信州大学教育学部附属志賀自然教育研究施設研究業績　**51**：1―5（2014）

＜報告＞

松本市牛伏寺に残る小面積ブナ林の林分構造

小山泰弘[1]*・仙石鐵也[1]・井田秀行[2]・岡田充弘[3]

Stand structure of a small fragmented beech forest in Gofukuji in central Honshu, Japan.

Yasuhiro KOYAMA*[1], Tetsuya SENGOKU[1], Hideyuki IDA[2] and Mitsuhiro OKADA[3] ([1]Gofukuji Temple History Compilation Committee, Shiojiri 399-0728, Japan, [2]Institute of Nature Education in Shiga Heights / Institute Mountain Science, Shinshu University, Yamanouchi 381-0401, Japan. [3]Nagano Prefecture Forest Research Center, Shiojiri 399-0711, Japan. *E-mail : beech@go.tvm.ne.jp) *Bulletin of the Institute of Nature Education in Shiga Heights, Shinshu University* **51** : 1-5 (2014).

Key words : beech forest, *Fagus crenata*, forest fragmentation, stand structure, tree census

はじめに

ブナ（*Fagus crenata* Blume）は，北海道南部から鹿児島県にかけて自生する日本固有種であるが，過去の森林伐採等の影響で資源量の減少が叫ばれ，1980年代以降に保護される事例が増えている（自然保護協会 1985など）。とはいえ，現在行われているブナの保護施策は，現状の森林をそのまま維持することが大半で，次の世代を見据えた保全策の提案はほとんどなされていない。

次世代に向けたブナ林の更新として課題になるのは主に太平洋側のブナ林である。太平洋側のブナ林では，種子の低い発芽率（例えば，Maruta 1997），昆虫被害（例えば，越地 2006），林分面積の小ささ（深町ほか 1996）といった多くの問題が報告されている。長野県の主に中・南部に分布する太平洋側ではブナ林の多くが小面積であり，ブナが単木的に残ることも少なくないが（小山 2002），これらの問題が表面化された事例は今のところ見られていない。

しかし，このように小面積で分布しているブナ林では，個体数の減少や周辺ブナ林との距離が離れることなどから，特定母樹に依存する交配や自家受粉の確率が高まることが予測される。これにより遺伝的多様性が低下して個体群の維持が難しくなる可能性も考えられるが，木本植物が長寿命であるなどの影響で，個体群がどのように推移するのかといった実態把握はなされていない。

長野県中部の松本市にある牛伏寺のブナ林分は現在，小面積で生育している孤立個体群であり，周辺にブナはほとんど存在しない。加えて，寺の周囲を流れる河川では，明治18年（1884）から大正７年（1918）にかけて大規模な砂防工事が行われている。これは，江戸時代末期の1860年頃の濫伐と山林火災により，一帯に立木が成立できなくなるほど荒廃したことによる（牛伏川砂防工事沿革史 1935）。すなわち牛伏寺では，大規模な砂防工事が必要なほど荒廃した1860年頃から現在までの少なくとも150年以上の間，ブナが小面積の孤立個体群として維持していた可能性が高い。このことから，牛伏寺のブナ林は，小面積で生育する孤立個体群の動態を知る上で，とりわけ重要な研究対象であるといえる。

本研究では，小面積で断片化されたブナ林の保全策の基礎資料とするために，牛伏寺の孤立ブナ林に成立するブナの全個体を対象に毎木調査を行い，その林分構造から更新過程を推察した。

調査地

牛伏寺は，長野県松本市東南部の標高約1,000m付近に位置し，約50ha の寺有地を保有する（図１）。この寺有地の中に，松本市街地周辺で唯一ともいえ，長野県の希少植物群落にも指定されているブナ林がある（長野県 2005）。当地のブナ林では，林分の更新に関する具体的な調査はこれまでほとんど行われてこなかった。

