

## 水土保持に配慮した林業を ～浸透能のはなし～

阿部友幸

### はじめに

年々、猛烈な雨の発生回数が増加しています(図-1)。広島で大規模な土砂災害をもたらした「平成26年8月豪雨」、鬼怒川などを氾濫させ多数の住宅の浸水被害を出した「平成27年9月関東・東北豪雨」は、まだ耳目に新しいところです。平成28年には観測史上初めて台風が直接東北地方に上陸し、東北、北海道に豪雨をもたらしました。北海道の南富良野町では24時間降水量が約600mm(レーダー解析の最大値)に達し、空知川が氾濫して広範囲に浸水被害が発生しました。

森林には、こうした河川の洪水を低減する等の水土保持機能が期待されています。森林の水土保持機能とは、洪水緩和機能、渇水緩和機能、水質浄化機能の総称です。森林域において、生物活動孔および樹木やササの腐朽根跡のような粗大孔隙に富む森林土壌は、降雨を地表面下に浸透させ、これを時間遅れで流出させることで洪水と渇水の緩和に寄与し、同時に地表流の発生を抑制することで土壌侵食を防止するとされています。そのため、森林土壌は森林の水土保持機能の中核をなす部位であり、森林土壌の「**浸透能**」(地表面下に水を浸透させる能力。1時間あたり浸透させることのできる水柱の高さ、mm/hで表します。)は森林の水土保持機能を理解する上で重要な意味を持ちます。浸透能が良ければ、全体的に水土保持機能にプラスになるといえるでしょう。

では林業において、どのように森林を取り扱えば浸透能を良好に保つことが出来るのでしょうか？林業試験場は北海道と協力し、森林土壌の浸透能の良し悪しが森林の状態とどのような関係があるのかを評価しました(阿部・佐藤 2008)。この研究について紹介します。

### 北海道林業の特色を踏まえて

森林植生に覆われて土壌が十分発達した斜面では降雨を吸収するのに十分な浸透能を示すとされています。しかし、管理不足の人工林、路網や伐採跡地などでは、人為攪乱を受けていない広葉樹天然林に比べて低い浸透能を示し、降雨を吸収しきれず地表流が発生することがあります。このことから適切な人工林管理を行うこと、森林土壌の攪乱を抑えることの必要性が指摘されてきました。よく調べられているのは、本州のヒノキ林です。間伐不足によって下層植生が消失することが浸透能低下に強く関係していることが示されています。しかし、トドマツとカラマツは、日本の森林面積の1/4を抱える北海道における主要な造林樹種ですが、浸透能についての情報がほとんどありません。このため両樹種による人工林化、および下層植生と浸透能との関連を調べることにしました。

また北海道では、本州以南とは違いブルドーザなどの重機を使用した集材方法をとっている場合が多

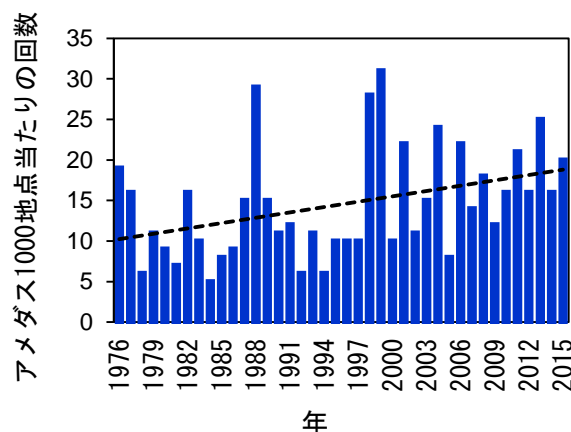


図-1 1時間降水量80mm以上の年間発生回数

1976年のアメダス観測開始以来、猛烈な雨の発生回数は増加傾向を示しています。日本全国のアメダスデータを使用し、1000地点あたりの回数に換算しています。

気象庁「アメダス1時間降水量80mm以上の年間発生回数」

(<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/info/heavyraintrend.html> :

2016年12月現在)を加工して作成

いため、重機の走行や材の引きずりに起因した土壌の攪乱度合いが相対的に高い環境にあります。このような人為攪乱が林地の浸透能に与える効果についても、情報を集積することとしました。

### 浸透能の測り方

浸透能の測り方には散水式と冠水式の二通りがあります。前者はシャワーのようなもので林地斜面に散水し、その直下で地表流を受けて量を測ります。散水量と地表流量の差し引きが土壌に浸透した水量となります。この方法は降雨を擬似的に再現しているため理想に近い方法とされていますが、傾斜の緩いところでは測りにくいことや、大量の水を使用するため設備が大がかりになることが不利となります。冠水式は、写真-1のように地面に円筒を打ち込んで水を貯め、水面の低下量をゲージで測る方法です。散水式より簡便なため、多地点で測定して相互に比較する研究に向いています。本研究では冠水式を採用しています。



写真-1 冠水式の浸透能測定器

直径 30cm の金属円筒を地面に打ち込み、棒状のゲージを付けた後、水を注ぎ入れ、180 分間に数十回、水面の高さを測定します。これらの測定値を数学的に処理して浸透能を求めます。

