

「不都合な真実」に迫る

多くの人が誤解している 森林の保水力

緑のダムを科学的に理解するための基礎知識

東京大学愛知演習林講師 / 蔵治光一郎

はじめに

本原稿ではまず、森林の保水力には2種類あるという話をします。2種類をここでは「一時的保水力」「消失保水力」という名前呼びびます。ほとんどの人は、このうち一時的保水力というものしか認識していないというお話をします。それから、森林に保水力があり、保水力にもなつて洪水を軽減したり、水資源を生み出したりすると言われていますが、それが本当に正しいか検証し、洪水に関しては想像以上に軽減する力がある。水資源に関しては、そういう力がないというお話をします。森林と人間は基本的に水の取り合いをしているということ、ブナ林の保水力は一般に大きいといわれていますが、実は逆に、ブナ林の保水

力というのは小さいということを説明します。

II 一時的保水力と消失保水力

まず、一時的保水力ですが、一時的に水を保水するというのは、一時的なので最終的には保水した水を開放してあげて川に流します。この場合川の水量はかわりませんが、流れるスピードがゆっくりになるということです。それに対してもう片方の消失保水力は、消失という言葉を使っていることからわかるように、保水した水を蒸発させて大気に戻してしまい、もう二度と川に戻りません。この機能が働く川に流れる水の量は、その分、減ることになります。これは一時的保水力とは著しい違いです

が、両方とも水を保水しているという風に理解できませんので、私は保水力を2つに分けるといように説明しています。

そのことを理解するために、ある森林に覆われた流域を想定してその流域の水収支を考えます。基本的に水の収支は単純です。入ってくる入力は雨だけです。雨が出力としてどのように出ているかという点、川の水として出ていきますが、降った雨全てが川に流れていくわけではありませんが、それ以外にもうひとつの出力として蒸発があり、雨の一部は蒸発してしまって、残りが川に流れるというふうに理解してください。どのくらいの雨の量が蒸発するのかというと、これまでの日本中で行われた研究によると、大抵東北、北海道で年間400ミリぐらい、南に行くほど増えて沖縄では年間1000ミリぐらいの水が蒸発するという

ことがわかっています。日本では年間どのくらいの雨が降るのかということ想像していただきたいのですが、この蒸発の水の量はそれなりに大きい水の量だということはよく分かります。

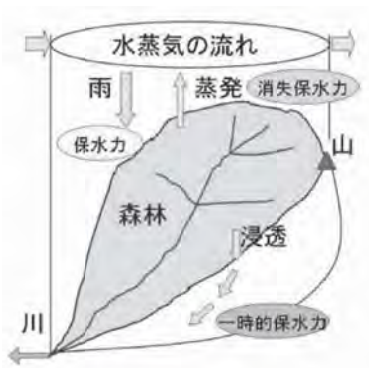


図-1 森林の水収支

一時的保水力というものと、消失保水力というものをどういうイメージでとらえられるかということ、ちよつと補足しますが、一時的保水力は水をゆつくり流すというイメージで、降ってきた雨に対して森のない川と森のある川というのを比較すると、森のない川では、水が結構急激に流れてきて、洪水のピークが高くなる。それに対して、森



蔵治光一郎さん

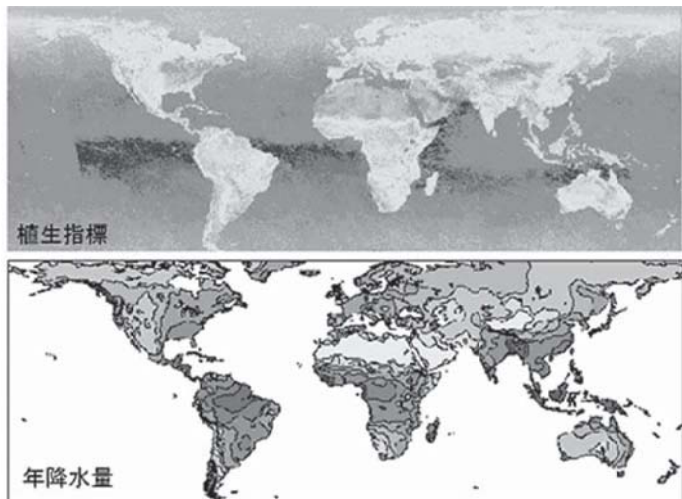


図-3 世界の森林分布と降水量分布の関係

一つが出来ます。
 一番簡単な証明方法は、森林とはそもそもなんぞやという
 ことをよく考えることです。森林というのは地球上の陸
 上生態系の中でもっとも水をたくさん使って生きている生
 物です。そもそも水がない地域では森林が存在しえないわ
 けです。生きていくのに大量の水を必要としますので、水
 をためられる構造、環境をつくらないと森林は生きていけ
 ない。言いかえれば、森林は自らたくさん水を使うから水
 をためるのであつて、べつに下流に水をたくさん流したい
 から、ためているわけではないのです。それを示す一つの
 証拠は、上記(図-3)の世界地図です。上の地図は衛星
 からみた地球の森林の分布です。下の地図は一年間にその
 地域でどのくらいの雨が降るかというのを表した図です。
 この地図を単純に見比べると、非常に単純に分かること
 は、ある程度の年間降水量のあるところしか、森林は存在
 しないということです。両方とも非常にシンプルなデータ
 ですが、よく対応しているということは、森林というのは
 ある程度雨が降るところにしか、もともとないものなのだ
 ということです。
 次にもう一つの森林の消失保水力の証明の説明をしま
 す。これは科学者がこれまで百年以上前から全世界でやつ
 てきた方法ですが、隣り合う2つの川を試験地として設定

