

ブナ皆伐母樹保残法施業試験地における 33 年後, 54 年後の更新状況 ——東北地方の落葉低木型林床ブナ林における事例——

杉田久志^{*1}・金指達郎²・正木 隆²

杉田久志・金指達郎・正木 隆：ブナ皆伐母樹保残法施業試験地における 33 年後, 54 年後の更新状況—東北地方の落葉低木型林床ブナ林における事例— 日林誌 88: 456~464, 2006 岩手県の黒沢尻試験地の落葉低木型林床ブナ林における皆伐母樹保残法による天然更新施業試験地の更新実態について解析した。1948 年伐採 (保残母樹密度 6 本/ha) で刈払いを実施した林分は, 伐採後 54 年の時点でブナ純林状の再生林となっていた。1969 年伐採林分 (保残母樹密度 13 本/ha) のうち, 刈払いを省略した林分では伐採後 33 年の時点でウワミズザクラ, ホオノキなどの再生林となっており, ブナ更新樹はわずかしみられなかった。刈払いを実施した林分では, 多数のブナ更新樹がみられ L 字型の直径階分布を示したが, 保残母樹の樹冠下およびその周辺に限られ, 林冠層に達しているものは少なく, ブナ優占の更新林分が成立している状態ではなかった。以上の結果から, 刈払いがブナ稚樹の定着, 生存に大きな効果をもつことが示されたものの, 刈払いが実施され多くのブナ稚樹が定着した林分がその後必ずしもブナ再生林へと推移しているとは限らないことが判明した。刈払いの実施にもかかわらずブナの更新状況にちがいを生じさせた要因として, 施業とブナ結実とのタイミングに加えて, 施業前のブナ稚樹生育状態も関係している可能性がある。

キーワード：皆伐母樹保残法, 黒沢尻試験地, 地床処理, 天然更新, ブナ

Sugita, H., Kanazashi, T., and Masaki, T.: **Regeneration of *Fagus crenata* Experimentally Managed by a Shelterwood System 33 or 54 Years after Cutting in Forests with Deciduous Shrub-type Undergrowth in the Tohoku District, Northern Honshu, Japan.** J. Jpn. For. Soc. 88: 456~464, 2006 Regeneration of *Fagus crenata* was examined in the experimental forests managed by a shelterwood system at the Kurosawajiri Research Site, Iwate Prefecture. In a stand where clearing of the forest floor was carried out after shelterwood logging (6 residual trees per ha) in 1948, the secondary forest dominated by *F. crenata* had been formed. In a stand without clearing of the forest floor after shelterwood logging (13 residual trees per ha) in 1969, the resulting secondary forest was dominated by *Prunus grayana* and *Magnolia hypoleuca*, and regenerating *F. crenata* trees were not frequent. In a stand with clearing of the forest floor after shelterwood logging in 1969, many regenerating *F. crenata* trees were found, representing the L-shaped size structure, but their distribution was limited to under and around the residual conspecific canopy trees and they seldom occupied the upper layer. These results demonstrate that stands in which *F. crenata* seedlings had been established owing to clearing of the forest floor do not always turn into *F. crenata*-dominated stands. In addition to the timing between the practices and seed production fluctuation, differences in the abundance of *F. crenata* seedlings before cutting may be an important factor causing the difference in the regeneration success of *F. crenata* between the two stands in which the forest floor treatment was carried out.

Key words: *Fagus crenata*, forest floor treatment, Kurosawajiri Research Site, natural regeneration, shelterwood system

I. はじめに

ブナは日本の冷温帯林を代表する樹種であり, 広葉樹の中では最大の蓄積を誇り, かつては広大な面積を被っていた。しかし, 戦後に推進された拡大造林政策のなかでブナ林は樹種更改の対象となって大面積に皆伐され, その跡地にはスギ, カラマツ等の針葉樹人工林が造成された。やがてブナ材資源も底をつきはじめ, 一方豪雪地帯で不成績造林地が形成されるようになると, 針葉樹造林一辺倒の方針を改め, 将来にわたって良質ブナ材を持続的安定的に供給することが求められた。このような情勢のもとで, 1968 年頃からブナ天然更新施業が導入され, 針葉樹の造林が困

難な豪雪・高海拔地帯の国有林で広く実行されていった。

ブナ天然更新施業技術の開発研究は昭和初期に開始され, 1935 年頃には福島県会津地方坂下事業区 (菊池, 1972, 1985), 1948 年頃に岩手県黒沢尻ブナ総合試験地 (櫻村ら, 1954; 金ら, 1967; 柳谷ら, 1969) で先駆的な施業試験が実施された。国有林のブナ天然更新施業が本格化すると, 施業試験は事業レベルの施業と同時進行の形で展開された。前田・宮川 (1971) は, 上木の伐採だけで更新が完了とする従来の方法が失敗したことの反省から, ブナ種子散布距離や樹冠配置を考慮して 30 本/ha 程度の母樹を点状に保残し, ササ類などの林床植物の除去を組み合わせた皆伐母樹保残法を提唱した。この方法については, 新潟県

* 連絡・別刷請求先 (Corresponding author) E-mail: sugitah@ffpri.affrc.go.jp

¹ (独)森林総合研究所東北支所 (020-0123 盛岡市下厨川字鍋屋敷 92-25)

Tohoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, 92-25 Nabeyashiki, Shimokuriyagawa, Morioka 020-0123, Japan.

² (独)森林総合研究所 (305-8687 つくば市松の里 1)

Forestry and Forest Products Research Institute, 1 Matsunosato, Tsukuba 305-8687, Japan.