調査方法

牛伏寺の寺有地全域を対象に（図１），樹高1.2m以上で生育しているブナの全個体を探索し，当該個体の樹高及び胸高直径を測定するとともに，立木の

[1] 牛伏寺誌編纂委員（*別刷請求先〒399-0728　長野県塩尻市峰原185-89　E-mail：beech@go.tvm.ne.jp）
[2] 信州大学教育学部附属志賀自然教育研究施設／山岳科学総合研究所（〒381-0401　長野県下高井郡山ノ内町志賀高原）
[3] 長野県林業総合センター（〒399-0711　長野県塩尻市片丘5739）

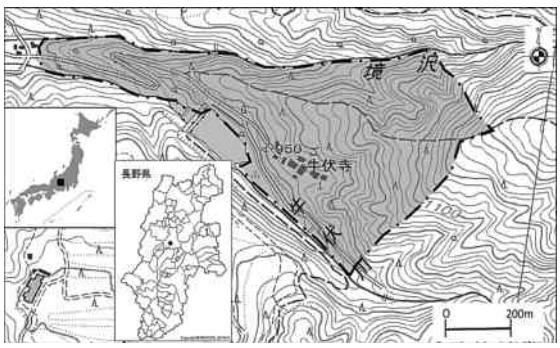

図１．調査地
網掛けの部分は牛伏寺（長野県松本市）の寺有地を指す

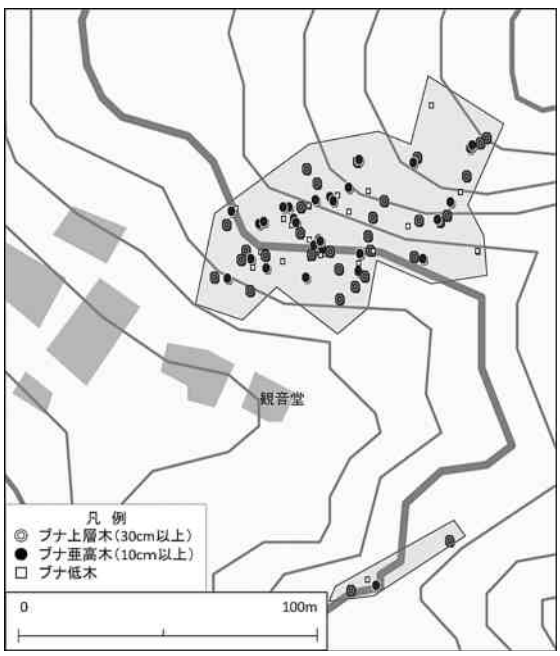

図２．長野県松本市牛伏寺におけるブナ（樹高1.2m 以上）の分布
網掛けの部分はブナ林を指す

成立位置を計測した。この際，樹高1.2m 付近で複数の主幹が同一地点から発生している株立ちが観察された。ブナは一般に萌芽能力が低い樹種であるとされるが（紙谷 1993），直径が細い若齢個体では株立ちすることがある。現地の株立ちが萌芽再生由来なのか複数の幹の成長途上での合着由来なのか明瞭に区別できなかったため，今回の調査では，同一地点から複数の幹が発生したものを一つの株立ちとみなし，その株立ちを構成する幹それぞれの樹高と直径を計測し，株立ちである旨を記載した。本稿では，株立ちを構成する幹それぞれを区別した場合はそれぞれを「個体」と表記し，株立ちを１個体とした場合は「株」と表記する。

樹高は，音波式の樹高計（バーテックス）により測定した。胸高直径は地上高1.2m 地点における樹幹周囲長を直径に換算させた。また，立木の成立位置は，ガーミン社製のハンディ GPS を山側根元部にあて緯度経度の情報を記録した。今回の測定では GPS が示した誤差精度が５m 以下となった状態で，GPS に格納した地形図の位置関係が妥当であると判断した時点における緯度経度の値とした。

また，ブナ林内で，ブナとともに上層林冠を構成していたアカマツ大径木が，2012年春の雪害によって１本が折損し，別の１本が倒伏した。アカマツは発芽時に陽光を必要とするため，ブナ林内で混交しているとすれば，耐陰性があるブナ（橋詰 1982）と同時期またはブナよりも早く成長したと考えられる。そこで，当該アカマツの樹齢を推定することで現在の上層林冠を構成するブナ林の林齢を推定することができると考え，折損倒伏した２本のアカマツを伐採し，年輪測定により樹齢の推定を行った。

