

## 第 25 回 日本熱帯生態学会年次大会案内

## 年次大会案内

## 【1 ページ】

25 周年記念大会では、学会連携セッション、国際シンポジウムを開催します。優秀発表賞も設けます。

### 熱帯樹木の目に見えない年輪を検出する

## 【4 ページ】

吉良賞奨励賞の大橋さんの記事を掲載しました。

## 掲載記事

- 1 年次大会案内
- 4 吉良賞奨励賞  
大橋伸太
- 9 書評 小坂康之

学会会長：米田 健

大会実行委員長：神崎 護

大会実行委員会：大山修一，岡田直紀，金子隆之，北島 薫，小林繁男，竹田晋也，田淵隆一，縄田栄治，水野一晴，柳澤雅之

日程：2015 年 6 月 19 日（金）編集委員会，評議会，国際シンポジウム

6 月 20 日（土）一般発表セッション，学会連携セッション，総会，吉良賞授賞式・講演，懇親会

6 月 21 日（日）一般発表セッション，公開シンポジウム

会場：京都大学稲盛財団記念館（京都市左京区吉田下阿達町 46）

大会ウェブサイト：<http://tofreproj.kais.kyoto-u.ac.jp/jaste25>

**地図，交通，最新情報，英語での情報は，このウェブサイトをご参照ください。大会当日まで逐次更新していきます。**

**The information is available in English on the website.**

## 大会事務局：

〒606-8502 京都市左京区北白川追分町

京都大学農学研究科森林科学専攻 森林・人間関係学分野  
第25回日本熱帯生態学会京都大会実行委員会

電子メール：[jaste25.kyoto@gmail.com](mailto:jaste25.kyoto@gmail.com)

電話：075-753-6359（金子），-6071（神崎）

FAX：075-753-6075（森林・人間関係学分野）

## 公開シンポジウム

熱帯の人と自然の変遷と行方—熱帯研究の歩みと重ねて—

日時：2015 年 6 月 21 日（日）14:00—17:30

会場：京都大学稲盛財団記念館 3 階大会議室  
（京都市左京区吉田下阿達町 46）

共催：京都大学地域研究統合情報センター

後援：京都大学（予定），地域研究コンソーシアム（予定）

日本熱帯生態学会設立 25 周年にあたる今年のシンポジウムでは，熱帯の人と自然の変遷を俯瞰的に展望し，研究者が果たした役割を含めて議論する場を設けてみた。沿岸，平原，森林という異なる景観，アジアとアフリカという異なる地域の研究者に話題提供していただき，人と自然と社会の変動，開発と保全のせめぎ合い，その中で研究者が果たした役割を俯瞰的に紹介し，次の 25 年に向けて進むべき方向を議論してみたい。

## 国際シンポジウム:

熱帯研究のグローバルな広がりの中で、アジア・アフリカ・アメリカのネットワークの結合を目指した国際シンポジウム Networking for the Sustainable Future of the Tropics (熱帯地域の持続的な未来をみざすネットワークの構築)を開催します。公開シンポジウムですので、学会参加者以外の方も参加可能です。詳細は JASTE25 ウェブサイト <http://tofreproj.kais.kyoto-u.ac.jp/jaste25> でアナウンスします。

## 学会間連携:

第25回 日本熱帯生態学会年次大会では、異分野の研究者との交流を深めるために、次の7つの学会と連携して大会を実施します。

日本サンゴ礁学会、日本マングローブ学会、日本泥炭地学会、日本アフリカ学会、日本熱帯農業学会、東南アジア学会、日本タイ学会

これら連携学会の会員は、当学会の会員と同条件で研究発表できます。また6月20日(土)午後には学会連携セッション「熱帯の水系を遡る旅—沿岸から高地までの環境と暮らし—」を開催し、多様な熱帯研究を総覧できる場を提供します。

## 優秀発表賞:

今大会では優秀発表賞を口頭発表、ポスターの双方で設定します。複数のレフェリーによる厳正な審査を行います。審査基準など詳細は、JASTE25 ウェブサイトで後日公開します。

同制度へエントリーする場合には、大会参加申し込みの際に所定欄にマークをお願いします。

## 参加申し込み:

大会ホームページ (<http://tofreproj.kais.kyoto-u.ac.jp/jaste25>) から参加申込書をダウンロードし、必要事項を漏らさず記入の上、JASTE25 大会事務局 ([jaste25.kyoto@gmail.com](mailto:jaste25.kyoto@gmail.com)) に電子メールで送付してください。電子メールでの送付が難しい場合は、実行委員会までご相談ください。なお、発表者は日本熱帯生態学会会員と上記の連携学会会員に限ります。研究発表を希望する非会員の方は、学会事務局 ([jaste.adm@gmail.com](mailto:jaste.adm@gmail.com)) に連絡し、事前に会員登録を行ってください。

研究発表される方は大会参加申し込みを4月30日までに済ませてください。要旨提出締め切りは5月31日です。

## 講演要旨:

研究発表をされる方は、講演要旨をA4用紙1ページにまとめ、5月31日までに学会事務局あて電子メールで添付ファイルとしてお送りください。

ファイル形式はMS Word (.doc または .docx) を用いてください。

講演要旨は、以下の様式で作成願います(そのまま印刷します)。

- ・ 余白は、上下、左右とも 25 mm.
- ・ タイトル行(第1行)と氏名・所属行(第2行)は、25 mm 字下げしてください(用紙左端から 50mm).
- ・ 発表者の氏名の左上に○をつける。
- ・ 本文は氏名・所属行の後に1行あけて印字する。
- ・ 図表は白黒とし、余白からはみ出さないように貼り込む。

