

ブナ天然更新施業に関する研究の展開と今後の課題

森林総合研究所東北支所

杉田久志

I はじめに

戦後の拡大造林政策は、その対象地が自然環境の厳しい高海拔・豪雪地帯に及ぶにつれてかなりの面積の「不成績造林地」を生み出すに至った。しかし、見方を変えて、拡大造林は画一的な皆伐一斉造林方式の取り扱いがどこまで適用できるのかを検証する事業規模の「壮大な実験」(小野寺, 1988)であったとみなすならば、貴重な実験結果である造林地の成林成績を検証することによって新たな施業の基準を考えるために必要な情報を読み取ることができる(小野寺, 1990; 豪雪地帯林業技術開発協議会, 2000)。拡大造林よりもさらに高海拔・多雪な地帯で実施されたブナ天然更新施業についても同様のことが言え、施業地の更新実態を把握し、更新阻害機構を解明することは貴重な実験をムダにしないためにぜひとも必要である。

本稿では、ブナ林施業の変遷、ブナ天然更新技術研究の展開について振り返り、ブナ天然更新施業研究の今後の課題について展望してみたい。

II ブナ材の利用とブナ林施業の変遷

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る。しかしながらブナ材は腐れやすく、加工中に狂いが生じやすいため、薪炭材や身近な日用品を作る材料として使われる以外には、近年に至るまで有効に利用されることは少なかった(斎藤, 1981)。明治時代の後半になってブナは家具材として利用され始めた。昭和の初めには農商務省山林局が無尽蔵といわれた国有林のブナ材の利用開発を計画し、各地にブナの防腐、人工乾燥、製材などの国営諸施設が開設された。加工技術の開発によってブナ材は家具材、フローリング材、合板(ベニヤ)などとして本格的に利用され始め、さらに木材化学、木材処理工学の発達につれて枕木、パルプ材等としても利用されるようになった。1971年の統計によると、ブナ材の用途別供給比率はパルプ用18%、合板用8%、製材用74%(フローリング向け16%、枕木向け12%、家具向け20%、その他木製品向け26%)である(藤田, 1973)。

ブナ林の施業法は、明治末期に至るまで木地師による単木択伐や山村住民が薪炭材として利用するための小規模な皆伐が主体であった。明治32年に始まる特別経営時代には人工造林の気運が高まり、低標高のブナ林はスギ、ヒノキ林に転換された。択伐作業は大正時代になると採用されるようになり、択伐天然更新施業汎行時代とよばれる昭和初期には広く実行されたが、明確な施業体系が打ち出される前に戦時体制に入ってしまった。戦争中には航空機生産に用いるブナ合板の需要が増え、軍用材として良木の抜き伐りが実施された。

戦後になって昭和30年(1955年)頃から日本経済は高度成長期を迎え、木材需要は急激に増加し、材価は異例な高騰を示した。それに対応するため林野庁は昭和32年(1957年)に人工林の積極的拡大を骨子とする生産力増強計画を樹立した。ブナ林は樹種更改の対象とされ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。ブナの伐採量は昭和42年(1967年)にピークを迎

え、年間の素材生産量は250万立方メートルに達した(片岡, 1991)。

拡大造林のための大規模な伐採により、やがてブナ林の伐採可能地は奥地林へと遠のき、さしもの豊富な蓄積を誇っていたブナ材資源も底をつきはじめ、一転して貴重材扱いされるようになった。さらに、日本海側の多・豪雪地帯での拡大造林は雪害等により必ずしも予期したほどの成果が得られず、大面積の不成績造林地が形成されていった(小野寺, 1990; 豪雪地帯林業技術開発協議会, 2000)。また森林に対する国民の要請が多様化し、森林の公益的機能の維持、自然保護の観点からブナ林生態系保全を求める声が高まった。このような情勢のもとで昭和43年(1968年)頃から、針葉樹の造林を行うことが困難な豪雪、高海拔地帯の国有林ではブナ天然更新施業が導入されるようになったが、初期の頃は更新補助作業を行わずに皆伐跡地を放置する皆伐天然下種更新第2類と称されるものであった。昭和48年(1973年)に林野庁は「国有林野における新たな森林施業」を採択し、森林の公益的機能の高度発揮と木材の計画的持続的供給を確保することを打ち出した。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とし、森林の更新・保全あるいは自然景観の維持のために慎重な配慮が必要な森林については天然による更新力を活用した天然林施業を推進することとした。この頃から皆伐母樹保残作業によるブナ天然更新施業法が採用され、その技術を普及するためのモデルとして施業指標林が各地で設定され、やがて広く事業レベルで実行されていった。また法令による制限や立地条件のため皆伐作業ができない森林では択伐天然更新法(択伐率は材積で30%以内とされた)が実施された。

