

コナラ属樹種の遺伝資源—中国湖北省の事例—

コナラ属について

日本でふつうにみられるミズナラ、コナラ、クヌギ、シラカシといった樹種は、ブナ科コナラ属に属している。コナラ属樹種は、北半球の温帶域を中心に広く分布し、種数は、300とも500とも言われている。また、これらの樹種は、古くから人間に利用されてきたものが多い。家具材や床材といった木材としての利用にとどまらず、シイタケ原木、薪炭材、洋酒樽、コルク材、家畜の飼料、タンニンの原料など、樹皮、堅果、葉に至るまで様々に利用してきた。まさに人間生活を支えてきた樹種といえるだろう。

遺伝資源の調査研究

ある樹種の遺伝資源の保存を行う場合、どのような天然林に遺伝資源保存林を設定するかという問題と、設定した保存林をどのように長期的に保全していくかという問題がある。理想的には、なるべく遺伝的な多様性が高く、遺伝的に健全な天然林を保存林とすることが望ましく、さらにそれぞれの保存林間の遺伝的差異が大きいことが望ましい。また、集団内の遺伝構造は、対象となる森林の過去から現在に至る遺伝的履歴（交配実態、攪乱の程度、遺伝子流動等）を如実に反映したものであり、永続的な遺伝資源保存を行っていく上で、最も重要な情報の一つである。このような遺伝的な情報を得るために調査には、環境の影響を受けないアロザイムマーカーや様々なDNAマーカーが用いられている。アロザイムマーカーは、酵素多型に基づく遺伝マーカーであり、1980年代から様々な樹種の研究に用いられてきている。近年、DNAの分析手法が飛躍的に発展し、ある適度の投資をすれば、比較的簡単に分析することが可能となった。特に最近、様々な遺伝的研究に用いられているのがSSR（マイクロサテライト）マーカーである。DNA配列には、数塩基をモチーフとして連続して繰り返される配列がありマイクロサテライト領域と呼ばれている。このモチーフの反復数には変異が非常に多く、各変異（遺伝子）間に優劣がないため、このマーカーは親子鑑定や天然林内の花粉親の推定など個体を特定する研究に威力を発揮してきた。このところ地理的変異や集団内の遺伝的多様性、さらには天然林内の遺伝構造の研究にも用いられ始めている。

アロザイムマーカーを用いたコナラ属の遺伝的多様性に関する研究については、

Masatoshi Ubukata : Overseas Forest Tree Breeding and Genetic Resources (1)
Genetic Resources of Genus *Quercus* Species —a Case in Hubei, China—
(独)林木育種センター 遺伝資源部

Kremer and Petit (1993) にまとめられている。ここには 33 種を対象とした研究が取り上げられており、遺伝的多様性の指標である、遺伝子座当たりの平均対立遺伝子数 (na) は 1.25～5.25 (平均 2.41), 対立遺伝子の有効数 (ne) は 1.08～1.89 (平均 1.42), ヘテロ接合度の期待値 (He) は 0.058～0.398 (平均 0.211) だった。北海道のミズナラ (生方, 2003) では、それぞれ 3.88, 1.57 および 0.303 であり、比較的多様性が高いと考えられる。アロザイムマーカーを用いた集団内の遺伝構造の研究は、*Quercus macrocarpa* (Geburek and Tripp-Knowles, 1994), *Q. petraea* と *Q. robur* (Bacilieri et al., 1994), *Q. chrysolepis* (Montalvo et al., 1997), ミズナラ (生方ら, 1999) 等があり、集中分布する遺伝子の存在が報告されている。

SSR マーカーを用いたコナラ属樹種の研究例は、*Q. macrocarpa* (Dow and Ashley, 1996) や *Q. lobata* (Sork et al., 2002) の花粉親の推定、*Q. geminate* のクローン構造や遺伝的多様性の解析 (Ainsworth et al., 2003), *Q. lobata* と *Q. douglasii* の雑種性の解析 (Craft et al., 2002) などがあり、今後さらに様々な解析に用いられることと考えられる。

