた生存限界照度範囲の0.06%~3%を比較すると, すべての林床でシュロの実生は生存が可能であると推定せざるを得ない。

しかし自然教育園内の林床における相対照度の測定値 (萩原未発表) をみると, 夏期晴天で10:30より11:30分, 戸外110,000~130,000 lux, 測定回数10回で, シイ林の0 cmで0.05%~1.2%, 120 cmで0.5%~1.8%, 常緑低木をもつマツ過熟林の0 cmで0.07%~0.1%, 120 cmで0.07%~0.6%, イイギリ2次林の0 cmで0.1%~0.7%, 120 cmで0.3%~2.9%, スルデ過熟林の0 cmで0.1%~0.6%, 120 cmで0.6%~1.5%となり上記の林床照度と比較すると約1割程の低い値となった。仮にこの低い値で実験の結果を考察すると, シュロの実生はかならずしもすべての林床で生存可能とは断定できないが, 林内における照度の資料をさらに詳細に解析することが必要であろう。

耐陰性の強いといわれる, カタバミ, タマシダ, ヒサカキ, スダジイ, シラベ等の単葉における光補償点が報告されているが (Kusumoto 1957, 楠元 1957, Kusumoto 1961, Böhning & Burnside 1956, Saeki & Nomoto 1968, Saeki 1960, Kimura 1963, Kuroiwa 1960), それによると50 lux~200 lux という低い値になっている。遮光条件下での葉から非同化器部分への分配率の差違 (Kuroiwa et al 1964) や1個体としての光補償点の問題 (Blakman & Wilson 1951 a, b) を十分考慮しなければならないが, この値を被陰格子内の照度 (Fig. 2 a, b, c, d 参照) と比較すると, 1%区では夏期, 冬期とも晴天時には1,000 lux 以上の値が5時間は継続し, 一方0.1%区では100 lux 以上の照度は出現せず, 夏期晴天時でも50 lux 以上の照度は3~4時間である。つまり従来の耐陰性植物の補償点は0.1%区よりいくぶん高い照度にあると推察されシュロの場合も同程度の光を要求するという実験結果であり, 極端な耐陰性をもっているとは考えにくい。むしろ1%区の個体でも生育は, 6.4 cm/年という伸長成長速度であり, 低木層の下枝に近づいた時の照度の低下 (Monsi & Oshima 1955) や他の悪条件等により, 開花までの生活環が一巡することの確証は得られない。

一方50%区, 10%区の相対照度では, 数年後には低木層の上にいることは可能で, 照度以外の悪環境下においても生育には十分の照度と考えられる。

川那辺, 四手井 (1965, 1966, 1968) もいくつかの樹木の被陰実験で同様の結果を得ているが100%区においては50%区よりも上記の値に比し極端な成長低下を示したが, これは低い光飽和点と最適温度を越す温度条件, また高温による水分欠乏による生育阻害がおこったものと考えられる。

Yoda (1974) によると, シュロと同じヤシ科のゴヘイヤシ, ララカヤシ等の熱帯降雨の林床に生育する

無茎性の種では、相対照度1%以下の環境で十分な生育をしていることを考え合せるとシュロの光飽和点もかなり低いと推定される。また50%区と10%区の個体で、測定形質に関しては顕著な差がみられないことからすると (Fig. 5～8 参照) 10,000 lux 付近に最適照度が存在するとも考えられる。

以上の光環境に関する論議は単葉あるいは稚苗の光合成曲線を作ることで、いくつかの問題についてはより解析が進むことが予想され、また調査終了時における各部分の乾物生産量の測定及び葉面積に対する割合等が解析されねばならない。

水分条件についての生育の差違もかなり顕著であつが、土壤水分を恒常的にコントロールすることはできなかったので論議は容易ではないが、土壤水分の欠乏による枯死と判断されるのは、乾燥区のすべての照度区と弱乾区の100%区で、最大容水量に対する百分率は、前者で夏期24.6%、冬期53.0%、後者で夏期39.7%、冬期67.0%であった。一方、夏期51.0%、冬期66.9%の100%区を除く弱乾区と夏期62.5%、冬期72.5%の適潤区の比較では草高で適潤区が高い値を示したほかは明瞭な差がみられなかった。

