

山地災害概説

谷 誠

1 種類

水害

大雨の時に川の水位が上がり、流れが堤防超えたり堤防が決壊して、氾濫する災害をいい、外水氾濫という

川から水があふれるのではなく、雨水が川に排水できずに床上床下浸水が起こる水害もあり、内水氾濫という



内水氾濫



外水氾濫

土砂災害

大雨や地震によって、山腹斜面やがけがくずれて、土砂が移動することによって起こる災害をいう

くずれた土砂は、水によって流され、土石流などが起こることも多く、それによって土砂が運ばれる災害も土砂災害である



表層崩壊



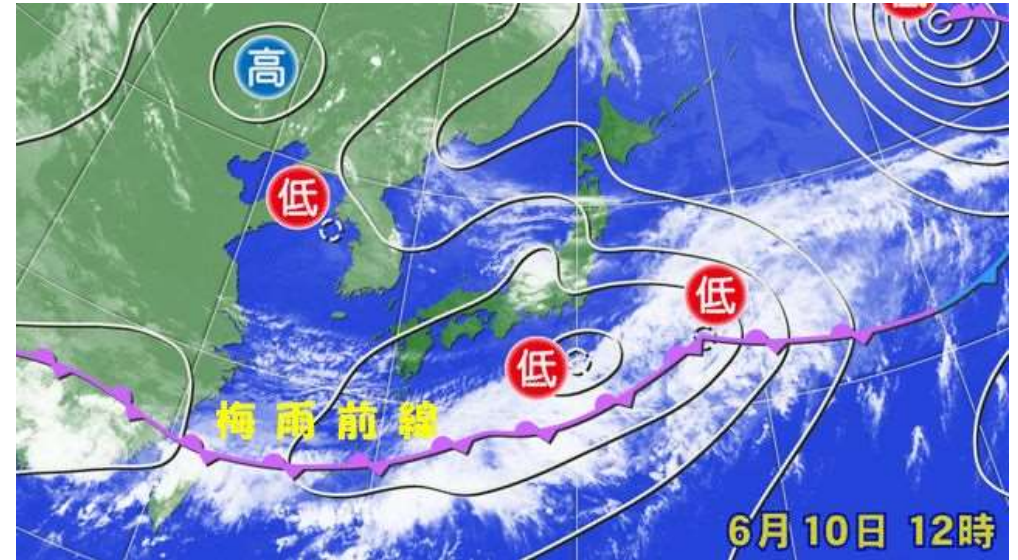
土石流



深層崩壊

2 水害・土砂害の前提となる自然条件

