

スギ人工林の間伐にともなう 水土保持機能に関する研究の必要性

大原偉樹：森林生態グループ

■専門分野：造林

1. 間伐手遅れ林の増加とその背景

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ます（林野庁、2005）。しかし、日本の森林は率こそ64%と北欧針葉樹林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維持されているとは必ずしも言えません。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状況です。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ります。

その問題の一つが間伐手遅れ林の増加です。このことは以前から認識されていました（林野庁、1998）が、総務省（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りました（読売新聞、2006）。

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ます（林野庁、1998）。さらに人工林全体では平成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年で除した値の半分以下となります。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ます。

ここで、間伐が行われない社会的背景を5点ほど挙げてみます。一つは、木材価格の低迷で山林経営に魅力がなくなり、森林所有者が施業や管理をしようとは思わないという点です。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ます（林野庁、2005）。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）、森林所有者の間で間伐する意欲が低下していることです。もともと主伐材より需要も少ない間伐材は、主伐材以上に価格が低迷し、現在、各種補助（林野庁、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す

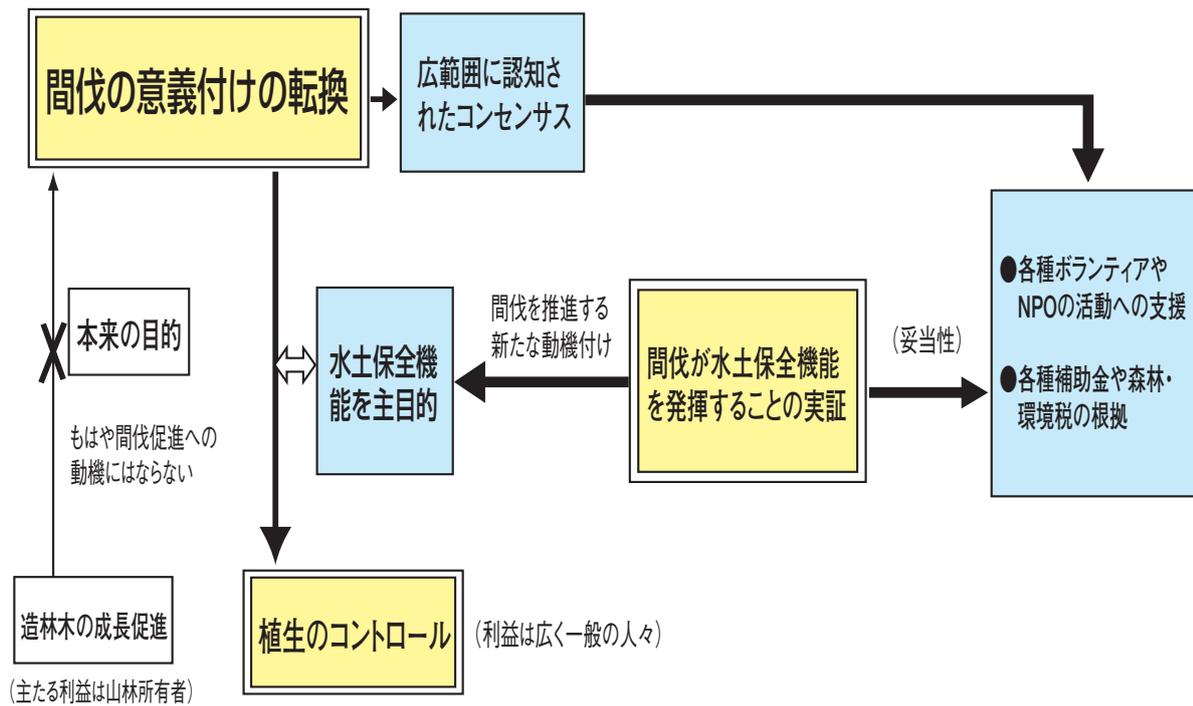


図1 間伐を推進するための一つの考え方

(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す。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に減少しています(林野庁, 2005)。また、我が国全体の一般産業就業者を年齢割合別にみると、29歳以下が22%であり、65歳以上が8%となります。これに対し、林業就業者はそれぞれ7%、28%であり、林業はかなり高齢化が進んだ業種となっています(林野庁, 2005)。四つ目は、山村人口の減少と高齢化(北川, 1995)で、間伐の依頼人がいないという点です。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)、人工林が多いほど放置林が増加することになります。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す(農林水産省統計情報部, 2002; 柳幸, 2000)。地元にはいない所有者は山林を管理しようとし、出来ません。それは不在村者所有林が在

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きています(志賀, 2001)。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でしょう。

