

広葉樹苗の根の伸長の季節変化

佐藤孝夫*

Seasonal variation of root growth in broad leaved seedlings

Takao SATOH*

要 旨

根箱に植栽した広葉樹 36 種（落葉樹 34 種，常緑樹 2 種）の苗木（主に苗齢 2～4 年生）を用いて，根の伸長の季節変化を調べた。根の伸長は 4 月下旬～5 月上旬に始まり，10 月中旬～11 月上旬に停止する樹種が多かった。根の伸長は地上部の伸長よりも早く始まる樹種が多く，地上部の伸長が停止した後も根は伸び続けた。地上部が伸長しているさいの根の伸長量は，その量の多少によって 4 つの型に分類された（表 - 3）。すなわち，根の伸長がきわめて少ない樹種が 13 種，若干伸長する樹種 7 種，比較的良く伸長する樹種 8 種，良く伸長する樹種 8 種であった。さらに，各樹種の根伸長の季節変化を類型化し，一山型（A・B 型），二山型（A・B・C 型），三山型に分けた（表 - 4）。一山型は 24 種（A 型 8 種，B 型 16 種），二山型は 15 種（A 型 5 種，B 型 6 種，C 型 4 種），三山型は 3 種であった。

はじめに

樹木の生長を考えると，地上部と根はバランスを保ちながら生長しているので，根の生長や働きを無視することはできない。筆者はこれまで地上部と地下部の生長関係や根の分布がどのように変化していくかを調べた。これには主に径年変化を調べることを目的としたので，一年間をひとつの生長期間としてとらえたが，一生育期間内における生長量は春から秋までつねに一定ではない。根の伸長は量がどのような季節変化をするのか，また地上部の生長との関係がどのようになっているのかを明らかにすることは，樹木の移植や管理，育苗などの面だけではなく，樹木の生理・生態的な特性を知るうえからも重要である。

このような根の伸長の季節変化に関する報告は，針葉樹については若干あるが（佐々木，1959；柴田ほか，1962；苅住，1979），広葉樹では本多（1960）がクワで LYR et al.（1967）が針葉樹 4 種とともにニセアカシアなど 3 種をまた HEAD（1966）がリンゴについて報告している。いずれも樹種によって根の伸長の季節変化は異なっている。

筆者は針葉樹 4 種とカラマツ，タキコブシの根の伸長の季節変化を報告（1982b）したが，今回は広葉樹 36 種の根の伸長パターンの類型化について報告する。

*北海道立林業試験場 Hokkaido Forest Experiment Station, Bibai, Hokkaido 079 01

材料と調査方法

調査は根箱に植栽した苗木を用い、その根端の伸長量の季節変化を測定した。供試した樹種は表 - 1 に示した 23 科 36 種で、3 年間調査した。樹種の選定にあたっては、できるだけ多くの科から選ぶように

表 - 1 試験に使用した樹種とその苗齢・樹高

Table 1. A list of thirty six species and their age and treeheight

1983			1984			1985		
樹種 Species	苗齢 Age	樹高 Height	樹種 Species	苗齢 Age	樹高 Height	樹種 Species	苗齢 Age	樹高 Height
シラカンバ <i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	3(1-1-1)	110 cm	ミヤマハンノキ <i>Alnus maximowiczii</i>	4(1-1-1-1)	120 cm	ドロノキ <i>Populus maximowiczii</i>	2(1-1)	130 cm
ミズナラ <i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	3(2-1)	70	ケヤマハンノキ <i>Alnus hirsuta</i>	4(1-1-1-1)	140	ノリウツギ <i>Hydrangea paniculata</i>	3(1-1-1)	60
ハルニレ <i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	3(1-1-1)	130	ツノハシバミ <i>Corylus sieboldiana</i>	2(1-1)	60	ズミ <i>Malus sieboldii</i>	3(1-1-1)	100
ナナカマド <i>Sorbus commixta</i>	2(1-1)	80	サワシバ <i>Carpinus cordata</i>	3(1-1-1)	60	ハマナス <i>Rosa rugosa</i>	3(1-1-1)	60
エゾヤマザクラ <i>Prunus sargentii</i>	2(1-1)	80	オニグルミ <i>Juglans ailanthifolia</i>	4(1-1-1-1)	80	イヌエンジュ <i>Maackia amurensis</i> var. <i>huergeri</i>	3(1-1-1)	60
ウワミズザクラ <i>Prunus grayana</i>	3(1-1-1)	70	クマノリ <i>Castanea crenata</i>	3(1-1-1)	70	ニシシギ <i>Euscymus alatus</i>	3(1-1-1)	50
トチノキ <i>Aesculus turbinata</i>	3(1-1-1)	50	ヤマグワ <i>Morus bombycis</i>	3(1-1-1)	80	クロウメモドキ <i>Rhamnus japonica</i>	3(1-1-1)	60
イタヤカエデ <i>Acer mono</i>	3(1-1-1)	80	キハダ <i>Phellodendron amurense</i>	3(1-1-1)	80	アキダテ <i>Elaeagnus umbellata</i>	3(1-1-1)	80
ヤマモミジ <i>Acer palmatum</i> var. <i>matsumarae</i>	3(1-1-1)	90	シナノキ <i>Tilia japonica</i>	3(1-1-1)	90	ミズキ <i>Cornus controversa</i>	2(1-1)	50
カラコギカエデ <i>Acer ginnala</i>	4(1-1-1-1)	90	ヤナダモ <i>Fraxinus mandchurica</i> var. <i>japonica</i>	3(1-1-1)	70	ハシドイ <i>Syringa reticulata</i>	3(1-1-1)	60
オガラバナ <i>Acer ukurunduense</i>	2(1-1)	50	ハイイヌツゲ <i>Ilex crenata</i> var. <i>paldani</i>	4(2-2)	40	エゴノキ <i>Styrax japonica</i>	3(1-1-1)	60
ハリギリ <i>Kalopanax pictum</i>	3(1-1-1)	60	ハクサンシャクナゲ <i>Rhododendron brachycarpum</i>	10(1-3-6)	60	クロミノウグイスカグラ <i>Lonicera caerulea</i> var. <i>amphylocaelyx</i>	4(2-1-1)	60

した。また、同科あるいは同属の樹種を比較するために、カバノキ科は 4 属 5 種、バラ科は 4 属 5 種、カエデ科はカエデ属 4 種についても調査した。

苗木の苗齢はいずれも北海道立林業試験場の苗畑で養成した 2 ~ 4 年生（ハクサンシャクナゲは 10 年生）である。供試本数は、各樹種 1 本とした。

また根箱は前回（佐藤ほか、1982b）と同じものを使用し、屋外に埋めて調査した。根箱内の土壌は畑土と火山砂を 4 : 6 の割合で混ぜたものを用いた。

伸長量の調査は、移植による根系の切断の影響を除外するため、前年の春に根箱に植栽した苗木を用いて、移植翌年の根の伸長を調査したものである。調査は 4 月上旬から 12 月下旬まで毎週 1 回程度おこない、測定日以降にガラス面に沿って伸びたすべての根の伸長量を測定してそれを合計し、全期間の総伸長量に対する各測定期間ごとの割合を求めた。また地上部の伸長量も同様に示した。