(2005 年 12 月 7 日受付; 2006 年 4 月 11 日受理)

苗場山試験地 (前田, 1988; 小川ら, 2005), 岩手県黒沢尻ブナ総合試験地 (柳谷・金, 1980, 1985; 柳谷ら, 1990), 秋田県生保内ブナ施業指標林 (柳谷・金, 1981, 1989) などを実証試験が行われた。その結果, 林床植物が繁茂して前生稚樹が少ない林分においては刈払いなどの更新補助手段の併用が不可欠であることが強調され, 適正な母樹の保残と結実にあわせた地床処理が行われるならば, 更新に十分な稚樹を確保することが技術的には可能であるとされた。そしてこの施業法は択伐天然更新法とともに国有林のブナ天然更新施業法として採用された。

しかしながら, どの程度のサイズの稚樹がどれくらいの密度で成立したときに更新完了とみなすのか, その基準は必ずしも明確ではない (片岡, 1991; 谷本, 2000)。その判定基準として, 高さ 0.3 m 以上のブナ稚樹が 5 万本/ha 以上 (前田, 1988) ないしは 1 万本/ha 以上 (柳谷・金, 1980) という値が伐採後 10 年前後の段階で提示されているが, このように更新樹サイズがまだ小さい初期段階において施業法有効性の評価を下したのは時期尚早であった可能性があり, 施業林分がその後ほんとうにブナの再生林へと成長しているのかを追跡・検証したうえでその判定を行うべきであると考えられる (谷本, 2000; 杉田, 2001; 正木ら, 2004)。多くのブナ天然更新施業試験地では伐採後 10 年程度で調査が打ち切られたり, 中断されており, 更新林分が成林する段階の調査は皆伐作業の 40 年後の事例 (菊池, 1972) などわずかな報告例しかない。1970 年頃に設定された皆伐母樹保残法の施業試験地が伐採後 30 年余を経過している今, 施業法の有効性について一定の評価を下すことが可能になってきている。そのような施業実験の総括をしておくことは, 将来のブナ林施業のあり方を考えるうえで重要な知見を提供するであろう。ブナ林の保護を求める声の高まりと資源の枯渇のためブナ天然更新施業があまり行われなくなった現在でも, その総括の意義は大きいと考える。

岩手県の黒沢尻ブナ総合試験地では, 比較的低標高で林床のササ類の優占度が低いブナ林を対象に, 1944 年の設定以来, 傘伐, 帯状伐採, 皆伐列状母樹保残, 皆伐点状母樹保残などさまざまな伐採のしかたによるブナ天然更新施業に関する試験が行われてきた。そのうち皆伐点状母樹保残法 (以下, 皆伐母樹保残法と記述) の試験地は 1948 年と 1968 年に設定されている。前者は日本でも古くに設定されたものの一つであり, 後者では苗場山試験地と並び大規模・体系的な施業試験が行われて多くの成果が報告されている。その更新成績について, 前者 (刈払い実施) は伐採後 20 年時点で良好 (柳谷ら, 1969), 後者は伐採後約 10 年時点で刈払い実施区が良好, 刈払い省略区が不良 (柳谷・金, 1980, 1984) との報告がある。著者らは 1968 年設定試験地において, 刈払い省略区のみではなく刈払い実施区もその後ブナ再生林へと推移していないことを予察的に報告した (正木ら, 2004)。本研究では, 1948 年設定試験地の状況も併せ, これらの施業試験地における伐採後

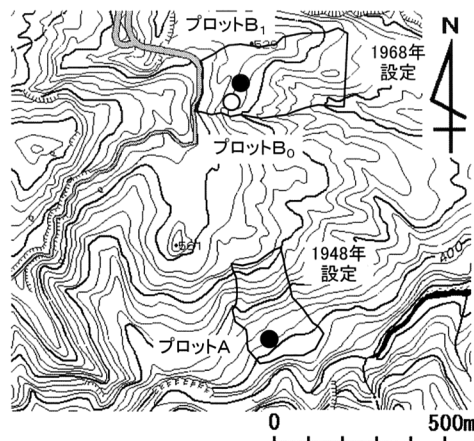


図-1. プロットの位置

それぞれ 54 年, 33 年時点の更新実態について詳細に解析し, とくに更新完了の判定基準に関する検討を試みた。

II. 調査地

岩手県北上市岩崎新田入畑の黒沢尻ブナ総合試験地 (東北森林管理局岩手南部森林管理署 616 林班, 104 ha, 以下黒沢尻試験地) は奥羽山脈に位置し, 地質は第三系中新統の安山岩質緑色凝灰岩で, 最深積雪深は 2~3 m 程度である。標高は 370~680 m で, ブナ林としては比較的低標高に位置する。林床のササ類 (クマイザサ) の優占度は比較的 low, ムシカリ, オオバクロモジ, タムシバなどの落葉低木やハイイヌガヤが優占する。

本研究では, 以下の二つの皆伐母樹保残試験地を調査対象とした (図-1)。

1. 1948 年設定施業試験地 (保残木作業区, 7.22 ha)

林業試験場青森支場の檜村大助らにより設定された。3 区に区画し, 1948~1949 年の冬季に異なる伐採率, 保残本数 (6, 32, 36 本/ha) で伐採を実施した。本研究のプロット設置はこのうち斜面下部に位置し, 保残本数の最も少ない第 1 区で行った。設置場所は段丘上の緩斜面であり, 標高は 410 m である。施業前は林冠木本数 505 本/ha, 材積 328.0 m³/ha のブナ純林であったが, 本数 6 本/ha, 材積 14.9 m³/ha を残して伐採した (柳谷ら, 1969)。ブナの結実に関しては, 伐採前の 1946 年に広く東北各地で豊作となり (檜村, 1952), 伐採後の 1950 年, 1952 年に黒沢尻試験地で並作があったことが報告されている (檜村ら, 1953, 1954)。更新補助作業として 1951 年に全面刈払いが実施された。ブナ稚樹の平均成立本数と平均樹高は, 1951 年にそれぞれ 1.4 本/m² と 0.10 m, 1953 年に 1.8 本/m² と 0.35 m であった (柳谷ら, 1969)。1968 年 (伐採 20 年後) には, 稚樹本数がブナ 1.7 本/m², その他の高木種 0.3 本/m², 中高木種 0.8 本/m² であり, ブナ更新樹の樹高は 0.3~8.3 m の範囲で, 3.5~4.0 m をモードとする正規分布を呈し, すでに林冠を形成していた (柳谷ら, 1969)。