2. 間伐の必要性和その意義付け

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す。さらに形状比を低下させ、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も期待されています。こうした利点は山林所有者にとって都合が良いのですが、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ません。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のです。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と思われ (図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でしょうか。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も阻害されると予想されます。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、川下の水質汚濁を招く恐れもあります (武田, 2002)。もし、これらの弊害を森林以外の手段で除こうとすれば、大掛かりな装置や施設が必要となるでしょうし、投じられる資金も決して少なくないでしょう。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のであれば、間伐促進に必要な負担も納得できるに違いありません。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ます。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でしょう。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ります (図1)。

3. 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、昔から知られており、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窺い知ることが出来ます (建設省河川局, 1992; 高橋, 1991)。その科学的実証例も多くあります。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) などの事例です。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、裸地との水土保持機能の対比や、皆伐前後での対比による事例だけに準拠して、間伐による影響を十分に評価することは不可能です。なぜなら、

間伐は林種転換を伴うことなく、林分構造だけが変化する事象であるからです。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することが必要となります。

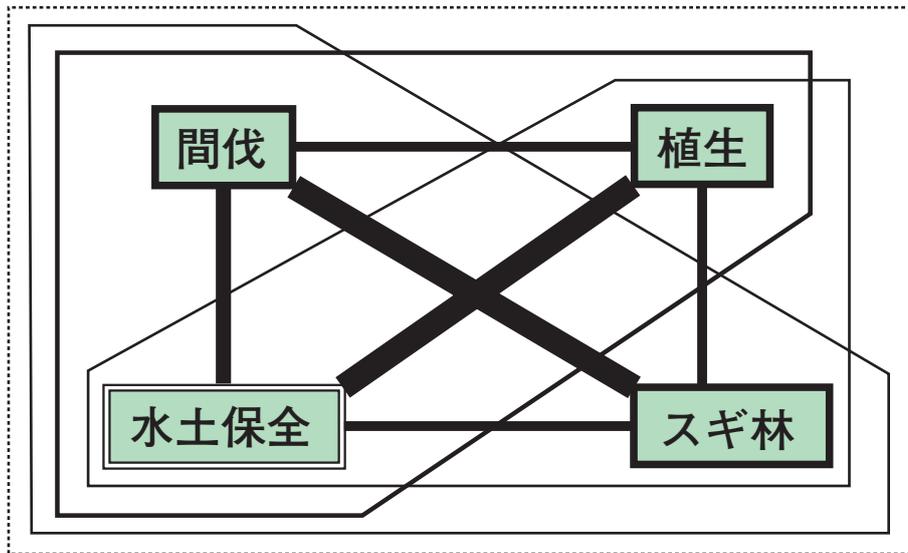
2001年の時点で人工林の樹種構成は、スギ44%、ヒノキ25%、カラマツ10%で残りがその他の樹種となっており (林野庁, 2005)、北海道を除けば、人工林の半分の面積をスギ林が占めていることとなります。ちなみに、ヒノキ林は日本の原風景を形作っている水田の面積とほぼ同じ256万 ha (農林水産省, 2005)に匹敵します。つまり、国土の12%以上も覆っているスギ林は道路や建築物はもちろん農地、草地、林地を問わず、日本で最も広大な地表被覆物になっているのです。

