

京都大学教育研究振興財団助成事業
成果報告書

平成24年 7月 3日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団

会長 辻 井 昭 雄 様

所属部局・研究科 農学研究科

職名・学年 助教

氏名 檀 浦 正 子

助成の種類	平成24年度・研究者交流支援・在外研究短期助成		
研究課題名	ユーカリにおける乾燥ストレスが樹体の炭素分配に与える影響; カリウム施肥区へのラベリング手法を用いたアプローチ		
受入機関	ブラジル国・サンパウロ州・ピラシカバ市 サンパウロ大学 ルイ・ケロス農業部門(ESALQ) 森林科学学部長・ジョゼ・レオナルド・ゴンザレス(Jose Leonardo M. Goncalves)教授		
渡航期間	平成24年 5月12日 ~ 平成24年 7月 3日		
成果の概要	タイトルは「成果の概要／報告者名」として、A4版2000字程度・和文で作成し、添付して下さい。「成果の概要」以外に添付する資料 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有()		
会計報告	交付を受けた助成金額	450,000円	
	使用した助成金額	450,000円	
	返納すべき助成金額	0円	
	助成金の使途内訳	航空運賃	¥359,310
		電車・長距離バス運賃	¥33,900
宿泊費・日当費		¥56,790	
当財団の助成について	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 帰りに学会参加と組み合わせることができ、非常に使いやすく、ありがたかったです。この渡航費がなければ、準備段階から携わっていた実験に参加することはできなかったと思います。非常に感謝しています。今後の助成に望むこととしては、自分の渡航費だけでなく、学生を同時に連れて行くことができれば、学生にもよい経験をさせることができよいと思いました。		

成果の概要／檀浦正子

1. はじめに

地球上の炭素循環の中で、森林は主たる二酸化炭素の吸収源である。しかし森林を構成している樹木は一方的に炭素を吸収し続けるわけではなく、光合成と同時に呼吸も行い、その差し引き分が炭素として樹体に蓄積される。本研究の目的は、光合成で樹木に固定された炭素の分配が、カリウム施肥の有無、降雨条件の変化によってどう変化するかを、ユーカリに炭素安定同位体パルスラベリングを適応し、明らかにすることである。ユーカリは早生樹種であり、熱帯を中心に植林地域が広がっている。特にブラジルでは年間 30 万 ha が植林されているが、大規模植林なので散水作業は期待できず、初期肥料の投与が現実的かつ唯一の施業である。付近一帯の熱帯土壌はカリウム(K)が不足しており、施肥効果の研究が求められている。また、大規模な造林は生態系炭素循環にも影響を与えるため、水・二酸化炭素フラックスの測定は生態学的にも重要な課題である。

2. 試験地の概要

試験地は、ブラジル・サンパウロ州に位置する、サンパウロ大学付属演習林である。年間平均降水量は 1360 mm、年間平均気温は 19°C である。6 月から 9 月にかけて乾季（月平均気温 15°C）、10 月から 3 月にかけて雨季（月平均気温 25°C）がみられる。土壌にはカリウム(K)が不足しており、K の施肥試験区が設けられている。さらに、乾燥条件の違いをみるために、降雨の 30% を除外する乾燥実験区が設けられている（写真）。これらの条件を組み合わせ、K 施肥＋通常降雨、K 施肥＋降雨遮断、K 無施肥＋通常降雨、K 無施肥＋降雨遮断の 4 プロットから、各 3 本ずつの試験木を選定した。いずれのプロットにもユーカリ (*Eucalyptus Grandis*) が 3 m × 3 m の等間隔に植林されている。植栽後 2 年が経過しており、K 施肥によって樹木の生長が大きく促進されることが観察されており、降雨遮断実験による影響も見られ始めている。各サンプル木の胸高直径を図 1 に示す。



写真 1. 降雨 30%遮断実験区

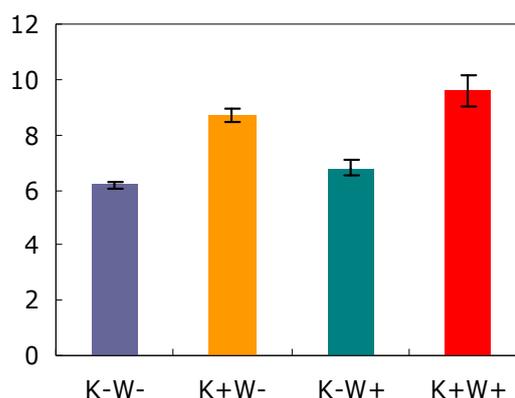


図 1. 各サンプル木の胸高直径。カリウムの施肥により成長が促進されているのがわかる。また降雨遮断によりわずかに成長が抑制されている。K+は K 施肥、K-は K 無施肥、W+は通常降雨、W-は降雨遮断を示す。

3. 同位体パルスラベリング

同位体パルスラベリングは、 $^{13}\text{CO}_2$ をトレーサーとして用い、炭素の動態を追跡することを可能にする実験で、大きなビニール製のチャンバーを樹冠にかぶせ（写真 2）、 $^{13}\text{CO}_2$ を注入し、光合成によって $^{13}\text{CO}_2$ を樹体にとりこませることによって行う。ラベリング時のチャンバー内の気温・有効光合成光量・湿はモニタリングされ、空調機を用いて制御される。ラベリングに要する時間はいずれも 1 時間に設定され、ラベリング終了後にチャンバーは撤去された。



