

認定NPO法人「森林の風」  
レベルアップ研修会

# 『森林飽和』と土砂災害

太田猛彦（東京大学名誉教授）

期日 2025年 9月7日（日）

場所 三重県菰野町



# ●現代の日本の森林をめぐる課題・動向 森林不明化

## ・林業の振興

グリーン成長産業化 スマート林業

製材工場・合板工場

の大規模化

CLT 木材輸出

間伐→主伐・再造林 森林経営管理法・森林環境税 高層木造建築

広葉樹・木質バイオマス利用

## ・自然災害 東日本大震災以降 海岸防災林

防災から減災へ 温暖化と災害激化 流木災害 国土強靱化

## ・生物多様性保全

生物多様性国家戦略2023-2030

昆明モントリオール枠組

ネイチャー ポジティブ

Eco-DRR  
生態系と防災

## ・地球温暖化防止

カーボンニュートラル 森林吸収源対策

パリ協定 → IPCC 第6次評価報告書

GX グリーントランス  
フォーメーション

## ・持続可能な社会

多面的機能

森林認証材 FSC

SDGs



●近代以降の森林・林業関係基本法の変遷

 **1897**森林法（保安林制度）      1896河川法（治水）

（継続）

—国土保全法—

1964林業基本法（林業振興）      1964新河川法（＋利水）

（すでに廃止）

1961農業基本法

—高度経済成長に貢献—

（国内）自然保護や生物多様性が意識され始める      （国外）地球環境問題

2001森林・林業基本法

（多面的機能）

1997新河川法改正

（＋環境）

1999？食料・農業・農村基本法

—地球環境問題の克服—

「森林飽和」  
第6章



# 選書シリーズNHKブックスでは過去 15年間で実質的に最も売れた本



第五章 いま何が起きているのかー森林増加の副作用  
土砂災害の変質  
山崩れの絶対的減少  
深層崩壊  
水資源の減少  
河床の低下  
海岸の変貌  
国土管理の新パラダイムー迫られる発想の転換  
“国土”を考える背景  
新しい森をつくる  
土砂管理の重要性  
海岸林の再生

第一章 海辺の林は何を語るかー飛砂から津波まで  
津波被害の実態  
津波を「減災」したマツ林  
なぜ海岸にマツ林があるのか  
第二章 はげ山だらけの日本ー「里山」の原風景  
日本の野山はどんな姿をしていたのか  
石油以前 人は何に頼っていたのか  
里山とは荒地である  
第三章 森林はどう破壊されたかー収奪の日本史  
劣化の始まり  
産業による荒廃の加速  
山を治めて水を治める  
なぜ緑が回復したのかー悲願と忘却  
第四章 荒廃が底を打ち  
回復が緒につく  
見放される森  
第五章 いま何が起きているのかー森林増加の副作用  
土砂災害の変質  
山崩れの絶対的減少  
深層崩壊  
水資源の減少  
河床の低下  
海岸の変貌  
国土管理の新パラダイムー迫られる発想の転換  
“国土”を考える背景  
新しい森をつくる  
土砂管理の重要性  
海岸林の再生

『森林飽和ー国土の変貌を考える』

NHKブックス No. 1193

現在の森を知るためには、  
かつての森の姿を知ってほしい

NHKブックス No.1193

2012年 7月30日 第1刷発行  
2023年 8月 5日 第13刷発行



# “世界で唯一”の森で暮らした縄文人

## 森林の歴史(1)

メソポタミア文明と同期

農業社会以前／縄文時代(紀元前600年以前) 縄文文化

### ● 森を利用したもっとも豊かな狩猟採集民族文明

(ジャレド・ダイヤモンドによる →「農耕」は自然を破壊する)

・1万5千年前から温暖化・日本海が誕生し、変化に富んだ四季

・1万年続いた縄文社会:

### ● 自然資源が豊かで、農耕を受け入れる必要がなかった

三内丸山の集落(定住)は1500年ほど続いた

温暖化による落葉広葉樹の発達(栗の林の中に集落がある)

四季それぞれに自然の食料を得た(山菜／漁／木の実／狩)

縄文土器を発明(煮炊きが可能)どんぐりの渋抜き、食中毒予防

・完璧な自然共生社会／持続可能な社会

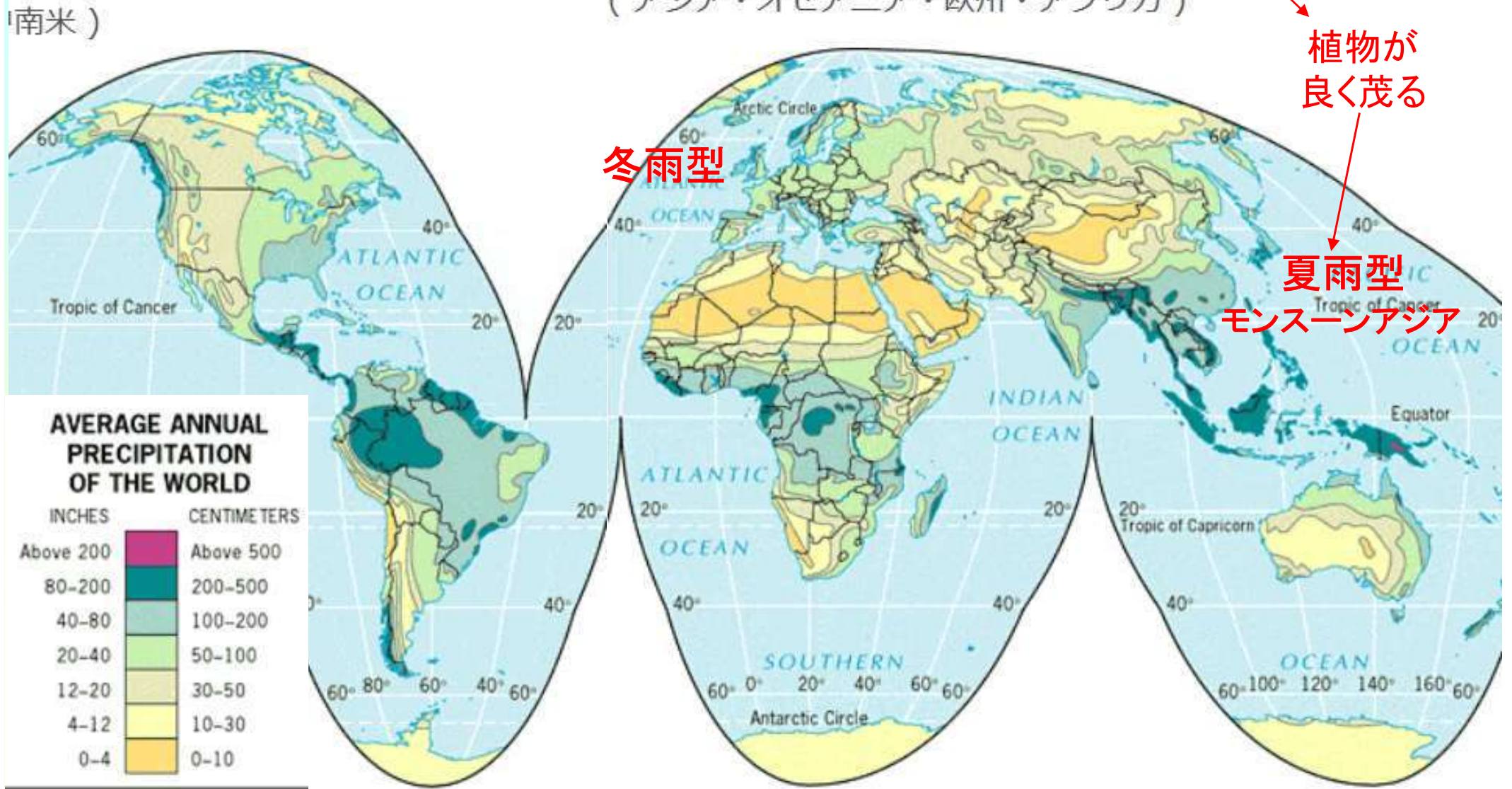




# 気候

モンスーンアジア・・・夏季雨が多く、湿潤である

( アジア・オセアニア・欧州・アフリカ )



世界の年降水量分布



- 広さ(面積)最低 0.05 ~ 1.00ha.
- 樹冠率(あるいはそれに相当する貯蔵水準)が 10 ~ 30%以上.
- 成熟期の樹高が最低 2 ~ 5m に達する木があること.
- 森林は、さまざまな層をなす立木や下層植生が地上の大部分を覆っている閉鎖林、もしくは疎開林でもよい。樹高が2から5mに満たない若齢の天然林やすべての人工林は、通常、伐採のような人為的影響や自然の影響により、一時的に蓄積がない状態となるが、森林に含む。
- 締約189国(日本も含まれる)はそれぞれ条件の範囲で森林の定義を行ってもよいが、第1約束期間において定義を変更してはならない。



樹冠率が10~30%以上

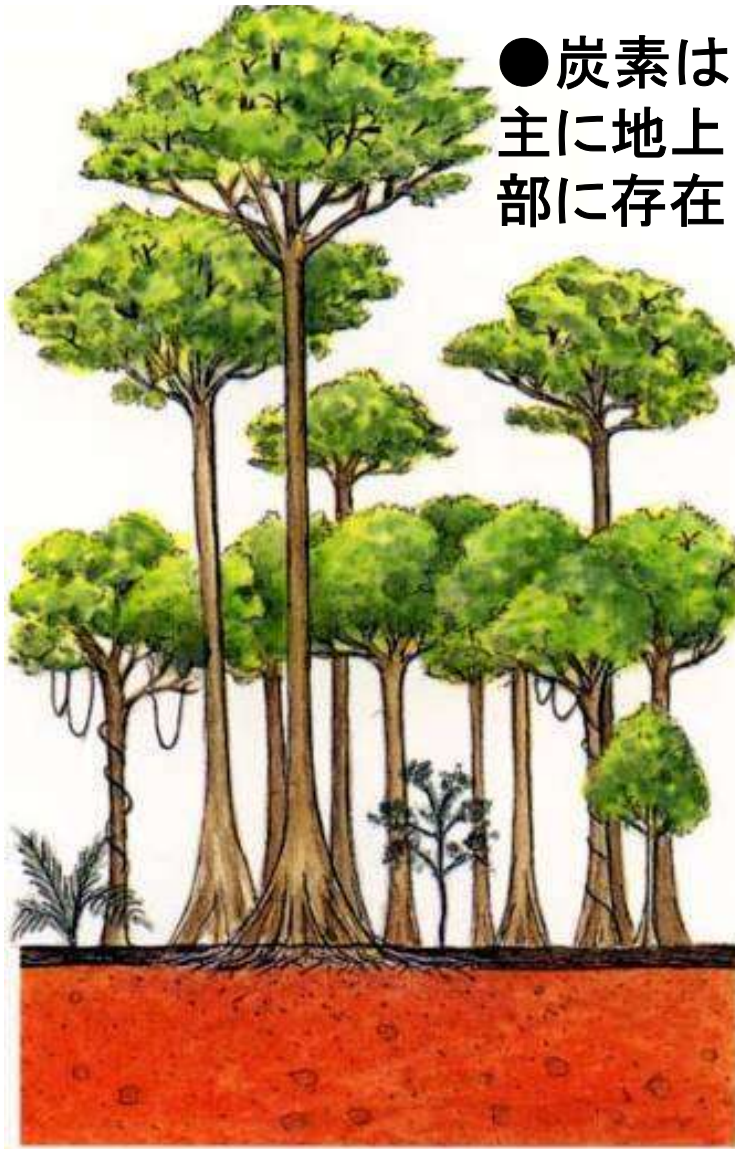
樹高が2~5m以上

森林とは？

森林の定義・・・世界では日本のような豊かな森を想定していない！



●炭素は  
主に地上  
部に存在



熱帯林

薄い土壌(貧栄養)

『水と土をはぐくむ森』より



●炭素は森林土壌中にも広く存在する

●気候が森林土壌に及ぼす影響：

日本の温帯林は循環利用に適した森林

炭素は地上と地下に存在

炭素は地下に多く存在

...しかし、



温帯林

養分豊かな厚い土壌

伐採・再造林に有利！



亜寒帯林

厚い泥炭層

(植物の利用は不可能)





広重の絵に豊かな森は出てこない

口絵 A

山腹にはマツ。マツ林は浜辺などの養分の少ない土地で繁茂のはず





こんなに薪が積み上げられている！

鬼河内  
野村  
仙  
1862



(平尾魯仙、1862年制作)



古代～中世

### 森林劣化の始まり

**稲作の伝来**

→人口の増加

単位面積当たりの人口収容力大きい

森は最も重要な資源  
農耕も森に依存

- ・居住地の周りの森林の変化
- ・集落の成立と森林の開墾／農耕地

農用林・生活林(燃料)

→ **集落の周りの森の劣化**

- ・**古代都市の成立と本格的な森林劣化**
- ・畿内を中心とした森林劣化の拡大

建築資材等木材  
の本格的使用

／森林保護も始まる 676年天武天皇:飛鳥川上流に禁伐令

- ・**田上山などで荒廃山地(はげ山)が出現** ……藤原道長の時代
- ・戦国時代頃以降の産業の発達・築城等→燃料・資材の需要増加

→人口増加・社会の発展 → **全国的な森林劣化へ**





## 江戸時代の社会と森林の荒廃

「森林飽和」  
第3章

・日本の自然：プレートの沈み込み地帯・温帯アジアモンスーン

・稲作農耕森林(木材)社会の繁栄

世界人口の 1/20~30

稲作農耕社会といわれるが、実際は森林資源を利用した人口3000万人の暮らしがあった  
自然資源／地上資源社会

・「里山」＝農用林・生活林が不可欠→資源量に限界がある

→山論・水論の発生

→森林の劣化・荒廃

→山地荒廃(表面侵食・表層崩壊)

→洪水氾濫

・「里地・里山システム」での工夫：

①入会の制度

②用水利用の調整(→水利権)



# 農耕社会の地域システム

C

2000 年以上  
続いた日本の  
稲作農耕社会

食料以外の資  
源・エネルギー  
はほとんど全  
て森林生産物  
であった

したがって、  
日本人は「稲  
作農耕**森林**民  
族」であった

**森林は当然  
日本人のこ  
ろにも影響を  
与えた**

里山

建築材  
材料  
燃料  
食料  
飼料  
その他

肥料  
用水

## 里地里山システム

農村（里地・里川）

農  
民

食糧  
食料

水田・畑

生活・習慣／精神・文化／民族性・地域性

持続可能な自  
給自足社会と  
いわれている

江戸時代の人  
口は3000 万人

その頃の里山  
の状態は**はげ  
山**であった…

里山生態系は  
そのような生態  
系である

それは約70 年  
前まで続してい  
た

**文化原理**



# 日本人は森林資源を目いっぱい使ってきた!!

## ★日本人が造った森

・・・原植生をそのまま使ったわけではない

- ・木の性質を知り尽くしていた
- ・天然林が枯渇し、人工植栽が始まった

## ●スギ・ヒノキの人工林・・・建造物・家具などの材料として最適

- ・スギの性質
  - ・軽い
  - ・通直
  - ・やわらかい
  - ・割りやすい・・・加工しやすい
  - ・半陽樹で分布が広く植えやすい
  - ・成長が比較的早い
  - ・植栽による更新が成長に有利な樹種
- ・ヒノキの性質（スギに近い性質に加えて）**「適地適木」で植林**
  - ・淡い色合い／光沢／芳香などがよい
  - ・たわみや曲げに強い

## ●里山の二次林／雑木林：農用林・薪炭林（落葉広葉樹）

- ・成長が早い（20年程度で伐採）
- ・萌芽更新可能
- ・燃料材として適切
- ・落葉は養分豊か **クヌギ・コナラ**
- ・荒地でも育つ**マツ**が繁茂、
- ・そして草地（草本も資源として重要）



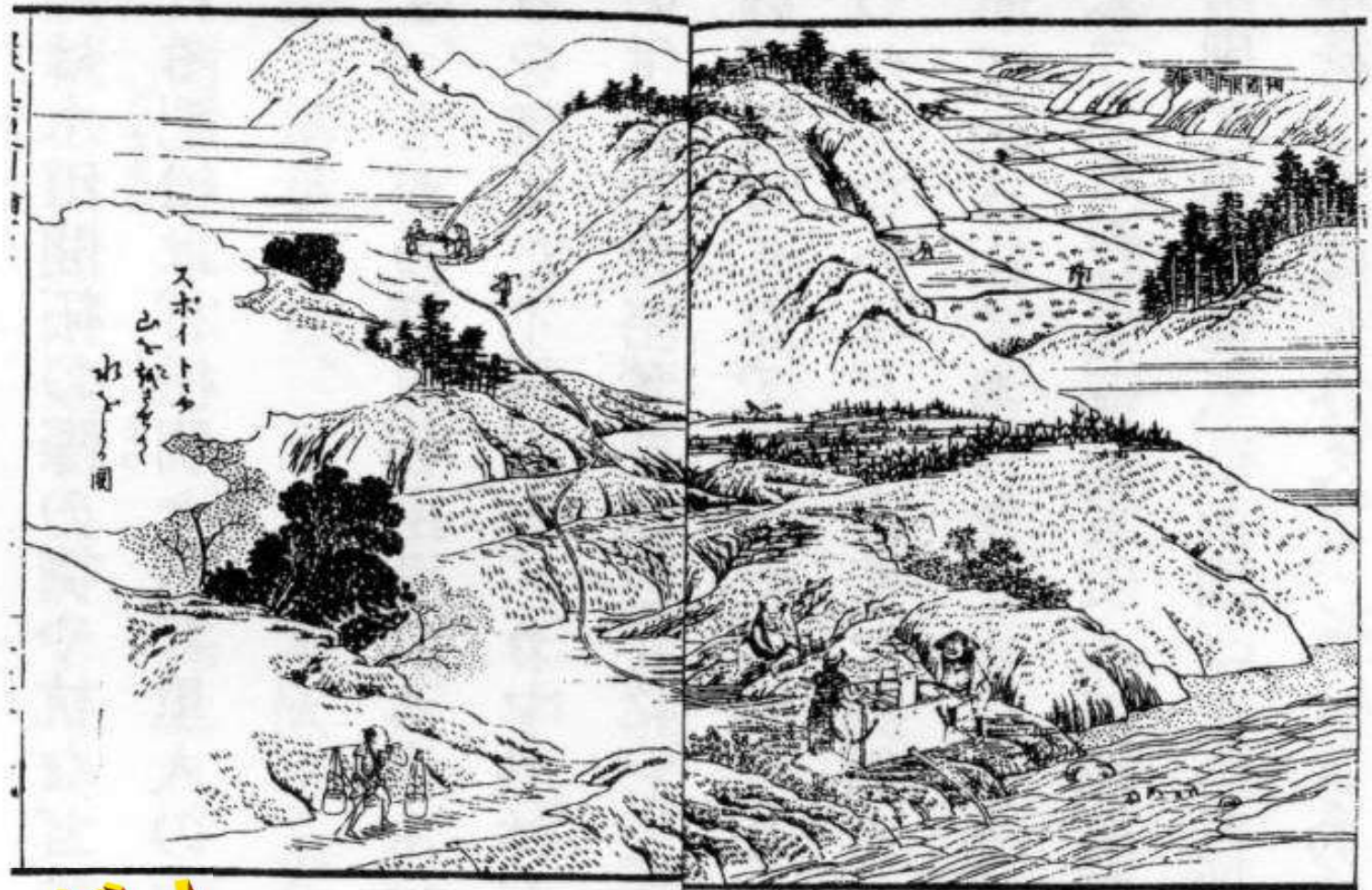


● しかし、**里山**は荒廃していた・・・里山生態系は**荒地生態系**？  
幕末にはその半分以上が草地！

近世の文化年間（1804—18）における稲作水田と接する里山の植生。立木地はごくわずかでほとんど草山である（大蔵永常『農具便利論 下』〔日本農業全書15『除蝗録全 後編・農具便利論上中下』農山漁村文化協会〕より）