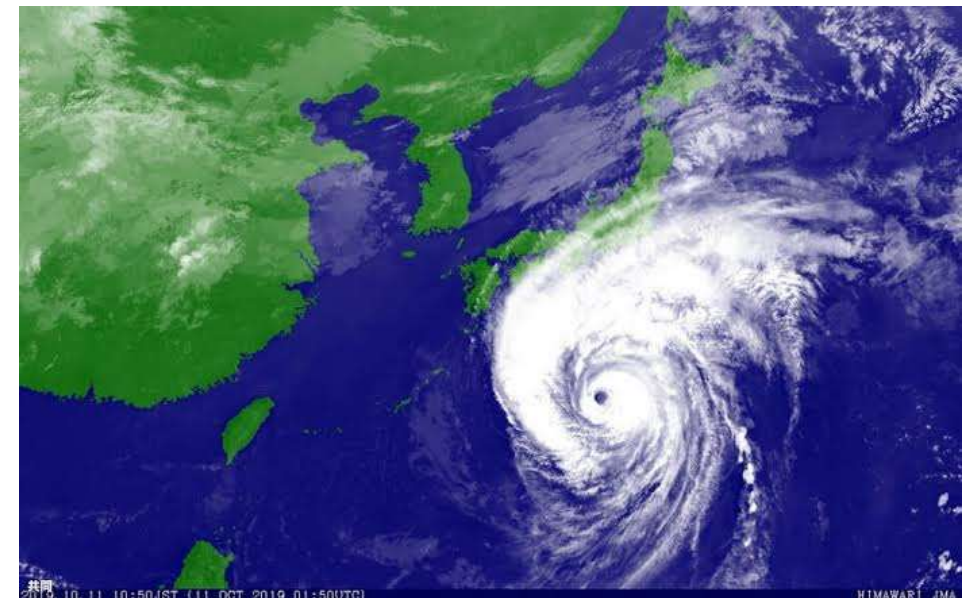
海に囲まれた日本は
豪雨が多い



デイリーポータルホームページによる

日本は、海洋に囲まれた島国で、梅雨
や台風により多雨

とくに、2日で300mm以上
1時間に30mm/h以上などの
総量が多く、かつ短時間
に強い大雨があり、
水害・土砂災害の原因となる



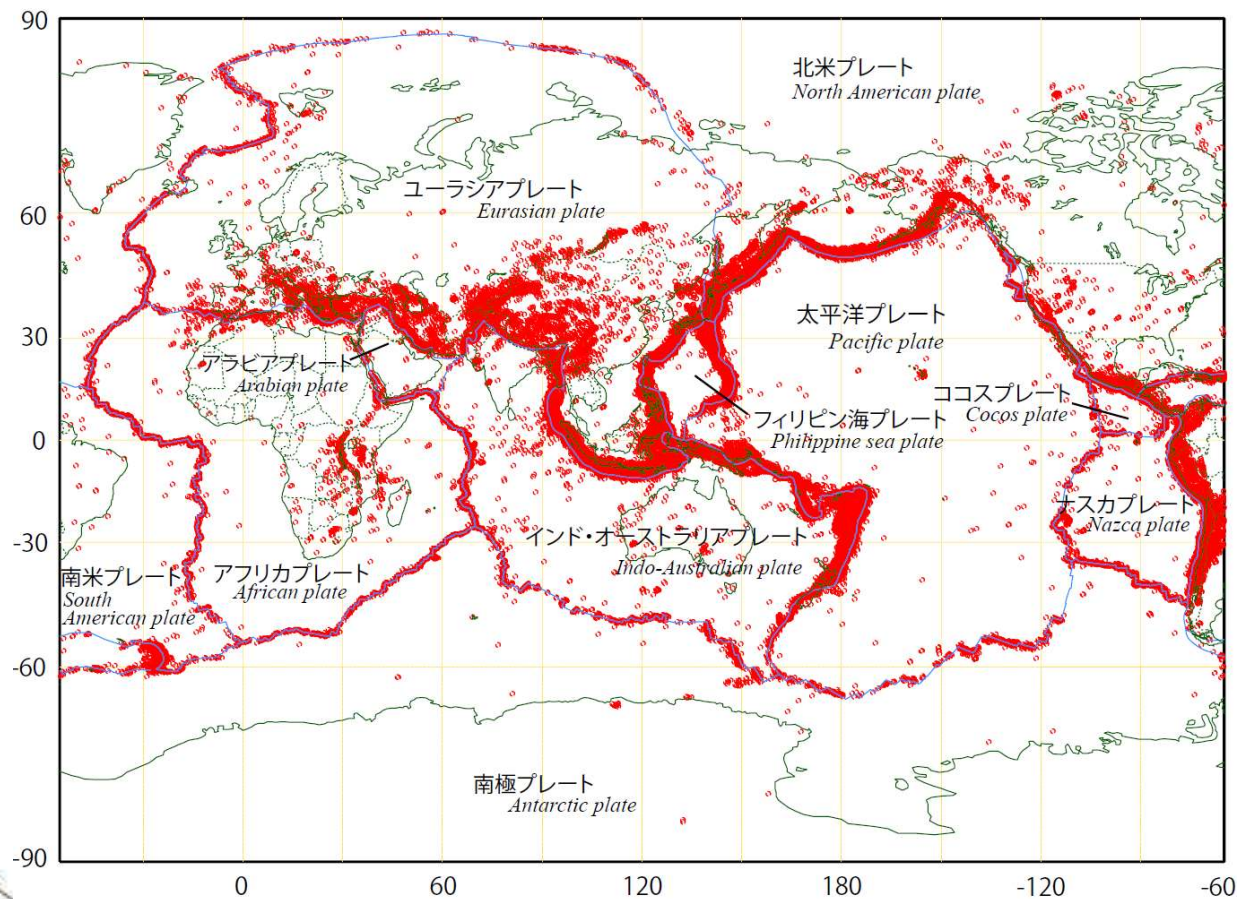
気象庁発表の2019年台風19号の衛星写真

nikkei.comによる

地殻変動の局所性

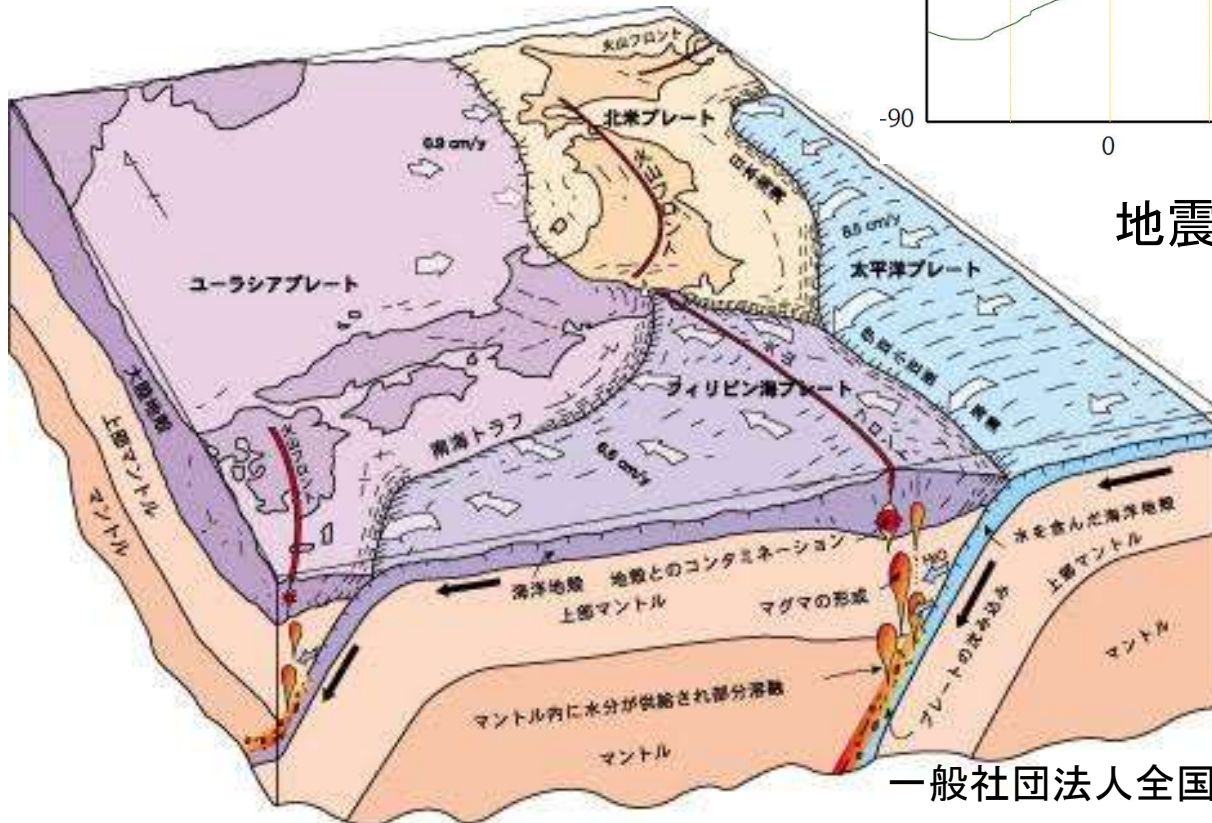
プレートテクトニクスによって
地震や火山は地域的に集中

日本は、地震・火山がとくに
活発な場所に位置する