写真 2. ラベリングチャンバー

4. 炭素安定同位体のトレースとこれまでに得られた結果

呼吸（気体）として放出される二酸化炭素の同位体比の測定は、最新のレーザー同位体分光計測装置（TDLS; Tuneable Diode Laser Spectrophotometer）を用いて呼吸として放出される $^{13}\text{CO}_2$ の経時変化の連続観測によって行う。幹の上部・下部に各 1 箇所、根に 2 箇所の合計 4 箇所に設置された呼吸測定用チャンバー（写真 3）から、放出される二酸化炭素をポンプによって TDLS に取り込み、測定が行われた。



写真 3. 幹呼吸測定用チャンバー(左)、根呼吸測定用チャンバー(右)

それぞれのラベリング後、しばらくの時間の後（この時間をタイムラグと呼ぶ）に、まず幹上部(高さ 2.1 から 3.6m)から $^{13}\text{CO}_2$ が観測された。その後、幹下部(高さ約 30cm)、根へと順に観測された。K 施肥区では平均して 9 時間後に幹上部で、約 3 時間後に幹下部で観測されたのに対し、K 無施肥区では幹上部で観測された後約 5 時間後に観測された。この結果は、K 施肥の有無によって、炭素移動速度が変化することを示唆している。図 2 に、チャンバー位置とタイムラグの関係を示す。チャンバーが設置されている位置と、そのチャンバーからの呼吸として $^{13}\text{CO}_2$ が観測された時間(タイムラグ)を用いて、炭素の移動速度が計算できる。

この速度は、幹で平均 0.6 m h^{-1} と計算され、K+W+では最大 1.43 、K+W- では $0.6\text{-}0.68 \text{ m h}^{-1}$ であり、K-W+で $0.3\text{-}0.38$ 、K-W-で $0.3\text{-}0.56 \text{ m h}^{-1}$ であり、K 処理区でより速度が大きいことが観測されている。この速度はこれまで報告されている値（ブナ、カシで $0.22\text{-}1.21 \text{ m h}^{-1}$ ）とそれほど大きく変わらない。成長速度が年間およそ 5m と、非常に大きいユーカリでも炭素の移動速度が温帯の広葉樹とそれほどかわらないという事実は驚きであった。

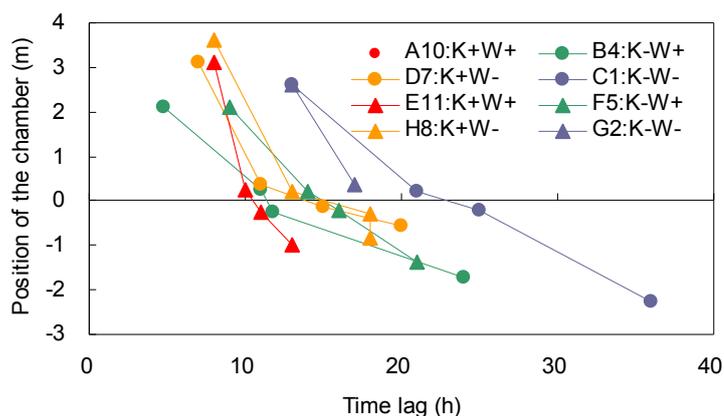


図 2 各呼吸量測定用チャンバーの位置と、ラベリング開始から $^{13}\text{CO}_2$ が観測されるまでのタイムラグ。チャンバー位置がマイナスの部分は、根の水平位置を示す。それぞれの直線の傾きは炭素の移動速度を表している。

他方、有機物（固体）として葉・枝・幹・根等に含まれる炭素同位体比の測定は、IRMS(安定同位体比質量分析器)を用いてサンプル分析を行うことで評価する。ラベリング前と、ラベリング直後、夕方、1,2,4,7 日目に葉および師部液のサンプルが採取された。これらのサンプルは、ブラジル国内（CENA）で分析が行われる予定である。この結果によって、ユーカリがどのように効率的に炭素を使って樹体を構成して成長しているかが明らかになると期待される。光合成物質が師部を通る速度が、通過する孔径と物質の粘性に支配されているならば、水分の不足も（粘性に影響するため）、炭素の移動速度に影響を与えると考えられる。また、K は葉からの炭素の師部への移動にも影響を与えるイオンである可能性があるため、K の施肥によって成長に著しい違いが現れる理由も明らかになるかもしれない。今後の分析および解析の結果が待たれる。

5. その他

通常乾季であるはずが、大雨に見舞われ、予定変更を余儀なくされた。もっとも残念であったのは、12 本ラベリングを行う予定であったのが 8 本にとどまったことである。残りの 4 本の実験は 8 月に延期されることになった。3 日間で 100mm を越す降雨があり、道路のぬかるみがひどく、車での移動が困難となり、足止めされたり、10m の足場が強風で倒れるというアクシデントもあった。また、本プロジェクトのリーダーである EMBLapa（ブラジル環境研究所）のオズワルド氏主催のセミナー参加、また氏の案内によりセラードを見学する機会を得た。セラードは、灌木原生林であり、アマゾン地域よりも多くの種が存在するともいわれている。乾燥条件に適応した分厚い樹皮を持つ樹木や、一風変わった風散布種子など、興味深い植生を見ることができ、非常に有意義であった。



写真 4. 観測タワーからの眺め(左)。セラードで見られる樹木。樹皮がコルクのようである(中)。風散布種子(右)。

最後になりましたが、このブラジル訪問を可能にいただいた京都大学教育研究振興財団助成事業に感謝いたします。ありがとうございました。