### 調査地について

北海道東部に位置する常呂川・網走川流域は、オホーツク総合振興局のほぼ中央に位置しています。トドマツ・カラマツなどの主要な木材生産地の一つであり、かつ大面積の皆伐跡地や重機作業のための路網が発達しています。両河川は一級河川で、北海道でも有数の流域面積をもっており、オホーツク海に流下します(図-2)。

森林簿情報を用い、表-1のように6種類の林相が相当数含まれるよう、合計で108カ所の調査地を選定しました(図-2)。ここでは伐採や土場までの集材のために重機が走行した道を「作業道」として、「伐採跡地」に付随しているものを選びました。調査地では浸透能試験を行ったほか、方形区を設置してササなど下層植生の被度を測定し、方形区の現況に基づいて調査地の斜面傾斜および斜面位置(尾根、山腹、谷筋など)を調べました。また土壌のタイプを、インターネット上のデータベース *IDaFoS-Hokkaido*

(<http://www.fri.hro.or.jp/idafos/menu/jpn/topfram.htm> : 2016年12月現在)等から特定しました。

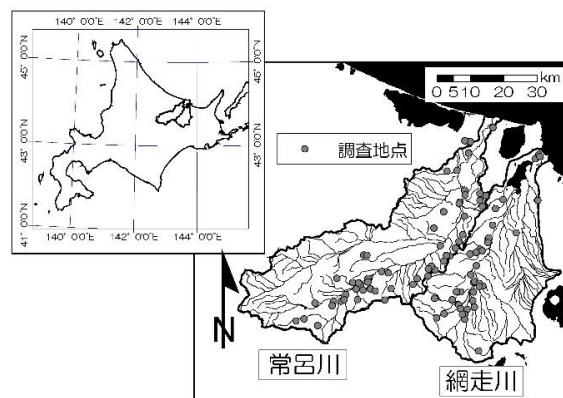


図-2 研究対象地域と調査地の位置図

表-1 林相の6区分

林相	箇所数	定義
天然林高	19	天然林高蓄積の林分
天然林低	20	天然林低蓄積の林分
トドマツ	30	50年生以上のトドマツ林
カラマツ	21	30年生以上のカラマツ林
伐採跡地	9	伐採跡および新植地
作業道	9	重機作業道

### 解析のしかた

108ヶ所の調査地は、浸透能に影響をあたえると予想される要因、すなわち「林相」、「土壌タイプ」、「斜面位置」、「斜面傾斜」、「全下層植生被度」、「ササ被度」ごとに、それぞれ幾つかの区分に分けまし

た(図-3)。次に、どの要因が浸透能に影響を与えているかの評価と、他の要因が平均的な状態であったときの浸透能の算出を行いました。

### 影響要因ごとにみた浸透能の違い

解析の結果を図-3に示しました。林相、斜面位置、斜面傾斜、全下層植生被度が浸透能に影響していました。特に、林相は浸透能に対する影響要因として重要であることが分かりました。

林相に着目した場合、浸透能の値の大きさは、天然林高≒天然林低>カラマツ≒トドマツ>伐採跡地>作業道の順でした。天然林および針葉樹人工林の4区分について浸透能を比較すると、天然林高と天然林低は同程度の値であり(412~422mm/h)、カラマツが310mm/h、トドマツが307mm/hでした。作業道における浸透能は、29mm/hと他の区分に比べ最も低い値でした。伐採跡地における浸透能は103mm/hであり、天然林と針葉樹人工林をあわせた4区分の浸透能307~422mm/hと比較すると低い値に留まりました。なお、作業道および伐採跡地では、地点によって1~30mm/hと、極めて低い浸透能が観測されました。下層植生については、全下層植生被度が高いほど浸透能が高い値を示しました。全下層植生被度が100%の場合には288mm/hでしたが、90%以下の場合には105~108mm/hでした。

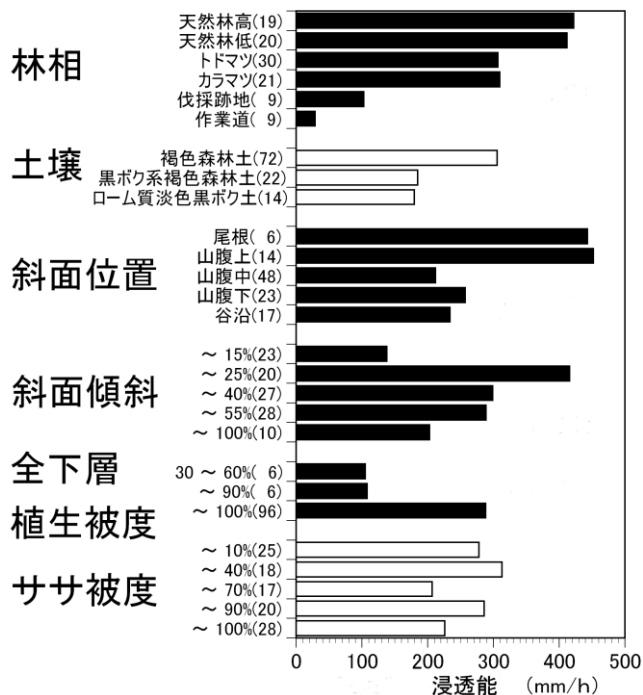


図-3 他の要因が平均的な状態であったときの浸透能  
解析の結果、浸透能に影響を与えていると評価された要因については、黒の棒グラフで示しました。括弧内数字は調査地数(総計108)です。

