

〈論文〉

広葉樹の苗木の生長に対する ジベレリンの効果及び苗木の 生長と内生生長物質との関係

橋 詰 隼 人^{*}

The Effect of Gibberellin Application on the Growth of Seedlings of Broad-leaved Trees and the Relation between the Growth of Seedlings and Endogenous Growth Substances

Hayato HASHIZUME^{**}

Summary

The promotion of seedling growth by spraying with gibberellin and the relation between endogenous growth substances and seedling growth were studied by using the seedlings of beech, oak, buckeye, paulownia, etc. Foliar spraying of gibberellin with water solutions of 100~500 ppm was carried out during the period of from June to August. Endogenous growth substances were extracted with 80% cold methanol, separated by paper chromatography, and bioassayed by the dwarf rice 'Tan-ginbozu' assay and the oat straight growth assay.

The elongation growth of seedlings of beech, oak, oriental elm and paulownia was accelerated more than twice as compared with controls by foliar sprays of gibberellin at concentrations of 100~500 ppm. Although the summer dormant buds of buckeye did not flush by gibberellin treatment only, when gibberellin was treated after defoliation the flushing of the buds occurred and the stem growth was promoted.

In this experiment, at least two gibberellin-like substances (Rf 0.2~0.3 and Rf 0.5~0.7), an IAA-like substance (Rf 0.4~0.5) and an ABA-like substance (Rf 0.6~0.8) were found in the extracts of seedlings of beech, oak and buckeye. The activities of gibberellin-like substances and auxins in the seedlings generally tended to increase in growth period and decrease in growth resting period. On the other hand, growth inhibitors tended to increase in growth resting period.

In the seeds of beech, oak and buckeye, gibberellins and auxins were contained in large quantities in the cotyledon, and in the early stage of seed germination it seemed that these substances were transported from the

* 鳥取大学農学部造林学研究室 : *Laboratory of Silviculture, Faculty of Agriculture, Tottori University*
本研究は、昭和58年度文部省科学研究費補助金(特定研究No.58124028)による研究である。

cotyledon to other organs and used for elongation growth. In the seedlings of beech and oak, it was found that the content of gibberellin-like substances was more in the root than in the shoot. It suggests that the root plays an important role in gibberellin production.

In the seedlings of buckeye, the activities of gibberellin-like substances increased in both of the shoot and root, when summer dormant buds were flushed by defoliation.

I 緒 言

広葉樹は一般に低質材として軽視されてきたが、建築・家具・合板・特殊用材として有用なものも多く、また最近森林の公益的機能の面からも広葉樹が見直されてきた。広葉樹は生育特性、材質などが針葉樹と著しく異なるので、広葉樹を有効に利用するためには、その特性をよく研究する必要がある。広葉樹の特徴として、少数の例外を除き、一般に針葉樹に比べて生長が遅く、幹が通直でなく、枝が太くて幹の割合が少なく、枝張りが広く、材は繊維が多くて堅い、などの特性があげられる。これらは林業上不利な場合が多いが、材の利用上有利な場合もある。

林木の生長や器官の分化は、林木自体が生産する植物ホルモンによって制御されているので、このような広葉樹の特性、例えば生長力、分枝性、組織の分化などは、ホルモン生理学的観点から見ると、植物ホルモンの働きによって制御されているということが出来る。植物ホルモンの役割の研究は生育特性を解明する上に大変重要である。今日多種類の植物ホルモンが発見されているが、それらの中でジベレリンは林木の生長や開花に対して著しい影響をおよぼす。既往の報告書を見ると、広葉樹の伸長生長はジベレリン処理によって著しく促進されたという報告^{2,7,12,16,17}が多い。本研究においては、先ず育苗期間の短縮あるいは林地に植栽後下刈り期間の短縮をはかる目的で、ジベレリンの葉面散布による広葉樹苗木の伸長生長の促進について研究した。次いで、広葉樹の苗木の伸長生長と内生生長物質との関係について、ジベレリン、オーキシシン及び生長抑制物質を分析して調べた。

なお、本報告の一部は第95回日本林学会大会(1984年)において発表したことを付記する。

II 材 料 と 方 法

1. 生長調節物質の処理

ブナ、クヌギ、コナラ、ミズナラ、ムクノキ、キリ及びトチノキの当年生～2年生苗木を用いて実験を行った。ジベレリンの葉面散布は100～500ppm水溶液を使用し、ブナ、クヌギの苗木に対しては6月16日～7月17日の間に3回、コナラ、ミズナラ、ムクノキの苗木に対しては7月17日～8月8日の間に3回、キリの苗木に対しては7月18日～10月15日の間に17回、新条の先端部に散布した。トチノキ苗はジベレリンの葉面散布で開芽しなかったため、6月22日に摘葉処理を行い、続いてIBA 0.2%、GA_{4/7} 0.3%、BA 0.3%、B₉ 0.5%、TIBA 0.5%、チオ尿素1%の各ラノリン軟膏を芽に塗布

し、茎の伸長生長におよぼす生長調節物質の影響を調べた。

2. 内生生長物質の分析

供試材料：ブナ（当年生と6年生）、コナラ（当年生）、クヌギ（当年生と3年生）及びトチノキ（当年生と3年生）の苗木を用いて実験を行った。発芽直後の幼苗は、ブナでは全体を、コナラ、クヌギ、トチノキでは子葉、新条及び根に3区分して分析に用いた。6月以降の分析は苗木を新条あるいは苗条と根に分けて分析した。苗条及び根はなるべく先端部の若い部分を採取して用いた。

オーキシンの抽出：試料10gを乳鉢ですりつぶし、80%メタノールを3回に分けて加え、2℃で24時間抽出した。抽出液をろ別し、減圧下でメタノールを除き、ろ液を飽和炭酸水素ナトリウムでpH 8.5に調節し、酢酸エチルで3回振出して酢酸エチル相と水相に分けた。次に水相を1N塩酸でpH 2.8に調節し、酢酸エチルで3回振出した。酢酸エチル相を分別し、減圧下で乾固し、少量のエーテルを加えて可溶部をとり、酸性分画とした。この分画には遊離型オーキシンが含まれている。

ジベレリンの抽出：試料50gを乳鉢ですりつぶし、80%メタノールを3回に分けて加え、2℃で24時間抽出した。抽出液をろ別し、減圧下でメタノールを除き、ろ液を1N塩酸でpH 3.0に調節し、酢酸エチルで4回振出して、酢酸エチル相と水相に分けた。酢酸エチル相は飽和炭酸水素ナトリウムで3回振出して、水相を分別した。水相は1N塩酸でpH 3.0に調節し、酢酸エチルで4回振出して、酢酸エチル相を分別した。酢酸エチル相を減圧下で乾固し、酢酸エチル可溶性酸性分画をえた。この分画には遊離型ジベレリンが含まれている。

生長物質の分離：オーキシン及びジベレリンの分離はペーパー・クロマトグラフィーを応用して行った。酸性分画を少量のエーテルあるいは酢酸エチルに溶かし、東洋ろ紙No. 50（20×40cm）の一端につけ、一次元上昇法により25℃暗所で約25cm展開した。展開溶媒として、イソプロパノール：アンモニア：水（8：1：1，v/v/v）混液を用いた。展開したクロマトグラムは縦に切断し、オーキシンの検定には試料5g相当分を、ジベレリンの検定には50g相当分を用いた。