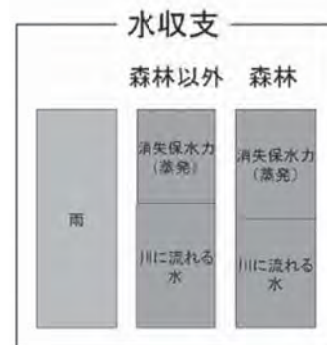


図-2 森林の消失保水力

のある川では川に流れてくる水をゆつくり流すので、その
 水が低くなって勾配もなだらかになって流れる時間が長く
 続く形になります。その結果洪水のピークが軽減されると
 いうふうに理解されます。
 それに対して消失保水力というのは水収支で説明されま
 す。降ってきた雨が消失保水力にともなう蒸発として、川
 に流れずに逃げてしまいます。川に流れる水というのはそ
 の残りです。森林でない川、例えば、草地であるとかハゲ
 山であるとか、そういう土地と、森林とを比較すると実は
 森林の方が消失保水力は大きいということがわかっていま
 す。森で覆われていると森林の消失保水力は大きいのでそ
 の分川に流れる水の量は減るといことです。

今私の説明した2種類の保水力について、多くの方々
 が存知ありません。例えば、緑のダムとか森林保水力を取
 り上げている新聞記事というのは最近増えています。そ
 ういう新聞記事のどれを読んでも、一時的保水力のこと
 しか書いてありません。要するに緑のダムというのは、水
 をゆつくり流すということだけであるというように書いて
 あります。ただし、私に直接取材してきた記者は私が直
 接レクチャーしますので理解して書いてくれることもあり
 ます。それから、緑のダムについていろんな本が書かれて
 いますが、その本を読んでも、これも私の書いた本を除い
 て、基本的に一時的保水力のことしか書いてありません。
 また最近議論になっていて、熊本の川辺川ダムをめぐる緑
 のダムの議論どれをみても、推進側も反対側も一時的保水
 力以外のことは論じていません。つまり、消失保水力とい
 うものが、実際あるにもかかわらず無視されているわけ
 です。

III 消失保水力とは

それでは、消失保水力とはなんぞやという話をもう少し
 詳しくしていきます。まず、先ほど森林の方が消失保水力
 が大きいと書きましたが、これはいくつかの方法で証明す

し、川の流量をしばらく観測したのち、片方を伐採してしまおうわけです。この方法を「対照流域法」といいます。森林で完全に覆われている隣り合う2つの川を設定します。ここを実験しましょうということ、A、Bと名前をつけてまして、最初はずつと測っておいて、2年くらいたったら片方だけ切つてしまいます。切つてしまうと当然切つてしまった方というのは影響が川の水量に出てきます。水の質にもできます。その影響を調べて、森林があることによってどういう違いがあったのか、明らかにしようとする方法です。

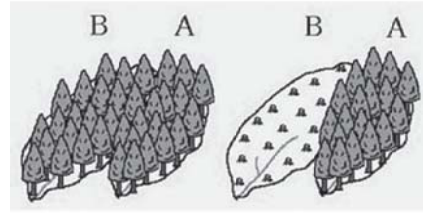


図-4 対照流域法

この方法を実際に私どもは、東京大学千葉演習林というところで展開しました。左の写真は1999年に皆伐した跡ですが、皆伐した後に川が一本流れていまして、この隣の立派な森林の中にも、もう一本川が流れています。この伐採した所も、かつては立派な森林であったわけですが、それを取り除いてその影響がどのようにでるのか調べてきました。



図-5 東京大学千葉演習林袋山沢試験流域における対照流域法の実践

ここで川の水の量がどれくらい変わったかという。伐採した方は伐採した後に川の水の量が増えた。全体として増えただけでなく、水の多いときも増えたとし、水の少ないときも増えました。年間トータルで計算すると大体年300ミリの増加が観測されました。これはなにを意味しているのかというと、森林を切った方では川の水の量が増えるという結果です。これは全世界いろいろなところで行われていて、特殊な例外を除いてすべて共通の結果が出ています。

これを水収支の図でかきますと、伐採する前は森林の消失保水力がこれだけあって残りが川に流れてきました。ところが森林伐採した川に流れてくる水の量が増えたということ、その分消失保水力が減ったということです。つまり、これまで森林が消費していた水というのがあって、その水が余って川に流れ出してきたと理解できるわけです。このことから、森林がある状態の伐採前の方が消失保水力が大きいことがしめされています。2本の川のどちらの水の量が多いかというと、森林の中を流れている川の水の量よりもハゲ山になっている伐採跡地を流れる水の量のほうが多いというのが科学的事実です。みなさん、ここでまず、抵抗があるわけです。森林の中を流れている方が水が多いと思っっている方が多いのですが、違います。森

林というのは水を消費していますので、ここに生えているスギがものすごい勢いで根っこから水を吸い上げていて、空中に逃がしています。ところがこっちは森林がないので、水をにがすメカニズムがありませんから、水はこの土の中で放置されています。写真から想像すると、伐採跡地はカラカラに乾いていて、乾いているのだから川の水はないうように見えるわけです。それはみかけに騙されているのであって、実際この土の中まで全部調べると表面は非常に乾いているけれど、地中は湿っていて、森林の中の方がむしろカラカラに乾いているのだということがわかります。

