

造園樹木の樹形形成に関する形態学的研究 — ユリノキの幼令木について —

藤井英二郎*・山下得男**

安蒜俊比古*・浅野二郎*

(*環境植栽学研究室・**富士植木(株))

Morphological studies on the developing process of tree form of landscape plants-A young tree of *Liriodendron tulipifera* L.

Eijiro Fujii*, Tokuo Yamashita**

Toshihiko Anbiru*, Jiro Asano*

(* Laboratory of Planting Design, ** Fuji-ueki Co. Ltd.)

ABSTRACT

Shoot elongation of a tulip tree (*Liriodendron tulipifera* L.) was investigated for four years after planting two-year-old seedlings. The primary branches produced from the trunk in a growing season becomes shorter with the increment of the height of branch, and they constitute a triangular pyramid composed by the longest branches as the base and the length of the trunk above the site with the longest branch as the height. The ratio of the radius to the height of this triangular pyramid is 0.6 to 0.7, and doesn't change with the years. The size of the triangular pyramid increases upto the five-year-old tree, and then decreases. The maximum value of elongation of the two-year-old primary branch nearly coincides with that of the one-year-old one, and the ratio of the second year elongation to that of the first year becomes high with the height of branch. The shoot elongation of a primary branch on and after the third year becomes less with the years, and the ratio of the elongation in a year to that of the proceeding year doesn't clearly change with the height of branch.

Radial branch distribution of a tulip tree is theoretically pentagonal, because the divergence of a branch is 144° . The rate of annual shoot elongation of each primary branch is different with the years, but the growth rate of each branch changes annually. Therefore, the lengths of primary branches are balanced in a few years from the view point of radial distribution.

The total length of lateral branches which branched from a primary branch exponentially increases with the length of primary branch. The annual elongation of a lateral branch becomes less from the base to the top of newly elonged primary branch, which is mostly like the relation between the shoot elongation of a primary branch and its height, which mentioned above. But, the second year elongation of a lateral branch is different from that of a primary branch, because it depends on the angle of primary branch and the radial location of a lateral branch. Lateral branches located on the abaxial side and on the flank of a primary branch fairly elongate in case of narrow-angled primary branch, and lateral branches located on the adaxial side of a primary branch also elongate well in case of horizontal primary branch.

The total leaf area of a primary branch exponentially increases with its length. It results from the exponential increase of leaf number with the elongation of lateral branches. The average leaf area doesn't change with the length of a primary branch. The average leaf area of a branch becomes smaller from one-year-old to two-, and three-year-old branches, and the length of shoot annually elongated in a primary branch correlates with the average

leaf area in case of two-and three-year-old branches.

Each primary branch makes a sigmoid curve of shoot elongation in a growing season, and the shape and the size of a sigmoid curve change with the amount of elongation. The branches showed largest elongation have a large sigmoid curve which has a long flush from mid April to mid August. The branches showed medium elongation have two flushes and a slump between them. The branches showed small elongation have a flush of short term. In general, the shoots show higher speed elongation becomes longer.

1. はじめに

造園にはマツのみどり摘みやモッコクの芽摘みに始まって生垣等の刈込みに至るまで、樹種により場所によって精粗様々な剪定技術がある。その目的とするところは、樹木個々の生理的、生態的特性を生かしながら、それぞれの場に相応しい姿に導き、それを維持することにある。しかし、それらの技術の多くは試行錯誤を繰返しながら長い経験をもとに体得してきたものであって、必ずしも科学的に十分な吟味を経たものばかりとは限らない。しかも、そうした背景からそれらの技術の適用・普及の範囲は一部の人や地域に限定されることが多い。一方、近年では緑地の増加とともに造園に携わる人の数が増え、その技術水準の低下も否めない状況にある。こうした状況から、造園樹木の剪定技術の基礎的検討が急がれるのである。

本研究は、このような立場に立って造園樹木の剪定技術の基礎のひとつとしての樹形形成過程を形態学的に検討しようとするものである。

2. 方 法

本論でとりあげるユリノキ (*Liriodendron tulipifera* L.) は近年街路樹として最も多用される樹種のひとつである。しかし、その管理の中心となる剪定についてはまだ十分その技術が確立されておらず、枝折れ、倒伏防止等々を目的とした剪定が、その木の果たすべき機能やユリノキ本来の美しい樹形を損っている例も少なくない。

また、ここで対象としたユリノキは、落葉高木で互生葉序という生育形態をもつ樹種のひとつとしての位置づけもあり、これを別途報告するトウカエデ (落葉高木で対生葉序) やシラカン (常緑高木で互生葉序) などと比較することをも目的としている。

調査対象としたユリノキは、1981年11月園芸学部の構内圃場に2年生苗として植栽したもので、そのうち一部は枯死したため翌年6月に補植した。苗木は2m間隔で計10本植栽し、その後の育苗・管理としては手取除草の他は一切行わなかった。上述の補植の後に枯死した2本を除く8本のうち4本については、剪定の影響をみるため冬期剪定を加えた。これについては別途報告する。

したがって、ここでは無剪定の4本について報告する。調査木の位置は、図1の通りである。

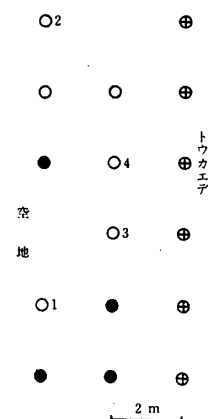


図1 ユリノキ植栽木の位置

(注) 白丸が無剪定木で、個体番号は図2と対応している。黒丸は剪定木。図の上手が北

調査項目は、樹高(幹長)、幹から分枝した1次枝としての主枝の高さ(幹上の位置)・角度(主枝と幹とでなす上向角度)・長さ、主枝から分枝した2次枝としての側枝の主枝上の着生位置・長さ、葉面積等である。ここで葉面積は、落葉直前に葉をつみとり、自動葉面積計(林電工)で測定した。また、枝の伸長については、その季節的变化をとらえるため、1984年の展葉開始から伸長が停止するまでの間、ほぼ2週間の間隔で測定した。

データの解析に際しては、1個体に関するデータが極めて多いことから、4個体の中で枝折れなどのほとんどなかった1個体だけをとりあげ、報告する。従って、この報告によってこれまで皆無に近いこの種のデータの解析・表示方法等についても合わせて検討し、後日他の3個体との比較検討を行う予定である。

3. 結果及び考察

1) 樹高生長

2年生ユリノキの植栽後4年間の樹高生長は、図2の通りである。ユリノキの場合、後述するように展葉開始から幹・枝の伸長が停止するまでの期間は4月から9月

にいたる約5ヶ月間であり、幹の伸長も休眠期間を挟んで段階的な形で表わすべきであるが、ここでは年間伸長量の変化をとらえやすくするために休眠期間における樹高の横ばいを省略した形で図示した。

