

水保全のための森林施業

誌名	農林水産技術研究ジャーナル
ISSN	03879240
著者	志水, 俊夫
巻/号	14巻3号
掲載ページ	p. 33-39
発行年月	1991年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



水保全のための森林施業

志水 俊夫

近年における経済の発展は、人口の集中と土地利用の変化をもたらし、それは水需要の増大と洪水・土砂災害による被災危険地の拡大の原因となっている。このため国土の約3分の2を占める山地における森林のもつ公益的機能に大きな関心が集まり、なかでも水資源の涵養、洪水の軽減、水質の保全などの水保全機能は、水が社会経済の基盤であることから、その効果への期待は強い。

気象、地質、地形など自然的条件は人為による変更が困難であるが、森林は人為的に変更が可能なものである。このことから、水保全のための森林施業の確立が林業技術の一つの方向として求められている。ここでは、これまでの資料をもとに技術的問題について整理を行った。

1. はじめに

社会経済の進展、生活水準の向上などにとともに、森林の有する公益的機能に対する国民の期待は、年々、質・量ともに多様化してきている。このうち、水資源の涵養、洪水の軽減、水質の保全など森林の水保全機能に対する要望は、他の公益的機能と異なり、その対象が流域を単位として広域にわたるため、林産物の供給を目的とする経済的林業との調和を図ることが大きな課題となっている。

水保全と木材生産の両機能を高度に発揮する森林施業の確立が、現在、林業技術の一つの方向として求められている。しかしながら、森林の水保全機能に関する基礎的な調査研究は各分

野で行われているが、そのメカニズムの解明はいまだ十分ではない。そのため、定量的評価にもとづいた水保全のための森林施業は、林業施策の中で確立された段階にいたっておらず、解決すべき問題が多い。

そこで、ここではこれまでに得られている森林施業と林地の水文量変化についての研究結果をもとに、技術的問題について検討を行った。

2. 森林と水とのかかわり

森林における水循環の項で示されたように、水移動メカニズムからみて、森林の水保全機能の向上を目的とする森林施業とは、表面流や早い中間流を出来るだけおさえ、遅い中間流や基底流を増大させる機能の高い土壌構造を保全・形成させる施業であるといえよう。

しかし、森林土壌は超長期におよぶ自然の生成物であるため、数十年を単位とする人工的施

業によって土壤構造を基本的に変えることは困難である。また、林種・林相の違いによる土壤の保水能の差は意外と少なく、現在成立している林分によって最も大きな影響を受けるのは、直接枝葉の供給を受ける土壤表層であると考えられている。

さらに、森林は成長活動の基本として、主に葉の表面から水蒸気を蒸散することにより土壤水分を消失している。また樹冠層により降雨の一部を遮断し、それが雨後に蒸発することにより地表到達雨量を減少させる。このために葉量制限をすることも水保全的施業であるといえよう。

しかし、蒸散は水循環と物質循環の中で重要な役割をはたしており、それは森林土壤の形成・維持作用の根源でもある。蒸散を長期間にわたり減少させることは、土壤構造そのものの衰退を招くおそれがあることに留意する必要がある。

一方、山地において森林が健全に維持・管理されることにより、現在の森林土壤がその孔隙性を保ちつつ山地地域に保持されつづけることが、水保全機能の維持にとって重要である。このことは、表面侵食防止および表層崩壊軽減の土保全機能が、結果として水保全機能と同じ意味を持つことを示している。

したがって、水保全的施業とは、土壤の粗孔隙率を高める施業のほか、歴史的所産である粗孔隙率の高い森林土壤を保全し、降水をスムーズに土壤中に導く土壤表層の管理をすることである。さらに、林分および林床からの蒸発散量を適度にコントロールする林分構造および森林の全体葉量の調節にあるといえよう。

このような森林と水とのかかわりを念頭に、次項では森林の取り扱いと水との関係について見てみる。

3. 森林施業と水との関係

これまでわが国では森林の伐採とくに皆伐に

よる流出量の変化に関する調査・研究は数多くあるが、施業の種類たとえば択伐、部分皆伐などが流出に及ぼす影響についての研究はきわめて少ない。先に、水保全機能は主に森林土壤層によるものであることを述べたが、森林による土壤変化は長年月を要するため施業—土壤変化—流出変化の関連については短期間に結論を求められない。したがって、実際の森林施業と水との関係は、現時点での実態把握にとどまらざるを得ない。

