

土

と

水

を

考

え

る

Vol.1

株式会社水地盤研究所 新實智嗣



## 土と水を考える

土と水について日々思うこと、気づいたことを書いていこうと思います。

最初は「土」について

「土」という漢字の起源を知っていますか？

この漢字の下部分「 ㇏ 」は地表面を、上の「+」は盛り上げた土とその上に生育する植物を象形したもので、生命を育てるものという由来があるそうです。

普段あまり気にしないけど、「土」は私たちの生活には切っても切り離せない大事なものですよね。

もっともっと勉強して、いろいろ役に立てれば良いなと思っています。

## 土の変化

シルトや粘土などの小さい粒でできた土は、土の中に含まれる水の量によって性質が変化します。

水は、固体（氷）→液体（水）→気体（水蒸気）と変化しますが、

シルトや粘土は、液状（ドロドロで流れる）→塑性状（ぞせいじょう）（粘りがあって形が変わる）→半固体状（指でおしてもなんとか跡が残る）→固体状（かちかちに固い）、というような変化をします。

陶芸の粘土細工を例にとると・・・

水をたくさん加えるとドロドロの液体状になります。焼き物の型に流し込んだりするときはこの状態です。

口ク口などで使う場合にはもう少し水を少なくしてやります。この状態では、手で自由に形を変化させることができます。

次にできたものを乾かしていきます。そうすると、乾燥が進みだんだん堅くなってきます。ある程度堅くなると、もう形を変えることはできません。

これはすべて土の中に含まれる水の量によって決まります。

水加減が大切になります。

## 液性限界・塑性限界

シルトや粘土の状態は土に含まれる水の量によって決まります。

土の水の量は「含水比（がんすいひ）」という言葉で表します。

これを数値化（評価）するための試験があります。ちゃんとJISで規格されています。

シルトや粘土に水をどんどん加えていって、ドロドロの液体状になってしまう時の水の量（含水比）を「液性限界（えきせいげんかい）」といいます。

また、逆にどんどん水を乾かしてカラカラの半固体状になってしまう時の含水比を「塑性限界（そせいげんかい）」といいます。

この値は、土の粒の構成や土ができた条件など、様々な要因により変化します。

少し水を加えただけで、すぐに液状になってしまうシルトや粘土もあれば、なかなか液状にならないシルトや粘土もあります。その逆になかなか半固体状にならないシルトや粘土もあります。

すぐに液状化になってしまうシルトや粘土は、雨が降るとすぐにグチャグチャになるので、やっかいものです。

## シルトと粘土

シルトと粘土似ているようで、やっぱり違います。基本的に粒の大きさに区分されます。肉眼では判断できません。でも、さわった感じがちょっと異なります。

シルトは少し手にとって、指先と指先でするつぶしてみます。当然、砂ではないのでザラザラ感はありません。でも水につけてみると、何となく「ツルツ」としています。粘土の場合は、水につけてすりつぶしてみると、何となく「ねちゃねちゃ感」があります。

見た目が一緒だから同じ区分でいいように思われますが、ちゃんとした訳があります。

粘土みたいにとても細かい粒子（顕微鏡で見ると薄片状に見える）は、微視的構造（めちゃめちゃ小さいミクロの世界）で他の粒状の砂とかシルトとかとは異なる性質を持ちます。

①粘土の粒子には表面電荷といって電氣的な力を持っていること、②小さな粒の表面には吸着水と呼ばれる水分子がくっついていて、③比表面積がきわめて大きいこと、という3つの特徴を持っています。

ちなみに、粘土の粒の比表面積は・・・一辺が1cmの立方体の表面積は6cm<sup>2</sup>ですが、この中の粒の1個1個がもつ表面積を全部合計すると、なんと60,000cm<sup>2</sup> (=6m<sup>2</sup>) になります。とても小さな粒にとても小さな力が働いている。でもこれがとてもとてもたくさんあって、すごい力（自由に形を変化する）

を発揮している。

この特徴が土のもつ力に大きく作用するために、区分されて考えるようにされています。まだまだ解明されていないことがたくさんあり、今も研究が進められています。

## 団粒構造

「団粒構造（だんりゅうこうぞう）」って聞いたことがありますか？

農業関係の方は、ご存じかもしれませんね。

森林や畑の土の状態を示します。

比較的丸みがあって有機物に富み、空隙が多くほどよく軟らかい感じの「土の集まり」です。

個々の土の粒は1～2mm以下であることが多く、軽く手ですくって、揺すってもコロコロとした固まりが残る感じです。

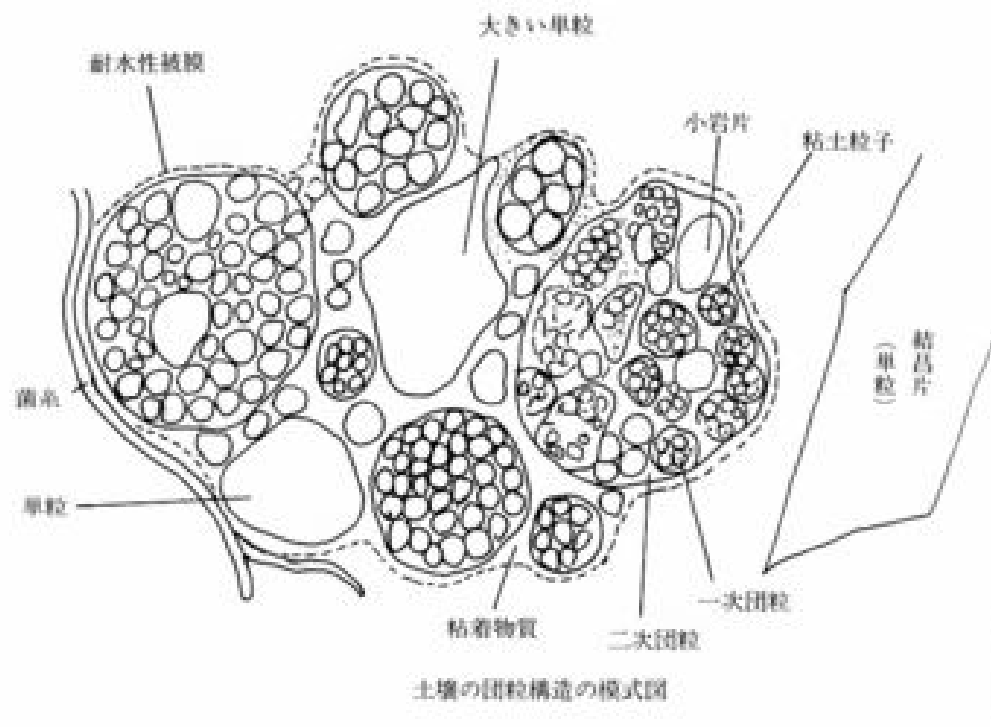
水の供給が多く微生物や土壌動物（ミミズなど）の活動の盛んな、褐色森林土や黒色土などの表層に発達しています。

