

研究資料 (Research material)

スギ人工林の間伐にともなう林床植生の変化と 水土保持機能に関する研究の必要性

大原 偉樹^{1)*}

The necessity for the research on the relationship between transition of forest floor vegetation accompanying thinning and function of soil and water conservation in artificial sugi(*Cryptomeria japonica*) forest.

OOHARA Hideki^{1)*}

Abstract

Presently, on the one hand the interest in public benefit such as soil and water conservation brought by forest is swelling, on the other the unsoundness of forest poses a social problem with rapid increase of the belated thinning forest. However, generally it is fact that the importance of a sound forest is not fully understood, also the consensus for promoting thinning is not obtained. In order to cope with this problem, it was necessary to verify the function of soil and water conservation being caused by thinning. Hereupon, I explained that the social background of the belated thinning forest being increase rapidly, and I tried to attach contemporary meaning to thinning management from the view of vegetation control. And I inspected the advancing situation of research and future directivity on this field, while I estimated the quantity of the report. As a result, although sugi (*Cryptomeria japonica*) artificial forest covers the Japanese land most widely, there are too few reports of this field. For that reason, it is conjectured that the research about the relation between soil and water conservation and thinning of sugi forest, floor vegetation will be needed most.

Key words : thinning, soil and water conservation, vegetation, sugi (*Cryptomeria japonica*), artificial forest, belated thinning

要旨

現在、森林の持つ水土保持機能など公益性への関心が高まっている一方で、間伐手遅れ林の急増とともに、森林の健全性が社会的な問題となっている。しかし、一般に健全な森林の重要性が十分に理解されず、間伐を推進するためのコンセンサスが得られていないのも事実である。ここでは、間伐手遅れ林が急増している背景と植生コントロールの面から間伐施業の今日的な意義付けを試み、この問題に対処するためには、間伐の水土保持機能におよぼす影響を検証する必要があることを提示した。そして、この分野の報告事例の数量を検索し、研究の進捗状況と今後の方向性を探ってみた。その結果、スギ人工林に関して、日本の国土を最も広く覆っているにもかかわらず、あまりに事例が少なく、今後、最も必要とされる研究分野の一つであることが推察された。

キーワード：間伐、水土保持、植生、スギ、人工林、間伐手遅れ

はじめに

近年、森林に対する社会的要望は、木材生産から公益的機能の発揮へと大きくシフトし、治山治水と呼ばれる災害防止のみならず、水源涵養や大気浄化、保健休養などへの期待が上位を占めるようになってきている(林野庁, 2005)。しかし、日本の森林は率こそ 64% と北欧や南米の熱帯雨林並みに高いものの、戦後の拡大造林により人工林が 4 割を超え、国民が期待する豊かな自然が必

ずしも維持されているとは言えない。さらに、林業を取り巻く市場経済は、国際的なグローバリズムに否応なく晒されているため、産業としての採算性が望めない。このため、木材生産を目的とした人工林ですら維持管理が出来ない状況に陥り、森林の危機的問題としてクローズアップされつつある。

その問題の一つが間伐手遅れ林の増加である。このことは以前から認識されていた(林野庁, 1998) が、総務

原稿受付：平成 18 年 12 月 10 日 Received Dec. 10, 2006 原稿受理：平成 19 年 1 月 25 日 Accepted Jan. 25, 2007

* 森林総合研究所東北支所 〒 020-0123 岩手県盛岡市下厨川字鍋屋敷 92-25 Tohoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute 92-25 Nabeyashiki, Shimo-Kuriyagawa Morioka, Iwate 020-0123 Japan ; e-mail: ooharah@ffpri.affrc.go.jp

1) 森林総合研究所東北支所 Tohoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute(FFPRI)

省（2003）に勧告されるに至り、マスコミなどで大きく取り上げられるようになった（岐阜新聞,2006; 読売新聞,2006）。ここでは、間伐手遅れ林が増加する背景および間伐と主な公益的機能である水土保持機能との関連をレビューする。

間伐手遅れ林が増加する背景

間伐は、民有林に限れば、間伐対象林齢の総面積の約5割しか実施されていないと試算されている（林野庁,1998）。さらに平成15年の資料（林野庁,2005）を用いて単純な試算をすると、間伐実施面積31万haは、間伐対象林齢Ⅴ～Ⅸ齢級の総面積682万haを間伐間隔年10年（青森営林局,1996）で除した値の半分以下となる。このように間伐手遅れ林は、間伐対象となる人工林面積の半分以上を占めると見込まれる（小倉,2005）。

ではなぜ、間伐が行われないのだろうか。その社会的背景を5点ほど挙げてみる。一つは、木材価格の低迷で山林経営に魅力がなくなり、施業や管理をしようとは思わないという点である。1981年と2001年を比較すると素材生産費が横這いであるのに対し、素材価格が半分に低下しており、立木価格はもっと低下している（林野庁,2005; 田中,2002）。これでは経営意欲が湧かないのも当然であろう。二つ目は、間伐は伐採搬出が主伐以上にコストがかかるため（神奈川県環境農政部森林課,2006）、間伐する意欲が低下することである。間伐材は主伐材以上に価格が低迷し（徳島県林業振興課