結 果

1983 年度調査結果

1 シラカンバ

根の伸長は 4 月 25 日 ~ 5 月 2 日に始まり、伸長量は 8 月 8 ~ 15 日に最大となって、10 月 24 ~ 31 日に

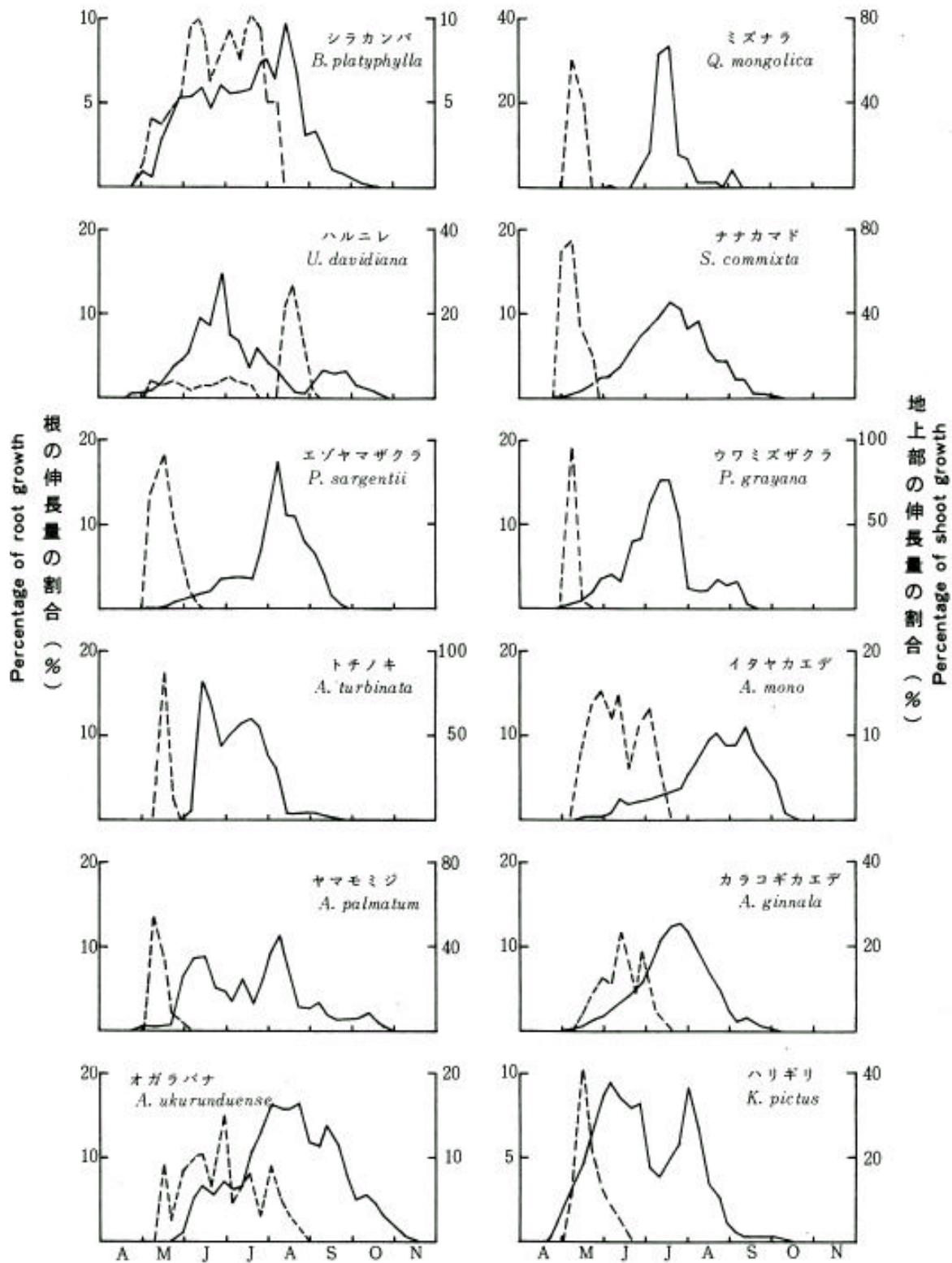


図-1 根の伸長量と地上部の伸長量の季節変化 (1983)

Fig. 1. Seasonal variation of root and shoot growths of seedlings of twelve species of broad-leaved trees in 1983.

————— 根の伸長量 Root growth
 - - - - - 地上部の伸長量 Shoot growth

停止した。根の伸長の季節変化はゆるやかな一山型をしていた。また、根の伸長量の合計は1,035.3cmであった。地上部の伸長も4月25日～5月2日に始まり、伸長量は6月6～13日と7月11～18日に多く、8月1～8日に停止した。

根と地上部の伸長の関係をみると、両者はほぼ同時に始まり、地上部の伸長が停止後に根の伸長量は最大となっているが、地上部の伸長中にも根は良く伸長していた。

2 ミズナラ

根の伸長は5月30日～6月6日に始まったが、大きく伸長したのは6月27日～7月4日以降であった。根の伸長量は7月4～18日に多く、わずか2週間で全体の約60%も伸び、8月29日～9月5日に伸長を停止した。根の伸長の季節変化は急な一山型をしており、また根の伸長量の合計は39.9cmであり、非常に少なかった。一方、地上部の伸長は5月2～9日に始まり、5月9～16日には停止した。

根と地上部の伸長の関係をみると、根は地上部よりも約4週間遅く伸び始め、地上部の伸長期間中には根の伸長はみられず、地上部が停止したあとに根の伸長量は多くなった。

3 ハルニレ

根の伸長は4月18～25日に始まり、伸長量は6月20～27日に最大となった。その後伸長量は減少したが、9月5～26日にかけてごく小さなピークが見られ、10月31日～11月7日に停止した。根の伸長の季節変化は二山型をしていた。また根の伸長量の合計は1,146.4cmであった。一方、地上部は5月2～9日に伸び始め、7月11～18日に一度停止した後、8月8～13日に再び伸びだし、8月29日～9月5日に停止した。

根と地上部の伸長の関係をみると、根は地上部よりも約2週間早く伸び始めるが、地上部の伸長が盛んなときは根の伸長も盛んである。しかし、地上部の2回目の伸長時には根の伸長量は少なく、停止後に根の伸長量がやや多くなっていた。

4 ナナカマド

根の伸長は4月25日～5月2日に始まり、伸長量は7月11～18日に最大となり、10月11～17日に停止した。季節変化はゆるやかな一山型をしており、また根の伸長量の合計は1,586.0cmであった。一方、地上部の伸長も4月25日～5月2日に始まり、5月16～23日に停止した。

根と地上部の伸長の関係をみると、両者はほぼ同時に始まり、地上部の伸長中には根の伸長量は少なく、地上部の伸長が停止した後に根の伸長量は徐々に多くなった。

5 エゾヤマザクラ

根の伸長は4月25日～5月2日に始まり、7月25日～8月22日の約1ヵ月間の伸長量が多く、とくに8月8～15日が最大であった。根の伸長停止は10月17～24日であり、季節変化は急な一山型をしていた。なお、根の伸長量の合計は1,457.1cmであった。また地上部の伸長は5月2～9日に始まり、9～16日に伸長量は最大となり、6月6～13日に停止した。

根と地上部の伸長の関係をみると、根は地上部よりも約1週間早く伸び始め、地上部の伸長が盛んな時には根はあまり伸長せず、地上部の伸長が停止した後に根の伸長量は徐々に多くなった。

6 ウワミズザクラ

根の伸長は4月25日～5月2日に始まり、伸長量は6月27日から7月25日の約1ヵ月間に多かった。その後8月1～8日の伸長量がやや少ないために、季節変化は大きな山と小さな山をしていたが、減少した時期の伸長根端数は小さなピーク時よりも多いので、全体とするとやや急な一山型であるといえる。根の伸長は9月5～12日に停止し、また根の伸長量の合計は136.8cmであった。一方、地上部は5月2～9日に全体の95%も伸び5月16日までには停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根は地上部よりも約1週間早く伸び始め、地上部の伸長期間中には根の伸長量はごくわずかで、地上部の伸長停止後に徐々に多くなった。

7 トチノキ

根の伸長は5月2~9日に始まったが伸長量はごくわずかで、その後2週間は伸長せず、本格的に伸びだしたのは5月30日~6月6日であった。伸長量は6月6~13日に最大となり、一時若干の減少があるものの伸長の盛んな時期は7月下旬まで続き、根は9月26日~10月3日に停止した。季節変化は、全体的には急で大きな一山型をしていた。なお、根の伸長量の合計は297.6cmであった。一方、地上部の伸長は5月9~16日に始まったが、16~23日には停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根は地上部よりも1週間程早く伸び始め、地上部め伸長期間中には根の伸長量はごくわずかで、地上部の伸長が停止してから根の伸長量は多くなった。

8 イタヤカエデ

根は4月18~25日に伸び始め、8月8日から9月12日にかけて伸長量は多く、10月17~24日に伸長は停止した。季節変化はややゆるやかな一山型をしており、また根の伸長量の合計は2,371.7cmであった。一方、地上部の伸長は5月9~16日に始まり、7月4~11日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根は地上部よりも約3週間早く伸び始め、地上部の伸長中には根の伸長量はあまり多くないが、地上部の伸長停止後に根の伸長量は多くなった。

9 ヤマモミジ

根の伸長は4月18~25日に始まり、伸長量は5月30日~6月13日と7月25日~8月8日に多く、その他にも小さなピークもあるが、一季節変化は全体としては二山型をしていた6根の伸長停止は10月31日~11月7日であり、根の伸長量の合計は450.3cmであった。また地上部の伸長は5月2~9日に始まり、5月23~30日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根は地上部よりも約2週間早く伸び始め、地上部の伸長期間中には根の伸長量は少なく、地上部め伸長停止後に根の伸長量は多くなった。