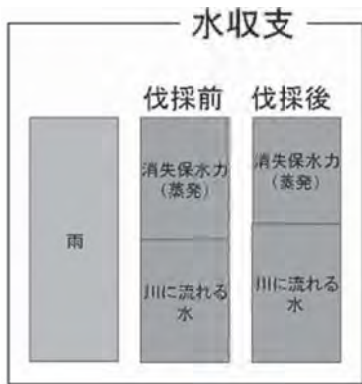


図-6 伐採前後における水収支の変化

多くの人が誤解している森林の保水力

こういう実験は世界中で行われていまして、それぞれ水の量が森林伐採後、増えたか、減ったか調べているのですが、ほとんど例外なく全ての場所で森林を切ると水の量が増えるということがわかっています。すなわち、森林というのは大量に水を消費しているのだということがわかっています。このグラフは縦軸に森林を切ったときにどれくらい水の量が年間増加するかというのを、年間のミリメートルでしめたものです。ここだと、2000ミリ、4000ミリ、6000ミリに水の量が増えるということはこれだけの量を森林が消費していたということの意味しているわけです。横軸は年間のその地域の降水量で、このグラフを見ると年間の降水量が多い地域ほど、森林伐採したときの水の増加量というのが多いという関係があることがわかります。もう一つわかるのは、この図で、四角と三角でわかっているのは、灌木林のケースと針葉樹の人工林のケースでわかっているわけですが、この針葉樹の方があきらかに上の方にきていますので、針葉樹の水消費量というのは、灌木林よりもあきらかに多いということがわかってきています。

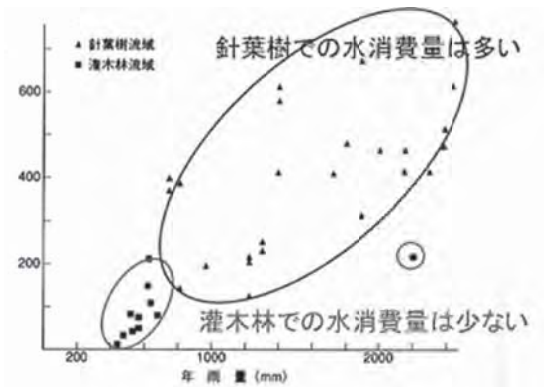


図-7 伐採後の年間流出量増加量と年降雨量との関係

消失保水力に関しては、森林は非常に大きいということがわかっていただけだと思います。これは洪水軽減という観点からは非常にプラスに働くわけです。ところが、このことは例えばダム推進・反対の議論がされているところで、ぜんぜん考慮されていないわけです。日本ではこれま

で皆さんご存知のように針葉樹人工林であろうが、広葉樹天然林であろうが、林業がなかなかうまくいかないのが、森林に人が入らなくなり、樹木はどんどん成長してきています。樹木が成長するとき、基本的に水消費量というのは増えていくので、年々それは大きくなってきています。特に今から40年ぐらい前の拡大造林期のほとんど森林伐採して植林していたような時代と比べたらかなり違うわけです。洪水軽減という観点からはこういう森林は非常に望ましいので、今後もこの状態を維持していったほうが良いということとなります。

IV 消失保水力のメカニズム 〈遮断と蒸散〉

では、消失保水力というのはどういうメカニズムで発生しているのかという説明をちょっとしたいと思います。消失保水力というのは2種類のメカニズムがあります。これはまったく物理的に異なるメカニズムなので、この両方あるということをまず理解しなくてはいけないのですが、一つは遮断といい、もう一つは蒸散といいます。

皆さん経験上雨が降ってきたとき雨宿りするとき木の下にいけば、軽い雨の時は木の下は雨が降らないので雨宿りできるということを知っていると思います。それはなぜ

かというのと、降ってくる雨が弱い間は、雨粒が森林の上部の木冠の部分の葉っぱとか枝とかに付着し、そこで保水され、地面に到達しないからです。これを遮断といいます。これは森林の上層部の保水機能であって、これは地面に達する雨水がそもそもそれだけ少なくなる。この保水された水は雨が降り終わった後に蒸発してしまうということになります。

もう一つは、一回雨水が地面にしみこむのですが、雨が終わって晴れてきたら、木が光合成を開始し、地面にしみこんだ水を根っこから吸い上げて、葉っぱの裏にあいている気孔という穴から水蒸気として蒸発させていく、こういうメカニズムで土に保水された水が蒸発していく現象で、これを蒸散といいます。

この二つのメカニズムについて、それぞれ詳しく紹介したいと思います。まず遮断です。この遮断というのは小さい雨については、比較的重要な現象ですが、大きい雨、例えば洪水で想定するような雨では、樹木の葉はすぐびしょびしょになってしまうということで、関係ないだろうといわれてきました。ところが最近遮断の研究が大変盛んに行われていまして、最近の研究では、どうもそうではないらしい。大雨のときでも無視できないのではないかと、ということがわかってきました。最近の研究では遮断というのは雨

が少なくても大きくても大体同じくらいの水量ということではなく、雨が大きいとそれに比例して増大するということがわかってきまして、かなりの大雨でも5%~10%の量が遮断量として失われるらしいということがわかりました。

その一例として、私どものグループは東大千葉演習林で遮断量の測定を行いました。72年生のヒノキ林の中にポトルとかをセッティングして、雨ごとに水の量を全部はかつて、外に降ってくる雨と林内におちてくる雨の量がどのくらい差があるかを地道に調べていくわけです。私どもはこの観測を2年くらい行った中で、非常に運がいいことに雨量が400ミリを超えている1996年の2回の台風をとらえることができました。この2つの台風の時の遮断量というのはそれぞれ24ミリ、30ミリぐらいの量がありまして、これは降雨量の6~7%に相当します。この24ミリから30ミリという数字は、水量としてもすごく大きい雨量です。これだけの雨が森林で遮断されると、おそらく洪水ピークの計算とかに大きな影響を与えます。どうしてこういう結果がでるのかという理由がいろいろ検討されていますが、まず、スギとかヒノキというのは、遮断量が他の広葉樹より大きいといわれていて、これはスギとかヒノキの葉っぱが非常に小さくて細かい構造をしているので、水滴をより大量に保持できるのではないかとということがわかっ