### 重機作業による攪乱の影響は？

人為的な攪乱を受けている伐採跡地や作業道の浸透能は、天然林や両針葉樹人工林と比べてともに低い値であったことが確認されました。重機が走行した跡地において浸透能が極めて低くなることは、よく知られています。本研究の結果も作業道の浸透能が極めて低いことから、従来指摘されているように重機走行により土壌が圧密され浸透能の低下に繋がったと考えられます。

伐採跡地の浸透能は、天然林2区分のその24~25%に過ぎませんでした。軽度の攪乱または重度の攪乱を受けた伐採跡地の浸透能は、広葉樹天然林の浸透能のそれぞれ78%、18%であったとする東北地方における知見(村井・岩崎 1975)がありますが、本研究の結果は後者により近い値です。このことは、研究の対象地域において、重機を多用する施業が林地の浸透能に与える影響の重大性を示唆しています。

伐採跡地は林業を行う以上、必ず生じるものですので、今後伐採跡地での浸透能の実態をより詳細に把握し浸透能低下の機構を明らかにしてゆくことは、水土保持に配慮した林業において意義があります。

### 人工林化の影響は？

カラマツ林における浸透能の計測例は、広葉樹天然林の半分以下とする岩手県における事例(村井・岩崎 1975)と、天然林と大差がないとする長野県における事例(片倉 1983)の、対立する2例のみでした。本研究では天然林高の値と比べ73%と低い値となり、前者のように人工林化により浸透能が低下する現象が確認されました。カラマツ林での浸透能の低さをもたらす理由として次の3つの要因が考えられます。すなわち、土壌表層の落葉落枝が、1) 畳表のように緻密に堆積する、2) 水を弾く性質があ

る白色菌糸網に覆われる、3) 過剰に堆積する。前2者は乾燥条件下で、3番目は若齢時に発生するとされます。

トドマツ林における浸透能の値は、50年生以上と成熟した林のものにもかかわらず、天然林高の73%に留まりました。トドマツ林内において浸透能を測定した例はほとんどありません。比較できる事例としては東北地方におけるトドマツと同属のモミ林での測定値があり、広葉樹天然生林の65%でした(村井・岩崎 1975)。トドマツ林で浸透能が低下する機構は不明ですが、トドマツ林造成により土壌の型が変化した(落葉が堆積したものに菌糸の厚く発達した表層がつくられた、など)という報告(山本・真田 1970)があります。菌糸は水を弾く性質を持っていることから、トドマツ林での浸透能低下に強く関係している可能性があります。

### 下層植生の影響は？

下層植生については、全下層植生被度が高いほど浸透能が高い値を示しました。この傾向は、下層植生による落葉・落枝の流亡抑制や、下層植生の根系が腐朽することで粗大孔隙が形成されることにより浸透能を高める効果がある、とする従来の知見と調和した結果となりました。

### 浸透能を考慮した水土保持に配慮した林業の考え方

本州以南地方と比較して相対的に緩傾斜地が広い北海道では、架線集材より重機を用いた集材作業が多用される傾向があり、作業能率向上のための作業道が作設されやすいところです。重機作業にともなう攪乱で、土壌の浸透能低下が起きうことは今回の研究からも明らかです。攪乱を抑える措置として地表の植生を除去するのではなく、そのまま植生を押しつぶすように重機を走行させる方法などが効果的と考えられます。

下層植生被度が高いほど浸透能が高くなる傾向は、人工林で下層植生の導入を図るための間伐の有効性を示すことに繋がります。カラマツ林は、他の針葉樹人工林に比べて林内が平均的に明るいため、下層植生を導入しやすい条件下にあると考えられます。保育と下層植生の導入などを利用した流域全体の水土保持機能向上のために、積極的な間伐を推進してゆくことが有効であると考えられます。また、トドマツ林分においても、下層植生が導入できるような適切な密度管理を行う意義は大きいといえます。

(森林環境部環境グループ)

### 【引用文献】

- 阿部友幸・佐藤弘和(2008) 北海道東部における林相、斜面地形、下層植生が森林土壌の浸透能に及ぼす影響。日林誌 90 : 84-90.
- 片倉正行(1983) 各種林況の浸透能に及ぼす影響についての研究—カラマツ林、落葉広葉樹林及び伐跡造林地の浸透能について— 長野県林業指導所業務報告(昭和57年) : 262-273.
- 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、浸透および浸食に及ぼす影響— 林業試験場研究報告 274 : 23-84.
- 山本 肇・真田悦子(1970) トドマツ落葉の分解が土壌におよぼす影響。林業試験場研究報告 229 : 63-92