2. 1968年設定施業試験地（皆伐点状母樹保残作業区、約11ha）

林業試験場東北支場の柳谷新一らにより設定された。施業前は本数300~500本/ha、材積250~350m³/haの約160年生のブナ純林であった。1968~1971年に胸高直径(DBH)50~80cmの母樹を13本/haの密度で点状に残して伐採が行われた（架線集材）。本研究のプロット設置は1969年伐採林分で行った。中腹の緩斜面上にあるが、地すべりによる緩急があり、標高は約520mである。伐採後はブナの結実がすぐには訪れなかったが、1973年に豊作となり（柳谷・金, 1975）、その後1976, 1981, 1984年にも結実があった（柳谷ら, 1990）。実生が発生した1974年に刈り払いの実施区と省略区が設定され、前者には夏期1回の全刈りを1974年より3年連続実施した区と1974年のみ実施した区が設定された。1974年に発生した実生本数は、刈り払い実施区が9.6本/m²、省略区が3.1本/m²であった（柳谷・金, 1980）。刈り払い実施区では、1980年（伐採11年後）におけるブナ稚幼樹の本数と平均高は、伐採前発生集団がそれぞれ0.6本/m²、1.58m、1974年発生集団1.3本/m²、0.70m、1977年発生集団0.7本/m²、0.23mであり、その他の高木種（ミズナラ、イタヤカエデ、ホオノキ、トチノキ）の稚樹が0.6本/m²、1.40mであった（柳谷・金, 1984）。一方刈り払い省略区では、1979年における1974年発芽ブナ稚樹の本数は0.2本/m²にすぎず（柳谷・金, 1980）、1980年における平均高も0.20mで実施区（1年のみ区0.37m、3年連続区0.53m）に比べ大幅に劣った（柳谷ら, 1990）。柳谷・金（1980）は、更新完了の目安として高さ0.3m以上のブナ稚樹が1万本/ha以上という基準を提示し、刈り払い実施区では稚樹発生後

5~6年目にその基準が満たされたのに対し、省略区では本数が不足し0.3m以上のものの割合が低く目途が立ち難いと判断している。1990年（伐採21年後）におけるブナ稚幼樹の平均高は、刈り払い3年連続実施区で2.44m（モード3~4m）、1年のみ実施区1.58m、省略区0.44m、本数は3.8~5.1本/m²であった（ただし皆伐列状母樹保残法の結果を含めた値、柳谷ら, 1990）。

III. 調査方法

1948年設定施業試験地に0.24haのプロットAを、1968年設定施業試験地の刈り払い省略区、刈り払い実施区のそれぞれに0.2haのプロットB₀、B₁を設置した。なお、B₁の刈り払い実施年数は、3年連続か1年のみかは定かでないが、前者の可能性が高い。プロット内のDBH5cm以上の樹木のDBHを測定し、階層を記録した。ブナについてはDBH3~5cmのものも測定した。階層は、保残樹、更新樹林冠木、更新樹被陰木に区分した。樹木位置図を作成し、保残樹の樹冠投影図、更新樹の林冠欠如部分（高さ6m以下）の投影図を作成した。各ブナ更新樹について最寄りの保残樹樹冠縁までの距離を樹木位置・保残樹樹冠投影図上で計測した。現地調査は2002年秋~2003年春に実施した。

IV. 結果

1. 1948年設定施業試験地の林分構造

プロットAにおける胸高直径階分布を図-2に、樹木位置図を図-3に示す。ブナではDBH97~105cmの2本が保残樹で、61cm以下のものが更新樹とみられる。保残樹の樹冠はプロットの19%の面積を占め、更新樹は鬱閉し

表-1. 各プロットにおける各樹種の胸高断面積 (m²/ha)

	プロットA						プロットB ₀						プロットB ₁								
	保残木		更新木				保残木		更新木				保残木		更新木						
	林冠木	%	被陰木	%	計	%	林冠木	%	被陰木	%	計	%	林冠木	%	被陰木	%	計	%			
ブナ	6.73	16.91 (80.2)	6.56	(90.2)	23.47	(82.7)	8.82	0.40	(2.4)	0.67	(10.5)	1.07	(4.6)	8.60	0.89	(9.1)	1.23	(30.8)	2.11	(15.4)	
ホオノキ		3.36	(15.9)	0.22	(3.0)	3.57	(12.6)	4.61	(27.5)	1.43	(22.4)	6.03	(26.1)	4.03	(41.5)	1.11	(27.8)	5.13	(37.5)		
ウツミズザクラ			0.09	(1.2)	0.09	(0.3)	8.20	(49.0)	2.85	(44.6)	11.04	(47.8)	1.73	(17.8)	0.62	(15.5)	2.35	(17.2)			
トチノキ							0.03	(0.2)	0.01	(0.2)	0.04	(0.2)	0.63	(6.5)	0.08	(1.9)	0.71	(5.2)			
アカイタヤ		0.06	(0.3)		0.06	(0.2)	0.58	(3.5)	0.09	(1.3)	0.67	(2.9)	0.62	(6.4)	0.10	(2.4)	0.71	(5.2)			
シロヤナギ													0.49	(5.0)			0.49	(3.5)			
ミズナラ		0.29	(1.4)	0.03	(0.4)	0.31	(1.1)	0.07	(0.4)	0.52	(8.2)	0.59	(2.6)	0.34	(3.5)	0.34	(8.6)	0.68	(5.0)		
コシアブラ				0.27	(3.7)	0.27	(1.0)	1.16	(6.9)	0.37	(5.8)	1.53	(6.6)	0.23	(2.4)	0.10	(2.5)	0.33	(2.4)		
ミズキ		0.11	(0.5)		0.11	(0.4)	0.48	(2.8)	0.02	(0.4)	0.50	(2.2)	0.18	(1.8)	0.07	(1.8)	0.25	(1.8)			
バッコヤナギ							0.09	(0.6)			0.09	(0.4)	0.17	(1.8)			0.17	(1.3)			
サワグルミ													0.13	(1.3)			0.13	(0.9)			
テツカエデ							0.16	(1.0)	0.20	(3.2)	0.37	(1.6)	0.10	(1.1)	0.15	(3.8)	0.25	(1.9)			
ハリギリ							0.45	(2.7)			0.45	(1.9)	0.09	(0.9)	0.02	(0.6)	0.11	(0.8)			
キハダ		0.12	(0.6)		0.12	(0.4)	0.31	(1.8)			0.31	(1.3)	0.05	(0.5)	0.12	(2.9)	0.17	(1.2)			
ウダイカンバ		0.14	(0.7)	0.06	(0.8)	0.20	(0.7)						0.03	(0.3)			0.03	(0.2)			
ヤマダ													0.02	(0.2)	0.02	(0.6)	0.04	(0.3)			
オオバボダイジュ							0.21	(1.2)			0.21	(0.9)			0.01	(0.3)	0.01	(0.1)			
ハクウンボク				0.01	(0.2)	0.01	(0.0)								0.01	(0.3)	0.01	(0.1)			
ハウチワカエデ				0.03	(0.4)	0.03	(0.1)			0.17	(2.7)	0.17	(0.7)								
ヤマモミジ										0.06	(0.9)	0.06	(0.2)								
アズキナシ				0.01	(0.2)	0.01	(0.0)														
ウリハダカエデ		0.12	(0.5)		0.12	(0.4)															
	6.73	21.09	(100)	7.28	(100)	28.37	(100)	8.82	16.73	(100)	6.39	(100)	23.12	(100)	8.60	9.71	(100)	3.98	(100)	13.69	(100)