この団粒構造は、細かい粘土粒子が電氣的に引き合ったり、微生物が分泌する粘着物質などにより小さな団子（一次団粒）ができあがり、さらにそれらがくっついて大きな団粒（二次団粒）を作ります。

団粒化した土壌はふかふかして軟らかく、水を蓄えるとともに、余分な水は下に逃がします。また、ある程度隙間があるため、植物の根も張りやすく安定します。

畑など耕作にも最適です。





## 地下水位でわかること

毎回同じ場所で、地下水位を継続して測っていると、いろいろなことがわかってきます。

- ①季節によって水位が大きく変化するところ。
  - ②いつでも水位が変化しないところ。
  - ③隣り合わせの井戸なのに、水位が全然違うことがあること。
- これにはいろいろな理由があります。
- 「①」は雨の影響を受けていることなどが挙げられます。
- 「②」は雨などの影響を受けない深い地下水、もしくは地下水の豊富な供給源があるなどが挙げられます。
- 「③」はそれぞれの井戸の深さが違うこと、被圧帯水層とそうでない帯水層の場合などがあります。

測ってわかった数値は、ただの数値ではありません。

その数値には、ちゃんとした理由があってその数値を示すのです。

ただ測るだけでは意味がありません。その先が必要なのです。数値の表す意味を考えていくと、いろいろなことがわかってきておもしろいですよ。

## 地下水が建物を押し上げる

いままで、大量の地下水をくみ上げていたところが、規制されたことにより地下水位が回復してきたことは良いことなのですが、少し問題があります。

地下水位が低いと思って造られた地下構造物（地下鉄やビルの地下室など）が地下水位の回復上昇によって、浮力が増加し、建物自体が押し上げられてしまうのです。

信じられないかもしれませんが、水の力はそれほど強大です。その対策として建物が浮かび上がらないように「重し」を乗せたり、ワイヤーで固定したりする対策もあります。

実際に東京駅では問題になり、平成12年には130本のアンカーを打ち込む対策をしています。

自然の力は、すごいです。

## 地下水の流動阻害

地下の工事をすることによって、地下水の帯水層、水みちが遮断されると地下水の流れが変わり、地下水位の上昇や下降、井戸枯れなどの障害を招きます。

たとえば、平野部でも緩やかに傾斜しており、地下水も地形に合わせて上から下へ流れています。その中を横断する形で地下鉄や地下道路ができたとします。

当然、水みちが遮断されます。その構造物の上流側では、地下水の流れが遮断され地下水位の上昇が発生します。逆に下流側では、地下水の供給が止まってしまい地下水位の低下が生じることになります。

このような障害を「地下水の流動阻害」と呼んでいます。最近の建設工事ではその周辺に井戸を使用している人はいないか、わき水はないかななどを調べておき、十分注意して施工するようにしています。

## 森の水を測る

私が取り組んでいるテーマに「土壌水分観測」というものがあります。

これは森の中に降った雨が、地面の中をどのようにしみ込んでいくのかを調べるというものです。

測るために、「土壌水分計」という特殊な計測器を使用します。

この計測器は、長さ 1 m の棒にいくつかのセンサーがついています。



この棒状の計測器を地面の中に設置し、データを集積していきます。

設置はこんな感じで行います。

棒状のセンサーを入れる穴を開けます。地面に 1 m 穴を開けるのは、結構な重労働です。



掘った穴に測定器を入れる専用のパイプを打ち込みます。できるだけ地面との隙間を空けないようするため、軽く打ち込んでいきます。



最後に打ち込んだパイプに測定器を挿入して、準備完了です。



計測器の近くには雨量計を設置して、雨の降った量と土壌の水分量の変化を記録していきます。

このようなデータを集めることによって、森林土壌の機能を解明していくことに繋がっていきます。

## 雨を測る

雨の降った量を測る観測装置です。単純に[「雨量計」と呼びます。

一般的には「転倒ます型自記雨量計」が使用されています。

円筒管の中には小さな「ます」が天秤のように2つ内蔵されており、降った雨がその「ます」の中に一定量貯まると重みで転倒し、もうひとつの「ます」に貯まるようになります。「ます」が転倒する際にスイッチが入るような仕組みがあり、これを繰り返し記録することで、1時間にどれだけの雨が降ったかを観測します。

