



森林生態系の炭素循環における樹木根系の寄与

檀浦, 正子

(Degree)

博士 (農学)

(Date of Degree)

2006-03-25

(Date of Publication)

2010-11-02

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲3700

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1003700>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



【 3 3 4 】

氏 名・(本 籍)	檀浦 正子	(香川県)
博士の専攻分野の名称	博士(農学)	
学 位 記 番 号	博い第107号	
学位授与の 要 件	学位規則第5条第1項該当	
学位授与の 日 付	平成18年3月25日	

【 学位論文題目 】

森林生態系の炭素循環における樹木根系の寄与

審 査 委 員

主 査	教 授	金澤 洋一
	教 授	稲垣 昇
	教 授	阿江 教治

陸域生態系の炭素収支においては、陸域面積の28%を占める森林が46%の炭素を固定しており (IPCC 特別報告 2000)、森林の炭素循環の定量化は現在あるいは将来の地球環境を評価する上で重要な研究課題である。この森林の炭素吸収機能を評価するには大気と森林とのCO₂の移動を測定する手法である渦相関法が一般的に使われており (Baldocchi *et al.* 2001)、本試験地でも気象観測タワーが設置され、1999年から現在まで森林のNEPの評価が行われている (Kominami *et al.*, 2003)。地球環境変動時の森林生態系炭素収支変動予測の必要性等を受けて、森林内の各コンパートメントでのCO₂交換量の評価が重要な研究課題となっている。これらのコンパートメント評価の中で地上部のCO₂交換量の評価に関しては、温度や季節変動に対する反応特性に関してすでに議論されている (Miyama *et al.*, 2005; Lavigne *et al.*, 1997)。

これらと比較して、地下部の呼吸活動に関しては、方法論や測定技術を含めて未解明な部分が多く残されている。しかし、地下部のプロセスは陸域炭素循環の大きな部分を占める重要な部分である。植物は光合成産物の35-80%を根の生産や呼吸、菌根、あるいは渗出物として地下部で使用している (Raich and Nadelhoffer 1989; Davidson *et al.* 2002; Giardina *et al.* 2003; Ryan *et al.* 2004)。地下部からのCO₂放出量は土壌呼吸として測定されているが、その測定値には、独立栄養呼吸である根呼吸と、従属栄養呼吸である分解呼吸とが混在しており、その分離方法の確立と各要素の評価が重要視されている。さらに、森林生態系において、根系に蓄えられる炭素は大きく、地上部バイオマスの20%程度と見積もられており (Jackson and Chittenden 1981)、地下部の炭素量の変動は陸域生態系の炭素蓄積と大気への炭素放出量に大きな影響を与えると考えられる。森林の炭素蓄積能および、炭素の吸収能を評価するうえでも、地下部根系のバイオマスや炭素の放出活動である呼吸量の研究を行うことは重要な課題である。

そのため、本研究では森林生態系の炭素収支において根が持つ機能とその役割を評価することを目的として、根現存量の分布と根による呼吸現象に着目し方法論の開発を含め、これらの項目に関して多角的な検討を行った。本研究は京都府南部に位置する山城試験地で行われた。落葉広葉樹と常緑広葉樹の混交林でいわゆる里山とよばれ、西日本を中心に広く分布している。本論文では、根の役割を評価するために、落葉樹二次林において根バイオマスを精度よく推定し、根呼吸量の特徴および季節変化を把握して、森林生態系における根呼吸量役割を評価した。

まず、第3章では、根バイオマスに関する検討を行い、根を掘り取る方法と土壌ブロックを採取する方法を併用し、また、詳細な直径計測と画像解析を併用することで、根現存量および表面積について、直径別の分布の評価を試みた。その結果、試験地森林の根現存量は23.41 t ha⁻¹と計算され、本試験地は、平均的な温帯林の根量42 t ha⁻¹ (Jackson *et al.*,