結果

寺有地全体で確認できたブナは，50ha の寺有地の中で伽藍が立ち並ぶ建物周辺に限られていた。区域内で認められたブナは合計106個体（87株）で，うち６個体（４株）が観音堂の南にある太子堂の東尾根に分布し，残る100個体（83株）が観音堂の真北にある南向き斜面に分布していた（図２）。ブナの成立する面積は概ね0.2ha と狭い範囲に限られていた。ブナの胸高断面積合計は38.9m²/ha であった。牛伏寺周辺におけるブナは，既往の報告（小山ほか 2002）では，牛伏寺から５km 圏内にほとんど見られず，東に２km 程度離れた１カ所で成木２本が確認されているのみである。今回，寺有地の範囲（図１）と，周辺の境沢流域及び牛伏川流域についても踏査したが，既往の報告以外のブナは認められなかった。

牛伏寺に認められた106個体のブナの胸高直径階をみると，最小2.8cm，最大88cm と幅広いレンジが認められ，大きな個体から小さな個体までほぼ連続して分布していた（図３）。胸高直径階別の成立本数割合をみると，５～15cm のブナが最大のピークを示したものの，25～30cm，40～50cm の直径階級においても小さなピークがみられた。65cm 以上の階級でもほぼ連続的にブナが確認されており，全体としては小径木の多いＬ字型の分布ながら複数のピークを示す特異な形態をとっていた。

樹高についても最小2.8m から最大26.7m の範囲で連続的な分布を示した。樹高階別の本数分布（図４）をみると，６～10m の階級が最も多く成立しているものの，ほかの階級でも連続的に分布してお