## 参加費:

前納大会参加費:一般 5,000 円 / 学生 2,500 円

前納懇親会費:一般 5,000 円 / 学生 2,500 円

講演要旨集のみ希望:2,000 円(大会後郵送いたします)

当日参加費は一般 6,000 円、学生 3,000 円、当日懇親会費は一般 6,000 円 / 学生 3,000 円です。

- ・ 前納された費用はお返しできませんが、当日欠席された方には、講演要旨集を1部お送りします。
- ・ 費用前納に係る領収書は、「払込取扱票の受領書」もしくは「銀行等の受取書 / 領収書」などをもってかえます。

**発表者参加申し込みと前納送金の締め切り:**

発表者の参加申し込み, 参加費・懇親会費の前納は, すべて2015年4月30日(木)とします.

**郵便局から郵便振替による送金:**

口座記号番号:00960-2-235149

口座名称(漢字):JASTE25 実行委員会

口座名称(カナ):ジャステニジュウゴジッコウイインカイ

※青色の払込取扱票を使用してください.

※払込取扱票の通信欄に, 必ず送金内訳(一般/学生の別, 参加費/懇親会費の有無/要旨集代の別)を記載してください.

**銀行からの振込みによる送金:**

銀行名:ゆうちょ銀行

店名:〇九九店

口座種類:当座

口座番号:0235149

口座名義(カナ):ジャステニジュウゴジッコウイインカイ

銀行送金の場合には, 必ず振込時にメールで氏名, 送金内訳(一般/学生の別, 参加費/懇親会費の有無/要旨集代の別)を実行委員会あてに連絡してください. メールあて先は(jaste25.kyoto@gmail.com), 件名を送金内訳としてください. メール送付に困難のある方は実行委員会までご相談ください.

---

# 熱帯樹木の目に見えない年輪を検出する

大橋伸太 (森林総合研究所 木材特性研究領域 組織材質研究室)

How to detect invisible annual rings of tropical trees

Shinta Ohashi (Wood Anatomy and Quality Lab., Department of Wood Properties, Forestry and Forest Products Research Institute)

## はじめに

熱帯の樹木には年輪がないと古くから一般的に言われてきた。近年になり、厳しい乾季がある地域や洪水が毎年起こる氾濫原では、樹木が強いストレスを受けて年輪ができる場合があることが報告されはじめた (Worbes 1995)。しかしそれでも年輪ができない場合も多い。またそうした特徴的なイベントのない通常の低地林では、木口面に同心円状の模様がほとんど見られないもの (図 1c) や、模様があっても年輪ではないもの (図 1b) がやはり多く、視認できる明確な年輪が形成される樹種 (例えばチーク; 図 1a) はかなり限られる。年輪からは樹齢や過去の成長速度などの情報が得られ、樹木の成長特性や森林動態の解明、木材の年代決定や古気候の復元などその応用は多岐にわたる。熱帯でも多くの樹種・地域において年輪解析が可能になれば多様な森林生態系の保全や適切な森林経営に大きく貢献すると期待される。そうした背景から近年、木材中の形質や成分の季節変化 (年内変化) に着目し、年輪の代わりとなる指標を見つけようという試みが行われるようになった。本稿ではこれまでの研究結果をもとに、年輪の代わりとなる指標について紹介したい。

## 炭素安定同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ )

まず年輪の指標の候補として挙げられるのは、材の炭素安定同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) である。 $\delta^{13}\text{C}$  は質量数が 13 の C と 12 の C の比であり、一般的に標準物質 PDB からの相対偏差 (‰) で表される。 $^{13}\text{C}$  は天然に存在する安定同位体で、 $\text{CO}_2$  として気孔を通過する際や光合成で固定される際の速度が  $^{12}\text{C}$  より遅い (Farquhar et al. 1989)。特に光合成で固定される際の差が大きいが、葉内の  $\text{CO}_2$  消費量が葉外からの  $\text{CO}_2$  供給量を上回るような場合、 $^{12}\text{C}$  の供給が追いつかなくなり結果的にこの差が小さくなる ( $^{13}\text{C}$  が固定される割合が増える) と考えられる。したがって、乾燥によって気孔が閉じ気味になっている時期に作られる光合成産物の  $\delta^{13}\text{C}$  は大きくなると考えられ、明瞭な雨季と乾季がある地域では形成される材の  $\delta^{13}\text{C}$  が周期的に変化すると期待される。こうした  $\delta^{13}\text{C}$  による年輪検出の可能性は Leavitt and Long (1991) により