④

59 ページ



これが里山だ！

この光景は1950年代まで続いた

この絵の頃、日本人は森林バイオマスを（特に里山で）目いっぱい利用して3000万人が暮らしを立て、文化を築き、知恵を磨いた。



# ●里山＝入会地：入会のルールを決めて皆で使った

## 入会地

60 ページ

入会の規約：資源の再生産を維持するため、乱獲を防ぐ

- ① 利用期間の制限：採草開始日 「山の口明け」（例）5月5日
- ② 使用道具の制限：採草／かま 伐採／なた・かま
- ③ 採取量の制限：1荷／1日に1人が1回運べる量 1駄

入会権1896年民法の規定

- ・所有権に相当し共有の性質のあるもの（所有名義は記名共有、字・区有）
- ・地役権に相当し共有の性質のないもの（国有地では否定、公有地では公法上の旧慣使用权）

入会地の歴史：

- ・大化の改新後：公私共利（平等な利用）
- ・806太政官符：利用地域の境界を示す
- ・関西：南北朝～室町時代に入会林成立 全国：江戸中期（山論）
- ・江戸時代：村持山の個人所有化
- ・明治時代：入会林野の解体政策

森林資源が枯渇

（三井昭二）



(1) 熊沢蕃山・河村瑞賢・角倉了以ら儒学者の

「治山治水」思想 ……「木を植えよう」思想の始まり

(2) 諸国山川の掟：森林の伐採及び樹根の掘り取りの禁止  
1666年  
・植栽の奨励

洪水氾濫対策！

(3) 留め山・留め木：保護林制度

(4) 土砂留め工事（17世紀以降）……土砂留奉行・土砂留方

→山腹工事・山腹緑化工

(5) 砂留め工事（1700年頃から） →溪流工事・堰堤工

(6) 海岸でマツの植栽（17世紀以降）

→海岸砂防造林（飛砂防止）

高木はクロマツ

「森林飽和」

第3章





日本の森林が史上最も劣化・荒廃した明治中期、そして森林の復活

## 明治時代～平成時代

## 日本の森林の歴史（4）

- 明治時代中期: 森林荒廃がピークに達した時期

・・・治水三法と森林治水事業の開始

→森林法制定

- 
- 戦前: 天然林の開発（奥山）と里山での「拡大造林」

（注）拡大造林はもともと里山二次林のスギ・ヒノキ林化

- 戦中・戦後: 奥山での乱伐・奥山での「拡大造林」

- 
- その後、治水・砂防・造林事業が進展、燃料革命・肥料革命

→里地・里山システムの終焉・・・日本人が森から離れた



高度経済成長時代、

- 平成時代: 人工林の成長と里山林の回復

林業基本法制定

- 
- 日本の森林は、何世紀にもわたる荒廃の時代から回復した。

- 日本の森林は400年ぶりの緑を回復している

⇒『森林飽和』の時代 と称している





## 里山の森林の典型的な荒廃状況



愛知県春日井郡坂下町（現春日井市） 1904年（明治37年）





明治中期における京都  
北東山地の植生景観  
・・・樹高はすべて小

賀茂川

高野川  
(鴨川上流)

比叡山

[凡例]

すべて小 以下

(小椋純一、  
2005)

★ 景観生態学 9(2)



マツ林<大>  
大



スギ林<大>



マツ林<小>



矮生雑木地



ナラ・クヌギ  
林<小>



雑草地



雑樹林<小>



ハゲ山

0 1 KM



- ・治水政策の転換と河川法の成立：高水工事 <治水の革命>
  - ・砂防法の成立とアルプス砂防技術の導入
  - ・森林法の成立と保安林制度（1897年）・・・現在の制度とほとんど同じ
- 他に、森林監督制度 ●森林法は国土保全法の一つ

東京大学林学第四講座 アメリゴ・ホフマン 諸戸北郎

- ・商務省山林局でも砂防工事（全て“砂防工事”と言った）

→ 治山工事と砂防工事に分離

- ・砂防：保全対象は下流の生命財産
- ・治山：健全な森林・山地を維持・回復させる（ことにより森林の機能を発揮させる）。しいて言えば保全対象は森林・山地そのもの

- ・第1期治水事業：本格的な事業の開始（1911年）
- ・森林治水事業のうち地盤保護工事→治山事業
- ・砂防事業



## 戦後の森林・林業政策

- ・林政統一、次いで「森林計画制度」の創設
- ・増大する木材需要：大面積皆伐・**拡大造林政策**、**外材の導入**

不足分

### 日本社会の森林資源離れ

大型建造物の鉄筋コンクリート化・住宅の洋風化・  
耐火構造化

奥山

以下、林業の苦闘の時代

### ●高度経済成長に乗り遅れた林業への支援



- ・**林業基本法** “農家林家の経営構造を改善し、その所得向上を図る”  
資源政策から経済政策へ

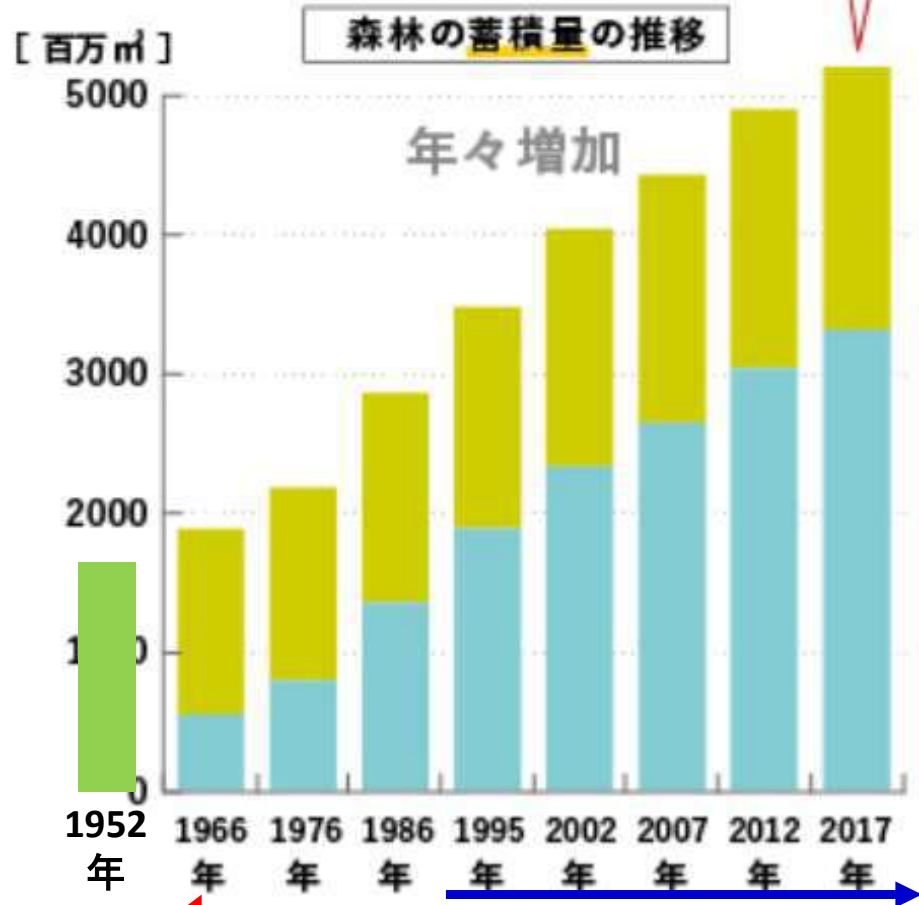
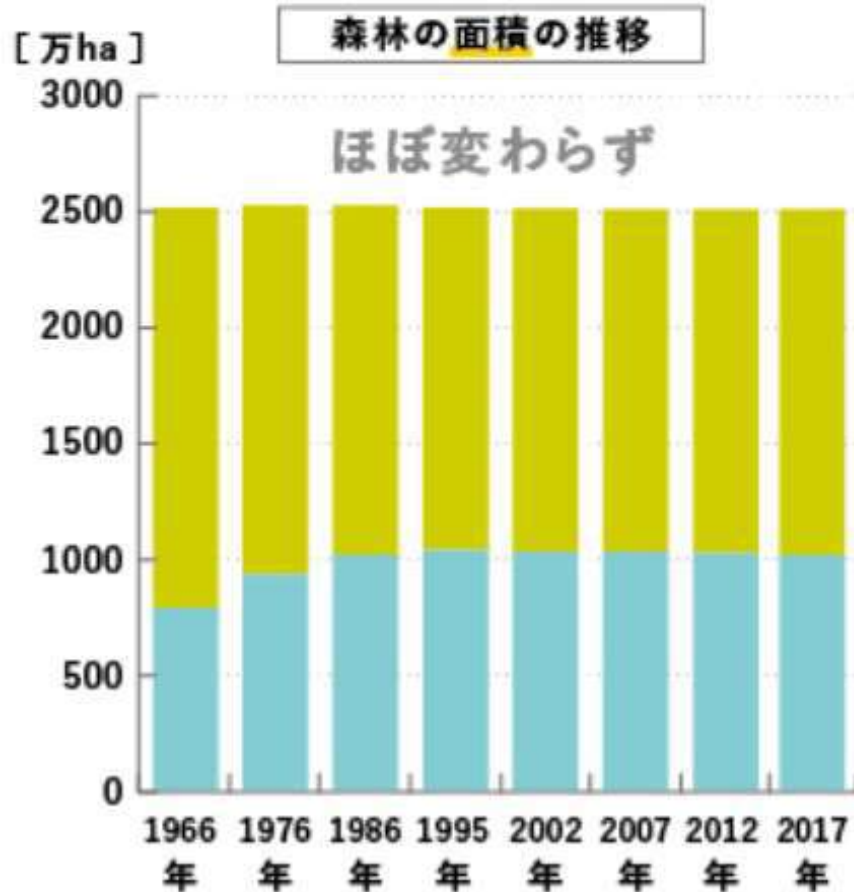
- ・公共事業で造林事業を補助＜森林の“公益的機能”論＞

## 日本の森林面積・蓄積量の変化

昭和後期以降、森林が回復！

■ 天然林・その他 ■ 人工林

2017年  
森林蓄積量 **52億4千万 $m^3$**



● 森林面積は2,500万ha強で変化していない

平成時代

● 国産材供給量が最大の時期も資源量は増加していた





# ● 森林飽和の影響

- 生態系の変化
- 侵食様式の変化

海岸環境の変化

・・・飛砂の減少  
(海岸林の防風効果もあって)

・・・表面侵食の消滅／表層崩壊の減少



→ 深層崩壊が目立つ

→ 土砂生産の減少

- 水循環の変化

・・・流出量の減少／流量の平均化

→ 洪水緩和機能はすでに発揮、

森林の水消費を減らす：木材生産と両立

「森林飽和」  
第5章

→ 「“治山治水”は成功した」か？ ・・・Yes！

→ 国土は大きく変貌しているようだ → 『森林飽和』

→ 国土保全事業の“これから”の基礎認識

149 ページ



## ○現代の山地・森林(里山)と人々の関係 ＜難しい里山の管理＞

- ・農業の近・現代化：機械化、化学肥料・農薬の使用、減反
- ・過疎化：住民の高齢化、少子化
- ・耕作放棄地→森林化、太陽光発電用地
- ・里山広葉樹二次林の未利用による大木化・高齢化
- ・竹林の繁茂
- ・病虫害の発生：マツ枯れ、ナラ枯れ
- ・生態遷移の進行：マツ林／クヌギ・コナラ林→照葉樹林・竹林
- ・落葉落枝の未利用による下層植生の繁茂、
- ・逆に照葉樹林・海岸林の過密化による林床の裸地化
- ・里山の奥山化による動物の繁殖；イノシシ、シカ、サル、クマ
- ・高齢木の根返り、幹折れ、枝折れ等による事故の発生  
（電線切断、電柱倒壊、殺傷、交通事故・・・公園木や街路樹も）
- ・林地はもちろん、溪畔・河畔からの流木発生
- ・伐採除去費用の高額化



●**侵食様式の変化** …… **森林保全・防災の知識が必要**

・**表面侵食の消滅**・洪水緩和……はげ山がなくなったから

・**表層崩壊の減少**(**深層崩壊が目立つ**)……根系の成長

●**土砂災害の減少**

←気象予報・情報伝達・防災教育等の向上

→**土砂災害対策の見直し**

●**深層崩壊対策の必要性**→警戒・避難も難しい

・溪流の縦横侵食の増加

→**土砂生産の減少**

・河床低下／**海岸侵食の進行**／飛砂の減少

→流砂系の総合土砂管理 →**国土環境の変貌**

☆●**流木災害の増加**

●**水循環の変化**



# ● 最近の自然災害

2011.3.11 東日本大震災

想定外

減災・多重防御

津波でんでんー  
自主的避難

2011 台風12号・深層崩壊 新潟・福島豪雨 新燃岳噴火 → 2018再噴火

2012 つくば市で竜巻 九州北部豪雨 2013 大島町土石流

2014 広島市で土石流災害 御嶽山水蒸気噴火 2015 鬼怒川水害

2016.4.14、15 熊本地震

また、想定外

岩泉町  
台風10号水害

糸魚川大火  
鳥取県倉吉地震

2017.7.5、6 九州北部豪雨災害

流木災害

本白根山・水蒸気爆発

2018.7.6、7 西日本豪雨災害

大阪北部地震

島根県西部地震  
耶馬溪の崩壊

高温災害も

2018.9.4 台風21号 強風災害・高潮 9.6 北海道胆振東部地震

2019.9.10 房総半島台風 暴風 2019.10.12 東日本台風 水害  
15号 19号

2020.7.4 令和2年7月豪雨 球磨川水害

多発する豪雨災害

2021.7.3 伊豆山土石流 2023.7.10久留米市土石流

☆2024.1.1 令和6年能登半島地震 2025.2月～3月大船渡山林火災

# 九州北部豪雨 2017年



0次谷谷頭の崩壊



# 2017年九州北部豪雨での流木災害



山腹から流出した流木の堆積（奈良ヶ谷川、朝倉市）





# 自然現象と土砂災害の発生

## 自然現象

### 極端な現象の発生

豪雨(台風)

地震

火山活動

→  
(重力の作用)

### 物質の移動

土砂

水(雪)

流木・火山ガスなど  
(水・風は流体力を生む)

## 社会現象(被災対象)

### 生命・財産

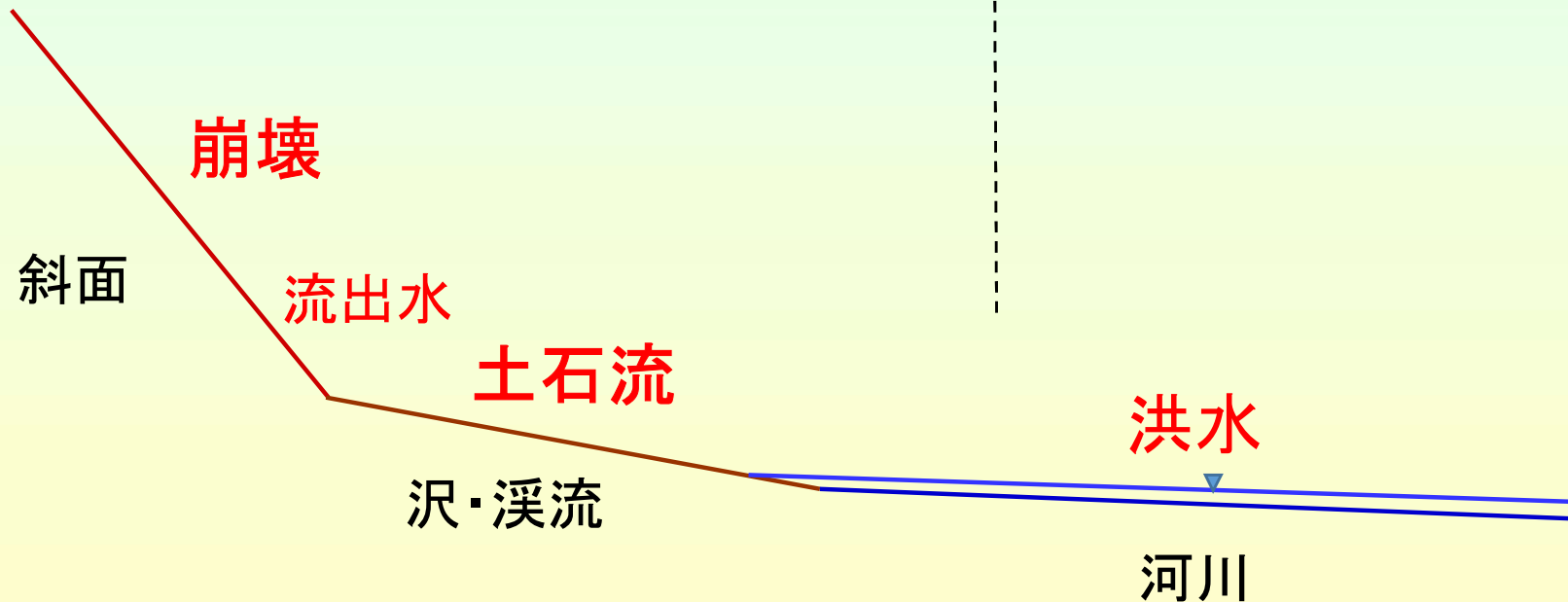
→  
(破壊・損傷)

人間

家屋

インフラ

農地・林地



# 自然災害の種類(誘因との関係)

バランスが  
崩れると

(気象災害)

災害の引  
き金となっ  
た現象

(地盤災害)

極端な現象  
が起こると

豪雪

強風・竜巻

台風

豪雨

前線性豪雨

【誘因】

地震

火山噴火

(豪雨)  
(積雪)