てきています。それから、年間のトータルの遮断量を議論する場合に冬の遮断量を計算に入れますが、常緑樹は冬でも葉っぱがついているので、落葉樹よりもあきらかに大きいだらうということがわかってきています。



図-8 遮断量の測定

	降水量	遮断量
1996年7月台風	422.5ミリ	29.8ミリ(7%)
1996年9月台風	402.4ミリ	24.0ミリ(6%)

表-1 観測された大雨時の遮断量

それから、どういうメカニズムかということをもう少し掘り下げるために幹と皮の吸水量というのを調べました。遮断は葉っぱ・枝だけでは説明できないのではないかと、葉っぱとか枝とかについているものうち一部はポタポタと雨滴として落ちますが、それ以外に幹をつたってすーっと流れ落ちる水もあります。このすーっと流れ落ちる水が、流れ落ちていく間に幹の皮とかに吸われているのではないかと考えまして、観測を行いました。残念ながら100ミリの雨までのデータしかとれませんでした。100ミリの雨までについては基本的に幹と皮の吸水量は降雨量に比例して増大していきます。100ミリのときにはだいたい一本の木で50リットル吸っているということがわかりました。この50リットルというのを樹冠の面積に比例して配分して計算すると大体雨量として5.7ミリと

いう値になり、これが仮に雨量400ミリの時まで、ずっと比例して増大していくとしたら、400ミリに対して20ミリぐらいの雨が吸水されますので、先ほどの結果とかかなり整合してくる。つまり樹冠の葉っぱとか枝とかだけでは、幹とか皮とかも重要な役割を果すらしいということがわかってきました。

次に蒸散のことについて説明します。蒸散というのは大雨の最中に起こる現象ではなく、基本的には晴れていて光合成している状態で水を使うという現象ですので、大雨の最中に水を消費する仕組みではないのですが、それでも以下のような仕組みにより洪水を軽減する機能を発揮します。

蒸散は普段晴れているときにどんどん根っこから水を吸い上げて大気に戻しますので、土の中の水分をどんどん減

埼玉県 くぬぎ山
再生に向かう記録

オオタカが戻ってくるまで
グリーンアクションさいたま/学生エコアクション【編】

「放置され荒れる近郊二次林の姿を見た」より
私たちがくぬぎ山の再生ワークで最初にやった作業はヤマの下刈りだった。下刈りとはクヌギやコナラを残して、他の木や草を取り取る間伐作業のこと。本来なら毎年やらねばならない。くぬぎ山のような人工林は、間伐など人間の手入れによって選移がくい止められる。それと地域の生活や農業に必要な資源を提供するのだ。何年間も手入れをしなければ再び選移が進行し、ツル植物などが密生し、昼も暗いような鬱蒼としたヤブになってしまうのである。



ISBN 4-916043-88-X
定価：800円+税
A5判 116頁

実践社
Tel. 048(431)1804
http://www.jissenshu.co.jp/

らしていきます。洪水というのは、必ずある一定期間の晴天のあとに大雨が降って洪水になりますが、雨が降り始めるときにどのくらいその流域が乾燥しているのかによつて、実は同じ雨が降っても川に出てくる水の量は違うのです。乾燥していればしているほど、空気がおおいので、洪水は軽減されます。森林は蒸散により、根っこから水を吸い上げて大気に戻すので、この空気を大きくする効果があります。草地と森林を想定して比較してみますと、ある期間、晴天が続いていると、森林のある方が水の消費の仕方が大きいので、土が乾燥していきます。そこで大雨が襲来しますと、大雨の水が保水されていきます。草地の場合では、貯留力の余裕があまりありませんので、あふれてくる。ところが森林の場合は、あらかじめ蒸散で乾燥させておいたので、貯留力は確保されていますので、洪水にならない、というように模式的に説明することができます。

(図-9)

今私が科学的に実験の結果を示しましたがけれども、もう一つの調査の仕方は、実際に山の中で暮らしている人達に昭和40年代と比べて、現在の川の流れはどう変わりましたか、と聞いてまわることです。彼らは経験的に知っているわけです。山にスギ・ヒノキを大量に植林しました、その結果、沢の水はどうなったか。彼らに聞くと、あきらかに

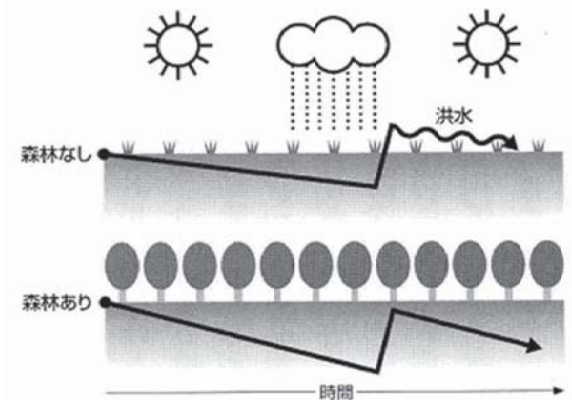


図-9 森林の有無による水貯留容量の変動と洪水発生の有無
(ぐりーん・もあ NO. 22, 2003より引用)

昔に比べて川の水は少なくなった、水が枯れたという人が圧倒的に多いわけです。それはなぜかというところ、針葉樹を植えたら、針葉樹の消失保水力が非常に大きいので水を消費してしまいますから、川の水が減るでしょうと説明で

きるわけです。特にスギ・ヒノキは水を大量に消費する種類の樹木です。それは当然のこと、なぜかというところと林業というのは、そもそも他の植物と戦って負けてしまうような種類を植えても林業として成り立たないのです。他の植物と水の奪い合いに勝って成長するぐらいの、強い水消費能力を持っている木でないと、余りにも効率が悪すぎるので林業として成り立ちません。だから、水消費量の多いスギ・ヒノキを選んでいくという理由があるのです。