雨量計の形は、メーカーによりいろいろな形があります。

昔からある標準的なものです。年季が入ってだいぶ錆びついています。





最近はプラスチック製も出てきました。軽くて扱いやすいです。



最近、少し地区が離れただけで雨の降り方が、異なることもあるので観測対象地区に最低一つは設置しておくことが望ましいです。

もし、どこかで見かけたらそっとしておいてください。揺らしたりすると、転倒しますが動いて晴れた日なのに雨が降っていることになってしまいます。

## 気温と地温

気温と併せて地温（地面の温度）を観測することも有効なデータとなります。

今はデジタルで小型の温度計が販売されており、時間ごとにデータを記録することが簡単にできます。

私が使っているセンサーは2つ同時に温度を測定することができます。

一般的には外気温と室内などというように使い分けるのですが、私の場合は一つを地面に埋め込んで、地温と気温を記録しています。

これが温度計の記録装置部分です。タバコの箱よりひとまわり小さい小型のものです。





温度感知センサーを土壌水分計の脇に埋め込んでいます。深さは10cmとしています。真ん中の細くて黒いコードがセンサーです。



いろいろな情報が集まってきました。これからこのデータを使っていろいろな「森の仕組み」を考えていきます。

## 流量観測（三角堰）

土壌水分を設置している付近の小さな溪流で流量観測を行っています。

「三角堰」と呼ばれる堰を使って沢から流れる水の量を観測しています。

雨が降ったときにどのくらい水量が増えるのかを調べるには、連続的な観測が必要です。

ここでは、堰からあふれ出てくる量を水位センサーを用いて 10 分毎に水位を測っています。

あとで、計算式により水位から流量に換算していきます。

ただ、山の中の観測では、降雨時に上流や上空から落ち葉や小枝などが流れてきたりします。

これが、堰に引っかかってしまい、どんどん積み重なり堰をふさいでしまうことがしばしばあります。

こうなると、水位がどんどん上昇してしまい、実際の水量と異なる観測結果を出してしまうことになります。

これを防ぐ手段としては、とりあえず網を張って防ぐしか思いつきません。

あとは、いかに定期的にメンテナンスをきっちりやっていくかですね。



雨の後は落ち葉が詰まってしまいます。



網を張って防ぎます。

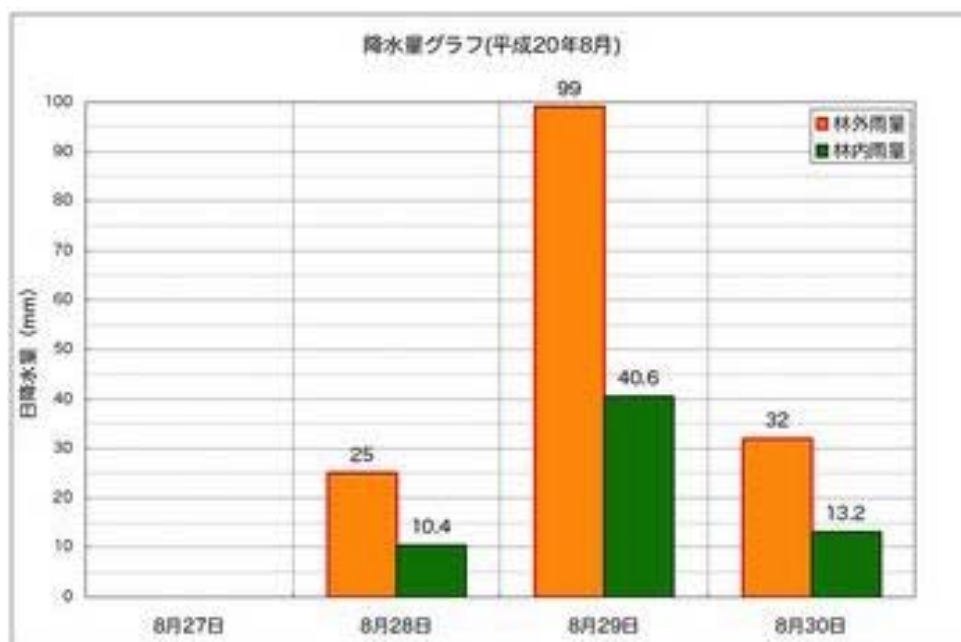
## 林外雨量と林内雨量

林内雨量と林外雨量の観測結果のグラフです。

先日、大雨となった8月28日から30日にかけての状況です。

グラフは1日に降ったそれぞれの降水量を表しています。

オレンジが林外雨量、緑が林内雨量です。



林内雨量は森の中に設置してあります。これを見ると樹木により雨が遮られる様子がわかります。

だいたい50%くらいは遮断されているでしょうか？

29日も100mmに近い大雨を40mm程度までに抑えています。

遮断された雨は樹木を伝わって流れ落ちたりして、結局は地面に到達します。

けれども直接地面には到達せずに、時間的な遅れを作ってくれています。

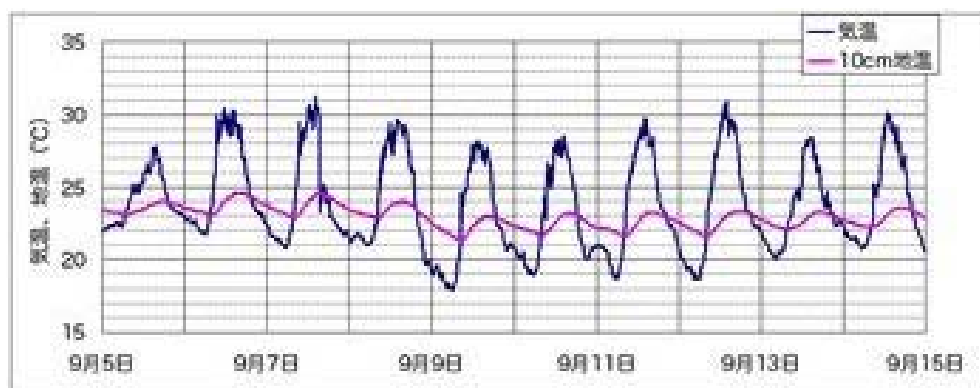
## 気温と地温

気温と地温の観測結果です。

青線が「気温」、赤線が「地温」です。

気温の変化は1日に10℃前後変化しますが、地温は2℃程度しか変化しないことがわかります。

もちろん、天候や雨の状況などによって変動幅は変わってきます。季節的な変化もあります。

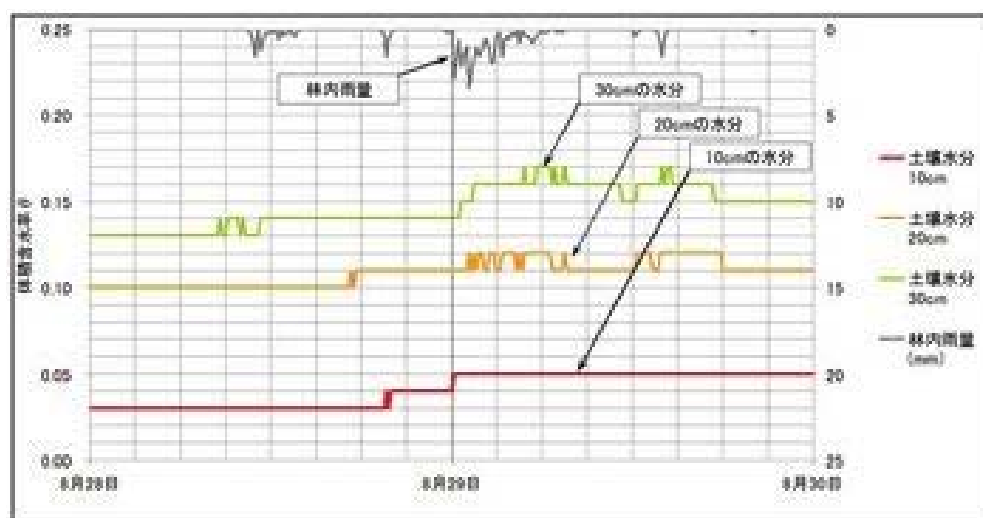


グラフをよく見ると1日の変化の中で気温と地温のピークの時間的なずれも読み取ることができます。



## 土壌水分観測

土壌水分と降雨量との関係です。地面の下 10cm、20cm、30cm の水分量の変化と林内雨量の関係をグラフ化したものです。水分量は上にいくと増加、雨量は下にいくと増加を表します。