10 カラコギカエデ

根の伸長は4月18~25日に始まり、伸長量は7月11~25日に最大となり、10月24~31日に停止した。季節変化はゆるやかな一山型をしており、また根の伸長量の合計は2,998.5cmであった。一方、地上部の伸長は5月9~16日に始まり、7月4~11日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根は地上部よりも約3週間早く伸び始め、地上部の伸長中にも根は伸びているが、地上部の伸長停止後に根の伸長量は多くなった。

11 オガラバナ

根の伸長は5月2~9日に始まり、7月11日から8月8日をピークとするゆるやかな一山型をしていた。根の伸長停止は11月7~14日であり、根の伸長量の合計は1,051.4cmであった。また地上部の伸長は4月25日~5月2日に始まり、やや不規則な伸長をして8月1~8日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根は地上部よりも約1週間遅く伸び始め、地上部の伸長中にも根は良く伸長しているが、地上部の伸長量がやや減少するころから、根の伸長量は多くなった。

12 ハリギリ

根は4月18~25日に伸び始め、伸長量は5月30日~6月6日と7月25日~8月1日に多く、10月17~24日に停止した。根の伸長の季節変化は二山型をしており、また根の伸長量の合計は876.0cmであった。一方、地上部の伸長は5月2~9日に始まり、6月6~13日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根は地上部よりも約2週間早く伸び始め、地上部の伸長が盛んな

時にも根は比較的良く伸びているが、地上部の伸長量が減少してくるにつれて根の伸長量は多くなった。

1984 年度調査結果

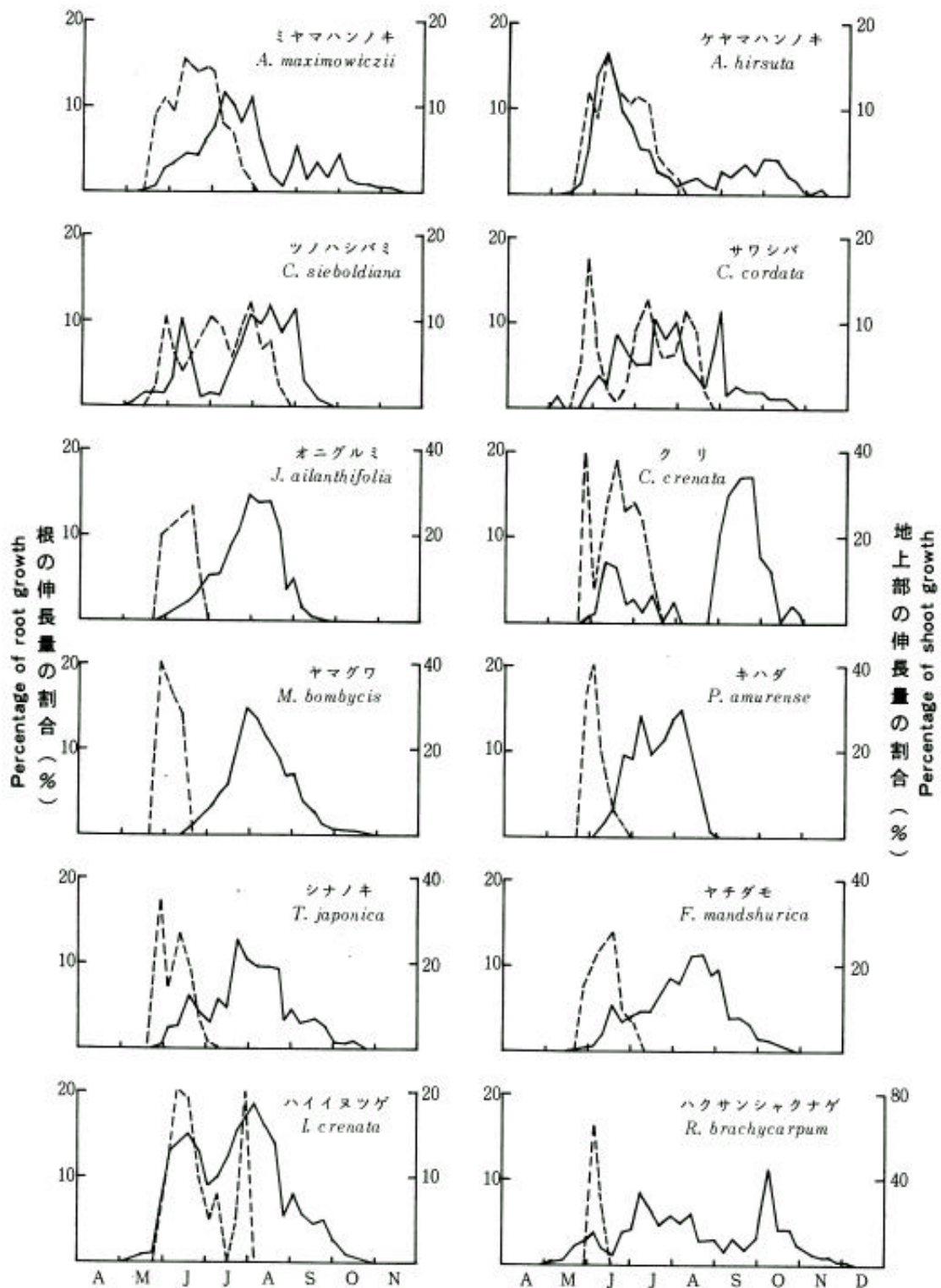


図 - 2 根の伸長量と地上部の伸長量の季節変化 (1984)

Fig . 2 . Seasonal variation of root and shoot growths of seedlings of twelve species of broad-leaved trees in 1984.

See explanation of Fig.1

1 ミヤマハンノキ

根の伸長は5月1～7日に始まり、伸長量は7月2～9日と7月23～30日に多く、その後にも小さなピークもみられるが増加と減少を交互に繰り返しているが、一つの小さなピークと見なすことができる。そのため全体とすると、6月下旬～7月下旬の大きなピークと8月下旬～9月下旬の小さなピークがあり、季節変化は二山型をしていた。なお根の伸長停止は11月12～19日で、根の伸長量の合計は340.6cmであった。また、地上部の伸長は5月14～21日に始まり、7月23～30日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根は地上部よりも約2週間早く伸び始め、地上部の伸長期間中にも根は比較的良く伸びていたが、地上部の伸長量の減少にともなって根の伸長量は増加した。

2 ケヤマハンノキ

根の伸長は4月24日～5月1日に始まり、伸長量は6月4～11日に最大となり、11月5～12日に停止した。季節変化は、6月上～下旬の大きなピークと9月中旬～10月上旬の小さなピークを持つ二山型をしていた。なお、根の伸長量の合計は465.4cmであった。また、地上部の伸長は5月14～21日に始まり、7月23～30日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根は地上部よりも約3週間早く伸び始め、地上部の伸長期間中には根も非常に良く伸長しており、両者の伸長の季節変化は良く似ていた。

3 ツノハシバミ

根の伸長は5月1～7日に始まり、伸長量は6月4～11日と7月下旬から8月下旬にかけて多く、季節変化は二山型をしていた。根の伸長は9月17～25日には停止した。また根の伸長量の合計は79.4cmであった。一方、地上部の伸長は5月14～21日に始まり、伸長量の季節変化は3つのピークを持ち、8月13～20日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根は地上部よりも約2週間早く伸び始め、地・部の伸長量が多いときには根の伸長量は少ない傾向があるが、全般に地上部の伸長中には根も比較的良く伸びていた。

4 サワシバ

根の伸長は5月1～7日に始まり、伸長量は6月11～18日、7月9～30日、8月27日～9月1日に多く、季節変化は3つのピークを持っていたが、伸長量が多い期間は長く続かず、かなり不規則であった。根の伸長が停止したのは10月15～22日であり、根の伸長量の合計は43.8cmであった。また地上部の伸長は5月14～21日に始まり、8月13～20日に停止した。地上部の伸長も3つのピークを持ち、根と同様にかなり不規則であった。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根は地上部よりも約2週間早く伸び始め、地上部の伸長量が多いときには根の伸長量はやや少ない傾向があるが、全般に地上部の伸長中にも根は良く伸びていた。