1996)と比較すると、TR比は同程度ながら、現存量が少ないことが示された。第4章では、様々な根サンプルを用いて呼吸量を測定し、重量あたりの根呼吸量が直径によって大きく異なることを明らかにした。また地上部について測定された呼吸量と比較すると、粗根においては大きな違いは見られなかった。すなわち、根呼吸を評価するには、根の大きさによる評価が必要であり、特に細根においては単位重量あたりの呼吸量が非常に大きいため、粗根とは分けて評価する必要性が示された。これをうけて第5章では、第3章で求めた根現存量と、第4章で求めた根呼吸量を根直径別に組み合わせ、試験地の土壌面積あたりから放出される根直径ごとの根呼吸を推定した。推定された全根呼吸量に対する根直径階級ごとの寄与率からは、現存量では全根量の15%程度を占める直径2mm以下の細根が、全根呼吸量の6割以上を放出していることが示され、細根呼吸量の評価の重要性が示された。また根呼吸と土壌呼吸の並行測定を年間に5回行い、根呼吸の土壌呼吸に占める割合が18.7-59.8%と大きな季節変動もつことを示した。第6章では、細根の呼吸量の詳細な測定を試みた。生きたまま細根による呼吸量を長期的に連続観測できるシステムを開発し、試験地において1年5ヶ月間の連続測定を行った。細根呼吸量の地温および含水率に対する反応特性を土壌呼吸と対比して解析を行った。両者の違いは、土壌呼吸は含水率の低下に伴う呼吸量の顕著な減少がみられるが根呼吸ではそれがみられず、主に含水率に対する反応性において細根呼吸と土壌呼吸の差異が明らかとなった。第7章では根呼吸の長期測定から、根呼吸の季節的な変動についての評価を行った。根呼吸量は生育期である春季に温度に対して他の期間よりも高い反応性を持つことが観測された。一方で土壌呼吸はリターの供給のピークである春と秋に温度に対して高い反応性を示した。森林の炭素循環における根呼吸の役割を評価する場合においても、樹木の他の部位と同様に、短期的な値による比較ではなく、長期観測の必要性が示された。第8章では本研究で用いた根呼吸測定方法の比較検討を行った。細根は根呼吸に対する寄与率が高く、現存量や呼吸量に関してはより詳細な研究が必要とされることが示された。また、林床に不均質に分布する粗根からの呼吸量については5章で記述したサンプリング法を用い、活性が低下しやすい細根には7章で記述した自動開閉式チャンバーによる根呼吸量の測定値を用いて、根呼吸の年間値を計算した。森林の林床面での炭素循環における根呼吸の寄与が47%であることが示され、またルートリターや渗出などの、未測定な部分の存在も示唆された。

氏名	檀 浦 正 子		
論文 題目	森林生態系の炭素循環における樹木根系の寄与		
審査委員	区 分	職 名	氏 名
	主 査	教 授	金 澤 洋 一
	副 査	教 授	稲 垣 昇
	副 査	教 授	阿 江 教 治
	副 査		印

要 旨

陸域生態系の炭素収支においては、陸域面積の 28%を占める森林が 46%の炭素を固定しており、森林の炭素循環の定量化は現在あるいは将来の地球環境を評価する上で重要な研究課題となっている。この森林の炭素吸収機能を評価する際には、大気と森林との CO₂の移動を測定する手法である渦相関法が一般的に使われている。しかし本法では森林と大気との CO₂収支の全体値が得られるのみであり、生態系内部のプロセスについての評価を行うことができない。将来の地球環境予測や温暖化防止に向けての技術開発を進めるには森林生態系の各プロセスを明らかにすることが必要である。これらプロセスの中で、地上部の CO₂交換量の評価に関してはかなりの知見が蓄積されてきた。一方、地下部に関しては、方法論や測定技術を含めて未解明な部分が多く残されている。地下部のプロセスは陸域炭素循環の大きな部分を占める重要な部分である。植物は光合成産物の 35-80%を地下部で使用するとされており、その根系に蓄えられる炭素量は大きく、その変動は陸域生態系の炭素蓄積と大気への炭素放出量に大きく影響すると考えられている。また地下部からの CO₂放出量である土壌呼吸には独立栄養呼吸である根呼吸と従属栄養呼吸である分解呼吸とが混在しており、その分離方法の確立と各要素の評価も重要である。