雪崩

地すべり

風倒 建造物倒壊

高潮

洪水氾濫

山腹崩壊・がけ崩れ

地すべり 斜面崩壊

土石流・流木

津波

振動 建造物倒壊

液状化

火砕流

火山泥流

溶岩流

融雪泥流

降灰

雪害

風害

水害

土砂災害

地震災害

火山災害

人の営み  
があると  
災害発生！

●下線:土砂災害関連

(山地災害の多いわが国)

## ●そこ(日本)は自然災害の常襲地帯

宿命！

### ○火山活動が活発 → 火山災害

- ・火山はプレートの沈み込み境界から80kmの火山フロント(火山帯)に配列。 噴火と降灰・火災流・溶岩流

### ○地震活動が活発 → 地震災害

- ・地震はプレートの沈み込み境界から500km以内で発生
- ・プレートの沈み込みと海溝型地震
- ・活断層の活動と内陸型地震
- ・海底地震と津波

### ○台風・前線活動が活発 → 豪雨災害・・・気候の影響 が大きい

- ・河川の氾濫
- ・土砂災害

・植生と同様に

山崩れ・がけ崩れ 土石流 (地すべり)



○変化に富んだ特別な**国土**：先進国の中で最も**自然災害の多い**

**位置**：ユーラシア大陸の東岸・中緯度（にある島国）

**地形・地質**：南北に3,000kmの細長い弧状列島、複雑な地質

←（原因）**プレートの沈み込み地帯**

- ・**地震活動・火山活動** → 脆い岩質 → 土壌化が容易
- ・急峻な地形：高い山・急流河川・狭い平地 ← 隆起速度大

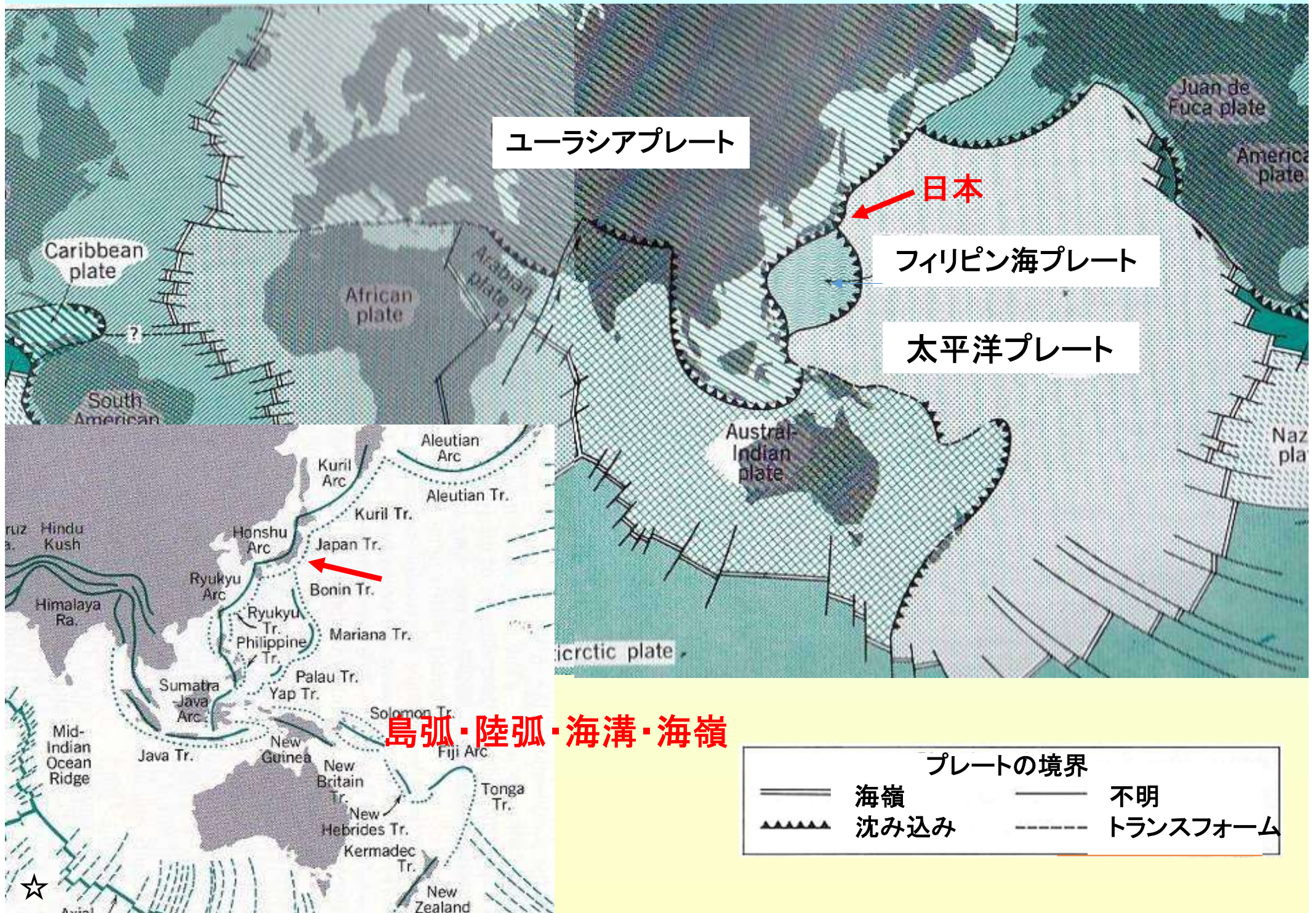
**気候**：温帯で降水量が多い 侵食作用が大

←（原因）**アジアモンスーン（温帯モンスーン）**

- ・**豪雨が頻発** ← 前線活動が活発・台風が襲う
- ・**湿潤な夏／乾燥した冬** → 日本海側は多雪



# 地殻プレートとその境界





・自然災害のうち、ここでは**土砂災害**を考える

●地すべり・がけ崩れという国土交通省・砂防部の分類では森林と土砂移動（特に山地での）との関係を正確に理解できない

◎火山活動や雪崩によるものを除く土砂災害について、「防止対策の方法」を考慮すると、山地での侵食現象は5つに分類される

重要！

①**表面侵食**

②**表層崩壊**

③**深層崩壊**（④を除く）  
＜山体崩壊を含む＞

④**地すべり**（狭義）

⑤**土石流**

**山腹崩壊（治山）**

**がけ崩れ（砂防）**  
**急傾斜地の崩壊**

地質条件に深く関わる

●上記侵食現象のタイプはおもに地質条件による



(日本の)治山治水の歴史を概観すると

I. 古代～明治時代中期:

森林の劣化(利用・酷使)による土砂災害、水害  
の増加・・・明治時代中期:山地荒廃のピーク

・・・すでに述べた！

II. 明治時代中期～平成時代中期:

森林の回復・充実による土砂災害・水害の減少

・・・『森林・林業白書』治山特集(第2節) 参照

これまで

III. 平成時代末期～:

地球温暖化による豪雨の大規模化により、  
再び土砂災害・水害が激化

これから

将来を含めて3期に分けて考えることが妥当であろう

# 我が国における自然災害の変容

『森林飽和』参照

I 森林の劣化（森林資源の酷使）⇒洪水の氾濫と治山治水

はげ山の時代

II 森林の回復・充実（原野・草地の減少）

⇒表面侵食の消滅⇒洪水氾濫の減少、表層崩壊の減少

→治山治水事業の成功・『森林飽和』

⇒河床低下と海岸侵食を加速、流木災害の増加

これまで

III 豪雨の大規模化（地球温暖化の影響） 線状降水帯の多発

これから

⇒再び、洪水氾濫の増加 溪流の縦横侵食の増加

⇒特に、北日本（東北・北海道）での豪雨災害の増加

⇒厚めの表層崩壊・深層崩壊の顕在化 流木の増加

⇒表層崩壊集合型土石流から流出水攪乱型土石流へ

→ソフト対策（警戒・避難）の強化



# ①表面侵食 ☆かつての「はげ山」や畑地で多発

写真参照

裸地斜面に降雨（が続くと）

- 雨滴による雨撃層（クラスト層）の形成
- 浸透能の低下
- 地表流の発生
- 掃流砂の発生／表面侵食の発生
- 地表流の凹地への集中
- リル侵食（細流侵食）の発生
- ガリー侵食（溝状侵食）の発生
- （成層火山などでは大規模な侵食谷が発達）

土壌侵食と  
呼ばれることが多い

○林内でも局所的に表面侵食が発生することがある

- ・間伐されていないヒノキ林内（裸地化）
- ・リターや菌糸に由来及び森林火災後の撥水性土壌
- ・伐出後の土壌攪乱・搬出路（裸地化）
- ・シカなどの食害地（裸地化）
- ・・・通常は地表の微妙な凹凸により結局は地中に浸透



かつて**表面侵食**が大発生

玉野市

70年前までの山地の状況

・・・岡山県

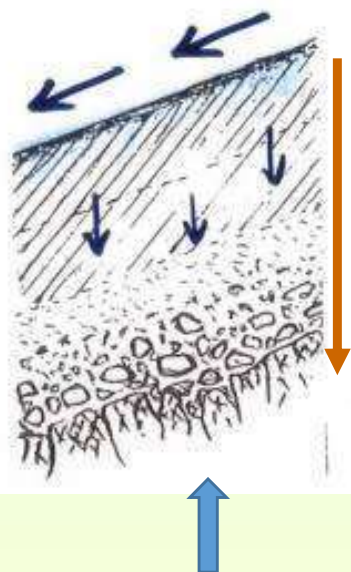


日本では300年以上に亘って、現在の発展途上国と同様に山地は荒廃していた



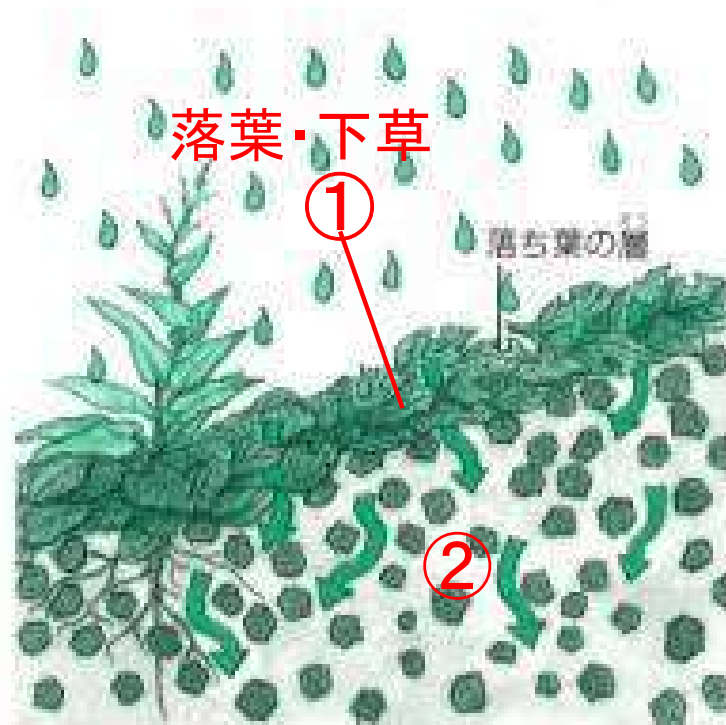
## 裸地 (はげ山)

落葉や下草だけでなく土壌層も消失している場合が多い



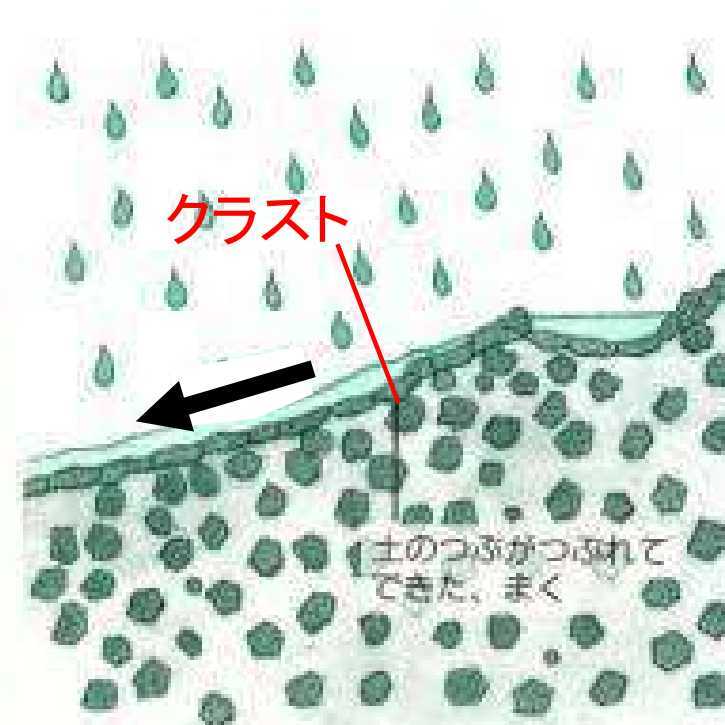
表面侵食が続くと長期的には土壌層②が消失

## 森林



森の土

## 畑



畑の土

●土の表面の穴がつぶされると、水たまりになる

①が存在しない(裸地)場合は、土壌表面の目詰まりによる層(雨撃層、クラスト)が雨水を浸透させず、地表流が発生する

●落葉・下草が表面侵食を防ぐ

『水と土をはぐくむ森』(太田猛彦、1996)



# 典型的な表層崩壊

急斜面の崩壊

〇次谷の崩壊

土石流化

 **PASCO**  
Surveying the Earth to Create the Future

2018年9月6日（木） 撮影：株式会社ハスコ / 国際航業株式会社  
2018年9月 平成30年北海道胆振東部地震





## ②表層崩壊(豪雨が原因の場合)

☆花崗岩系山地で(比較的)多発の傾向

- ・風化土壤層の崩壊

- ・降雨の浸透によって発生

- 風化土壤層底部(基盤岩の直上)での飽和層(地下水帯)の形成(間隙水圧の発生)

- 地下水面の上昇(地下水帯の発達)

- (=間隙水圧の増加)

- 崩壊の発生(せん断破壊)

- ・森林の崩壊防止効果が発揮される可能性

- ・根系の杭効果とネット効果

- ・崩壊防止効果には限界がある

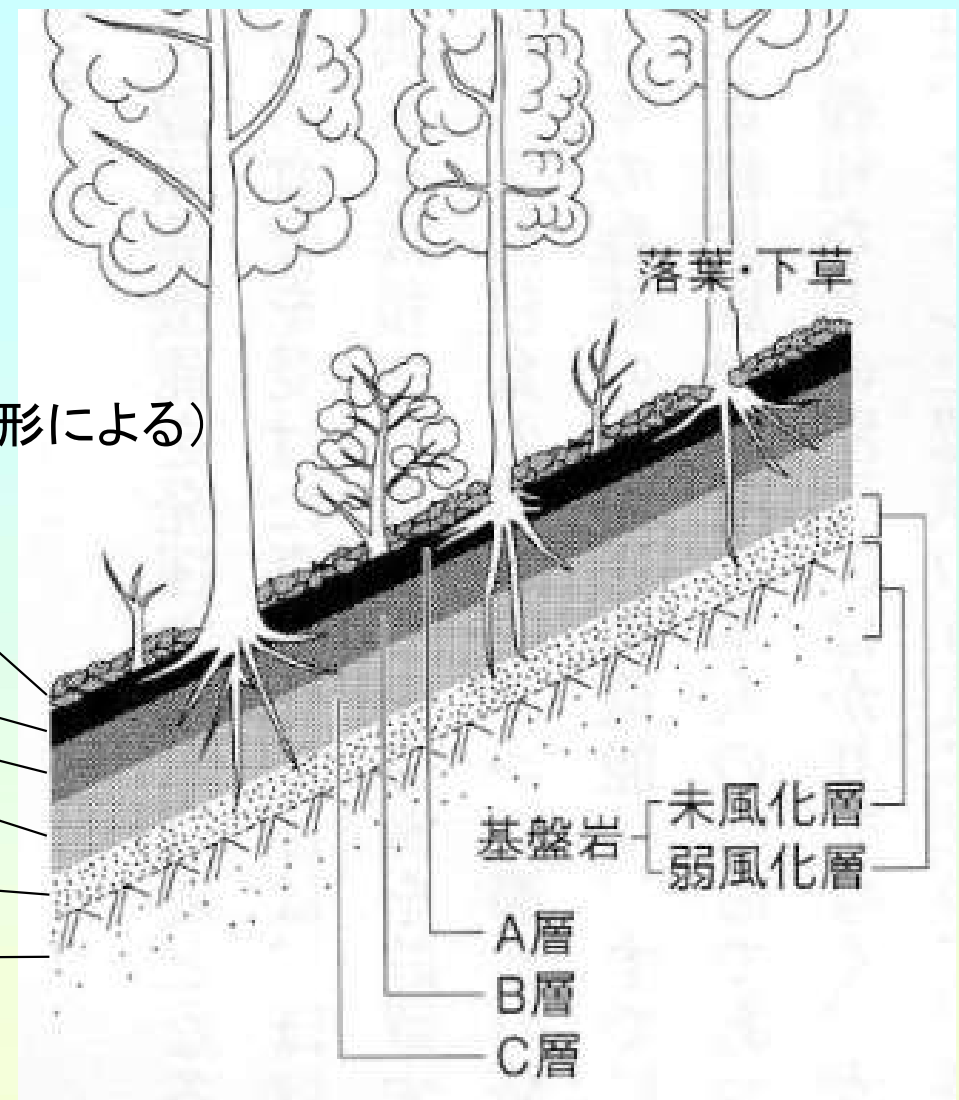
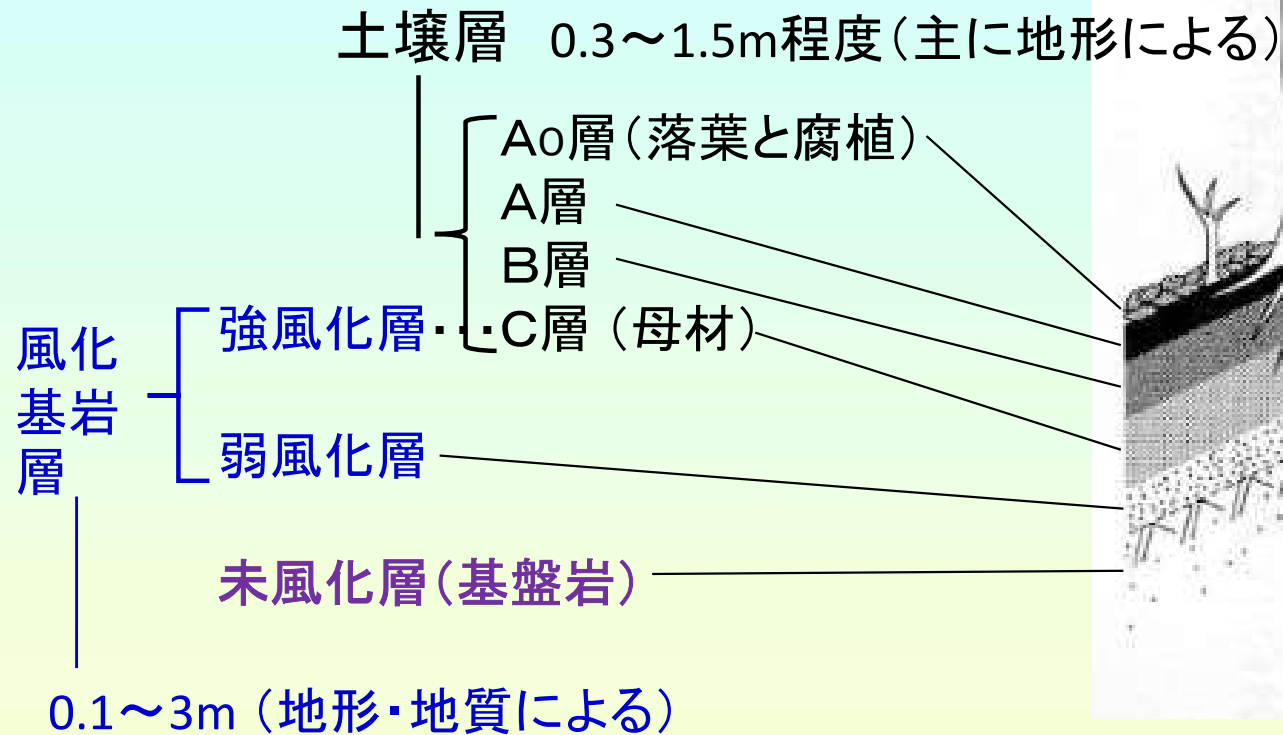
- ・・・崩壊を抑制することができる