図1は表層30cmの全粗孔隙量と林齢との関係を調査したもので、各樹種とも林齢の高いところほど全粗孔隙量は多く、森林の成長による土壤の質的变化が推察される。さらに図2は同様にヒノキ・アカマツ二段林とヒノキ—齊林の土壤孔隙量を比較したもので単一樹種の—齊林と比べて複数樹種の混交林は粗孔隙量が多い。これは落葉落枝、下層植生、根系量の相異が総合的に影響していると考えられる。また図3は風化花崗岩を基岩とする粗悪林地に主にアカマツが植林された流域を対象にして、林相改良にと

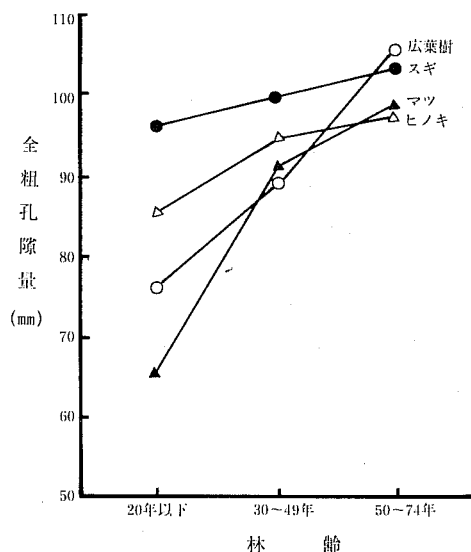


図1 林齢による表層30cm土壤層の全粗孔隙量の相違 (竹下ほか1977より作図)

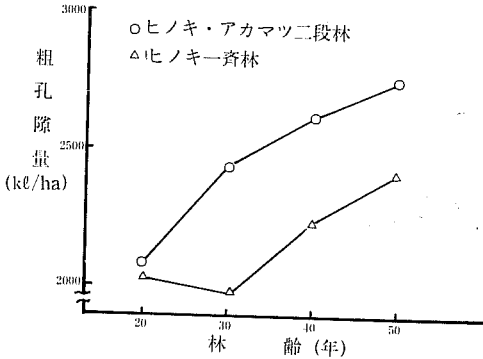


図2 森林土壌の粗孔隙量の比較
(大崎：1982より)

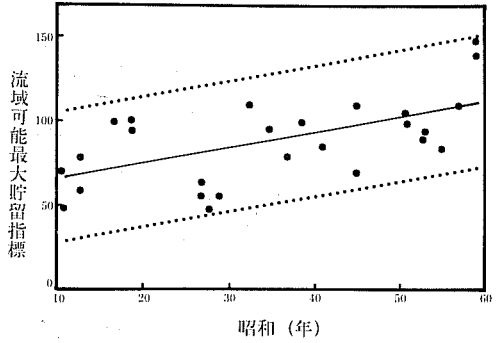


図3 流域可能最大貯留指標の経年変化
(李ほか：1988)

もなう短期流出特性の変化を流出モデルのパラメーターの経年変化により検討したもので、森林が長期間にわたって維持管理され、成長するにつれて流域の保水性は向上することが理解される。これは森林土壌層の質的変化が理由の一つであることを示唆している。

いずれにしても森林の取り扱いによる土壌変化と、それにもとづく流出変化は検証するのに長期間を要する。しかしながら、水保全機能の維持と向上にとって森林の長期間にわたる保全は必要不可欠であることはいうまでもない。

一方、森林の取り扱いによる林分密度・葉量変化にもとづく蒸発散量および地表到達水量の変化は短期間で影響があらわれるものである。

この点において、森林施業は水保全に重要な役割を持つことになる。

図4、5は31年生ヒノキ人工林の間伐により、水収支に係る林分の熱収支および樹冠遮断率の変化を示したものである。これらの図から間伐により林分全体としての蒸散量、遮断量は減少することが理解できる。すなわち、林外雨量に対する水分量の差し引きとして、間伐により林地への到達水量が増えることになり、土壌保水量の増加が期待される。

しかし、樹冠の疎開の割合によっては、残された樹木の単木としての蒸散量は増加し、また土壌面蒸発量も増加することが確かめられている。さらに下層植生が増えればその蒸散作用

