

ブナのメタ個体群間の個体群・遺伝的構造の比較

Comparison of the population and genetic structure between metapopulations of Japanese beech, *Fagus crenata*.

富田瑞樹, 東京情報大学総合情報学部環境情報学科, 講師

Mizuki Tomita, Department of Environmental Information, Faculty of Information Sciences, Tokyo University of Information Sciences, Lecturer

【和文要旨】

戦後から近年までの間に、日本各地の原生的ブナ林の多くは、拡大造林政策や大規模林道事業によって大小様々な面積のブナ林へと分断化されてきた。結果として大型哺乳類や猛禽類、絶滅危惧種など、多様な生物種の生息場所が失われたのみならず、孤立したブナ林では生息場所を提供しているブナ自身の繁殖・更新の可能性が低下し、遺伝的多様性までもが低下していると考えられる。本研究では、未だに十分な調査・研究がなされていない分断化されたブナ林を主な対象として、太平洋型および日本海型の原生的ブナ林との比較研究を行う。各地のブナ林におけるブナの個体群構造および遺伝的多様性を調査し、データベース化することを第一目標とする。さらに数年に亘り継続調査することで、ブナの繁殖や更新などの個体群動態と、遺伝的構造の時間的変化の実態を明らかにすることができる。

【英文要旨】

Since 1950's, large areas of primary Japanese beech forest were vanished and fragmented into various areas by changes in land use. In such fragmented Japanese beech forests, it is thought not only suitable habitat for many organisms such as large mammals, birds of prey and endangered species is lost but also reproduction, regeneration and genetic diversity of Japanese beech is deteriorated. In this study, we compare primary Japanese beech forests, including Japan Sea type and Pacific Ocean type, and the fragmented forests by investigating population structure and genetic diversity of Japanese beech. Our aims are to database-ize the results and to clarify long-term change of them by a follow-up survey.

1. 研究目的

東日本を代表する落葉広葉樹林では、脊梁山脈を境とする降水量(特に冬季の積雪量)の顕著な相異によって構成種の生育状態に大きな違いが生じ、この現象は日本の植生を特徴付ける背腹性として知られている。特に、

日本の冷温帯林を構成する代表的な落葉広葉樹のブナ (*Fagus crenata* Blume) の優占度は日本海側で高く、太平洋側で低いことが知られている。しかしながら、太平洋側に成立するブナ優占型自然林の種組成や構造に関する研究例は関東地方ではみられるものの、東北地方では少なく、特に東北地方中部における

ブナ優占型自然林の種組成と構造について大面積調査区を設置して明らかにした例はない。

東北地方中部におけるブナ優占型自然林は、古くから森林開発などの人為的影響に曝されてきた。例えば、北上山地周辺ではたたら製鉄や薪炭材生産のための伐採、切り替え畑や焼畑の造成と耕作、放牧地や採草地の造成と維持、山火事などがその要因である。また、奥羽山脈を構成するそれぞれの山塊の山麓では、薪炭材生産などに加えて、昭和30年代頃からの高度経済成長に伴う拡大造林政策によってブナ優占型自然林が大規模に伐採されている。これらの人為的影響は、各地におけるブナ優占型自然林の種組成や構造のみならず、優占種であるブナの遺伝的構造にも強く影響を与えていると考えられる。特に、残存するブナ優占型自然林のブナ個体群サイズが小さいほど、次世代の遺伝的多様性の喪失が顕著であると考えられる。

本研究は、①東北地方中部の太平洋側地域におけるブナ優占型自然林の種組成や林分構造を、太平洋海岸部から奥羽山地中腹部に至る環境傾度を想定して配置した4地点の林分間で比較すること、②人為的影響を受けたと考えられるブナ優占型自然林の残存林に生育するブナの実生や稚樹の遺伝的構造を明らかにすることを目的とした。

2. 研究経過

2-1. 個体群構造

東北地方中部における日本側および太平洋側のブナ優占型自然林の種組成と構造を明らかにするために以下のような調査を行なった。

2006年5月から6月にかけて、岩手県山田町船越半島の北東端に位置する霞露ヶ岳において調査を行なった。霞露ヶ岳の南東斜面、標高約400mの地点に(39° 28.20' N, 142° 02.27' E)、水平距離で100m × 50mの調査区を設置し、調査区内に生育する胸高直径(Diameter at Breast Height: DBH) 2cm以上の

