

## ブナ北限域・下チョポシナイ川流域におけるブナの樹齢と成長

森林総合研究所北海道支所  
北海道教育大学札幌校生物学教室  
黒松内町ブナセンター  
三重大学大学院生物資源

松井 哲哉  
並川 寛司・本間 祐希  
斉藤 均  
板谷 明美

### はじめに

ブナ (*Fagus crenata* Blume) は日本の冷温帯林を代表する高木性樹種であり、その自生分布北限界は北海道の渡島半島北部に位置する黒松内低地帯東側の山域に点在する(15, 16)。この山域にはツバメの沢ブナ林、白井川ブナ林や三之助沢ブナ林などのブナ孤立林が存在し、植生学的な調査研究や樹齢構造、成立過程に関する研究が行われてきた(10, 13, 19)。その一方で、そのほかのブナ孤立林については規模や樹齢構造に不明な部分が多かった。分布限界域におけるブナの生態を解明するためには、より多くのブナ孤立林の樹種構成や樹齢構造を明らかにする必要がある。筆者らは2011年5月にブナ連続分布ライン(9)付近に存在する下チョポシナイ川流域において、ブナ孤立林の植生調査を行う機会を得たので、その結果を報告する。本研究はブナ孤立林の樹種構成、樹齢構造とブナの成長特性を明らかにすることを目的とする。

### 調査地の概要

調査地は寿都郡黒松内町、下チョポシナイ川の右岸にある南東尾根の南西斜面2箇所である(図1, 図2)。海拔高度は280~320mである。この場所は黒松内低地帯に隣接する幌別岳山塊の山麓部にあたり、下チョポシナイ川の上流部は白井川の上流部と隣接している。

### 調査方法と解析手法

調査地における気象条件を知るために、近隣のアメダス黒松内の値を参考に、気温遞減率  $0.56^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  を用いて現地における気温と湿量指数(7)を推定した。降水量はそのままの値を用いた。

現地において  $30\text{m} \times 50\text{m}$  の植生調査枠(プロット)を2ヶ所設定し、枠内に生える胸高周囲長  $15\text{cm}$  以上の樹木個体の胸高周囲長を計測した。

プロット内に生育する胸高以上に成長した全樹木のうち、プロット1の44本、プロット2の31本のブナ個体から成長錐コアを採取し、研究室に持ち帰り、DENDROTAB 2003 (Walesch Electronic)と顕微鏡を用いて年輪幅と数を計測した。成長錐コアのうち芯に到達しなかったものについては、コアで認められる最も内側の年輪から芯までの年輪数を推定する必要がある。

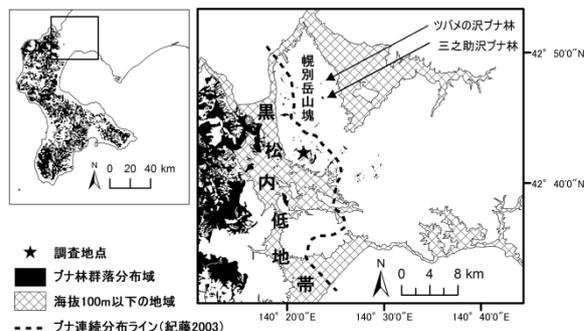


図-1 北海道のブナ林の分布と調査地点の位置

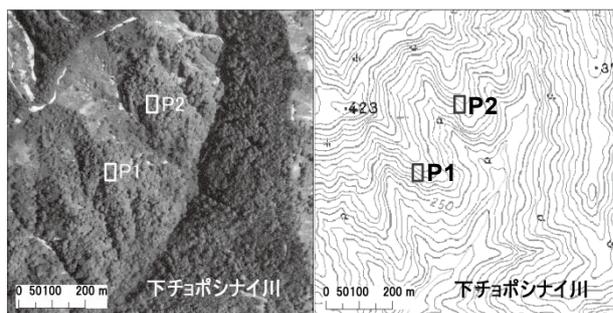


図-2 上空から見た調査方形区 (P1, P2) と林冠の広がり (左図) および現地の地形 (右図)

その場合はこれまで公表されてきた年輪年代学の推定手法(1, 14)を用いた。

ブナが成長錐コアを採取した高さに達するまでに要した年数は、北限域で採取した9本のブナ稚樹の樹高と年輪数を基に構築した直線回帰式(樹齢  $\hat{=} 0.210 \times$  稚樹高  $- 3.031$ ,  $R^2 = 0.77$ ,  $P = 0.002$ )より推定した(松井ほか未発表)。これら推定値を統合して各ブナ個体の樹齢を推定した。