生長物質の生物検定：オーキシンの検定はアベナ伸長試験法によって行った。検定植物として、ピクトリー1号を用いた。展開したクロマトグラムを横に10等分し、各切片を直径2cmの管びんに入れ、pH 5.0、蔗糖濃度2%のリン酸2カリウム—クエン酸緩衝液を1.5mlずつ加え、長さ5mmのアベナ子葉鞘切片を10個ずつ入れ、25℃暗所で20時間培養して、切片の伸長量を測定した。ジベレリンの検定はイネ検定法を応用して行った。検定植物として、タンギンボウズを用いた。クロマトグラムの展開部分を横に10等分し、各切片を直径3cm、高さ7cmの管びんに入れ、蒸留水を2ml加え、これに発芽直後のイネの芽ばえを7個ずつ植えつけ、ポリエチレンの布で覆い、30℃、2,500 luxの恒温器に入れ、7日間生育させて第2葉鞘の伸長量を測定した。

Ⅲ 結 果

1. 苗木の伸長生長に対するジベレリンの効果

実験の結果を図1、写真1に示す。ブナ、クヌギ、ミズナラ、ムクノキ、キリでは、100～500 ppm

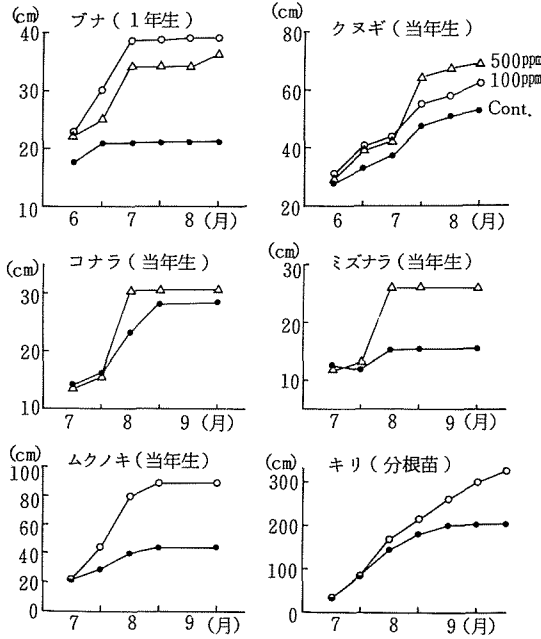


図1 広葉樹稚苗の伸長生長におよぼすジベレリンの影響
 GA₃の散布：ブナ、クヌギ；6/16～7/17，3回。コナラ、ミズナラ、ムクノキ；7/17～8/8，3回。キリ；7/18～10/15，17回。



写真1 ジベレリンの散布によるキリの生長促進
 左側：無散布区，右側：GA₃ 100ppm水溶液散布区。

表1 トチノキ苗（2年生）の夏休眠打破に対するホルモン剤の効果

処 理 区	処理前 苗 高 (cm)	伸長量 (cm)	伸長率 (%)	開芽率 (%)
対 照 (摘葉)	36.4	4.5	12.4	100
IBA 0.2%	24.4	7.1	29.1	100
GA _{4/7} 0.3%	31.2	14.3	45.8	100
BA 0.3%	29.1	7.4	25.4	100
B ₉ 0.5%	29.1	7.6	26.1	100
TIBA 0.5%	34.2	5.3	15.5	100
チオ尿素 1%	30.0	3.7	12.3	100

備考：6月22日にラノリン軟膏を芽に塗布する。



写真2 摘葉処理によるトチノキの開芽
 左側：無処理区，右側：処理区。
 6～7月に摘葉処理すると夏休眠が破れて開芽する。

のジベレリン水溶液の葉面散布によって苗木の伸長生長が著しく促進され、苗長は対照区の2倍以上になった。しかし、トチノキでは6月にジベレリン(100～500ppm)あるいはカイネチン(1,000ppm)を散布しても休眠した芽は開芽せず、伸長生長が起こらなかった。トチノキは6月に摘葉処理すると休眠が破れ再び開芽するので、葉に存在する物質が休眠

を制御していると考えられる(写真2)。摘葉処理と併用してジベレリンなど生長調節物質を処理したところ、ジベレリン処理区で主軸の伸長生長が促進された(表1)。これらの結果から、ジベレリンは広葉樹の伸長生長に重要な役割を演じていることがわかった。ブナ、クヌギ、ミズナラなどでは、ジベレリン処理によって伸長生長が著しく促進されるので、育苗期間の短縮が可能である。また、キリは枝下高の高い木を育成することができる。

2. 苗木の生長と内生生長物質との関係

(1) ジベレリン様物質の変動

当年生ブナ稚苗における発芽後のジベレリン様物質の変動を図2に、6年生ブナ苗における季節変動を図3に示す。ブナ種子は3月27日に苗畑に播種し、4月中旬に発芽して子葉を展開した。ジベレリン様物質は、発芽直後の稚苗では2種類、Rf 0.2~0.3とRf 0.5~0.7で検出されたが、後者の活性が高かった。Rf 0.5~0.7の促進帯はGA₃とRf値が一致する。稚苗の伸長生長は初生葉展開後一時停止するが、この時期にはジベレリン様物質はRf 0.5~0.6で認められ、活性がやや低下した。4月、5月には苗木全体を分析に用いたが、6月以降は地上部と地下部に分けて分析した。ジベレリン様物質はRf 0.5~0.7で検出され、6~7月の生長期に増加し、9月の生長休止期に減少した。いずれの時期においても、地上部(苗木)よりも根に多く含まれていた。6年生ブナ苗では、3月下旬の開芽前の冬芽にはジベレリン様物質は認められず、抑制物質が多く含まれていた。4月、5月の伸長中の新条にもジベレリン様物質はわずかししか検出されなかった。6月以降は、苗木と根に分析したところ、根にジベレリン様物質が多く認められた。根では、Rf 0.5~0.7で検出され、6月と9月に増加し、8月にやや減少し、10月には全く認められなかった。