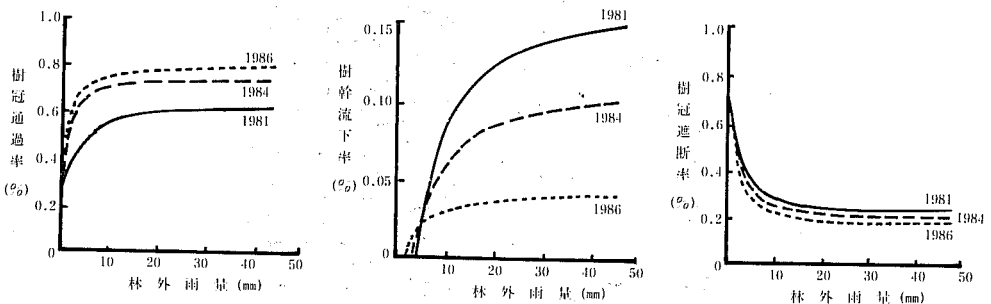


図5 間伐前後の樹冠通過率、樹幹流下率および樹冠遮断率と林外雨量との関係
(志水ほか、1988)

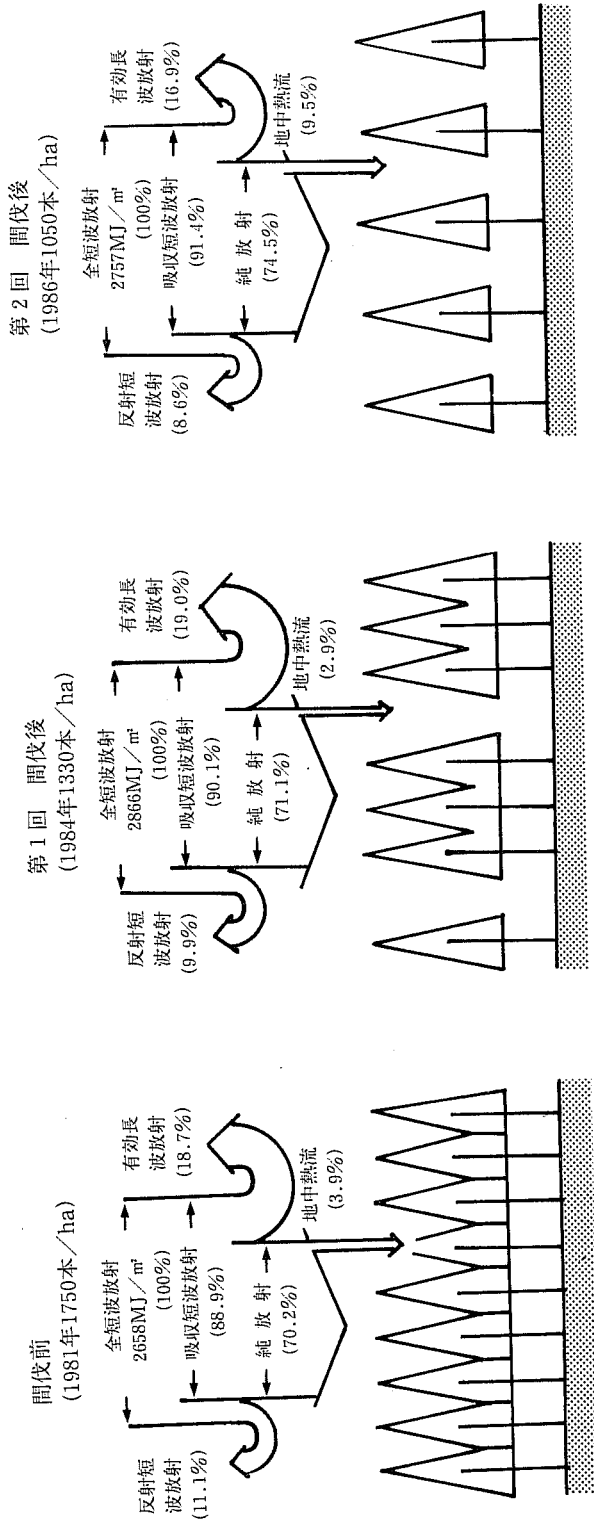


図4 間伐による熱収支 (4月~10月) の変化 (近嵐ほか, 1987)

による水消費も加わり、林分全体としての水分消失は増えることになる。したがって、どの程度の林分密度が水保全上望ましいのかさらに検討する必要があるが、樹冠構造、葉量など森林条件の変化によって森林からの消失水量を短期的に変化させることは可能であると考えられる。

なお、図6は間伐によるアルベドの経年変化と林冠うっ閉程度の指数との関係を示したもので、それらは相関関係にあることがわかる。林冠うっ閉程度の指数は林分構造を数量で表わしたもので、これは施業による蒸発散量の変化、樹冠遮断量の変化などを定量化する場合の一つの手法であり、樹種・林齢という個別の表現ではなく林分構造を一般化した表現である。水保全機能の定量化の基礎として、今後、林分構造の表現方法の検討は推進すべき課題である。