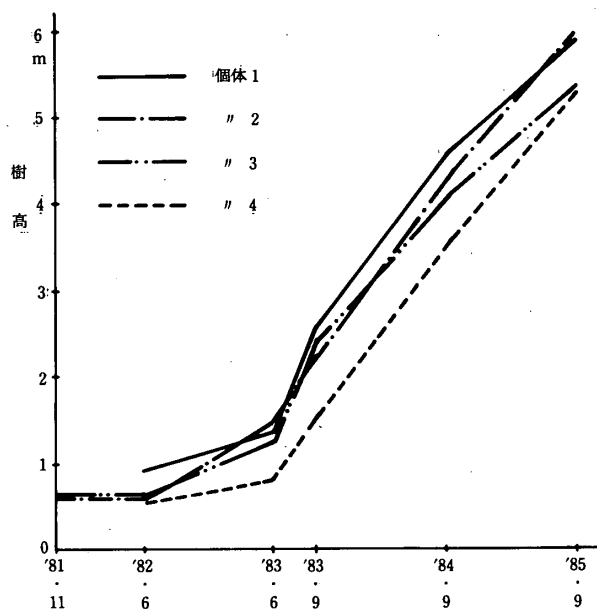


図2 ユリノキの樹高生長

植栽後1年目の伸長はわずかであるが、2年目からは急速に伸びていることがわかる。また、この傾向は補植した2個体（個体1、4）についてもほぼ同様である。このように植栽後1年目の生長が著しく悪い原因を、2年生苗木を植栽した翌年、すなわち3年生苗木の生長特性とは考えにくく、植え込みによるものとするのが妥当であろう。したがって、ここで報告する個体の樹高生長は、園芸学部圃場と類似した環境条件下で移植を経ずに生育した場合に比べてほぼ1年の遅れがあると考えてよいであろう。

1983年の測定が6月であり、その前年82年の伸長停止後の測定値がないため、83年の伸長量と84、85年のそれとを比較することはできないが、全体的にみてこの3年間の伸長はほぼ直線的であるといえるであろう。しかし、細かくみると各個体ともに85年の伸長量は84年に比べてやや減少する傾向がみられる。

なお、前述したようにこれら4個体のうち3個体は途中枝折れ等を受けたため、ここでは4年間そうした影響をほとんど受けなかった個体1について以下の報告を行う。

2) 枝の伸長

(1) 主枝の高さと伸長

1982年から85年までの4年間にわたる個体1の生育状況は写真にみられる通りである。個体1の周囲には空地と剪定木が位置することもあって(図1)、1985年まで

の段階では周囲の個体との枝の競合はほとんどみられない。

個体1の各主枝の高さ（幹上の位置）を縦軸にとり、年ごとの伸長量を横軸にとって、枝の高さと伸長との関係を図3のように示し、1982年から85年にわたる4年

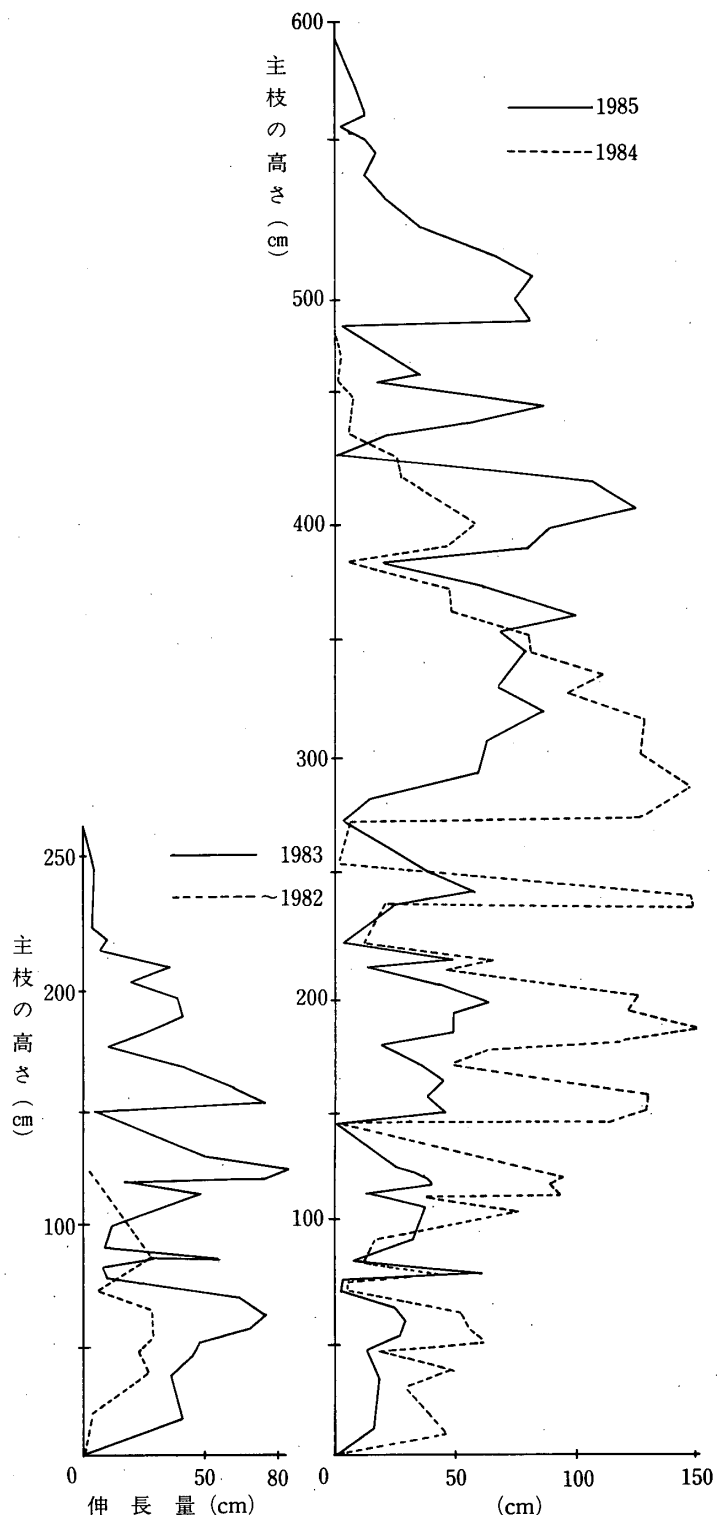


図3 ユリノキ個体1における各主枝の高さと各年の伸長量

(注) 1982年だけは1982年までの伸長量である。

間の推移を検討した。後述するように、主枝の伸長方向はほとんど全方向に分散し、しかも幹と主枝とがなす角度も 90° ではないから、この図が樹形の右半分を縦断したものではないことを予め注意しておきたい。また、1982 年についてはその年の伸長量ではなく、その年までの枝の全長である。