5 オニグルミ

根の伸長は5月22～29日に始まり、伸長量は7月23～30日に最大となり、8月中旬まで伸長量は多く、9月17～25日に停止した。季節変化はやや急な一山型をしており、また根の伸長量の合計は1,302.3cmであった。地上部の伸長も5月22～29日に始まり、6月18～25日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、両者はほぼ同時に始まったが、地上部の伸長期間中には根の伸長量はやや少なく、地上部の伸長が停止後に根の伸長量は多くなった。

6 クリ

根の伸長は5月22～29日に始まり、6月4～11日にピークとなり、7月30日から8月27日の間は伸長しなかった。その後再び伸び始め、9月8～25日に伸長量が最大となり、10月22～29日停止した。季節変化は明らかな二山型をしていた。なお根の伸長量の合計はきわめて少なく、わずかに25.5cmであった。

また地上部の伸長は5月22～29日に始まり、7月9～14日に停止した。

根と地王部の伸長の関係を見ると、両者はほぼ同時に始まり、地上部の伸長期間中にも根は良く伸長していた。

7 ヤマグワ

根の伸長は5月1～7日に始まり、伸長量は7月23～30日に最大となり、10月29日～11月5日に停止した。季節変化はややゆるやかな一山型をしており、また根の伸長量の合計は1,428.2cmであった。一方、地上部の伸長は5月22～29日に始まり、6月4～11日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根は地上部よりも約3週間早く伸び始め、地上部の伸長期間中には根の伸長量はきわめて少なく、地上部の伸長停止後に根の伸長量は多くなった。

8 キハダ

根の伸長は5月22～29日に始まり、伸長量は7月2～9日に多く、その後一度減少したあと7月30日～8月6日に最大となり、8月27日～9月1日には停止した。季節変化はピークが2つに分かれるものの、急で大きな一山型をしていた。なお、根の伸長量の合計は114.4cmであった。また、地上部の伸長は5月22～29日に始まり、6月18～25日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、両者はほぼ同時に始まり、地上部の伸長期間中には根の伸長量はきわめて少なく、地上部が停止したあとに根の伸長量は多くなった。

9 シナノキ

根の伸長は5月1～7日に始まったが伸長量はわずかで、しかもその後2週間は伸長せず、本格的に伸びだしたのは5月22～29日であった。伸長量は7月14～23日に最大となり、10月15～22日に停止した。小さなピークはあるものの、季節変化はやや急な一山型をしていた。なお、根の伸長量の合計は385.8cmであった。一方、地上部の伸長は5月22～29日に始まり、6月25日～7月2日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根の伸長は地上部よりも約3週間早く始まっているが、根が本格的に伸びだしたのは地上部とほぼ同時であった。また地上部の伸長期間中には根の伸長量はあまり多くなく、地上部の停止後に根の伸長量は多くなった。

10 ヤチダモ

根の伸長は5月1～7日に始まり、伸長量は8月13～20日に最大となり、11月5～12日に停止した。季節変化はゆるやかな一山型をしており、また根の伸長量の合計は2,069.8cmであった。一方、地上部の伸長は5月22～29日に始まり、6月25日～7月2日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根は地上部よりも約3週間早く伸び始め、地上部の伸長期間中には根の伸長量はやや少なく、地上部の伸長停止後に根の伸長量は多くなった。

11 ハイイヌツゲ

根の伸長は5月1～7日に始まり、伸長量は7月30日～8月6日に最大となり、10月29日～11月5日に停止した。6月中旬にもピークがあるので季節変化は二山型をしていたが、クリのようないちじるしい減少はみられない。なお、根の伸長量の合計は500.3cmであった。また、地上部の伸長は5月22～29日に始まり、7月9～14日に一度停止した後再び伸長し、7月23～30日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根は地上部の伸長よりも約3週間早く伸び始め、地上部の伸長期間中にも根はきわめて良く伸びていた。

12 ハクサンシャクナゲ

根の伸長は5月1～7日に始まり、伸長量は10月1～8日に最大となったが、5月29日～6月4日に小さなピークが、7月2～9日に大きなピークがあり、小さな増減はあるものの、季節変化は全体とし

て三山型をしていた。根の伸長停止は12月3~10日であり、また根の伸長量の合計は72.4cmであった。一方、地上部の伸長は5月29日~6月4日に始まり、6月4~11日にはもう停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根は地上部よりも約4週間早く伸び始め、地上部の伸長期間中にも根は良く伸びていた。

1985年度の調査結果

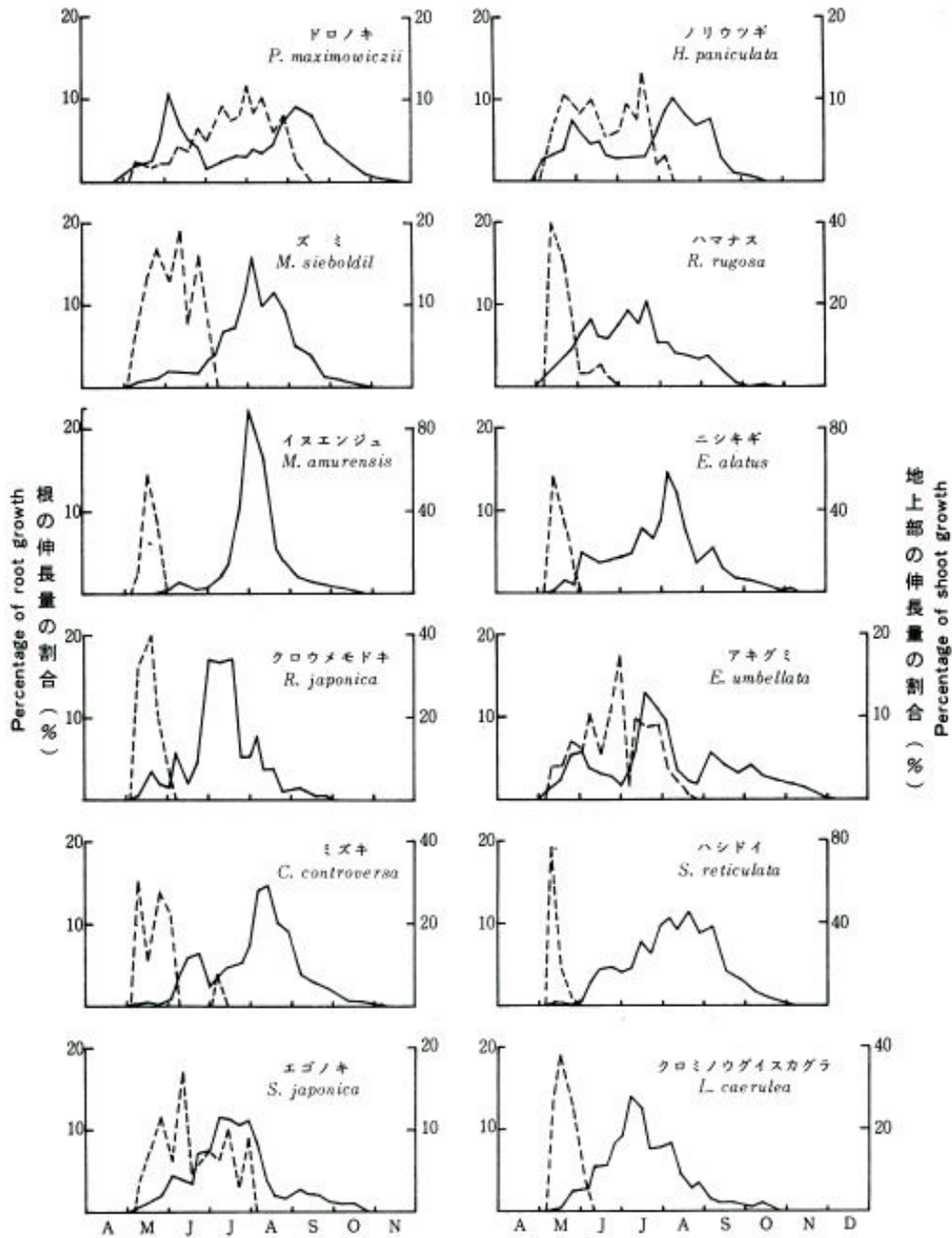


図 - 3 根の伸長量と地上部の伸長量の季節変化 (1985)

Fig . 3 Seasonal variation of root and shoot growths of seedlings of twelve species of broad-leaved trees in 1985.

