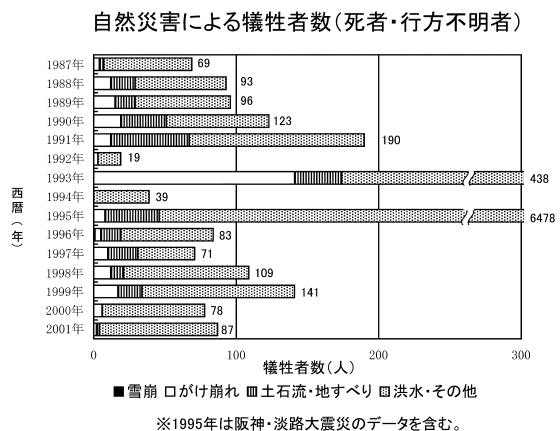


2. 山の中のヒミツきち？

(1) 土砂災害とは？

土砂災害は土石流、地すべり、がけ崩れなどによる直接的な災害のほか、上流の山地から流出した土砂が下流域の川底にたまって河床が上昇して発生する洪水氾濫など、多様な形態をとります。

日本では毎年、豪雨、地震、火山活動等に伴い土砂災害が多発し、死者・行方不明者などの犠牲者が多く深刻な状況です。



(2) 土砂災害対策

本編にも書いた通り、土砂災害を人間の手で完全に封じることができませんが、少しでも被害を少なくするため、次のような対策を講じています。

①水系砂防

上流に荒廃した山地がある河川では、そこから流れ出す土砂が中流や下流の川底にたまることで洪水が起きやすくなります。そのため、上流で流出する土砂をコントロールし、川底が急激に変化しないように努めます。こうした、上流から下流までを対象として災害を減らすために行なう砂防事業を水系砂防と呼びます。

②土石流

土石流とは、山腹斜面や川底にたまっている岩や土砂などが大雨の際などに一気に下流へ流れでる現象で、流木を含んでいることもあります。土石流は、先頭に大きな岩が流れ



ているのが特徴で、全国的に見ると大きさが 10m を越えるような巨石も流された記録もあります。その上、土石流は時速 20km～40km と自動車なみの速さで流れるため破壊力はとても大きく、人家や橋梁を破壊したり田畑を押し流したりします。土石流による災害は急峻な谷川や、谷の出口にあたる扇状地で発生しやすい傾向があります。

土石流対策として、上流に砂防堰堤（下記参照）をつくって土砂を止めたり、土砂の生産・流出を抑えたりします。人工的な氾濫場所を設けた大規模な砂防堰堤を谷の出口に設け、流れ出てくる土石流を直接受け止める場合もあります。また、堰堤の下流側に設けた溪流保全工によって土砂流（土砂を多く含む流水）が川岸を削るのを少なくすることで、流される土砂量が増えるのを抑えたりします。木を植えて山腹斜面を崩れにくくし、土石流の材料となる土砂の発生を少なくすることもあります。

土石流対策による効果としてよく紹介される事例に、木曽川支流の滑川が挙げられます。ここでは、平成元年（1989 年）7 月の豪雨時に大規模な土石流が発生しましたが、滑川第 1 砂防堰堤によって大量の土砂がせき止められ、下流での土石流災害を抑えることができました。また、平成 11 年（1999 年）6 月に広島県沿岸部で発生した集中豪雨では、荒谷川中流域に設けられた砂防堰堤によって、流木を含んだ土石流による被害をくい止めることができました。

揖斐川流域においても、平成 14 年 7 月の台風 6 号による豪雨で、根尾川の支溪和井谷で土石流が発生しましたが、和井谷第 1 砂防堰堤で約 25,000 m³（10 t ダンプトラック約 6,000 台分）の土砂をせき止め、下流の土砂災害を抑えました。

