

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月22日現在

機関番号：82105

研究種目：若手研究（A）

研究期間：2009～2012

課題番号：21688014

研究課題名（和文） 違法伐採・産地偽装対策のための木材産地識別技術の開発

研究課題名（英文） Development of the timber provenancing method in support of legal logging and truthful declaration.

研究代表者

香川 聡 (KAGAWA AKIRA)

独立行政法人森林総合研究所・木材特性研究領域・主任研究員

研究者番号：40353635

研究成果の概要（和文）：現在、農地転換・違法伐採等により世界中から毎年本州の三分の二以上の面積の森林が失われており、その被害額は全世界で約1兆円（OECD）と見積もられている。その対策として近年、木材の産地表示を義務化する動きがアメリカ・EU等で広まっている。そこで本研究では、（1）各産地の年輪の同位体比時系列データと産地未知木の同位体比を複数年にわたって比較することにより産地判別する方法、（2）降水量の時系列データと年輪の安定同位体比データを複数年にわたって比較して産地判別する方法により、日本・ロシア産の木材の産地を誤差60～300kmで判別する技術を開発した。

研究成果の概要（英文）： At the moment, the world's forested area equivalent to more than two-thirds of the Main Island of Japan is lost every year due to illegal logging and slash/burn agriculture. The economic loss due to the illegal logging is estimated to be more than 10 billion USD, according to the OECD. In recent years, the U.S. and EU have introduced new laws to oblige timber industries to declare the geographic origin of their timber products. In this study, we developed two timber provenancing methods, where the origin is determined (1) by comparing tree-ring isotope series of unknown wood with those of known geographic origins, and (2) by comparing tree-ring isotope series with gridded global precipitation database. We succeeded to determine the geographic origin of Japanese and Russian timber at 60-300km accuracy.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	4,300,000	1,290,000	5,590,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2012年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
総計	7,400,000	2,220,000	9,620,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・木質科学

キーワード：年輪、同位体

1. 研究開始当初の背景

森林は地球温暖化の原因とされる二酸化炭素の吸収源だが、世界全体のCO₂排出量

の約5分の1が森林減少・劣化によるものであることがIPCCにより報告されている。現在、農地転換・違法伐採等により世界中か

ら毎年本州の3分の2以上の面積の森林が失われており、その被害額は全世界で約1兆円(OECD)と見積もられている。木材に表示されている産地の真偽を検査できれば、違法伐採に対する抑止技術として期待できる。

法伐採対策のため、欧米ではすでに木材の産地表示を義務化する法律が作られ、日本でも、森林・林業再生プランに木材の産地・樹種を表示して違法伐採対策を強化する方向が示されている。このように、世界中で木材の産地表示の真偽を確かめる技術のニーズが高まっている。食品の産地判別技術は比較的長い研究開発の歴史があるが、木材の産地判別技術開発は最近始まったばかりである。農林水産物に含まれる酸素、窒素、炭素などの元素には、質量が微妙に違う同位体が何種類か存在し、重い同位体と軽い同位体の比(同位体比)は農産物が育った場所の気象条件によって微妙に異なるので、同位体分析により産地を判別することが可能になる。植物由来の農産物と木材の違いを考えた場合、前者は主に1年生だが、後者は数十年から長いものでは百年以上生育するという違いがある。熱帯に生育するものを除けば、樹木は一年毎に年輪を形成するので、木材に含まれる同位体情報量は、複数年分の情報が得られるという点で、農産物より多くなる。

2. 研究の目的

違法伐採問題対策のため、近年アメリカではレーシー法を改正し、木材の産地表示を義務化した。EUでも同様の法律が検討中であり、木材の産地を義務化する動きが世界的に広まっている。違法伐採抑止のための産地判別技術には、産地判別誤差・誤判定の可能性が小さいことが必要不可欠である。農産物に比べて多い樹木の同位体情報を利用することにより、食品の産地判別に比べてはるかに精度・正答率の高い産地判別が期待できる。

そこで本研究では木材の違法伐採・産地偽装対策のため、安定同位体比を用いた木材の産地判別技術を開発し、木材のトレーサビリティ・合法性証明へ役立てることが目的である。

3. 研究の方法

世界中の全ての木材は、その産地に特有な安定同位体フィンガープリントを有していて、それらは年輪の炭素・酸素同位体比時系列として表現できる(図1)。そこで、食品・農産物の産地判別に広く用いられている安定同位体フィンガープリント法を木材(原木丸太)に適用して、木材の産地判別における有効性を調べた。