実際の流域を対象にして森林施業による流出の変化を試験した例がアメリカにある。これはマツ林流域を群状択伐して、対照流域と処理流域との流出量の変化を検討したもので、図7がその結果である。この試験では年流出量の増加ばかりでなく蒸発散量の減少、土層の貯留量の増加などが確かめられている。

先に述べたように、わが国では森林の皆伐前後の流出量を比較した流域試験は多いが、施業の種類に関する流域試験データは少ない。この

ため森林総合研究所では、写真1に示したように、昭和62年末より帯状伐採による流出変化を見るための流域試験を開始した。これまでのデータの解析結果では帯状伐採前後で流出特性に変化が認められるが、詳細な検討はこれからである。

4. 水保全機能を高める森林のあり方

水保全から見た場合の森林施業・管理の目標は森林土壌を健全に維持し、かつ無理のない範囲で林分からの蒸発散量を低減するのに望ましい森林を保持することであるといえよう。

望ましい森林の条件は、①根系の発達が良好である。②樹冠のうっ閉度が適度に高い。③落葉・落枝などの有機物の供給が豊富であることなどが上げられる。具体的には適度に陽光が入り、下草が維持されかつ林地面が荒されず常に落葉・落枝が地表面を被覆している森林である。

条件の①について深根性（アカマツ、スギ、クスギ、コナラなど）、浅根性（ヒノキ、カラマツ、ブナ、シラカシなど）の個別のタイプの樹木をそれらの特性を活かして植林することが重要である。②、③については、二段林、混交林などの施業を組合せることによって可能と考えられる。当然、下層植生との関係で除・間伐、

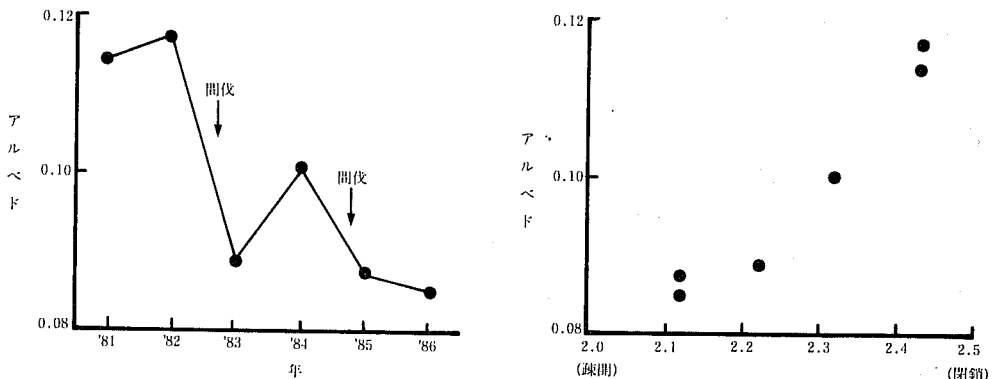


図6 ヒノキ林におけるアルベドと林分うっ閉程度の指数との関係 (坪山ほか, 1990)

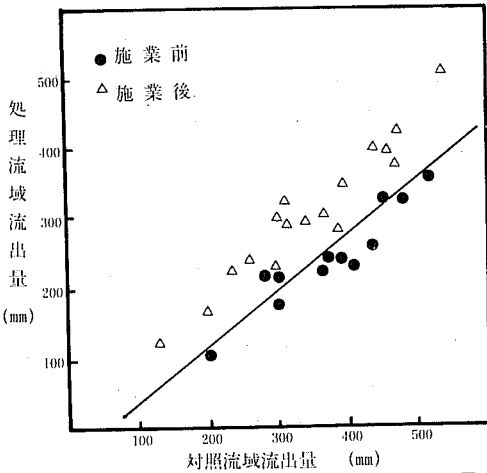


図7 マツ林流域の群状択伐による流出量の変化
(Leafほか, 1975)

枝打ちは基本的森林作業として行うべきものであることは言うまでもない。これらの作業はいずれも水保全に限らず土保全機能の向上にも役立つものである。

一方、効果的な森林施業・樹種を考える場合の前段として、次の点を考慮する必要がある。すなわち、水保全機能を高める必要性のある地域の選択、またその機能が発揮しやすい気象・地形・地質などの環境条件の把握、さらにそれぞれに適した方法の摘出を行うことが重要である。