See explanation of Fih.1

1 ドロノキ

根の伸長は4月23～30日に始まり、伸長量は5月27日～6月3日に最大となった。その後伸長量は一時減少したあと再び増加し、8月29日～9月7日にもう一つのピークがあり、季節変化は二山型をしていた。根の伸長停止は11月8～18日で、また根の伸長量の合計は1,884.5cmであった。一方、地上部の伸長は5月6～13日に始まり、伸長量は7月22～30日に最大となり、8月29日～9月7日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根は地上部よりも約2週間早く伸び始め、地上部が盛んに伸長しているときには根の伸長量はやや少なく、地上部の伸長が盛んな時期の前と後に根は良く伸長した。

2 ノリウツギ

根の伸長は4月23～30日に始まり、伸長量は5月20～27日と8月5～12日に多く、季節変化は二山型をしていた。根の伸長は10月29日～11月8日に停止し、根の伸長量の合計は1,135.4cmであった。また、地上部の伸長は5月6～13日に始まり、7月31日～8月5日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根は地上部よりも約2週間早く伸び始め、地上部の伸長中にも根は比較的良く伸びているが、地上部の伸長の減少にともなって根の伸長量は増加し、地上部の停止時に根の伸長量は最大となった。

3 ズミ

根の伸長は4月30日～5月6日に始まり、伸長量は7月31日～8月5日に最大となり。10月29日～11月8日に停止した。季節変化はゆるやかな一山型をしており、根の伸長量の合計は2,703.7cmであった。また、地上部の伸長は5月6～13日に始まり、6月24日～7月2日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根は地上部よりも約1週間遅く伸び始め、地上部の伸長が盛んなときには根の伸長量は少なく、地上部の伸長停止後に根の伸長量は多くなった。

4 ハマナス

根の伸長は4月30日～5月6日に始まり、伸長量は7月15～22日に最大となり、10月7～17日に停止した。伸長量は6月上旬と7月上旬にも多いが、その間の減少量が少ないことから、全体的には季節変化はゆるやかな一山型をしていた。なお、根の伸長量の合計は278.2cmであった。また、地上部の伸長は5月6～13日に始まり、6月17～24日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根は地上部よりも約1週間早く伸び始め、地上部の伸長が盛んなときには根の伸長量は少なく、地上部の伸長量が減少してくると根の伸長量は増加した。

5 イヌエンジュ

根の伸長は5月20～27日に始まり、7月15～22日に最大となり、10月7～17日に停止した。季節変化は急な一山型をしており、また根の伸長量の合計は401.0cmであった。一方、地上部の伸長は5月6～13日に始まり、5月22～27日には停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、根の伸長は地上部よりも約2週間遅く、また地上部の伸長期間中には根の伸長量ほきわめて少なかった。地上部の伸長が停止後にも根の伸長量が少ない時期はしばらく続いたが、その後根の伸長量は急に増加した。

6 ニシキギ

根の伸長は5月6～13日に始まり、伸長量は7月31日～8月5日に最大となり、10月29日～11月8日に停止した。季節変化は小さなピークはあるものの、それらの期間はごく短いため、全体としてはゆるやかな一山型であった。なお、根の伸長量の合計は253.1cmであった。また、地上部の伸長は5月6～13日に始まり、5月20～27日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると、両者はほぼ同時に始まり、地上部の伸長期間中には根の伸長量は

きわめて少なく、地上部の伸長が停止後に根の伸長量は徐々に増加した。

7 クロウメモドキ

根の伸長は5月6～13日に始まり、伸長量は6月24日～7月15日に多く、小さなピークはあるものの全体としては季節変化はやや急な一山型をしていた。根の伸長は10月29日～11月8日に停止し、根の伸長量の合計は146.0cmであった。また地上部の伸長は5月6～13日に伸び始め、5月27日～6月3日に停止した。

根と地上部の伸長の関係をみると、両者はほぼ同時に始まり、地上部の伸長期間中には根の伸長量は少なく、地上部の伸長停止後に、根の伸長量は多くなった。

8 アキグミ

根の伸長は4月30日～5月6日に始まり、伸長量は7月15～22日に最大となったが、5月下旬と9月上旬、10月上旬にも小さなピークがみられる。しかし9月上旬～10月上旬にかけては、減少期間がわずかに1回だけであり、季節変化は小さなピーク、大きなピーク、小さなピークの三山型をしていた。なお根の伸長停止は11月18～29日で、根の伸長量の合計は542.4cmであった。また、地上部の伸長は5月6～13日に始まり、8月12～19日に停止した。

根と地上部の伸長の関係をみると、根は地上部よりも約1週間早く伸び始め、地上部の伸長量が最大の時期には根の伸長量はやや少ないものの、地上部が良く伸びている間に根の伸長量も最大になっており、地上部の伸長期間中には根も比較的良く伸びていた。

9 ミズキ

根の伸長は5月6～13日に始まり、伸長量は8月5～12日に最大となり、10月17～27日に停止した。季節変化は6月中旬め小さなピークと8月上旬の大きなピークの二山型をしており、根の伸長量の合計は909.7cmであった。また、地上部の伸長は5月6～13日に始まり、5月27日～6月1日に停止した後、7月2～8日にも若干伸長した。

根と地上部の伸長の関係をみると、両者はほぼ同時に始まり、地上部の伸長中には根の伸長量は少なく、地上部の伸長停止後に根の伸長量は多くなった。

10 ハシドイ

根の伸長は4月30日～5月6日に始まり、伸長量は8月12～19日に最大となり、10月29日～11月8日に停止した。その間いくつかの小さなピークはあるものの、季節変化は全体としてゆるやかな一山型をしていた。なお、根の伸長量の合計は1,423.0cmであった。また、地上部の伸長は5月6～13日に始まり、5月20～27日に停止した。

根と地上部の伸長の関係をみると、根は地上部よりも約1週間早く伸び始め、地上部の伸長中には根の伸長量ほきわめて少なく、地上部の伸長停止後に根の伸長量は徐々に増加した。

11 エゴノキ

根の伸長は5月6～13日に始まり、伸長量は7月2～31日にかけて多く、10月7～17日に停止した。季節変化はゆるやかな一山型をしており、また根の伸長量の合計は341.7cmであった。地上部の伸長は5月6～13日に始まり、7月22～31日に停止した。

根と地上部の伸長の関係をみると、両者はほぼ同時に始まり、地上部の伸長期間中には根も良く伸びており、地上部の伸長が停止した後には根の伸長量も急減した。

12 クロミノウグイスカズラ

根の伸長は5月6～13日に始まり、伸長量は7月2～8日に最大となり、10月17～27日に停止した。季節変化はゆるやかな一山型をしており、根の伸長量の合計は864.5cmであった。また、地上部の伸長

は5月6~13日に始まり, 5月27日~6月3日に停止した。

根と地上部の伸長の関係を見ると, 両者はほぼ同時に始まり, 地上部の伸長中には根の伸長量は少なく, 地上部の伸長停止後に根の伸長量は多くなった。

考 察

根の伸長開始期と停止期

根の伸長は地上部の生長などとの関係も深い(苅住ほか, 1980a; 寺田, 1985)が, 根の伸長の開始期と停止期には地温の影響をかなり受けると考えられる。根の伸長の開始期と停止期を年度ごとに図-4