●山崩れの大部分は表層崩壊！

# 土の中はどうなってる？

## 山腹斜面の土壌層構造 と表層地盤構造

### “風化土壌層”



- ・土壌層：緩斜面・凹斜面で厚くなる。林業で重視される。
- ・風化基岩層：まさ土(深層風化の花崗岩)・変質を受けた堆積岩・火山灰層・風化火山岩／凹斜面・やや緩斜面で厚くなる。山腹崩壊などの防災面及び水文現象で重視される。

# 表層崩壊とは(その1)

## 豪雨による表層崩壊の発生 と森林による抑制メカニズム

- ・表層崩壊は降雨の浸透水が“水を通しにくい基盤岩”の上部すなわち、風化土壌層の底部に集積し、地下水面が風化土壌層内を上昇することによって発生する
- ・森林は垂直根が基盤岩弱風化層に食い込むこと(杭効果)と周囲の側根同士の絡み合い効果(ネット効果)によって風化土壌層を斜面上に維持する。
- ・風化土壌層底部の効果的排水システム(パイプ状水みち)も地下水面の上昇を抑える効果がある



樹木の根系は、

- ①「基盤岩へ侵入した根」  
(杭効果)

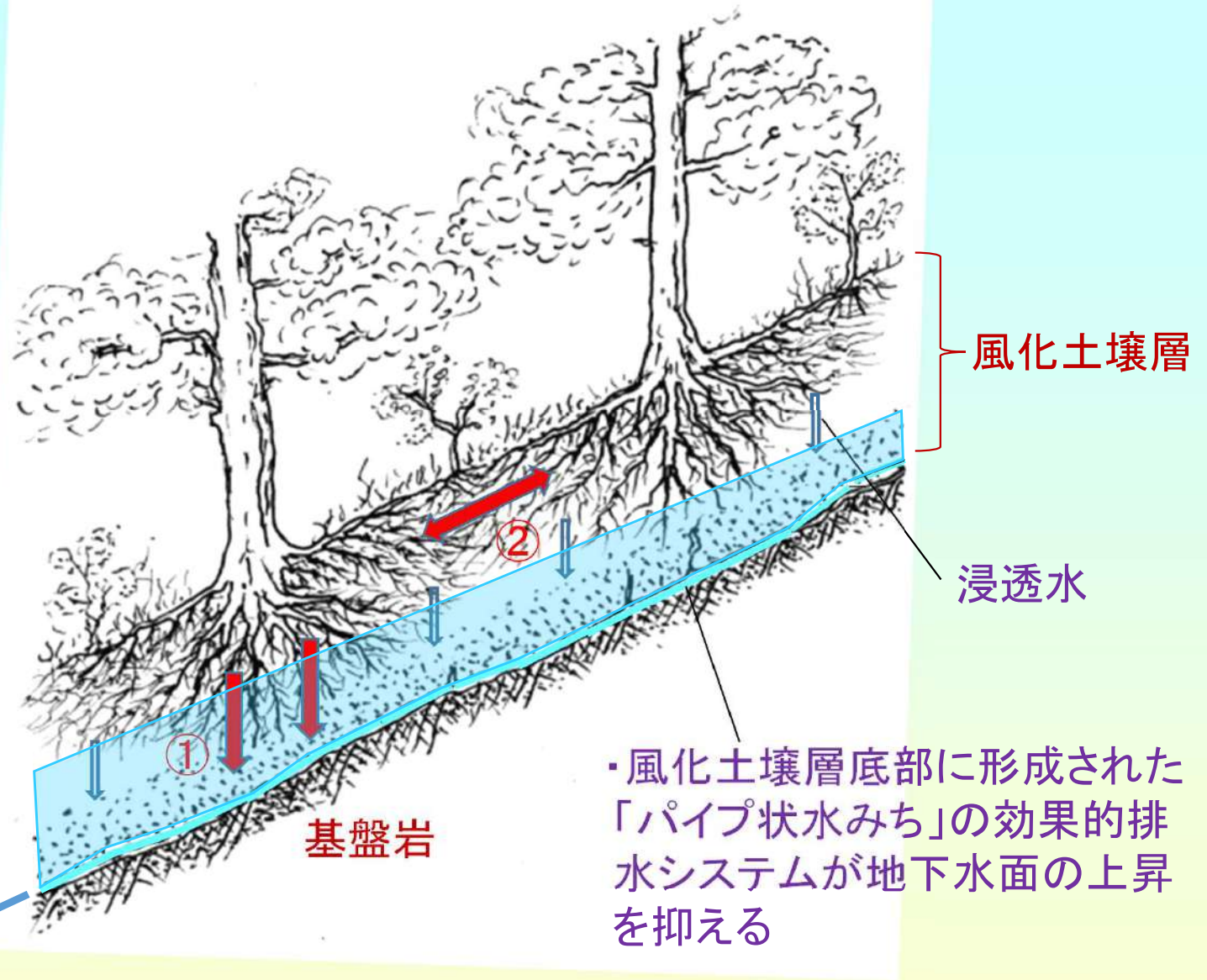
と

- ②「隣接した樹木の根系同士の絡み合い」  
(ネット効果)

で

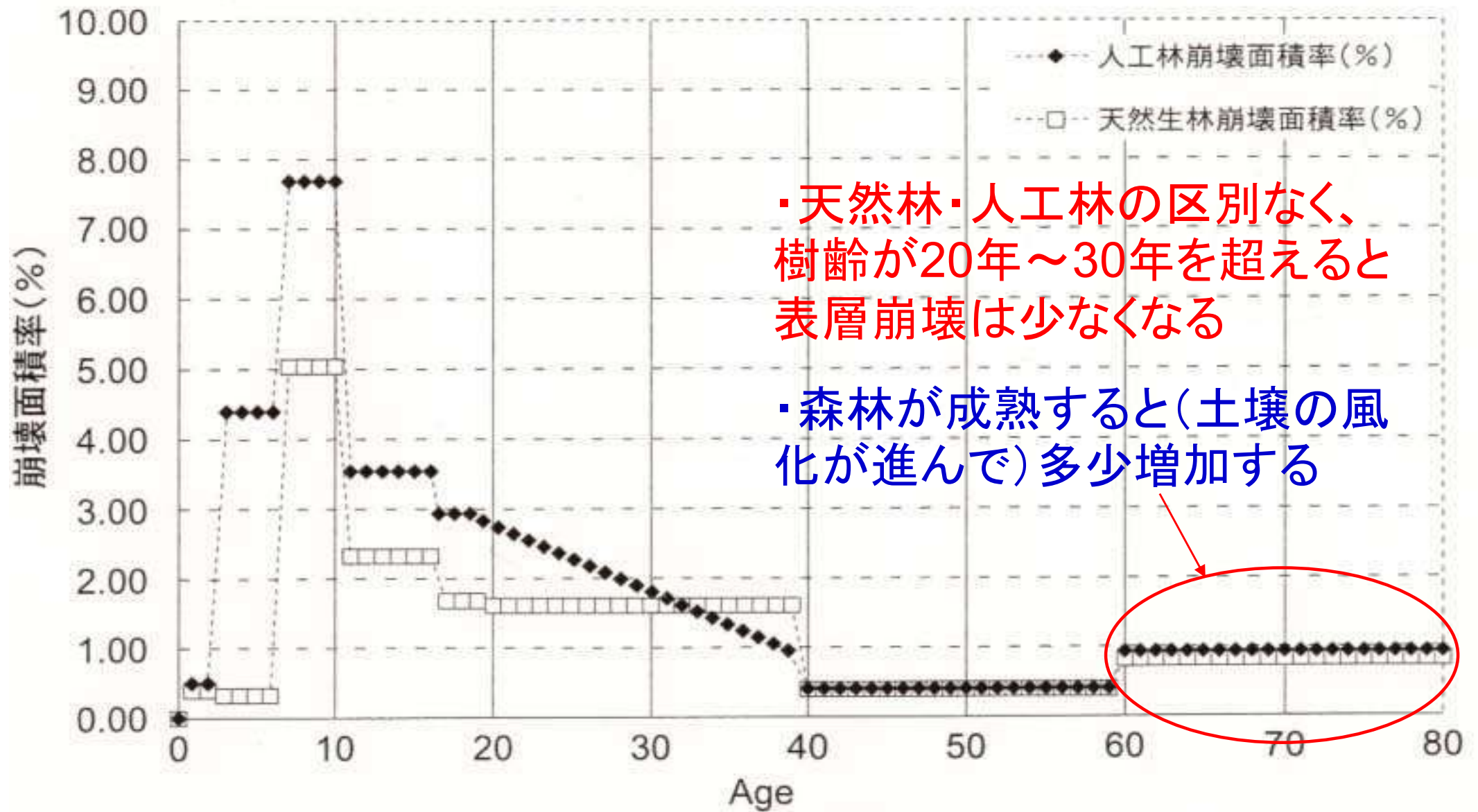
風化土壌層  
を保持する

パイプ流



- 地表面から浸透した雨水が風化土壌層底部に集積し、  
地下水面が上昇すると崩壊しやすくなる

標準斜面(B)



・天然林・人工林の区別なく、樹齢が20年～30年を超えると表層崩壊は少なくなる

・森林が成熟すると(土壌の風化が進んで)多少増加する

図4 林齢別の崩壊面積率

(沼本晋也: 森林斜面における表層崩壊の動態に関する研究(2000)より引用)

# 表層崩壊とは(その2)

## 表層崩壊と地形

- ・豪雨による表層崩壊は急斜面と水が集中する凹型斜面(0次<sup>ゼロ</sup>谷)に発生しやすい

☆極端な急斜面では発生しない(風化土壌層が存在しない)

☆超長期的には表層崩壊は繰り返し発生し、谷を発達させる

- ・0次谷に発生した表層崩壊は(特にいくつか集中して発生した場合に)土石流化することが多い。異常豪雨時は特に注意が必要である

★これによって崩壊地の林木が流木となって溪流に流出する

## 表層崩壊と地質

- ・花崗岩、堆積岩(特に新第三紀層)の地質に多発する傾向がある



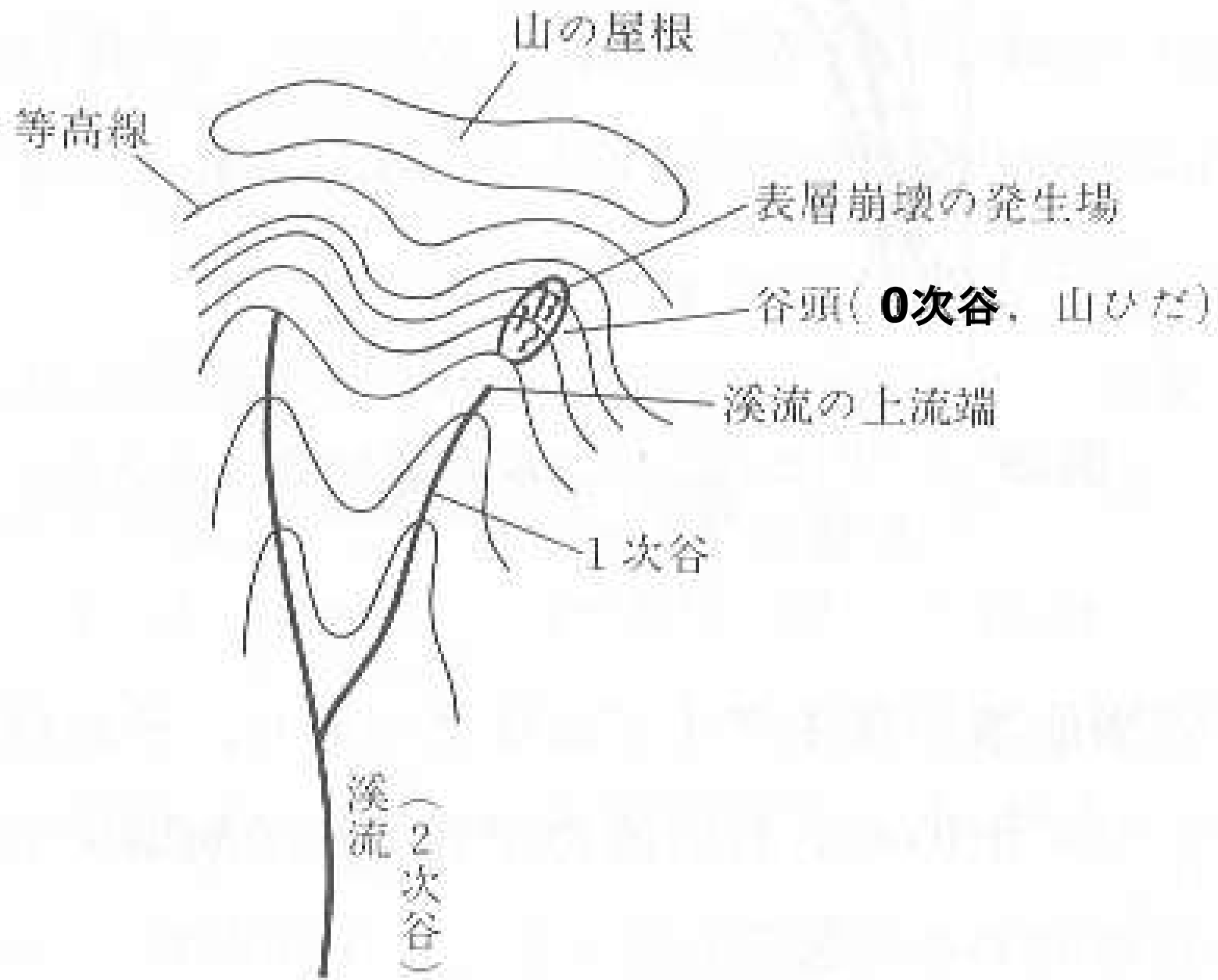


図68 表層崩壊の発生場

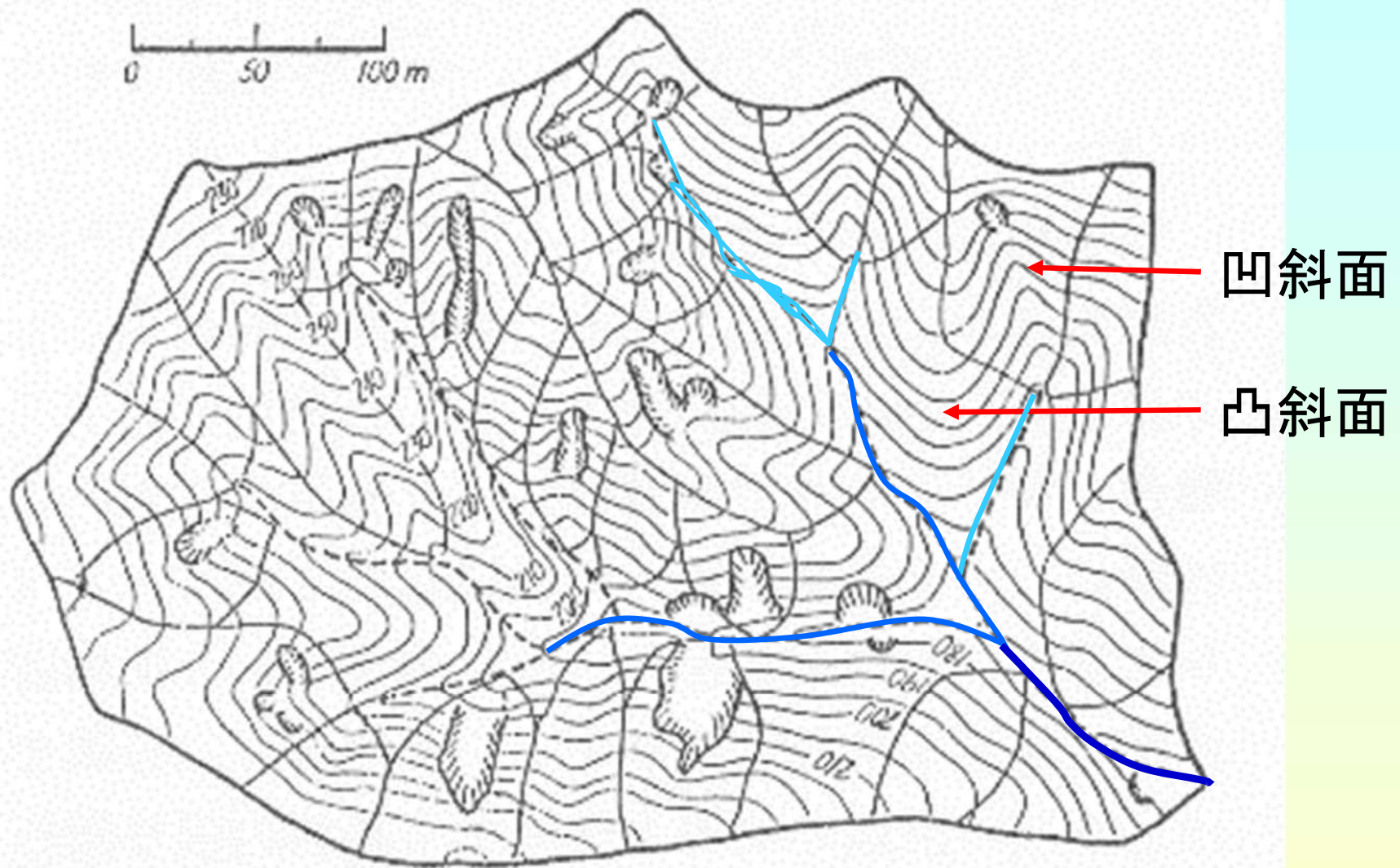


図 3.3 斜面の 0 次谷流域への分割とそのなかで発生する表層崩壊（西三河花崗岩山地の例）（塚本ら，1978）

# 表層崩壊の特徴(まとめ)

- ・表層崩壊は降雨の浸透水が“水を通しにくい基盤岩”の上部(すなわち、風化土壌層の底部)に集積し、地下水面が風化土壌層内を上昇することによって発生する

- ・森林は垂直根が基盤岩弱風化層に食い込むこと(杭効果)と周囲の根系同士の絡み合い効果(ネット効果)によって風化土壌層を斜面上に維持する。 <風化土壌層底部の効果的排水システム(パイプ状水みち)も地下水面の上昇を抑える効果がある>

