

学 位 論 文 題 名

樹木の根系の成長に関する基礎的研究

学位論文内容の要旨

根系の調査は地上部に比較して著しく困難であるために、研究事例は著しく少ない。しかし環境緑化樹の植栽や維持管理、造林木の選定や植栽方法、森林における更新などさまざまな面から根系の重要性はきわめて高い。そこで、本論文では樹木の根系の基礎的な成長特性を解明することを目的とし、まず根端の成長の季節的な周期性など根端伸長の特性を調べるとともに、根系の深さや広がり、根量の成長量および根系の分布様式がどのように変化していくかを明らかにし、根系の形態が地上部の発達に伴ってどのように変化するかを検討した。また根系への人為的な作用が樹木の成長におよぼす影響について調査を行い、根系の成長に関する総合考察を行った。

根端の伸長量と季節変化では、根箱を用いてイチイなど針葉樹4種、カツラなど広葉樹38種、合計42樹種について、植栽当年および翌年の2年間の根端の伸長を調べた。そして根系の伸長の季節変化が樹種によって異なることを明らかにするとともに、根端の1年間の総伸長量、1日当たりの1根端の最大伸長量などから各樹種の根端の活力度を比較した。また根端の伸長の開始時期および停止時期は樹種によって異なるが、根端の伸長は地上部の成長よりも早く始まる樹種が多いこと、すべての樹種で地上部の伸長が停止した後も根端は伸び続けることを明らかにした。さらに根端の伸長と地上部の成長には明確な関係がみられることを指摘し、地上部の伸長との

関係を4つに区分した。また根端の伸長が盛んな時期は樹種によって異なるが7～8月に最も伸長が盛んとなる樹種が多いことを明らかにするとともに、根端の伸長量の季節変化を一山型、二山型、三山型に分け、さらに一山型は急な山型とゆるやかな山型の2つに、二山型は大きな山と小さな山、小さな山と大きな山、ほぼ同じような大きさの山型の3つの合計6つの型に区分し、各樹種を類型化した。根端の伸長と地温との関係では、根端の伸長は地温だけで規制されるのではなく、地上部の成長との関係が深いことを推察した。また灌水量や降水量と根端の伸長との関係では、通常の灌水や降水では根端の伸長量の増減にはほとんど影響しないことを示した。

根系の深さと広がりおよび根量の成長では、シラカンバなど6樹種の根の深さ、根の広がりおよび根量を3～5年間にわたって測定した。根の深さは樹種によって異なり、地中深くまで侵入する樹種と、深くまで侵入しない樹種があること、根系の垂直的な成長量はいずれの樹種とも小さく、根の深さは地上部の大きさと直線的な比例関係はみられないことを示すとともに、樹高や根元径などが同じ大きさの場合の各樹種間の根の深さの比較を行った。また、根の広がりには樹種によって異なり、広がりが大きい樹種と小さい樹種があり、根系の水平的な成長は垂直的な成長よりも大きく、しかも根の広がりには樹高や根元径などに比例して大きくなることを指摘した。そして樹高や根元径が同じ大きさの場合の各樹種間の根の広がりとの比較を行った。また根量の年々の増加率は樹種によって異なるものの、根量は地上部の重量と相関が高く、両者は比例して増加することを明らかにした。

根量の分布様式の経年変化では、カツラなど6樹種の根系の垂直分布量および水平分布量の変化を3～5年間にわたって調査した。垂直分布では細根の分布では地中深いところで割合が年々多くなる

樹種と、深部での割合は増加しないで浅いところに多くある樹種とがみられること、水平分布では根株近くに多くの細根が分布する樹種と、広範囲にわたって分散する樹種とがみられることを示した。また枝張り根系の分布量の関係では、ほとんどの樹種では全根量では10%以上が枝張りの外に分布し、細根では50%以上が枝張りの外にある樹種もみられ、かなりの根量が枝張りを越えて広がっていることを明らかにした。さらに、根密度 ($\text{g}/1000^3\text{cm}$) はいずれの樹種とも根株に近いところが最も高いが、樹種による特性がみられることを指摘した。

樹木の成長に伴う根系の形態変化では、アカエゾマツなど6樹種の実生苗や天然生稚苗や稚樹の根系の形態を調べた。アカエゾマツでは初め垂下根型であるが、やがて成長に伴って樹高以上の長大な水平根を持つものがみられるようになる。エゾマツやトドマツでは同じ樹齢であっても、長い水平根を持つ個体の樹高成長は良いが、水平根の発達していない個体では樹高成長は劣っていた。またカラマツやシラカンバでも長い水平根を持つ個体は樹高成長も良いが、垂下根型や杭根型の個体では樹高成長が劣っていた。さらに、エゾウコギでは長い水平根を伸ばしながら新たな地上部を発生させることにより、個体の成長と維持をはかっていた。このようなことから、根系の発達、とくに水平根を長く発達させることが、樹木の成長にとってきわめて重要であることを指摘した。

根系への人為的な作用が樹木の成長に及ぼす影響では、キハダの苗木を用いて調査したところ、根系の切断量が多いほど、また植栽密度が高いほど地上部の成長は劣ることを示した。また、カツラなど5樹種の苗木を用いて調査した結果、移植のさいに失われる細根量がきわめて多いこと、およびキタコブシなど3樹種を用いて据置苗と床替苗との成長を比較すると明らかに据置苗のほうが成長が良