まだお互いの関係がどうなのかははっきりとしたことは言えませんが、雨が降ったら土壌の水分量が増えることはグラフをみるとわかると思います。当たり前のことですが・・・

これから、深さ方向の時間的なずれや水分量の変化の大きさなどを見比べて、いろいろな解釈を加えていきます。

10cmの水分の変化量が少ないのは、地表部分の石ころなどが影響しているかもしれません。

## 流量観測の結果

沢の流量観測の結果です。

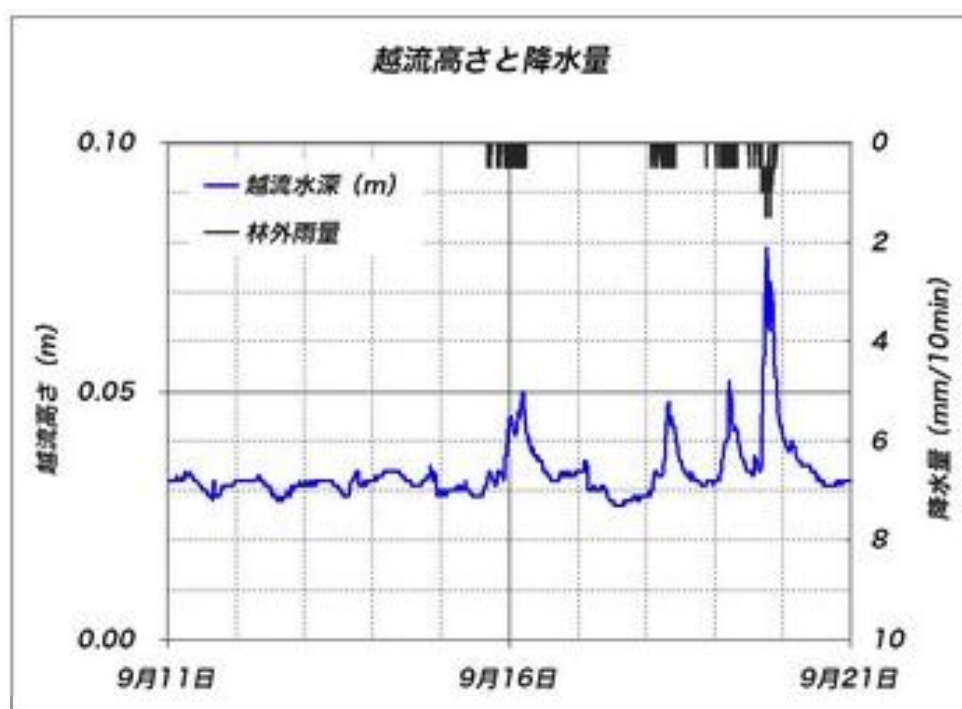
雨が降ると沢に水が流れ込みます。

こんなグラフができあがります。

沢に設置した堰をオーバーフローする「越流高さ」と「降水量」の関係です。

青線が越流高さ、黒線が10分あたりの降水量です。

実際はこの越流高さから流量に換算します。ハイドログラフとも呼ばれています。



雨が降って流量（越流高さ）が増えます。雨がやんだ後は緩やかに流量は減っていきます。

あたりまえのことですが、この曲線の山のでき方がそれぞれの沢ごとに特徴があり、その流域の流出過程を現しています。

森林地であったり、造成地であったりなどその土地の条件が反

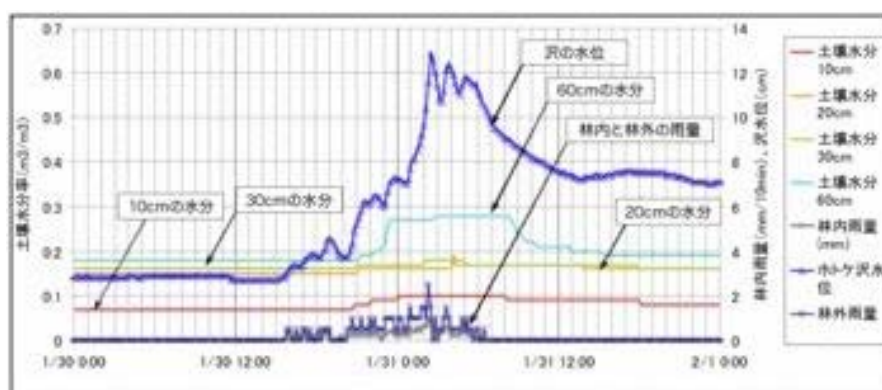
映されるため、基本的な情報となります。

## 土壌水分と沢流量

土壌水分と沢水の水位、林内と林外雨量のすべてを一つのグラフに重ねてみました。

林外雨量と沢水の水位は、きれいに連動していますが、土壌水分の変化は、若干遅れて変化する様子がわかります。

これだけでは何とも言えませんが、それぞれの降雨に対してどんな変化をしているのか調べてみたいと思います。



## 観測結果から

降った雨がどのようにしみ込んで、どのように出て行くか、その過程を観測機器で測ることができました。

今度は、その情報をもとにいろいろ解析していきます。

雨との関係は？地表面の条件の違いは？樹木の大きさは？気温は？日照量は？などなど、たくさんの情報からいろいろなことを解明していきます。

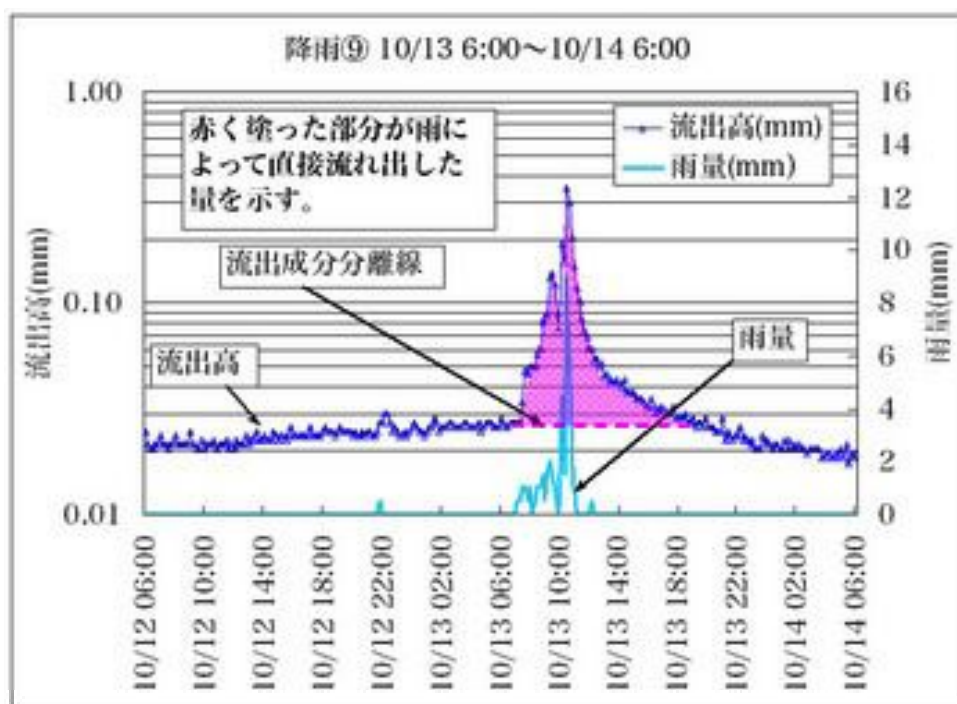
でも、そんなに簡単にはいきません。

ここからが大変なんです・・・

たとえば、下のグラフは平常時の沢水の量から雨の降ったときの水の量を分離したものです。グラフ内の青線「流出高」は沢水の量と考えてください。

雨が降って直接ダイレクトに流れ出す量を「直接流出」と呼んでいます。