このことから、使用した関東ロームの畑土では、最大容水量の24.6%と51.0%の間に、最小必要水分量の値が存在することが推定される。

黒崎 (1974) は多様な水分環境に分布するヤマハツカ属の種間で、異なる土壤水分状態における生育を比較しているが、腐葉土と砂の等量土で最大容水量の60%～80%が良く生育し、100%と40%で悪く、20%で極端に生長が落ち枯死もあったことを報告している。また Negishi (1966) は、関東ロームの畑土を用い、耐乾性の強いとされているヒノキとアカマツの実生の光合成速度を多くのレベルの土壤水分を用い測定しているが、圃場容水量の30%～35%付近で光合成速度が急激に低下することを報告している。

この二つの例と比較する場合、土質の差による有効水分の違いは十分考慮するべきであるが、両者ともシュロで得られた数値と同じかあるいはシュロがやや耐乾性が高いという結果になっている。

自然教育園内ではシュロの繁茂の著しい地区は湿潤土壤と一致しているが (萩原 1979)、容水量は年間を通じて70%以下に低下することはないと考えられ、今回設定した最も湿潤な区 (適潤区) よりもかなり多湿な条件にあることから、より湿潤条件での生長試験が必要と考えられる。

引用文献

- 赤井竜男, 浅田節夫 (1967) 京大演報 39: 35—63.
 赤井竜男 (1971) 京大演報 43: 68—87.
 赤井竜男 (1978) 京大演報 50: 44—57.
 Blackman, G. E. and Wilson, G. L. (1951 a, b) Ann. Bot. N. S., 15: 63—94, 373—408.
 Böhning, R. H. and Brunside, C. A. (1956) Amer. J. Bot. 43: 557—561.
 Ellern, S. J. (1974) J. Appl. Ecol. 11: 1027—1034.
 Gerakis, P. A., Guerrero, F. P. and Williams, W. A. (1975) J. Appl. Ecol. 12: 125—135.
 萩原信介 (1977) 自然教育園報告 7: 19—31.
 萩原信介 (1979) 自然教育園報告 9: 1—11.
 Hozumi, K. and Kirita, H. (1970) Bot. Mag. Tokyo 83: 144—151.
 Huxley, P. A. (1969) J. Appl. Ecol. 6: 273—276.
 Ino, Y. (1970) JIBP/PP Level III Report 1969, 68.
 川那辺三郎, 四手井綱英 (1965) 日林誌 47: 9—16.

- 川那辺三郎, 四手井綱英 (1966) 京大演報 38 : 68—75.
- 川那辺三郎, 四手井綱英 (1968) 京大演報 44 : 111—121.
- 河野昭一 (1968) 日本植物分類学会報 2 : 23—29.
- Kawano, S. (1970) J. Coll. Liberal Arts Toyama Univ. 3 : 181—213.
- Kimura, M. (1963) Jap. J. Bot. 18 : 255—287.
- Kuroiwa, S. (1960) Bot. Mag. Tokyo 73 : 133—141.
- Kuroiwa, S., Hiroi, T., Takada, K. and Monsi, M. (1964) Bot. Mag. Tokyo 77 : 37—42.
- 黒崎史平 (1974) 植物分類地理 26 : 89—95.
- 楠元 司 (1957) 日生態会誌 7 : 126—130.
- Kusumoto, T. (1957) Bot. Mag. Tokyo 70 : 299—304.
- Kusumoto, T. (1961) Jap. J. Bot. 17 : 307—331.
- McCree, K. J. and Loomis, R. S. (1969) Ecology 50 : 422—432.
- Monsi, M. u. Saeki, T. (1953) Jap. J. Bot. 14 : 22—52.
- Monsi, M. and Oshima, Y. (1955) Jap. J. Bot. 15 : 60—82.
- Monsi, M. (1960) Bot. Mag. Tokyo 73 : 81—90.
- Negishi, K. (1966) Bull. Tokyo Univ. Forests 62 : 1—115.
- Nomoto, N., Iwaki, H. and Monsi, M. (1961) Bot. Mag. Tokyo 74 : 386—394.
- 小滝一夫, 岩瀬徹 (1966) 自然教育園の生物群集に関する調査報告第1集 49—61.
- Oshima, Y. (1961 a, b) Bot. Mag. Tokyo 74 : 199—210, 280—290.
- Saeki, T. and Nomoto, N. (1958) Bot. Mag. Tokyo 71 : 235—241.
- Saeki, T. (1960) Bot. Mag. Tokyo 73 : 55—63.
- 玉井重信, 四手井綱英 (1972 a, b) 京大演報 44 : 53—62, 100—109.
- Tamai, S. (1975) Bull. Kyoto Univ. Forests 47 : 69—79.