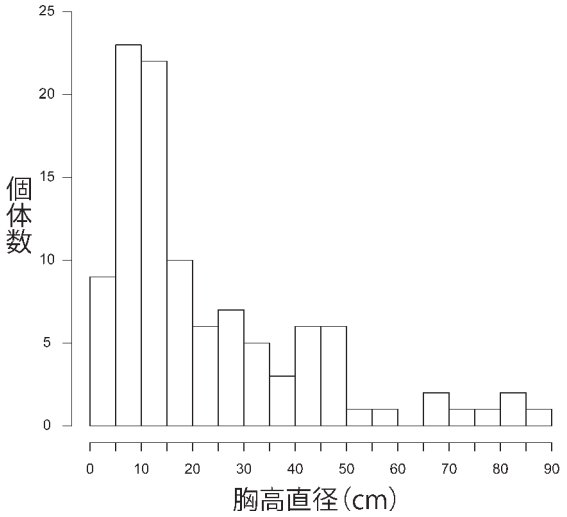

図３．長野県松本市牛伏寺のブナ（樹高1.2m 以上）の胸高直径階級分布

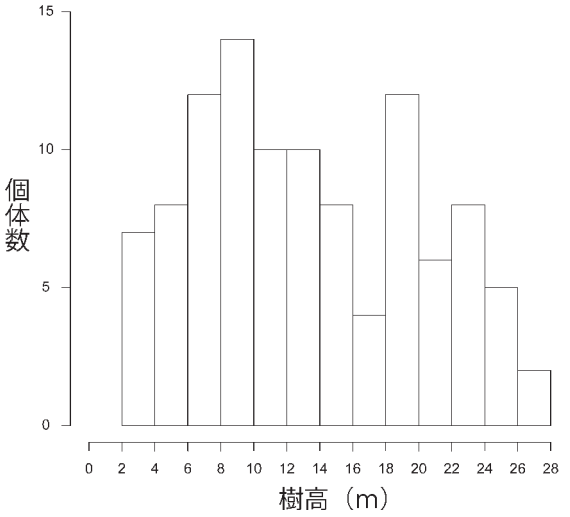

図４．長野県松本市牛伏寺のブナ（樹高1.2m 以上）の樹高階級分布

り，樹高階が複数にまたがる多段林となっていた。さらに，林分内に成立したブナの樹高と胸高直径の間には明瞭な関連性があることも示された（図５）。

ブナ林内で折損及び倒伏した２本のアカマツの林齢を調べるために，折損木と倒伏木を伐採したが，芯が抜け根元での伐採が極めて危険な状態であったため，根元年輪の測定は不可能であった。したがって今回の調査で実際に年輪測定ができた採取高は，折損木が5.3m，倒木が1.3m となった。なお折損木については，採取位置でも芯が一部欠損していたため，芯が明瞭な11.3m 付近での年輪測定も行った。測定の結果，5.3m 位置の直径が51.8cm であったアカマツ折損木は，芯が一部失われた状態で196本の年輪が認められ，当該木の11.3m 地点では157本の年輪が認められた。一方，樹高1.3m 地点の直径59.3cm のアカマツ倒木には159本の年輪が認められた。

考察

牛伏寺のブナは，林内に成立する106個体以外に，周囲５km という広い範囲において２個体しか成立していない孤立個体群であることが改めて確かめられた。それでも，ブナが豊作となった2011年の結実種子からは一定の発芽率が観察され（小山・井田 2012），さらに翌年には実生個体も観察された（牛伏寺 2013）ことから，ブナが更新可能であることは示唆された。

個体別の林齢を正確に示すことは今回できなかったが，胸高直径と樹高の間に明瞭な関連性が認められ（図５），様々なサイズの個体が確認できたことを考慮すると，当地のブナは全てが一斉に更新したものというよりも，更新を複数回繰り返して成立した林分と考えられる。胸高直径階（図３）と樹高階（図４）で示された複数階級でのピークの存在も，更新が数回のイベントで生じたことを示唆する。

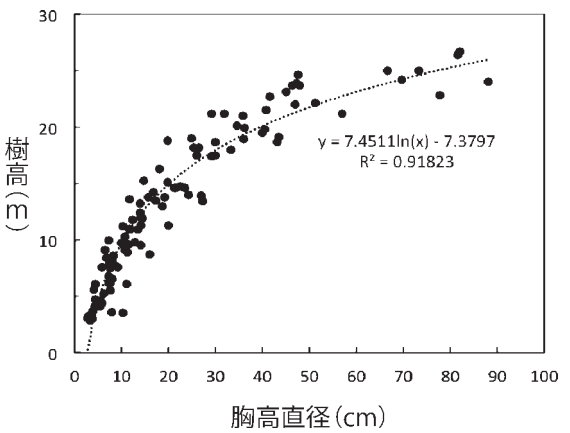

図５．長野県松本市牛伏寺のブナ（樹高1.2m 以上）の樹高と胸高直径の関係

牛伏寺においてブナの並作年に種子を採取した際，健全種子はほとんど採取できず（井田 未発表），数少ない健全種子であっても発芽に至らなかった（小山未発表）。ブナの豊作年は数年に一度の割合で発生することが知られており（横山 1988），並作年で発芽を確認していないことを考えると，当地でブナが更新するためには，種子が豊作となる必要がある。

しかし牛伏寺では，ブナ種子の豊作が必ずしも更新を成功させるとは限らない。牛伏寺のような太平洋側のブナは，積雪がほとんど無いために虫害や動物害を受けやすく，被害を受けると成長が阻害されたり枯損したりする傾向があることが指摘されている（丸田 1996）。ブナの人工林における調査（林野庁 2001）では，ノウサギやコウモリガなどの虫獣

害や病害も報告されている。加えて，ブナは初期成長が遅く，人工林でも10年で３ｍに達する程度（小山・岡田 2006）である。当地では，ニホンジカによる食害を受けることが無かった2000年頃まで，桿高２ｍ近くに達するスズタケがブナ林の林床を覆って繁茂していたことから，スズタケなど他の植生による被圧などで生存できなかった可能性もある。一般に林床をササ類が覆っている環境では，ササの一斉開花枯死が更新に寄与するが（例えば，阿部ら2005など），当地におけるスズタケの一斉開花枯死に関する資料は見つかっていない。