よく考えてみると、森林と人間は、森林と川ととってもいいかもしれません、水を取り合っているのだということがわかります。海外では、オーストラリアやインドなど少し雨の少ないところで、乾燥に強いユーカリという木を植林します。このユーカリの植林というのは大変な環境問題を引き起こしています。なぜかというところ、乾燥に強いところでも生きていける木というのは、ものすごく水を吸う力が強いわけですから、地下深くから水を吸い上げて消費しています。そして、地下水面がユーカリを植えたことでどんどん低下していつか、人間が井戸から地下水を取れなくなってしまうことが問題になる。つまり、人間と森林が水を取り合っている典型的な例なわけです。

樹木の違いによって蒸散がどのように違うのか、落葉樹と常緑樹を比較すると、私の理解では、落葉樹より常緑樹

の方が、蒸散が大きいのではないかと思います。落葉樹というのは日本でも世界でも夜が長いところ、緯度が高いところ、雨の少ないところにあります。例えば、東南アジアには雨期と乾期がある地域がありますが、そういうところは落葉樹です。熱帯雨林のように年中雨が降っているところでは常緑樹です。なぜかというところ乾燥とか日照不足は木にとって非常に厳しい、耐え難いストレスなので、そのストレスに耐えるために、やむを得ず自ら葉っぱを落としていくわけです。葉っぱを落とさないとずっと蒸散しないといけなくなるので、水がないと知ったら葉っぱを落として自ら蒸散を停止するのです。これが、落葉樹の特徴です。ですので、葉っぱを落とさずに蒸散を続ける常緑樹、特にスギ・ヒノキの林業用樹種の蒸散が大きいことは間違いないです。水を大量に消費する常緑樹は、水の少ないところでは生きていけず、消失保水力の小さい落葉樹だけが生き残ることができます。

V 一時的保水力とは

これから先は森林の一時的保水力についての説明です。こちらはおそらく皆さんにもなじみのある、ゆつくり流す機能です。ゆつくり流す機能にも、そこにたくさんのメカ

ニズムがありますが、大雑把にわけると2つの点に整理されます。ひとつは、降ってきた雨水が土に浸透するかどうかです。浸透する指標を浸透能といいますが、この浸透能が高いか低いかがあります。水が浸透しないと、浸透しない水というのは、地表面を流れますので、早く流れます。これは、一時的保水力にとつて非常にマイナスになります。それから、もうひとつは浸透した後の水がどう流れるかということです。この2点に分けて説明します。

まず、浸透能の話ですが、浸透能というのはこれまでいろいろな人がいろいろな形で測定してきました。森林水文学の浸透能に関する定説はいろいろ変わっています。かつての定説は、今から30年ほど前の1975年に村井さんという方が非常に精力的に測定された、日本全国の針葉樹と広葉樹で平均的に260くらいという値があり、この値が長い間定説でした。この値は浸透能として非常に大きい値です。この値の単位は、時間あたりミリメートルという雨の単位にそろえてありますので、雨と直接比較ができません。日本でどれくらい強さの雨が1時間あたりに降るかという、日本記録で187ミリです。日本記録を上回っている浸透能ですから、日本記録の雨が降っても、それは全部浸透するということになります。

ところが最近の定説は著しく変わりました。どう変わったかという、この値は測定方法に誤りがある、全く現実の浸透能を表現していないということを証明し、現実的にどうやって測定したらよいかということを示し、そこでできた値は大体30ミリぐらいだということです。30年前の定説はどのような方法で測っていたかというと、これは市民参加の森林調査でもできる方法ですが、直径20センチくらいの塩ビ管を長さ40センチくらいに切つて、土にハンマーで打ち込み、ある一定の量の水を注ぎ込むと水面が下がっていきます。この水が全部下がってしみこんでいくのに何秒かかるかということをストックプウオッチで計り、浸透能を計る。ところがこのやり方は、実際に雨が雨粒として落ちてきたときにどのくらい浸透するかという現象と、条件が全然違うので、現実に行き起きている現象を忠実に表現できていないことが分かってきました。

実際にはどういう方法で浸透能を測定しなければならぬのか、私に加わっている研究チームで、開発されたひとつの方法を紹介いたします。一番いい方法は森林の上から雨を降らせることですが、非常に難しいので、代替手段として簡易的に行うものです。雨滴を再現しないとけないので、アウトドアのテントのフレームを森林のなかに立てます。この上にぐるぐる回転しながら水滴をまき散らす散水

ノズルを取り付けます。問題はここにどうやって水を運ぶのかということですが、頑張つて水を運んできて、水を撒くわけです。この撒いた地面でどのくらい浸透しているかを測定すると30ミリという値が出てくる。逆に言うと30ミリ以上の水を降らせると浸透せずに地表を流れることになります。

次に、水が浸透した後どう水が流れるのが問題になります。浸透した後の水の流れというのは非常に複雑です。土壌の下に土層があります。土層というのは基本的に有機物からできているもので、土層というのは基本的に無機物なものである。土層の中には土中パイプといって土の中にある水とかモグラとかが作った穴や木の根っこが腐ったあとの穴とかがあって、その水の中を水が流れることがあります。斜面がどのくらい長いとか、勾配がどのくらいか、地形がどうか、地質がどうか、とか非常にいろいろな要素に影響されますので、とても複雑ですが、このうち森林土壌に関しては、森林がどのタイプの森林かということによって変わります。それ以外の地質や地形などは、森林の状態にほとんど影響されない部分なので、森林土壌がとても大事だということになってきます。森林土壌というのは発達していけばいくほど、