成長錐コアを採取しなかったブナ個体については、コアを採取したブナ個体の胸高直径(DBH)-樹齢関係から構築した直線回帰式(樹齢  $\hat{=} 1.61 \times$  DBH  $+ 62.84$ ,  $R^2 = 0.443$ ,  $P < 0.001$ )を用いて推定した。

攪乱などによる林冠木の急激な疎開によってもたらされる光環境の変化に対するブナの急激な成長量の変化を検出するために、年輪幅の10年移動平均値と当年値を比較した。当年値が直前10年の平均値よりも150%以上の高成長を示した年はリリース年とし

Tetsuya MATSUI (Hokkaido Res. Center, FFPRI, Sapporo 062-8516), Kanji NAMIKAWA & Yuki HOMMA (Biological Lab., Sapporo Campus, Hokkaido Univ. of Education, Sapporo 002-8502), Hitoshi SAITO (Buna Center, Kuromatsunai 048-0101), Akemi ITAYA (Graduate School of Bioresources, Mie Univ., Tsu 514-8507)

Age structure and radial growth of *Fagus crenata* Blume at the Shimochoposinai River basin, northern range limit

てカウントし、プロット内で何本の個体が同年にリリースしたかを年ごとに集計して百分率として検討した(11, 12, 17)。

**結果**

最近隣のアメダス観測点(黒松内)から気温逡減率 0.56°C/100m で推定した現地の気温条件は、年平均気温 6.3°C, 1月の日最低気温の月平均値 -10.5°C, 暖かさの指数 WI 53.8°C・月であり、アメダス黒松内の年降水量は 1,461mm, 最大積雪深は 134cm, 日照時間は 1,304h である。

調査地は2箇所ともブナが優占する林相であった(表1)。ブナのサイズは小~中径木が多いものの、プロット2ではやや大きなサイズのブナが平均的に生育していた。ブナ以外の樹木では例えばトドマツが共通して生育していたが、そのサイズはいずれも 20cm 以下の比較的小さい個体であった。

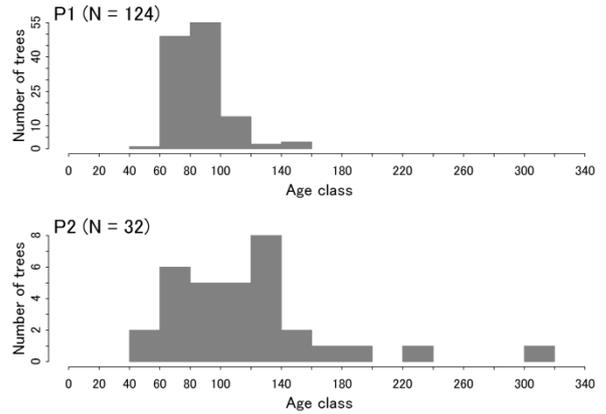


図-3 ブナの樹齢階級別・プロット別の本数

表-1 調査区の樹種構成と DBH

樹種	調査区	本数	DBH (cm)		
			平均	最大	最小
ブナ	P1	124	15.6	59.7	4.9
	P2	32	28.1	56.6	8.2
トドマツ	P1	3	9.8	12.4	6.7
	P2	12	9.6	16.7	5.6
コシアブラ	P1	8	20.1	26	13.2
	P2	1	28.1	28.1	28.1
ハウチワカエデ	P1	7	6.1	8.1	5.5
	P2	3	8.1	9.7	5.3
ミズナラ	P1	3	61.2	87.0	14.5
	P2	0	-	-	-
イタヤカエデ	P1	0	-	-	-
	P2	2	14.5	20.6	8.4
ホオノキ	P1	2	8.0	8.6	7.4
	P2	0	-	-	-
カバノキ sp	P1	1	14.0	14.0	14.0
	P2	0	-	-	-
ナナカマド	P1	1	37.0	37.0	37.0
	P2	0	-	-	-

ブナの樹齢階分布はプロット1では樹齢80年から100年をピークとする一山型分布となっており、若いブナ林であることが判明した(図3)。一方、プロット2では120年から140年の個体が最も多い反面、220年や300年の個体が観察されるなど、樹齢の分布に複数のピークが見られた。