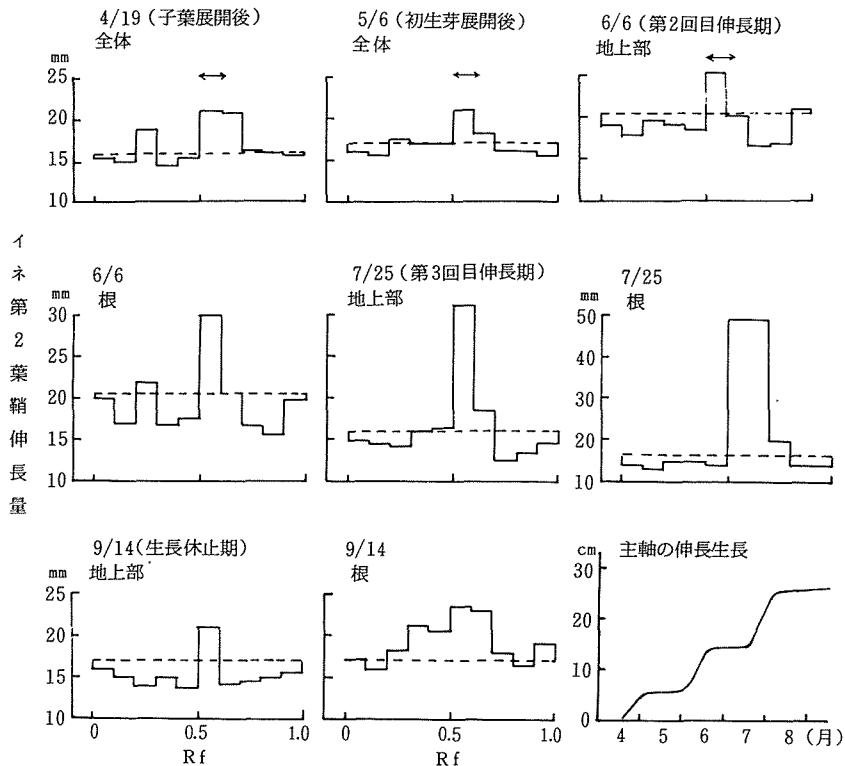


図2 当年生ブナ稚苗におけるジベレリン様物質の季節変動
イネ(タンギンボウズ)検定法による、矢印はGA₃の位置を示す。
展開液：イソプロピルアルコール：アンモニア(28%)：水(8:1:1)。

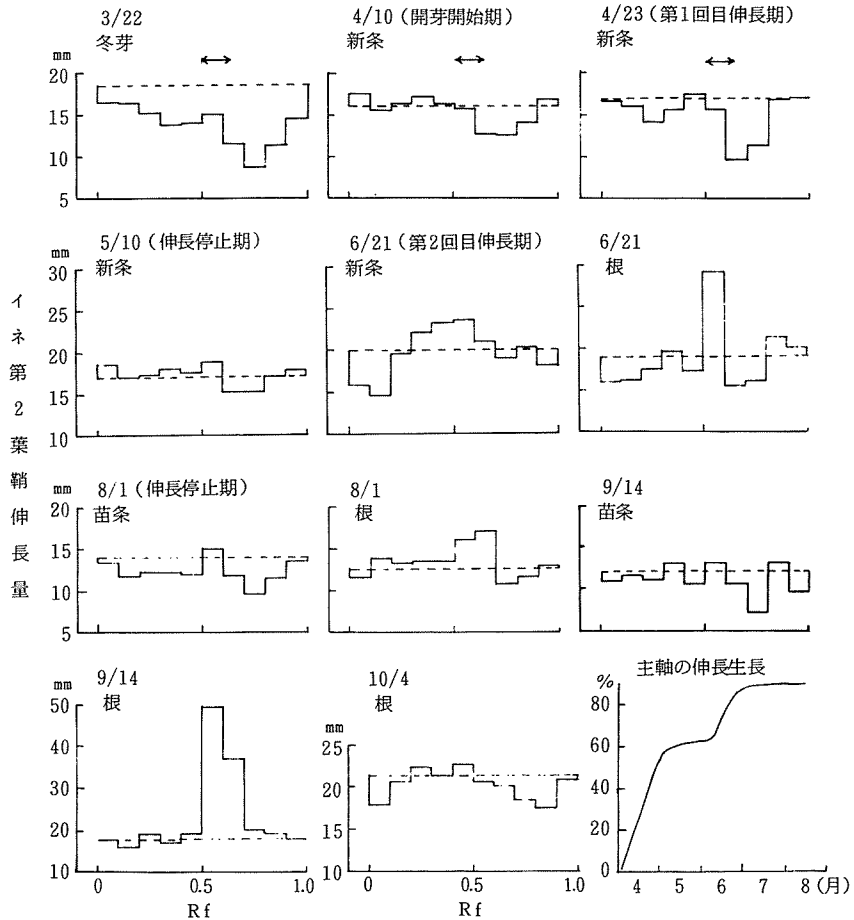


図3 6年生ブナにおけるジベレリン様物質の季節変動

クヌギとコナラの種子の発芽後の稚苗におけるジベレリン様物質の変動を図4～図5に、3年生クヌギ苗における季節変動を図6に示す。クヌギ、コナラともRf0.5～0.6に強いジベレリン様活性が認められた。発芽直後の稚苗においては、子葉に多くジベレリンが含まれており、伸長中の苗条や根には少なかった。発芽の初期には、子葉からジベレリンが供給されて茎の伸長生長に利用されるものと思われる。上胚軸（幼芽）の伸長が止まって新葉が展開する頃になると、子葉中のジベレリン様物質は減少し、苗条や根でジベレリン様物質が増加した。3年生クヌギ苗では（図6）、開芽開始期の芽で2種類のジベレリン様物質が検出されたが、活性は低かった。ジベレリン様物質は苗条には少なく、根で多く認められた。根では、6月と9月に増加した。

トチノキ種子の発芽後の稚苗におけるジベレリン様物質の変動を図7に、3年生苗における変動を図8～図9に示す。発芽初期の稚苗においては、クヌギ、コナラと同様に、ジベレリン様物質は子葉に多く含まれており、上胚軸や根には少なかった。茎が伸長して新葉が展開する頃になると、子葉中のジベレリン様物質は減少した。主軸の伸長停止期には、苗条及び根のいずれにおいてもジベレリ