地震の起こる場所はプレート境界に多い

気象庁ホームページによる



プレートテクトニクスからみた日本列島

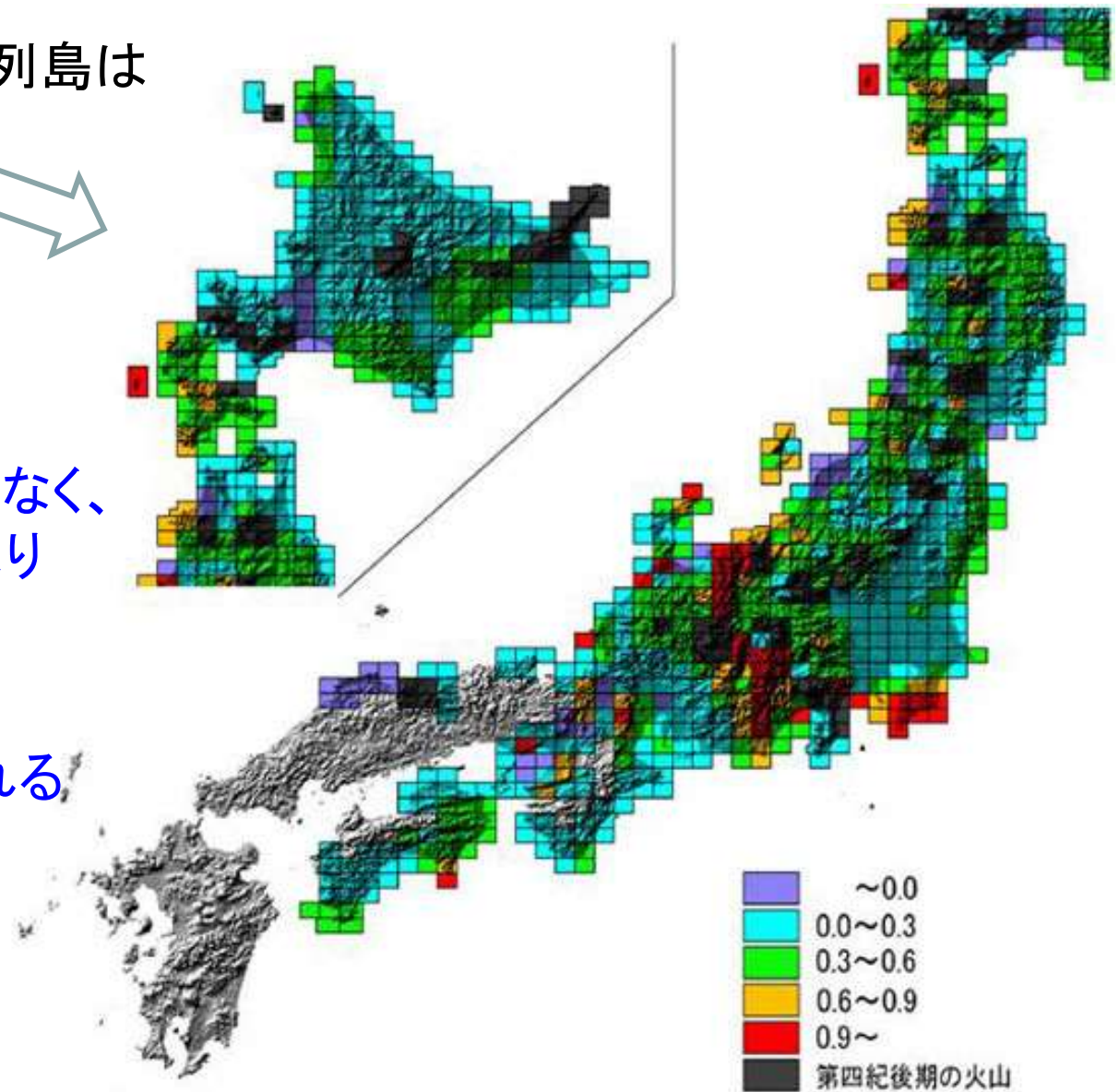
一般社団法人全国地質調査業協会連合会ホームページによる

日本の降雨と地殻は、強い侵食条件につながる

プレートの動きにより、日本列島は
東西方向に圧縮され、
平野部は沈降する一方、
山岳部は、**隆起**している

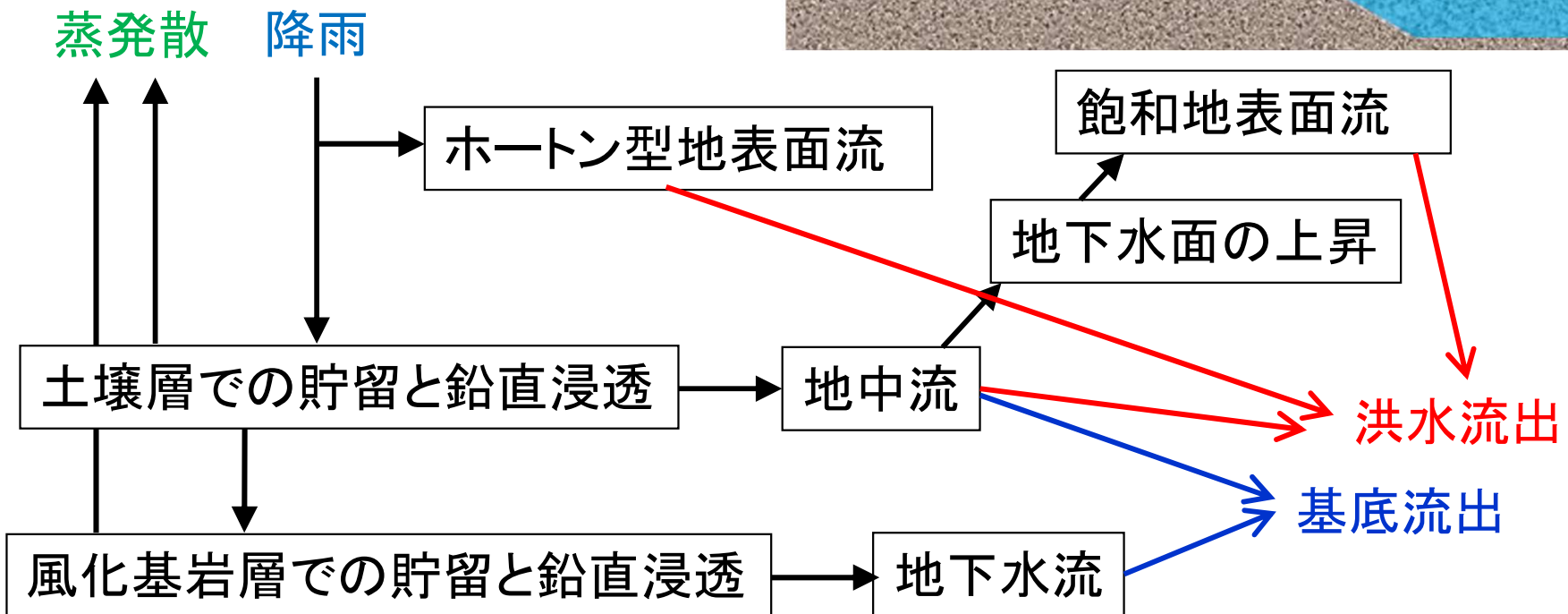
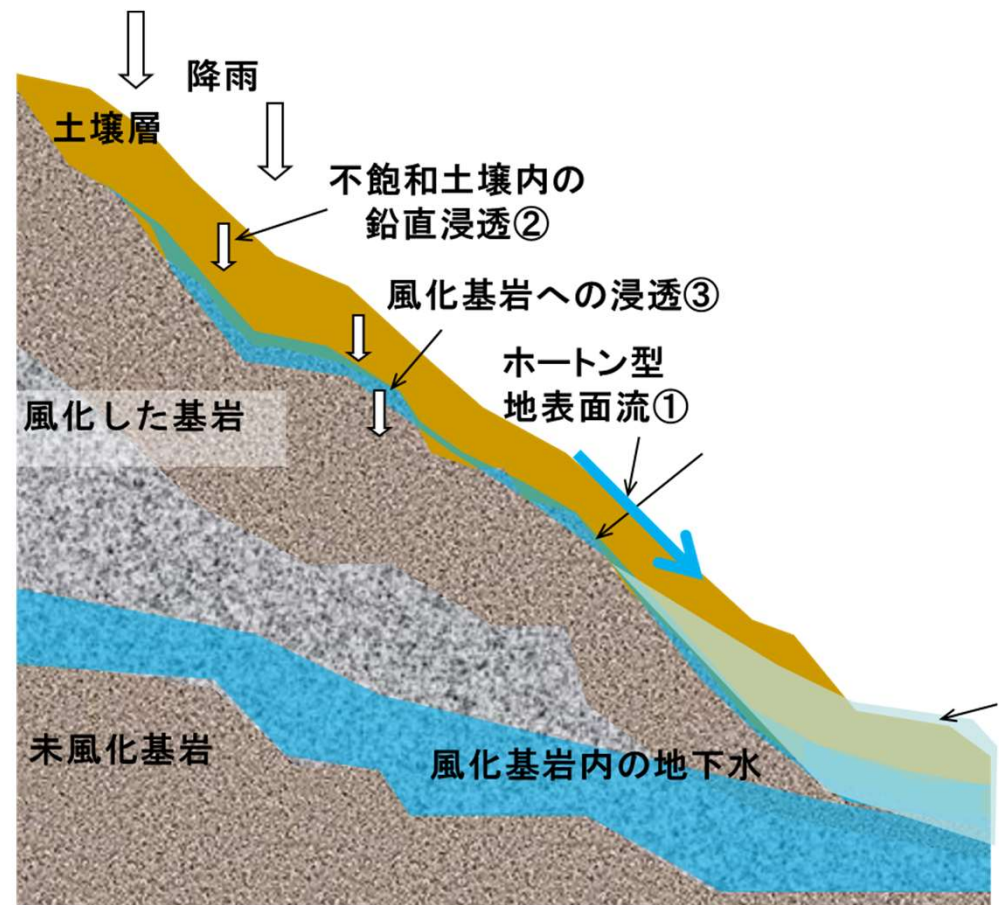
山はどこまでも高くなることはなく、
山体基岩は隆起し、風化により
土粒子を産み出すが
結局、侵食され
重力により海の方に運ばれる