,2006）、本来、主伐材より需要も少ない（経済企画庁,1972）。現在、各種補助（鹿児島県,2006; 三重県環境森林部,2006, 林野庁,2006; 島根県農林水産部森林整備課,2006）によって、ようやく、年間30万haの間伐が実行されている状況である（林野庁,2005）。三つ目は、間伐作業ができる林業就業者が減少し、高齢化しているため、間伐しようにも人手が足りないという点である。1970年と2000年を比較すると、間伐対象林齢に達する人工林が増加したにもかかわらず、林業就業者は1/3に減少している（林野庁,2005）。また、年齢別にみると、全体の就業者のうち29歳以下が22%であり、65歳以上が8%であるのに対し、林業就業者はそれぞれ7%、28%であり、かなり高齢化が進んだ業種となっている（植村,1994; 林野庁,2005）。四つ目は、山村人口の減少と高齢化（北川,1995; 植村,1994）で、間伐の依頼人がいないという点である。山村集落の人口減少率は人工林率が高いほど高くなるという指摘もあり（大野,1992）、放置林がますます増加することになる。五つ目は、山林所有者が別の土地で生活している不在村者所有林の増加である（農林水産省統計情報部,2002; 高知県,2005; 柳幸,2005）。また、離村者が多くなれば、複雑な山林の境界を知る人もいなくなる。もっと言えば集落さえなくなってきている点である（阿部・佐藤,2003; 中国新聞2002; 金木,2003; 国土交通省,2006; 農林省農村振興局,2001; 農村開発企画委員会,2006; 大野,1993; 坂本,2003; 内田,2006; 吉良,1999）。吉野のような特殊な林

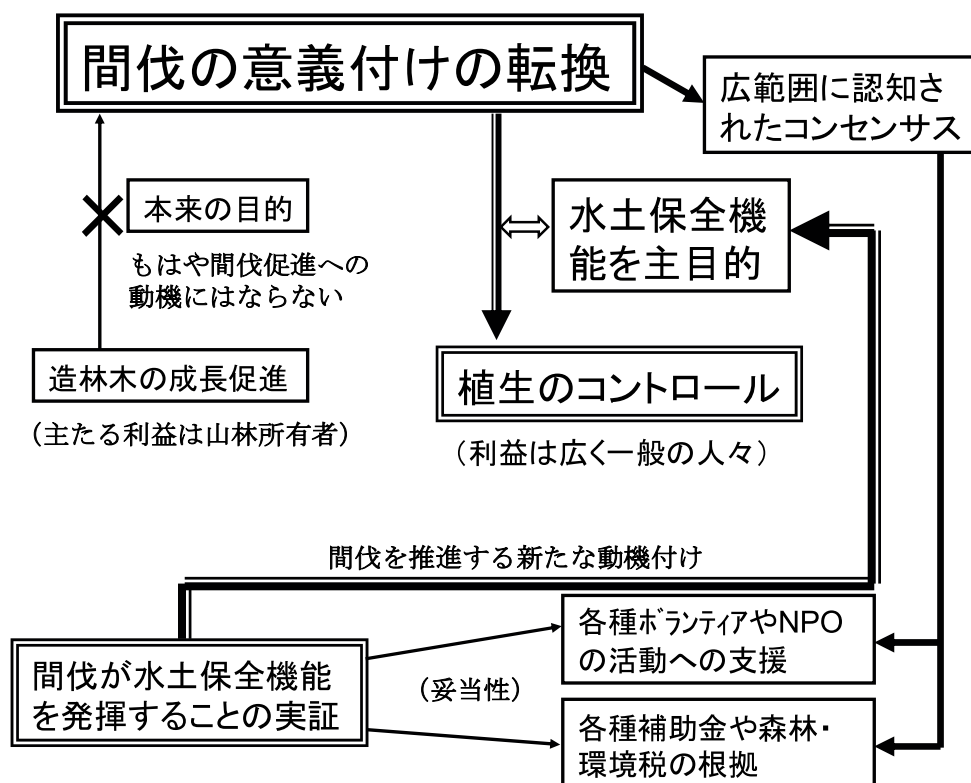


Fig. 1. 間伐を推進するための一つの考え方
A point of view for the promotion of thinning

業地を除けば、地元にはない所有者は山林を管理しようとし、出来ない。不在村者所有林は在村者所有林に比べ間伐実施率が有意に低いという結果に現れてくる(志賀,2001)。さらに消失した集落が多くなれば、放置林も原野扱いされかねず、管理とは程遠い山林となる。以上のような背景から、現状のままではますます間伐手遅れ林が増加することになるだろう。