全ての樹木について個体を識別し、種名・DBH・萌芽の有無を記録した。

2005年6月から7月にかけて、岩手県宮古市重茂半島の中央部に位置する十二神山において調査を行なった。十二神山の標高約390m地点に(39° 31.52' N, 141° 59.04' E)、水平距離で100m × 100mの調査区を設置した。設置の際に、調査区を5mメッシュに区分し、生育するDBH ≥ 2cmの樹木について個体を識別し、種名・DBH・萌芽の有無をメッシュごとに記録した。

2004年5月から6月にかけて、岩手県一関市の南西に位置する自鏡山の北斜面の山麓部に、水平距離で100m × 100mの調査区(38° 53.09' N, 141° 00.06' E; 標高約217m)を設置し、同様の毎木調査を実施した。また、2004年7月に、宮城県・秋田県・岩手県の県境に位置する栗駒山の既存(Hara et al. 1991)の100m × 100m調査区(38° 55.35' N, 141° 47.48' E; 標高約780m)においても毎木調査を実施した。

2-2. 遺伝的構造

過去の拡大造林政策に伴う自然林の伐採がブナの自然更新および遺伝的多様性にどのように影響しているかを明らかにするために、栗駒山調査地に成立するブナ優占型自然林において、人為的攪乱を受けていないブナ優占型自然林を構成するブナ個体群(対照区)と、周囲のスギ造林地内に保残帯として残された3つのブナ個体群(保残帯区)を調査対象とした。栗駒山の南に位置する揚石山(標高869m)北麓140m × 130mの範囲に保残帯区を設置し成木調査区としたうえで、その中心35m × 30mの範囲を実生調査区とした。栗駒山南麓に位置する既存の170m × 170mの調査区を対照区として、成木については全ての範囲で調査した。実生については、対照区の中心部30m × 30mの範囲で調査した。

成木調査区内に生育する DBH \geq 10 cm の成木と実生調査区内に生育する 10 年生以下の実生を調査対象とした。実生の齢は芽鱗痕を数えることにより判断し、当年生実生、1 年生実生、2~3 年生実生（主に 3 年生実生）、4~10 年生実生（主に 8 年生実生）の 4 コホートに区分した。

保残帯区に生育する 4 コホートの実生および全ての成木について個体識別したうえで、それぞれから本葉を採取した。対照区に生育する 4 コホートの実生および全ての成木からも同様に本葉を採取した。

採取したブナの本葉を個体ごとにビニル袋に密閉したうえで -20°C の冷凍庫で保管し、DNA 抽出用試料とした。それぞれの本葉の汚れをふき取り、微小な葉組織片に粉碎してから、DNA 抽出用試料として使用した。DNA の抽出には DNeasy 96 Plant Kit (Qiagen) を用いた。

マイクロサテライト (SSR) 遺伝子座領域の増幅には 12 組のプライマーを用いて、蛍光ラベルされたフラグメントの解析は ABI PRISM 3100-Avant Genetic Analyzer (Applied Biosystems) を用いた。SSR フラグメントの長さ (bp) の測定には ABI GeneScan software ver 3.5 および Genotyper (Applied Biosystems) を用いて、各サンプルの遺伝子型を明らかにした。ただし、12 遺伝子座中ヌル対立遺伝子が多いと思われる 4 遺伝子座については解析から除外した。

遺伝的多様度の尺度として、以下の指数などを用いた：座ごとの対立遺伝指数、ヘテロ接合度の観察値、同じく期待値、ヌル対立遺伝子頻度、Allelic Richness 近交係数、集団間の遺伝的距離 chord distance。

3. 研究成果

3-1. 種組成と個体群構造

霞露ヶ岳・十二神山・自鏡山・栗駒山の調査区に出現した木本種の種数は、それぞれ

43/0.5ha・66/ha・52/ha・36/ha であった。4 調査区に共通して出現した種は、ブナ・ホオノキ・ハウチワカエデ・コハウチワカエデ・コシアブラ・アズキナシ・イワガラミ・ウリハダカエデ・アオハダであり、日本海側に成立するブナ優占型自然林の標徴種であるハウチワカエデなどの種も含まれた。一方、日本海側のブナ優占型自然林である栗駒山のみにも出現した種としては、タムシバ・テツカエデ・ミネカエデなどの標徴種があった。

栗駒山には出現せず、自鏡山・十二神山・霞露ヶ岳に出現した種には、イヌシデやアワブキ、コナラなどの中間温帯林を構成する種が含まれていた。また、同じく中間温帯林の標徴種であるイヌブナは自鏡山には出現したものの、霞露ヶ岳および十二神山の調査区には出現しなかった。