山は高くないが、
斜面で土は入れ替わっている

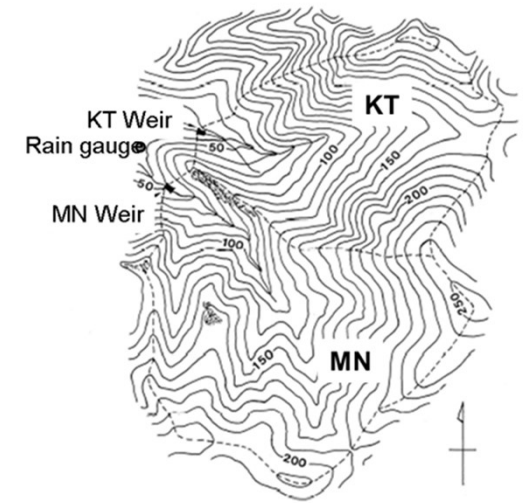


最近10万年間における日本列島の隆起速度の分布. 単位は
m/千年. (藤原ほか、原子力バックエンド研究、2005)

3 雨水流出のメカニズム

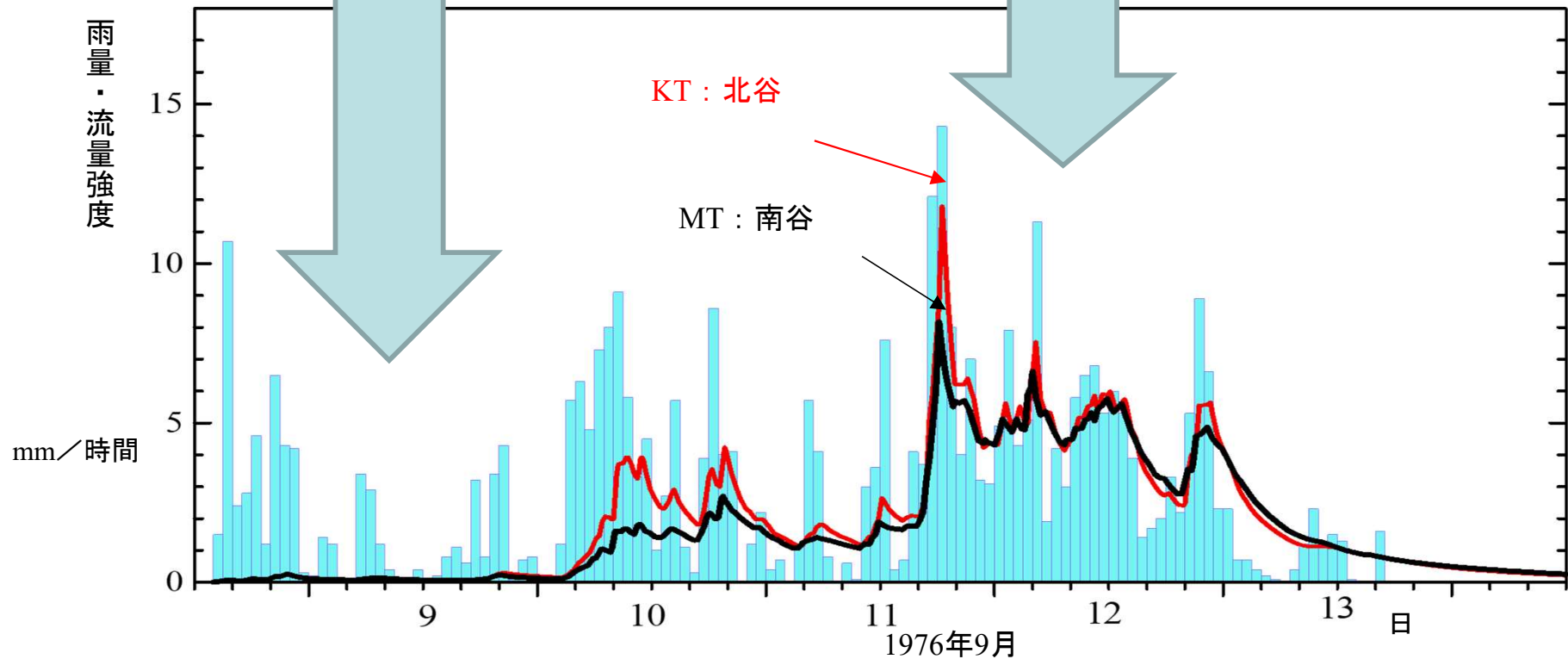


森林土壌の保水力(緑のダム)の 2つの形態

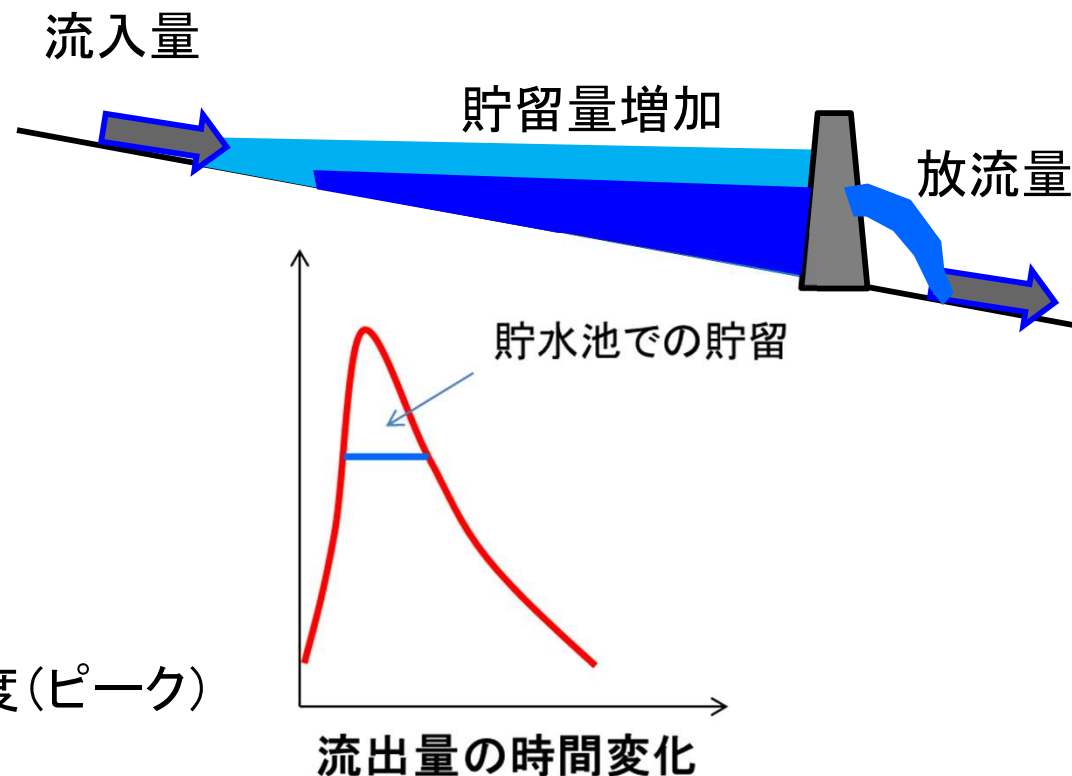
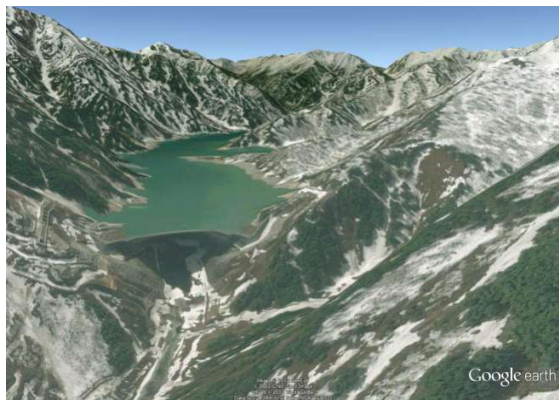