図-10 30年前の定説の根拠となっている測定方法



図-11 正確な浸透能を測定できる方法の一つとして提案された方法（恩田裕一氏撮影）

多くの人が誤解している森林の保水力

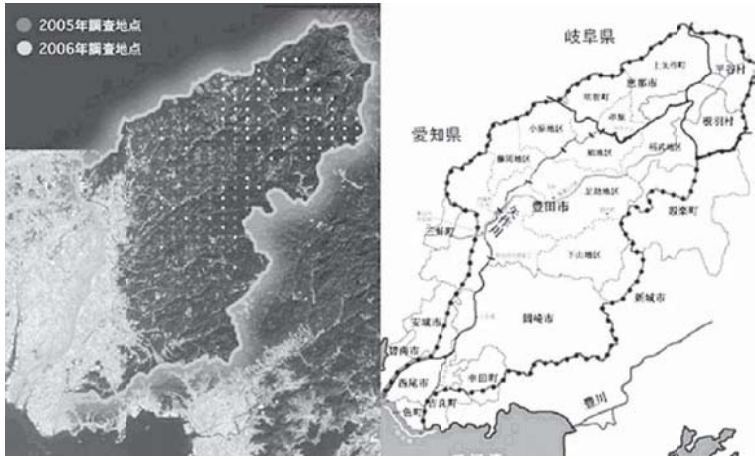


図-12 矢作川森の健康診断の調査地点
(洲崎燈子氏作図)

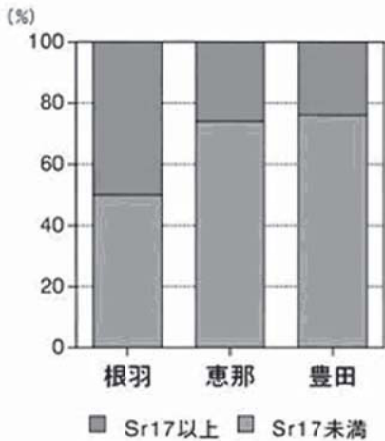


図-13 第2回矢作川森の健康診断から
見出された地域ごとの相対幹距 (Sr) の違い
(洲崎燈子氏作図)

かかってきました。
では、こういう森林で何が起きているのか、そのメカニズムも最近明らかになってきましたので、ご紹介いたします。ここでは雨滴による土壌浸食が起きている。これも皆さんには聞きなれないことだと思いますが、雨滴による浸食というのはこれまでは畑とかでは知られていましたが、森林の中では、そういうことが起きることは知られていませんでした。ところが最近では、林内で土壌がむき出しになっていると、雨滴のエネルギーでその粒が細かく砕かれ、砕かれた粒が隙間をうめてしまつて水が浸み込みにくくなる。つまり浸透能の低下をもたらすことが分かってきました。そこに大雨が降ると地表流が発生しているらしいということがわかってきました。これまでの理解では、森林の中というのは、落ち葉

多くの人が誤解している森林の保水力

水をゆっくり流すのにいいだろう、これは皆さんもよく分かっていただけだと思います。逆に言うと、森林土壌が失われているような状態では、これは地表面流が発生していてもなくても一時的保水力というのは低下している。問題なのは森林土壌というのはハゲ山状態になっているところから300年以上かけてゆっくりと形成されてゆくといわれています。ところが森林土壌を失うのは一瞬だということです。
健全な人工林と不健全な人工林を比較すると、健全な人工林では森林の下に草が生えていて保護されています。ところが不健全な人工林では根っこが露出してきます。根っこが露出しているというのは何を意味しているのかというと、木の根っこというのは日本では基本的に土壌の中しかできないものです。根っこが出ているというのは、もともと根っこを覆っている高さに土壌があつたにもかかわらず、時間がたつて、土壌が流れ去つてしまつて、根っこが露出してきてしまったことを意味しています。
どこにでもある、中が真っ暗なヒノキ林の中に入つてみると、草が一本も生えていない非常に悪い状態のヒノキ林があります。私たちはどのくらいこういった森林があるのかということ調べてみたいと思つた。実は行政も森林組合も森林所有者も誰もデータをもっていない。それで、自

分たちで調べるしかないと思つて、市民参加の森林調査をやつてみました。これは、私どもの愛知県の矢作川流域の例の紹介ですが、流域単位でやらなければならないということ、矢作川流域全体を対象としています。流域全体を2キロメートル四方の格子に区切り、全地点網羅的に約200地点、すでに2年間かけて調査してきました、今後10年間毎年1回調査する計画になっています。1回目の時には約180人の参加を得てやりました。2回目の時は360人規模に膨れ上がりまして、流域は愛知県・岐阜県・長野県と3県にまたがっていますので、会場も岐阜県の恵那会場と長野県の根羽村の会場と愛知県の豊田市の足の助の会場に分けました。
この調査から、私どもはこの矢作川流域というところで、悪い状態の人工林がどのくらいの面積を占めているのかという、ある程度結果を出しました。いくつかの指標がありますが、たとえば「相対幹距」という指標をとりますと、非常に悪い状態の森林が長野県域では50%ぐらい、岐阜県域・愛知県域では75%ぐらい、つまり全体の人工林の75%は非常に手入れの悪い、真っ暗な人工林であるという結果が出てきました。林業に非常に熱心に取り組んでいる長野県域の根羽村は、成績は比較的良好いわけですが、相対的には良くても、それでも50%は混みすぎであるとわ



図-15 よい森林（左）と悪い森林（右、稲垣久義氏撮影）

かりましたので、いい山というのは木の密度が低くて、中が明るくて下草が生えていて、土壌表面を保護して、水が浸透していく山。悪い山というのは非常に暗くて木の生える本数が多すぎて、下草が生えてなくて土壌表面露出しているような山であると非常にシンプルに決めることができます。人工林が適切に管理され、丁寧に伐採が行われていれば、一時的保水力は保たれていると考えられます。