中国での調査事例

中国の中南部に位置する湖北省 (図 1) は、面積 18.59 万 km², 人口 5,825 万人であり、長江が省の西部から東部まで貫流していることから、古来より交通の要所として発展してきた。省都の武漢市は、華中最大の総合工業基地で人口 831 万人を擁する大都市である。ここを中心に、1996 年から 2001 年にかけて国際協力機構 (JICA) のプロジェクトである「湖北省林木育種計画」が行われ、それを引き継ぐ形で 2001 年から「日中協力林木育種科学技術センター計画」が行われている。このプロジェクトでは、遺伝資源関係の活動として、湖北省の天然林を構成する主要な樹種であるコナラ属樹種を対象とした遺伝資源の生息域内保存 (現地保存) 技術の開発が掲げられている。筆者は、2002 年およ

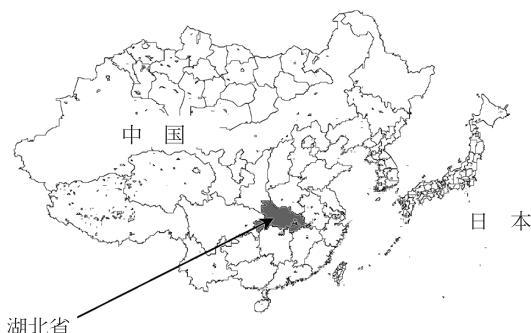


図 1 中国湖北省の位置

◎熱帯林業講座①

び 2003 年に遺伝資源評価分野の短期専門家としてこのプロジェクトに派遣された。以下はそのとき得られた、コナラ属樹種の遺伝資源に関する知見をもとに作成したものである。

調査結果の概要

中国は、コナラ属樹種が特に多く分布している地域の一つで、約 130 種が分布しているといわれている（原、1996）。湖北省の植物をまとめた「湖北植物志 1」（中国科学院武漢植物研究所、2001）によると、湖北省内だけでも 27 種（変種も含む）のコナラ属樹種が記載されている。ちなみに日本は、国土が南北に細長く多様な生育環境があるのでかわらず 15 種（大場、1989）である。

2 年間で調査した 4 箇所の調査地において確認されたコナラ属樹種を表 1 に示す。全体でコナラ属クヌギ節の樹種が 2 種、同コナラ節の樹種が 6 種存在することがわかった。十堰市の栓皮櫟（標準和名アベマキ）林を除いた 3 調査地は、平均胸高直径 20~30 cm、最大胸高直径 60 cm 前後であった。また、成長錐でコアを採取し樹齢を調べたところ、どの調査地も今から約 40 年前に一斉に更新したことが推察された。

近年、三峡ダムの建設でその名が知られるようになった宜昌市の北部にある大老嶺林

表 1 調査地別の確認されたコナラ属樹種

調査地	節名	中国名	学名
宜昌市 大老嶺林場	コナラ節	短柄枹櫟	<i>Quercus glandulifera</i> var. <i>brevipetiolata</i>
		尖齒槲櫟	<i>Quercus acutidentata</i>
		槲 櫟	<i>Quercus aliena</i>
		枹 櫟	<i>Quercus glandulifera</i>
		黃山槲櫟	<i>Quercus stewardii</i>
十堰市 張湾区	クヌギ節	栓皮櫟	<i>Quercus variabilis</i>
京山県 虎爪山林場 (2 箇所)	コナラ節	短柄枹櫟	<i>Quercus glandulifera</i> var. <i>brevipetiolata</i>
		尖齒槲櫟	<i>Quercus acutidentata</i>
		枹 櫟	<i>Quercus glandulifera</i>
		白 櫟	<i>Quercus fabri</i>
	クヌギ節	麻 櫟	<i>Quercus acutissima</i>
		栓皮櫟	<i>Quercus variabilis</i>

場のコナラ属樹種を主体とした天然林（写真1）の調査結果を以下に示す。ここでは1ha程度の広がりをもつ調査地内に5種のコナラ節樹種が存在しており、図2のとおり、各樹種は様々なサイズの個体が存在した。また、空間分布的にも樹種によるまとまりはみられず、一つの林分に様々なサイズの各樹種がバラバラに生育していた。個体数が最も多かった短柄枹櫟 (*Quercus glandulifera* var. *brevipetiolata*) についてアイソザイム分析を用いて遺伝的多様性の解析を行った。遺伝的な多様性のパラメータを表2にまとめて示す。どのパラメータも数字が大きくなるほど多様性が高いことを示している。前述の総説と比較すると、この集団は、コナラ属樹種としてほぼ平均的な遺伝的多様性を示した。