ブナの樹齢とDBHとの関係を見ると、高齢木ほど直径は大きいという一般的な傾向がある一方で、P1ではほぼ同齢の個体でもDBHが最大で20cm程度異なっており、またP2では30cm程度異なっていた(図4)。さらにブナの樹齢と樹高との関係を見ると、P1の50-100年の集団では樹高に最大で12mの差が見られ、P2の100~150年の集団では最大で6mの差が見られた。またP2の樹齢150年以上の個体は樹高がやや低いものも見られた(図5)。

リリースイベント年を見ると、P1では1950年前後に約半数の個体が一斉成長したことが判明した。一方P2ではP1ほど同調したリリースは見られず、30%から40%の個体が1880, 1900, 1920, 1940, 1960年代にリリースしていた(図6)。

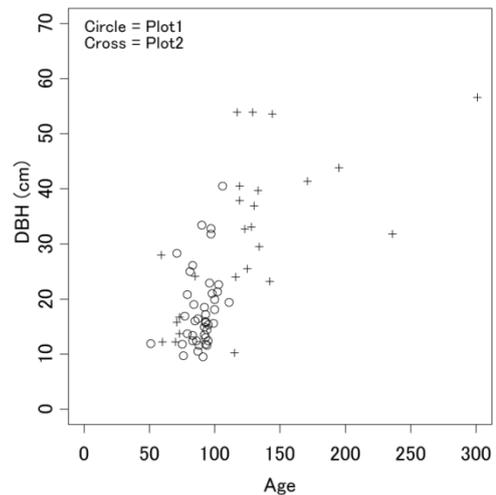


図-4 ブナの樹齢—DBH関係

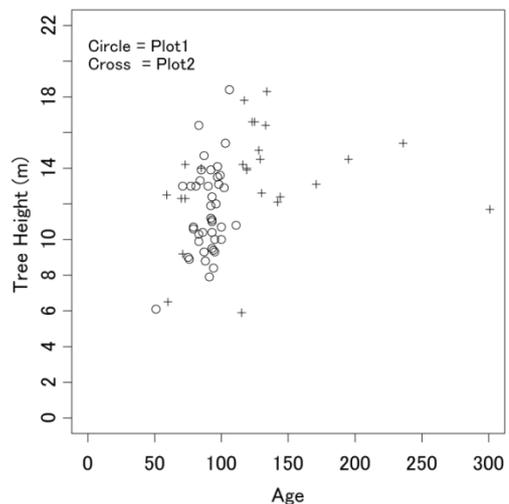


図-5 ブナの樹齢—樹高関係

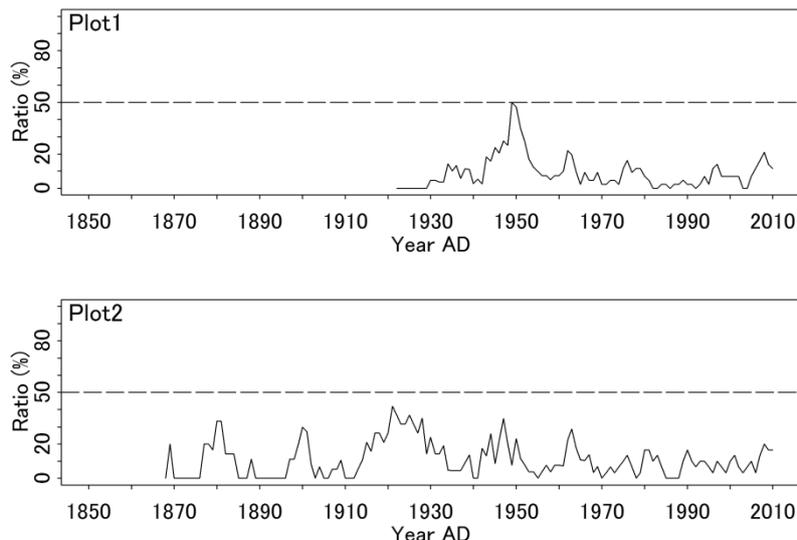


図-6 ブナ年輪幅変動のリリース本数割合の経年変化。10年移動平均より150%以上成長した本数の百分率の変動を示す。

**考察**

ブナ林の樹齢構造とその変遷

調査地点における気象条件は、WI や最低気温など、ブナ林の成立に適した環境だと考えられる。これはブナの樹高成長や肥大成長が順調である結果とも矛盾しないと考えられる。