ただし、限界がある！

- ・豪雨による表層崩壊は水が集中する凹斜面(ゼロ次谷)に発生しやすい <超長期的には表層崩壊は繰り返し発生し、谷を発達させる>

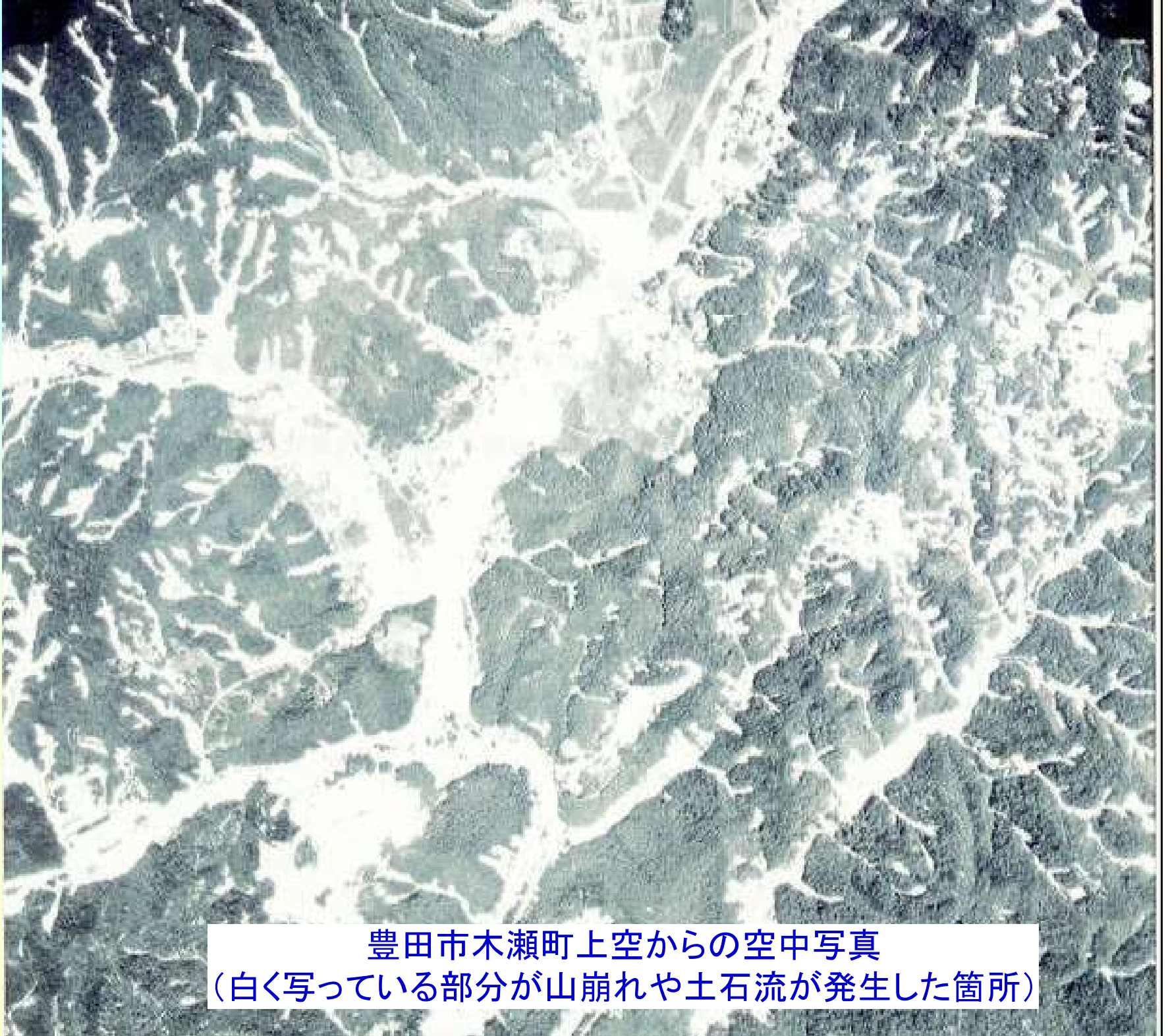
- ・花崗岩、堆積岩(特に新第三紀層)の地質に多発する

- ・発生した表層崩壊は(特にいくつかが集中して発生した場合に)土石流化することが多い。異常豪雨時は特に注意が必要である



劣化した  
林地での  
表層崩壊

1972年7月  
西三河  
豪雨災害  
での  
表層崩壊  
と  
土石流



豊田市木瀬町上空からの空中写真  
(白く写っている部分が山崩れや土石流が発生した箇所)

# ● 森林劣化時代の山地の土砂災害

表層崩壊		深層崩壊
風化土壌層厚 1m前後 根系が基盤岩に届く	風化土壌層厚 2~4 m 根系が風化土壌層内	比高の大きい斜面
新第三紀層 花崗岩(深層風化)	厚い風化層を持つ堆積岩 ・花崗岩・火山性地質 ・段丘堆積物・崖錐	古い堆積岩(断層) 火山性地質 まれに花崗岩でも
中小豪雨でも 崩壊多数	大規模豪雨で 発生	異常豪雨で発生 (激甚災害)
(例)300mmで崩壊多数	(例)500mmで崩壊発生	(例)800mmで崩壊発生

- ・多数の表層崩壊が集合して土石流化
- ・異常豪雨の際は流木発生(広葉樹が多い)
- ・流木は貴重な燃料

この話は  
なかった！

・・・人々は豪雨の後、河原で流木を拾い集めた



# 森林が成長 した現在

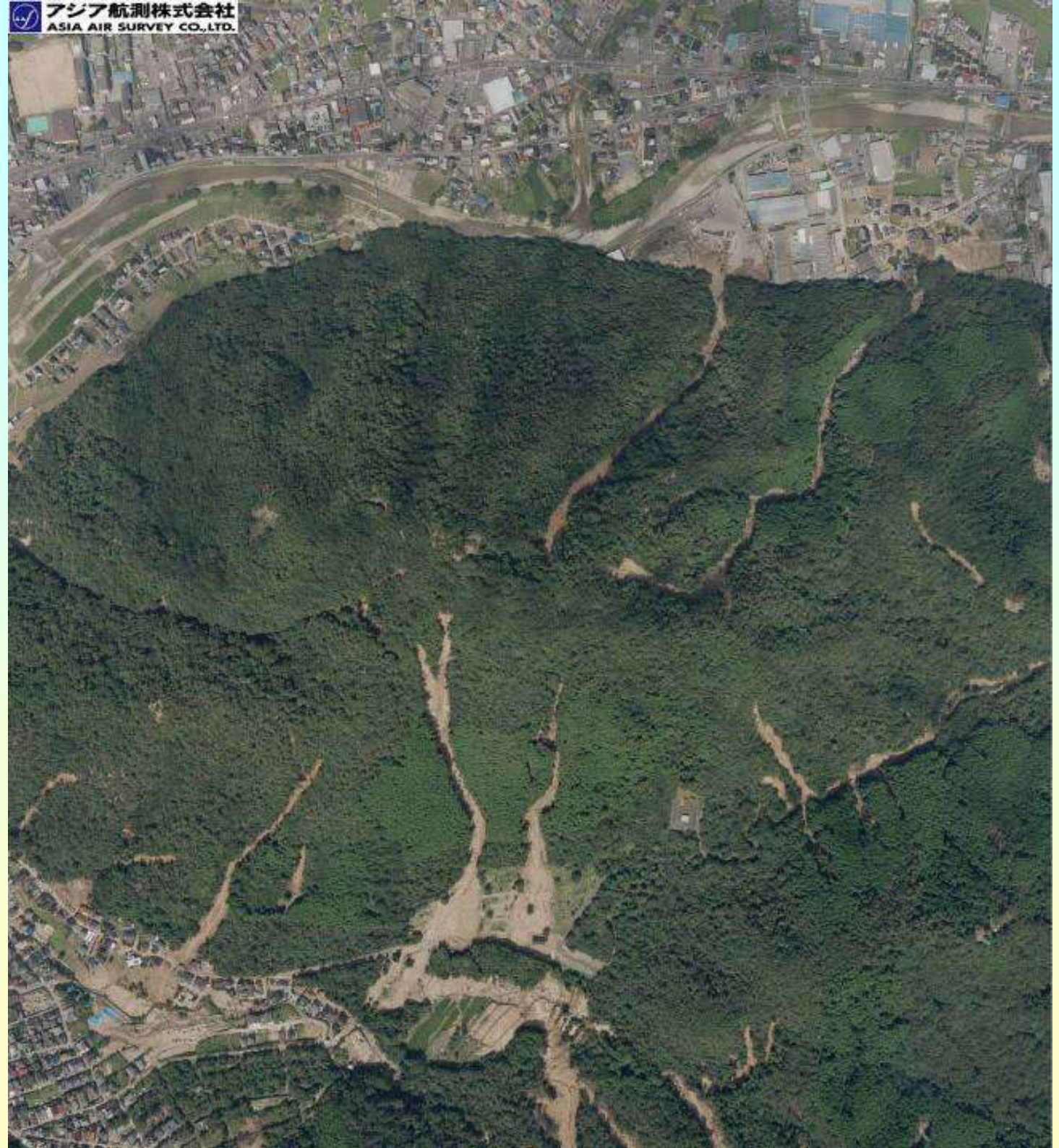
2014年の広島市  
土石流害でも **表  
層崩壊の発生は  
少ない！**

森林は表層崩壊  
を防止してい  
る！

●しかし、土石流  
災害は激甚

・・・降雨が強大  
化した影響と思わ  
れる

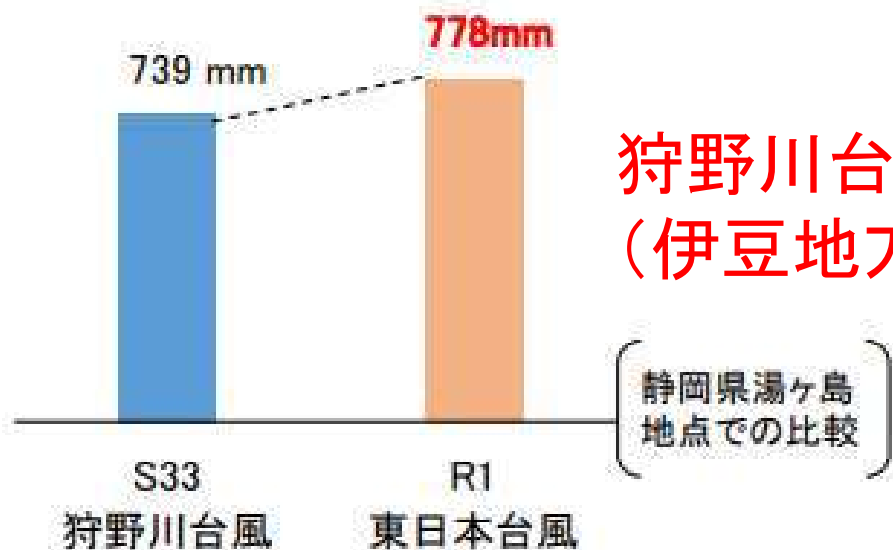
斜面からの流出水  
が増加し、崩壊土砂  
が激しく攪乱して流下  
☆



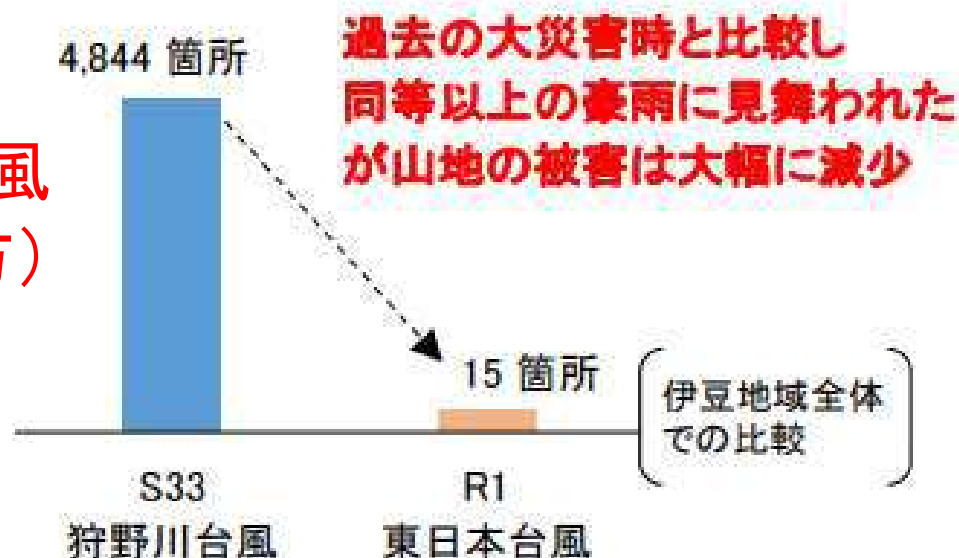


# (地域単位で見た治山対策の効果)

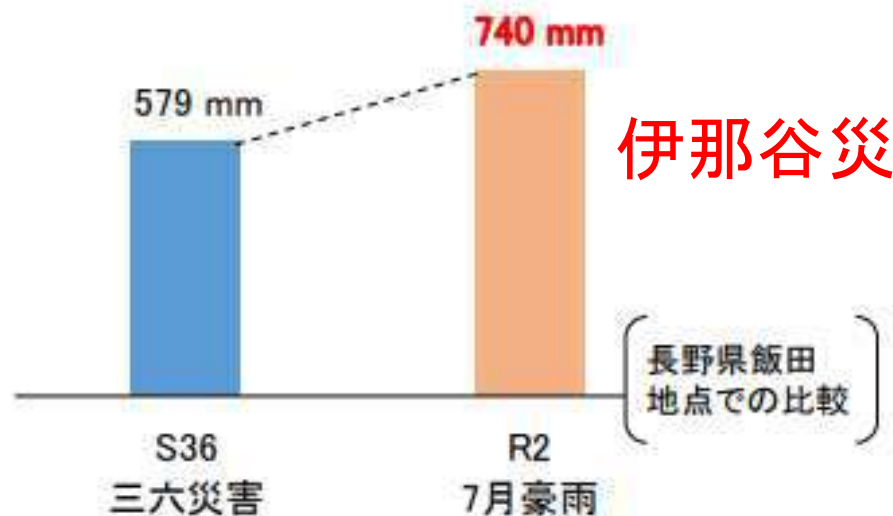
## 降水量の比較



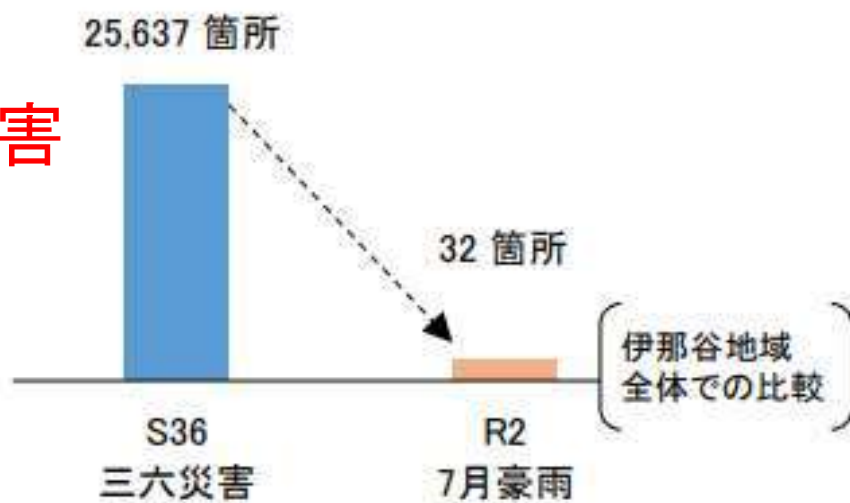
## 山腹崩壊の発生の比較



## 降水量の比較



## 山腹崩壊の発生の比較



平成時代

森林回復期→“治山治水”は成功したか



144 ページ

治山・砂防・造林事業の成果に加えて地下資源への転換

●日本の森林は400年ぶりの緑を回復している

・・・森林はもはや荒廃していない！

- ⇒『森林飽和』の時代  
と称している
- ・海岸林の造成完了
  - ・山腹緑化の成功
  - ・土砂コントロールの進展 地すべり対策の進展  
→森林の回復、崩壊、土石流など山地の土砂災害の軽減  
森林資源の充実

●熊沢蕃山以来の“治山治水”は成功したと言える

- ・2004年治山治水緊急措置法廃止
- ・保安林整備臨時措置法終了

「森林飽和」  
第4章

森林の充実で河川も海岸も変貌

下流への影響

●流出土砂の減少の影響

・河床低下→河川植生の変化

・飛砂害の減少→浜辺の植生変化 マツ林の衰退

・ダム堆砂量の減少は貯水量の確保に有利

・河口閉塞の減少

●砂浜海岸への給砂量の減少 ←砂利採取・ダム建設の影響も

→海岸線の後退(砂浜の侵食) →侵食防止工事:

離岸堤・突堤・消波ブロック・ヘッドランド・養浜

→砂粒の粗粒化 →海浜生態系の変化

●飛砂の減少

マツの衰退

→砂丘への植生侵入／海岸林の植生変化・内陸植生の進出

すべて、植生の変化を伴う

201ページ以降



昭和29年 1954



昭和42年 1967



昭和63年 1988



平成5年 1993



平成20年 2008



1954



口絵 D

2008



## 小田原市の海岸線後退状況

「おだわら無尽蔵プロジェクト・環境(エコ)シティ」のパンフレットより



# Ⅲ期 を考察するときのバックグラウンド

## 今後の自然災害対策

2017年九州北部豪雨災害時の解析から

### (1) 森林が成長した

- ・かつての日本(江戸・明治・昭和前期)には劣化した森しかなく、そもそも流木化する林木は多くは存在しなかった
- ・林木がなければ流木は発生しない
- ・現在は森林が成長し、『森林飽和』と言えるほど豊かである