1983 年以降それぞれの年に伸長した幹についた主枝の伸びをみると、その最下部に位置した枝の伸びは悪いものの、全体としては下部の枝ほどよく伸び上部に行くにつれて伸長量が減少する形であることがわかる。この三角形の大きさは各年で異なるものの、その底辺（＝最長枝の長さ）と高さ（＝幹の伸長量）の比（＝底辺／高さ）は 0.62（1983 年）、0.70（1984 年）、0.62（1985 年）であって、ほぼ一定であることがわかる。したがって、ある年に伸長した幹と、その幹についた主枝の最長枝との長さの比は年ごとにほぼ一定であり、前者を高さ、後者を底辺とした三角形はほぼ相似形を保つものと考えられる。

上記の三角形の大きさを年ごとに比較すると、1982 年から 84 年にかけて順次大きくなり、1985 年では 84 年に比べてかなり小さくなっている。この傾向は 2 年枝、すなわち上記の三角形部分にある枝の翌年の伸長量でも同様で、1984 年が最も大きい。したがって、図 2 の樹高生長でも述べたように 1984 年までの急速な伸長が 85 年になってやや緩やかになったものと考えられる。

次に 2 年枝の伸長量をみると、その最大値は上述の 1 年枝の最大伸長量とほぼ同じであることがわかる。また、2 年枝の伸長量では 1 年枝でみられたような枝の高さ

（位置）によるはっきりとした差はみられない。この点を検討するため、各枝の高さと伸長率（ある年の伸長量／その前年の伸長量）の関係をみると、図 4 の通りである。2 年枝の伸長率は 1984、85 年のいずれにおいても枝の位置が高い枝ほど高い値を示すことが明らかである。また、1984 年に比べて 85 年が全体的に値の低い方向に移行する傾向がみられる。

3 年枝の伸長量は 2 年枝に比べてかなり小さい。また、上部に比べて下部の枝の伸長量がやや小さい傾向はみられるものの、その差は著しくない（図 3）。伸長率をみると、2 年枝では 1 より大きいものが多いのに対して、3 年枝ではほとんどの枝で 1 より小さくなっている。また、その値はバラツキはあるものの枝の高さに係わらずほぼ一定した傾向を示すことがわかる。

さらに 4 年枝では、伸長量は 3 年枝に比べて小さくなり、従って伸長率も減少する。また、伸長量では下部の枝ほど小さくなる傾向がみられる。従って、ユリノキの主枝の伸長生長は 1、2 年枝で最大の伸びを示し、以後伸長量は徐々に減少するという過程をたどるものと考えられる。

(2) 主枝の方位と伸長

ユリノキの場合、ある方位に伸び出した枝は障害物等がなければその後もほぼその方位を保ちながら伸びる。そこで、個体 1 の全主枝の伸長方向を測定し、各枝の高さとともに図上にプロットした（図 5）。バラツキはあるものの全体として五角形を描くことがわかる。ユリノキの葉序は $2/5$ であり、ある葉あるいは枝から次の葉、枝までの角度、すなわち開度が 144° であるから、 0° 、



'82. 6. 2.



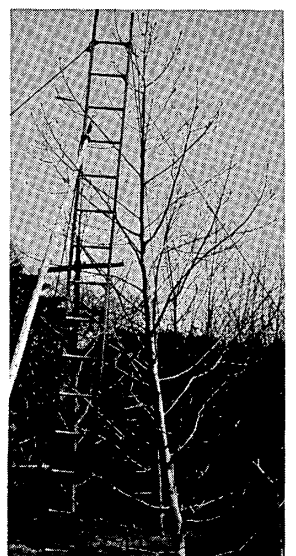
'83. 7. 1.



'84. 1. 24.



'84. 10. 22.



'86. 4. 5.

写真. ユリノキ個体 1 における 4 年間の生長の推移

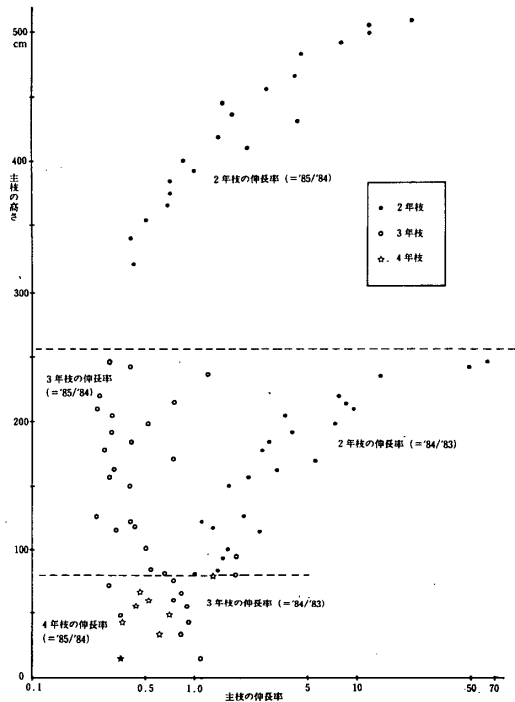


図4 ユリノキ個体1における各主枝の2, 3, 4年枝の伸長率

(注) 最下段に2年枝の伸長率 (=83/82) がもれているのは、'82の伸長量のデータがないためである。

144°, 288°, 432° (=72°), 576° (=216°), 720° (=360°) となり、結果的に72°の間隔で枝が出る形となって、5角形を描くわけである。

次に、主枝の方位と1985年までの各主枝の長さとの関係を見ると(図6)、上述の5角形の5つの頂に相当する方位付近の枝の長さには大きな差はみられない。しかし、各年の伸長量と方位との関係を見ると(図7)、必ずしも各々の方向に均等に伸びているわけではなく、年ごとにそれらの伸び方にはゆがみがみられる。しかも、よく伸びる方向は年ごとに変わり、伸長量の方位的なゆがみは年ごとに変化する。したがって、こうした生長過程が、結果的に図5のように5角形をなす枝の展開方向すべてがほぼ均等に伸びた形をつくるものと考えられる。

(3) 主枝の角度

幹と主枝とがなす角度、すなわち主枝の上向角度と枝の高さとの関係を、個体1の1983年までのデータでみると(図8)、上部ほど角度の小さい枝、すなわち立った枝が多くなることがわかる。また、図で高さ110~120 cm

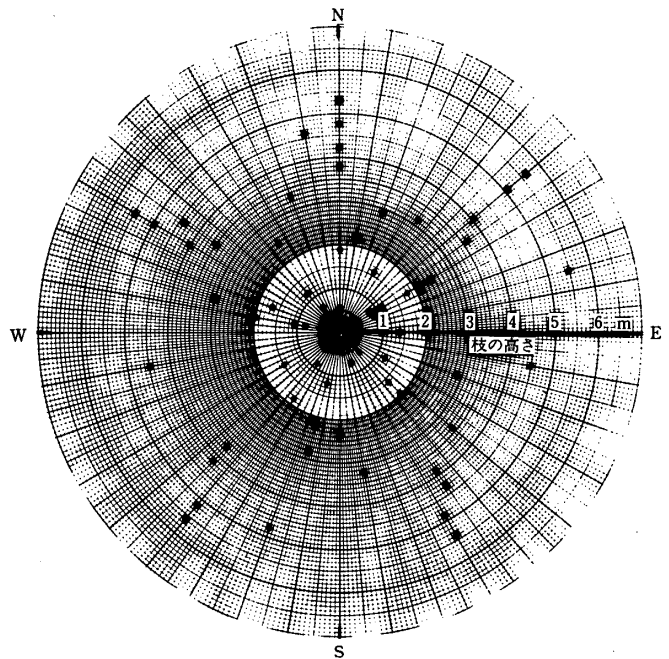


図5 ユリノキ個体1の主枝の方位別分布

の枝に角度の小さい枝がみられるが、これは1982年の頂に当たる部分である。従って、各年に伸びた幹の頂に近い枝は枝の角度が小さいことがわかる。

一般に立った枝はねた枝、すなわち水平枝より伸びがよいといわれる¹⁾が、ユリノキでは図2, 7の比較によって明らかなように、必ずしも角度の小さい枝がよく伸びるとは言いきれない。また、ユリノキでは図8からも明らかなように各枝の角度は伸長とともに大きくなる傾向がみられる。