砂防堰堤

本編の主役ともいえるのが砂防堰堤です。初めは「砂防堰堤」と呼ばれていたのが「砂防ダム」と呼ばれるようになりました。ところが、治水や発電のためにつくられるダムと混同されないよう、最近再び「砂防堰堤」と呼ばれるようになりました。

砂防堰堤には、大規模な土砂流出をコントロ



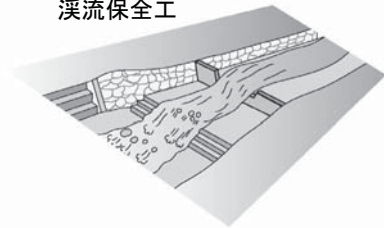
砂防堰堤の例

ールして無害に流すとともに、川底を固定する働きがあります。よく「堰堤に土砂が溜まってしまったらもう役割を果たさなくなる」と言われますが、それは間違いであり、土砂がたまってからも本編で説明してあるような様々な働きがあります。

③川岸の浸食等

階段状に落差を設けた背の低い堰堤を床固工（群）と言い、川岸に沿って堤を設けたものを護岸工と言います。双方とも流水による川底や河岸の浸食・流失を防ぐ目的でつくられ、これらの砂防施設をうまく組み合わせたものを溪流保全工と呼びます。最近では河岸を守るためだけではなく、水と親しむ空間創りがされるようになりました。

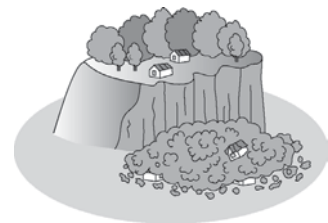
溪流保全工



④がけ崩れ

大雨などで土中にしみこんだ水分が土層の抵抗力を弱めたり、地震によって地盤が揺さぶられることで、斜面の一部が急激に崩れ落ちる現象ががけ崩れです。がけ崩れは突発的に発生するため、人家の近くで発生すると逃げ遅れてしまうケースが多く、死者の割合も高くなってしまいうのが特徴です。

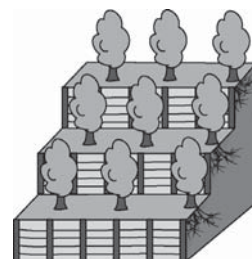
がけ崩れのイメージ



⑤山腹の崩壊

がけのような地形でなく、もっと緩い山の斜面でも一気に崩れることがあります。そうした山腹崩壊に対しては、崩壊地や裸地などの表面浸食や表層崩壊を防止する目的で山腹工を施します。これは、山腹斜面に植栽を施すと同時に、擁壁、表面土壌の移動を防ぐ柵、雨水を流す水路などを設置して、植物による地表面の被覆を促進し、表土の崩壊や土砂流出を防ごうとするものです。

山腹工



⑥地すべり

地すべりとは、地中にしみこんだ雨水などが、粘土のような水を通さない層にたまったりすることで地面を浮かせるようなかたちとなり、その結果、緩やかな斜面の一部あるいは全部がゆっくりと下方に移動する現象のことを言います。緩い斜面で起きるのが特徴で、移動する距離は1日に1cmにも満たないこともあり、

「すべる」という名称とは少々イメージが合わないかも知れません。

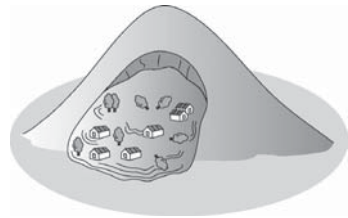
一般に地すべりで移動する土塊の量は大きく、そのため、いったんすべり始めるとそれを完全に停止させることは非常に困難で、被害もとても大きくなります。日本の国土は地質的にぜい弱であるため、梅雨あるいは台風時の豪雨によって、毎年どこかで地すべりが発生しています。

地すべりの発生には、地形、地質、断層、降雨、人為といった様々な要因が関係しているため、地すべり対策の種類也多岐にわたります。

地すべり対策は、大きくは抑制工と抑止工に分けられます。抑制工は、地下水の排水を促すなどして、地すべりの要因そのものをなくしたり弱めたりすることを目的としています。