雨水が乾燥土壌に吸収されることによる保水力
吸収された雨水は洪水流出にならずに
基底流出や蒸発散に使われる

湿润土壌における貯留変動がもたらす保水力
KTよりもMNのほうが、時間変動がなさらされ、
流量のピークが低くなる



ダムの洪水緩和効果



ダムの水収支は次の式で表される

$$\text{貯水量増加} = \text{流入量} - \text{放流量}$$

右図のように、貯水池の水位を上げて貯留量を増やすから、放流量の最大強度(ピーク)は、流入量のそれよりも、低くなる

したがって、ダム貯水池の水位が増加して、貯留量が満杯に達したならば、限界に達する

したがって、ダムの決壊などを防ぐために、貯水量がこれ以上増加しないよう放流量が流入量に等しくする緊急放流(異常洪水時防災操作または、ただし書き操作と呼ばれる)を行う

できるだけ、緊急放流を行わないように、放流量を操作するが、上流側の降雨量予測が正確にできないと、操作は容易ではない

4 山地急斜面における 侵食による土の移動

**斜面上の土は入れ替わっているのだが
森林のある場合とない場合(はげ山)での違いは何か**



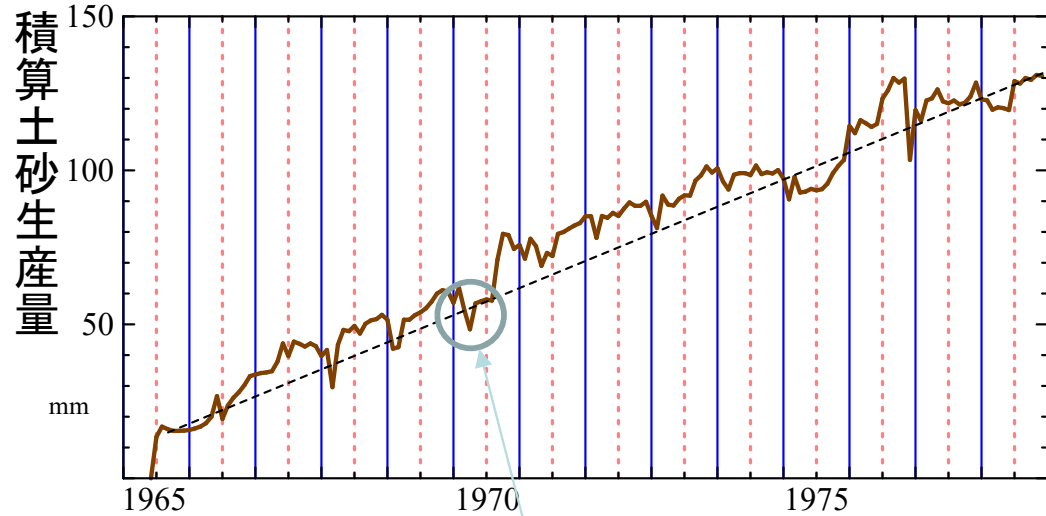
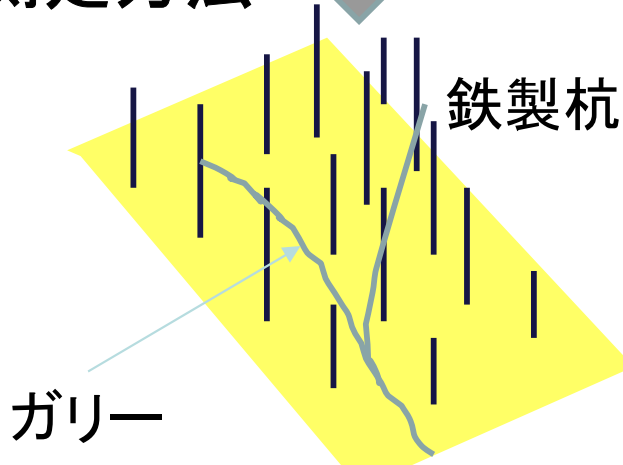
花崗岩のはげ山を参考に考える

はげ山斜面での土の移動

建設省琵琶湖工事事務所は、滋賀県田上山花崗岩はげ山で土砂流出量観測を長期に行った(京大農 福嶋義宏・鈴木雅一の研究)



測定方法



(鈴木・福嶋、水利科学, 1989)

春先には、霜柱が融けて、浮き上がる

土砂は水とともに
小規模土石流を為して溪流へ

(内田ら、砂防学会誌、1999)

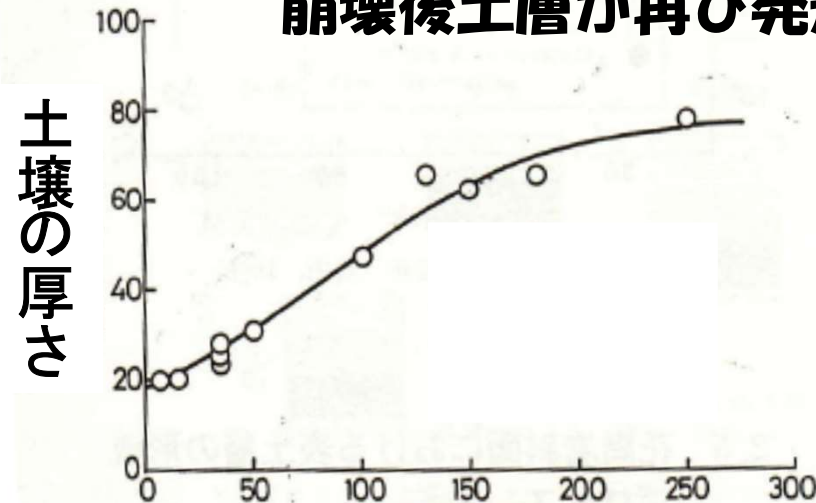
豪雨のない年も含み、毎年、岩盤から土粒子が産み出されては流される
(毎年9mm) ため、植生が土の移動速度に負けて、はげ山が維持される

(鈴木・福嶋、水利科学, 1989)