しかしながら、天然更新施業技術に関する研究によってササなどの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更新成功のカギであることが強調されていた(前田・宮川, 1971)にもかかわらず、事業レベルでは更新補助手段はおろそかにされた。また優良な母樹が残されていないなど、母樹の残し方に問題がある場合も多かった。更新完了の目安は、前田の原案では高さ30cm以上のブナ稚樹が5万本/ha以上あることとされたが、実行段階では2000~5000本/haへと値が減少し、しかもブナ以外の有用広葉樹を含めたものとされた。このような経済性・収穫優先を追求した国有林の施業体質はブナ林の更新を困難にし、施業方法が見直されることなく推進され、かなりの面積のボロ山を造る結果をもたらしたと指摘されている(谷本, 1991, 2000)。

森林の公益的機能に対する社会的要請はその後さらに高まり、白神山地の春秋林道開設を巡る問題を契機にブナ林の保護を求める声が強まった。1988年の「林業と自然保護に関する検討委員会」の答申を受けて、原生的天然林の保存を目的とした保護林制度の充実強化が打ち出され、いくつかの代表的なブナ林については森林生態系保護地域の設定がなされた。しかし、ブナ天然更新施業は森林のもつ公益的機能を損なうことなく木材生産が図れる施業法であるとされ、施業可能なブナ林面積が残りわずかとなるに至って下火になったとはいえ、現在でも続けられている。

III ブナ天然更新施業技術に関する研究の展開

1. 天然更新施業技術に関わるブナの更新特性に関する研究

ブナは結実の豊凶の変動が激しく、それが林分内でも広域的にもよく同調する樹種のひとつとして知られている。結実豊凶の変動について、並作年あるいは豊作年と凶作年とがほぼ隔年で出現するが、凶作年が2年続くなど周期に乱れを生ずることもあること、豊作年の出現間隔は5~7年であること(渡邊, 1938; 榎村, 1952; 菊池, 1968; 前田, 1988)、豊凶は全国レベルで同調する場合もあるが、

地域的に外れる場合もあること(鈴木, 1989; 正木ら, 1997)が報告されている。

受粉形態と堅果の品質の関係については、無受粉の場合には胚は発達しないが殻斗と果皮は発達してシイナとなる。自家受粉の場合には不和合性を示して充実堅果の比率が10%以下に低下する(寺澤, 1997)。孤立木やブナの優占度の低い林分ではシイナの比率が高い傾向があるが(橋詰・山本, 1974)、20本/ha以上の母樹密度があれば受粉上の問題による極端な堅果の品質の低下は起こらない(寺澤, 1997)。ブナヒメシクイなどの種子食昆虫による捕食(五十嵐, 1992)は健全種子落下量の変動に関わる要因として重要である。落下堅果数の少ない年の翌年に落下堅果の多い年を迎えた場合には、虫害堅果の比率が低く健全堅果が多く生産される傾向がある(寺澤ら, 1995; 鎌田, 1996)。

重力落下による種子散布距離は小さく、更新に必要な量(健全種子が10粒/m²以上)の種子が飛散する有効飛散範囲は、並作年では樹冠の縁から5mまで、豊作年では10~15mである(前田, 1988)。落下後の堅果はアカネズミやヒメネズミによって捕食されるが、一部はその貯食行動によって散布される(箕口・丸山, 1984; 箕口, 1996)。