アロザイムマーカーと *Moran's I* という統計量を用いた遺伝構造の解析では、15m程度の大きさの、遺伝的な集中斑（パッチ）の存在が示された。前述した遺伝構造の研究例においても同様のパッチ構造の存在が報告されている。コナラ属樹種の場合、花粉は直径 20 μm 程度でマツ科の樹種やブナより小さく（中村, 1980），飛散距離は大きいと考え

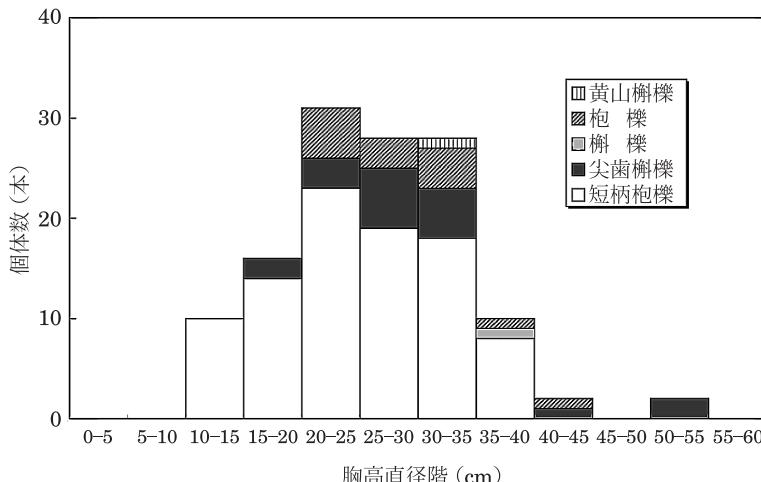


図2 大老嶺林場調査地におけるコナラ属樹種の直径階分布

表2 大老嶺林場調査地における短柄枹櫟の遺伝的多様性のパラメータ

ヘテロ接合度 の期待値 (He)	ヘテロ接合度 の観察値 (Ho)	遺伝子座当たりの 平均対立遺伝子数 (na)	対立遺伝子の有効数 (ne)
0.186	0.168	2.833	1.254

◎熱帯林業講座◎

られるが、堅果は大きく重力散布およびカケスや齧歯類などの動物散布に依存している（宮木・菊沢, 1986 ; 宮木, 1988）。今回の調査や世界のコナラ属樹種で検出されたパッチ構造は、おもに堅果散布距離の制限によって生じたものと考えられる。

おわりに

有効かつ効率的なコナラ属遺伝資源の保存技術を開発するためには、地理的変異や遺伝構造の一般性を明らかにする必要があるが、このプロジェクトでは、上述のような調査を地域や林齡の異なる複数の林分で進めている。

また、前述したようにコナラ属は、世界中に300種以上が分布するとされているが、それぞれの種の分布は重なり合い、近縁な種間で広範な遺伝子流動が起こっていることが報告されている。大老嶺調査地でも1集団に5種のコナラ節樹種が存在し、樹種間の中間的な形態を示す個体もみられた。遺伝資源の保存をより効果的に行う場合、それぞれの樹種の遺伝的特性や種間の遺伝的な関係（系統関係、交雑和合性等）を明らかにする必要があると考えられる。コナラ属樹種の正確な分類同定、人工交配による交雫和合性の確認等の情報は、コナラ属遺伝資源の保存技術を開発する上で有益な情報となるであろう。

最後に、湖北省でのコナラ属天然林の調査・解析を行うに当たり、「日中協力林木育種科学技術センター計画」の遺伝資源担当の河野耕蔵専門家をはじめ、日本側長期専門家の方々に大変お世話になりました。当プロジェクト関係各位に深謝いたします。