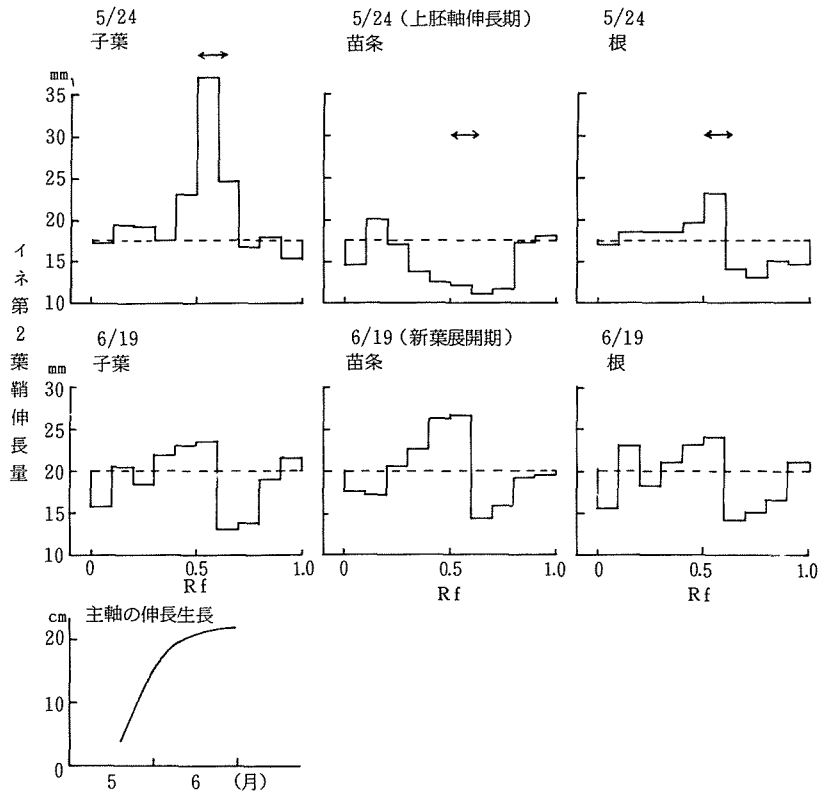


図4 クスギ種子の発生後の稚苗におけるジベレリン様物質の変動

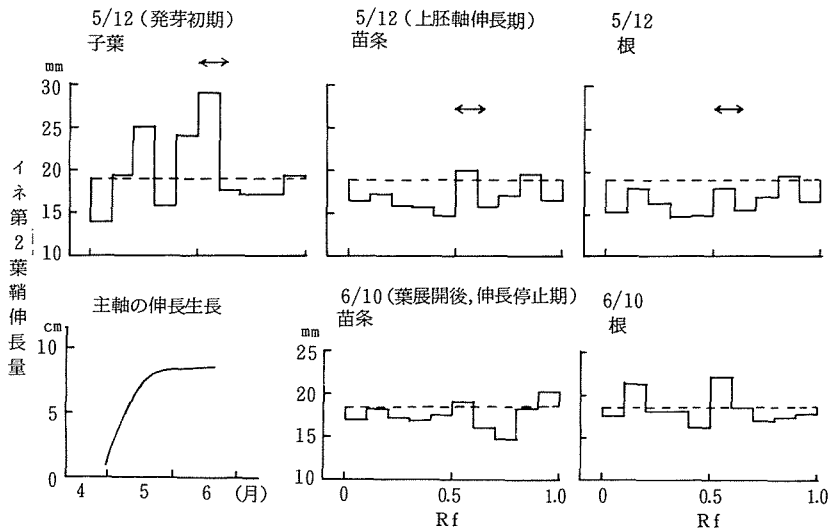


図5 コナラ種子の発芽後の稚苗におけるジベレリン様物質の変動

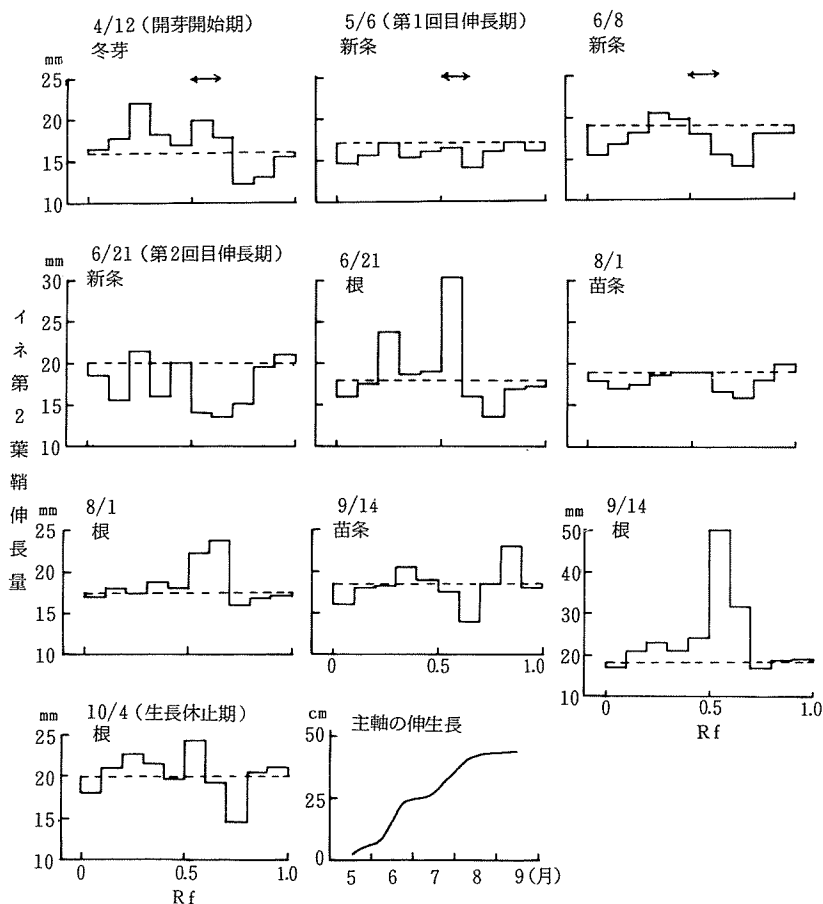


図 6 3年生クヌギ苗におけるジベレリン様物質の季節変動

ン様物質は殆ど認められず、生長抑制物質が著しく増加した。3年生トチノキ苗の開芽期におけるジベレリン様物質の変動についてみると(図8)、3月22日の未開芽の冬芽にはジベレリン様物質は認められず、生長抑制物質が多く検出された。開芽開始期(4月10日)には、2種類のジベレリン様物質が出現したが、これらは伸長生長最盛期に著しく増加した。伸長停止期にはジベレリン様物質は減少し、生長抑制物質が著しく増加した。

次に地上部と地下部の内生ジベレリンの関係についてトチノキの3年生苗で調べた(図9)。4月16日(開芽開始期)の分析では、新条及び根のいずれにおいてもジベレリン様物質が検出されたが、根よりも新条に多く含まれていた。新条ではRf 0.2~0.4に活性の強い促進帯が、根ではRf 0.5~0.6に活性の弱い促進帯がみられ、新条と根のジベレリンは異なるようであった。4月25日(新葉展開期)の分析では、新条で高いジベレリン活性がみられたが、根ではジベレリン様物質は検出されなかった。前述のように、ブナやクヌギ苗では苗条よりも根にジベレリンが多く含まれていたが、トチノキでは逆に苗条に多く含まれており、樹種によって各器官におけるジベレリンの種類や含有量が異なるよう