DBH 5 cm 以上のものを集計、() 内の値は相対値。

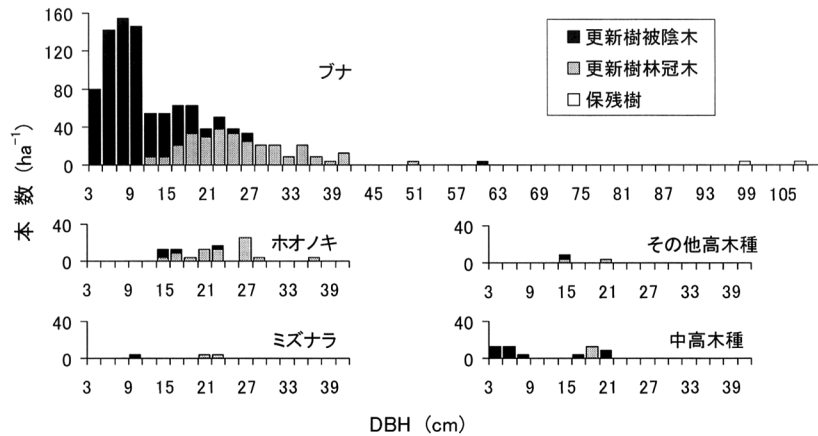


図-2. プロット A における各樹種の胸高直径階分布

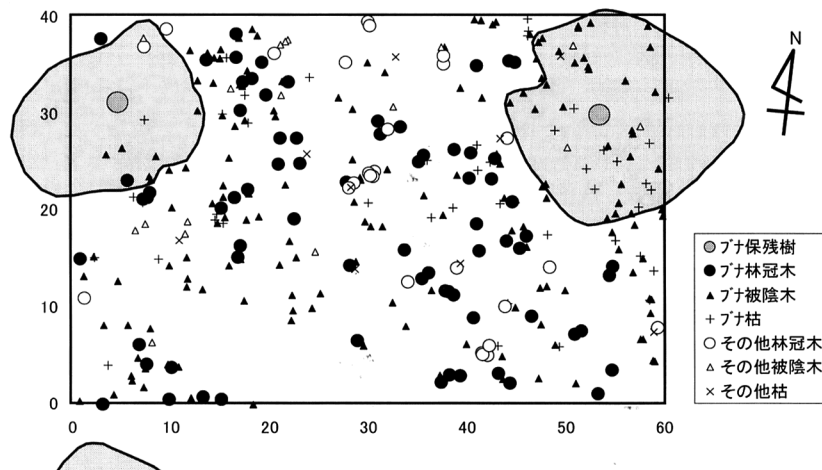


図-3. プロット A の樹木位置図
陰影部：保残木の樹冠，傾斜方向は図の上→下。

た高さ約 20 m の林冠層を形成していた。ブナ更新樹の密度は 1,017 本/ha で、そのうち林冠層を構成しているものは 300 本/ha であり、胸高直径階分布では林冠木は 22 cm に、被陰木は 8 cm にモードをもち、全体として二山分布を呈した。更新樹の林冠層にはホオノキ、ミズナラなどもみられたが、ブナが圧倒的に優占し、林冠木本数の 73%、胸高断面積の 80% を占めた (表-1)。ブナ更新樹はプロット全域に分布しており、母樹の樹冠下では枯死木が多かった。

2. 1968 年設定施業試験地の林分構造

プロット B₀ (刈払い省略区) における胸高直径階分布を図-4 に、樹木位置図を図-5 に示す。ブナでは DBH21~89 cm のものが保残樹、17 cm 以下のものが更新樹とみられる。保残樹の樹冠はプロットの 26% の面積を占めた。ブナ更新樹は L 字型の直径階分布を示したが、3 cm 以上のものの密度は 215 本/ha にすぎず、その分布は局地的で母樹の樹冠縁に集中していた。そして林冠層に達しているブナ更新樹はごくわずか (30 本/ha) で、更新樹林冠木の

胸高断面積に占める割合は 2% にすぎなかった (表-1)。替わりに更新樹の林冠層を構成している樹種は、ホオノキ、アカイタヤ、ウワミズザクラ、コシアブラなどであった。とくにウワミズザクラは林冠木の胸高断面積の 49% を占め、15 cm をモードとする一山型の直径階分布を示した。それらの更新樹はほぼ連続した高さ約 15 m の林冠層を形成し、林冠欠如部分はプロット面積の 5.8% にすぎなかった。

プロット B₁ (刈払い実施区) における胸高直径階分布を図-6 に、樹木位置図を図-7 に示す。ブナでは DBH49~103 cm のものが保残樹、21 cm 以下のものが更新樹とみられる。保残樹の樹冠はプロットの 25% の面積を占めた。ブナ更新樹は顕著な L 字型の直径階分布を示し、3 cm 以上のものの密度は 1,055 本/ha に及び、そのうち林冠層 (高さ約 12 m) に達しているのは 110 本/ha で、プロット B₀ よりも高い値を示した。しかし、更新樹林冠木の胸高断面積に占めるブナの割合は 9% にすぎず (表-1)、ブナの優占した更新林分が成立しているとはいいいくかつた。