本研究は、上記の研究背景のもとに、森林生態系の炭素収支において根が持つ機能とその役割を評価することを目的として、根現存量の分布と根による呼吸現象に着目し方法論の開発を含め、これらの項目に関して多角的な検討を行っている。

第1章の「はじめに」に続く第2章では試験地の説明がなされている。試験地は京都府南部の山城町に位置する森林総合研究所が設定した水文試験地で、この試験地の森林は落葉広葉樹と常緑広葉樹の混交林でいわゆる里山林であることが説明されている。

第3章では、根バイオマスに関する検討を行い、根を掘りとり方法と土壌ブロックを採取する方法を併用し、また詳細な直径計測と画像解析を併用することで、根現存量および表面積について直径別の分布の評価を試みている。その結果、試験地森林の根現存量は 23.41 tha⁻¹と計算され、本試験地では、平均的な温帯林の根量 42tha⁻¹と比較すると TR 比は同程度ながら、現存量が少ないことが示された。

氏名	檀 浦 正 子
<p>第4章では、様々な根サンプルを用いて呼吸量を測定し、重量あたりの根呼吸量が直径によって大きく異なることを明らかにしている。すなわち、根呼吸を評価する際には根の大きさによる評価が必要であり、特に細根においては単位重量あたりの呼吸量が非常に大きいため、粗根とは分けて評価する必要性を示した。</p> <p>第5章では、第3章で求めた根現存量と第4章で求めた根呼吸量を根直径別に組み合わせて、試験地の土壌面積あたりから放出される根直径ごとの根呼吸を推定している。推定された全根呼吸量に対する根直径階級ごとの寄与率からは、現存量では全根量の 15%程度を占める直径 2mm 以下の細根が全根呼吸量の 6割以上を放出していることが示され、細根呼吸量評価の重要性が明らかになった。また根呼吸と土壌呼吸の並行測定を年間に 5 回行い、根呼吸の土壌呼吸に占める割合が 18.7-59.8%と大きな季節変動をもつことを示した。</p> <p>第6章では、細根の呼吸量の詳細な測定を試みている。細根による呼吸量を生きたまま長期連続観測できるシステムを開発し、1年5ヶ月間の連続測定を行った。その結果に基づき、細根呼吸量の地温および含水率に対する反応特性を土壌呼吸と対比して解析を行った。土壌呼吸では含水率の低下に伴う呼吸量の顕著な減少がみられるが、根呼吸ではそれがみられず、主に含水率に対する反応において細根呼吸と土壌呼吸の差異が明らかとなった。</p> <p>第7章では根呼吸の季節的な変動についての評価を行った。根呼吸量は生育期である春季に温度に対して他の期間よりも高い反応特性を持つことが観測された。一方で土壌呼吸はリターの供給のピークである春と秋に温度に対して高い反応を示した。森林の炭素循環における根呼吸の役割を評価する場合においては短期的な値による比較ではなく、長期観測が必要であることを示した。</p> <p>第8章では本研究で用いた根呼吸測定方法の比較検討を行った。林床に不均質に分布する粗根からの呼吸量については5章で記述したサンプリング法を用いた。また、活性が低下しやすく、林床に比較的均一に分布する細根には7章で記述した自動開閉式チャンバーによる根呼吸量の測定値を用い、根呼吸の年間値を計算した。その結果、森林の林床面での炭素循環における根呼吸の寄与が47%であることが示され、またルートリターや滲出量などの未測定な部分の存在も示唆された。</p> <p>本研究は森林の炭素循環における根の役割を様々な側面から評価したものである。根バイオマスを精度高く評価し、根呼吸と結びつけて生態系全体としての根呼吸量を推定したことは評価に値する。また根呼吸の分離に関して新しい測定手法を開発・提案するとともに、それに基づく測定から根呼吸量の季節変動を明らかにし、その評価には長期観測の必要性があることを示した。これらの成果はこれからの根系研究のひとつの方向を示したものとして価値ある集積と認められる。よって学位申請者檀浦正子は、博士（農学）の学位を得る資格があると認める。</p>	