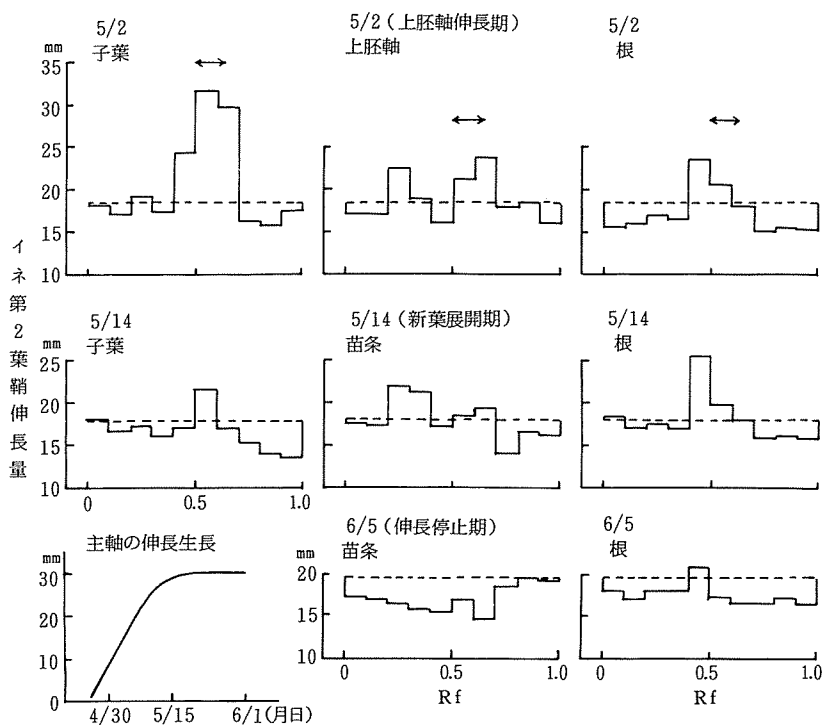


図7 トチノキ種子の発芽後の稚苗におけるジベレリン様物質の変動

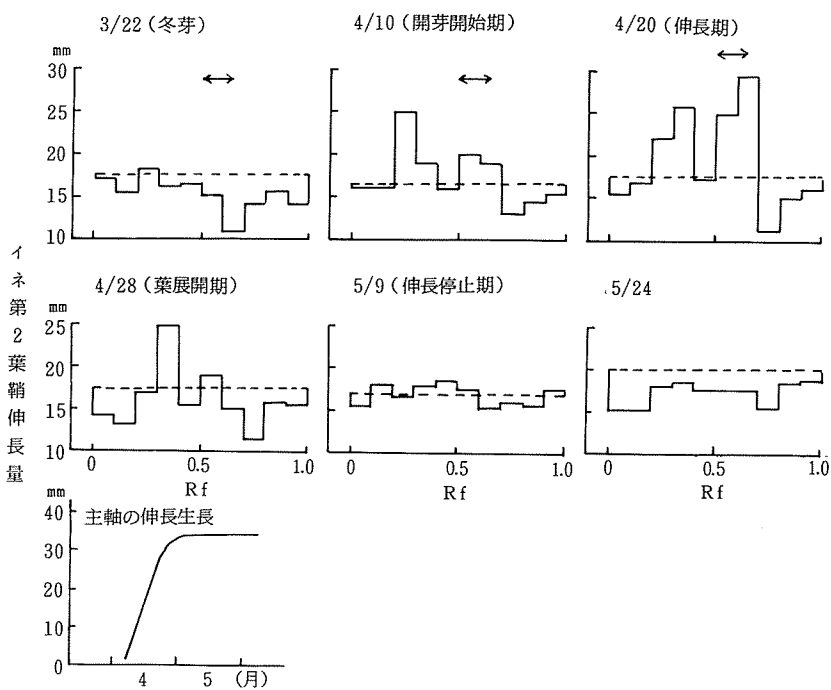


図8 3年生トチノキ苗の苗条におけるジベレリン様物質の変動(1983年の実験)

であった。

トチノキは普通春に1回急速に伸長して芽を形成し休眠に入るが、6~7月に摘葉処理すると休眠が破れて再び開芽する。摘葉処理による内生ジベレリンの消長についてみると(図10)、開芽期(処理後20日目)に新条及び根でジベレリン様物質が増加した。新条ではRf 0.2~0.4で、根ではRf 0.5~0.6でジベレリン様物質が検出され、春季の正常な開芽の場合(図9, 4月16日)と同じ変化を示した。茎の伸長停止期(処理後30日目)にはジベレリン様物質は減少し、根ではみられなかった。

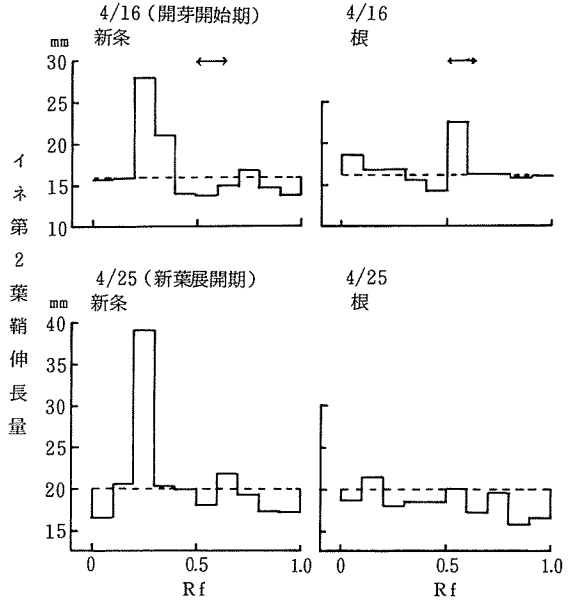


図9 3年生トチノキ苗の開芽期におけるジベレリン様物質の変動(1984年の実験)

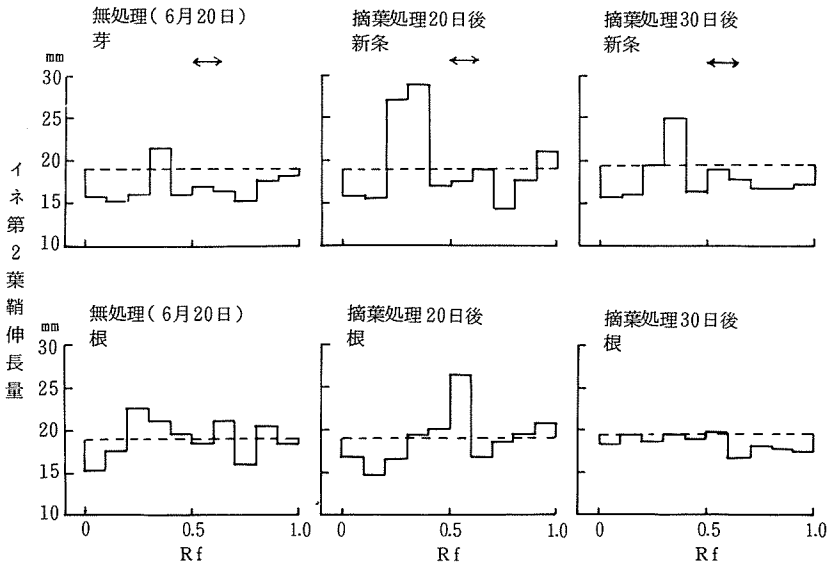


図10 3年生トチノキ苗における摘葉処理による開芽とジベレリン様物質の消長との関係
6月20日に葉を摘み取る。

(2) オーキシン及び生長抑制物質の変動

ブナ、クヌギ及びトチノキで調べた。当年生ブナ稚苗におけるオーキシン及び抑制物質の変動についてみると(図11)、発芽直後の子葉展開期には2つの顕著な促進帯と1つの抑制帯がみられた。Rf

0.4～0.5の促進帯は特に活性が高く、IAAとRf値が一致する。Rf 0.6～0.8の抑制帯はinhibitor β で、主成分はアブシジン酸と思われる。初生葉発生後稚苗の生長は一時休止するが、この時期には促進帯の活性は低下し、抑制帯の活性が増加した。第2回目の伸長期(6月6日)には、苗条においてRf中位の促進帯の活性が増加した。しかし、根では顕著な促進帯はみられず、抑制帯の活性が強かった。6年生ブナ苗における生長物質の変動についてみると(図

12)、開芽前の冬芽では、Rf中位に比較的活性の強い促進帯がみられた。他方抑制帯はRf低位と高位にみられ、特に後者の活性が強かった。開芽開始期には、Rf中位の促進帯の活性が増加し、Rf高位の抑制帯は消滅した。5月中旬の伸長生長停止期には、促進物質がやや減少し、抑制物質が増加する傾向がみられた。第2回目の伸長期には抑制物質が減少した。

クヌギ種子の発芽後の稚苗におけるオーキシシン及び抑制物質の変動を図13に示す。発芽初期(上胚軸伸長期)には、子葉にオーキシシンが大量に含まれており、次いで苗条に多く、根にはやや少なかった。抑制物質はほとんどみられなかった。子葉に含まれるオーキシシンは茎あるいは根の伸長に使われるのではないかと思われる。新葉展開後茎の伸長は衰えるが、この時期には子葉、苗条及び根のオーキシシンが減少し、苗条及び根で抑制物質が増加する傾向がみられた。