(a) シソ科 *Tectona grandis*

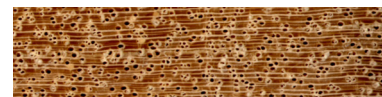


(b) センダン科 *Azadirachta indica*



→ 樹皮側

(c) フタバガキ科 *Shorea henryana*



5 mm

図 1: 熱帯材の木口面。(a) 年輪があるもの、(b) 同心円状の模様はあるが年輪ではないもの、(c) 模様すらないもの。

示されたが、実際に試みられた例は非常に少ない。ここでは東北タイの熱帯季節林で行った研究の一部を紹介する。

東北タイ (サケラート) では毎年明瞭な乾季があり、その間多くの樹木で成長が著しく低下あるいは休止する。調査対象は年輪がない樹木であるため、調査木には試料を採取する 1 年以上前に形成層マーキングを施してあった。針やナイフで形成層に傷をつけるとその傷害反応が材に残るため、1 年の初めと終わりに 1 回ずつマーキングすると、部分的ではあるが人為的に年輪を作ることができる。試料採取は通常は樹木へのダメージが少なく手軽な成長錐を用いたコアサンプリングが望ましいが、ここではマーキングした部位を含む広い範囲が必要であったためノミとノコを用いてブロックで採取した。材の  $\delta^{13}\text{C}$  の季節変化を調べるには、材を樹皮側から中心に向けて薄くスライスしていく。マイクロームを用いて厚さ 100  $\mu\text{m}$  でスライスし、その木片一つ一つの  $\delta^{13}\text{C}$  を同位体比質量分析計で測定した。

材の  $\delta^{13}\text{C}$  は予想通り周期的な変化を示し、1 年で 1 周期していたため、年輪の指標となることがわかった (図 2)。常緑フタバガキ科 *Shorea henryana* では  $\delta^{13}\text{C}$  は降水量が少ない時期に増加していたため、仮説のとおり水分条件に応じて変化していると考えられた (図 2a)。一方、

比較のために分析した年輪がある落葉マメ科 *Azelia xylocarpa* では、 $\delta^{13}\text{C}$  は同様に年周期性を示したが、季節変化パターンは *S. henryana* のパターンのほぼ逆であった(図 2b). このような違いが生じた理由として、*A. xylocarpa* は成長再開後しばらくして光合成速度が非常に速くなるという可能性、また *A. xylocarpa* は前年に貯蔵した養分を当年に多く使用しているという可能性が挙げられた。いずれも落葉樹で見られる特徴であることから、 $\delta^{13}\text{C}$  の変化パターンは樹種特性に大きく左右されることが示唆された。したがって東北タイにおいて  $\delta^{13}\text{C}$  は年輪の指標として有用であるが、対象樹種の特性をふまえた上で用いる必要がある。

### 道管のサイズ・密度

$\delta^{13}\text{C}$  が年輪の指標となることが明らかになったが、変化パターンの解釈が難しいことや同位体分析に多くの時間とコストがかかることが問題点として挙げられた。そこで、より簡便に測定でき、よりシンプルな変化パターンを示す新たな指標の提案を目指し、道管のサイズ(内腔面積)や密度に着目した。

熱帯材の大部分は、同じようなサイズの道管が一様に散らばった散孔材に分類される。しかし散孔材でも注意深く観察すると道管のサイズや密度がいくらか変化している場合があることがわかる。そこで画像解析により道管のサイズや密度を測定し、変化傾向を分析してみたところ、 $\delta^{13}\text{C}$  と同様に年周期性が見られることが明らかになった(図 3)。 *S. henryana* のように同心円状の模様がなく、道管のサイズもほとんど変化してないように見える材でもこのような周期がみられたことは特筆すべきことである。ここでは  $\delta^{13}\text{C}$  と負の相関があったことから、道管のサイズも水分条件に応じて変化したのではないかと推察された。

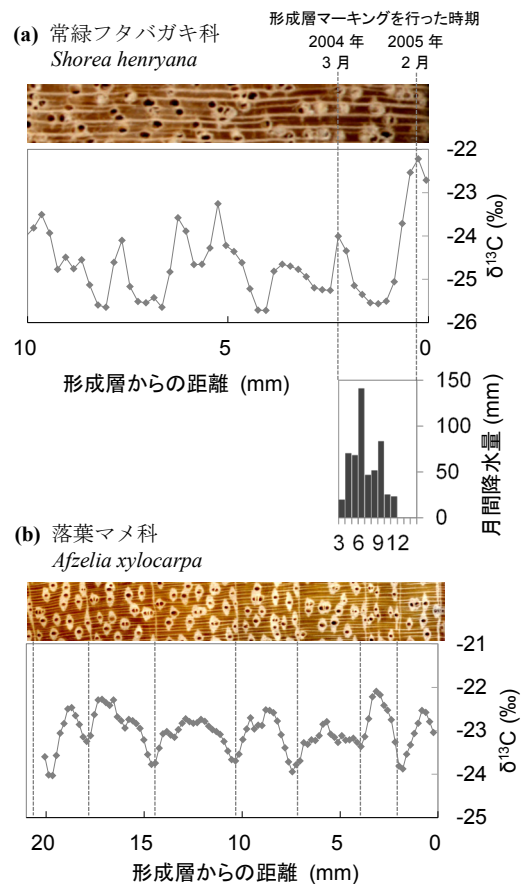


図 2: 東北タイ産材における  $\delta^{13}\text{C}$  の季節変化。(a) 視認できる年輪がない常緑フタバガキ科 *Shorea henryana* (Ohashi et al. 2009a の原図を改変)。10 月～3 月頃は成長が著しく低下するため  $\delta^{13}\text{C}$  と月間降水量の厳密な比較ではないが、参考のため示した。(b) 明確な年輪がある落葉マメ科 *Azelia xylocarpa* (Ohashi et al. 2009b の原図を改変)。破線は年輪境界を示す。