地中に杭を打ちこんだりする抑止工は、土塊の移動を構造物で抑えることによって、地すべり地の安定化を図る工法です。

地すべりのイメージ



⑦^{なだれ}雪崩

雪崩は、山腹に積もった雪が斜面を一気に崩れ落ちる現象です。雪崩には厳冬期に数多く発生する「表層雪崩」と、春先に発生しやすい「全層雪崩」があります。

表層雪崩は古い積雪の上に積もった新雪がすべり落ちるもので、時速は100～200km/hです。全層雪崩の時速は40～80km/h程と表層雪崩より遅いものの、地上の全ての雪がすべり落ちる（すなわち崩れる雪の量が多い）ため、破壊力が大きく被害の範囲も広がります。

日本では、全国人口の約2割にあたる人々が豪雪地域で暮らしており、集落を対象とした雪崩災害の危険箇所は全国に約15,000箇所も存在しま

雪崩のイメージ



す。こうした危険箇所を対象に雪崩対策事業が行なわれています。

具体的な対策として、雪崩の発生を予防したり受け止めたりする柵を設置することによって、集落やライフラインなどが受ける被害を小さくしています。

⑧火山災害

日本には第四紀（約 200 万年前から現代まで）に形成された火山が 200 以上あるとみられています。

火山地帯は、美しい景観になっていたり温泉が湧出していたりすることもあり、観光地になっていることも多いのですが、噴火が起こるとそれに伴う様々な現象が災害を引き起こします。

雲仙普賢岳の火砕流などは、まだ記憶に新しいところでしょう。

火山災害では、大規模なエネルギーが放出されるため、被害を受ける地域が広いことも特徴です。それもあって、活火山の活動については、気象庁をはじめ、大学、国土交通省国土地理院、その他の研究機関など、様々な機関が監視、観測をし、目を光らせています。

火山はたった一度の噴火で広い範囲にわたって大きな被害をもたらし、人命や財産を奪ってしまいます。それを人工的な施設で完全に抑制するのは、土石流などと比べてもかなり難しいのが実情であるため、警戒避難体制の整備等のソフト対策を含めた総合的な火山対策砂防が実施され、火砕流・土石流・泥流などの火山災害から、暮らしを守る努力をしています。