このような作業を1つの降雨期間ごとに地道に重ねて、この地域では降った雨の何%が直接流れ出すのかを探っていきます。



## 気象観測所

先日、遊びに出かけたところで気象観測所を見つけました。  
「小里川ダム気象観測所（国土交通省）」です。



小里川ダムの近くの道の駅に設置されていました。  
雨量計、風向風速計、気温、気圧、日照関係など一般的な観測  
装置が設置されていますが、ここには蒸発計がありました。



大きな円形の水槽に水が張っており、日中のわずかな水位変動から蒸発量を観測する装置です。

私も実物は初めて見ました。

メインはダム管理に使われると思いますが、これだけのデータがあればいろいろなことに役立てることができると思います。

残念ながら公開されているデータは雨量データだけみたいです。

ここからデータを見ることができます。国土交通省川の防災情報

<http://www.river.go.jp/>



## 透視度計

水がどれだけ透明なのかをはかる装置です。



通常は、長さが50cmもしくは100cmのものを使用します。  
透明な目盛付きの円筒管の底に十文字の印の付いた円盤を入れておき、水の深さが何cm時に十文字の線がくっきり見えるかを記録します。  
本当にきれいな水になると100cmでは足りないので200cmのものを使用したりします。  
少し工夫すれば自作することも可能です。

<http://www.iwafune.ed.jp/risen/gazou/jikken/toosido.PDF>

200cmのもので測定するときはハシゴがいりますね。

## 透明度

昨日紹介した測定器は「透視度（とうしど）」を測るものでした。

水のきれいさを表す指標として、もうひとつ「透明度（とうめいど）」という定義があります。

はかり方は単純です。

透明度板と呼ばれる直径30cmの白いプラスチック製の円盤の下におもりをつけて、水面から水中に向かって垂直に降ろしていきます。



どんどん沈めていって、白い円盤が見えなくなるときの深さを「透明度」とします。

通常はメートル単位で表現します。

まっすぐに、沈めなくてはいけないので流れのある河川や水底が見えるような浅いところでは、測定はできません。なので「透明度」を使うところは、たいいてい湖や海が対象となります。逆に河川などでは、先日の「透視度」で評価することが多くなります。