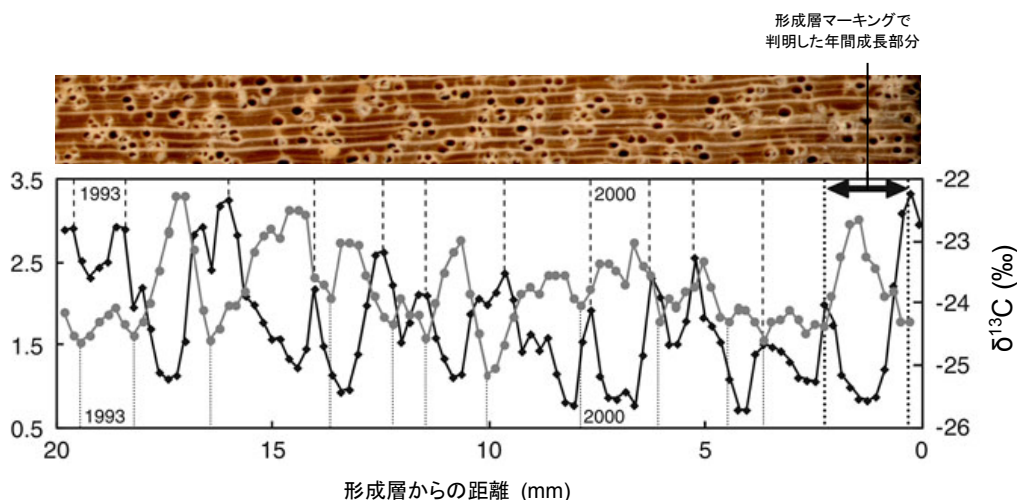


図 3: 東北タイの常緑フタバガキ科 *Shorea henryana* における道管のサイズ(◆)と  $\delta^{13}\text{C}$ (●)の季節変化(Ohashi et al. 2009a)。点線と破線はそれぞれ道管の平均内腔面積と  $\delta^{13}\text{C}$  から推定した年輪境界を示す。

他の研究でも乾燥条件下で道管のサイズが小さくなり、道管の密度が高くなる傾向があることが報告されており(例えば Schume et al. 2004), 乾燥による道管閉塞のリスクを低減するための生物学的な応答だと考えられている。また物理的な面でも、道管形成過程において水分が少ない場合は細胞拡大の原動力である膨圧が低くなり、形成される道管が小さくなるものと考えられる。

そこで次に道管のサイズや密度が樹木の水分状態に対応して変化しているかを調べた。調査は明瞭な乾季があるタイ東部(チャチュンサオ), 弱い乾季がある半島マレーシア北部(プルリス), そして乾季がない半島マレーシア中部(スランゴール)で行った。樹木の水分状態を評価するため、プレッシャーチャンバーを用いて夜明け前の葉の水ポテンシャルを3ヶ月毎に測定した。夜明け前の葉は水分が最大限補給された状態であるため、樹木の水分状態の季節変化を評価する上で適していると考えた。また、土壌水分センサーを地下30cmに設置し、土壌の水ポテンシャルをモニタリングした。葉の水ポテンシャルの測定時に形成されていた道管をある程度特定するため、形成層マーキングを合わせて行い、モニタリング終了時にブロック試料を採取した。道管のサイズや密度の測定はマーキングの影響がない部分で行った。

明瞭な乾季があるタイ東部や弱い乾季のある半島マレーシア北部では、土壌や葉の水ポテンシャルの低下に伴い、道管サイズが減少し、道管密度が増加していた樹種があることが確認できた(図4)。しかし葉の水ポテンシャルが乾季でもあまり低下していなかった樹種や、道管サイズの減少が雨季の間に既に始まっていた樹種も見られた。したがって道管の変化は必ずしも水分状態に対応していないことがわかった。調査した樹種数が少ないため確かなことは言えないが、道管の変化は(1)落葉樹では内的なリズム(葉のフェノロジーや養分の貯蔵など)に強く影響され、(2)常緑樹でも乾燥回避タイプでは水分状態の影響を受けにくく、(3)常緑樹の乾燥耐性タイプでは水分状態の影響を受けやすいのではないかと推察された。

乾季がない半島マレーシア中部では土壌や葉の水ポテンシャルに季節変化は見られず、一年を通して大きな乾燥ストレスがないことが確認された。そうした環境でも道管のサイズや密度は周期的に変化しており、概ね年周期性を示した。ただし道管のサイズや密度の増加・減少のタイミングが同一樹幹内2方向間でも一致しない場合が多く、成長リズムが個体間だけでなく個体内でさえあまり同調していないことが明らかになった。