元来、間伐は植栽木の成長を促し、価値の高い良質材を生産するための作業である。さらに加えて、形状比を低下させ、樹冠の均等性を増して風雪害などの気象害を受け難くし、被圧木や枯損木の除去により病虫害の発生を抑制する効果がある。こうした利点は山林所有者にとって都合が良いが、先に述べたように林業を取り巻く状況から、間伐を推進する動機にはなり得ない。もはや、一人山林所有者や林業関係者だけに間伐を押し付けても展望は開けない。むしろ、間伐手遅れ林を放置すると、流域住民、さらに広げて一般の人々にとっても不利益に繋がり、応分の負担も必要であることを理解して貰うことのほうが間伐を推進する上での動機付けとなり得る(Fig. 1)。

では、間伐手遅れ林を放置するとどのような弊害が発生するのだろうか。間伐手遅れ林のような過密林分では、樹冠の抑制とともに根系の発達が阻害される。ひいては土壌緊縛力の低下により山地崩壊を招き(荒木・阿部,2005)、また、貧弱な林床植生は土壌流亡を加速し、水質汚濁を招く恐れがある(武田,2002)。もし、これらの弊害を森林以外で除こうとすれば、大掛かりな装置や施設が必要となるであろうし、投じられる資金も決して少なくないであろう。それが単に健全な森林を造成することで、これらの弊害を除去もしくは軽減されるならば、間伐促進に必要な負担も納得できるに違いない。つまり、間伐効果が森林の水土保持機能などの公益性の発揮に結びつけば、一般の人々の利益にも繋がるという理解が得られる。そのことが森林・環境税や補助金事業へのコンセンサスになり、各種ボランティアやNPOの活動への援助に繋がっていくことになるだろう。ただし、その前提には間伐が水土保持機能に密接に関連することを実証する必要がある(Fig. 1)。

間伐がもたらす植生変化と水土保持機能

森林が治山治水の要であることは、昔から知られ、森林の荒廃が明治期、第二次世界大戦直後に大水害の多発を招いた事実からも窺い知ることが出来る(岩波書店編集部,1954;建設省河川局,1992;藤村・武藤,1973;手束,1987;高橋,1964;高橋,1971;高橋,1991)。また、それが世界中のごく普通の人々にも認知された定説であることは、1991年フィリピンのレイテ島で6000人の犠牲者を出した洪水の原因が過度に行われた違法伐採であると各メディアが報じていたことから説明できる(Goldoftas,2006;Göltenboth,Hutter,2002;O'Neil,Conde,200

6;Wurfel,2004)。実際、翌年に氾濫したアニラオ川の源頭部に行ってみると、崩壊面積は大災害の割に小さいが、その周辺には森林がなく、ただ丈の低い草地在広がっていた。このように森林が水土保持機能の一つである災害防止機能や洪水調節機能を持っていることに異論を挟む人はほとんどいないであろう。それを実証した報告も数え切れないほど多い。例えば、洪水流量については中野(1973)、山地崩壊では難波(1959)、土壌浸食では川口・滝口(1957)、浸透能では村井・岩崎(1975)や佐藤ほか(1956)、根の土壌緊縛力では北村・難波(1981)など多数の事例がある。しかし、志水(1998)が指摘するように、これまでのような森林と草地、裸地との対比や皆伐前後を比較した事例だけに準拠しても、林種転換を伴わずに林分構造だけが変化する間伐の場合、その影響を水土保持機能におよぼす効果として、まだ、十分に評価することができない。そのため、間伐もしくは間伐手遅れ林の視点から水土保持機能とそれに関わる要因との関連性を検証しなければならない。

2001年の時点で人工林の樹種構成は、スギ44%、ヒノキ25%、カラマツ10%で残りがその他の樹種となっており(林野庁,2005)、北海道を除けば、人工林の半分の面積をスギ林が占めている。また、日本の原風景とも言える水田の面積がヒノキ林とほぼ同じ256万ha(農林水産省,2005)であることから、国土の12%以上も覆っているスギ林は農地、林地あるいは針葉樹、広葉樹を問わず、日本で最も広大な地表被覆物である。

多くの場合、森林はドミナントな林冠層だけで代表されているが、森林の持つ水土保持機能は、中層、低木草本層も含めた多重な植生層からもたらされた総合的な所作の結果であり、むしろ、林床植生が主要な因子となっている場合も少なくない(Miura *et al.*,2003;鈴木ら,1989)。こうしたことから、間伐、水土保持のほかにスギ、植生を含めた4項目について調査事例を検証する。そこで、森林総合研究所の文献データベース(1978~2005年)が検索可能、以下FOLISとする)から各項目に関わる文献を検索し、今後の研究の必要性和方向を探る。