ブナ天然林では林冠の欠如部(ギャップ)における部分的な破壊と修復が繰り返され、発達段階の異なるパッチがモザイク状に配列された空間構造をもつ(Nakashizuka & Numata, 1982b; Yamamoto, 1989)。ブナの伐根からの萌芽能力のピークは樹齢25年程度であり(紙谷, 1986)、50年を越えると急激に低下する(樫村ら, 1952)ため、ブナの更新は無性繁殖ではなく種子由来の実生に依存する。かつて林内放牧が行われ、林床に低木やササを欠くブナ林では林内でも稚樹が多く、上木疎開によって良好な更新林分が形成された事例がみられる(金ら, 1968; 前田ら, 1981; Nakashizuka & Numata, 1982b)。しかし通常のブナ林の林床ではササや低木が繁茂するため、ブナ稚樹は結実の翌年には大量に発生するが数年以内にほぼ消滅し(Nakashizuka, 1988; Sahashi et al, 1994)、このような発生・消失を繰り返すため、閉鎖した林内には古い稚樹がほとんど蓄積されない(前田, 1988; Nakashizuka & Numata, 1982a)。そのような稚樹の少ない天然林を皆伐によって更新を成功させることは無理である(前田, 1988)。更新が成功しているところは、かつて薪炭材の利用や戦時中の軍用材の抜き伐りなどが行われ、あわせて何らかの形で地床処理が実行された林分を伐採した場合が多い(前田ら, 1985)。

2. 天然更新施業試験

ブナ天然林施業技術の開発研究はブナ材の利用開発に呼応するように昭和初期に開始された。1935年頃には福島県会津地方坂下事業区で皆伐作業(菊池, 1972)、択伐作業(菊池, 1985)など、1948年に岩手県黒沢尻ブナ総合試験地で傘伐作業(樫村ら, 1954; 金ら, 1967)、皆伐母樹保残作業(柳谷ら, 1969)などの各種の先駆的な施業試験が実施された。

拡大造林が推進された時代には天然林施業に関する研究は停滞したが、1960年代後半に入って不成績造林地が生じ、伐採跡地をどうするかがさし迫った問題になってくると、ブナ天然更新施業法に関する研究が注目され、施業試験が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)、前田(1988)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の上に立ち、母樹の保残とササなどの林床植生の除去を組み合わせた皆伐母樹保残法を提唱した。この方法は、新潟県苗場山試験地(前田, 1988; 酒井ら, 1994)、岩手県黒沢尻ブナ総合試験地(柳谷・金, 1984, 柳谷ら, 1990)、秋田県生保内ブナ施業指標林(柳谷・金, 1984, 1989)など多くの試験地で実証試験が行われ、

適正な母樹の保残と結実にあわせた地床処理により高さ30cmのブナ稚樹をhaあたり1～5万本以上の密度で成立させることが可能であることが示された。保残母樹密度については、胸高直径50cm程度のもので32本/ha(前田, 1988)、あるいは樹冠面積の大きなものが50本/ha(弘田・紙谷, 1993)という値が提示されている。地床処理の方法については、基本的には林床植生の地上部の刈払いだけで十分である(前田, 1988)が、地下部も除去するかき起こしの方が林床植生の回復が遅く効果を上げている事例もある(Kudoh, 1994)。刈払いの効果はササ型で3～5年(柳谷・金, 1989)、落葉低木型で2年程度(柳谷ら, 1990)しか続かない。刈払いが連年的に行われた場合には回数が多いほどブナ稚樹の樹高成長が旺盛であったが、前回の刈払いから落葉低木型で3年以上(柳谷ら, 1990)、ササ型で5年以上(柳谷・金, 1989)あいている場合には2回目の刈払いは効果がなかったことが報告されている。酒井ら(1994)は、ブナ更新樹に及ぼす母樹除去の影響を検討している。

皆伐母樹保残作業以外の方法では、片岡(1982, 1991)が先行地ごしらえによる前更皆伐更新法を提唱している。これは伐採前に地床処理を行い、稚樹バンクが形成された後に皆伐を行う方法であるが、実行例は少ないようである。また択伐作業に関する施業試験としては、菊池(1985)、金ら(1984)の報告がある。