以上のことから、道管のサイズや密度の変化は、樹木の水分状態と必ずしも直接的に対応しているわけでは

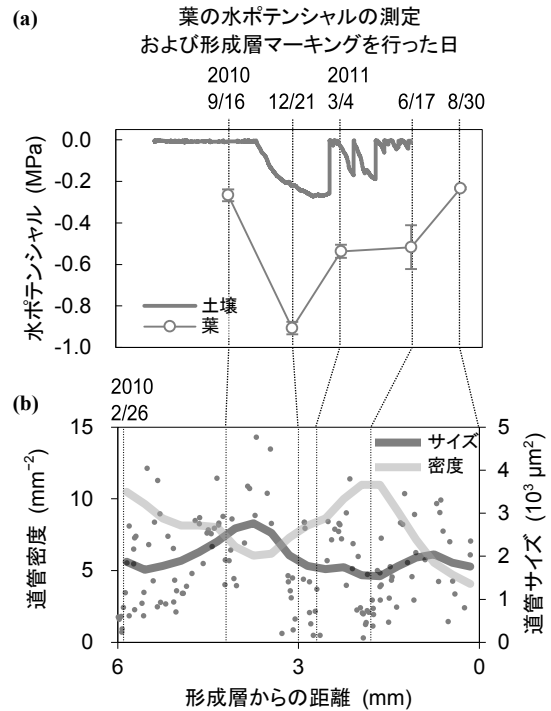


図4: 東タイの常緑マメ科 *Acacia mangium* における (a) 土壌と葉(夜明け前)の水ポテンシャルの季節変化と (b) 道管のサイズと密度の季節変化 (Ohashi et al. 2014 の原図を改変)。点は測定した各道管のサイズ、2本の線は道管のサイズと密度のそれぞれの変化傾向(移動平均)を示す。

ないことがわかった。しかし乾季がある地域では、道管のサイズや密度の周期は水分状態に間接的に影響されていると言える。乾季がない湿潤な地域でも概年リズムが見られるため、おおよその年数は推定できるが、年間成長量を厳密に推定することは難しいと考えられた。したがって道管のサイズや密度は乾季がある地域では年輪の指標として有効であるが、湿潤熱帯での適用には注意が必要である。

#### 酸素安定同位体比 ( $\delta^{18}\text{O}$ )

最後に材の酸素安定同位体比 ( $\delta^{18}\text{O}$ ) について紹介したい。 $\delta^{18}\text{O}$  は質量数が18のOと16のOの比であり、標準物質 VSMOW からの相対偏差(%)で表される。材のOはCO<sub>2</sub>ではなくH<sub>2</sub>Oに由来する(DeNiro and Epstein 1979)。光合成産物中のOは葉内水で置換され、さらに幹の形成層でセルロースが合成される際にも木部水との置換が起こる。木部水との置換率は成木では40%程度と推定されている(Barbour 2007)。根からの吸水のされやすさは<sup>18</sup>Oと<sup>16</sup>Oで差はないため、木部水の $\delta^{18}\text{O}$ は土壌水の $\delta^{18}\text{O}$ とほぼ同じと考えることができる。葉での蒸散では重い<sup>18</sup>Oが葉内に残りやすいため、蒸散量が多いほど葉内水の $\delta^{18}\text{O}$ は大きくなる。したがって、材の $\delta^{18}\text{O}$ には主に土壌水の $\delta^{18}\text{O}$ と蒸散量が反映され、



湿潤な地域で根の吸水が主に土壌表層で起きている場合は雨の  $\delta^{18}\text{O}$  がよく反映されると考えられる. 一般的に熱帯地域では雨の  $\delta^{18}\text{O}$  は雨量と負の相関関係にある (“amount effect”) ため, 雨量に季節性がある地域では材の  $\delta^{18}\text{O}$  は年輪の指標になると期待される. 熱帯では Evans and Schrag (2004) をはじめとしていくつかの研究例があるが, どの地域で年輪の検出が上手くいくのかはまだ定かではない. ここでは乾季がやや不明瞭なブラジル・アマゾンの森林で本手法の検証を行ったので簡単に紹介したい.

ブラジル・アマゾンの中央に位置するマナウスは例年年間降水量が 60 mm 未満になる月がなく, 熱帯雨林気候に区分される. しかし 7~9 月頃に年間降水量が 100 mm 未満になるやや乾燥した時期がある. この時期に雨の  $\delta^{18}\text{O}$  が高くなるというデータがあったため, 材に雨の  $\delta^{18}\text{O}$  が上手く記録されていれば年輪の検出が可能だと考えた. 試料としてアマゾンの森林で広く見られる常緑サガリバナ科 *Eschweilera coriacea* を採取し, 前述の  $\delta^{13}\text{C}$  の分析と同様, 材を薄くスライスして各薄片の  $\delta^{18}\text{O}$  を測定した. なお,  $\delta^{13}\text{C}$  も単独測定に比べやや精度は落ちるが,  $\delta^{18}\text{O}$  との同時測定が可能である. またこの試料では形成層マーキングは行っていないため,  $^{14}\text{C}$  年代測定によってクロスチェックを行った.