火山泥流のイメージ



（３）やってみよう！ 砂防堰堤の役わり その１

上流から流されてきた土砂が、下流の川底に溜まってしまうと、洪水が発生しやすくなることを、感覚的に理解してもらうための実験です。

用意する物はバケツでなくてもかまいませんので、同じ大きさの容器が２つあると良いでしょう。

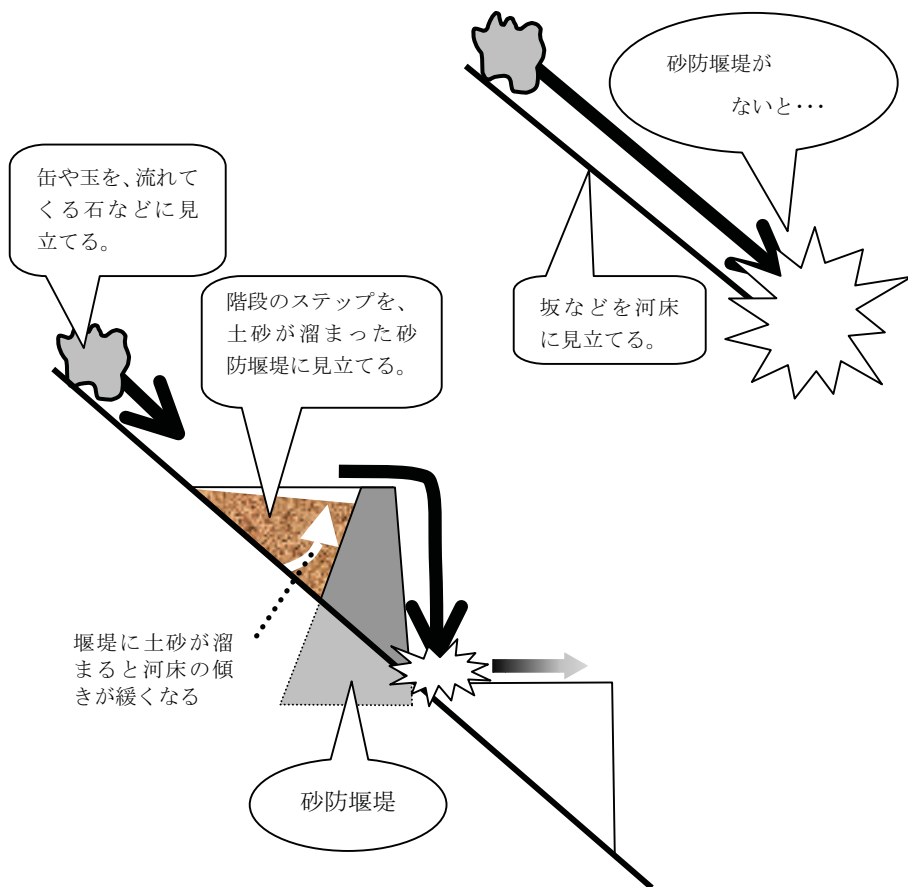
方法は冊子の通りで簡単ですが、容器に入れる土の量を少なくしたり多くしたりすることで、あふれる水の量が違う、すなわち洪水の程度も変わることを理解してもらえると良いでしょう。

(4) やってみよう！ 砂防堰堤の役わり その2

砂防堰堤の上流側が土砂で埋まってしまっても、大きな岩や土砂などが下流側に流れ出る勢いを、堰堤が減少させることを確認する実験です。

砂防堰堤に土砂が溜まると、溜まったところの河床の傾きが緩くなるのと同時に川幅が広がるため、大雨などで流れてきた土砂のスピードを落とします。さらに、堰堤を越えた時に土砂が垂直方向に落下して堰堤の下流側の河床に衝突することで、土砂の流れが一段と弱くなります。

実験では、玉などを階段で転がした時はなかなか下まで転がり落ちていくことが確認できるはずです。坂に転がした時は、一気に下っていくことが容易に想像できます。実験で転がす物はあまり弾まないものを使って下さい。野球のボールやバレーボールなどを使うと弾んでしまい、砂防堰堤の役割を理解するのにはあまり向いていません。



（５）考えてみよう！日本に「土砂災害」が多いわけ

日本列島は環太平洋造山帯に属しています。環太平洋造山帯では造山運動が活発で、地震や火山噴火が頻繁に発生しています。また、狭い地域に急峻な山が集中し、加えて崩れやすい地質で構成されています。そのため、地震や火山活動などが原因となつてがけ崩れなどの土砂災害が多発することになります。

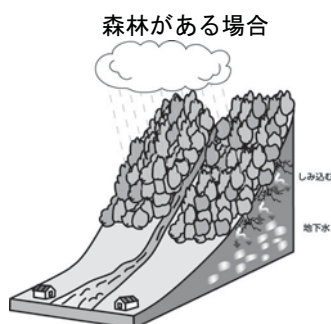
また、森林の保水機能があつたとしても、それには限界があり、梅雨や台風などで一度に多量の雨が降ると、森林が保水しきれなかった水が谷地形に集中して洪水になったり、逆に土中に水がしみこみ過ぎると地盤が緩んで崩れたり、地すべりが発生したりします。

（６）森林が土壌を守るはたらき

学校のグラウンドに強い雨が降ると、グラウンドには泥水が流れます。それは、雨滴がグラウンドの土に直接当たって少しずつ削ったり、流れが集まってグラウンドの土を流してしまったりするからです。