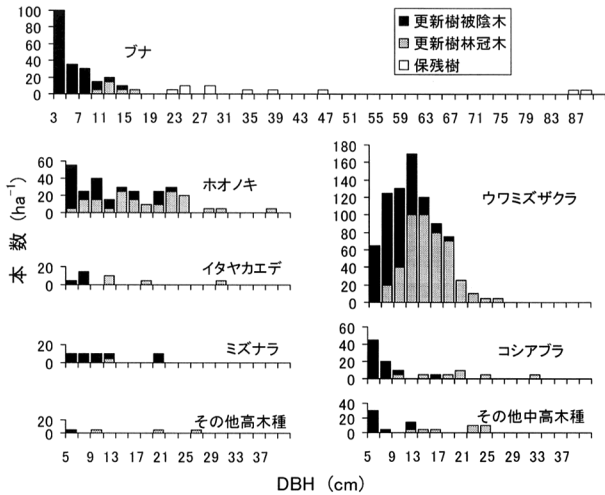


図-4. プロット B₀ における各樹種の胸高直径階分布

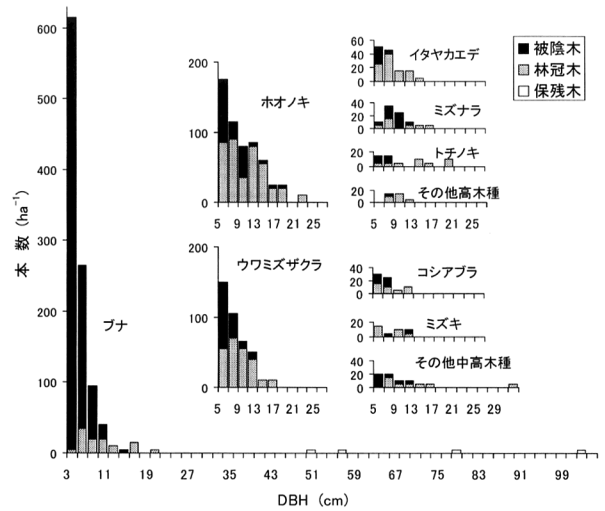


図-6. プロット B₁ における各樹種の胸高直径階分布

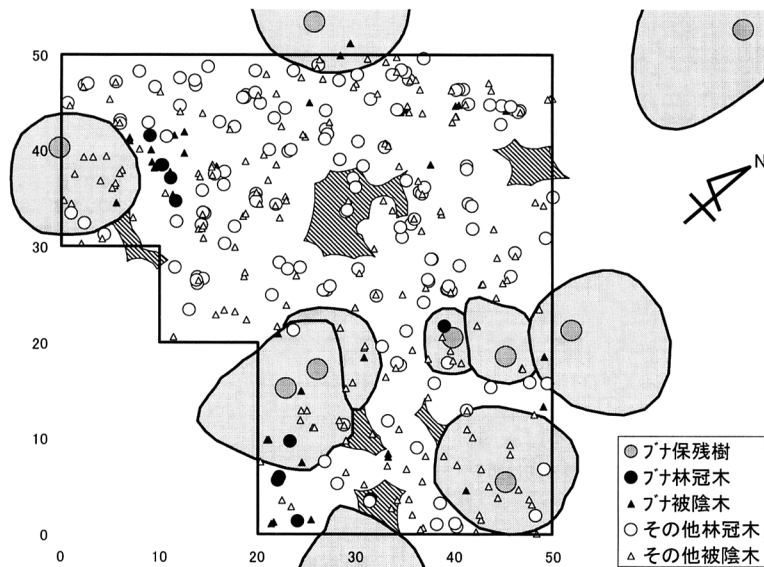


図-5. プロット B₀ の樹木位置図

陰影部, 保残木の樹冠; 斜線部, 林冠欠如部分; ナナ, DBH 3 cm 以上; その他樹種, 5 cm 以上; 傾斜方向は図の上→下。

替わって更新樹の林冠層を占めているのは、ホオノキ（胸高断面積に占める割合 40%）、ウワミズザクラ（18%）などであった。そしてナナ更新樹の分布は母樹の樹冠下およびその周辺部に集中し、保残樹樹冠から離れたところではナナ更新樹をまったく欠く部分もみられた。さらには、林冠そのものを欠き、ササが繁茂したりツルに覆われたりしている部分がプロット面積の 19.9% を占めた。その周辺部では雪害により幹が折れたり、屈曲した樹木が多くみられた。

3. 保残樹樹冠縁からの距離に対するナナ更新樹の分布

ナナ保残樹の樹冠縁からの距離クラス別のナナ更新樹の密度を図-8 に示す。プロット A では、0~5 m および 5~10 m にモードがあり、どのクラスでも同じ密度で出現す

る場合の理論値と比較すると、1% の水準で有意な差がみられた (χ^2 検定)。しかし、10 m 以上の距離にともなう密度低下はゆるやかであり、20~25 m でも 450 本/ha の高い値を維持した。一方プロット B₁ では、樹冠下で著しく高い値を示し、距離にともない急激に減少して、5 m 以上では 200 本/ha にすぎなかった。どのクラスでも同じ密度で出現する場合の理論値と比較すると、0.1% の水準で有意な差がみられた (χ^2 検定)。プロット B₀ では 0~5 m にモードがみられ、5 m 以上では 100 本/ha にすぎなかった。保残樹の樹冠縁から 5 m 以内に定着した更新樹の割合は、プロット A で 38.0% にすぎなかったのに対し、B₀ で 81.8%、B₁ で 93.8% にも達した (図-9)。三つのプロットにおける累積相対度数曲線は相互に有意に分布が異なる