1) 間伐、水土保持、植生、スギに関わる文献数

FOLISに記載されているキーワードから各項目を検索する(2006年9月現在)と、間伐に関しては4,294、水土保持では8,255、植生では2,694、スギでは12,267の文献がヒットする(Table 1)。ただし、水土保持の文献数は、崩壊、流出、土砂、水源、防災、水質、侵食、洪水、流量、水土、保水、流亡、国土保全、林地保全、表層土壌の15のキーワードの合計である。また、FOLISは並列の絞込みが出来ないので重複する文献もある。次に項目ごとに関連した文献を検索すると、間伐と水土保持では154、間伐と植生では80、間伐とスギでは500、水土保持と植生では282、水土保持とスギでは86、植生とスギでは64の文献がヒットする。さらに絞り込むと、間伐と水土保持・植生では21、間伐と水

Table 1. 間伐と水土保持・植生・スギに関連する文献数 (FOLIS より)
Number of literature in relation to thinning, soil and water conservation, vegetation and sugi (*Cryptomeria japonica*)

検索項目 (キーワード)	文献数
間伐	4,294
水土保持	8,255
植生	2,694
スギ	12,267
間伐・水土保持	154
間伐・植生	80
間伐・スギ	500
水土保持・植生	282
水土保持・スギ	86
植生・スギ	64
間伐・水土保持・植生	21
間伐・水土保持・スギ	13
水土保持・植生・スギ	14
間伐・水土保持・植生・スギ	8

FOLIS : Japanese Forestry Literature Information System

(森林総合研究所 林業・林産関係国内文献データベース)

検索期間: 1978 ~ 2005 (2006 年 9 月現在)

検索条件: FOLIS に付与されたキーワード

水土保持の検索キーワード: 崩壊, 流出, 土砂, 水源, 防災, 水質, 侵食, 洪水, 流量, 水土, 保水, 流亡, 国土保全, 林地保全, 表層土壌

Table 2. 間伐と水土保持・植生・スギに関連する英文の文献数 (CAB Abstracts より)
Number of english literature in relation to thinning, soil and water conservation, vegetation and sugi (*Cryptomeria japonica*)

検索項目	文献数
間伐	7,349
水土保持	92,298
植生	53,751
スギ	1,252
間伐・水土保持	191
間伐・植生	446
間伐・スギ	41
水土保持・植生	7,911
水土保持・スギ	45
植生・スギ	58
間伐・水土保持・植生	51
間伐・水土保持・スギ	2
水土保持・植生・スギ	10
間伐・水土保持・植生・スギ	0

CAB Abstracts : 文献情報データベースシステム・Ovid web gateway (農林水産研究情報センター)

検索期間: 1978 ~ 2005 (2006 年 9 月現在)

検索条件: キーワード

検索キーワード

間伐 : thinning

水土保持: landslide, landslip, water runoff, soil runoff, sediment, source of water, water quality, erosion, flood, water flow, water conservation, land conservation, forest conservation, water holding, soil loss, surface soil, hydrology

植生 : vegetation

スギ : sugi, *Cryptomeria japonica*, Japanese cedar

土保全・スギでは 13、水土保持と植生・スギでは 14 と、ヒットする文献が少なくなる。間伐・水土保持・植生・スギの 4 項目すべてを網羅する文献となると、僅か 8 しかヒットしない。以上のことを模式的に示すと Fig. 2 のようになる。この図からスギ林の間伐と水土保持に関する研究の蓄積状況を大まかながら窺い知ることができる。

同様に、英文の文献数について CAB abstracts (1978 ~ 2005 年) から検索すると、thinning (間伐) に関しては 7349、landslide, landslip, water runoff, soil runoff, sediment, source of water, water quality, erosion, flood, water flow, water conservation, land conservation, forest conservation, water holding, soil loss, surface soil, hydrology (水土保持) では 92298、vegetation (植生) では 53,751、sugi, *Cryptomeria japonica*, Japanese cedar (スギ) では 1,252 の文献がヒットする (Table 2)。次に間伐と水土保持では 191、間伐と植生では 446、間伐とスギでは 41、水土保持と植生では 7,911、水土保持とスギでは 45、植生とスギでは 58 の文献がヒットする。さらに絞り込むと、間伐と水土保持・植生では 51、間伐と水土保持・スギでは 2、水土保持と植生・スギでは 10 となり、間伐・水土保持・植生・スギを網羅する文献は 0 となる。日本固有種のスギで絞り込むことに異論もあろうが、間伐・水土保持・植生・スギに関する事例は世界的にも少ないことは確かである。