### (2) 豪雨の規模が大きくなった

- ・気候変動により豪雨の規模が大きくなった
- ・温暖化の影響が明らかになっている

(2)

[回]

# 日本の大雨の回数は 増えているの？

日降水量400mm以上の年間観測回数

出典) 気候変動監視レポート2014

※縦軸は1000地点あたりの観測回数。

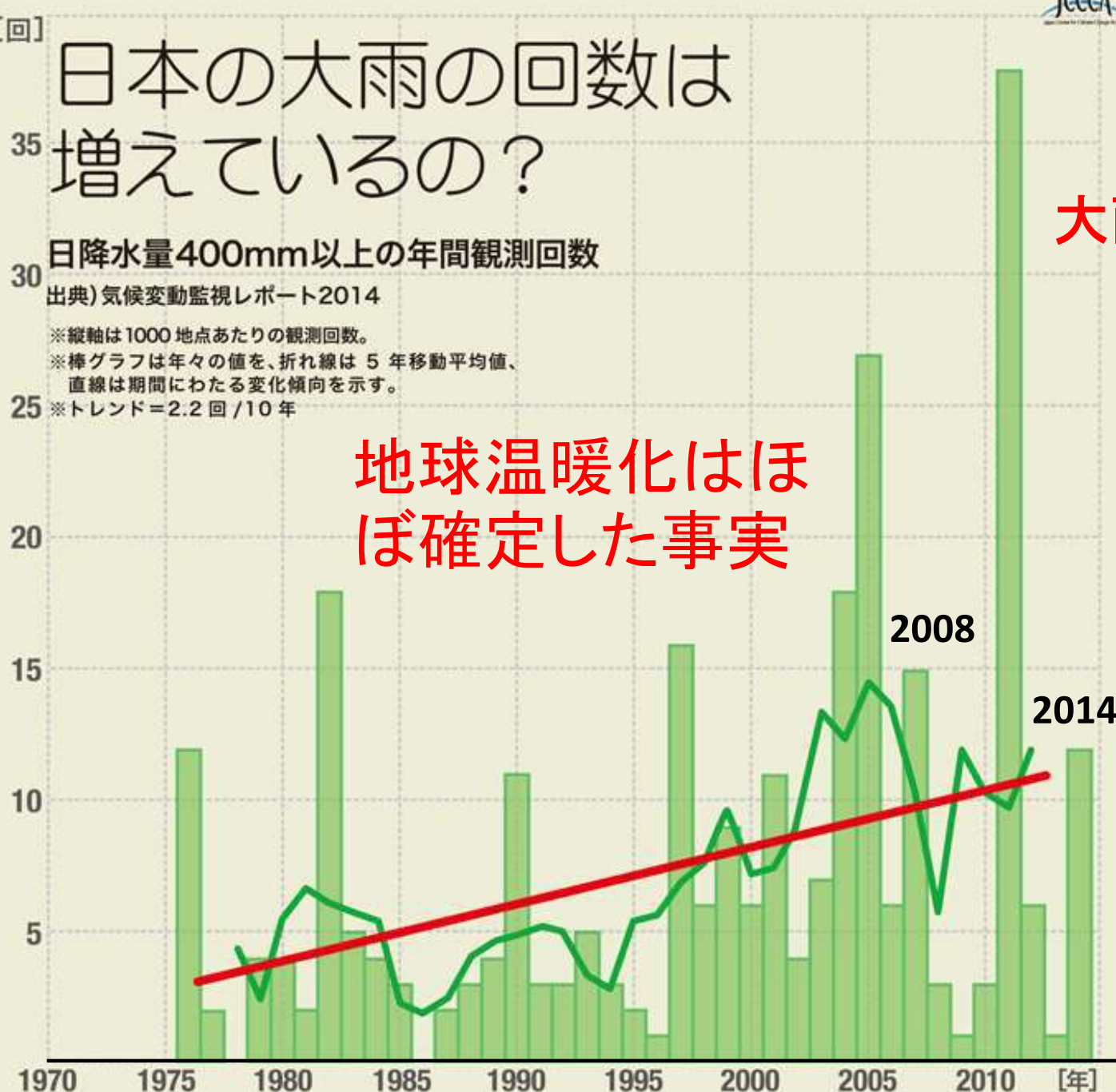
※棒グラフは年々の値を、折れ線は5年移動平均値、  
直線は期間にわたる変化傾向を示す。

※トレンド=2.2回/10年

大雨の発生回数

地球温暖化はほ  
ぼ確定した事実

毎年豪雨災害多発





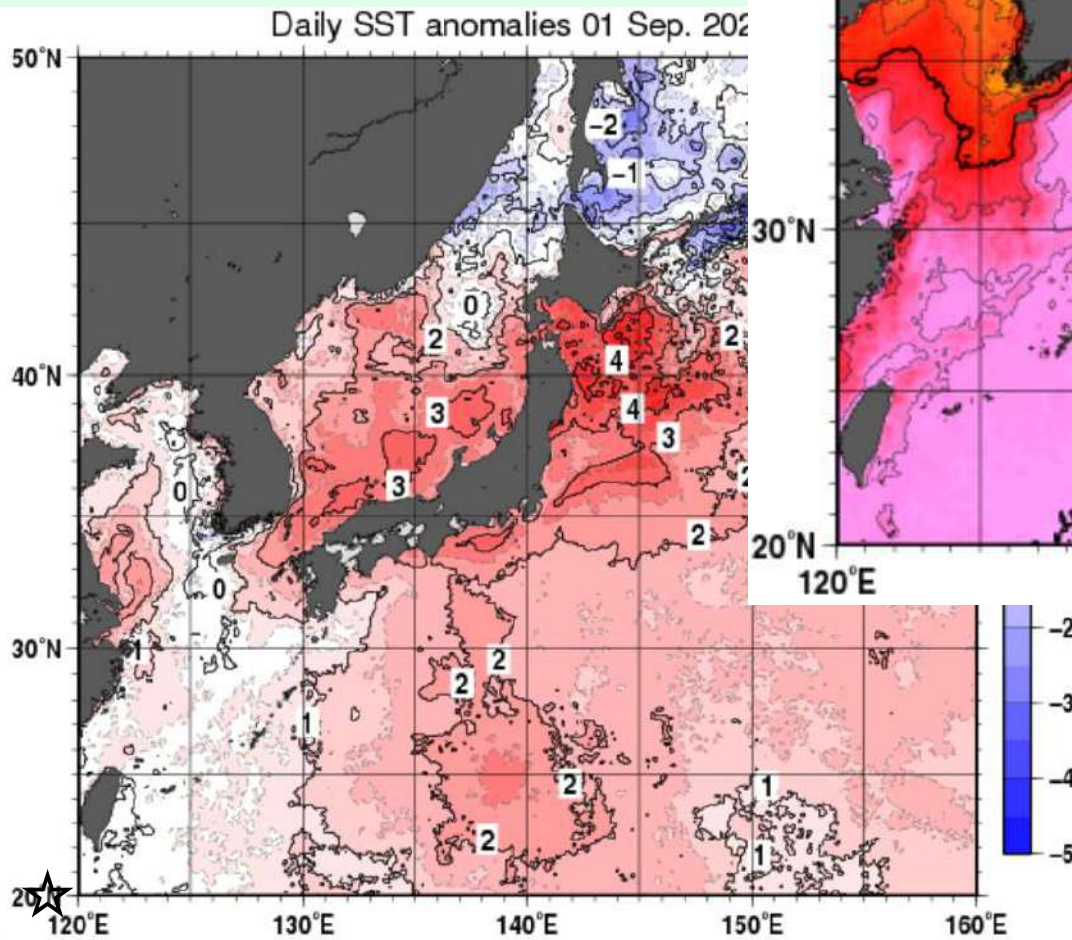
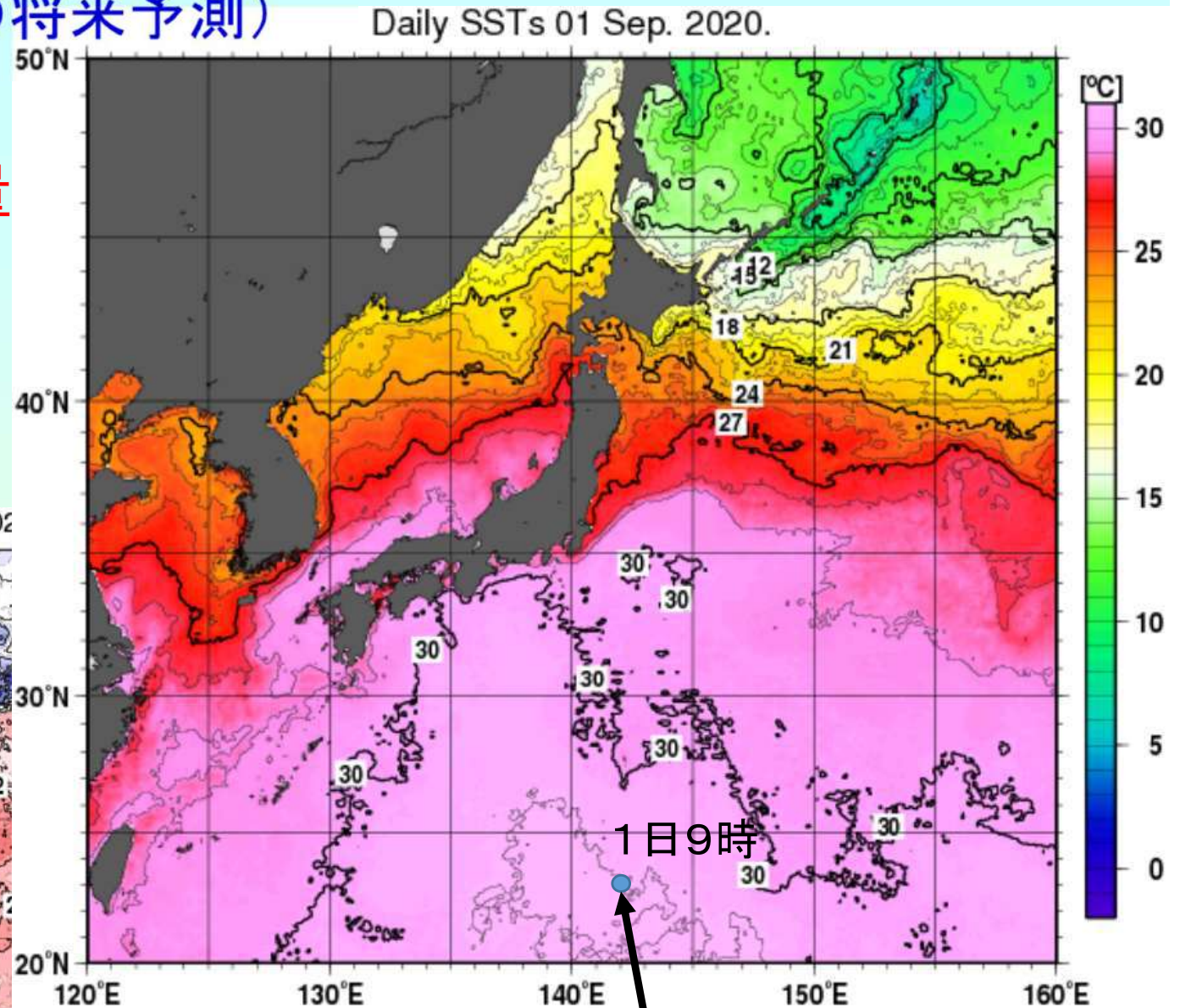
# (気候変動による影響の将来予測)

豪雨の発生の原因:

① 大気中の水蒸気量の増加

台風の発達の原因:

② 海面水温の上昇



2020年台風10号の例

●スーパー台風の発生といわれたが、水温が下がって衰退

日本では

③ 近年、  
線状降水帯  
が多発  
している

● 線状降水帯の  
発生は地形の影  
響が少ない？

→ 平地でも発生する

(ウ) 山地崩壊  
の同時多発化  
の原因 (後述)

・・・林野庁が強調

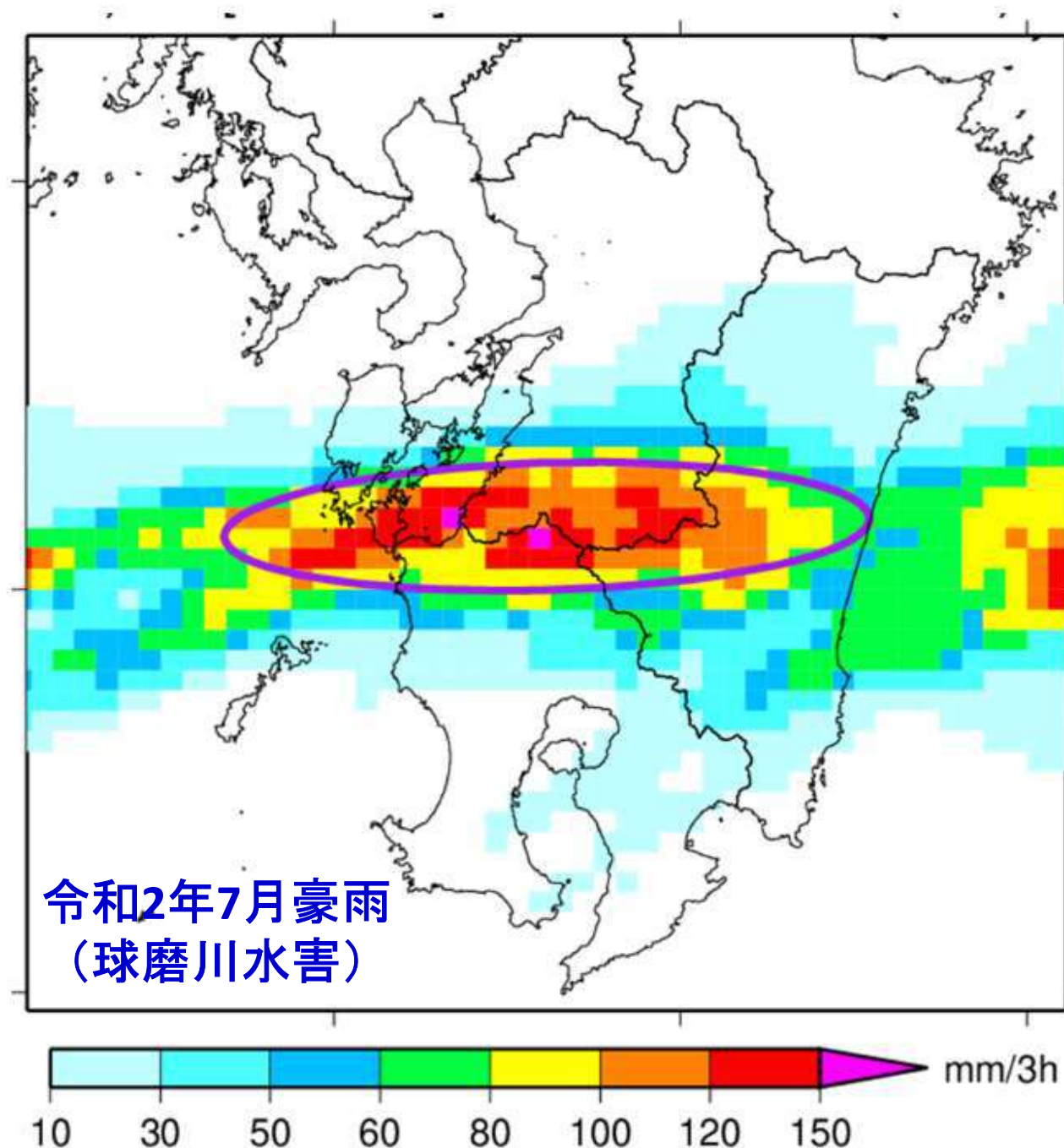


図1 2020年7月4日2時(日本時)における3時間積算雨量と自動検出結果(紫色の楕円)。

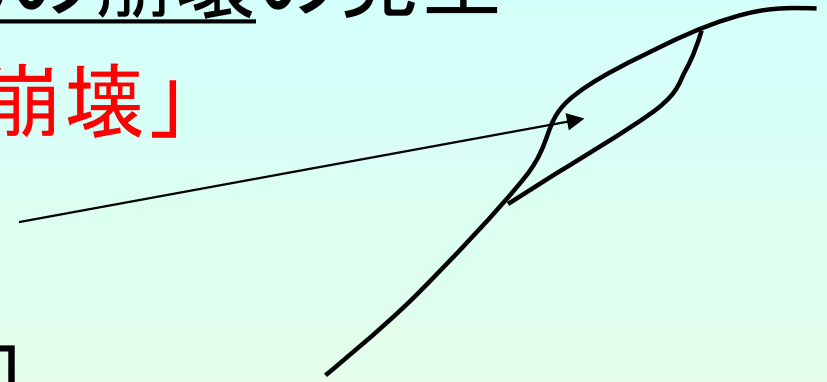


### (3) 土砂災害の形態が変化した

(ア) 表層よりもやや深い層からの崩壊の発生

厚めの「表層崩壊」

傾斜変換点の上部からの崩壊



(イ) 溪流での縦・横侵食の増加

山腹からの大量の流出水により溪流の流量が増加

(0次谷や溪岸の小崩壊から) 溪床土砂の流動→土石流化も

(ウ) 山地崩壊の同時多発化

・・・林野庁が強調

線状降水帯の頻発による？

(エ) 流木災害の多発



# ● 森林“飽和”時代の山地の土砂災害

表層崩壊		深層崩壊
風化土壌層厚 1m前後 根系が基盤岩に届く	風化土壌層厚 2～4 m 根系が風化土壌層内	比高の大きい斜面
新第三紀層 花崗岩	厚い風化層を持つ堆積岩 花崗岩 段丘堆積物・崖錐	古い堆積岩(断層) 火山性地質 まれに花崗岩でも
中小豪雨では 殆ど発生しない 大規模豪雨では発生する	大規模～異常豪雨で 多数発生	異常豪雨で発生 (激甚災害)

→ (例) 300～400mmではほとんど発生しないが、500mmを超えればさすがに発生

- ・ 森林の表層崩壊防止効果により浅い表層崩壊発生数は激減
- ・ 大規模豪雨で厚い表層崩壊が多数発生
- ・ 単独の表層崩壊に洪水流出水が加わって土石流化
- ・ 表層崩壊は必ず流木を発生させる  
⇒ 流木災害の多発(針葉樹・広葉樹の区別なく)

## (イ) 溪流の縦横侵食の増加

豪雨の大規模化によるもう一つの山地災害の特徴

・・・溪流の縦・横侵食(溪岸侵食)の激化



## (エ) 流木災害が多くなった

2017年九州北部豪雨での流木災害



朝倉市杷木寒水地区の流木の堆積

そうず



# 森林・崩壊・流木発生に関する基礎知識

## (4) 森林は表層崩壊を防止する

- ・山崩れには「表層崩壊」と「深層崩壊」がある
- ・豪雨による崩壊のほとんどは表層崩壊である
- ・森林は根系の作用(と土壌層中の効率的な排水機構)によって表層崩壊を抑止する
- ・森林の山地災害防止機能には限界がある