いことを指摘した。さらにシラカンバなど4樹種の苗木を5月から11月まで毎月植栽し、春と秋に植栽すると活着率が高かったが、秋植栽では雪害を受けやすく翌年の成長量も少ないことを明らかにした。また、ナナカマドなど5樹種の大苗では明らかに秋植栽よりも春植栽のほうが活着率が高いこと、夏期に植栽する場合は葉を除去する方法が最も活着率が高いことを指摘した。さらに、アカエゾマツなど3樹種の苗木を5月から11月まで毎月根箱に植栽して観察したところ、秋に植栽すると根端の伸長量は著しく少ないか、全く伸長しないことを明らかにした。このように、根系に対する人為的な作用は地上部や根系の成長に大きく影響することを指摘した。

総合考察では、根端と地上部の成長との年周期性の関係を論じ、その関係を3つのタイプに分類し、同化生産物の利用方法の面から考察した。また根系が環境条件によって形態が変化することから環境に対する適応性が広いこと、適応性の広い根系を持つ樹種が生存には有利であることを推察した。さらに、生存競争における根系の役割について論じ、生存競争には地上部の光条件だけではなく、根系の養分や水分などを獲得するための熾烈な争いが強く影響していることを指摘した。そして植栽技術への応用として、大型苗木の育苗方法や、移植の難易性・時期などについて述べた。また、植栽樹木の植栽にあたってはそれぞれの樹種の根系特性を考慮して行わなければならないこと、とくに根系が成長するための広い空間を確保する必要があることを指摘した。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 五十嵐 恒 夫

副 査 教 授 滝 川 貞 夫

副 査 助教授 矢 島 崇

学 位 論 文 題 名

樹木の根系の成長に関する基礎的研究

本論文は、6章で構成され、図105、表35、引用文献116、総頁数224頁の和文論文である。別に参考論文43編が添えられている。

樹木の生育にとってきわめて重要な根系に関する研究は、調査がきわめて困難であるため研究事例は著しく少ない。本論文では樹木の根系の成長特性を解明することを目的とし、根端成長の特性、根系の深さや広がり、根量の成長量および根系の分布様式の変化など、根系の形態が地上部の発達に伴ってどのように変化するかを論じたものである。

1. 根端の伸長量と季節変化については、根箱を用いて針葉樹4種、広葉樹38種の根端の伸長を2年間調べ、伸長の季節変化が樹種によって異なること、根端の伸長は地上部の成長よりも早く始まる樹種が多いこと、すべての樹種で地上部の伸長が停止した後も根端は伸び続けること、さらに根端の伸長と地上部の成長の関係を4つに区分した。また根端の伸長は7～8月に最も盛んとなる樹種が多いこと、根端の伸長量の季節変化を一山型、二山型、三山型など6つの型に区分し、各樹種を類型化した。根端の伸長と地温との関係では、根端の伸長は地温だけで規制されるのではなく、地上部の成長との関係が深いこと、また、通常の灌水や降水では根端の伸長量の増減にはほとんど影響しないことを明らかにした。

2. 根系の深さと広がりおよび根量の成長については、シラカンバなど6樹種の根の深さ、広がりおよび根量を3～5年間測定し、地中深くまで侵入する樹種と、深くまで侵入しない樹種があること、根系の垂直的な成長量はいずれの樹種

とも小さく、根の深さは地上部の大きさと直線的な比例関係がないことを明らかにした。また、根の広がり大きい樹種と小さい樹種があり、根系の水平的な成長は垂直的な成長よりも大きく、しかも根の広がりには樹高や根元径などに比例して大きくなることを明らかにした。なおまた、根量の年々の増加率は樹種によって異なるものの、根量は地上部の重量と相関が高いことを明らかにした。

3. 根量の分布様式の経年変化については、カツラなど6樹種の根系の垂直分布量および水平分布量の変化を3～5年間調査した。細根の垂直分布では地中深いところで割合が年々多くなる樹種と、浅いところに多くある樹種とがみられること、水平分布では根株近くに多くの細根が分布する樹種と、広範囲にわたって分散する樹種とがみられた。また、ほとんどの樹種で全根量の10%以上が枝張りの外に分布し、細根の50%以上が枝張りの外にある樹種もみられた。さらに、根密度 ($g/1000cm^3$) は根株近くが最も高いが、樹種による特性がみられた。

4. 樹木の成長に伴う根系の形態変化については、実生苗、天然生稚苗や稚樹の根系の形態を調べ、長い水平根を持つ個体の樹高成長は良いが、水平根の発達していない個体では樹高成長は劣り、根系の発達、とくに水平根を長く発達させることが、樹木の成長にとってきわめて重要であることが明らかになった。

5. 根系への人為的な作用が樹木の成長に及ぼす影響について、苗木を用いた実験から、根系の切断量が多いほど、植栽密度が高いほど地上部の成長は劣ること、移植のさいに失われる細根量がきわめて多いこと、および据置苗と床替苗との成長を比較すると明らかに据置苗のほうが成長が良いことが明らかになった。また、苗木を5月から11月まで毎月植栽したところ、春と秋に植栽すると活着率が高かったが、秋植栽では雪害を受けやすく翌年の成長量も少ないこと、夏期に植栽する場合は葉を除去する方法が最も活着率が高い結果を得た。このように、根系に対する人為的な作用は地上部や根系の成長に大きく影響することが確認された。

6. 植栽技術への応用として、根端の伸長特性から移植の難易性を易・中・難に3区分するとともに、根系特性を考慮した植栽時期を明らかにした。また、植栽にあたっては、とくに根系が成長するため深さよりも広い空間を確保する必要があることを指摘した。

以上のように本研究は、これまで明確でなかった樹木の根系の成長特性について、多くの樹種に対する実験結果に基づいて樹木の根端と地上部の成長との年周期性を論じたものである。その成果は、造林学上また環境植栽分野の発展に寄与するところ大きいものがある。

よって審査員一同は、別に行った学力確認試験の結果と合わせて、本論文の提出者 佐藤孝夫は、博士(農学)の学位を受けるに十分な資格があると認定した。