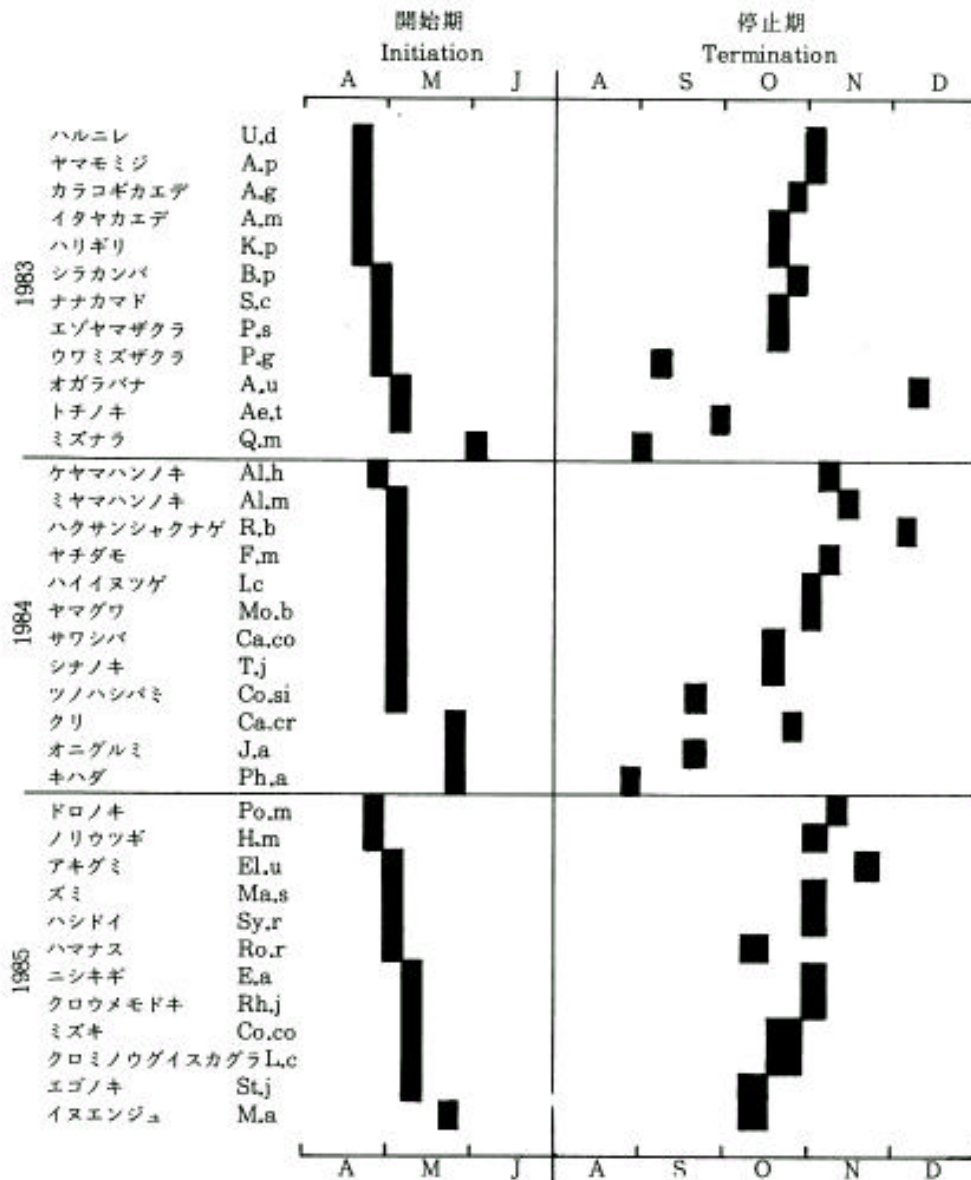


図-4 根の伸長の開始期と停止期

Fig. 4. Seasonal initiation and termination of root growth of seedlings of thirty-six species of broad-leaved trees.

- | | | |
|--|--|--|
| A.g : <i>Acer ginnala</i> | E.a : <i>Euonymus alatus</i> | P.g : <i>Prunus grayana</i> |
| A.m : <i>Acer mono</i> | El.u : <i>Elaeagnus umbellata</i> | Ph.u : <i>Phellodendron amurense</i> |
| A.p : <i>Acer palmatum</i> var. <i>matsumurae</i> | F.m : <i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i> | Po.m : <i>Populus maximowiczii</i> |
| A.u : <i>Acer ukurunduense</i> | H.m : <i>Hydrangea paniculata</i> | Q.m : <i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i> |
| Ae.t : <i>Aesculus turbinata</i> | Lc : <i>Ilex crenata</i> var. <i>padosa</i> | R.b : <i>Rhododendron brachycarpum</i> |
| Al.h : <i>Alnus hirsuta</i> | J.a : <i>Juglans ailanthifolia</i> | Rh.j : <i>Rhamnus japonica</i> |
| Al.m : <i>Alnus maximowiczii</i> | K.p : <i>Kalopanax pictus</i> | Ro.r : <i>Rosa rugosa</i> |
| B.p : <i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i> | L.c : <i>Lonicera caerulea</i> var. <i>emphyllotalyx</i> | S.c : <i>Sorbus commixta</i> |
| Ca.co : <i>Carpinus cordata</i> | M.a : <i>Maackia amurensis</i> var. <i>buergeri</i> | St.j : <i>Styrax japonica</i> |
| Ca.cr : <i>Castanea crenata</i> | Ma.s : <i>Malus sieboldii</i> | Sy.r : <i>Syringa reticulata</i> |
| Co.co : <i>Cornus controversa</i> | Mo.b : <i>Morus bombycis</i> | T.j : <i>Tilia japonica</i> |
| Co.si : <i>Corylus sieboldiana</i> | P.s : <i>Prunus sargentii</i> | U.d : <i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> |

に示した。各年度ごとに樹種によって伸長開始期と停止期が異なるのは、種ごとの地温に対する反応の
で違いが大きいことを示すものと思われる。

多くの樹種の根の伸長の開始期は、4月下旬から5月上旬である。また1983年に調査したカエデ属4
種中3種とバラ科3種の根の伸長の開始期は同じ時期であり、1984年のカバノキ科4種は、ケヤマハン
ノキが約1週間早い。他は同じ時期であることから、同じ科の樹種は根の伸長の開始時期はほぼ同じで
あると思われる。なお、前報(1982b)と比較すると、イチイやトドマツなど常緑針葉樹が広葉樹より
も根の伸長の開始時期は早い傾向がみられる。

一方、伸長の停止期は開始期に比べて樹種による違いが大きく、3ヵ月以上め開きがある。停止期のも
っとも早い樹種はキハダ・ミズナラの8月下旬で、もっとも遅い樹種はハクサンシャクナゲの12月上
旬であったが、多くの樹種は10月中毎~11月上旬に根の伸長を停止している。なお同科・同属の樹種でも
停止期はばらつきがあった。また前報を含めて比較すると、落葉樹よりもイチイ、トドマツ、ハクサンシ
ャクナゲなど常緑樹のほうが停止期が遅い傾向がみられる。

また、全般に伸長開始期の遅いミズナラ・オニグルミ・キハダは停止期が早く、イヌエンジュも停止
期がやや早い。またトチノキも伸長量が多くなったのは6月上旬からであり、これも停止期は早い。樹
木の内部の生理的な周期性もあるが、これらの樹種は根の伸長のためには他の樹種に比べて高い地温が
必要であると考えられる。

根の伸長と地上部の伸長との関係

根の伸長と地上部の伸長の関係については、冬期地上部の生長休止期でも地温を高くすると根の生長
が盛んになる樹種と高くしても全く伸びない樹種があり、根の生長と地上部の生長と密接な関係のある
樹種とあまり関係のない樹種とがある(苧住ほか, 1980a; 寺田ほか, 1983; 寺田, 1985)。地上部の生
長と関係のない樹種には常緑広葉樹やスギ・ヒノキなど常緑針葉樹がある。一方、カラマツ(苧住ほか,
1980a)・コナラ・ミズナラ(寺田, 1985)・エゾヤマザクラ(佐藤, 未発表)の落葉樹は地温を高くし
ても根の伸長は認められず、地上部の生長と密接に関係していることが実験的に確かめられている。また、
アカエゾマツでも地上部の伸長と密接な関係があることが明らかにされており(佐藤ほか, 1982a)、落葉
広葉樹や北方系の針葉樹では根の伸長と地上部の伸長とは密接に関係している耐種が多いと考えられる。

根と地上部の伸長の開始時期を比較すると、地上部のほうが早く伸び始めたのは3種で、10種はほぼ

表 - 2 根と地上部の伸長開始時期の関係

Table 2. Seasonal initiation of root growth of thirty-six species compared with their shoot growth.