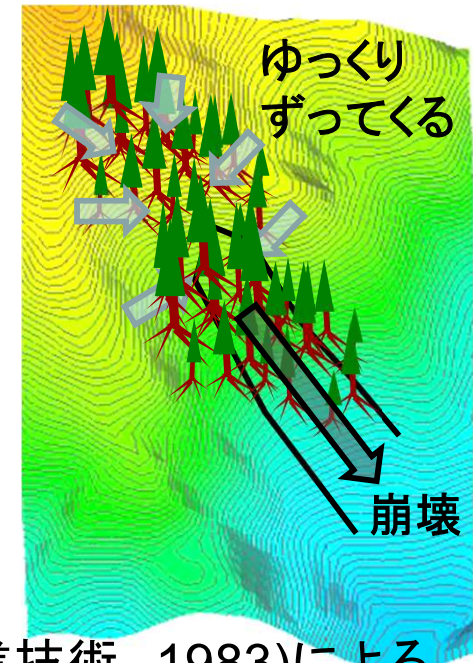
森林斜面における土の移動



崩壊後土層が再び発達



崩壊後の経過年数 (下川、林業技術 1983)による



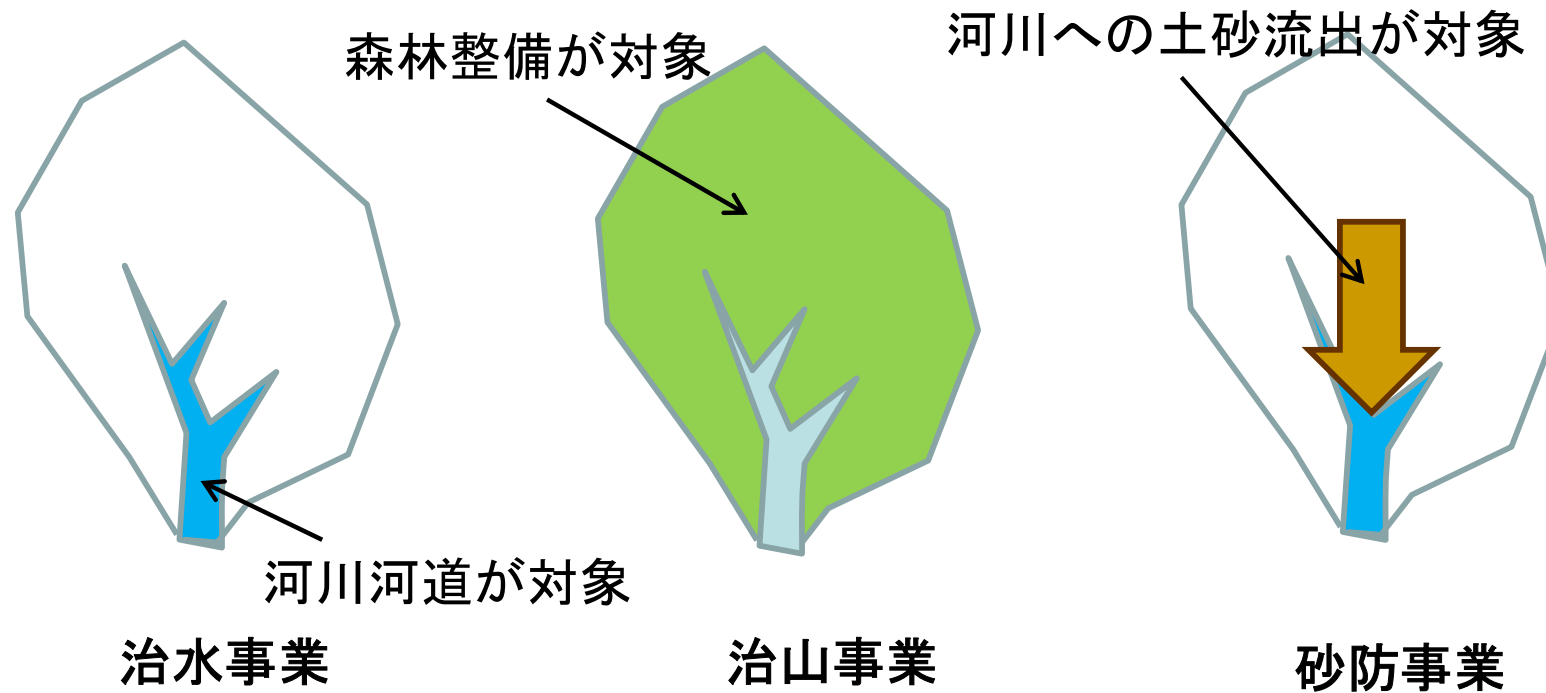
重力によって土壌層は森林を乗せたまま、尾根から凹地形・谷底へ、年に数mm程度ゆっくりずり動く(クリープという) (園田美恵子、京大博士論文、2000)

風化岩盤からの土粒子生成速度は、土壌のカバーのためにはげ山より遅く、年に0.1mmのオーダー

クリープは勾配が急なほど大きくなるので、尾根の肩などでうすく削れ、凹地部に土が貯留されてゆく 降雨時には凹地部に水が集まるので、結局、いつか崩壊して、下流へ土が運ばれる (松四ら、地形、2016)

数百年以上かかって凹地部へ土が集まって厚くなり崩壊するが、岩盤からの土生成とクリープによって、土壌層が再生する

5 山地災害防止のための公共事業



- いずれも山地災害の減災が目的ではあるが、
- ・治水事業は流域全体の土地利用と切り離されていて、河道・ダム整備が独立して進む傾向がある
 - ・治山事業は防災と林業などの土地利用との連携が重要な意義となるが、その調整が不十分となっている問題がある
 - ・砂防事業は砂防ダムで保全対象を守るわけだが、斜面崩壊・土石流などで一度土砂が出てしまった後をどうするかという問題がある