(4) 主枝の分枝と側枝の伸長

長い主枝には多くの側枝²⁾がみられる。そこで、主枝長とそこについた側枝の全長との関係を見ると(図9)、主枝長がほぼ50 cmに達すると分枝が始まるようである。また、主枝長が100 cm前後を越えると側枝の全長が主枝より長くなるものと考えられる。

次に、同じ個体1において分枝の多い主枝5本について、1983年までの主枝と側枝の長さ、及びその翌年1年間の伸長量を図10に示した。ここでは主枝を縦軸にとり、側枝は主枝上の着生位置から水平にその長さをプロットした。また、1984年に伸びた主枝にも側枝が分枝しているわけであるが、これについては測定していない。図の左側3本が3年枝で、右側2本が2年枝である。

ある年に新しく伸びた主枝に着生した側枝の伸長は、

(注) ここでいう側枝は1次枝である主枝から分枝した2次枝である。果樹関係では2次枝を亜主枝と呼び、3次枝以上の側枝と区分しているが、それに対応する英語がsecondary scaffold branchであることからわかるように結果に係わる応用的観点からの命名である。ここでは、特にそうした観点をとる必要性はないので、植物学的にprimary branch主枝から分枝したlateral branchとして側枝をとらえた。

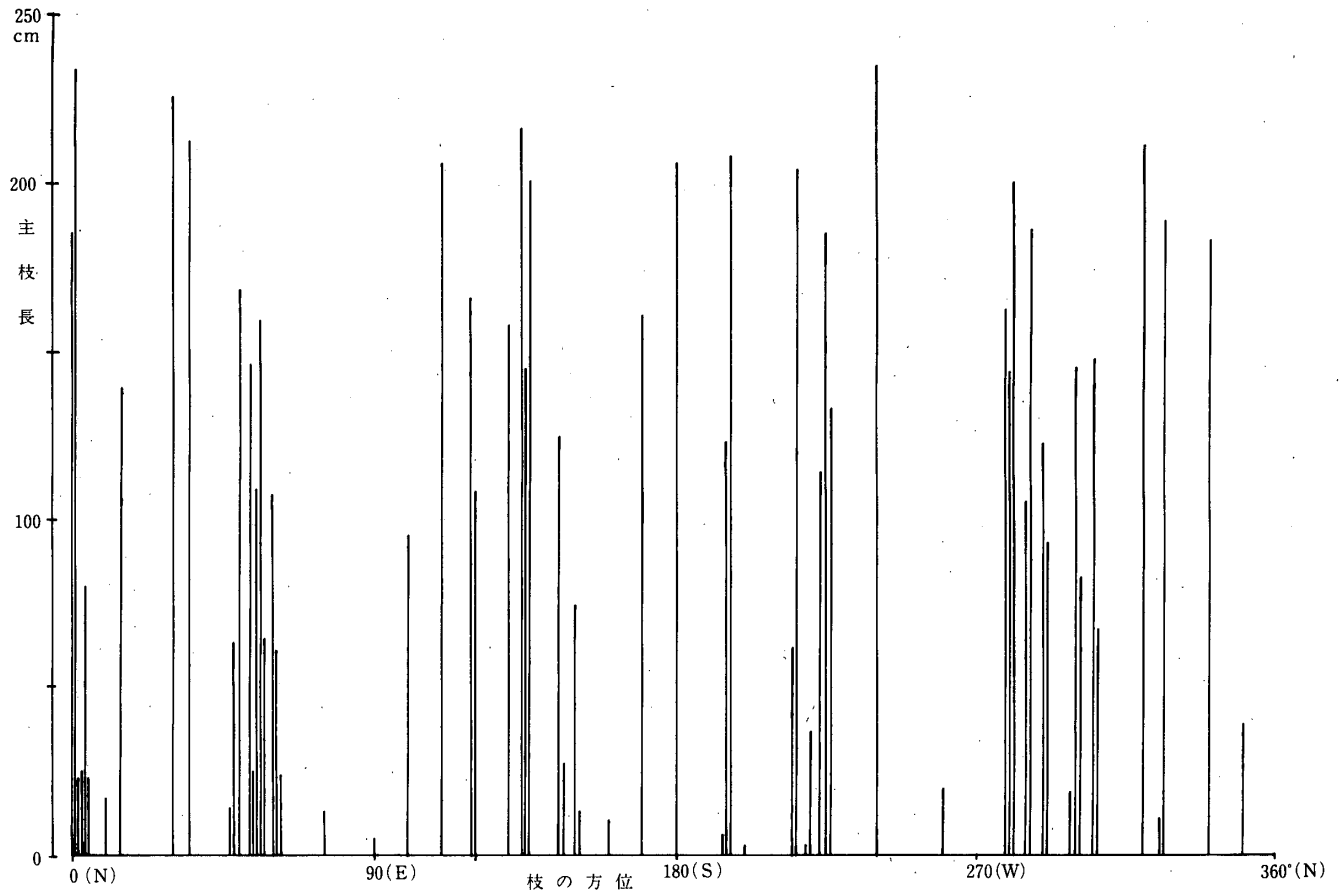


図6 ユリノキ個体1における枝の方位と主枝長

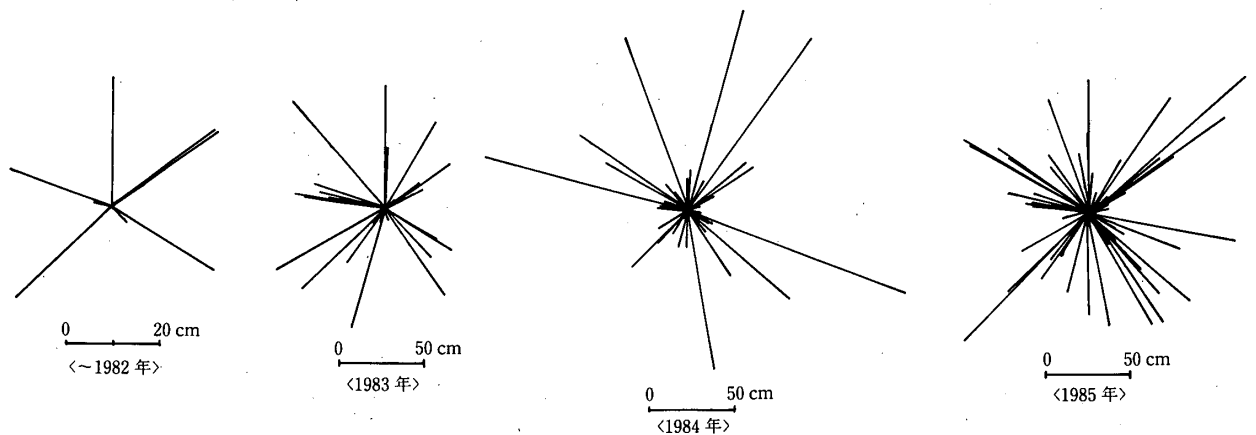


図7 ユリノキ個体1における主枝の方位と各年の伸長量 注) 図の真上が北

図の左側3本の3年枝では83年に伸びた主枝の破線部分の上部によって、また右側2本の2年枝では破線部分によって見ることができる。これらを比較すると、主枝の最下部についた側枝の伸びは悪いものの、その上に位置する最長枝から上部にゆくにつれて側枝が短くなる形、すなわち前述の三角形をみてとることができる枝が

多い。従って、ある年に伸長した幹とそこに着生した主枝の伸長量との関係（三角形）が、1年生の主枝と側枝の間でもみられると言ってよく、この三角形はユリノキのある年の伸長部分にみられる基本的生長パターンといえるであろう。