たとえば、多雨地域で比較的透水性の良い地質からなる流域では、土壤浸透能を改善することにより地表流出を緩和し、さらに地面蒸発量を抑制することが望ましい。換言すれば、粗大孔隙や粗孔隙が多い土壤で、林冠が地表を被覆し、落枝落葉の厚く堆積する森林であることが望まれる。具体的には根系域が広く、深く、根量の多い樹種を主体とし、立木密度の高い林分構成の森林ということになる。このような森林施業の方法としては、厚い土層の孔隙を質量ともに改善し林床の浸透能をできるだけ損なわないようにするため、長伐期の単木または小団地状択伐、あるいは非皆伐伐採が望ましい。

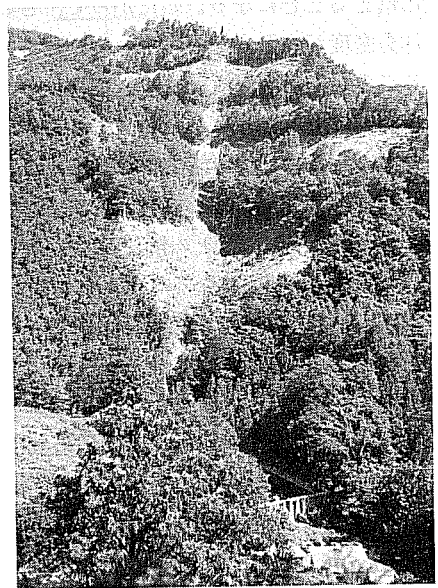


写真1 宝川試験地における帯状伐採の流域試験

それとは反対に、条件の悪い少雨地域で比較的透水性の不良な地質からなる流域では、地表に達する降水量をなるべく多くするため、樹冠による降水遮断を少なくすることが望ましい。また浸透作用によって土壤中に入った雨水も地下水への供給源としては多くを期待できないので、浸透能の増強がかならずしも第一義的ではない。さらに土壤水分の蒸散作用による消耗は得策とはいえない。したがって、このような場合の森林のあり方としては、枝葉が疎であって葉量の少ない、そして根量の少ない浅根性の樹種の疎林が望まれることになる。このような森林の施業方法としては、降水遮断量と蒸散量の少ない林分を維持するため、比較的短伐期で単木択伐作業あるいはその他の非皆伐施業が望ましい。

これまで各方面で行われた試験結果を総合すると、地形、地質、土壤、気象など立地条件による区分を行い、それぞれに適した森林施業を実施すれば、水保全効果を向上させることは可能であると考えられる。

5. 今後の課題

森林は木材生産という物質資源と、水源かん養、山地災害防止、生活環境の保全、森林文化の形成などという環境資源の2つの面を合わせ持っている。水保全の観点からすると上述のように、長期にわたる森林の全体葉量の管理、林分密度管理が水保全的森林施業の基本となる。しかし、この考え方が従来の木材生産のための林分密度管理すなわち経済的森林施業と調和点があるかどうかは今後さらに検討されるべき課題であるといえる。

研究サイドから見た水保全のための施業技術の確立には、地形、地質、土壌、気象など環境諸条件を基礎にした立地区分、林分葉量と蒸発散量との相互関係、林分構造の定量的表現手法など基本的に解明すべき研究課題は多い。

いずれにしても、森林の多面的効用にたいする社会的要請はますます増え、さらに微細にわたっている。これらに対応していくには、今後とも行政、研究両分野の協力が必要である。

(森林総合研究所 水資源保全研究室長)

引用文献

- 1) 近嵐弘栄ほか：森林の間伐と水収支，第3回水資源に関するシンポジウム前刷集，589～594，1987
- 2) Leaf, Charles F. *et al.*: Simulating timber yields and hydrologic impacts resulting from timber harvest on subalpine watershed. USDA For. Serv. Res. Pap. RM-133, 20, 1975
- 3) 李 憲浩ほか：林況変化に伴う短期流出特性の追跡—東京大学愛知演習林穴の宮流域を対象として—，東大演習林報告 80, 109～128, 1988
- 4) 大崎郁次郎：森林と水とのかかわり—森林の水源かん養機能について—，森林・コンサベーション No. 11, 73～74, 1982
- 5) 志水俊夫ほか：ヒノキ林の間伐による熱・水分環境の変動，最新技術情報シリーズ林業，15～16, 1988
- 6) 水利科学研究所：森林の公益的機能計量化基礎調査報告書，351pp, 1973
- 7) 竹下敬司ほか：暖帯林地の水保全環境に関する土壌及び地形的研究，福岡県林試時報26号，1～51, 1977
- 8) 坪山良夫ほか：林冠うっ閉程度の変化が林地の熱・水収支に与える影響，42回日林関東支論，印刷中，1990
- 9) 塚本良則ほか：水管理のための森林施業序論，水利科学158, 28～61, 1984