牛伏寺は昔から大火の罹災が多く，過去の資料の多くが散逸している。最新の研究成果を集めた牛伏寺誌（2013）でも，当地のブナ林がいつ頃から残されてきたのかを示す文章は見つかっていないが，戦国時代の1534年に現在地に移転して現在に至ることは確かめられている。このことから，移転の際に植栽した個体が現在も残っていれば500年生の個体が存在する可能性はある。しかし，境内及び参道において支障木や枯損木として伐採された大径木の樹齢は最大でも273年であり，牛伏寺が現在地点に移転した際に植栽された立木は確認されていない（牛伏寺誌編纂委員会 2013）。とはいえ，観音堂に隣接するブナ林内で成立したアカマツのうち，樹齢の高い個体は5.3m の高さで196年を数えていた。土地生産力によって異なるものの，アカマツ人工林と同等に，当地がブナと競合する樹高25m 程度にまで成長できる土地条件であるとすると，アカマツが樹高５ｍに達する年数は10年程度である（長野県 1984）。天然林の場合は，人工林と異なり，種子が植栽苗木とほぼ同じ大きさに成長するまでの時間を加味する必要があるが，一般に陽光を好むアカマツの生育特性を考慮すれば，発芽から苗木サイズ（樹高50cm）に成長するまでに５年以上を要する可能性は低い。このことから，当地のアカマツは少なくとも210年程度の樹齢があることが予見でき，牛伏寺のブナ林もほぼ同程度の樹齢であると推察される。

ブナ人工林では20年程度で種子の結実が観察されているが（布川耕一氏及び鈴木牧氏私信），一般にブナが大量に種子を生産できるのは40年生以降と考えられている（横山 1998）。したがって，牛伏寺の周辺がおよそ150年前には大規模な砂防工事が必要なほど荒廃した状況であったことを勘案し，さらに現在林冠層を覆うブナ大径木が樹齢200年生程度と仮定すれば，結実可能となった40年生以降の段階ですでにそれらが孤立状態にあった可能性がある。

牛伏寺のブナ孤立林分の林冠木（樹高20m 以上）の下層では現在，ブナが85個体（ブナ全個体の80％）生育する。それらは胸高直径や枝張りも小さいことから，林冠木よりも後に発生した可能性が高い。すなわち，牛伏寺の周囲が荒廃した1860年以降に発生したと考えられる。

ブナは，種子が重力散布型であるため長距離の分布拡大は動物による移動分散がなければほとんど期待できない。一方，風媒花であるため花粉は風によって飛散する。とはいえ，交配可能とされる花粉飛散距離は79m 以下であり（Oddou-Muratorio *et al*. 2010），花粉の飛散距離として必ずしも長いとはいえない。牛伏寺境内にはブナがわずかに残されているのみで，境内から200m 四方の範囲が1860年頃には荒廃していたことを考慮すると，現存するブナの下層木（後継樹）のほとんどが，およそ200年前からの残存個体を両親とする限定された特定形質をもつ可能性がある。

現状は，後継樹の更新も認められることから，当地のブナ林は当面維持されていくものと推察される。しかし，長野県の中北部で一斉にブナの豊作が重なった2011年の種子発芽率では（小山・井田 2012），有意差は認められないものの，牛伏寺の種子の発芽率が他の林分と比べて若干低めであり，近親交配や自家受粉などによる発芽率の低下が起きている可能性は否定できない。加えて，2000年頃からニホンジカの食害も顕著になっていることから実生や稚樹の成長が阻害されている可能性もある。

今回の結果から，少なくとも150年間，孤立個体群として維持されてきた牛伏寺のブナ林において，ブナの更新が繰り返しなされてきたことが推察された。また，2012年の春にはブナ実生の発生も確認されたことから，当個体群が維持できなくなる危険性は現時点では低いと考えられる。しかし，林分全体でも106個体しか存在しないブナのうち80％を占める下層の個体群は，現在の林冠層を構成する限られた親を起源としている可能性があり，遺伝的多様性の面での影響があることも示唆される。

今後，当地の実生を含めた全個体の親子関係を把握するなど，林分全体での遺伝的多様性の評価を行うことで，林分構造のみでは把握できない森林の動態を把握する必要がある。

謝辞

本研究を推進するにあたり，所有者である牛伏寺の関係者から多大なる協力を得たほか，調査にあた

っては，杉山要様，折橋睦子様，仙石幸男様，原田佳一様に様々なご協力を頂きましたので，この場を借りて感謝申し上げます。また，本研究の一部はJSPS 科学研究費25292087の助成を受けたものです。