材の  $\delta^{18}\text{O}$  は非常に明瞭な変化を示し(図 5),  $^{14}\text{C}$  年代測定結果から年周期性を示していると考えられた. 図 5 には 3 個体の結果を示しているが, いずれの個体も右から 3 つ目の周期で  $\delta^{18}\text{O}$  の最小値が見られた. また 10 月に採取した個体では最外部において  $\delta^{18}\text{O}$  が増加傾向を示しており, 雨の  $\delta^{18}\text{O}$  の季節変化パターンと一致していた. したがってこの地域の *E. coriacea* では雨の  $\delta^{18}\text{O}$  が材によく記録され, 個体間の  $\delta^{18}\text{O}$  の同調性も高く,  $\delta^{18}\text{O}$  は年輪の指標として非常に有用であることが明らかとなった. またここでは  $\delta^{13}\text{C}$  はあまり明瞭な変化を示しておらず, このような湿潤な地域では  $\delta^{13}\text{C}$  を年輪の指標として用いるのは難しいことが示唆された.  $\delta^{18}\text{O}$  もより湿潤な地域では変化が不明瞭になると予想されるため, 今後も様々な地域で検証する必要がある.

## おわりに

本稿では年輪の代わりとなりうる指標を 3 つ紹介したが, いずれも得手不得手があり, 全ての地域・樹種で上手く年輪を検出できるわけではない. 例えば  $\delta^{18}\text{O}$  は, 乾燥が強く, 樹木が深いところから水を吸い上げるような場合は雨の  $\delta^{18}\text{O}$  が材に上手く反映されないと考えられる. したがって乾燥が厳しい地域では  $\delta^{13}\text{C}$  や道管を, 比較的湿潤な地域では  $\delta^{18}\text{O}$  を指標とするといったように, 条件に応じて上手く使い分ける必要がある. また  $\delta^{18}\text{O}$  には生物学的な情報がほとんど反映されないため, 樹種特

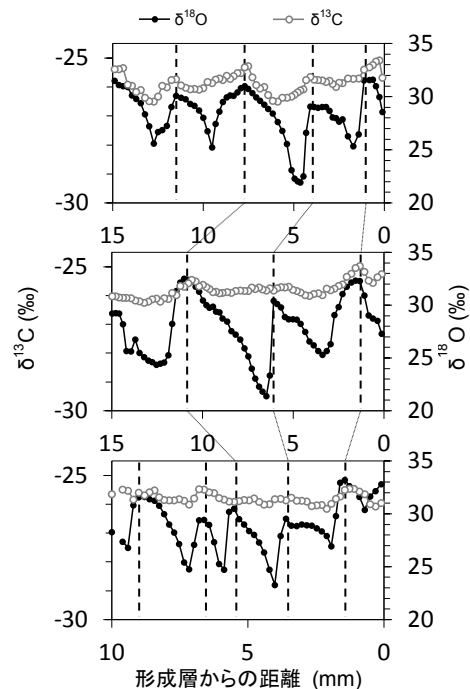


図 5: ブラジル・アマゾンの常緑サガリバナ科 *Eschweilera coriacea* における材の  $\delta^{18}\text{O}$  と  $\delta^{13}\text{C}$  の季節変化. 破線は  $\delta^{18}\text{O}$  から推定した年輪境界を示す. 上段と中段は 2013 年 5 月に, 下段は 2013 年 10 月に採取した個体の結果である.

性を理解する上では  $\delta^{13}\text{C}$  や道管をあわせて測定するというアプローチが効果的だろう. 実用的に年輪解析を行うにはコストや手間, 精度などにまだ課題が残るが, それぞれの指標の特徴と適用可能範囲をより正確に把握することで, 熱帯地域における年輪解析の高度化を図れると期待される.

## 謝辞

本稿で紹介した研究は実に多くの方々のご指導, ご協力のもと実施することができました. 6 年間終始真摯なご指導, そして吉良賞奨励賞へのご推薦を賜った岡田直紀先生(京都大学)にまず深く感謝の意を表します. また数々の貴重な助言を下された野淵正先生, 大澤晃先生, 檀浦正子先生(京都大学), アマゾンでの研究に際し多大なご支援を賜った石塚森吉博士, 梶本卓也博士, 香川聡博士(森林総合研究所), そして現地でご協力いただいたタイ・カセサート大学, サケラート環境研究ステーション, タイ王室林野局, マレーシアプトラ大学, マレーシア森林研究所, ブラジル国立アマゾン研究所の皆様がこの場をお借りして厚く御礼申し上げます.

## 参考文献

Barbour, M.M. 2007. Stable oxygen isotope composition of plant tissue: a review. *Functional Plant Biology*

- 34:83-94.
- DeNiro, M.J. and Epstein, S. 1979. Relationship between the oxygen isotope ratios of terrestrial plant cellulose, carbon dioxide, and water. *Science* 204:51-53.
- Evans, M.N. and Schrag, D.P. 2004. A stable isotope-based approach to tropical dendroclimatology. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 68:3295-3305.
- Farquhar, G.D., Ehleringer, J.R. and Hubick, K.T. 1989. Carbon isotope discrimination and photosynthesis. *Annual Review of Plant Biology* 40:503-537.
- Leavitt, S.W. and Long, A. 1991. Seasonal stable-carbon isotope variability in tree rings: possible paleoenvironmental signals. *Chemical Geology: Isotope Geoscience section* 87:59-70.
- Ohashi, S., Okada, N., Nobuchi, T., Siripatanadilok, S. and Veenin, T. 2009a. Detecting invisible growth rings of trees in seasonally dry forests in Thailand: isotopic and wood anatomical approaches. *Trees - Structure and Function* 23:813-822.
- Ohashi, S., Okada, N., Siripatanadilok, S. and Veenin, T. 2009b. Detecting tree rings of Leguminosae in tropical seasonal forests by wood anatomy. *The proceedings of the FORTROP II International Conference* 2:1-13.
- Ohashi, S., Okada, N., Abdul Azim, A.A., Siripatanadilok, S., Veenin, T., Yahya, A.Z. and Nobuchi, T. 2014. Vessel feature changes as a tool for detecting annual rings in tropical trees. *Trees - Structure and Function* 28:137-149.
- Schume, H., Grabner, M. and Eckmüllner, O. 2004. The influence of an altered groundwater regime on vessel properties of hybrid poplar. *Trees - Structure and Function* 18:184-194.
- Worbes, M. 1995. How to measure growth dynamics in tropical trees: a review. *IAWA Journal* 16:337-351.
-