霞露ヶ岳・十二神山・自鏡山・栗駒山の調査区における DBH \geq 2 cm の木本種の幹数は、それぞれ 1550/0.5ha, 1765/ha, 1270/ha, 2870/ha であった。霞露ヶ岳では林床に顕著なツツジ科低木が、栗駒山ではブナ林を特徴付けるオオカメノキ・オオバクロモジ・タムシバなどの低木やウワミズザクラ・ハウチワカエデ・コハウチワカエデ・ブナなどの稚樹が、それぞれ林内に生育・待機しているために自鏡山・十二神山に比べると幹数が多かった。

一方、十二神山・自鏡山には優占種のブナ以外にもサイズの大きな樹木が多数生育していた。特に、自鏡山には DBH \geq 90 cm のイヌブナ・イヌシデ・ミズメ・ハリギリ・コナラなどが、十二神山には DBH \geq 90 cm のミズナラ・ミズメ・コナラが確認された。また、これらの調査区には、アサダ・ミズメ・イヌシデ・オオウラジロノキなど、直径階分布が一山型の、稚樹や若木の存在しない樹種、あるいは成木が単木的に出現している種が複数確認された。

3-2. 遺伝的構造

遺伝的多様性の指標としてヘテロ接合度の

期待値, Allelic Richness, 近交係数を用いたが, 保残帯区と対照区間に有意差は認められなかった。つまり, 保残帯区においても対照区においても, 次世代を担うブナ実生コホートの遺伝的多様性は維持されていることが示唆された。原因としては, ①成木と定義した $DBH \geq 10$ cm の個体群には比較的若い個体も含まれている可能性があること, ②成木調査区外の成木からの送粉の影響している可能性があることなどが考えられた。また, 各個体群間の遺伝的類縁関係を示す分岐図を作成したところ, それぞれの個体群は調査区毎にまとまる緩やかなクラスター構造を持つことが示された。主に重力に従って種子が散布されるブナに特徴的な遺伝的構造を表していると考えられる。

4. 今後の課題と発展

今後の課題と発展としては, それぞれの調査区におけるブナの個体群動態を可能な限り長期にわたり継続調査することがあげられる。今回の研究で新たに設置した調査区を維持し, ブナの繁殖や更新などの個体群動態に関わるデータを継続的に取得することによって, これまでに知られていなかった日本海側と太平洋側それぞれに成立するブナ優占型自然林の維持・更新過程について比較することが可能となる。ブナ優占型自然林の維持・更新過程のみならず, それぞれの調査区に生育するブナ個体群, 特に個体数の変動が大きい実生段階のコホートにおいて, それぞれの個体毎に本葉などの体組織を長期的に保存することによって遺伝的構造の時間的変化の実態なども明らかにできると考えられる。また, これらの調査から得られた様々な情報をデータベース化し, 情報公開・共有化を進めることが今後の課題である。研究者のみならず市民や各行政機関に所属する人々が, ブナ優占型自然林の維持・更新過程および遺伝的構造の変化について理解を深めることが出来るウェブサ

イトやデータベースなどを構築することが重要であると考えられる。

5. 発表論文リスト

- 平吹喜彦・菅野 洋・小水内正明・富田瑞樹・湯浅俊行・大上幹彦・中村致孝 2006. 三陸中部の十二神山・霞露ヶ岳に残存する自然林の植生構造. 「北上山地中・北部に残存する中間温帯性自然林の分布と特性」(平吹喜彦・原正利・富田瑞樹編), 33-45. 北上山地森林生態系研究グループ.
- 沼野直人・陶山佳久・山本志保・富田瑞樹・清和研二. (2005). ブナ林の分断化がブナ実生の遺伝的多様性に及ぼす影響. 複合生態フィールド教育研究センター報告, 21: 21-26.
- 櫻井悠・竹原明秀・富田瑞樹. (2006) 宮古市十二神山における夏緑広葉樹自然林の林分構造. 「北上山地中・北部に残存する中間温帯性自然林の分布と特性」(平吹喜彦・原正利・富田瑞樹編), 47-59. 北上山地森林生態系研究グループ.
- Tomita, M. & Seiwa, K. 2004. Influence of canopy tree phenology on understorey populations of *Fagus crenata*. *Journal of Vegetation Science*, 15: 379-388.
- 富田瑞樹・平吹喜彦・原正利・竹原明秀・菅野洋・櫻井悠・菊地彰人・竹之内信孝・小水内正明・湯浅俊行・大上幹彦・中村致孝. (2006) 東北地方中部太平洋側地域におけるブナ優占型自然林の種組成と林分構造の植生地理学的比較. 「北上山地中・北部に残存する中間温帯性自然林の分布と特性」(平吹喜彦・原正利・富田瑞樹編), 61-73. 北上山地森林生態系研究グループ.