トチノキ種子の発芽後の稚苗におけるオーキシシン及び抑制物質の変動についてみると(図14)、

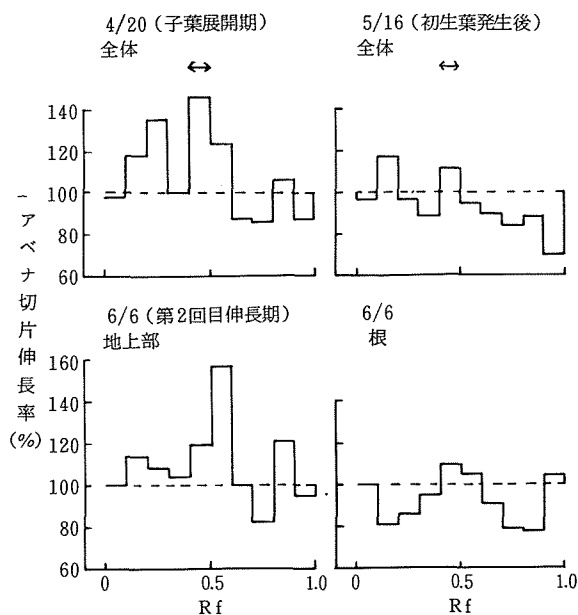


図11 当年生ブナ稚苗におけるオーキシシン及び抑制物質の変動
アベナ伸長試験法による。矢印はIAAの位置を示す。展開液：イソプロピルアルコール：アンモニア(28%)：水(8:1:1)。

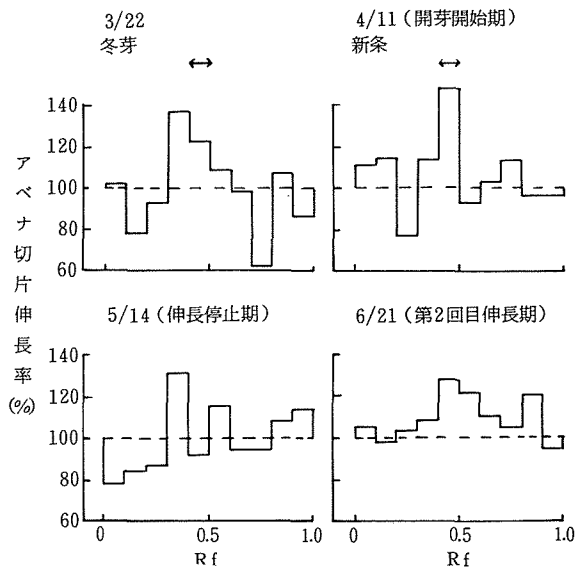


図12 6年生ブナ苗の苗条におけるオーキシシン及び抑制物質の変動

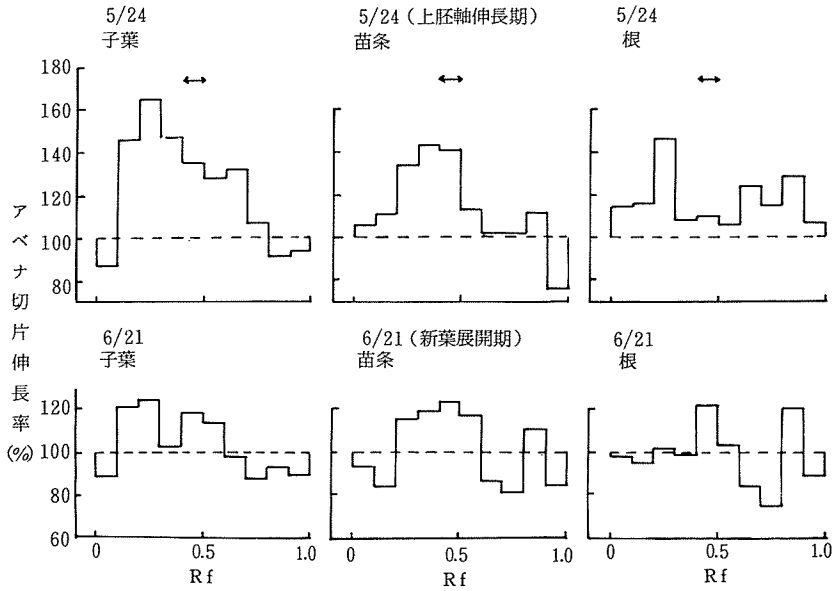


図 13 クヌギ種子の発芽後の稚苗におけるオーキシン及び抑制物質の変動

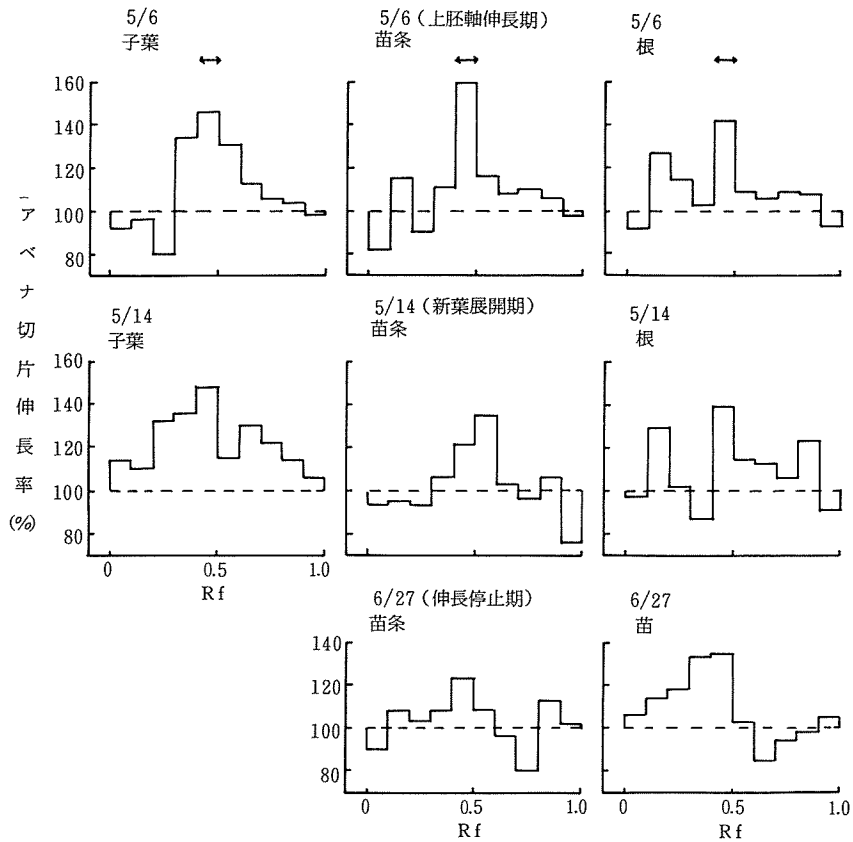


図 14 トチノキ種子の発芽後の稚苗におけるオーキシン及び抑制物質の変動

クヌギの場合と大体同じ傾向がみられた。発芽直後の上胚軸伸長期には、子葉、苗条、根のいずれにおいてもオーキシンが認められたが、特に子葉に多かった。抑制物質はほとんどがみられなかった。新葉展開期の変化も上胚伸長期と同様であった。6月下旬には伸長生長が停止するが、この時期には苗条ではオーキシンが減少し、抑制物質が増加した。また根においても抑制物質が増加する傾向がみられた。3年生トチノキ苗の苗条における変動をみると(図15)、開芽前の冬芽にはオーキシンが少なく、多量の抑制物質が認められた。開芽開始期から新葉展開期には、オーキシンが増加し、抑制物質が減少した。伸長停止期には抑制物質が増加した。