2) スギ人工林の間伐が林床植生の変化と水土保持機能におよぼす影響

間伐が遅れた過密林分では林床植生の欠如により水土保持機能の低下が懸念されている。とくにヒノキ林に関しては落葉の細片化と裸地化が大きな問題となっている (赤井, 1977)。スギ林についてはその過密林がヒノキ林のそれに比べ土壌、リターの流亡は 1/2 (中村, 1983; 吉村ほか, 1983) ~ 1/10 (Miura *et al.*, 2003) と見積もられ、あまり問題視されてこなかった。因みに FOLIS では、ヒノキに関する文献は 5,333 とスギの半分でありながら、水土保持との関連では 158 とスギの 2 倍の文献数がヒットする。しかし、ヒノキ林の 2 倍の面積を占めるスギ林でも間伐手遅れにより、林床植生のほとんどない人工林が数多くみられ、とくに下枝が枯れたまま林冠を形作っているスギ若齢林において林床植生が欠如する傾向が著しい。それは表層土壌における根系欠如を意味し、土壌の保水力や緊縛力の低下を招くであろうし、スギリターのみの A0 層は、土壌生物の減少や養分循環の単純化を招いて、水質にも影響するであろうと予想される。このように林床植生の欠如は公益的機能上、問題がない訳ではないので、スギ人工林の植生と水土保持機能との関係を吟味し、間伐の有効性を検証することは必要な研究である。

林内の照度が増加すれば林床植生も増加することは、スギ林に限らずどの樹種の森林でも言えることである

(樋口・佐藤,1978; 清野,1990; 齊藤,1989)。そして、間伐は林内照度を調節する作業であるから、間伐率が高くなるほど、林内照度が高くなり、当然、林床植生の繁茂量も増加する(安藤,1985; 門屋・小林,1989; 奥田,2004; 田村ほか,2004)。しかし、間伐と林床植生の変化に対応して水土保持機能の解析を行なった事例は、実はあまり多くない。FOLIS で水土保持・間伐・植生・スギを網羅する 8 文献をヒットしたが、重複しているものを除くと 6 文献のみである。しかも、水土保持に関連する調査を実際に行なった事例は 4 例だけである(中島・西山,2001; 檜崎ほか,2002; 山田・諫本,2001; 山田,2002)。

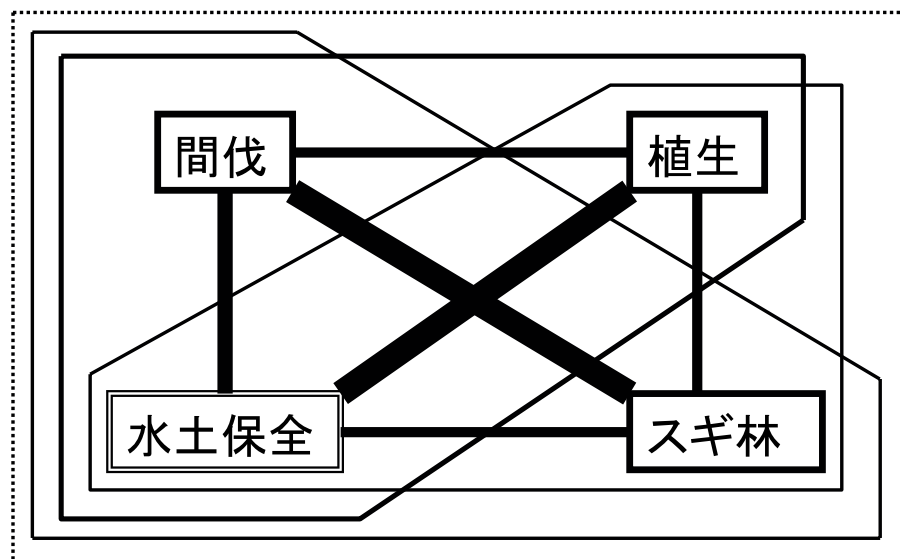
山田・諫本(2001)は九州日田地方のスギ林において、20 年生無間伐林と過去 3 回の除間伐履歴のある 40 年生間伐林を比較している。林床植生は、間伐林が種数、被度ともに無間伐林より際立って多く、そのバイオマス量も多いとしている。また、リター層のバイオマス量は林床植生のそれより極端に多く、間伐林と無間伐林に有意な違いを見出している。土砂流出量については、無間伐林が間伐林より有意に多く、林床植生と落葉層を除去した処理区(間伐林)とほぼ同量としている。しかし、バイオマス量から判断すると、土砂流出量の多くの部分をリター層の違いに準拠しているとしか捉えられないため、林齢の違いもさることながら、なぜ、無間伐林と間伐林に差があるのかという理由が示されていないため、議論の展開に危うさが残る。

山田(2002)は大分県湯布院において、同じ傾斜の 17 年生スギ無間伐林と 21 年生ヒノキ無間伐林を比較し、それらの間伐直後の林床植生と土壌流出量の変化を報告している。林床植生は、スギ、ヒノキ林とも種数が

間伐後 1 カ月から 4 ヶ月の間に増加し、とくにスギ林では木本種の増加が著しいとしている。間伐後 2 ヶ月間の土砂流出量は、スギ林では間伐による差がなかったが、ヒノキ林では間伐によって増加したと報告している。その主な理由として間伐時の地表処理の影響を挙げている。また、この報告ではスギ林が間伐、無間伐を問わず、土砂流出量がヒノキ林より有意に多く、スギ林にも少なからず水土保持上の問題が内包されていることを示唆している。さらに、間伐後 1 年を経過した土壌の理化学性の比較では、両樹種林とも間伐による違いがないことも示している。ただし、間伐 6 年後のスギ林での比較では表層土壌の理化学性に間伐率の違いが見られたという報告もある(諫本,1992)。