本調査地のブナ個体群は、プロット1と2で異なった林相をしていた。すなわち、プロット1は比較的若い100年以下のブナが高密度で生育する群落であり、また年輪幅変動のリリースは1950年前後に集中していた。逆にプロット2は立木密度が低く、平均サイズの比較的大きなブナの群落であり、リリースは約20年ごとに分散していた。

これらのことから、プロット1では1920年前後にブナが一斉に更新を開始して現在の同齡集団が成立し、その後20~30年後にササ層や低木層を超えて成長したブナが光条件の好転から一気に成長のリリース時期を迎えた可能性がある。その一方で、プロット1ではDBHが60cm以上のミズナラ大径木が2本生育しており、このことは、過去に老齡なミズナラ個体が林冠を優占していた可能を示唆する。よって、ミズナラの林冠が1950年頃に何らかの原因で疎開した結果、当時下層木であったブナのリリースが起きた可能性もある。調査地とその周辺における過去の航空写真の解析によって、1960年から1974年にかけて起きた表層崩壊による樹冠の消失と、生残した樹冠が成長を続けて現在に至る林冠動態の変化が明らかになっている(5)。

一方で、プロット2は樹幹が比較的大きく、ブナの樹齢にもバラつきが大きいことや、ミズナラが生育していなかったことなどから、プロット1よりもブナ優占林としての期間は長く、また少なくとも過去200年程度は大規模な林冠攪乱はなかった可能性がある。プロット2では林冠木は徐々に衰退しなが

ら世代後退がゆっくりと進んでいるのかもしれない。1960年から2005年までの航空写真による観察においても、プロット2とその周辺では過去の林冠疎開の規模は小さかったことが判明しており(5)、本研究による結果とも一致する。

これら一連の結果は、下チョボシナイ川流域では攪乱を契機としてミズナラ優占の林冠からブナ優占の林冠に変化してきた可能性を示唆している。このことは、ツバメの沢ブナ林や三之助沢ブナ林におけるブナの成長や更新状況の報告(10, 13, 19)とも一致する結果であり、ブナ北限最前線域における傾向である可能性が示唆される。

ブナの最高樹齢

今回推定された樹齢301年のブナは、現時点では北限域における最高樹齢のブナ個体である。黒松内低地帯よりもさらに分布の最前線に位置する場所でのブナの樹齢の記録は多くはない。例えば蘭越町ツバメの沢ブナ林では170年以上(2)、そこから約2km南東の三之助沢ブナ林では185年以上(13)のブナが報告されている。その一方で、本州のブナの年輪を数えて得た樹齢記録をみると、新潟県で435年(4)、白神山地で270年(6)、十和田で346年(18)という報告がある。

一般的にはブナの林冠構成木は樹齢200年前後で、300年以上の個体は1haに数本程度であると考えられている(3)。狩場山の山麓である島牧村の賀老高原においては、台風で倒れた33本のブナのうち、最高樹齢は266年であった(8)。このことから、250年を超えるブナは強風による攪乱を受けやすいことが示唆される。これらのことから、プロット2は十分に成熟したブナの林相であり、今後台風などの攪乱に対して老齡木は脆弱な状態にあると考えられる。

## ブナの肥大成長と樹高成長

下チヨポシナイ川のブナは、近い樹齢でも DBH や樹高のサイズに大きな違いが認められた。このことは、DBH サイズや樹高の情報のみによって北限域のブナの樹齢構造や世代の回転率などを推定する場合には注意が必要であることを示唆している。

## 結論

ブナ北限域の下チヨポシナイ川流域では、プロット1のブナは樹齢80年から100年をピークとする若いブナ林であることが判明した。一方でプロット2では120年から140年の個体が最も多いものの、220年や301年と推定された個体も記録され、幅広い樹齢のブナが生育していることが明らかになった。

プロット2の樹齢301年のブナは、現時点ではブナ北限域における最高齢のブナであると考えられる。

ブナは、樹齢が同じでも DBH が数十センチ異なる場合があるため、DBH 階級の情報による森林群落の樹齢推定や回転率の考察には注意が必要であることが示唆された。

下チヨポシナイ川流域では一斉更新した弱齢林と老齢なブナを含む過熟林のパッチが混在しており、過去の林冠疎開の後にもブナの生育が順調で、次第に林冠を埋めつつある。林冠疎開後におけるブナの増加は、分布北限域のその他の孤立林であるツバメの沢や三之助沢のブナ林でも報告されており、ブナ北限最前線域における一貫した傾向である可能性が示唆された。