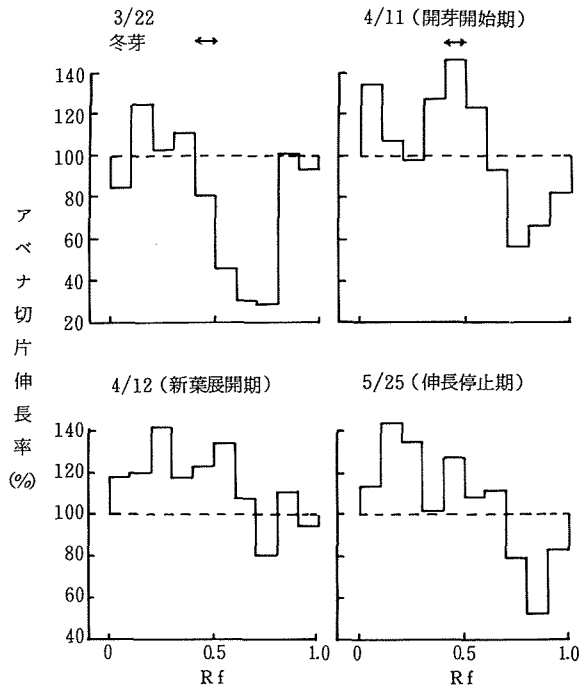


図15 3年生トチノキ苗の苗条におけるオーキシン及び抑制物質の変動

以上の分析結果をとりまとめてみると、ブナ、クヌギ、トチノキなどの苗木においては、開芽前の冬芽には生長抑制物質が多く含まれており、生長促進物質は少なかった。開芽期及び伸長期には、抑制物質が減少してジベレリン様物質及びオーキシンが増加し、伸長生長休止期には、抑制物質が増加する傾向がみられた。種子の発芽初期には、子葉にジベレリン様物質及びオーキシンが多く含まれており、子葉から他の器官へこれらの生長物質が供給されて、生長に利用されるようであった。ジベレリン様物質及びオーキシンは苗木の苗条及び根で認められたが、ブナ及びクヌギ苗では苗条よりも根にジベレリン様物質が多く含まれており、根がジベレリンの生産場所として重要な役目を演じているのではないかと思われた。

IV 考 察

1. ジベレリンによる苗木の生長促進

ジベレリン処理が広葉樹の伸長生長を促進することは、キリ、ポプラ類、ヤナギ、アメリカスズカケノキ、ユリノキ、モミジバフウ、ナラ・カシ類、ヤマモミジ、トゲナシニセアカシアなどで報告されている^{2,7,12,16,17)}。安藤ら²⁾によると、台切りにして50 cmぐらいになったキリにジベレリンの100 ppm液を散布したところ、散布した木は8月末に樹高4.6 mに、またジベレリンにヨーゲンを加えた液を散

布した木は4.8 mになった。散布しない対照木は2.5 mで、ジベレリンの散布によって樹高生長は約2倍促進された。しかし、肥大生長はあまり促進されず、徒長苗になり、台風や強風で折れることがあるという。四手井¹⁷⁾によると、高木性のヤマモミジの1年生苗に5、6月にジベレリンの500 ppm液を散布して、苗長は約5倍に伸びた。フウでは3倍になった。低木性のトゲナシニセアカシアでは、6月に100 ppmのジベレリン液を散布して、苗長は約1.8倍に、乾重量は2.9倍になった。高木性の苗木では、幹の節間は伸びるが、枝葉の量はほとんど変わりなく、乾重量の増加は望めないようだとしている。ジベレリンは主軸の伸長生長を促進し、樹高が高くなるが、前述のように徒長苗になると風害に弱く、また9、10月に伸長生長が促進されると組織が軟弱になり、霜害を受けて幹や枝の先が枯れることがある。ジベレリン処理を実用化するためには、更に研究が必要である。

2. 苗木の生長と内生生長物質との関係

本研究においては、少なくとも2種類のジベレリン様物質とインドール酢酸及びアブシジン酸とみられる生長物質が検出されたが、これらの物質の同定については今後の研究に待ちたい。ここでは苗木の生長と内生生長物質との関係について検討してみる。本研究によると、ブナ、クヌギ、トチノキなどの苗木では、一般に生長期にジベレリン様物質及びオーキシンが増加し、生長抑制物質が減少し、生長停止期には逆にジベレリン様物質及びオーキシンが減少し、生長抑制物質が増加する傾向がみられ、内生生長物質の変動と苗木の生長との間には密接な関係があることがわかった。しかし、6年生ブナ苗及び3年生クヌギ苗では、4～5月の生長期にジベレリン様物質があまり認められず、また9月中旬の伸長停止期に根にジベレリン様物質が多量に存在するなど、苗木の伸長生長と内生生長物質との関係を十分に説明できない場合もあった。今後なお研究する必要があると思われる。

開芽や生長の停止、すなわち休眠の解除あるいは導入と内生生長物質との関係については多くの研究がある。Wright¹⁹⁾によると、クロスグリ (*Ribes nigrum*) とヨーロッパブナ (*Fagus sylvatica*) の芽に含まれる遊離ABAのレベルは秋の休眠開始時期に最大になり、春の開芽前に最低になった。遊離ABAは冬休眠の誘導及び維持に重要な役割を演じている。またDumbroff⁷⁾らによると、サトウカエデ (*Acer saccharum*) の芽と若い茎のABAの濃度は、11、12月に最大になり、5月上旬の芽の開じょの直前に最低になった。カエデ属の *Acer pseudoplatanus* とハシドイ属の *Syringa vulgaris* の無傷の側芽はABAの濃度が高いが、生育期に苗条を摘心あるいは摘葉処理すると側芽が生長する。これはABA濃度の低下によって引き起こされる⁹⁾。ヤナギ属の *Salix pentandra* の苗条の先端部のジベレリン様物質の活性は生長停止前に著しく減少した¹³⁾。多くの樹木で冬芽の休眠が解除されるにつれて生長抑制物質ABAのレベルが減少し、同時に内生ジベレリンが急激に増加することが認められている。すなわち、高濃度のABAと低濃度のGAが休眠を誘導し、逆に低濃度のABAと高濃度のGAが休眠を解除するという可能性が提起されている⁹⁾。ブナやトチノキの開芽前の冬芽や生長休止期の苗条には抑制物質 inhibitor β が多量に含まれており、ABAは林木の休眠に重要な役割を演じていることは確かである。しかし、ブナやクヌギの開芽期の苗条には内生ジベレリンが少なく、またトチノキの夏休眠した芽はジベレリンを与えても開芽しない。永田¹⁵⁾によると、プラタナスの冬芽の休眠はジベレリンによって打破されないし、休眠が導入される過程、または打破される過程では逆に休眠