Summary

Recently rapid multiplication of *Trachycarpus excelsa* (PALMAE) has been observed as the undergrowth of forest in urban area. In the previous papers (Hagiwara 1977, 1979), seed dispersal by *Hypsipetes amaurotis*, germination period, germination rate, and distribution patterns were studied by comparisons with other floristic composition in urban area. In the present paper the author is dealing with the relation between the growth rate, drought resistance and shade tolerance which are the most important factors in the competition with other coexisting plant.

The previously germinated 720 seeds gathered from one tree were sown in each pot and pots were set under the plots of varying light intensity (full daylight, 50, 10, 1, 0.1, and 0.01 % light) and three soil moisture classes (see Fig. 1, Table 1) in the early summer 1975. The herb height, leaf number, maximum leaflet number and total petiole length were measured for five growing periods at every summer or autumn.

The results are as follows :

1. The survivorships in plots of dry treatment under each light intensity were under 50 % at the end of the 1st year and only one individual in 50, 10 % light has survived until the summer

1979 (Fig. 3). In the semi-dry and standard plots under the full daylight, 50, 10, and 1 % light, the some seedlings were died in the 1st year, but more than 80 % survivorships were kept after that (Fig. 4). In 0.01 % light plot of each moisture class all seedlings were died in the 2nd year and 0.1 % in the 4th year.

2. For the growth of height showed as in figure 5, except for dry plots, the vigorous one was not 50 % light but 10 % light, and 1, 100 % light are more or less lower. In the differences between the soil moisture classes, the standard plots were higher than semi-dry plots in every light intensity. Generally the growth was slow, and even the highest individual in 10 % light-standard soil moisture plot the increment was only 15 cm a year, and linear growth curves were obtained in the all plots.

3. For the increasing of leaf number, it tended to arrange each plots in the same order of height growth (Fig. 6). The growth curves were linear, and coefficient of variation within each plots showed the lowest values comparing with other characters. Further more it was observed that most leaves flushed in the first growing season have remained for five years.

4. For the maximum leaflet number, in contrast with the herb height, semi-dry plots exceeded standard one in each different light intensity. The maximum value came up to 13 leaflets in the some seedlings under the 50, 10 % light, but under the 1 % light there was no lobed leaf (Fig. 7).

5. The total petiole length represents suitably the biomass for the occupation of surrounding space for the young aged seedlings. It increased exponentially and the coefficient of variation within plots attained more than 50 %. The differences between 50, 10 % light and 100, 1 % light was found to be almost two times as long but the differences between soil moisture classes was not clear (Fig. 8).

6. Under the extreme water deficit conditions (24.6 % in summer, 53.0 % in winter, indicated by maximum water capacity), the seedlings were almost withered but under the fairly dried conditions (50.2 % in summer, 66.9 % in winter) those were enough to grow. From above results, we can get the estimation that the seedlings of *Trachycarpus excelsa* in younger stage would be tolerable when those seedlings grow under the mild conditions of forest floor.

7. The seedlings under the 1 % light showed high survivorship but growth rate was extremely low, and it is not conclude that seedlings supplying 1 % light under the forest floor can grow to compete with another plants. While according to the results that the seedlings of 0.1 % light shaded artificially all the year round survived for the four growing seasons, it would be safe to conclude that the physiological compensation point per individual may exist 0.1 %—1.0 % relative light intensity. The conspicuous low growth rate under the full daylight as much as 1 % light suggest that *Trachycarpus excelsa* has the quality of shade tolerant plant that grow sufficiently under the lower light intensity than under full daylight.

For the more precise analysis it is dispensable to measure the dry matter productivity of each part at the end of this experiment, also to compare with the results of *Trachycarpus fortunei*, *Castanopsis cuspidata* which have grown under the same treatments, and the results of seedlings of *Trachycarpus excelsa* sowed in the forest floor in summer 1975.