〔引用文献〕 Ainsworth *et al.* (2003) The clonal structure of *Quercus geminata* revealed by conserved microsatellite loci. Molecular Ecology 12 : 527-532. Bacilieri, *et al.* (1994) Intraspecific genetic structure in a mixed population of *Quercus petraea* (Matt.) Leibl and *Q. robur* L.. Heredity 73 : 130-141. 中国科学院武漢植物研究所 (2001) 湖北植物志 1. 湖北科学技术出版社. 508 pp. Craft *et al.* (2002) Limited hybridization between *Quercus lobata* and *Quercus douglasii* (Fagaceae) in a mixed stand in central coastal California. Am. J. Bot. 89 (11) : 1792-1798. Dow, B.D. and Ashley, M. V. (1996) Microsatellite analysis of seed dispersal and parentage of saplings in bur oak, *Quercus macrocarpa*. Molecular Ecology 5 : 615-627. Geburek, T. and Tripp-Knowles, P. (1994) Genetic architecture in bur oak, *Quercus macrocarpa* (Fagaceae), inferred by means of spatial autocorrelation analysis. Pl. Syst. Evol. 189 : 63-74. 原正利 (1996) ブナ科の植物. (ブナ林の自然誌. 原 正利編. 237pp, 平凡社, 東京) 10-21. Kremer, A. and Petit, R.J. (1993) Gene diversity in natural populations of oak



写真 1 大老嶺林場のコナラ属主体の天然林

◎熱帯林業講座◎

species. Ann. Sci. For. 50 (1) : 186-202. 宮木雅美 (1988) ナラ類の堅果の散布様式. 北海道の林木育種 31 (1) : 36-39. 宮木雅美・菊沢喜八郎 (1986) ネズミ類とドングリーミズナラの天然更新と関連して (2)ー. 北方林業 38 : 271-274. Montalvo *et al.* (1997) Population structure, genetic diversity, and clone formation in *Quercus chrysolepis* (Fagaceae). Am. J. Bot. 84 (11) : 1553-1564. 中村 純 (1980) 日本産花粉の標識 I. 大阪市立自然史博物館収蔵資料目録第 13 集. 91 pp. 大阪市立博物館, 大阪. 大場秀章 (1989) ブナ科. (日本の野生植物 木本 I. 佐竹義輔・原 寛・亘理俊次・富成忠夫編, 321pp, 平凡社, 東京). 66-78. Sork *et al.* (2002) Pollen movement in declining populations of California Valley oak, *Quercus lobata* : where have all the fathers gone? Molecular Ecology 11 : 1657-1668. 生方正俊 (2003) 北海道におけるミズナラの遺伝資源保存および天然林施業に関する生態遺伝学的研究. 林育研報 19 : 25-120. 生方正俊・板鼻直栄・河野耕蔵 (1999) ミズナラ天然林の遺伝的構造と近交弱勢による交配実態の推定. 日林誌 81 : 280-285.

熱帯林業関係テキスト

国際緑化推進センター刊行

- 1 : 热帯の造林技術 浅川澄彦著 1999 年改訂 117 p.
- 2 : 実践的アグロフォレストリ・システム 内村悦三著 2000 年改訂 116 p.
- 3 : 热帯地域における育苗の実務 山手廣太著 1994 年補訂 130 p.
- 4 : 热帯の土壤ーその保全と再生を目的としてー 八木久義著 1994 160 p.
- 5 : 热帯の非木材產物 渡辺弘之著 1994 109 p.
- 6 : 热帯の森林病害 小林亨夫著 1994 166 p.
- 7 : 热帯の森林害虫 野淵 輝著 1995 263 p.
- 8 : 热帯樹種の造林特性 1~3 卷 森 徳典ほか編 1996/97 255~300 p.
- 9 : マングローブ植林のための基礎知識 馬場繁幸・北村昌三著 1999 139 p.
- 10 : 社会林業ー理論と実践ー 野田直人著 2001 126 p.
- 11 : みんなに知ってほしい 地球環境と森林 浅川澄彦・森 徳典著 2002 29 p.
- 12 : Handbook for Re/afforestation in the Tropics Sumihiko Asakawa 著 (テキスト 1 の英語版) 1998. 119 p.
- 13 : Diagnostic Manual for Tree Diseases in the Tropics Takao Kobayashi 著 2001. 178 p. 病徵カラー写真 : 426 枚