## 謝辞

現地調査にあたり、地権者である羊蹄林産協同組合の笹塚浩氏より調査許可をいただいた。北海道教育大の神野義仁氏、ノースランドの辻野健二氏、須貝安雄氏、馬場岳洋氏には現地調査時にお力添えをいただいた。ブナ林の探索にあたっては、北海道教育大学函館校の紀藤典夫博士、森林総合研究所の田中信行博士および鷹尾 元博士のお力添えをいただいた。以上の方々に深く御礼申し上げる。本研究は平成23年度科学研究費補助金基盤研究(C)(21580189-0002)及び環境省地球環境研究総合推進費戦略研究 S-8 の支援を受けて行われた。

## 引用文献

- (1) Duncan RP. (1989) An evaluation of errors in tree age estimates based on increment cores in Kahikatea (*Dacrydium dacrydioides*). New Zealand Natural Sciences **16**: 31-37.
- (2) 萩原信介 (1988) 北限界林におけるブナの肥大成長速度. 国立科学博物館専報 **21**: 99-106.
- (3) 原正利 (1996) ブナの一生. 原正利 (編), ブナ林の自然誌. 平凡社: 東京. p. 76-96.
- (4) 本間暁・木村充 (1982) ブナ林の構造と更新様式

の解析. 環境科学研究報告書 森林の環境調節作用 **2**: 7-14.

- (5) 板谷明美・松井哲哉 (2010) 航空写真を利用した北限ブナ林の長期動態. 日本森林学会大会講演要旨集 **121**: 564.
- (6) 梶本卓也・田邊裕美・小野寺弘道 (2001) 白神山地のブナ大径木の成長解析. 日本林学会大会学術講演集 **112**: 31.
- (7) 吉良龍夫 (1948) 温量指数による垂直的な気候帯のわかちかたについて—日本の高冷地の合理的利用のために—. 寒地農学 **2**: 47-77.
- (8) Kitamura K., Kobayashi M. and Kawahara T. (2007) Age structure of wind-felled canopy trees for Siebold's beech (*Fagus crenata*) in the northernmost population in Karibayama, Hokkaido. Journal of Forest Research **12**: 467-472.
- (9) 紀藤典夫 (2003) 北限のブナ: その地史的背景. 森林科学 **37**: 46-50.
- (10) 小林誠・渡邊定元 (2003) 分布最北限ツバメの沢ブナ林の林分構造. 地球環境研究 **5**: 1-23.
- (11) Lusk C. and Ogden J. (1992) Age structure and dynamics of a podocarp broadleaf forest in Tongariro National Park, New Zealand. Journal of Ecology **80**: 379-393.
- (12) Lusk CH. and Smith B. (1998) Life history differences and tree species coexistence in an old-growth New Zealand Rain Forest. Ecology **79**: 795-806.
- (13) Namikawa K., Matsui T., Kobayashi M., Goto R. and Kuramoto S. (2010) Initial establishment and regeneration processes of an outlying isolated *Fagus crenata* Blume forest stand in the northernmost boundary of its range in Hokkaido, northern Japan. Plant Ecology **207**: 161-174.
- (14) Norton DA., Palmer JG. and Ogden J. (1987) Dendroecological studies in New Zealand 1. An evaluation of tree age estimates based on increment cores. New Zealand Journal of Botany **25**: 373-383.
- (15) 館脇操 (1948) ブナの北限界. 生態学研究 **11**: 46-51.
- (16) 館脇操 (1958) 北限地帯ブナ林の植生. 函館営林局, 164.
- (17) Veblen TT., Hadley KS., Nel EM., Kitzberger T., Reid M. and Villalba R. (1994) Disturbance Regime and Disturbance Interactions in a Rocky Mountain Subalpine Forest. Journal of Ecology **82**: 125-135.
- (18) 渡邊福寿 (1938) ぶな林ノ研究: ぶな林施業ノ基礎的考察. 興林会, 東京, 447.
- (19) 渡邊定元 (1987) 北限のブナ林. 北海道林業改良普及協会, 札幌, 180.