伸長開始期 Seasonal initiation	樹種 Species					
根の伸長が早い Root growth earlier than shoot growth.	トチノキ(1) <i>A. trubicata</i>	ウワミズザクラ(1) <i>P. grayana</i>	エゾヤマザクラ(1) <i>P. sargentii</i>	ズミ(1) <i>M. sieboldii</i>	ハナナス(1) <i>R. rugosa</i>	ハシドイ(1) <i>S. reticulata</i>
	アキメグ(1) <i>E. umbellata</i>	ハルニレ(2) <i>U. dauidiana</i>	ハリギリ(2) <i>K. pictus</i>	ツノハシバミ(2) <i>C. sieboldiana</i>	ミヤマハンノキ(2) <i>A. maximowiczii</i>	サワシバ(2) <i>C. cordata</i>
	ドロノキ(2) <i>P. maximowiczii</i>	ノリウツギ(2) <i>H. paniculata</i>	ヤマモミジ(2) <i>A. palmatum</i>	イタヤカエデ(3) <i>A. maro</i>	カラコギカエデ(3) <i>A. girrala</i>	シナノキ(3) <i>T. japonica</i>
	ヤチダモ(3) <i>F. mardshurica</i>	ヤマグワ(3) <i>M. bombycis</i>	ハイイヌツゲ(3) <i>I. crenata</i>	ケヤマハンノキ(3) <i>A. hirsuta</i>	ハクサンシャクナゲ(4) <i>R. brachycarpum</i>	
ほぼ同じ時期 Root growth and shoot growth alm- ost simultaneous	オニグルミ <i>J. ailanthifolia</i>	シラカンバ <i>B. platyphylla</i>	クリ <i>C. crenata</i>	キハダ <i>P. amurense</i>	ナナカマド <i>S. commixta</i>	ニシギキ <i>E. alatus</i>
	クロウメモドキ <i>R. japonica</i>	ミズキ <i>C. controuersa</i>	エゴノキ <i>S. japonica</i>	加ガクイカガ <i>L. caerulea</i>		
根の伸長が遅い Root growth later than shoot growth	オガラバナ(1) <i>A. ukurunduense</i>	イヌエンジュ(2) <i>M. amurensis</i>	ミズナラ(4) <i>Q. mongolica</i>			

()内の数字は根の伸長が地上部よりも早いか、または遅い週間数を示す。

The number in parentheses indicates weeks which represent the difference between the initiation of root growth and shoot growth.

同じ時期,23種は根の伸長が早く始まっていた(表-2)。また停止期はいずれも地上部が早かった。前回の結果(佐藤ほか,1982b)もアカエゾマツ,トドマツ,カツラは根の伸長が先に始まり,カラマツ,キタコブシでは地上部の伸長が早く,いずれの樹種も根は地上部より遅くまで伸びている。LYA et al.(1967)の報告でも7種中4種は根の伸長が早く,2種はほぼ同時で,1種だけが地上部が早く伸びており,また根は地上部よりも遅くまで伸長していた。このように多くの広葉樹の根の伸長は,全般に地上部の伸長よりも早いかほぼ同時に始まるものが多く,またすべての樹種で地上部の伸長が停止した後にも根は伸び続ける。

また,地上部の伸長期間中の根の伸長の度合を類型化すると,4つに大別される(表-3)。すなわち,

表-3 根の伸長と地上部の伸長の関係

Table 3. Relationship between root growth and shoot growth of thirty-six species.

型 Type	地上部が伸長中の根の伸長量 Condition of root growth during vigorous shoot growth	樹種 Species								
I	根の伸長がきわめて少ない樹種 Scarcely any growth	ミズナラ <i>Q. mongolica</i>	ヤマダラ <i>M. bombycia</i>	エゾヤマザクラ <i>P. sargentii</i>	ウワミズザクラ <i>P. grayana</i>	ナナカマド <i>S. commixta</i>	イヌエンジュ <i>M. amurensis</i>	キハダ <i>P. amurense</i>		
		トチノキ <i>A. turbinata</i>	ヤマモミジ <i>A. palmatum</i>	ニシキギ <i>E. alatus</i>	ミズキ <i>C. controversa</i>	ハシドイ <i>S. reticulata</i>	クロミノウグイスカグラ <i>L. caerulea</i>			
II	根が若干伸長する樹種 A little growth	オニグルミ <i>J. ailanthifolia</i>	ズミ <i>M. sieboldii</i>	ハマナス <i>R. rugosa</i>	イタヤカエデ <i>A. moso</i>	シナノキ <i>T. japonica</i>	クロウメモドキ <i>R. japonica</i>	ヤナダモ <i>F. mandshurica</i>		
III	根が比較的伸長する樹種 Considerable growth	ドロノキ <i>P. maximowiczii</i>	サワシバ <i>C. cordata</i>	ツノハシバミ <i>C. sieboldiana</i>	ミヤマハンノキ <i>A. maximowiczii</i>	オガラバナ <i>A. okurundance</i>	カラコビカエデ <i>A. ginnata</i>	アキグミ <i>E. umbellata</i>		
		ハリギリ <i>K. pictus</i>								
IV	根が良く伸長する樹種 Vigorous growth	ハルニレ <i>U. davidiana</i>	シラカンバ <i>B. platyphylla</i>	ケヤマハンノキ <i>A. hirsuta</i>	クナリ <i>C. crenata</i>	ノリウツギ <i>H. paniculata</i>	エゴノキ <i>S. japonica</i>	ハイイヌツギ <i>L. crenata</i>		
		ハクサンシャクナゲ <i>R. brachycarpum</i>								

地上部が盛んに伸長しているときに,根の伸長がきわめて少ない樹種(I型),若干伸長する樹種(II型),比較的良く伸長する樹種(III型),良く伸長する樹種(IV型)の四型である。このうちII型が13種と最も多く,III型は7種,IV型は8種,II型は8種であった。なお,カツラとキタコブシはII型に,イチイはIII型に,アカエゾマツ,トドマツ,カラマツはIV型に属する。これを落葉広葉樹の地上部の伸長パターンを類型化した開葉様式(菊沢,1986)と比較すると,ミズナラ,エゾヤマザクラなど開葉様式が一斉型の樹種の多くはI型・II型の樹種であり,順次型のものはIII型に属している。しかし,中間型のものにはI型からII型までみられ,地上部の生長と根の生長とは必ずしも一致しないものがある。しかし全般にI型・II型の樹種には地上部の伸長期間の短いものが多い。これは,地上部の伸長期間の短い樹種はその期間中は根の伸長を抑えて地上部を伸長させるためと考えられる。なお,ハルニレやミズキなどでは地上部の二次伸長中には根の伸長量はやや減少しているが,ミズナラをはじめ二次伸長(水井,1985)する樹種の地上部と根の伸長関係については,調査できなかった。また,カバノキ科5種はII型,III型に,バラ科5種はIII型,IV型に属しているが,カエデ属4種はII型~III型に分かれていた。このように同科でも類型が異なるものもあるので,樹種ごとにその特性を明らかにする必要があると考えられる。

根の伸長の季節変化様式の類型化

根の伸長の季節変化は樹種によって異なっていることは良く知られている(LYA et al.,1967; 苅住,1979; 佐藤ほか,1982b)。根の伸長量が最大となる時期が樹種ごとに異なっていることから,自然条件下では樹種特有の根の伸長の季節変化をするものと思われる。このように,根の伸長の季節変化は樹種によって異なるので,それらをいくつかの類型化を試みた。