## 書評

### 納豆の起源

横山智著. 2014年. 317pp. NHK出版(価格:1500円+税, ISBN 978-4-14-091223-2)

Book review *Origin of fermented soybean*. By Satoshi YOKOYAMA. 2014. NHK-shuppan. Tokyo, 317pp.

小坂康之(京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科)

KOSAKA Yasuyuki (Graduate School of Asian and African Area Studies, Kyoto University)

#### 本書の視点

アジアの市場には、さまざまな珍しい食品が並んでいる。その中に、センベイ状のものや、バナナの葉で包まれたものがあったとしても、それが納豆だとは気づかないかもしれない。納豆だと教えられて驚いても、深くは追及しないだろう。しかし納豆の作り方や食べ方を詳しく調べると、地域ごとの差異が明らかにされ、果ては発酵大豆食品の起源まで疑問が広がってゆく。納豆という身近な食べ物について、私たちは何も知らないのである。地理学を専門とする筆者は、2000年にラオス北部で見つけた納豆に魅せられてから、アジア各地の納豆を訪ね歩いた。以下の7章にわたり、粘り強いフィールドワークの成果が、臭い立つ文章と写真で綴られる。

#### 発酵大豆食品とは

第1章「大豆と日本の納豆」では、日本の発酵大豆食品について解説される。大豆には有毒物質が含まれるうえ、そのタンパク質は煮ただけでは消化できない。そこで人々は大豆を発酵させることで有害物質を取り除き、栄養分を摂取してきた。日本で納豆と称される食品は、納豆菌を用いた糸引き納豆と、麹菌を用いた塩辛納豆に大別される。本書では、塩を加えずに大豆を枯草菌(納豆菌を含む)によって発酵させた食品を納豆と定義する。秋田県横手市をはじめ日本各地に糸引き納豆発祥の伝説が残るが、その起源はまだ解明されていない。

第2章「世界の納豆—その起源をめぐって」では、納豆の多様な形態とその起源が議論される。日本からヒマラヤにかけて分布する納豆は、その形態と加工法により、粒状納豆、ひき割り状納豆、粒状熟成納豆、干し納豆、蒸し納豆、乾燥センベイ状納豆、味噌状納豆に分類される。これらの納豆の起源地について、諸説が提唱されてきた。中尾佐助は、照葉樹林文化の中心である中国雲南省付近を起源地とした。吉田集而は、ダイズの栽培起源地とされる中国江南地域で、麴カビを用いた発酵大豆食品作りに失敗して納豆ができたとする。石毛直道は、吉田集而の一元説に対して、多元的な起源の可能性を提起した。また東南アジア大陸部の納豆食は、魚の発酵食品の少ない地域にあることを指摘した。原敏夫や稲津康弘による枯草菌の遺伝子解析の研究では、アジ

ア各地の菌の違いが示されたが、納豆の起源地は明らかにされていない。

#### アジアの納豆を訪ねて

第3章「納豆交差点—ラオス」では、ラオス北部の粒状、ひき割り状、乾燥センベイ状の納豆が紹介される。納豆はラーオ語でトゥアナオ(トゥア=豆、ナオ=腐った状態)と呼ばれる。中国系とタイ系の人びとが、大豆をゆでたあとプラスチック・バッグに入れて発酵させ、塩や香辛料で味付けして作り、主に米麺の豚そぼろソースの原料として利用される。乾燥センベイ状納豆はタイ北部から米麺と一緒に、粒状とひき割り状の納豆は中国から伝播したと考えられる。

第4章「多様な調理法—タイ」では、タイ北部の粒状、ひき割り状、乾燥センベイ状の納豆が紹介される。ラオスと同様にトゥアナオと呼ばれる納豆は、タイ系の人びとによって作られる。大豆の発酵には、プラスチック・バッグのほか、竹カゴにチークやフタバガキなどの葉を敷いた容器が用いられる。食べ方はさまざまであり、魚醬やトウガラシと絡めたソース、炙って砕いた粉末ソース、炙ったセンベイ、あるいはスープの出汁に利用される。

第5章「納豆の聖地—ミャンマー」では、ミャンマー中北部の粒状と乾燥センベイ状の納豆が紹介される。納豆はビルマ語で大豆とともにペーボウツ(ペー=豆、ボウツ=腐った状態)と呼ばれ、シャン州が一大産地である。大豆の発酵には、プラスチック・バッグのほか、竹カゴにクズウコン科やシダなどの葉を敷いた容器が用いられる。そして油で揚げたセンベイや炒め料理の具にして食される。ラオスやタイと異なり、ひき割り状納豆が見られないのは、ミャンマーではモチ米が日常的に食べられていないからだと推察される。