	洪水軽減	水資源涵養
一時的保水力	+	+
消失保水力	+	-

表-2 一時的保水力、消失保水力と洪水軽減、水資源涵養機能との関係

れ異なっています。一時的保水力に関しては洪水軽減や水資源はともにプラスになっていますが、消失保水力に関しては洪水軽減にはプラス、水資源にはマイナスになります。つまり、この2種類の保水力は洪水に関し

今説明してきたように、保水力というのは2種類あるわけですが、残念ながら多くの人はこのうち一時的保水力しか取り上げず、特にマスコミはそうですが、消失保水力はぜんぜん取り上げられません。ところがこの2種類の保水力というのは必ず同時に発生し、発揮されますので、片方だけ取り上げても洪水や水資源に与える正確な結論は得られません。実はこの2種類の保水力が洪水軽減や水資源に

VI 人々は森林の保水力をどう認識してきたか

多くの人が誤解している森林の保水力

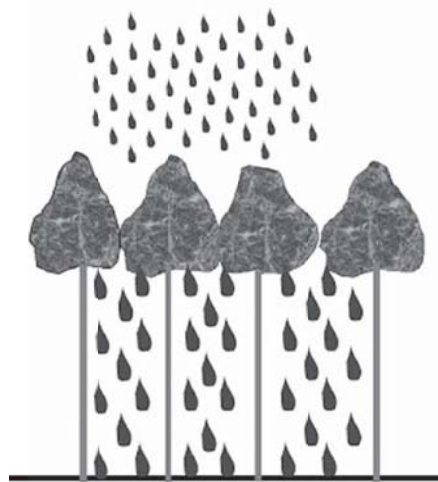


図-14 森林内で雨滴侵食が起きるメカニズム

とか下草とかが生えていて、雨滴は直接地面の表面に当たらないので、水は1回落ち葉とかに当たってエネルギーを失ってから、速やかに浸透していくと思われていて、畑では地面に直接当たるので地面が目詰まりすると思われていました。最近の理解では、健全な森では確かにそうなりませんが、不健全な森では、畑と同じようなことが起きると分かっています。

こういう侵食が起きているかどうかは森林の中の土壌をよく観察するとよくわかりますが、ヒノキの種や小石の乗っている土の柱、「土人形」と呼ばれています。こういうものが観察されれば間違いなく目詰まりと浸食が起きていて、その高さから土壌の浸食量が分かります。まず大事なことは「土人形」は森林の外よりも中のほうがむしろできやすいということです。なぜかという外に降ってくる雨粒よりも、森林の中に降ってくる雨粒の方がだいたい4倍から5倍大きいということがわかっています。これは一度樹冠の上に落ちた雨粒が葉っぱに貯留され、ある程度集まって、ぼたつと落ちるので、そうなるのです。落ちてくる高さも高いので、速度もそうとう速くなりますので、エネルギー的には直径の二乗の16倍、25倍の非常に大きなエネルギーで地表を叩くことになります。石とかヒノキの種とかがあると、実はこれがあるだけでその衝撃エネルギーを吸収してくれて、地表を保護してくれるのですが、これがないところでは、雨粒が直接、土の表面を叩くので、削られて流されていきます。

こういうメカニズムで土壌がどんどん流されていった結果、根っこが露出している林ができていく。一番ひどいケースになると根っこだけが露出して中の土壌がすべて流されてしまった状態の森林もあります。メカニズムがわ

理戦 88

158

平地の常緑樹林



ブナ林

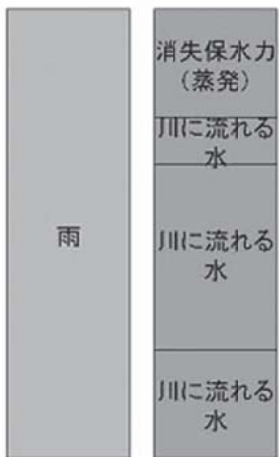


図-17 ブナ林で川に流れる水が多い理由

ては両方ともプラスですが、水資源涵養についてはプラスとマイナスです。どちらの効果も強いのかによつて水資源が涵養される場合もあり、また逆に水が枯れることもあるということです。(表1-2)

今から森林の保水力が人々にどう認識されてきたか、その歴史についてお話しします。保水力の歴史を振り返ると、17世紀の治山治水思想にさかのぼります。その後、1896-197年の治水三法の制定があり、1930年代になるとため池の渇水というのが問題になって、植林が原因かという論争が起きました。それから東京オリンピックの時代になり、水不足対策としての緑のダムが有効であるのか議論されました。1980年代になると自然保護の観点からブナ林や緑のダムの議論、最近になるとダムとか河口堰とかの反対運動に関係して洪水の軽減、水害の防止という観点から緑のダムの議論がでてきています。17世紀の治山治水思想は基本的には土砂が出てくるのが問題でした。山川掟という1666年にできた法律では当時は根っこまで掘ってしまっていたので、土砂が流出して困っていたので、植林をするという内容であつて、水の量の多いとか少ないとかは問題になっていませんでした。治水三法が制定され、ハゲ山の復旧工事が進められ、マツを植林しました。そして、ため池が渇水になりました。これは因果関

係があるかどうか。ハゲ山に比べマツ林のほうが消失保水力は大きいので、その分だけ川に流れる水の量は減りますから、おそらくため池の渇水はひどくなるだろうと考えられます。