我々が考案した木材産地判別法は「近くに生えている木同士ほど安定同位体比時系列の類似性が高い」という性質を利用している。

図1のように、アメリカ南西部でお互いの産地が近い木材の炭素同位体比時系列同士を比較すると(●と○)、高い類似性(相関係数 $r=0.83$)が見られるが、お互いの産地が離れた木材同士を比較すると(●と▲)、類似性は低くなる($r=0.48$)。

そこで、本当は産地が分かっている木材を産地未知の木材と仮定し、周辺の木材の酸素・炭素同位体比時系列との類似性を計算して木材の産地を推定した。産地推定方法には、以下の2種類がある。

(手法1) まず、対象地域周辺に成育する樹木の年輪の安定同位体比時系列のデータベースを構築し、次に産地未知の木材とデータベース中の産地既知木材の各同位体比時系列との間の相関係数を計算して相関係数が最大になる地点を探して産地を推定する。

(手法2) 次に、産地未知木材の年輪の安定同位体比時系列と降水量データベース上の降水量時系列との相関を用いて、両者の相関係数を計算して相関係数が最大になる地点を探して産地を推定する。

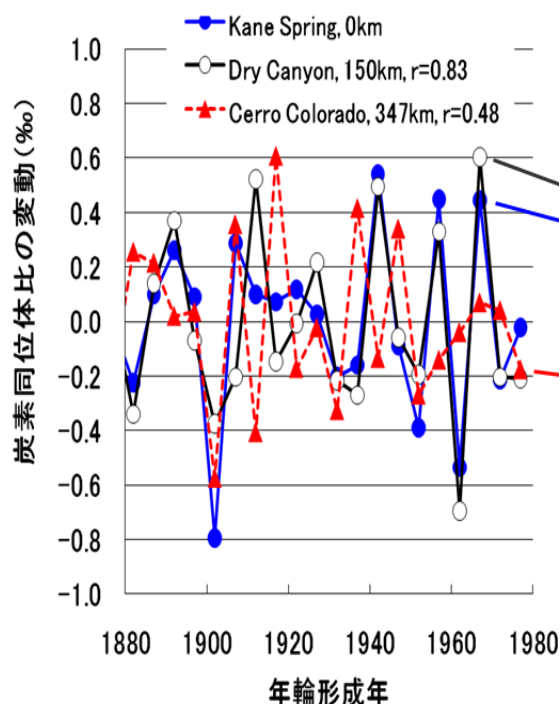


図1 産地間距離と同位体時系列の類似性

4. 研究成果

(1) 各産地の年輪の同位体比時系列データと産地未知木の同位体比を複数年にわたって比較する方法により、60km-200km程度の誤差での木材産地判別に成功した(図2)

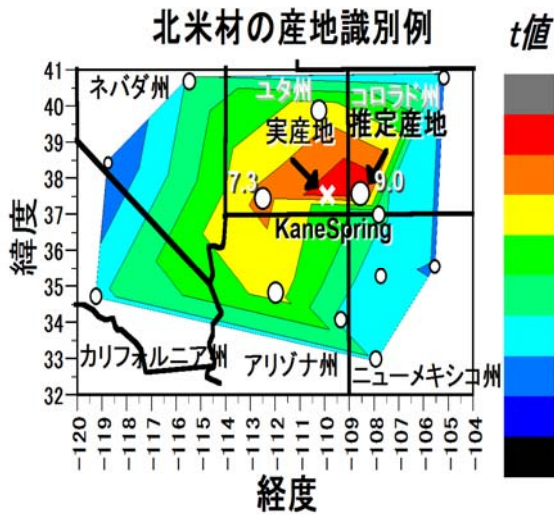


図2 手法1による産地判別結果

(2) 降水量の時系列データと年輪の安定同位体比データを複数年にわたって比較して産地判別する方法により、日本・ロシア産の木材の産地を誤差250km程度の誤差での木材産地判別に成功した(図3)。

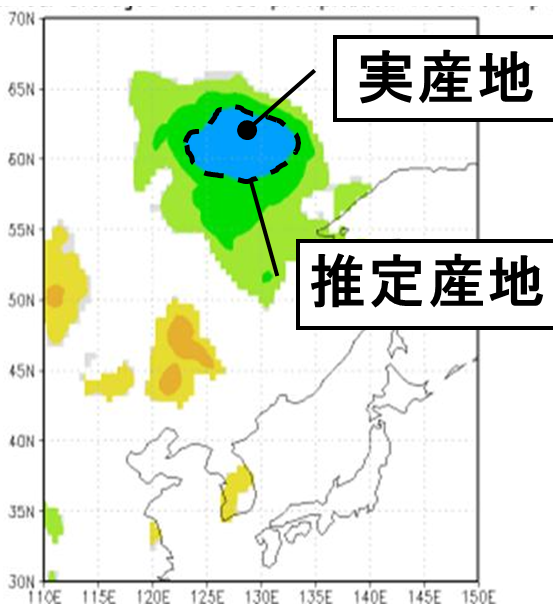


図3 手法2による産地判別結果

(3) 同位体分析法の効率化

木材の産地判別技術の実用化のためには、木材1点当たりの産地判別コストを大幅に下げる必要がある。木材の年輪の酸素同位体分析では、分析の前処理として、木材から α -