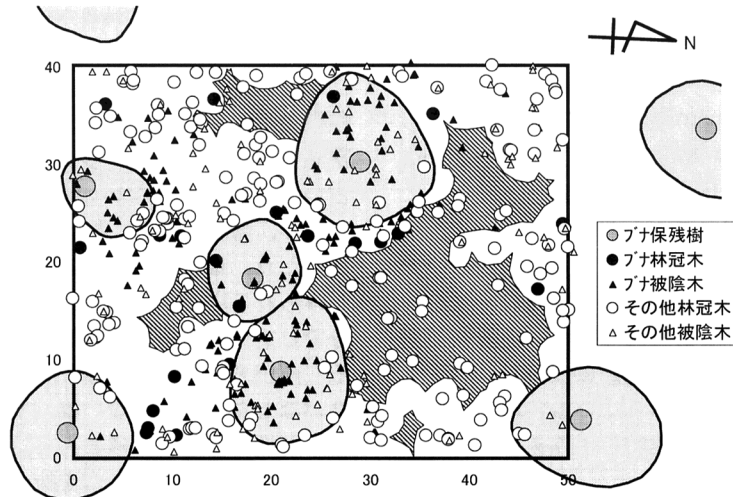


図-7. プロット B₁ の樹木位置図

陰影部, 保残木の樹冠; 斜線部, 林冠欠如部分; プナ, DBH 3 cm 以上; その他樹種, 5 cm 以上; 傾斜方向は図の上→下。

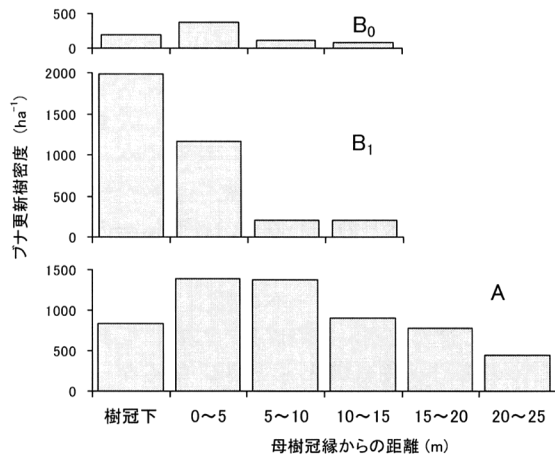


図-8. 各プロットにおける保残樹樹冠縁からの距離クラス別のブナ更新樹 (DBH 3 cm 以上) の密度

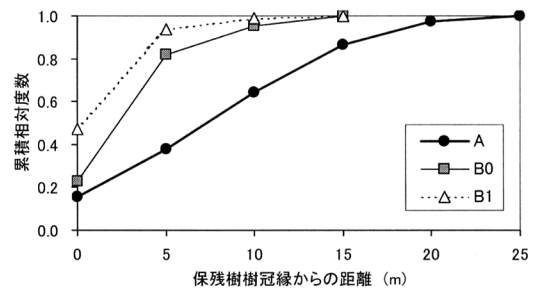


図-9. 各プロットにおける保残樹樹冠縁からの距離にともなうブナ更新樹 (DBH 3 cm 以上) の累積相対度数

り, B₁, B₀, A の順に近距離に集中していると判定された (Kolmogorov-Smirnov 検定, Bonferroni 法により有意水準を調整)。

V. 考 察

1. 更新完了判定基準の妥当性

ブナの更新が完了したか否かを判定する基準として, 高さ 0.3 m 以上の稚樹の本数によるものが提案され, 伐採後 10 年程度の段階で 5 万本/ha 以上 (前田, 1988), 1 万本/ha 以上 (柳谷・金, 1980) といった値が示されている。黒沢尻試験地でも, 伐採 11 年後の時点で 1 万本/ha 以上という基準により, 刈払い実施区では更新が完了したが省略区は完了の目的が立ちにくいと判断されていた (柳谷・金, 1980)。本研究の結果でも, 伐採後 20 年の時点で基準を満たすサイズ・密度の稚幼樹が成立していた (柳谷ら,

1969) プロット A が伐採後 54 年の時点でブナ純林状の再生林になっており (図-2, 3), 伐採後 11 年の時点で基準を満たしていなかったプロット B₀ が伐採後 33 年の時点でウワミズザクラ, ホオノキなどの優占する再生林となっていること (図-4, 5) が示された。しかしながらプロット B₁ では, 伐採後 11 年の時点にはその基準を満たしていたにもかかわらず, 伐採後 33 年の時点には林冠層に達したブナ更新樹がごくわずかしみられず (図-6, 7), ブナ天然更新施業として成功しているとはいいいにくい状態であった。このように, かつて更新完了判定基準を満たすとされていた林分が, その後必ずしもブナ再生林へと推移しているとは限らないことが示された。

プロット B₁ 付近における伐採 11 年後の調査結果によると, ブナ以外の高木種 (ミズナラ, イタヤカエデ, ホオノキ, トチノキ) の稚樹が 0.6 本/m² みられ, 平均高が 1.4 m で, ブナ稚樹の主体をなす 1974 年発芽集団の値 (0.7 m) より高く, 伐採前発芽のブナ稚樹の値 (1.58 m) に匹敵していた (柳谷・金, 1984)。ホオノキなど他の高木種やウワミズザクラなどの中高木種の稚樹は, その後旺盛に

成長してブナ稚樹を被陰し、林冠を占めるに至った。このような事実は、ブナ稚樹の平均高がまだ0.7 m程度のごく初期の段階で更新完了と判定したのは時期尚早であったことを示唆している。谷本(1990)は更新完了の基準として、「高さ130 cm以上で、最近の年伸張量が15~20 cm以上の稚樹が3,000本/ha以上の密度で林地をほぼ全面におおように均等に生育していること」と述べている。このように、低木類や他高木種との競合を見定めることのできる段階で、それに堪えうる成長の旺盛な稚樹の密度を基準として判断するのが望ましいと考えられる。更新完了判定を行う時期やサイズ・本数密度の閾値については、ブナ稚樹の成長・本数減少経過が調べられている各地の天然更新施業試験地における更新状況を比較したうえで検討する必要がある。

プロットB₁では、当面はブナ以外の樹種の優占する林相が持続すると考えられる。しかし、下層で生存しているブナ更新樹は今後消滅してしまうのか、それとも被陰に耐えて生き残りやがてはブナの優占する林分へと推移していくのか、現時点では明らかでない。最終的な施業法の評価を論議するためには、さらに長期的に継続調査を行う必要がある。

2. 更新状況のちがいをもたらした原因

ともに刈払いが実施され、ほぼ同様の取り扱いがなされたにもかかわらず、プロットAとB₁との間でブナの更新状況に大きなちがいが生じたのはなぜだろうか。その検証は、天然更新成績の不確実性を払拭し、施業技術として確立するために不可欠である。

刈払い等の更新補助作業が実施された場合でもブナの更新が思わしくなかった事例はいくつか報告されており(鈴木, 1986a, b; 鈴木・大住, 1990), その要因として施業とブナ結実とのタイミングが挙げられている。ブナ結実豊作年の出現頻度は5年程度に1回にすぎず(前田, 1988; Yasaka *et al.*, 2003; Suzuki *et al.*, 2005; 杉田, 2005), 豊作にあわせて伐採や地床処理を行うことがブナの更新を成功させるために必要であると指摘されている(鈴木・大住, 1990; Kamitani and Yoshida, 1991; 小山ら, 2000)。本研究の二つのプロットは、ともに結実後の実生発生に合わせて刈払いが実施されている。しかし、プロットB₁では伐採後に結実が訪れるまで4年待たなければならなかった。この期間に林床の低木類が伐採前の3倍の繁茂量に増加したことが報告されており(柳谷・金, 1985), 刈払われた後にもすぐに萌芽により回復したと考えられる。また、この間に他の高木種稚樹も旺盛に成長したのであろう。このように結実に恵まれなかったことにより、ブナ稚樹が他樹種に被陰された可能性がある。一方、見事なブナ更新林分が形成されたプロットAにおいても伐採後に結実が訪れたのは2年後であり、しかも並作程度の作柄であった(樫村, 1952)。プロットB₁よりもズレが少なかったものの、必ずしもタイミングが合っていたとはいえない。したがって、施業とブナ結実とのタイミングによって