次に、側枝の2年目の伸長とその主枝上の位置との関

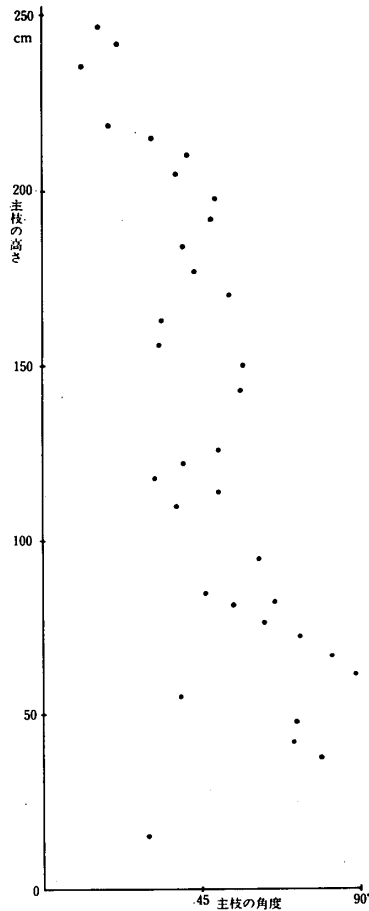


図8 ユリノキ個体1の主枝の高さと角度

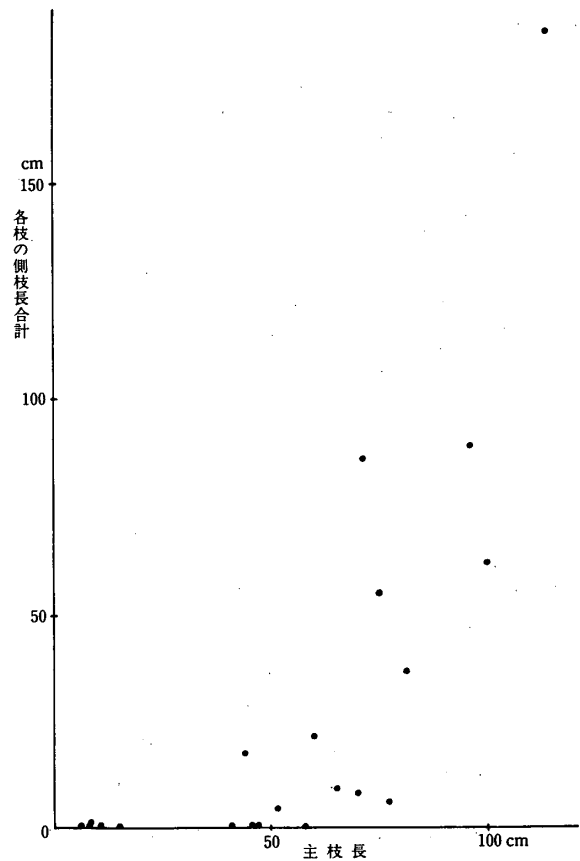


図9 ユリノキ個体1における主枝長と側枝長との関係

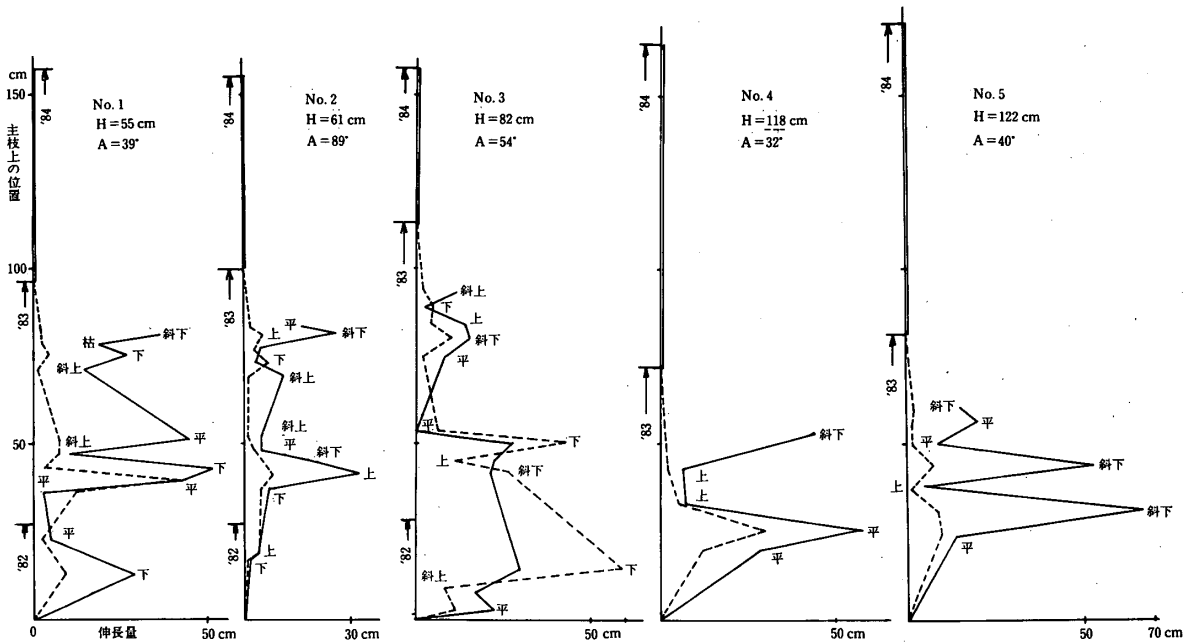


図10 ユリノキ個体1の主枝5本における側枝の伸長

注1) 図中、破線は1983年までの側枝長、実線は1984年の側枝の伸長量

2) H: 各主枝の高さ(幹上の位置), A: 主枝の角度

3) 側枝の着生位置. 上: 主枝の腹側, 下: 主枝の背側, 平: 主枝の側面, 斜上・斜下: それらの中間

係をみると、そこでは伸びる枝と伸びない枝との差が著しく、前述した主枝の2年目の伸長とその幹上の位置とでみられた関係(図3, 4)はみられない。こうした著しい伸長の差の背景を探るため、側枝の着生部位を主枝の背側を下、腹側を上、横を平、そしてそれらの中間を斜下、斜上というように区分すると、図10のようによく伸びる側枝の着生部位は下、斜下、平に多く、上でよく伸びている側枝はNo.2の枝だけである。この枝が他の枝と異なる点は枝の角度が 89° でほぼ水平枝であることである。これらのことから、枝の角度が鋭角で斜め上方に伸びた主枝では下や斜下、平の位置に着いた側枝がよく伸びるのに対して、主枝が水平枝の場合には上、すなわち腹側についた側枝もよく伸びる可能性があると言える。従って、ユリノキの場合、側枝の2年目の伸長は主枝上の位置によってではなく、主枝の角度と側枝の着生位置によって決まると考えてよいであろう。

3) 枝と葉

枝と葉の関係を主枝長とそれについて葉の葉面積合計によってみると(図11)、主枝が長くなるにつれて葉面積合計は指数関数的に増えることがわかる。これは、主枝の長さにかかわらず葉1枚の葉面積(平均葉面積)はほぼ一定であることから(図12)、主枝長の増加とともに葉数が増加したことによるものである。この葉数の増加は、主枝の節間がつまることによるものではなく、図9で述べたように主枝長の増加とともに側枝長が指数関数的に増加した結果である。