ちなみに日本で一番透明度の高い湖は北海道の「摩周湖」です。

なんと透明度は28メートルあるそうです（1993年環境省）。

## パックテスト

水質を簡単に測定する方法に「パックテスト」というものがあります。

あらかじめ対象とする物質のみに反応する薬品が入った小さな容器に、検査をする水を注ぐことで反応させ、その変色した色で簡易的に検査をするものです。

専門の分析機関や特別な機械を用いなくても、自分でその場でおおよその数値を知ることができます。

鉄や銅、硝酸、リンなど50種類程度の物質を測ることができます。

学校教育などで、身近な川の水質調査のなどにも役に立ちます。

ちなみに下の写真は、地下水の鉄分を測定したものです。



この地下水は鉄分がたくさん含まれており、パックテストでは

真っ赤かに染まってしまいました。

これだけ鉄分が多いと水道管に鉄分などが付着してしまうので望ましくありません。仕方がないので、この水を使うことはあきらめました。

## 浸透能の測定

雨水が地面に染み込む量を測る装置です。地表面に水の入った円筒管を差し込み、水がどの程度地面に染み込んでいくかを記録していきます。

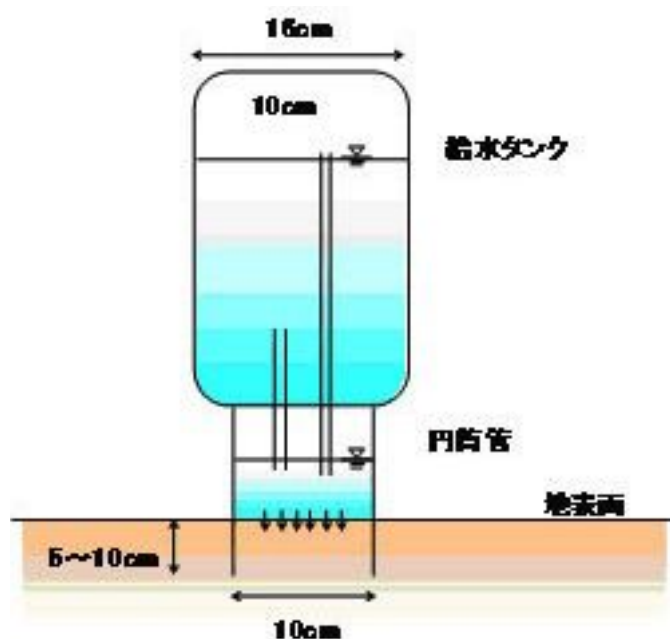
円筒管の中に設置した2本の管により常に水位が一定になるように設置されています。

円筒管の面積と入った水の量から「浸透能」を評価します。

森林土壌では500mm/h以上を示すことが多くありますが、これは1時間に500mmの雨が一度に降ってもすべて地面に染み込んだしまうことを表します。

写真は工事現場で行ったものです。

やはり染み込む量は著しく少なくなっていまい、10mm/h程度でした。少し雨が降り続いただけで水が染み込まなくなりすぐに水たまりができる状態になります。





ちなみにこの装置は私の自作品です。専門書を見て見よう見まねで製作しました。  
何とかなるもんです。



## 土壌雨量指数

「土壌雨量指数」、これは、土壌中に雨がどれくらいたまって  
いるかを表す指標です。

降った雨はどんどん地中にしみ込んでいきます。この量があまり  
にもたくさんになってくると土砂災害などの危険性が高まり  
ます。

たとえば、少ない雨が長い期間しとしと降り続けた場合も土壌  
中の水がどんどんたまり危険性は高まります。

そこで、「タンクモデル」という解析方法を用いて、降った雨  
がどれだけ土壌中に蓄えられたかを推定します。この値が「土  
壌雨量指数」といわれるもので、この値が高まれば危険度が増  
すことを意味します。

各地区ごとにこの値の基準が決められており、洪水警報や土砂  
災害などの警報の発令の目安としています。

気象庁のHPに記載されています。

[http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/bosai/dojoshisu.  
html](http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/bosai/dojoshisu.html)

## 土の顔色

土の色、といってもいろいろな色があります。

土の色は何によって決まるのでしょうか？

大まかに分けると次の3つの要素の組み合わせによって決まります。

一つは「腐植」と呼ばれる黒色の分解の進んだ有機物です。

地面の上にたまった落ち葉のような有機物は微生物などによって性質を変えながら分解されて細かくなります。細かくなった土はさらに分解が進み、動物の活動や雨水などにより地中に持ち込まれ、土壌の表層に黒色味を与えていきます。