檜崎ら(2002)は京都大学和歌山演習林の未間伐 24 年生スギ林の林床植生と表層土移動量について、間伐 1 年後と無間伐林と比較している。林床植生は間伐の効果によって無間伐林に比べ種数、個体数ともかなり多くなり、そうした増加は埋土種子よりも周辺からの散布によるところが大きいとしている。また、表層土移動量は無間伐林より間伐林が少なく、その原因を放置した伐倒木による移動抑制効果としている。この報告の場合も林床植生は間伐効果を受けて変化するが、表層土移動量は間伐時の地表処理による効果が大きく、水土保持におよぼす間伐の影響を明瞭に取り出せていない。

中島・西山(2001)は岡山県内における間伐手遅れ林の実態調査から水土保持上の資料を提示している。しかし、スギ林の間伐について触れられた資料は全く揚げられていない。むしろ、FOLIS ではヒットしなかったが、同様に岡山県内におけるスギ、ヒノキ林の実態調査を行なった石井・中島(2003)の方がスギの間伐効果



文献数：線が細くなるほど少ない、点線はきわめて少ない

Fig. 2. 間伐・水土保持・植生・スギ林に関連する報告の多寡
The proportion of reports in relation to thinning, soil and water conservation, vegetation and sugi(*Cryptomeria japonica*)

を検証し得る事例となっている。この中でスギ林についてみると、間伐が適正になされた林は間伐手遅れ林や間伐必要林に比べ、高さ 2m 未満の林床植生の植被率が高いレンジに偏り、また、土壌流亡の指標である浮根が少ないことを報告している。このことは間伐がスギ林の水土保全にも影響することを示唆する一つの事例となっている。

以上のことを総括すると、スギ林の間伐効果が林床植生の種数、被度、個体数、バイオマスの増加に寄与することはほぼ確実である。しかも、間伐直後でも林床植生は敏感に反応するようである。しかし、スギ林の間伐が水土保全機能におよぼす影響に関してはあまり明らかになっていない。短期的には地表攪乱の影響が大きく、伐採方法や集材方法の問題であり、一般の人々が期待する水土保全上の影響とは別の論点を含んでいる。ただ、この短期的な影響さえ判然としえないのが現状であろう。こと水土保全上の長期的なあるいは普遍的な効果となれば、とてもそのことを検証するほど事例が蓄積されているとは言い難い。これはヒノキ林の間伐における事例(古池,1986; 加藤ら,1989; 清野,1990; 西山,2003; 鈴木ら,1989; 手島,2004; 辻野・川崎,1999) が少なからずあるのに比べ、際立った違いである。

このようにスギ林の間伐と水土保全機能の関係を報告した事例は少なく、しかも最近始まったばかりである。したがって、水土保全におよぼす影響を検証するためにはさらに多く事例を地道に蓄積していくしかない。また、一口に水土保全機能といってもかなり間口が広い。例えば、洪水調節機能、水源涵養機能、土砂流出防備機能、水質浄化機能、崩壊防止機能などが揚げられる。志水(1998) はこれら諸機能と森林管理とを関連づけた事例を一部紹介しているが、決してスギ林の間伐と水土保全機能の関係を十分に明らかにしたものではない。重ねて言えば、スギ林の間伐と植生・水土保全機能に関する研究はほとんど手付かずの状態である。また、地表遮蔽物として日本で最も広がったスギ人工林、増加する間伐手遅れ林、人々の森林への期待、そうした現況だからこそ、この分野の研究が必要で重要なだけでなく、かなり緊急性を帯びているのである。

おわりに

小稿の作成に当り、適切な助言と機会を与えて頂いた藤枝基久、三浦覚の両博士に対し、深く感謝する次第である。

引用文献

阿部久美子・佐藤宣子(2003) 90年代における山村集落の人口動態－宮崎県諸塚村の事例－,九州森林研究,56,17-21.
赤井龍男(1977) ヒノキ林の地力減退問題とその考え方,林業技術,419,7-11.