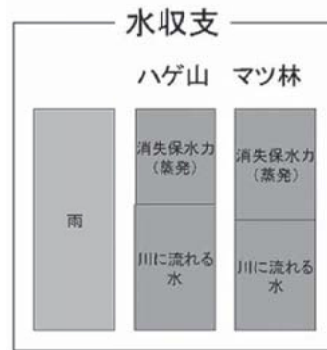


図-16 ハゲ山にマツを植林したことによる消失保水力の変化

ブナ林についてですが、ブナ林は緑のダムとして優れている、ブナ林は保水力が非常に高いからブナ林から流れてくる水は滔々と、たくさん流れてくると皆さんは思っているらっしゃるようです。水がたくさん流れてくるのは間違いないかもしれませんが、ブナ林は保水力が特別高いというのは、全く間違っていない、私は逆にこう説明できると思つています。普通の常緑樹林を考えると、降ってきた雨の一部が消

愛しの川辺川

ダムはなぜ必要ないのか

【編】子守唄の里・五木を育む清流川辺川を守る県民の会

【目次】

- はじめに
- 第一部 ダム建設をめぐる攻防
計画発表から40年
ダムがなくても住民は困らない
ダム建設反対運動の今
- 第二部 清流川辺川の魅力
豊かな自然環境
ダムがもたらす環境破壊
- 終わりに

ISBN 4-916043-95-2
【定価】 本体価格800円+税

実践社

埼玉県蕨市塚越2-18-6 (〒) 335-0002 (〒)
TEL 048(4)33-1108 4
http://www.jssensha.co.jp

失保水力で蒸発するとして、残りが川に流れていきます。ブナ林の特徴の一つは、落葉広葉樹ですから、消失保水力は常緑の木よりも小さい。保水力が小さいので、その分、川に流れる水に量は増えるわけです。もうひとつはブナ林というのは標高の高い山の上にありますので、山の上というのは森林があるなしかかわらず雨や雪が多いところですね。そういうところなので、平地に比べて余分な雨の水量が追加されますので、追加された分は全部川の水として出てくる。その結果、ブナ林では普通の常緑樹林よりも、二つの水量の追加があるために、川の水量が多くなるので、「保水力が小さいから川の水量が大きい」という理解が正しいということになります。これは多くの人の認識とは正反対かもしれませんが、冷静に科学的に考えればおのずと導かれる結論です。

Ⅶ 終わりに

森林の洪水軽減機能はどう理解すべきか

これまで述べてきたように、森林というのは何種類もの洪水の軽減機能があります。一時的保水力も消失保水力も両方ともプラスですから、それをどう理解するのですか。

17世紀の治山治水思想というのは水の量の思想ではな

く、土砂流出防止です。ため池の論争というのはマツが水を消費したという結論です。水不足対策で緑のダムというのは誤りで、ブナ林の保水力が大きいというのも誤りで、消失保水力が小さいという理解をすべきです。最近のダム反対運動等における緑のダムを巡る議論は、一時的保水力の他にも消失保水力があるのに無視されているので、もったいないというように理解されます。

熊本の川辺川ダムの問題を例にとつて緑のダムの問題を整理すると、ダム推進側の方々は森林の保水力というのは大洪水時には無視できると主張されています。この主張が正しいかどうかを科学的に証明するには、洪水軽減機能は何重にもありますので、その一つずつ全部無視できるということを示さなくてはなりません。そのような証明はされていません。一方、ダム反対側の方々は、一時的保水力だけで洪水軽減を主張されていますが、これに消失保水力の主張も加えれば、さらに強力な主張になると思います。

ところがダム反対側の方々の仮説というのは2種類あって、ひとつは40年前と比べて現在は森林が成長し、緑のダムは強化されて、洪水は緩和されたという主張です。言い換えれば40年前に計算された基本高水は過大であるという主張です。もうひとつは、現在の放置人工林は地表流が発生して、緑のダム機能が劣化しているので、森林の整

備をして、その他のダム以外の治水事業等とあわせれば、コンクリートのダムを代替できるのではないかとという主張です。ところがこの2つの主張は、一方は現在の森林は緑のダムがすばらしいという主張で、もう一方は、現在の森林は緑のダムとしてよろしくないという主張なので、いまの森林の状態は果たしていいのか悪いのか、分かりにくくなっているのが残念です。ダム推進側の主張は、森林というものは小・中規模の洪水の緩和にはなるが、大洪水の緩和にはならないというものです。あるいは緑のダムというのは面積だけで決まっています、樹木の種類とか林齢とか手入れの有無とかには関係がないという主張です。大洪水と中小洪水の定義は定かではないし、樹木の種類とか林齢とか手入れの有無とかには関係がないと言いつける証拠はまだみつかっていません。現時点ではいづれも仮説にすぎず、科学的には真偽のほどはまだ分かっていないので、今後の検証が必要であるように思います。

森林の保水力については多くの方が誤解している。科学的に正しい理解を踏まえたマスコミの報道、行政の政策や市民の運動が必要であろうと思います。現時点では科学的な情報が不確かなので、諸説あると思いますが、少なくとも放置人工林や皆伐後の再造林放棄地を放置し続けることは、市民の安全・安心を脅かすことは間違いありません。

これは早急に対策をしなければなりませんので、まずは皆が力を合わせて放置人工林の手入れから行動を始めればよいのではないかと考えます。

本原稿は、2006年12月3日に熊本学園大学にて行われた「第19回日本の森と自然を守る全国集会熊本集会『緑のダム―森林の保水力』」における講演をもとに作成された以下の記録原稿をもとに再構成したものです。蔵治光一郎、森林の保水力について、不知火海・球磨川流域圏学会誌 Vol.1 No.1, pp.71-82, Mar.2007

くらじ・こういちろう 東京大学愛知演習林講師。一九六五年東京生まれ。青年海外協力隊員（マレーシア）、東京大学千葉演習林助手、東京工業大学講師等を経て現職。「青の革命と水のガバナンス」研究グループ長を務める。編著書に『緑のダム―森林・河川・水環境・防災』『森の健康診断―100円グッズで始める市民と研究者の愉快な森林調査』『森林認証・地域材認証と森林管理・木材利用』など。