が深まるという。ジベレリンとアブシジン酸のバランスのみで休眠の解除や誘導を説明することは困難のようである。Alvimら¹¹⁾によると、ヤナギ属の *Salix viminalis* における春期の生長はABAレベルの低下とサイトカイニン活性の増加によって先導されるとしている。筆者ら¹⁰⁾の研究によると、クヌギ、コナラの伐根における萌芽の発生、生長はサイトカイニン様物質の生成、増加と密接な関係があった。サイトカイニンの役割についても研究する必要があると思われる。

ジベレリンは、一般に生長期の苗条及び根で認められたが、トチノキ苗では根よりも苗条に多く、ブナやクヌギ苗では苗条よりも根に多く含まれていた。また、トチノキ苗では開芽に関連して苗条ばかりでなく、根においてもジベレリン様物質が増加した。ブナ、クヌギ苗では、6月から9月に特に根でジベレリン様物質が多く検出された。これらのことから、林木の根はジベレリンの合成場所として重要な役目を演じているのではないかと思われる。ジベレリンは一般に若い生長中の葉で合成され、非極性的に移動するとされている^{6,18)}。しかし、多くの樹木で春先に木部を通して上昇する樹液中にジベレリンが存在することが認められており^{4,11)}、また根でジベレリンが合成されるという報告もある^{3,14)}。根の役割は大きく、地上部の苗条の生長との関係について更に研究する必要があると思われる。

V 総 括

ブナ、クヌギ、トチノキ、キリなどの苗木を用いて、ジベレリンの葉面散布による生長促進及び内生生長物質と苗木の生長との関係について研究した。ジベレリンの葉面散布は100～500 ppmの水溶液を用い、主に6～8月に行った。内生生長物質の分析は、試料を80%の冷メタノールで抽出し、ペーパー・クロマトグラフィーと生物試験法を応用して分析した。ジベレリンの検定はイネ(タンギンボウズ)検定法、オーキシンの検定はアベナ伸長試験法によって行った。本研究の結果は次のごとくである。

1. ブナ、クヌギ、ミズナラ、ムクノキ、キリなどの苗木では、100～500 ppmのジベレリン水溶液の葉面散布によって主軸の伸長生長が対照区の2倍以上促進された。トチノキ苗の夏休眠した芽はジベレリンの単独処理では開芽しなかったが、摘葉処理と併用してジベレリンを処理すると、開芽し、主軸の伸長生長が促進された。
2. 広葉樹の苗木には、少なくとも2種類の顕著なジベレリン様物質(Rf 0.2～0.3とRf 0.5～0.7)、1種類の顕著なオーキシン(Rf 0.4～0.5)及び1種類の顕著な生長抑制物質(Rf 0.6～0.8)が存在した。Rf 0.2～0.3のジベレリン様物質はトチノキの伸長中の新条に、Rf 0.5～0.7のジベレリン様物質はクヌギ、コナラ、トチノキの子葉、ブナ、クヌギの根、トチノキの新条に多く含まれていた。
3. ブナ、クヌギ、トチノキなどの苗木においては、ジベレリン様物質およびオーキシンの活性は、一般に生長期に増加し、生長休止期に減少する傾向がみられた。また生長休止期には抑制物質の活性が増加した。これらの内生生長物質の消長は苗木の伸長生長と密接な関係があった。
4. ブナ、クヌギ、トチノキの種子には、子葉にジベレリン及びオーキシンが多量に含まれており、発芽の初期に子葉から他の器官にこれらの物質が供給されて、伸長生長に利用されるようであった。
5. ジベレリン様物質は、一般に生長期の苗条及び根に存在したが、ブナ及びクヌギの苗木では苗条よりも根に多く含まれており、根がジベレリンの合成場所として重要な役目を演じているようであ

った。

6. トチノキの苗木では、開芽期に新条及び根でジベレリン様物質が増加した。夏休眠中の芽を摘葉処理によって開芽させたときも、同様の変化がみられた。

文 献

- 1) Alvim, R., Hewett, E. W. and Saunders, P. F. : Seasonal variation in the hormone content of willow. I. Changes in abscisic acid content and cytokinin activity in the xylem sap. *Plant Physiol.*, **57**, 474~476 (1976)
- 2) 安藤愛次・大津邦博 : ジベレリンによるキリの生育促進。69回日林講, 314~317 (1959)
- 3) Crozier, A. and Reid, D. M. : Do roots synthesize gibberellin? . *Can. J. Bot.*, **49**, 967~975 (1971)
- 4) Dathe, W., Sembdner, G., Yamaguchi, I. and Takahashi, N. : Gibberellins and growth inhibitors in spring bleeding sap, roots and branches of *Juglans regia* L. *Plant & Cell Physiol.*, **23**, 115~128 (1982)
- 5) Dörffling, K. : Correlative bud inhibition and abscisic acid in *Acer pseudoplatanus* and *Syringa vulgaris*. *Physiol. Plant.*, **38**, 319~322 (1976)
- 6) Grauslund, J. : Gibberellins in diffusates from shoots of apple trees. *Physiol. Plant.*, **27**, 65~70 (1972)
- 7) Dumbroff, E. B., Cohen, D. B. and Webb, D. P. : Seasonal levels of abscisic acid in buds and stems of *Acer saccharum*. *Physiol. Plant.*, **45**, 211~214 (1979)
- 8) Einspahr, D. W. and van Buijtenen, J. P. : The influence of gibberellic acid on growth and fiber length of quaking aspen. *For. Sci.*, **7**, 43~51 (1961)
- 9) 藤伊 正 : 植物の休眠と発芽。東大出版会, pp. 17~18 (1975)
- 10) 橋詰隼人・今村大輔 : 萌芽更新に関する研究 -クヌギ, コナラにおける萌芽の発生と内生生長物質との関係-。日林関西支講, **35**, 59~62 (1984)
- 11) Jones, O. P. and Lacey, H. J. : Gibberellin-like substances in the transpiration stream of apple and pear trees. *J. Expt. Bot.*, **19**, 526~531 (1968)
- 12) Junttila, O. : Effects of different gibberellins on elongation growth under short day conditions in seedlings of *Salix pentandra*. *Physiol. Plant.*, **53**, 315~318 (1981)
- 13) Junttila, O. : Gibberellin-like activity in shoots of *Salix pentandra* as related to the elongation growth. *Can. J. Bot.*, **60**, 1231~1234 (1982)
- 14) Lavender, D. P., Sweet, G.B., Zaerr, J. B. and Hermann, R. K. : Spring shoot growth in Douglas-fir may be initiated by gibberellins exported from the roots. *Science*, **182**, 838~839 (1973)

- 15) 永田 洋：プラタナス冬芽におけるジベレリンによる休眠誘導。日林誌, **61**, 211～214 (1979)
- 16) Nelson, T. C. : Early response of some southern tree species to gibberellic acid. *J. For.*, **55**, 518～520 (1957)
- 17) 四手井綱英：ジベレリンの効用。山林, **34**, 15～19 (1959)
- 18) Wareing, P. F. and Phillips, I. D. J. (古谷雅樹監訳)：植物の成長と分化(上)。学会出版センター, pp. 244 (1983)
- 19) Wright, S. T. C. : Seasonal changes in the levels of free and bound abscisic acid in black-currant (*Robinia nigrum*) buds and beech (*Fagus sylvatica*) buds. *J. Expt. Bot.*, **26**, 161～174 (1975)