安藤 貴(1985) 複層林施業の要点,わかりやすい林業研究解説シリーズ,79,林業科学技術振興所,80p.
青森営林局(1996) 第2次施業管理計画書別冊 施業管理の基準,33p.
荒木 誠・阿部和時(2005) 間伐は森林土壌を守れるか,森林科学,44,26-31.
中国新聞(2002) 中国山地明日へのシナリオ,2020年を見据えて－人口減推計トップの島根県匹見町にみる－,2002年10月21日付
藤村重任・武藤博忠(1973) 治山政策とその政治経済的背景,(治山事業六十年史,日本治山治水協会,460p.),3-63.
古池末之(1986) 保育作業が立地要因の変動に及ぼす影響(I)－ヒノキ人工林の枝打ち、間伐による土壌、植生の変化と表層土壌の流去および地表流去水の動態－,兵庫県立林試研報,30,41-52.
岐阜新聞(2006) 荒れる林 間伐進まず悪循環,2006年5月8日付
Goldoftas,B(2006) When a tree falls in the Philippines, International Herald Tribune, March 7,2006
Göltenboth,F.,Hutter,C.(2002) Model project for sustainable rural development and biodiversity rehabilitation in South East Asia, Rainforestation Farming,1-7
樋口国雄・佐藤昭敏(1978) 列状間伐によるアカマツ林の林床植生の変化,89 回日林論,227-230.
石井 哲・中島嘉彦(2003) スギ・ヒノキ間伐手遅れ林の実態解明－岡山県の事例－,岡林試研報,19,45-58.
岩波書店編集部(1954) 水害と日本人,岩波写真文庫,62P.
門屋 健・小林元男(1989) 間伐による林床回復試験,愛知県林セ報,26,37-48.
神奈川県環境農政部森林課(2006) 県内の森林・木材流通に関する指標,県産木材供給拠点整備に関する基本方針 付属資料 2,9p.
鹿児島県(2006) 造林や間伐に対する補助制度は,1p.
金木 健(2003) 消滅集落の分布について－戦後日本における消滅集落発生過程に関する研究 その1－,日本建築学会計画系論文集,566,25-32.
加藤正樹・荒木 誠・宮川 清・小林繁男・有光一登(1989) 皆伐および間伐が土壌の窒素動態に与える影響(Ⅱ)－A層土壌溶液の溶存窒素の変動－,100 回日林論,231-234.
川口武雄・滝口喜代志(1957) 山地土壌侵蝕の研究(第3報) 地被物の侵蝕防止機能に関する実験,林試研報,95,91-120.
経済企画庁(1972) 転機に立つ林業,悪化する経営条件,昭和47年年次経済報告 参考資料 昭和46年度の日本経済

- 建設省河川局（1992）平成二年水害統計，建設省河川局河川計画課，232-239
- 吉良伸一（1999）過疎化・高齢化の地域特性に関する数量的分析，大分県立芸術文化短期大学研究紀要，**37**,33-48.
- 北川 泉（1995）森林・林業と中山間地域問題，日本林業調査会，361p.
- 北村嘉一・難波宣士（1981）伐根試験を通して推定した林木根系の崩壊防止機能，林試研報，**313**,175-208
- 清野嘉之（1990）ヒノキ人工林における下層植物群落の動態と制御に関する研究，森林総研研報，**359**,1-122.
- 国土交通省（2006）集落の将来像の構築，第8回自立地域社会専門委員会参考資料 **5**(3),1-22.
- 高知県（2005）林業経営基盤の強化並びに木材の生産及び流通の合理化に関する事項についての基本構想，13p.
- 中島嘉彦・西山嘉寛（2001）スギ・ヒノキ間伐手遅れ林の実態解明，岡山県林試業報，**41**,8-9.
- 中村恭二（1983）ヒノキ林地における土砂等の流亡量，日林関西支講，**34**,61-64.
- 中野秀章（1973）森林の水土保持機能とその活用，わかりやすい林業研究解説シリーズ，**51**，日本林業技術協会，72p.
- 榑崎達也・長谷川尚史・吉川正純（2002）間伐遅れスギ人工林における列状間伐試験－施業後一年目の林床植生および表層土壌移動の変化－，113 回日林大会学術講，184.
- 難波宣士（1959）崩壊地の基礎的特性について，林野庁治山事業調査報告Ⅱ，54p.
- 三重県環境森林部（2006）造林・間伐事業，健全な森林を造りましょう，1p.
- Miura,S.,Yoshinaga,S.,Yamada,T.(2003) Protective effect of floor cover against soil erosion on steep slopes forested with *Chamaecyparis obtusa*(hinoki) and other species, J.For.Res.,**8**,27-35.
- 農林水産省（2005）農林水産統計データ，H17 年耕地面積（2005 年 7 月現在）
- 農林省農村振興局（2001）農山村の人口及び集落の動向，第2回農山村針広研究会 参考資料 **3**,13p.
- 農林水産省統計情報部（2002）2000 年世界農林業センサス第 13 巻，林業地域調査報告書，農林統計協会，385p.
- 農村開発企画委員会（2006）限界集落における集落機能の実態等に関する調査報告書，平成 17 年度農林水産省農村振興局委託，116p.
- 村井 宏・岩崎勇作（1975）林地の水および土壌保全機能に関する研究（第 1 報）－森林状態の差異が地表流下，浸透および侵食に及ぼす影響－，林試研報，**274**,23-84.
- 西山嘉寛（2003）岡山県におけるヒノキ人工林の表面侵食と表面流出の研究（Ⅰ）月侵食土砂量と降雨因子との関係，森林応用研究，**12**,47-52.
- 奥田史郎（2004）管理が放棄される森林が増加しているなかでスギ・ヒノキ人工林の間伐遅れについて，四国の森を守り知る **2**,3-4.
- O'Neil,J.,Conde,H.(2006) Hundreds feared dead as mud Buries Philippines village, International Herald Tribune, February 17,2006
- 小倉康彦（2005）水害は人災だ－森は死んでいる－，清文社，160p.
- 大野 晃（1992）現代山村と地域資源（上）－高知山村の実態を中心に－，経済，**344**,105-120.
- 大野 晃（1993）現代山村と地域資源（下）－高知山村の実態を中心に－，経済，**345**,179-196.
- 林野庁（1998）林業白書，日本林業協会，228p.
- 林野庁（2005）林業白書，日本林業協会，222p.
- 林野庁（2006）間伐材利用広域連携環境整備促進事業，7p.
- 斉藤昌宏（1989）スギ人工林における林内日射量と林床植生量の関係，日林誌，**71**,276-280.
- 坂本 誠（2003）中山間地域集落の統計分析－高知県における集落センサスデータを利用して－，日本農業経済学会論文集，2003 年度，135-140
- 佐藤 正・村上与助・村井宏・関川慶一郎（1956）新しい型の山地浸透計による測定成績（第 1 報），林試研報，**83**,39-64.
- 志賀和人（2001）在村林家と不在村林家の存在形態，（2000 年林業センサスにみる日本林業の構造と森林管理，全国農林統計協会連合会，204p.），195-203.
- 島根県農林水産部森林整備課（2006）森林づくりしませんか－造林補助事業の活用－，1p.
- 志水俊夫（1998）公益的機能－水土保持－の増進と間伐，林業技術，**673**,11-15.
- 総務省（2003）森林の保全・管理等に関する行政評価・監視の勧告に伴う改善措置状況（その後）の概要鈴木和次郎・浅野 透・谷本丈夫（1989）間伐による林内植生の変化，好適生産環境の作出，グリーンエナジー計画成果シリーズⅢ系（生産環境）No.5，農林水産省技術会議，89-104.
- 高橋 裕（1964）洪水論，東京大学，130p.
- 高橋 裕（1971）国土の変貌と水害，岩波書店，216p.
- 高橋正祐（1991）土砂・水災害の歴史，（新砂防工学，塚本良則・小橋澄治編，朝倉書店，193p.），17-21
- 武田育郎（2002）針葉樹人工林の間伐手遅れが面源からの汚濁負荷量に与える影響（Ⅰ），水利科学，**265**,1-22.
- 田村 淳・山根正伸・三橋正敏（2004）水源林の保全