治水事業：現行の洪水防御計画

洪水防御計画は河川法(1997年改正)で実施される

河川整備基本方針(長期的な視点からの目標流量、基本高水流量という)を定め、

河川整備計画(20~30年の河川整備で可能な現実的流量)において

住民の意見が求められ、

河道各地点の洪水流量を氾濫させずに流下できるように、河川を整備する

このような二段階になっていることで、流域の利害関係を配慮した柔軟な河川整備ができるように工夫されている

具体的には、流域平均の雨量条件を決める必要がある

まず、過去の大雨事例から、超過確率年ごとの雨量を求める

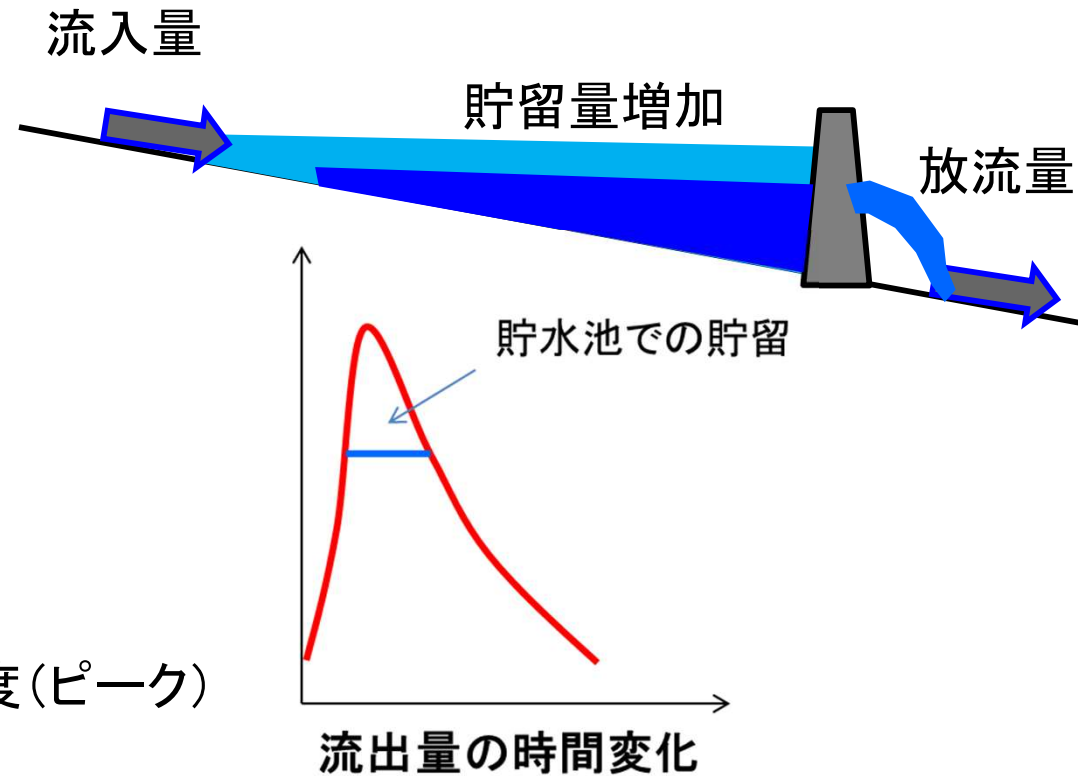
次に、雨量から河道の基準点の流量を流出モデルで計算する

そうすると、超過確率年に対する流量が推定できる

結果的に、超過確率年が大きくなると、氾濫しないで流せる流量が増加する関係が得られる

これを基に、基本高水流量、および、河川整備計画の目標流量が決まり、ダムや堤防や河道掘削などの増強によって、氾濫しないように河川を整備する

ダムの洪水緩和効果



ダムの水収支は次の式で表される

$$\text{貯水量増加} = \text{流入量} - \text{放流量}$$

右図のように、貯水池の水位を上げて貯留量を増やすから、放流量の最大強度(ピーク)は、流入量のそれよりも、低くなる

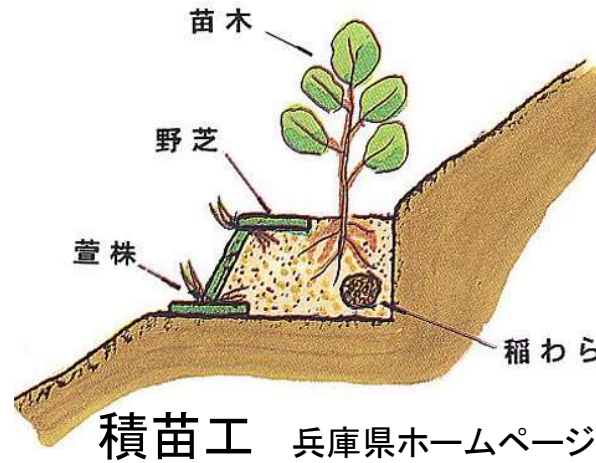
したがって、ダム貯水池の水位が増加して、貯留量が満杯に達したならば、限界に達する

したがって、ダムの決壊などを防ぐために、貯水量がこれ以上増加しないよう放流量が流入量に等しくする緊急放流(異常洪水時防災操作または、ただし書き操作と呼ばれる)を行う

できるだけ、緊急放流を行わないように、放流量を操作するが、上流側の降雨量予測が正確にできないと、操作は容易ではない

山腹工

積苗工は、階段を切り、客土をし、草、わらでおおうことで表面侵食を、クロマツ・ヒメヤシャブシの根によって崩壊を防止する



岐阜県本巣市の谷止工
(復旧治山工事による)

岐阜県ホームページ



建設省琵琶湖工事事務所：ふるさとの田上山を緑に、より

斜面が緑化されると、土砂移動が止まるが、凹地部分に水が集まって、土層が崩壊する可能性があるため、防止のために、谷止工という低いダムが(階段状に)設置される

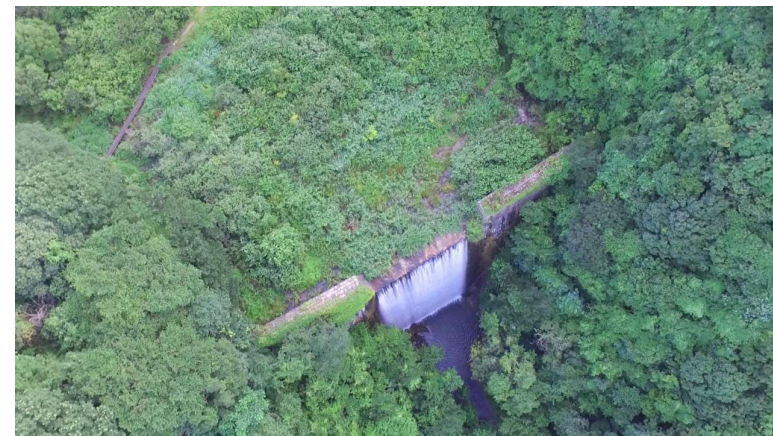
砂防ダムの上流側の土砂堰き止め効果

砂防事業で造られる砂防ダムは、貯水ダムに比べて小渓流に作られるため、規模が小さいことが多いが、それでも下記の六甲山系の住吉川にある五助ダムのよう、かなり大きいものもある

六甲山では、1938年の豪雨時に各河川から土石流が発生し、神戸市・阪神間の市街地に土砂が堆積して、大災害になった

五助ダムを1957年に完成し、1967年(S42)の土石流を受け止めた

こうした土砂の堰き止めが、一般に砂防事業に期待されている



現在の五助ダム(空撮)

<https://www.youtube.com/watch?v=v2I25hvWkIE>

昭和42年災害前後の住吉川五助堰堤



災害前



災害後(12万 m³の土石流を貯留)



五助ダム上流側の土石流前後の状況

現在の五助ダム(下流側) 日経2017/7/24

崩壊発生後の森林復旧を補助する治山工事

崩壊跡地は自然に森林に戻る場合も多いが、規模が大きく戻るまでに年月がかかる場合には、階段を切ったり、芝や草を張り付かせたり、水の集まるところに低いダムを造るなどの、復旧治山工事が実施される

しかし、次の豪雨時の土砂害に備えるためという観点からは、砂防事業と治山事業は、目的が同様になり、工事も類似している

(砂防の方が下流側で、規模が大きい傾向はある)



流木を補足した治山ダム
兵庫県ホームページ

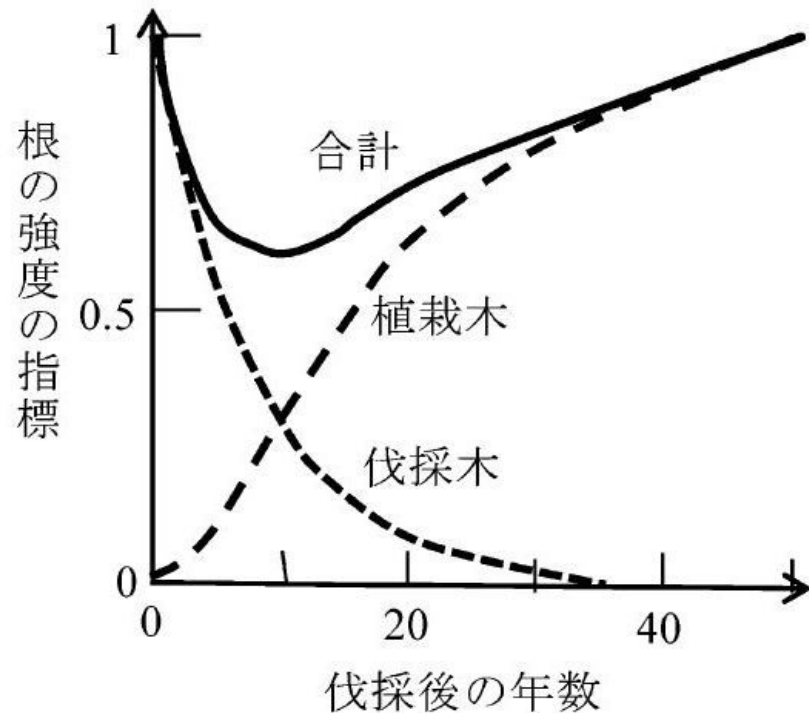


大井川の大崩壊地下流に
設置された階段状の治山ダム
関東森林管理局ホームページ

治山事業における林業との両立

人工林の場合、伐採後に根の補強
効果が低下する
樹木が大きくなると流木被害が大きくなる

林業と防災の両立の問題は重要である



6 森林と山地災害の関係

森林とその機能は、大きく3つに分かれていることをふまえたい



太古から
1950年代まで

1960年頃



1960年代以降

奥山	里山(花崗岩以外)	里山(花崗岩)
原生林		
わずかな森林利用のみ 森林・土壌ほぼ不変 機能ほぼ不変	森林の強い生活利用により、マツ・コナラ・草地へ変化 土壌劣化・厚さ減少 機能低下	森林の強い生活利用により、土壌消滅 はげ山へ 機能最低
戦後木材需要による 拡大造林、 機能やや低下	燃料革命により不利用 人工林化もしくは放置	治山緑化工事により機能の劇的増加 燃料革命により放置
高度成長の木材需要は海外天然林伐採輸入国内の機能低下は免れる		
原生林は機能 ほぼ不変		
	放置林は森林不利用によって成長 機能の長期回復開始	
人工林は間伐遅れ伐採後の鹿害等での浸食増加化により機能やや低下		