## (5) 流木はおもに表層崩壊により発生する

- ・山腹斜面上で林木を押し流すような洪水流は発生しない
- ・したがって、切り捨て間伐材や林地残材が洪水流によって流出することはほとんどない
- ・林地荒廃による「表面侵食」も流木の発生に関与しない

## ● 災害に強い森づくり(山腹斜面)

・・・表層崩壊、風害、雪害に強い森づくり

- ・災害対策だけを考えれば、健全な大径木の森林が理想的
- ・適切な間伐が行われている森林の方が表層崩壊等に対して抵抗力があることは確かであろう。

ただし壮齡林の場合、それによって表層崩壊が半減するなどということはないと思われる。(私の経験に基づく個人的な意見を言えば、それも降雨量によるだろう。2017年の九州北部豪雨のような森林の力の限界を超える異常な豪雨下では、崩壊数を10%減少させるのも難しいのではないか)

・**間伐等を適切に行う森林管理**は、根系が発達し、下草や低木が生育した「健全な森林」の育成に不可欠である。それは土砂災害防止だけでなく生物多様性保全などの森林の多面的機能を発揮し、中でも「**良質の木材**」という日本人が長く利用し続けてきた価値ある自然資源を私たちに供給してくれる

- ・ただし、0次谷の沢筋は広葉樹林(非皆伐)が良いと言われている

# 流木災害

## ○流木による災害の諸相

- ・橋梁・カルバートに詰まって土石流や洪水流が河道から溢れて流下する
- ・橋梁に詰まってダムアップし、これを流失される。
- ・取水堰やダム・放水路の取水口に詰まって取水を妨げる。
- ・流木の衝突により家屋や構造物を破壊。
- ・貯水池の水質悪化。
- ・海に流出して船舶に高橋を妨害、漂着ゴミとなる。

## ○流木の性質

- ・流木の長さは立木の $1/2 \sim 1/3$ 。平均長は溪流狭窄部の幅程度。
- ・流木量は流出土砂量の2%ほど。
- ・溪床勾配が $5^\circ$ より急な場合は自重による移動や土石流に交じって移動。溪床勾配が $5^\circ$ より緩な場合は浮流。
- ・土石流扇状地上では土砂堆積群よりやや下流に堆積。



# 流木の発生源

## 1 山腹斜面の表層崩壊地

土石流化した場合は、山脚  
／崖錐下端の侵食域からも

- ・流木の発生源の大部分は表層崩壊地（ほとんど立木）
- ・森林が充実した現代では、表層崩壊は必ず流木を発生させると考えてよい

## 2 溪岸の土石流堆積地や低位段丘上

- ・上流から流下してきた土石流・土砂流・洪水流が溪岸（古い土石流堆積地や低位段丘）を侵食することにより溪畔の林木が流出する。側岸から倒れ込み流木化するものもある。

## 3 溪流下流部や小河川沿いの低平地（谷底低地）

- ・上流から流下してきた土砂や流木を含む洪水流が溪畔や河畔、あるいは氾濫した洪水流の進路上の樹木を押し流す
- ・広葉樹や果樹、放置された丸太などが流木化する

### ③深層崩壊(降雨が原因の場合を中心に)

○基盤岩の崩壊、厚い堆積層の崩壊、山体崩壊などで大規模

・・・大起伏山地(日高山脈・赤石山脈・飛騨山脈・紀伊山地・四国山地・九州山地)、**比高の大きい斜面で発生**。

○地下の地層の境界(層理)・断層・弱線(節理など)＜帯水層が存在する＞への地下水の供給の増加が原因

→**せん断破壊**が発生

→大規模土石流(流れ山などを含む)が発生する傾向がある

○誘因は**大量の降雨** 及び **地震**

・降雨では降雨強度よりも累積降雨量が影響

○天然ダム(土砂ダム)を形成することが多い

- ・天然ダムが決壊すると下流の大きな被害をもたらす
  - ・越流水による侵食→決壊
  - ・浸透水によるパイピング決壊
  - ・地すべりによる決壊
    - ・・・発生した場合は早期に安全に排水させて決壊を防ぐ必要がある

○地質・地質構造との関連性が大きい、予測は難しい

・・・おもに四万十帯・秩父帯・三波川帯などの中古生代堆積岩と変成岩、即ち付加体で発生。火山性山地でも発生。地すべり性のものも。

○クリープ、多重山稜、クラック、末端小崩壊、はらみ出しなどの微地形を有し、変容する。時には地下水位の変位も

・・・**これらの微地形を探索し、危険斜面を抽出する**

○警戒・避難は必要



# 深層崩壊の特徴(まとめ)

- 誘因は大量の降雨(地下水量の増加)と強い地震
  - ・降雨では降雨強度よりも累積降雨量が影響
- 比高の大きい山地で発生し、地質・地質構造と関係する
- 天然ダム(土砂ダム)を形成することが多い
  - ・天然ダムが決壊すると下流に大きな被害をもたらす
    - ・越流水による侵食→決壊
    - ・浸透水によるパイピング決壊
    - ・地すべりによる決壊
      - ・・・天然ダムが発生した場合は**早期に安全に排水させて決壊を防ぐ必要がある**
- 深層崩壊の予測は難しい(変状観測、**湧水などの水文観測**)
- 警戒・避難は必要

#### ④地すべり(豪雨が原因の場合)

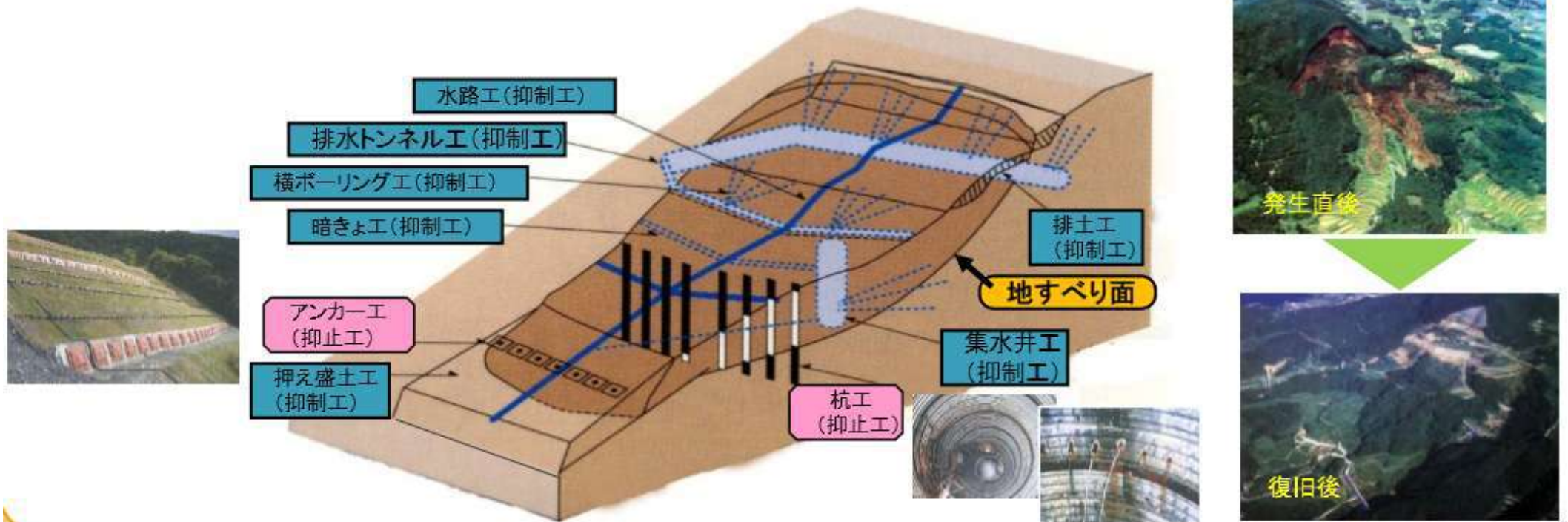
☆融雪期や地震、長雨等により発生する

- ・特定の地質条件(第三紀層地域、破碎帯、火山性山地:温泉地すべり)の地域で発生することが多い
- ・地下水の増加により発生(発生メカニズムは深層崩壊に類似)
- ・流動・移動速度は比較的緩慢
- ・地すべり粘土と呼ばれる粘土が存在することが多い
- ・繰り返し発生することが多い
- ・全体が特徴ある形状を示す(図参照)
- ・独特の等高線形状を呈することが多い
- ・独特の対策が取られてきた
  - ・・・集水井、集水ボーリング、杭工、アンカー工など

# 地すべり防止工

## ・移動を止める ……杭工、アンカー工、排土工 など

地下水の排除などにより地すべりが発生する要因を除去する抑制工と、直接的に地すべり土塊の動きを止める抑止工を組み合わせ、地すべりの安定を図ります。



## ・水を抜く(水を入れない) ……集水井、排水トンネル工、 集水ボーリング工、表面排水工 など



# 2013年 南木曽災害(土石流)



(C) 国際航業株式会社・株式会社バスコ



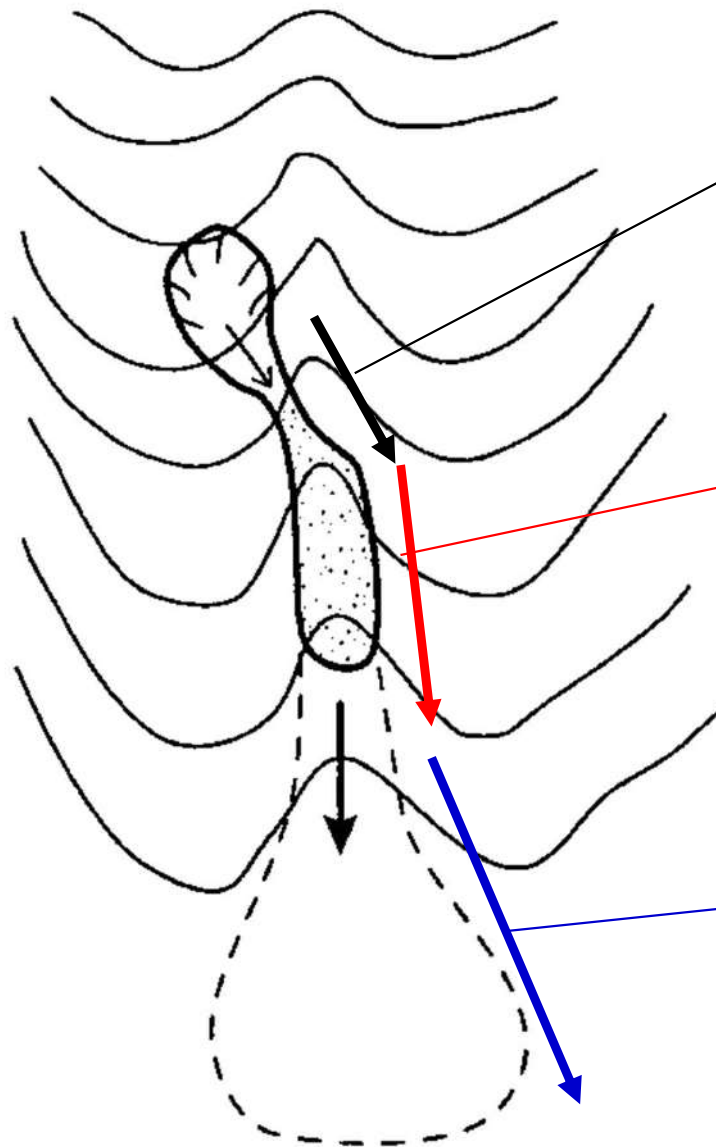
土石流は高速で直進する！



## ⑤土石流

- ・豪雨による**表層崩壊の発生**（深層崩壊、地すべり性崩壊起源も）→**崩壊土砂の流動化**によるものが多い  
→流下途中で溪床や溪岸を侵食し、大規模化
- ☆地震による深層崩壊や地すべりの土石流化、天然ダムの決壊の他、溪床の不安定土砂等の土塊に渓流水が加わって土石流化することもある。
- ・破壊力が大きい、高速で直進性がある
- ・先端は段波状で、繰り返し発生することもある
- ・巨石が表面を浮遊するように流れる（**石礫型土石流**）
- ・火山地域では**泥流型土石流**になる（高速で流路に沿って流下する）
- ・緩斜面で堆積（土石流堆積地） →集落の発達を見る
- ・犠牲者の発生や家屋の破壊を伴う深刻な土砂災害を引き起こすことが多い

# 土石流の発生・流下・堆積（主に石礫型土石流の場合）



## 発生域

表層崩壊等が山腹からの流出水により攪乱され、流動化する

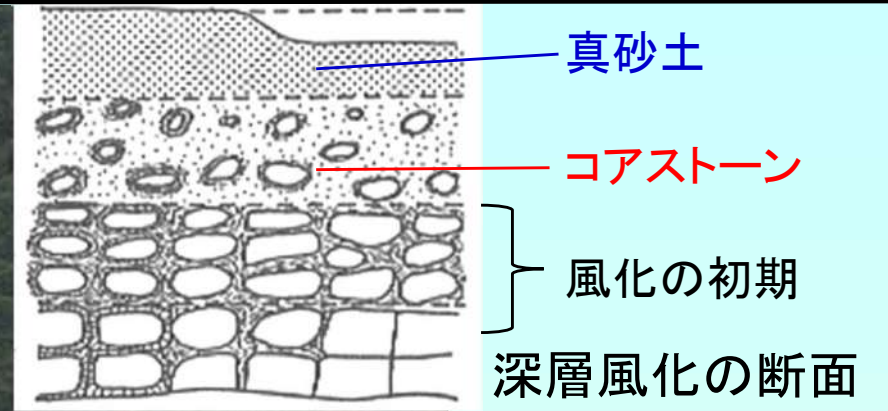
## 流下域

流下中に溪床や溪岸の土砂・倒木等を巻き込んで成長し、通過後は流路幅が拡大し、基岩が露出することがある

## 堆積域

勾配が $10^{\circ}$ 程度以下になると堆積する。堆積勾配は $5^{\circ}$ 程度





広島市土砂災害  
2014.8.20

コアストーン



花崗岩地質の石礫型土石流災害



## ●地質条件により侵食様式が異なる

### ・花崗岩系地質:

深層風化により表層に真砂土とコアストーン(未風化の岩塊)が混在。裸地では表面侵食、幼齡林では表層崩壊が発生し易い。地下水が豊富。崩壊土砂は石礫型土石流に変化

・新第三紀層:比較的表層崩壊が多い。グリーンタフ地域では地すべりが発生。

・古第三紀～中生代の堆積岩:比高が大きいと深層崩壊が多い。

・断層帯・破砕帯・変成岩:厚めの表層崩壊・深層崩壊・地すべりなどが発生する

・成層火山以外の火山岩:厚めの表層崩壊が発生。

・成層火山:ガリー侵食が発生。浸透水が多い。

地形条件・土壌条件よりも

●林業で植栽される樹種もまず地質条件に制約される。



# 土砂災害の起こり方(まとめ1)

- ①豪雨の際の山崩れ(表層崩壊・がけ崩れ)は降雨の激しいときに凹斜面で起こる
- ②地震の際の山崩れ(表層崩壊・がけ崩れ)は急傾斜の凸斜面で起こる
- ③がけ崩れの土砂は高さの2倍ほど広がる
- ④流動化しやすい地質や雨量が多い場合はさらに遠方まで到達する
- ⑤小さな表層崩壊でも流木を流出させることが多い
- ⑥深層崩壊(巨大崩壊)は豪雨が続くときや豪雨後あるいは大地震発生時に起こる
- ⑦それらは土石流化する場合が多い
- ⑧地すべり地は豪雨後や融雪時に繰り返し動く。土石流化もありうる

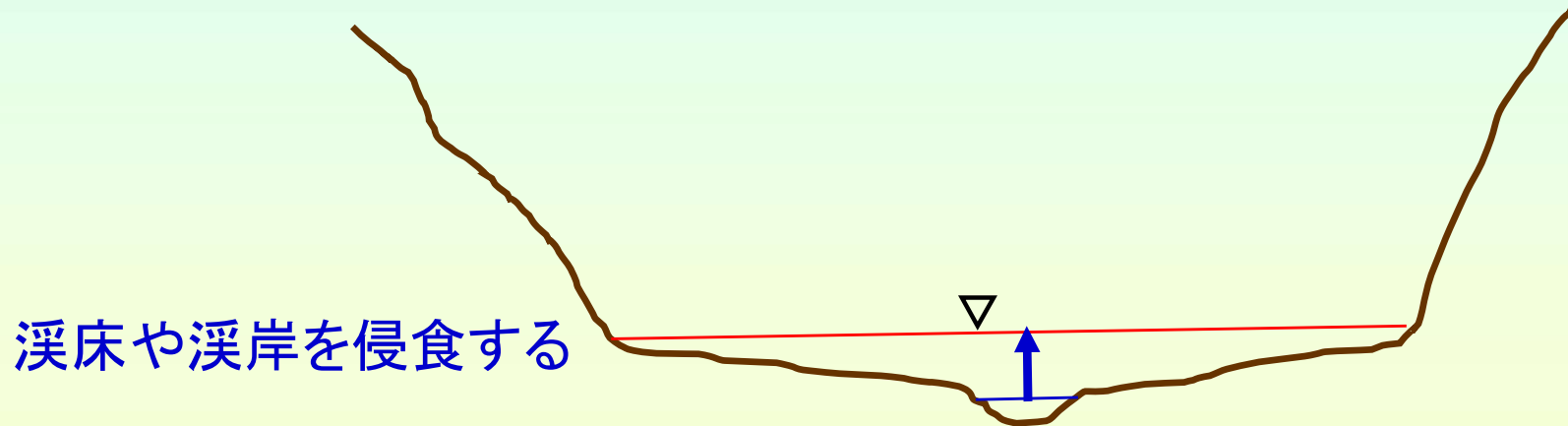


## ⑨土石流は表層崩壊が集まって発生する

・最近の土石流は㊦小さな崩壊が起源となっていて、そこに㊩豪雨による大量の流出水が加わって、㊵流路の堆積土砂を巻き込んで土石流化するケースが目立つ

⑩大きな土石流は直進性が強い

⑪大洪水は谷幅いっぱいに流れる(水位が上がる)



⑫洪水は大量の土砂や流木を運ぶ

⑬流木は山腹表層崩壊地の樹木だけでなく山麓や河畔・溪畔から大量に流出する

## 土砂災害の防災・減災（まとめ2）

- ・❶表面侵食は適切な森林管理によってほぼ防止することができる。
- ・❷表層崩壊は適切な森林管理によって大幅に減少させることができる。

また、これによって土石流の発生を減少させることにもなる。

ただし、森林による表層崩壊の防災効果には限界があることを知っておくべきである。

したがって全国に、表層崩壊の発生が予想される場所、特に土石流化の恐れがある場所では溪流に砂防ダム・治山ダムなどのハード対策を実施し、住民はハザードマップなどを参考にしたソフト対策も進めるべきである。