セルロースを抽出する必要があり、この工程が同位体分析の分析時間の大部分を占めていた。従来は、実体顕微鏡下で木口薄片から年輪を1年毎に切り分けた後、数百個のサンプルの α -セルロースの抽出を行っており、試料数が多いため分析に長時間を要していた。昨年度より開発してきた方法では木口薄片の形状を崩すことなしに α -セルロースの抽出を行った後で、板状の α -セルロース(図4)から年輪を1年毎に切り分けるので、試料の個数が数十~数百分の1になり、分析時間を大幅に短縮することに成功した。この手法により調整した α -セルロースの化学的純度を調べたところ、ヘミセルロース・リグニンともに同位体比に有意な影響はない程度の純度(90%以上)であることが分かった。具体的には、残存ヘミセルロース量をアセチル・アルジトール法により糖を気化し、ガスクロマトグラフィーでの糖分析を行った結果、グルコースが93%以上、マンノース・ガラクトース・キシロースが7%程度存在していた。また、Krasonリグニン量は検出限界(5%)以下、FT-IRスペクトルでもリグニン芳香核由来(1500 cm^{-1})のピークは見られなかった。従来のように試料を木粉(100メッシュ程度)にして α -セルロースを抽出後、測定した酸素・炭素同位体比と新手法の間で同位体比の値に有意な差は見られず、本手法が酸素・炭素同位体比分析の効率化に大幅に役立つことが確認できた。日本産樹木の酸素同位体比を測定するため、東北産マツ、北海道産ミズナラを採取した。本手法では、狭い年輪の場合は微量分析が必要とされるが、ドイツとの共同研究で最低20マイクログラムの試料があれば、酸素同位体比分析が可能な新手法を開発した。これにより、年輪の同位体分析を自動化できる可能性もでてきた。

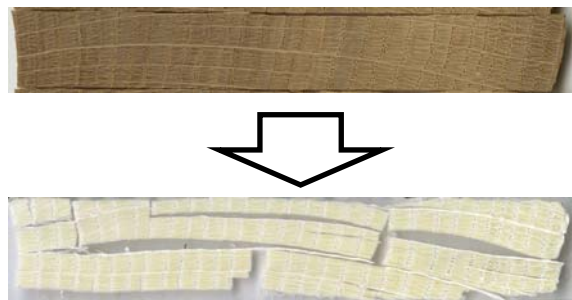


図4 新手法による、木口薄片(1mm厚)からの α -セルロース板の調製

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕（計1件）

- ① Kagawa A., Leavitt S.W. Stable carbon isotopes of tree rings as a tool to pinpoint the geographic origin of timber. Journal of Wood Science 査読有 56(3) 2010 175-183.

〔学会発表〕（計4件）

- ① Kagawa A., Leavitt S.W. Stable carbon isotopes of tree rings as a tool to pinpoint the geographic origin of timber. Proceedings for the World Dendro Conference 2010. 2010.06.17 Rovaniemi, Finland.
- ② Kagawa A., Nakatsuka T., Helle G., Zhang C., Koh Y. A method for extracting alpha-cellulose directly from tree-ring laths. Proceedings for the TRACE conference 2010.05.10 Potsdam, Germany
- ③ 香川聡、池田努、中塚武(2010)年輪の安定同位体分析のための「板ごとセルロース抽出法」の同位体分析値およびセルロース純度の検証 第63回日本木材学会大会研究発表要旨集、盛岡

〔図書〕（計2件）

- ① 香川聡 木材の年輪情報から産地を判別する 研究の森から 2011 14, 101-104.
- ② 香川聡 違法伐採対策のための木材の産地判別技術 2010, STAFF Newsletter 6, 3-3

〔その他〕

ホームページ等

<http://cse.ffpri.affrc.go.jp/akagawa/index-j.htm>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

香川 聡 (AKIRA KAGAWA)

森林総合研究所・木材特性研究領域・主任
研究員

研究者番号：40353635