主枝長と平均葉面積の関係(図12)は、既に述べたように主枝長の長短に係わらず平均葉面積はほぼ一定である。しかし、それを1年、2年、3年枝の間で比較すると、1年枝で大きく、2年3年枝の順に小さくなる傾向がみられる。このことは主枝の伸長量が1、2年枝で最も大きく、3年枝以降順次それが減少すること(図3, 4)と関連するものと考えられる。そこで、1984年の主枝の伸長量と平均葉面積の関係をみると、図13のように1年枝ではほとんど関連性がみられないが、2、3年枝では平均葉面積の大きい主枝ほど当年枝の伸長量が大きくなる傾向がみられる。こうした傾向がどういう因果関係で生じるのかについて今の段階で明らかにすることはできないが、葉面積が枝の伸長と深く係わることだけは確かなようである。

4) 枝の伸長の季節的变化

(1) 主 枝

個体1の全主枝において、1984年の4月10日の展葉開始から9月中旬の伸長停止までの約5ヶ月間における伸長量の推移は、図14の通りである。但し、その年伸長した幹についた枝についてはデータがない。

伸長量の大きい枝では4月10日から8月中旬までの約4ヶ月間伸長速度の高い時期が続くのに対して、伸長量の小さい枝では4月10日から6月末までの約2ヶ月半で伸長が止まってしまうことがわかる。そして、図2, 3でも指摘したように伸長量の大きい枝は上部の2年枝

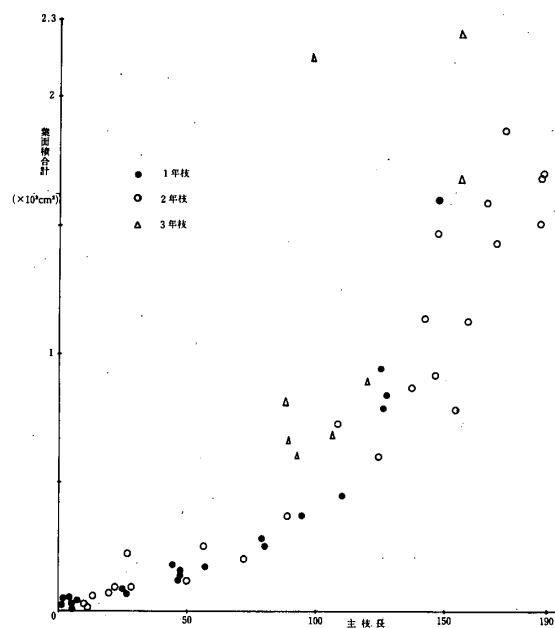


図11 ユリノキ個体1の主枝長と葉面積合計

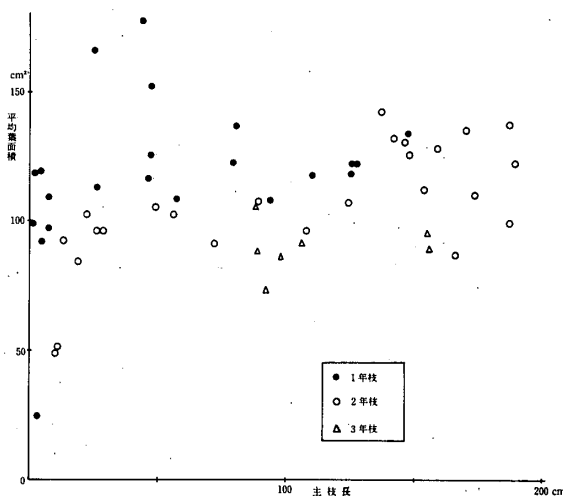


図12 ユリノキ個体1の主枝長と平均葉面積

に多く、伸長量の小さい枝は下部の3年枝に多い。

伸長量の大きい枝の伸長速度(図では線の傾きの程度)の推移をみると、5ヶ月に及ぶ伸長期間を通して一律ではなく、いくつかの枝に共通したリズムのあることがわかる。すなわち、4月10日の展葉から5月8日まで緩やかに伸び、それ以降6月8日までは伸長速度が高まる。そして、6月8日から26日ではやや速度が落ち、その後7月13日までの間ではさらに速度が落ちる。さらに、その後8月13日までの間再び速度が高まり、そしてその後急速に速度が落ち、伸長を停止する。したがって、伸長速度の高い時期が2回みられるのである。この伸長リズムの中間に位置する中だるみは、伸長量の特に大きい枝や幹頂の場合にはその前後の時期に比べてわずかに速度を落す程度で、ほぼ直線的に伸長し続けることがわかる。この傾向は特に幹頂で著しく、主枝に対する幹頂の優勢が明らかである。

伸長量の小さい枝では、上述の中だるみの後に再び伸長速度を増すことなく伸長を停止するということができる。すなわち、伸長速度の高い時期は1回しかない。しかも、その速度は伸長量の大きい枝に比べて低い。また、4月中旬から5月8日までの初期の伸長速度をみると、伸長量の大きい枝で高く、小さい枝で低い傾向がみられる。従って、この初期伸長の程度によってその後の伸長量を推定することも可能と思われる。