両プロットの更新状況のちがいを明快に説明できるわけではない。

それ以外に検討すべき要因として、施業前におけるブナ稚樹の生育状況が挙げられる。ブナ林の林床ではササ類や落葉低木が繁茂していることが多く、林床型にかかわらず古いブナ稚樹が少ないのが一般的である(前田, 1988)。しかし、燃料、肥料、飼料用として林床植物が採取・利用されたり、抜き伐りが行われた林分では多くのブナ稚幼樹がみられる場合があり、とくに林内放牧が行われていた林分ではブナの更新がきわめて良好であることが知られている(前田ら, 1981; 谷本, 1990)。新潟県五味沢では、人為がほとんど加わらない稚幼樹の少ないブナ天然林を伐採した跡地ではブナがほとんど更新しなかったのに対し、戦時中に軍用材として良木を抜き伐りされ、さらに炭焼きのための抜き伐りが行われて多数のブナ前生稚幼樹がみられた林を皆伐した跡地ではブナの更新が非常に良かったことが報告されている(前田ら, 1985)。黒沢尻試験地における過去の森林利用の実態や伐採時のブナ稚樹の状況に関しては資料がないため不明であるが、試験地周辺に炭焼き窯の跡がみられ、また二次林化した森林がみられることから人為の影響が強く示唆され(正木ら, 未発表), 更新成績のちがいが施業対象とした林分のそのような属性に規定されている可能性は否定できない。

このようにブナ稚樹の生育状況に影響を及ぼしてきたと考えられる人と森林との関わりは、社会情勢の変化の中で大きく様変わりした。とくに1960年頃に起こった木質エネルギーから化石エネルギーへの転換(燃料革命)やそれと相前後して進んだ高度経済成長を境に、燃料、肥料、飼料のための森林利用はほとんどされなくなった(大住, 2005)。そのため低木類が繁茂し、伐採後に刈払いを行ってもそれらを抑制することができず、ブナの更新が困難になった可能性がある。各プロットにおいて伐採が行われたのは、Aが燃料革命の前(1948年)、B₁がその後(1969年)であり、その時代のちがいも両プロットの更新状況に影響を及ぼしているかもしれない。

以上のように、ブナ天然更新施業の成否を左右する要因として、施業方法(更新補助作業、結実とのタイミング)に加えて、施業前におけるブナ稚樹の生育状況も重要であると考えられ、それには人の森林利用履歴が関係している可能性がある。今後さらに各地の天然更新施業試験地における更新状況を比較し、それらの要因の影響を評価する必要がある。

3. ブナ更新樹の分布パターンからみた更新プロセス

プロットB₀とB₁では、保残樹の樹冠縁から5 m以遠のブナ更新樹密度がきわめて低かった(図-8)。伐採直後における保残樹の樹冠の広がりや現在のものと若干異なっていた可能性があるものの、ブナの更新が保残樹の樹冠下およびその周辺に限られていることは明らかである。前田・宮川(1971)は、更新樹の定着に有効な種子飛散範囲は母樹冠縁から5 m以内と述べている。プロットB₀, B₁

の結果は、伐採後の保残母樹からの種子散布によりブナ更新樹が定着したとする見解と矛盾しない。前田(1988)は、有効飛散距離5mを根拠として、径級50cm以上の樹冠のしっかりした形質優良な母樹を30本/ha程度単木的に適正な配置で保残すればよいとしている。弘田・紙谷(1993)は50本/ha程度必要であると述べている。これらの基準に比べれば、プロットB₀, B₁の13本/haという値はかなり低い。更新樹の分布が保残樹周辺に限られるような更新様式のもとでは、保残母樹密度の低さがプロットB₁においてブナ更新樹の欠如するところ(図-7)を生じさせた一因となったと考えられる。

一方プロットAでは、保残樹密度がプロットB₁よりもさらに低い(6本/ha)にもかかわらず、更新樹はプロット全域にみられ(図-3)、樹冠縁から離れても密度の低下が著しくなかった(図-8)。このように保残樹の樹冠縁から遠く離れた地点にも更新樹が多数みられたこと(図-9)は、プロットB₁において保残樹の樹冠下およびその周辺への顕著な集中がみられたのとは対照的である。そのような両プロットの分布パターンのちがいは、ブナの更新プロセスのちがいを反映している可能性がある。前田(1988)は、ブナ林の林床には十分に生育した前生稚樹が少ないため、それをあてにして天然更新施業を行うのは危険であると考え、伐採後の保残母樹からの種子散布に由来する後生稚樹によって更新することを前提に皆伐母樹保残法の設計を進めた。一方、片岡(1982)は先行地拵えを行って低木類を除去し、伐採前に定着した前生稚樹を蓄積したうえで上木を皆伐する「前更皆伐更新法」を提唱している。プロットAの保残樹樹冠から離れた地点における多数の更新樹の存在は、伐採後に保残樹から散布された種子由来の後生稚樹のみではなく、伐採前に発生していた前生稚樹も多く定着に成功した可能性を示唆している。伐採2年前の1946年には東北各地で広く豊作が報告されており(樫村, 1952)、プロットAでもこの年の種子起源の前生稚樹が伐採時に生存していた可能性がある。今後、遺伝子に基づいて親子関係を解析する手法により、更新樹が保残樹の子供に限られるのか、そうでないものも多く含まれているのかが明らかにされ、ブナの更新プロセスが解明されることが期待される。

森林総合研究所の鈴木和次郎博士には草稿に対しご批判をいただいた。元森林総合研究所東北支所の柳谷新一氏には試験地の当時の状況について貴重なご教示をいただいた。統計数理研究所の島谷健一郎博士には樹木位置図作成にご協力いただき、更新プロセスについて有益なご指摘をいただいた。岩手南部森林管理署の各位にはさまざまな便宜を図っていただいた。現地調査においては、太田敬之、櫃間 岳、八木貴信、橋本 徹、森澤 猛、星野大介、北村系子、長池卓男、高橋利彦の各氏にご尽力をいただいた。以上の方々に深く感謝する。