森林を他の土地利用に開発転換
(ゴルフ場、スキー場、宅地化等)した場合機能低下

木材輸送と環境保全機能の逆輸送

森林利用は伐採をとめない、森林の環境保全機能を低下させるので、木材の輸送は、伐採された地域の環境保全機能を低下させる

結果的に、木材輸送にとめない環境保全機能が逆向きに輸送される



**地球環境保全を
考えなければならず
日本壮齢の人工林の
伐採利用も重要**

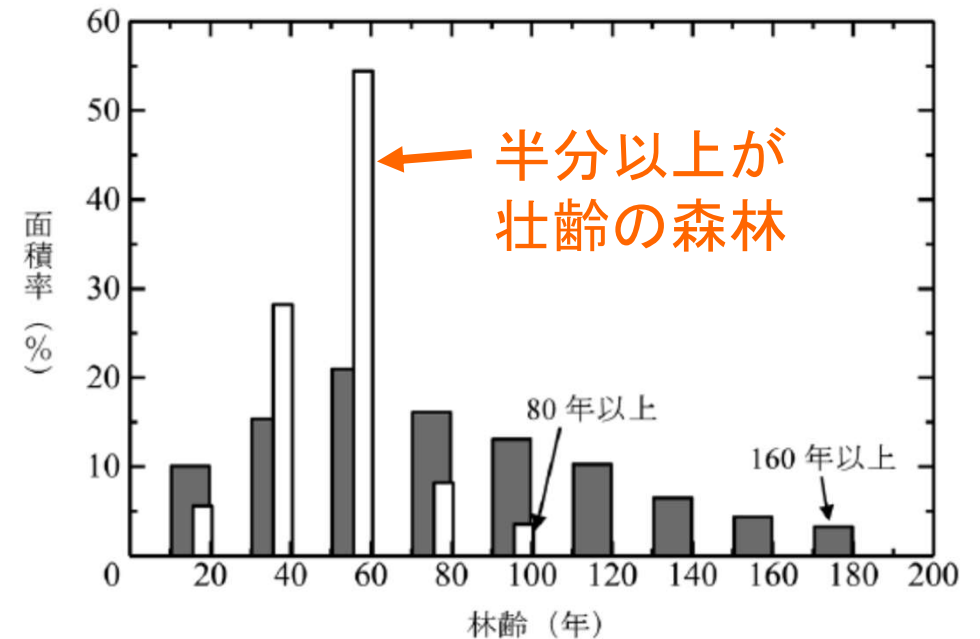


図-1 日本の人工林とドイツの森林（針葉樹林と広葉樹林の合計）の林齢分布

谷ら：森林科学、2017

今後危惧される森林飽和の崩壊

国交省によれば、**森林飽和**(太田:NHKブックス、2012)は、**治水の前提**となっている
(https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/yosan/gaiyou/yosan/h15budget3/p60.html)

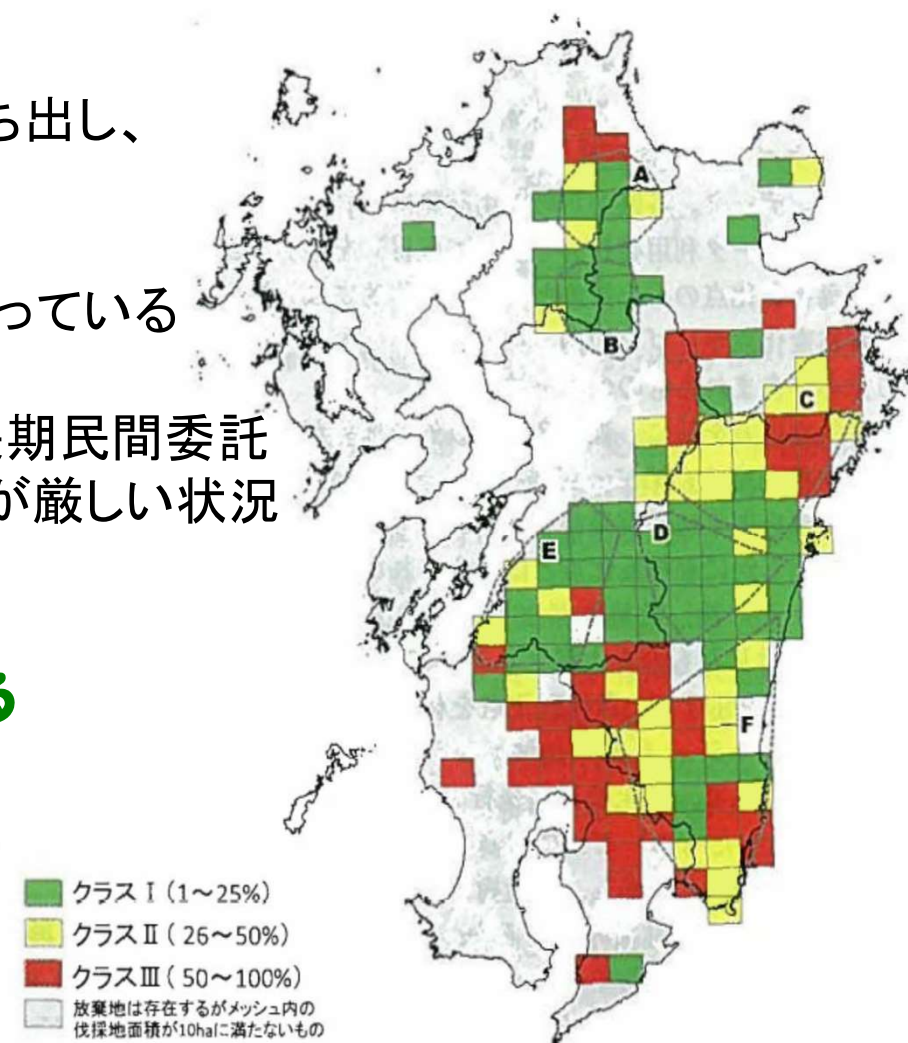
しかし、政府は2018年に「林業の成長産業化」を打ち出し、成長した人工林を伐採利用を進める方針

すでに、南九州などの伐採後の**植林放棄地**が広がっている

さらに、植林・育林しなくても罰則のない国有林の長期民間委託(国有林法改正、2019)、シカ食害などで森林再生が厳しい状況

森林再生困難・斜面土壌層の侵食を通じた洪水流出ピーク緩和効果の低下が危惧される

短期的な木材利用による経済効果だけをねらうのではなく、森林の保水力や崩壊防止機能できるだけ維持しながら、森林を持続的に利用してゆく「保全と利用の両立」を、長期的に目指さなければならない



九州における2002～2009年における民有林の人工林伐採後の再造林放棄地の割合

地球・森林・人間の相互作用と災害

地球活動は災害の基本的な原因でこれを完全に防ぐことはできない
しかし、地球活動と森林生態系の生命力との相互作用によって、
また、防災設備(堤防やダム)によって、被害は緩和される
しかし、森林や防災の効果には限界があるので、過信することはできない

また、森林は資源として利用するから、それによって防災効果が低下する
ことにも留意し、生態系の利用と保全の両立を図るべきである