以上のことから、伸長量の大きい主枝は小さいそれに比べて、伸長速度が高いうえに、伸長期間も長いことがわかる。また、伸長のリズムという点では伸長量の大きい

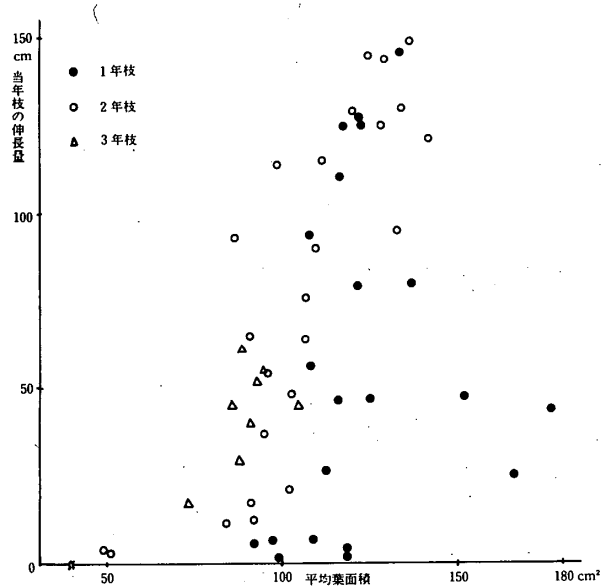


図13 ユリノキ個体1における主枝の平均葉面積と当年伸長量

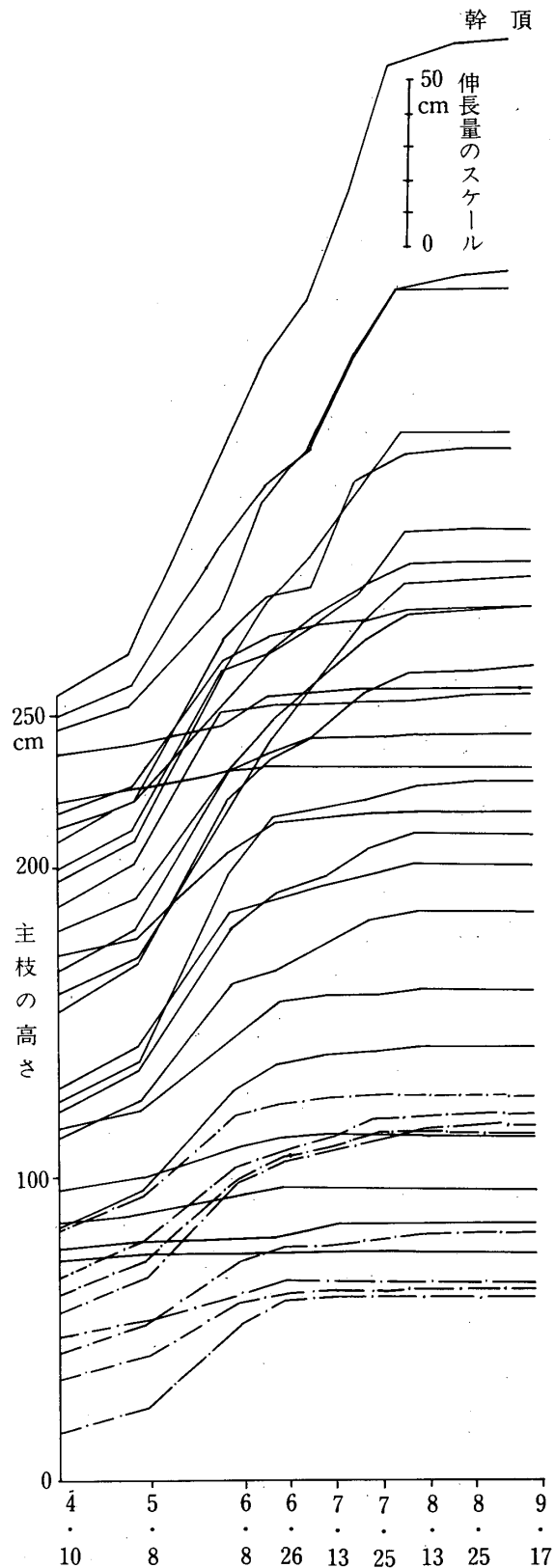


図14 ユリノキ個体1における主枝長の季節的变化
(注) 最上部は幹頂の高さの季節的变化である。

実線が2年枝、1点鎖線が3年枝。

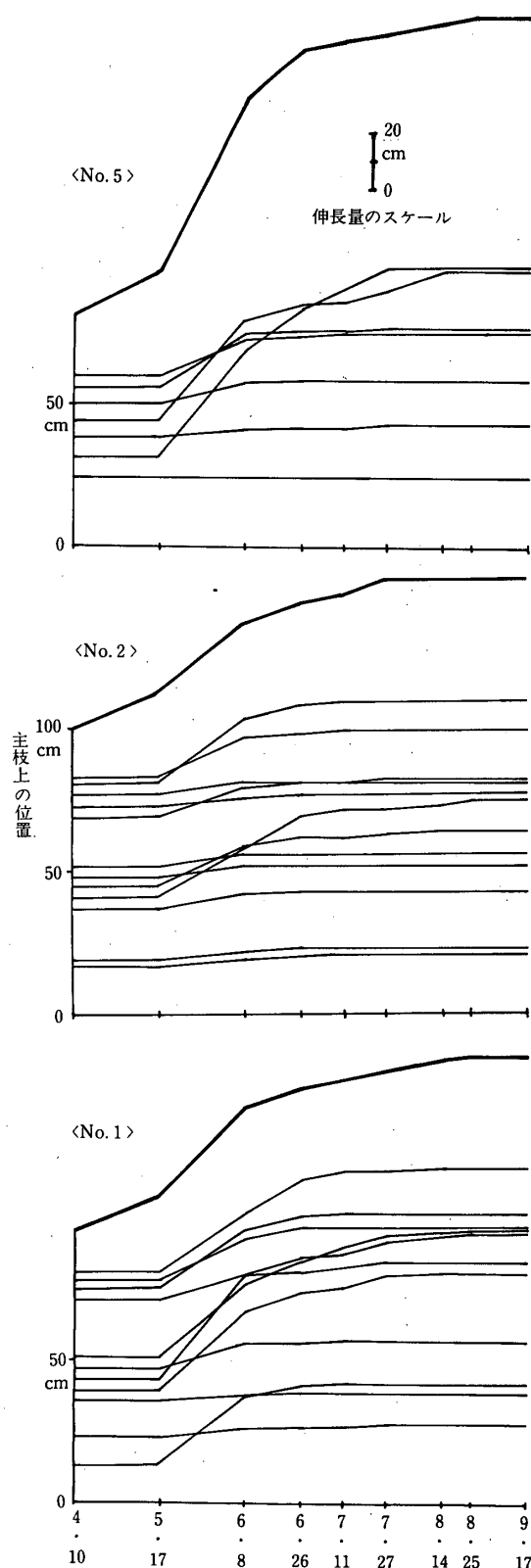


図 15 ユリノキ個体 1 における側枝長の季節的变化
(注) No. 1, 2, 5 の各主枝の最上部は主枝長の推移

い枝が伸長速度の高い時期を 2 回もつものに対して、伸長量の小さい枝ではその時期が 1 回しかない。こうした伸長特性の違いが結果的に年間伸長量の差をもたらすものと考えられる。