引用文献

- 弘田 潤・紙谷智彦(1993)天然下種更新施業後のブナ林における結実と堅果散布に与える母樹密度の影響. 日林誌 75:313-320.
- Kamitani, T. and Yoshida, T. (1991) The growth response of beech (*Fagus crenata* Blume) seedlings to the cutting of the overstory. J. Jpn. For. Soc. 73:154-157.
- 樫村大助(1952)ブナ種子結実の豊凶について. 青森林友 44:39-41.
- 樫村大助・斎藤久夫・貴田 忍(1953)ブナ林における傘伐作業試験(第II報)種子の落下. 日林誌 35:282-285.
- 樫村大助・諏訪玲明・斎藤久夫・貴田 忍(1954)ブナ林における傘伐作業試験(第III報)稚樹の発生について. 63回日林講:113-115.
- 片岡寛純(1982)ブナ林の保続. 135 pp, 農林出版, 東京.
- 片岡寛純(1991)望ましいブナ林の取り扱い方法.(ブナ林の自然環境と保全. 村井 宏・山谷孝一・片岡寛純・由井正敏編, 399 pp, ソフトサイエンス社, 東京). 351-394.
- 菊池捷治郎(1972)ブナノキ天然林の皆伐一天然生育に関する天然更新論的研究. 山形大学紀要(農学) 6:443-488.
- 菊池捷治郎(1985)きわめて密なブナ天然林の弱度林冠伐りすかしに関する天然更新論的研究(I)精密調査区における稚樹の発生一生存の経過. 山形大学紀要(農学) 9:367-392.
- 金豊太郎・都築和夫・柳谷新一(1967)ブナ林の傘伐作業における更新初期の成績について. 林業試験場東北支場年報 8:154-164.
- 小山浩正・八坂通泰・寺澤和彦・今 博計(2000)かき起こしのタイミングがブナ天然更新の成否に与える影響一豊凶予測手法の導入の有効性一. 日林誌 82:39-43.
- 前田禎三(1988)ブナの更新特性と天然更新技術に関する研究. 宇都宮大学農学部学術報告特輯 46:1-79.
- 前田禎三・宮川 清(1971)ブナの新しい天然更新技術.(新しい天然更新技術. 柳沢聡雄ら著, 330 pp, 創文, 東京). 179-253.
- 前田禎三・宮川 清・谷本丈夫(1985)新潟県五味沢におけるブナ林の植生と跡地更新一スギ造林地の成績とブナの天然更新の提案一. 林試研報 333:123-171.
- 前田禎三・谷本丈夫・宮川 清(1981)秋田県森吉山周辺のブナ林の植生と更新. *Hikobia Suppl.* 1:387-402.
- 正木 隆・杉田久志・金指達郎・長池卓男・太田敬之・櫃間 岳・酒井暁子・新井伸昌・市栄智明・上迫正人・神林友広・畑田彩・松井 淳・沢田信一・中静 透(2004)東北地方のブナ天然更新施業地の現状一二つの事例と生態プロセス一. 日林誌 85:259-264.
- 小川みふゆ・八木橋勉・田中信行・柴田鏡江・田中 浩・中静 透・斎藤昌宏・櫻井尚武・谷本丈夫・宮川 清・前田禎三(2005)苗場山ブナ天然更新試験地とそのデータベースの解説. 森林総研研報 4:65-85.
- 大住克博(2005)人と森林の関係の衰退一その後の北上山地一.(森の生態史一北上山地の景観とその成り立ち一. 大住克博・杉田久志・池田重人編, 211 pp, 古今書院, 東京). 190-200.
- 杉田久志(2001)ブナ天然更新施業に関する研究の展開と今後の課題. 雪と造林 12:55-62.
- 杉田久志(2005)岩手大学御明神演習林大滝沢試験地におけるブナの種子落下および実生発生・生残の11年間の年変動. 東北森林科学会誌 10:28-36.
- 鈴木和次郎(1986a)ブナ林における天然更新施業の検討 奥只見地域の事例調査から. 林試研報 337:157-174.
- 鈴木和次郎(1986b)上部ブナ帯における天然更新施業とその成績一奥鬼怒地域の事例調査から一. 97回日林論:309-311.
- 鈴木和次郎・大住克博(1990)花巻市毒ヶ森地区のブナ林の植生と更新. 森林立地 32(1):6-13.
- Suzuki, W., Osumi, K., and Masaki, T. (2005) Mast seeding and its spatial scale in *Fagus crenata* in northern Japan. *For. Ecol. Manage.* 205:105-116.
- 谷本丈夫(1990)広葉樹施業の生態学. 245 pp, 創文, 東京.
- 谷本丈夫(2000)天然更新施業の流れ一ブナを中心として. 林業技術 697:18-21.
- 柳谷新一・金豊太郎(1975)ブナ林の上木伐採方法とブナ種子の飛散

- の関係. 日林誌 57: 231-234.
- 柳谷新一・金豊太郎 (1980) ブナ皆伐母樹保残作業の更新初期の成績—落葉低木型植相ブナ林の例—. 日林東北支誌 32: 66-69.
- 柳谷新一・金豊太郎 (1981) ブナ皆伐母樹保残作業の更新初期の成績—ササ型植相ブナ林の例—. 日林東北支誌 33: 13-15.
- 柳谷新一・金豊太郎 (1984) ブナ皆伐母樹保残作業の更新初期の成績—落葉低木型とササ型植相ブナ林の比較—. 日林東北支誌 36: 124-127.
- 柳谷新一・金豊太郎 (1985) ブナの天然更新地における林床植生の繁茂とブナ稚樹の成長—落葉低木植相ブナ林について—. 96 回日林論: 355-358.
- 柳谷新一・金豊太郎 (1989) ブナの天然更新地における林床植生の刈払い回数とブナ稚樹の樹高成長—ササ植相ブナ林について—. 日林東北支誌 41: 128-130.
- 柳谷新一・金豊太郎・小西 明 (1969) 低木類を刈払いしたブナ保残木作業における更新初期の成績. 林業試験場東北支場年報 10: 124-135.
- 柳谷新一・金豊太郎・高木勇吉 (1990) ブナの天然更新地における林床植生の刈払い回数とブナ稚樹の樹高成長—落葉低木植相ブナ林について—. 日林東北支誌 42: 101-103.
- Yasaka, M., Terazawa, K., Koyama, H., and Kon, H. (2003) Masting behavior of *Fagus crenata* in northern Japan: spatial synchrony and pre-dispersal seed predation. For. Ecol. Manage. 184: 277-284.