3. 事業レベルで実施された施業地における更新成績

施業試験の結果では、ササなどの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ている(前田, 1988; 柳谷・金, 1984)。国有林の施業基準でも、そのような林分には刈払いなどの地床処理を行う天然下種第1類を適用し、伐採前にすでに更新の見込みのある前生稚樹が多数(高さ30cm以上の稚樹が1万本/ha以上)存在する林分についてのみ地床処理を行わない天然下種第2類を適用することとされていた。それにもかかわらず実際に事業レベルで実施された施業はほとんどが天然下種第2類であった。鈴木(1986a,b)は奥只見や奥鬼怒における施業地の更新成績を調査し、天然下種第2類による施業林分では更新が期待できる稚樹はわずかしこ認められなかったことを報告している。鈴木・大住(1990)は花巻市の高齢級ブナ一斉二次林において、天然下種第1類による施業林分でも更新稚樹が少ない事例を報告し、保残した母樹の径級が細く樹幹の発達も悪くて母樹としての役割を果たせなかったこと、施業の実施と結実とのタイミングがあっていなかったことを原因として指摘している。弘田・紙谷(1993)は母樹密度の低い施業地では十分な量の堅果が落下していない事例を報告している。Sugita et al(1998)は岩手県雫石町の択伐天然下種更新(天然下種第2類)による施業地の約10年後の更新状況を調査し、樹種を問わなければ多くの更新樹がササの層を抜けているが、コシアブラ、ハウチワカエデ、ナナカマドなどの中高木樹種が多く、高木樹種でもダケカンバ、ホオノキなどの先駆的な樹種が多くを占めていることを報告している。天然更新施業による更新不成績は森林構成種の多様性の低下を危惧させるが、Nagaike et al(1999)は種多様性には大きな変化が起きていないことを報告している。

IV 今後の研究課題

1. 施業試験地の長期継続モニタリング —施業法の有効性の評価—

前田らの提唱した皆伐母樹保残法は、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可能であるとされている。更新完了の目安は高さ30cm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, 1984)とされてきた。しかし、伐採後わずか10年程度の初期段階で施業法の有効性の評価を下すのは危険であり、更新完了と判定されている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くのかを追跡して確かめたいうえで最終的な判定を行うべきである。ブナ稚樹がその後ササや低木に被陰されてしまったり、中高木樹種や他の高木樹種との競合に敗れてしまう可能性もあり、あるいは一度は雌伏したブナが被陰条件に耐えて最終的には勝ち残る可能性もあるかもしれない。多くの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)を除けば、ほとんど例がない。苗場山試験地や黒沢尻試験地など昭和40年代に設定された施業試験地が伐採後30年を過ぎて成林しつつある今、一定の評価を下すことが可能になってきていると考えられる。

2. 結実周期と施業のタイミング

更新補助作業を施した場合でもブナの更新成績が思わしくない事例が報告されており、ブナ天然更新施業技術は未だ不確実性を払拭できていない状況にある。その要因として重要と考えられているのは施業と結実量変動とのタイミングであり、豊作にあわせて地床処理を行う必要性が指摘されている(鈴木, 1986a,b; 鈴木・大住, 1990)。地上部刈払いの効果の持続年数がササ型で3~5年、落葉低木型で2年程度しかないこと(柳谷・金, 1991)と、ブナの結実の豊作年の出現頻度が6年程度に1回であることを考慮すると、地床処理が年次的に無作為に行われた場合には林床植生が回復する前に豊作年が訪れる確率はせいぜい1/4から1/2しかないことになる(寺澤, 1997)。小山ら(2000)は、冬芽の観察によって予測された豊作にあわせてかき起こしを実施し、良い更新成績が得られた事例を報告している。Kamitani & Yoshida(1991)は、豊作年の当年あるいはその2年後の秋に伐採が行われた場合には実生が伐採の翌年から好成長を示すのに対し、豊作年の3年後の秋に伐採が行われた場合には伐採翌年にも実生の成長は好転せず林内の実生と同等の低いレベルであったことを報告している。したがって、ブナ天然更新施業技術の確実性を高めるためには、結実周期とのタイミングに着目した施業体系のあり方の検討がカギになるものと考えられる。