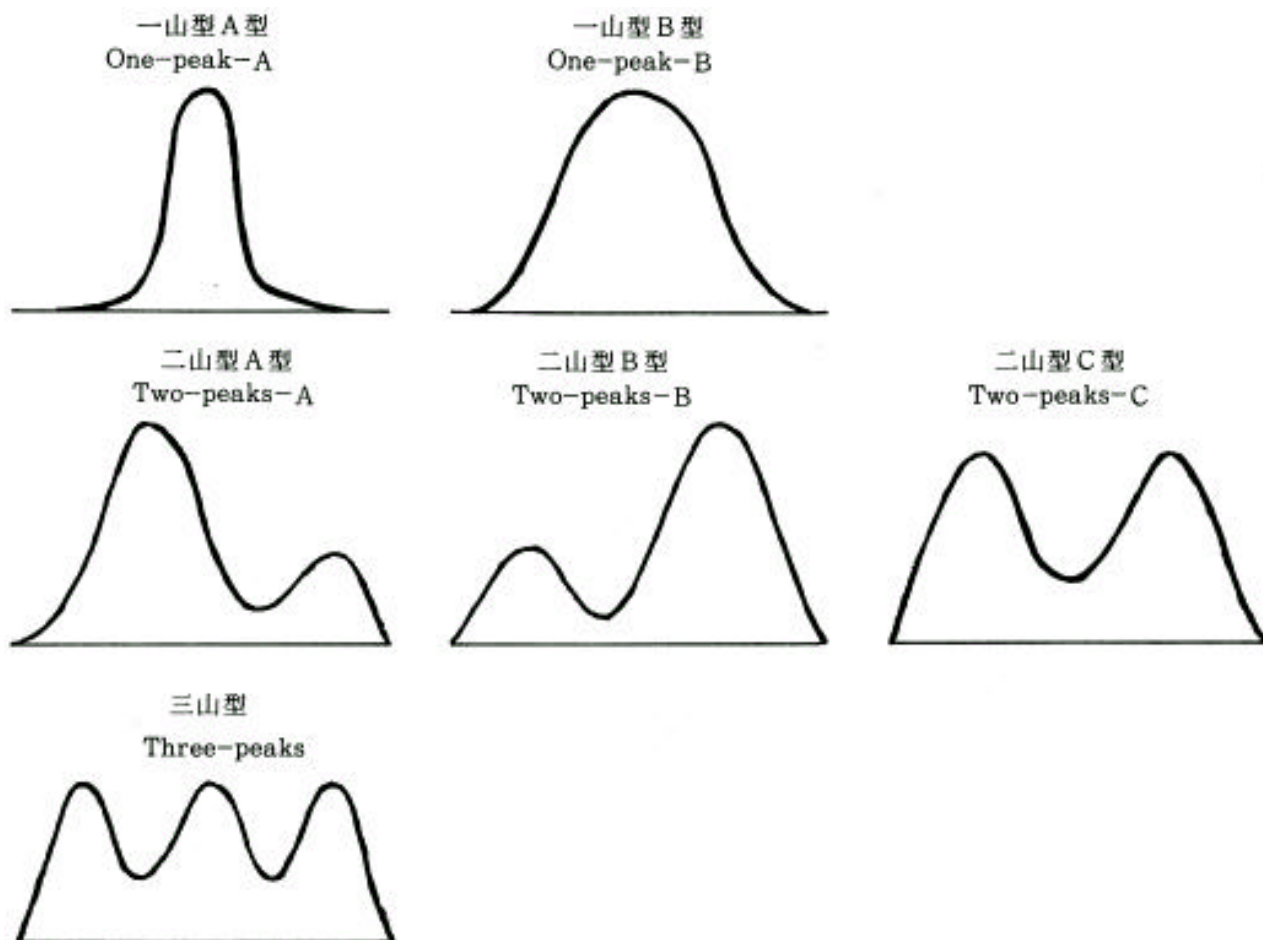


図 - 5 根の伸長季節の変化様式の模式図

Fig .5 . Schematic figure of classified patterns of seasonal variation of root growth .

表 - 4 根の伸長の季節変化様式

Table 4 . Patterns of seasonal variations in root growth characteristics of trees .

季節変化様式 Pattern	樹種 Species					
一山型 A One-peak	ミズナラ <i>Q.mongolica</i> トチノキ <i>A.turbirata</i>	オニグルミ <i>J.ailanthifolia</i> クロウメモドキ <i>R.japonica</i>	エゾヤマザクラ <i>P.sargentii</i>	ウワミズザクラ <i>P.grayana</i>	イヌエンジュ <i>M.amurensis</i>	キハダ <i>P.amurense</i>
	シラカンバ <i>B.platyphylla</i> オガラバナ <i>A.ukruruduense</i> クロノウグイスカグラ <i>L.caerulea</i>	ヤマグワ <i>M.bombycis</i> シナノキ <i>T.japonica</i>	ナナカマド <i>S.commixta</i> ニシキギ <i>E.alatus</i> イチイ* <i>T.cuspidata</i>	ズミ <i>M.sieboldii</i> ヤダチモ <i>F.mandshurica</i> カツラ* <i>C.japonica</i>	ハマナス <i>R.rugosa</i> ハシドイ <i>S.reticulata</i>	イタヤカエデ <i>A.mono</i> エコノキ <i>S.japonica</i>
二山型 A Two-peaks	ミヤマハンノキ <i>A.maximowiczii</i>	ケヤマハンノキ <i>A.hirsuta</i>	ハルニレ <i>U.davidiana</i>	ハリギリ <i>K.pictus</i>	キタゴブシ* <i>M.kobus</i>	
	ツノハシバミ <i>C.sieboldiana</i>	クリ <i>C.crenata</i>	ミズキ <i>C.controuersa</i>	アカエゾマツ* <i>P.glehnii</i>	トドマツ* <i>A.sackalinensis</i>	カラマツ* <i>L.leptolepis</i>
	ドロノキ <i>P.maximowiczii</i>	ノリウツギ <i>H.paniculata</i>	ヤマモミジ <i>A.palmatum</i>	ハイイヌツゲ <i>I.crenata</i>		
三山型 Three-peaks	サワシバ <i>C.coedata</i>	アキメグ <i>F.umbellata</i>	ハクザンヤッケ <i>R.brachycarum</i>			

* : 佐藤・斎藤 (1982) による

After SATOH and SAITOH (1982b)

前報(1982b)の6樹種では一山型と二山型しかみられなかったが、今回さらに36樹種の結果をもとに、根の伸長のピークがいくつあるかによって、季節変化の様式を一山型、二山型、三山型の3つに、さらにそのピークの形によって一山型はA型とB型の2つに、二山型はA～C型の3つに分類した(図-5,表-4)。なお、キタコブシは前報では一山型としたが、供試樹種が増加して再度類型化した結果、二山型として区分した。

根の伸長の季節変化は一山型の樹種が24種(A型8種,B型16種)と最も多く、二山型が15種(A型5種,B型6種,C型4種)、三山型が3種であった。またLYR et al.(1967)の結果では、*Pinus siluestris*一山型、*quercus borealis*と*Betula uerrucosa*、*Picea sbies*は二山型、*Robiia puseudo-acasia*は三山型をしており、苅住(1979)が調べたアカマツ、スギなど針葉樹8種は、ヒノキアスナ口が三山型のほかはすべて二山型をしており、このように多くの樹木の根の伸長の季節変化は一～三山型に分けられる。なお、一般に根は春と秋に伸長して盛夏には休むといわれているが、落葉広葉樹では一山型の樹種のほうが多く、夏も盛んに伸長しているものが多い。

また、バラ科5種の季節変化はいずれも一山型であるが、同属のエゾヤマザクラとウワミズザクラは一山型A型で、他は一山型B型であった。カバノキ科5種では一山型から三山型までみられたが、同属のミヤマハンノキとケヤマハンノキは二山型A型で似た季節変化をしている。またカエデ属では、ヤマモミジが二山型C型をしている以外はいずれも一山型B型をしている。このように同属の樹種では根の伸長が盛んな時期は異なるものの、季節変化型は似たような傾向を示すものが多いようである。

この季節変化の様式と根および地上部の伸長関係の型とを比較すると、一山型B型はI～型と広範囲にわたっており、二山型B型の針葉樹はいずれも型に属するが、落葉広葉樹は各山型の各型にわたっていた。しかし、一山型A型はすべてI型に、二山型A型と三山型は型にはいり、二山型C型もヤマモミジ以外は型にはいる。このように一山型B型と二山型B型の広葉樹以外は根と地上部の伸長関係の型に比較的良好に対応しているといえる。

このように、多くの樹種では根の伸長は4月下旬～5月上旬に、地上部の伸長よりも先かまたはほぼ同時に始まり、地上部の伸長が停止後も伸び続け、10月中旬～11月上旬に停止する。地上部の伸長と根の伸長との関係は樹種によって異なり、地上部が伸長している時には根はほとんど伸長しないものから、非常に良く伸びるものまでみられる。また、根の伸長が盛んな時期も樹種によって異なるが、伸長量が多い時期がいくつあるかによって根の伸長の季節変化は一山型～三山型に分けられる。

同属の樹種では、地上部の伸長と根の伸長との関係および根の伸長の季節変化の様式は似た傾向を示すものが多い。しかし例外もあり、また根の伸長が最大となる時期は樹種によって異なるので、各樹種ごとの根の伸長の季節的な特性を明らかにする必要があると考えられる。

なお、このような調査は成木を用いるのが難しいために苗木を用いるのが一般的であるが、成木の場合と苗木ではどのような違いがあるのかは今後の課題となろう。

文 献

HEAD, G. C. 1966 Estimating seasonal changes in the quantity of white unuberized root on fruit trees. *Jur. Hort. Sci.* 41: 197 - 206

本多恒夫 1960 クワの根系の季節変化. *日蚕誌* 29: 436 - 442

苅住昇 1979 樹木根系図説. 1121pp. 誠文堂新光社. 東京.

・寺田正男・山本幸右 1980a 大型根箱による根系生長の観察. *91回日林論*: 235 - 236