(2) 側 枝

図 10 でとりあげた主枝の中から、3 年枝で最も低い位置にある No. 1 と、同じく 3 年枝で水平枝の No. 2, さらに 2 年枝で最も高い位置にある No. 4 を選び、図 14 と同様にそれらにつく側枝の主枝上の位置を縦軸にとり、そこを 0 点として側枝長の推移を示すと、図 15 のようである。

いずれの主枝でも伸長速度の高い時期は 1 回であり、それを 2 回もった主枝につく側枝の検討は後日の課題としなければならない。伸長速度の高い時期は 3 本の枝ともに 5 月 17 日から 6 月 8 日の間にあり、ほとんどの主枝がそうであったように (図 14), 側枝もまたこの時期に最高の伸長速度を示すことがわかる。また、伸長期間をみると、伸長量の大きい側枝で長く、小さい枝で短い。この傾向もまた主枝のそれと同じである。しかし、その期間は、個々の側枝の伸長量が主枝より小さいことからわかるようにより短いものである。次に、展葉開始から約 1 ヶ月間の初期伸長は 3 本の枝ともにいずれの側枝も伸長量はゼロである。これは、図 14 の下部の主枝と図 15 とを比較してわかるように、図 15 の側枝よりはるかに小さい伸長量であっても、主枝の場合の初期伸長はゼロではない。このことから、主枝と側枝の伸長のメカニズムには量的な違いではなく質的な違いがあるものと考えられる。

4. おわりに

幹の伸長、主枝の高さと伸長の関係、主枝の方位と伸長の関係、主枝の角度、そして側枝が主枝を凌駕するほどには伸びないこと等の検討によって、ユリノキの幼齡木についてはその樹形形成モデルの検討がほぼ可能になった。ここで報告した個体 1 の結果と残る 3 個体とを比較すると同時に、壮齡木、老齡木の調査を加えることによって、ユリノキの樹形形成モデルを完成する予定である。

また、葉についての検討は本文で述べたように枝の伸長と深く係わり、樹形のミクロな検討・予測を行う上でさらに詳細な調査が必要である。

伸長の季節的变化については、今回の測定間隔が特に伸長期間の前半で粗かったため細かな検討を加えることができなかった。伸長生長のリズムと環境条件との関係の検討と合わせて今後の課題である。この季節的变化の検討は剪定時期の特定にとって不可欠であると同時に、

根の伸長時期と合わせて検討することにより移植適期の検討にもつながるものである。

今回の報告は、環境植栽学研究室の伝統のひとつともなっている圃場の除草をはじめとして代々の専攻生の協力によってはじめて可能となったものである。感謝したい。

引用・参考文献

- 1) Harris, R. W. (1983) *Arboriculture-Care of trees, shrubs, and vines in the landscape*. Prentice-Hall, New Jersey, 33~34.
- 2) Kozlowski, T. T. (1964) Shoot Growth in Woody Plants. *Bot. Rev.* **30** (3), 335~392.
- 3) 丸山幸平 (1978) ブナ天然林一とくに低木層および林床一を構成する主要木本植物の伸長パターンと生物季節について—ブナ林の生態学的研究(32)。新潟大演報 **11**, 1~30.

摘 要

ユリノキ (*Liriodendron tulipifera* L.) の2年生苗を植栽後4年間の伸長生長を解析した。ある年に伸びた幹についた主枝の伸長は最長枝がその下部に位置し、上部に行くにつれて短くなる三角形の形であり、その底辺である最長枝と新たに伸びた幹の長さの比は6~7:10である。2年枝の最大伸長量は1年枝とほぼ同じであり、2年枝の伸長率(ある年の伸長量/その前年の伸長量)は枝の高さの高いものほど高い傾向がみられる。3年枝以降の伸長量は徐々に減少する。また、それと枝の高さとの関係は下部ほど伸長量が小さい傾向はあるものの、1, 2年枝でみられたような顕著な傾向はみられなかった。

主枝の伸長方位は、2/5葉序に従って144°の開度で着生することから、結果的に五角形を描く形で枝が分布する。また、年ごとの伸長量は方位的にゆがみがあるが、そのゆがみは年によって変わるため数年を経ると各方位に均等に伸びる形となる。

主枝の上向角度は下部ほど大きく上部ほど小さくなる傾向があるが、その角度と伸長量との関係はみられな

った。

側枝の全長は主枝長と指数関数的な関係にあり、主枝の長さがほぼ50 cmに達すると側枝が分枝し、100 cmを越えると側枝の全長が主枝長を上まわるようになる。ある年に伸びた主枝とそこについた側枝の伸びとの関係は、幹と主枝との間でみられた関係、すなわち前述の三角形とほぼ同じであった。しかし、枝の2年目の伸長は枝ごとに差が著しく、主枝の2年枝でみられた傾向とは異なっていた。これには、主枝の角度と側枝の着生位置が係わり、角度が小さく斜め上方に伸びた主枝ではその下側(背側)、斜下、横に着いた側枝がよく伸び、主枝が水平枝の場合には上側(腹側)についた側枝もよく伸びる傾向がみられた。

主枝長の増加とともにそこにつく葉の葉面積合計は指数関数的に増大する。これは、主枝長に係わらず平均葉面積がほぼ一定なことから、葉数の増加によるもので、それは前述したように主枝長の増加にともなう側枝長の増加によるものである。平均葉面積は1年枝で大きく、2, 3年枝の順に小さくなる傾向があった。また、平均葉面積と当年枝の伸長量との間には2, 3年枝において比例関係にある傾向がみられた。

主枝の伸長の季節変化をみると、伸長量の大きい枝では4月中旬から約1ヶ月間の初期伸長量が大きく、しかもその後伸長速度の高い時期が5月中旬~6月中旬と7月中旬~8月中旬の2回みられ、伸長期間は4ヶ月に及ぶ。また、幹頂や一部の特に伸長量の大きい枝では2回の伸長速度の高い時期の間にみられる中だるみがほとんどなく、4ヶ月間ほぼ直線的に伸長する。これに対して、伸長量の小さい主枝では伸長速度の高い時期が前期の1回のみで、6月末の中だるみの段階で伸長が停止してしまう。従って、伸長期間は2ヶ月半ほどで、伸長量の大きい枝に比べて1ヶ月半も短い。

側枝の伸長の季節変化も、5月中旬から6月中旬にかけて伸長速度の高い時期をもった sigmoid curve を描く点で主枝のそれと類似しているが、主枝と質的に異なる点は、主枝の初期伸長期に側枝の伸長量が0であるということである。