3. 事業レベル施業地の現状、動態予測

事業レベルで実施されたブナ天然更新施業地では、施業試験研究の成果が生かされなかったケースが多く、更新成績が思わしくない事例の報告がみられる(鈴木, 1986a,b; 鈴木・大住, 1990; Sugita et al, 1998)。そのような施業地では森林の劣化が進行し、極端な場合には樹木の更新が阻害されササ原の状態が続いて、環境保全上憂慮される事態も危惧される。しかしその現状調査はまだ事例が少なく、その実態の全容は明らかにされていない。更新の成功している場所、そうでない場所における更新林分の樹種構成、構造を明らかにしてそれぞれの原因を究明し、森林動態をモニタリングして将来的にどのような森林になるのかを予測し、その取り扱い方について検討することが必要である。

引用文献

- 1) 藤田宗美(1973): ブナ林業の現況とこれから. 山林1071:33-38.
- 2) 豪雪地帯林業技術開発協議会(2000): 雪国の森林づくり スギ造林の現状と広葉樹の活用.

189pp. 日本林業調査会, 東京.

- 3) 橋詰隼人・山本進一(1974): 中国地方におけるブナの結実(Ⅱ) 種子の稔性と形質について. 日本林学会誌 56:393-398.
- 4) 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. 日本林学会誌 75:313-320.
- 5) 五十嵐 豊(1992): ブナ種子の害虫ブナヒメシンクイの生態と加害. 森林防疫 41:8-13.
- 6) 鎌田直人(1996): 昆虫の個体群動態とブナの相互作用 —ブナアオシャチホコと誘導防御反応・ブナヒメシンクイと捕食者飽食仮説—. 日本生態学会 46:191-198.
- 7) 紙谷智彦(1986): 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.
- 8) Kamitani, T. & Yoshida, T. (1991): The growth response of beech (*Fagus crenata* BLUME) seedlings to the cutting of the overstory. *Journal of Japanese Forestry Society* 73:154-157.
- 9) 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.
- 10) 樫村大助・斎藤久夫・貴田 忍(1952): ブナ萌芽林に関する研究(Ⅰ) 伐採後の萌芽状況(1). 61回日本林学会大会講演集, 117-119.
- 11) 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回日本林学会大会講演集, 113-115.
- 12) 片岡寛純(1982): ブナ林の保続. 135pp. 農林出版, 東京.
- 13) 片岡寛純(1991): 望ましいブナ林の取り扱い方法. 村井 宏・山谷孝一・片岡寛純・由井正敏編「ブナ林の自然環境と保全」, 351-394, ソフトサイエンス社, 東京.
- 14) 菊池捷治郎(1968): ブナ林の結実に関する天然更新論的研究. 山形大学紀要(農学) 5:451-536.
- 15) 菊池捷治郎(1972): ブナノキ天然林の皆伐—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.
- 16) 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—生存の経過. 山形大学紀要(農学) 9:367-392.
- 17) 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. 林業試験場東北支所年報 8:154-164.
- 18) 金豊太郎・柳谷新一・小西 明(1984): ブナ林の林冠疎開度とブナ稚幼樹の成長. 日本林学会東北支部会誌 36:35-37.
- 19) 金豊太郎・柳谷新一・小坂淳一(1968): ブナ稚樹の発生と成長におよぼす上木の影響について. 林業試験場東北支所年報 9:130-141.
- 20) 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—豊凶予測手法の導入の有効性—. 日本林学会誌 82:39-43.
- 21) Kudoh, H. (1994): Regeneration of beech at its northern limit by surface treatment of Chishimazasa-covered areas. *Journal of Japanese Forestry Society* 76:84-88.
- 22) 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.