引用文献

阿部みどり・蒔田明史・箕口秀夫・中静透（2005）十和田湖南岸域におけるチシマザサ一斉開花後 9 年間のブナ実生個体群の動向．*Bamboo Journal* **22**：104-113．

深町加津枝・奥敬一・笹岡達男・横張真（1996）近畿地方のブナ林の残存形態に関する考察．ランドスケープ研究 **59**：101-104．

牛伏寺誌編纂委員会（2013）牛伏寺誌自然編，牛伏寺誌刊行会，松本．

橋詰隼人（1982）ブナ稚苗の生育と陽光量との関係．鳥取大学農学部研究報告 **34**：82-88．

Hiraoka, K. & Tomaru, N. (2009) Genetic divergence in nuclear genomes between populations of *Fagus crenata* along the Japan Sea and Pacific sides of Japan. *Journal of Plant Research* **122**: 269-282.

紙谷智彦（1993）豪雪地帯におけるブナ二次林の再生過程に関する研究II：主要構成樹種の伐り株の樹齢と萌芽能力との関係．日本林学会誌 **68**：127-134．

越地正・田村淳・山根正伸（2006）丹沢山地におけるブナハバチの加害と影響に関するブナ年輪幅変動の解析．神奈川県自然環境保全センター研究報告 **3**：11-24．

小山泰弘・岡田充弘・古川仁　（2002）ブナを主体とした広葉樹人工林の初期管理技術の開発―冷温帯地域における広葉樹林施業技術の確立．長野県林業総合センター研究報告 **16**：1-22．

小山泰弘・岡田充弘（2006）ブナを主体とする広葉樹林の造成管理技術の開発．長野県林業総合センター研究報告 **20**：1-20．

小山泰弘（2012）ブナの保全単位の設定に関する保全遺伝学的研究．名古屋大学学位論文．

Koyama, Y., Takahashi, M., Murauchi, Y., Fukatsu, E., Watanabe, A., & Tomaru, N. (2012) Japanese beech (*Fagus crenata*) plantations established from seedlings of non-native genetic lineages. *Journal of Forest Research* **17**: 116-120.

小山泰弘・井田秀行（2013）ブナ孤立林分における豊作年の発芽率．中部森林研究 **61**：71-72．

Maruta, E., Kamitani, T., Okabe, M. & Ide, Y. (1997) Desiccation-tolerance of *Fagus crenata* Blume seeds from localities of different snowfall regime in central Japan. *Journal of Forest Research* **2**: 45-50.

丸田恵美子・紙谷智彦（1996）太平洋側ブナ林におけるブナ実生の定着課程 I ―三国山における当年生実生の消長．森林立地 **38**：43-52．

長野県（1984）長野県民有林ヒノキ，アカマツ人工林林分材積表，人工林収穫予想表．長野県林務部，長野．

長野県（2005）長野県版レッドデータブック：長野県の絶滅のおそれのある野生生物 非維管束植物編・植物群落編．長野県環境保全研究所，長野．

Oddou-Muratorio, S., Bontemps, A., Klein, K.E., Chybicki, I., Vendramin, G.G. & Suyama, Y. (2010) Comparison of direct and indirect genetic methods for estimating seed and pollen dispersal in *Fagus sylvatica* and *Fagus crenata*. *Forest Ecology and Management* **259**: 2151-2159.

林野庁（2001）冷温帯地域における広葉樹林施業技術の確立．林野庁新技術地域実用化研究成果．林野庁．

自然保護協会（1985）ブナ・シンポジウム資料集．（財）日本自然保護協会，東京．

牛伏川砂防工事沿革史編纂会（1935）牛伏川砂防工事沿革史．牛伏川砂防堰堤期成同盟会，松本．

横山敏孝（1988）ブナ属．「日本の樹木種子　広葉樹編」（勝田柾・森徳典・横山敏孝著），pp.57-63，林木育種協会，東京．