ある森林を森林タイプで呼称する場合、森林は優占樹種の林冠層だけで代表されます (例えば、スギ林、ブナ林など) 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ありません (Miura et al., 2003; 鈴木ほか, 1989)。

以上のことから、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し、今後の研究の必要性と方向を探ってみます。その方法として、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てみました。

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4294、水土保持では8255、植生では2694、スギでは12267の文献がヒットしました。ただし、水土保持に関する文献数は、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値です。また、FOLISは並列の絞込みが出来ないの



文献数：線が細くなるほど少ない，点線はきわめて少ない

図2 間伐・水土保持・植生・スギ林に関連する報告の多寡

で重複する文献も含んでいます。次に4つの項目同士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の文献がヒットしました。さらに絞り込むと、間伐と水土保持・植生では21、間伐と水土保持・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り、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しかヒットしませんでした。以上のことを模式的に示した図2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ます。

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ます。とくにヒノキ林に関しては、以前から落葉の細片化と裸地化が大きな問題となっていました(赤井, 1977)。スギ林については、その過密林でさえヒノキ林のそれ

に比べて土壌、リターの流亡は1/2(中村, 1983; 吉村ほか, 1983)~1/10(Miura et al., 2003)と見積もられており、これまであまり問題視されてきませんでした。因みにFOLISでは、ヒノキに関する文献は5333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します。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るスギ若齢林において、林床植生が著しく欠如する傾向があります(写真)。こ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可能性があります。また、スギリターのみで形成されるA0層は、土壌生物の減少や養分循環の単純化を招きかねず、川下に流下する水質に影響するものと予想されます。このように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重要な研究と考えられます。

林内照度の増加に伴う林床植生の増加は、どの森林でも見られる現象です。間伐は林内照度を調節す



写真 間伐されていないスギ林の林床

る作業ですから、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します（安藤，1985；門屋・小林，1989；田村ほか，2004）。しかし、実際、間伐と林床植生の変化と関連付けて水土保持機能を評価する研究事例は、前述のようにあまり多くありません。水土保持・間伐・植生・スギを網羅する8文献のうち、重複しているものを除くと6文献のみであり、水土保持機能に関連する調査を実際に調査した事例はたった4例だけです（中島・西山，2001；檜崎ほか，2002；山田・諫本，2001；山田，2002）。これはヒノキ林の間伐における事例が少なからずあるのに比べ、際立った違いです。

また、間伐は一般の人々が期待する水土保持効果とは別に伐採や集材による地表攪乱など、短期的には大きな影響をおよぼす作業を伴います。ただし、現状ではこの短期的な影響さえよくわかっていません。こと森林の水土保持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えない状況です。

このようにスギ林の間伐と水土保持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す。したがって、水土保持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必要があります。現在、秋田県大館市長坂で進めら

れている研究（交付金プロ、秋田県と当支所の共同研究）はこうした問題に応える一つの事例となればと期待しています（藤枝・金子，2006）。

4. 引用文献

- 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.
- 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.
- 藤枝基久・金子智紀（2006）秋田県長坂試験地にお
ける森林流域試験－対照流域法による間伐影響の
評価－，Forest Winds，26，1-2.
- 門屋 健・小林元男（1989）間伐による林床回復試
験，愛知県林七報，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.
- 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.
- 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
- 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
- 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.
- 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, 385 p.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 志水俊夫 (1998) 公益的機能-水土保全-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
ンエネルギ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, 193 p.),
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 (1), 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.
- 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 (XI) - 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.

研究情報 2007年度 Vol.7 No.1

平成19年8月20日発行

独立行政法人 森林総合研究所 東北支所

岩手県盛岡市下厨川字鍋屋敷92-25

〒020-0123 TEL 019(641)2150(代)

FAX 019(641)6747

ホームページ <http://www.ffpri-thk.affrc.go.jp/>