

京都大学	博士 (地球環境学)	氏名	田邊智子
論文題目	Aboveground growth dynamics of <i>Picea mariana</i> in a boreal forest in Canada: Examination of internal and external factors (カナダ北方林のクロトウヒの地上部成長動態：内的要因と外的要因の検討)		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は、北米カナダにおいて北方林を構成する代表的な樹種であるクロトウヒ (<i>Picea mariana</i>)の地上部成長動態を調べた結果をまとめたもので、6章からなっている。</p> <p>第1章は序論で、北方林の樹種の成長動態と環境応答を明らかにすることには重要な意義があることを述べ、地上部バイオマスの年変動を評価する手法の確立の必要性について述べている。北方林が広がる地域は、過去数十年に地球上で最も気温が上昇した場所であり、この傾向が続くと森林による炭素固定量が大きく変化する可能性があると考えられる。しかし、従来から用いられてきた樹木年輪解析の手法では森林の地上部の成長動態を推定するには不十分な点があり、より精密な推定のための新たな手法の確立が必要である。そこで本論文では、葉生産量と木部生産量の年変動を推定する新しい手法を提案し、樹木の地上部成長に影響を及ぼす内的および外的な要因を検討することを目的としている。</p> <p>第2章は、クロトウヒにおける葉生産量の過去の年変動を推定する手法を提案し、その有効性について検討を行ったものである。常緑針葉樹であるクロトウヒは一成長期に伸長する枝に沿って針葉をつけるので、葉の生産量は枝の伸長量に比例する。また毎年形成される頂芽の芽鱗痕をもとにして、枝の過去の年伸長量が分かることから、葉生産量の過去の年変動を復元することができる。このようにして推定した葉生産量の年変動は、調査地の成長期の平均気温および降雨量と正の相関を示した。以上のように、この章では過去の葉生産量の新しい推定法を確立し、葉生産量が気象要因と対応することが主な成果として示された。</p> <p>第3章では、クロトウヒの伸長成長と肥大成長との関係を検討し、両者の年変動は同調性が低いこと、伸長成長よりも肥大成長のほうが幹体積増加量と相関が高いことを示した。すなわち、過去20年間の成長解析の結果、枝においては伸長量と肥大量との間に正の相関がみとめられたが、幹の伸長量と肥大量の間では明瞭な相関が認められないことが明らかになった。また、幹材積の年変動は幹肥大量と正の相関を示した。すなわち、過去の地上部成長動態を解明する指標としては、幹の伸長成長よりも肥大成長の方が適当であることが示された。</p> <p>第4章では、樹木のサイズ (幹枝の長さや太さ) がクロトウヒの当年の伸長量と肥大量にどのような影響を及ぼすのかを調べた。その結果、幹または枝の長さは、それぞれ幹および枝の当年伸長量との間に有意な関係がなかったが、幹または枝の太さ (直径または断面積) はそれぞれ幹および枝の当年の肥大量 (直径増加量または断面積増加量) との間に正の相関を示した。これらのことから、クロトウヒの肥大成長量が樹木のサイズすなわち内的な要因に強く影響を受けるのに対して、伸長量は内的な要因よりも環境のような外的な要因に、より強く影響を受ける可能性があることが示唆された。</p>			

第5章では、樹木の伸長および肥大成長量に及ぼす要因を内的要因と外的要因とに分けて、線形混合モデルによる評価と野外での伸長成長量観測に基づいて各要因の寄与の大きさを検討している。その結果、幹の伸長が気象などの広域的な環境要因により強く影響されるのに対して、枝の肥大は土壌水分などの局所的環境要因により影響されることがわかった。幹の肥大量は前年までの太さに依存し、枝の伸長量は広域および局所的な環境要因に加えて前年までの長さの影響を受けることが示唆された。以上のように、一つの個体内であってもクロトウヒ幹枝の伸長成長と肥大成長に影響を及ぼす要因には違いがあり、環境の変化に対する成長応答が異なることが示された。

第6章は結論であり、各章で示された主要な成果をまとめ、さらに考察を加え、本論文の地球環境学における意義を述べている。すなわち、北方林においてこのまま気温が上昇しかつ成育期間の降水量が減少しないとすれば、主要樹種であるクロトウヒの葉生産量は増大し幹枝長は長くなるが、幹枝の直径成長には大きな変化はないものと予想される。したがって、温暖化に伴う北方林の炭素吸収能の変動を地上部成長量に基づいて予測しようとする時、何を指標として用いるかによって結果が異なる。この研究成果は、大気中二酸化炭素の吸収源である陸域生態系の機能をより精密に評価することに貢献し、温暖化の将来予測と政策の立案にも貢献することから、地球環境学において意義あるものと評価できる。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

北方林は過去数十年間の気温上昇が地球上で最も大きかった地域で、今後も環境変動の影響を受けやすい場所と言える。同時にこの北方林は、人間活動によって大気中に放出された炭素を吸収する重要な生態系であるが、今後の気温上昇に伴って森林の炭素吸収機能は大きな影響を受ける恐れがある。従って、北方林の樹木の成長が環境変化によってどのような変化を被るかは大きな関心事である。

本論文は、北米大陸の北方林において優占するクロトウヒを対象にして、その成長様式と地上部生産量の年変動を調べ、それに影響する内的要因と外的要因の影響を明らかにしたものである。

その学術的な意義として、(1)個体の成長量を決定する葉生産量の年変動を枝の伸長量から推定する手法を確立したこと、(2)クロトウヒでは伸長成長と肥大成長とが連動せず、同一個体であってもそれぞれに影響を及ぼす要因には相違があることを示したこと、(3)樹木の地上部成長量の指標として、従来から用いられて来た樹木の年輪幅ではなく、より具体的な幹体積の年増加量を用いたこと、(4)過去の地上部成長量の変動を推定する指標としては、幹の伸長成長量ではなく、年輪解析から得られる直径または断面積増加量の方が優れていることを示した、という4点をあげることができる。

また、地球環境学において、北方林の炭素吸収機能が今後の地球環境変動によってどのような影響を受けるかについて、有用な知見を提供するものと言える。すなわち、温暖化に伴う樹木生理の変化は、樹木の炭素固定能に直接影響するが、気象など広域的な環境要因と微地形などの局所的な環境要因とでは、地上部成長量への影響が異なることを本論文は明らかにしており、北方林の炭素吸収機能の変化を予測するための重要な学術的成果である。社会的には、北方林に対する温暖化の影響について対策を考えるために役立ち、温暖化の将来予測を行うための重要なデータとして政策決定に貢献するという意義がある。また、得られた成果は、世界で最も広大な森林である北方林が持つ機能の一部を生物生態学的な地道な調査から解明しており、その成果は北方林研究に大きなインパクトを与えるものである。

よって本論文は博士(地球環境学)の学位論文として価値あるものと認める。また、2022年2月15日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。なお、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、(2023年3月31日までの間)当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

要旨公開可能日： 年 月 日以降