第6章「ヒマラヤの納豆—インド・ネパール」では、インド・シッキム州とネパール・コシ県の干し納豆と、インドのアルナーチャル・プラデーシュ州の味噌状納豆が紹介される。シッキム州とコシ県でキネマと呼ばれる干し納豆は、サラソウジュなどの葉や新聞紙を敷いた容器で発酵させ

NHK BOOKS  
1223

### 納豆の起源

yokoyama satoshi  
横山 智



て作り、カレーやスープの具に利用する。アルナーチャル・プラデーシュ州でリビジッペンなどと呼ばれる味噌状納豆は、プラスチック・バッグに入れて発酵させた後、豆をつぶして乾燥させてからタケ製の容器で熟成保存する点で、他地域のものとは大きく異なる。納豆にトウガラシなどを混ぜて作ったソースが、ご飯やソバとともに食される。

### 納豆の起源

第7章「納豆の起源を探る」では、フィールドデータをもとに筆者の仮説が提示される。まず大豆の発酵に用いる植物の利用法から、納豆作りの発展段階が5つに区分される。そして納豆の形状や民族の移動も考慮すると、納豆の起源地は、ラオス北部、タイ北部、ミャンマーのシャン州を中心とする「東南アジア・タイ系」、ミャンマー北部の「東南アジア・カチン系」、インドのアルナーチャル・プラデーシュ州の「ヒマラヤ・チベット系」、インド・シッキム州からネパール東部にかけての「ヒマラヤ・ネパール系」の4地域が推定された。

本書は、発酵大豆食品に関する豊富な先行研究を総括するだけでなく、研究の空白地域におけるフィールドデータをもとに新しい仮説を提唱している点で、発酵食品研究分野の必読書である。

特に独創的なのは、大豆の発酵に用いる葉の利用法により、納豆作りの発展段階を区分した点である。しかし葉の利用を枯草菌の供給源と判断する筆者の科学的根拠を示して欲しかった。「枯草菌はどこにでも存在するため葉を加えなくても発酵する」との記述もあり、矛盾しているように受け取られかねない。本書で紹介されるアジア各地の在来知によれば、葉の利用は、ゆでた大豆を清潔な状態で密閉し、余計な水分を吸収し、保温しながら発酵させるためである。

先行研究との関連で、次の2点も指摘したい。石毛の説をふまえて、納豆と他の発酵食品の関係を考えるとき、ヒマラヤではチーズの存在が重要になる。特にアルナーチャル・プラデーシュ州のディラン郡では、チーズで味付けされたスープが日常的に食される。また発酵大豆食品は、発酵前の加塩の有無により味噌と納豆に分けられるが、本書ではその区分が必ずしも明確でない。

筆者は定年退職までに納豆研究の本をまとめる予定だったという。しかし持ち前の行動力により、20年も早く本書が完成した。納豆巡りの旅を終えるにはまだ早い。中国雲南省やインド北東部など、納豆の起源地を探るうえで重要な地域は残されている。続編を強く期待したい。

### 編集後記



年末に実家の庭で色づいていたオモト(万年青)の赤い果実に自動撮影カメラを設置してみました。1月中旬のある日、ヒヨドリがすべての果実を食べ尽くしてしまいました。ヒヨドリは日本の果実食鳥類の中では、比較的大きな果実でも利用できる鳥ですが、それでもオモトの果実を丸のみするのにはずいぶんと苦労していたようです。オモトの種子はかなり大型ですので、せっかく丸のみしてもあまり食べるところがない気もしますが、餌がなくなる時期の貴重な食物として利用されたようです。(北村)

写真:オモトの果実を食べたヒヨドリ(2015年1月16日撮影)。

ニューズレターへの投稿は、編集事務局：北村 (shumpei@ishikawa-pu.ac.jp)・百村 (hyaku@agr.kyushu-u.ac.jp) へ。

#### 日本熱帯生態学会事務局

〒890-0065  
鹿児島県鹿児島市郡元 1-21-24  
鹿児島大学農学部育林学研究室 (気付)  
Tel & Fax: 099-285-8572  
E-mail: jaste.adm@gmail.com

#### The Japan Society of Tropical Ecology

c/o Laboratory of Silviculture,  
Faculty of Agriculture, Kagoshima University  
1-21-24 Korimoto, Kagoshima, Kagoshima,  
890-0065, JAPAN  
Tel & Fax: +81-99-285-8572  
E-mail: jaste.adm@gmail.com

#### 日本熱帯生態学会ニューズレター 98号

編集 日本熱帯生態学会編集委員会  
NL 担当: 北村俊平 (石川県立大学)  
百村帝彦 (九州大学)

NL 編集事務局  
〒921-8836 石川県野々市市末松 1 丁目 308 番地  
石川県立大学 生物資源環境学部  
環境科学科 植物生態学分野 (C210)  
電話: 076-227-7478, FAX: 076-227-7410 (代表)

発行日 2015年2月25日  
印刷 創文印刷工業株式会社 電話 03-3893-3692