二つめは、土の骨格を形成する「砂」や「粘土」です。

これらの鉱物は普通土の中では他の物質と結合していることが多いのですが、それらをすべてはぎ取ると、白、灰、黄などの淡い色をしています。

三つめは「鉄」です。

土の材料に含まれている鉄が、気候、植生などの環境条件に応じて様々な形態をとり、それが色となって現れます。

赤い土、青い土、白い土などはみんなこの鉄のしわざです。

鉄は十分に酸素がある状態で、風化を受けると褐色から黄褐色に変化していきます。

還元状態といわれる酸素不足の状態では、鉄は3価から2価に形を変え、青色になります。

白い土は、落ち葉などの有機物が分解して生じた酸によって鉄や腐植が洗い流され、白い砂粒だけが残ったものです。

このように、鉄は土の色を変幻自在にあやつる主役であると

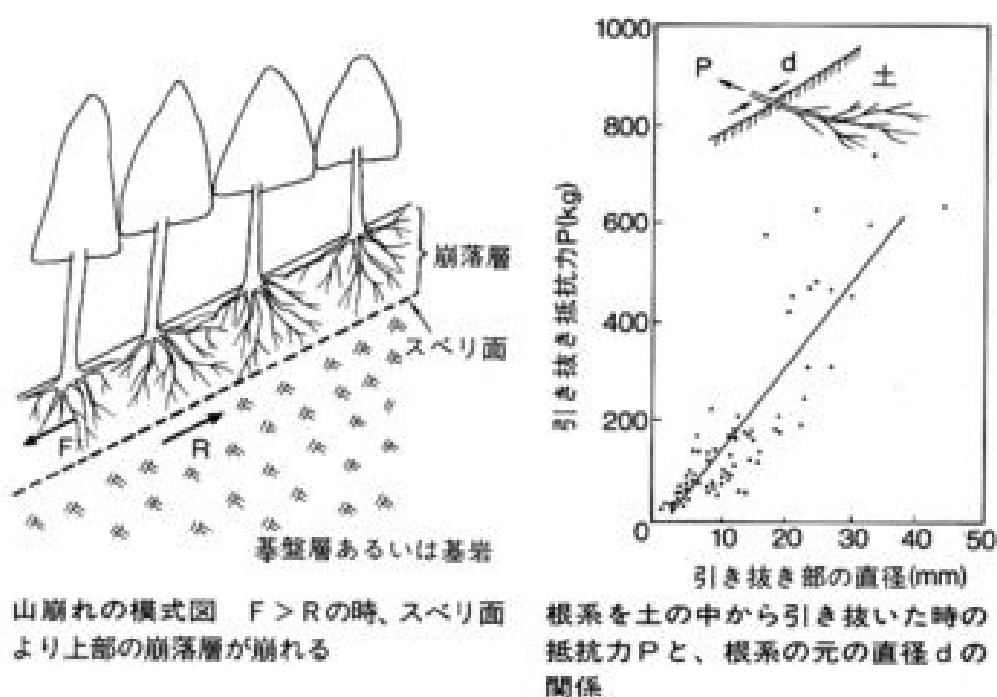
いってもさしつかえありません。

## 土の中の力持ち

森の中に生える樹木の根は、土の中の養分や水分を吸収する作用のほかに、大きな樹体を支えたり、生育基盤である土壌層を固定したり、山崩れを防止するなどの重要な役割を果たしています。

いったい、樹木の根はどれくらいの力を持っているのでしょうか？

こんなデータが得られています。



これによると、直径 10 ミリの根だと約 140 キログラム、直径 20 センチの根では 300 キログラムといったとても大きな抵抗があることがわかります（右の図）。

畑を開墾しているときに見つけた小さな根っこでも、なめてかかって引き抜こうとすると腰にくる、なんてこともあります。

山崩れは、左の図に示すように土の重さの斜面方向の力（ $F$ ）が土の抵抗力（ $R$ ）を上回る面を境として、その上部の土壌が崩れ落ちる現象です。この面を「すべり面」と呼んでいます。そこに樹木の根がすべり面を横切って存在すれば、すべり面より下部に侵入している根が、抵抗力を増大させて上部土層の崩落を防ぐことになります。