森林があると、まず木々の枝葉に雨が当たるため、雨が地面に直接落ちることが少なくなります。落ちたとしても土壌の上に積もった落ち葉に当たるため、雨滴で削られることから守られています。

森林があると、このように雨によって削り流される（浸食）土が少なく、表層土壌が守られます。また落ち葉などが腐ることで、表層が少しずつ増えていきます。森林を構成している木の種類などによっても違いますが、1 ha の森林における落葉量は1年間で3 t 前後（乾燥させた時の重さで）になります。それを様々な生物が分解して土壌にしていきます。



（７）崩れかたと森林のはたらき

斜面の崩れかたは、地面の浅い部分だけが崩れる「表層崩壊」と、深い部分までが崩れる「深層崩壊」に大別できます。

森林があると、樹木の根が張っている範囲（その樹木の大きさや種類によって様々ですが、地上に出ている枝と同じくらいの根が地中に広がっていることもあります）までの土の層は崩れにくくなり、表層崩壊を減らしていると言えます。

しかしながら、森林があれば、崩壊が絶対に起きないというわけではありません。資料編第1章（4）土が水を吸う力では、森林内の土壌が水を吸い込むことについて述べましたが、あまりに多量の雨が土中にしみこむと地盤はゆるくなって崩れやすくなります。また、木の根が張っている所よりも深い部分が崩れる深層崩壊を防ぐのを、森林に期待することはできません。

（8）多目的ダム

日本でつくられてきたダムは、以前は灌漑を目的とする場合が多く、次いで発電用のダムもつくられてきました。洪水を調節するためのダムや、水道用水・工業用水を貯めるダムも戦後に多く造られるようになりました。

一言でダムといってもそれぞれ果たす目的が異なっており、2種類以上の目的のためにつくられるダムを「多目的ダム」と呼んでいます。目的が一つだけのダムは専用ダムと呼ばれるのが一般的です。日本では、専用ダムの方が多くつくられており、ダムの8割ほどを占めているといえます。

（9）考えてみよう！ 「森の役わり」は？

森林は木材やキノコなどの生産の場としてもよく知られていますが、その他に森林の存在そのものが人の暮らしに役立っていることがあります。

資料編第1章（4）土が水を吸う力で述べたことは、「水源涵養^{すいげんかんよう}」や「洪水抑制」という、森林のもつはたらきであり、この章の（6）森林が土壌を守るはたらきで述べたことも、「土砂流出や土砂崩壊抑制」という、森林のもつはたらきです。

このように人の暮らしのために役に立つ機能を「森林の公益的機能」と言います。これら以外にも、次のような機能があります。

飛砂や潮害を減らす機能

海岸に森林があることで、砂の飛ぶ量が少なくなります。海岸だけでなく、例えば琵琶湖の湖岸などに設けられた樹林帯もこうした機能を持っています。特に海岸の砂には塩分が含まれており、農地に入ると作物の成長が悪くなるため、樹林帯が飛砂を減らす役割は重要です。

水害を軽減する機能

川岸の周りにある森林は洪水が発生したとき、地中に張った根が河岸の決壊を抑えることになります。しかし、森林が過度に茂っていると、流水を阻害し、かえって洪水の原因になることもあります。

雪害を減らす機能

森林は、雪崩による被害を軽減する役割ももっています。また、道路や線路などに沿ってつくられた樹林帯は、吹雪から自動車や列車の通行を守ってくれます。

保健休養の機能

森林は、きれいな景色を構成したり、木が放つ独特の香りなどにより、特に都市の住民にとっては非日常的な空間をつくり、森林の中を歩いたりすることで気分がリフレッシュするなど、保健休養面での役割もあります。キャンプやハイキングなど、レクリエーションの場としても森林は欠かせない存在です。

その他

その他にも干害、霧害、船の航行目標、落石防止、騒音の緩和、火災の延焼抑制など、様々な機能があり、暮らしの中で役立っています。