- 23) 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」, 179-253, 創文, 東京.
- 24) 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 スギ造林地の成績とブナの天然更新の提案. 林業試験場研究報告 333:123-171.
- 25) 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.
- 26) 正木 隆・大住克博・鈴木和次郎(1997)：東北地方におけるブナの結実の豊凶. 森林総合研究所平成8年度成果選集, 30-31.
- 27) 箕口秀夫(1996)：野ネズミからみたブナ林の動態－ブナの更新特性と野ネズミの相互作用－. 日本生態学会誌 46:185-189.
- 28) 箕口秀夫・丸山幸平(1984)：ブナ林の生態学的研究(36) 豊作年の堅果の発達とその動態. 日本林学会誌 66:320-327.
- 29) Nagaike,T., Kamitani,T. & Nakashizuka,T.(1999)：The effect of shelterwood logging on the diversity of plant species in a beech (*Fagus crenata*) forest in Japan. *Forest Ecology and Management* 118:161-171.
- 30) Nakashizuka,T.(1988)：Regeneration of beech (*Fagus crenata*) after the simultaneous death of undergrowing dwarf bamboo (*Sasa kurilensis*). *Ecological Research* 3:21-35.
- 31) Nakashizuka,T. & Numata,M.(1982a)：Regeneration process of climax beech forests I. Structure of a beech forest with the undergrowth of *Sasa*. *Japanese Journal of Ecology* 32:57-67.
- 32) Nakashizuka,T. & Numata,M. (1982b)：Regeneration process of climax beech forests II. Structure of a forest under the influences of grazing. *Japanese Journal of Ecology* 32:473-482.
- 33) 小野寺弘道(1988)：豪雪地帯の育林技術を考える. 現代林業 259:50-55.
- 34) 小野寺弘道(1990)：雪と森林. 81pp. 林業科学技術振興所, 東京.
- 35) Sahashi,N., Kubono,T. & Shoji,T.(1994)：Temporal occurrence of dead seedlings of Japanese beech and associated fungi. *Journal of Japanese Forestry Society* 76:338-345.
- 36) 斎藤 功(1981)：日本におけるブナ材利用の変遷. 地理 26(4):47-59.
- 37) 酒井 敦・桜井尚武・飯田滋生・斉藤昌宏・中静 透・柴田銃江(1994)：苗場山におけるブナの天然更新の状況－母樹除去区と母樹保残区との比較－. 日本林学会大会発表論文集105:377-378.
- 38) Sugita,H., Takahashi,K. & Otani,T.(1998)：Regeneration of a high-altitude *Fagus crenata* forest with dense undergrowth of dwarf bamboo after selection cutting in much snowy region in northern Japan. *Proceedings of IUFRO Inter-Divisional Seoul Conference, October 12-17, Korea*, 599-604, Seoul.
- 39) 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. 林業試験場研究報告 337:157-174.
- 40) 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－奥鬼怒地域の事例調査から－. 97回日本林学会大会発表論文集, 309-311.

- 41) 鈴木和次郎(1989)：ブナの結実周期と種子生産の地域変異(予報). 森林立地 31:7-13.
- 42) 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.
- 43) 谷本丈夫(1991)：ブナ林施業の変遷とその将来性. 林業経済 518:24-30.
- 44) 谷本丈夫(2000)：天然更新施業の流れ－ブナを中心として. 林業技術 697:18-21.
- 45) 寺澤和彦(1997)：ブナの種子生産特性とその天然林施業への応用に関する研究. 北海道林業試験場研究報告 34:1-58.
- 46) 寺澤和彦・柳井清治・八坂通泰(1995)：ブナの種子生産特性(I) 北海道南西部の天然林における1990年から1993年の堅果の落下量と品質. 日本林学会誌 77:137-144.
- 47) 渡邊福壽(1938)：ぶな林の研究. 447pp. 興林会, 東京.
- 48) Yamamoto,S.(1989)：Gap dynamics in climax *Fagus crenata* forests. *Botanical Magazine Tokyo* 102:93-114.
- 49) 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－. 日本林学会東北支部会誌 36:124-127.
- 50) 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－. 日本林学会東北支部会誌 41:128-130.
- 51) 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. 林業試験場東北支所年報 10:124-135.
- 52) 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－. 日本林学会東北支部会誌 42:101-103.