なので、樹木の多い地表近くでは抵抗力も非常に大きく、すべり面は発生しにくくなります。

斜面の安定に樹木が深くかかわっていることがわかりますね。

## 日本の降水量と河川

世界の平均年間降水量は 9 7 0 ミリメートルといわれています。

一方、日本の平均年間降水量は、 1 7 5 0 ミリメートルといわれています。

世界の平均と比べると 2 倍近くあって、水にはまったく困らない、と思われそうですが、そうでもないです。

これは、日本の降水のほとんどが梅雨期・台風期に集中するためです。

たくさん降る時期には水害、少ないときには渇水などの問題が発生します。

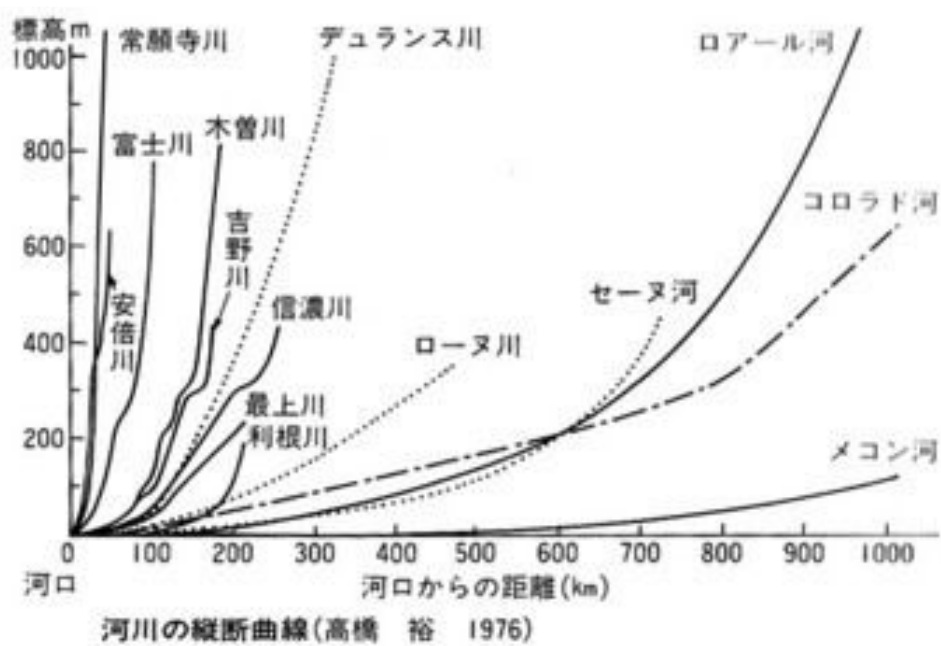
しかも日本の河川は急勾配で短いことが特徴です。

そのおかげで、洪水などの危険があります。

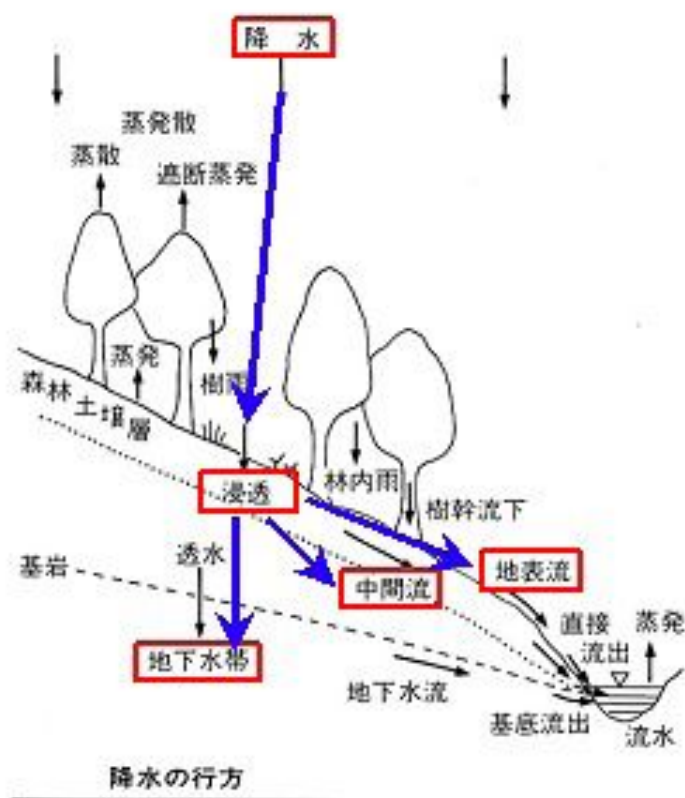
そして、降った雨もすぐに流れ去ってしまうので、雨がでない日が続くと渇水のおそれがあります。

下の図表は日本の河川と世界の河川の上流から下流までの高低差と距離（河川縦断曲線）を示したものです。

日本の河川がいかに急勾配かわかりますね。



## 浸透と流出



森の中に降った雨は、地表面をぬらし、そこに開口している様々な隙間から土壌中にしみ込んでいきます。これを「浸透」といいます。

森林などの土壌は隙間が多いため、1時間あたり100から数百ミリメートルもの速さで浸透することが知られています。

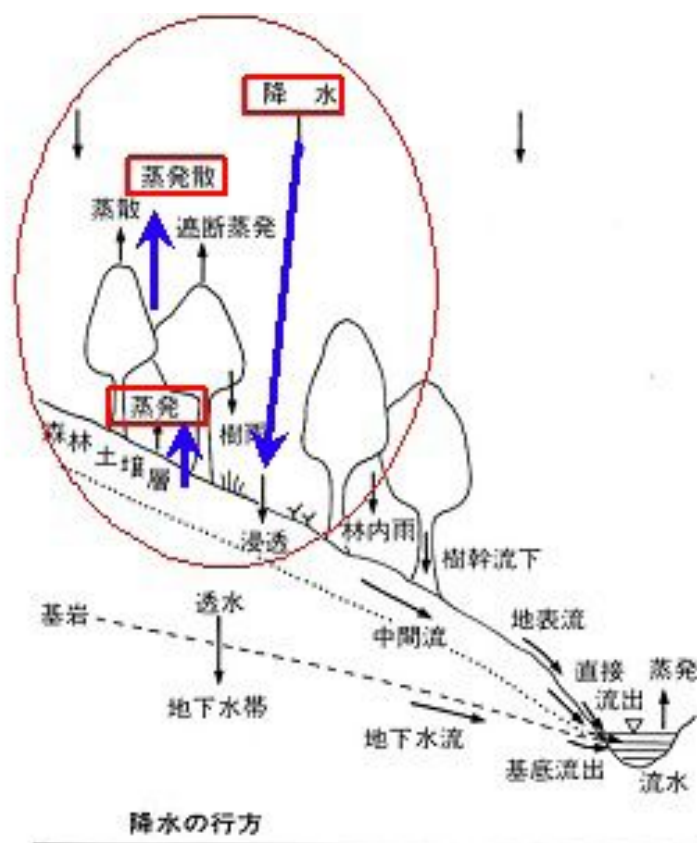
浸透した水は鉛直下方に向かっていくものと、斜面に沿って地面の中を横方向に流れていく「中間流」、さらにしみ込みきれなかった水は「地表流」となります。

「中間流」は1時間に数十センチメートルから数メートルといった速度で、斜面下方で湧出したり直接溪流に流出したりします。



一方の鉛直下方に浸透していった水は 1 時間に数メートル程度の速度で地下に浸透していき、やがて地下帯水層を形成し、ゆっくり、ゆっくり側方へ移動していきます。  
この速度は 1 日 1 メートル程度ともいわれています。

## 蒸発散



森に降った雨のすべてが地下に浸透、もしくは地表流となって流れ出していくだけではありません。

土層に浸透した水の一部は樹木などで蒸散され、また地表に毛管力により上昇したのち蒸発して大気に戻ります。

このため、森林からの流出量は蒸発散で失われる分だけ、少なくなります。

この量は条件にもよりますが、全国平均で年蒸発散率は35%から40%といわれています。

日本の降水量は1750ミリ程度といわれていますから、そのうちの600から700ミリ程度が蒸発散により大気にもどっていることになります。

## 流域の分割

大きな流域を区分すると、その中にいくつか小さな流域が樹枝状に広がっていることに気づきます。

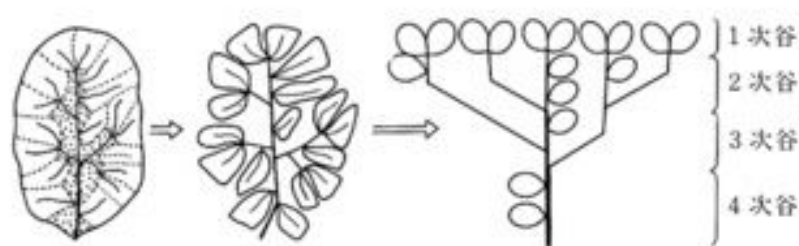
これらの小さな流域に名前を付けましょう。

まずは、最上流の一番小さな流域を「1次谷」、となりあった「1次谷」と「1次谷」が合流したものを「2次谷」と名付けていきます。

さらに「2次谷」と「2次谷」が合流したものは、「3次谷」と順に名前を付けていきます。

このように流域を細分し名前を付けることで整理がしやすくなります。

谷の次数と流域面積、流路勾配、流路長などの関係は一定の法則があるとされています。



流域の1次流域の集合への分割（塚本良則，1974）

「森林水文学（塚本良則）より」



## 土と水を考える

著 者：株式会社水地盤研究所

発行日：2009年03月31日

土と水を考える

検索

ブログもご覧ください。  
毎日更新!