- に関する研究開発 下層植生の豊かな森林管理技術の開発, 神奈川県自然環境保全センター研究部, **36**,36–37.
- 田中淳夫 (2002) 日本の森はなぜ危機なのか, 環境と経済の新林業レポート, 平凡社, 199p.
- 手島志穂 (2004) 間伐の推進にかかる施業効果の総合評価に関する研究, 大分県林試年報, **46**,22–25.
- 手束平三郎 (1987) 森のきた道, 明治から昭和へ・日本林政史のドラマ, 日本林業技術協会, 348p.
- 徳島県林業振興課 (2006) 木材価格, 徳島県木材価格の動向 (平成 17 年度)
- 辻野新子・川崎圭造 (1999) 長伐期施業によるヒノキ林間伐後の林内環境の変化 (I) – 強間伐による表層土壌への影響 –, 中森研, **47**,9–12.
- 植村武司 (1994) 林野庁解体, 疲弊する一山村から, 日本経済評論社, 230p.
- 内田多喜生 (2006) 2005 年農林業センサスにみる農村集落の現状と課題について, 調査と情報, **5**,17–22.
- Wurfel, D (2004) Civil Society and Democratization in Philippines, (Growth Governance in Asia, Asia-Pacific Center for Security Studies 237p.), 215–223
- 柳幸広登 (2000) 不在者所有の動向と今後の森林管理問題, (現代日本の森林管理問題 地域森林管理と自治体・森林組合, 志賀和人・成田雅美編, 535p.), **80**–105.
- 山田康裕・諫本信義 (2001) 間伐が下層植生および表層土壌の流出に与える影響, 日林九支論, **54**,79–80.
- 山田康裕 (2002) 間伐の推進にかかる施業効果の総合評価に関する研究, 大分県林試年報, **44**,37–41.
- 読売新聞 (2006) 進まない人工林の間伐 放置は人や環境に悪影響, 2006 年 7 月 1 日付
- 吉村健次郎・赤井龍男・真鍋逸平・杉浦孝蔵・石井弘・相場芳憲 (1983) 人工降雨によるヒノキ林内の落葉, 土壌等の流出移動 (X I) – 構成状態の異なる若い林分におけるリター, 表層土の移動量 –, 94 回日林論, 409–410.