③深層崩壊は現在の科学では発生を予測できない。

ただし、発生の可能性がある地域は推定できるので、その地域では常に危険斜面で予兆に気を配る必要がある。

防災・減災はソフト対策が基本になる。

④地すべりはハード対策が進んでいるが、いわゆる地すべり地域では深層崩壊に準じた対応が必要である。

⑤土石流は発生すると深刻な被害を及ぼすことが多い。

---

山地からの土砂流出を減災するハード対策の実施と、土石流の流路にあたる区域でのハード対策・ソフト対策が重要である。

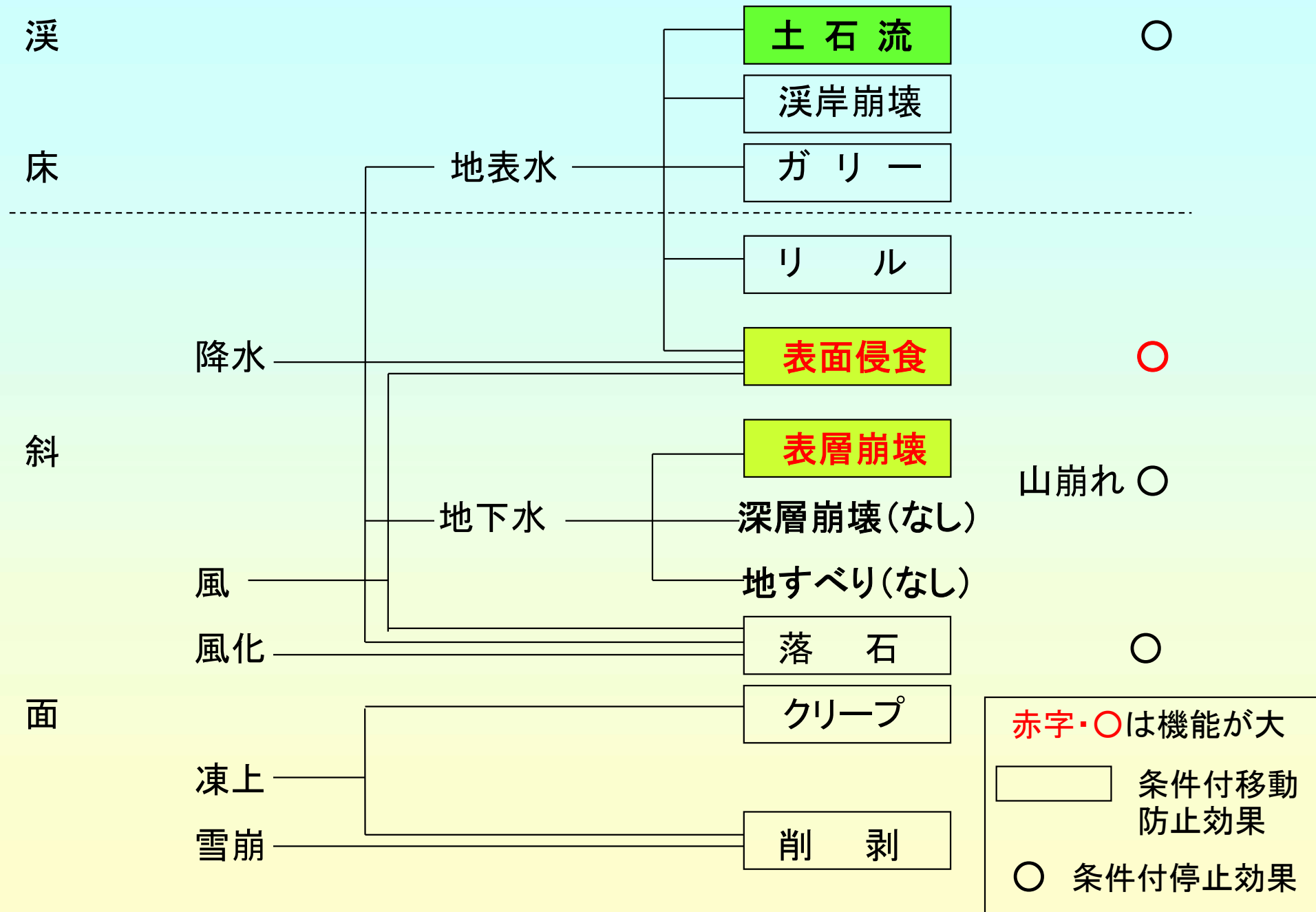
ハード対策としては通常のダム工、床固工、谷止工の他、土石流対策ダムの設置が有効である。最近は流木の流出を伴うので流木捕捉工も必要である。

豪雨の際はマイタイムラインに沿って身の安全を図る必要がある(ソフト対策とは“逃げること”である)。



# ●森林が成長した時、防ぐことができる災害・現象

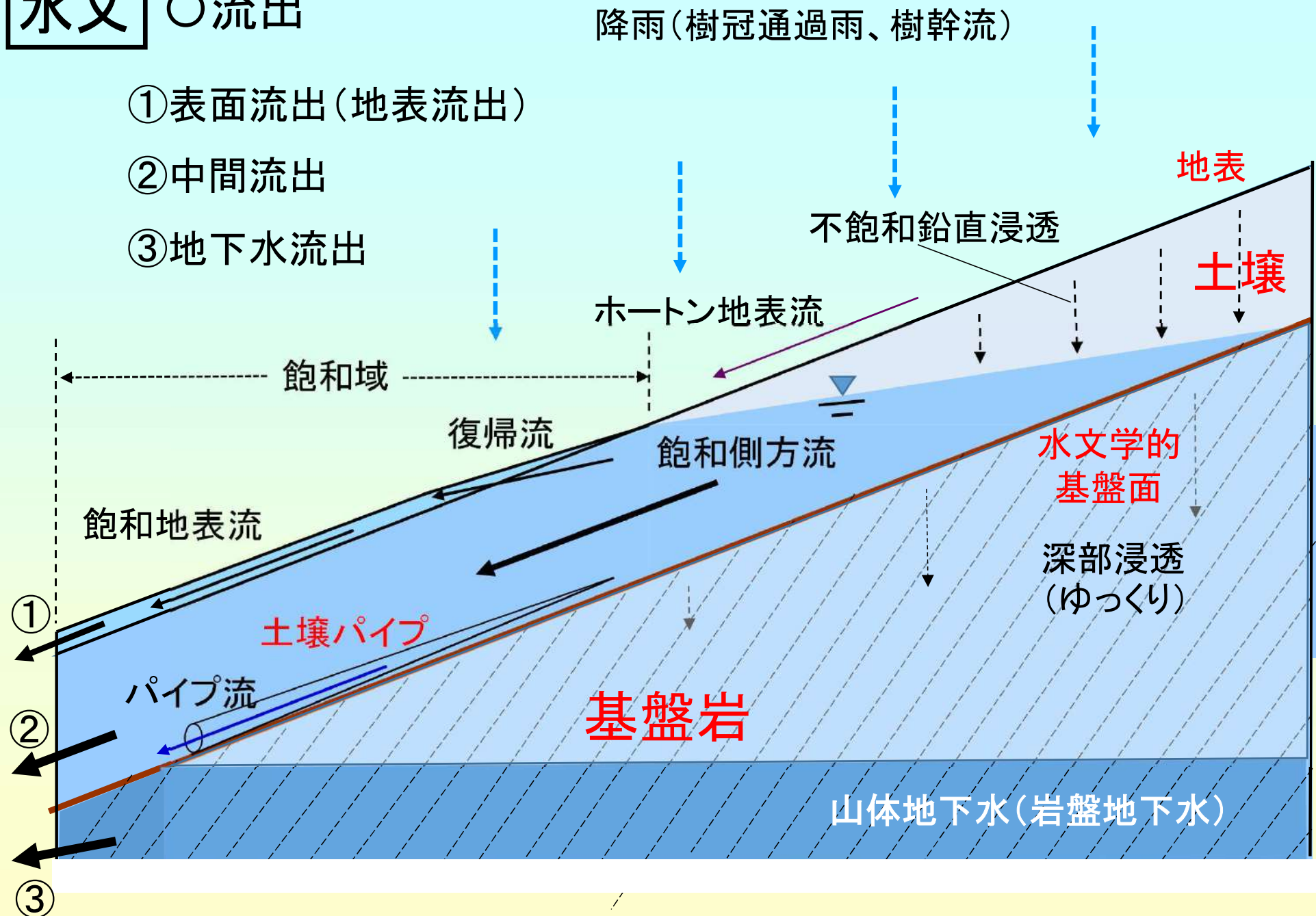
(土砂停止効果)



森林の土砂災害防止機能 (砂防学講座第2巻p.256)

# 水文 ○流出

- ①表面流出(地表流出)
- ②中間流出
- ③地下水流出



斜面における雨水の浸透-流出プロセス(豪雨時)

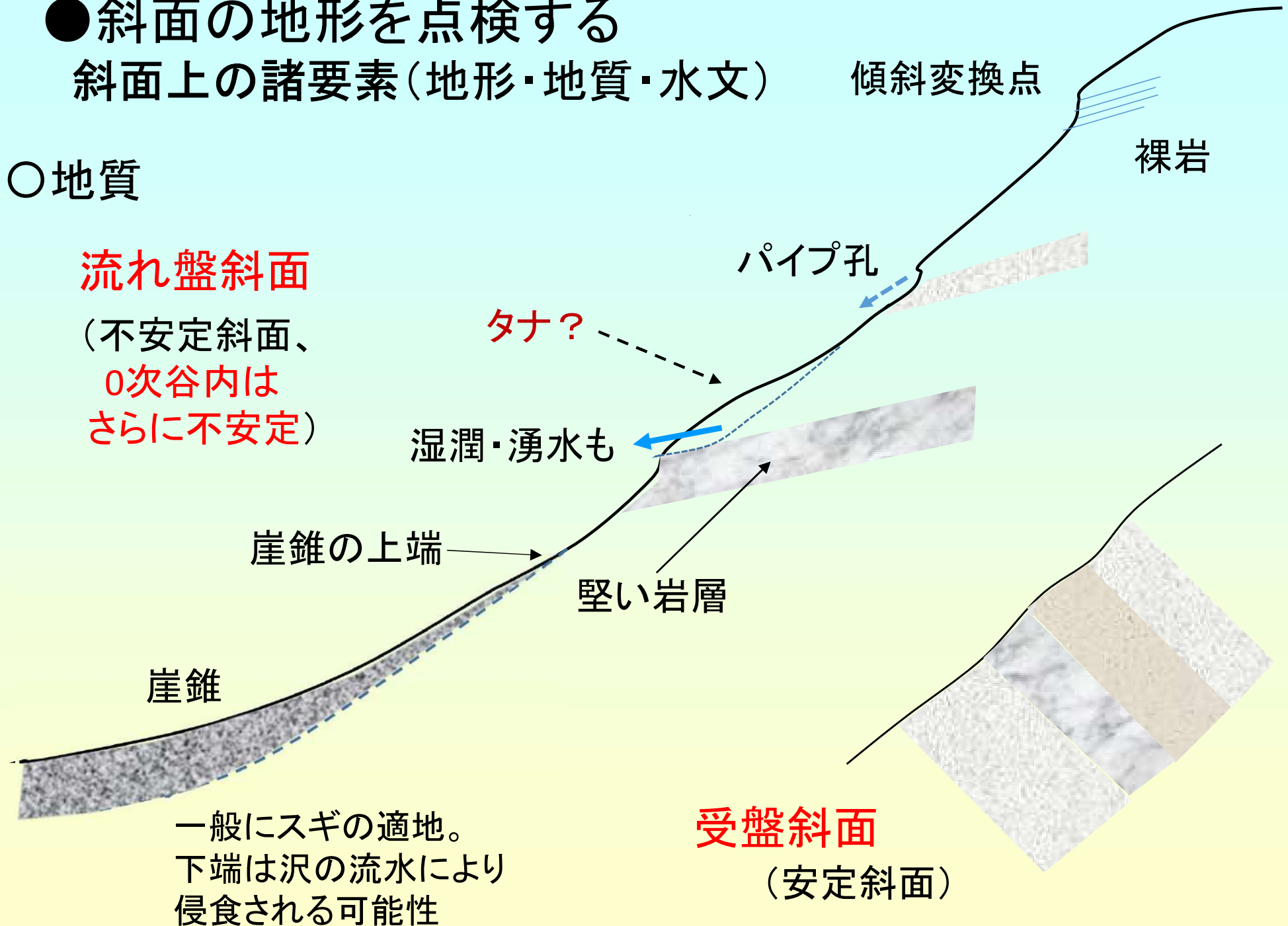
# ●斜面の地形を点検する

斜面上の諸要素(地形・地質・水文)

## ○地質

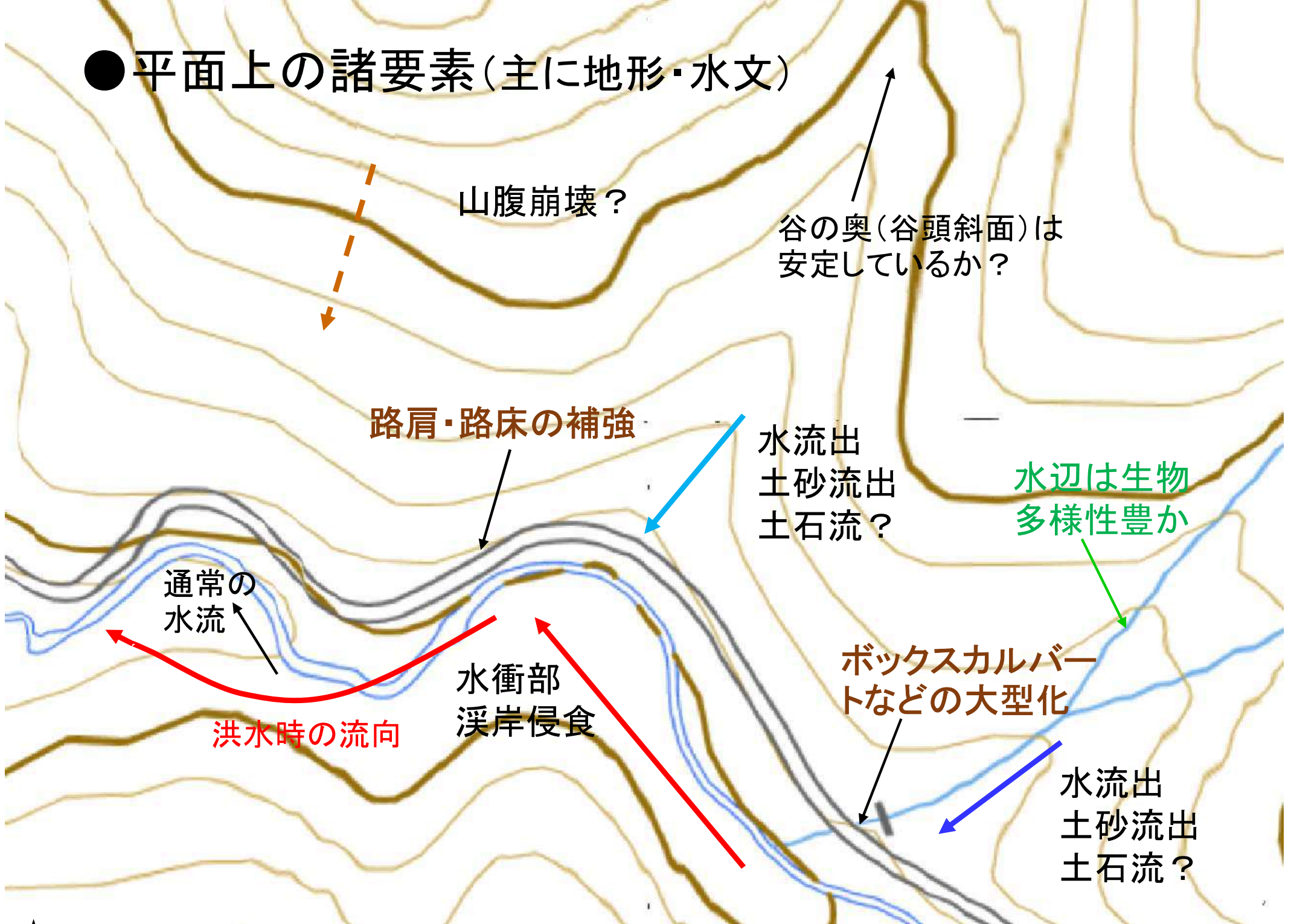
### 流れ盤斜面

(不安定斜面、  
0次谷内は  
さらに不安定)





# ● 平面上の諸要素(主に地形・水文)



# 防災・減災のためのハード対策とソフト対策

- ・防災・減災対策は大きく「**ハード防災対策**」と「ソフト防災対策」に分けられる。
- ・**ハード防災対策**とは砂防ダム・治山ダムを建設したり山腹工を施工したりするなどの物理的な対策。
- ・一方で**ソフト防災対策**とは警戒・避難を促す対策。防災教育や防災訓練をしたり、防災情報を発信したりするなど非物理的な防災対策。
- ・**ハード対策**: 防災工事 ダム工、護岸工、擁壁工、流木捕捉工
- ・**ソフト対策**: 警戒避難対策  
警戒避難対策 ハザードマップ タイムライン  
地域防災計画 防災教育 防災訓練 など  
防災情報 大雨警報・大雨特別警報 土砂災害警戒情報  
顕著な大雨に関する情報  
線状降水帯予測情報・・・2022年6月1日から  
避難情報(緊急安全確保・避難指示・高齢者等避難) など

## 砂防事業(国土交通省 砂防部)

**砂防法(1897年)**を根拠として溪流や河川に砂防ダムなどの構造物を設置し、またその下流で遊砂地の設置や流路工事を行う通常砂防事業に加え、集落上部の斜面崩壊対策や地すべり対策、火山性災害の防止対策を総称した事業で、土砂災害から(直接)国民の生命・財産を保護する。

通常砂防事業は土砂の流出をコントロールする点で、森林法を根拠にする治山事業と類似するが、主に集落や道路などの保護を目的とするため、計画の思想や構造物の設計手法が異なる。

他の根拠法：**地すべり等防止法・急傾斜地崩壊防止法・土砂災害防止法**

## 治山事業(農林水産省 林野庁)

**Eco-DRR**

森林の維持造成を通じて(間接的に)山地災害から国民の生命・財産を保全するとともに、水源の涵養、生活環境の保全・形成を図る。

保安施設事業(森林法)と地すべり工事事業(地すべり等防止法)



保安林の中での事業





# 保安林制度

## 土砂流出防備保安林と土砂崩壊防備保安林

国土保全、水源涵養などの公益的機能の発揮が特に要請される森林は「保安林」に指定し、治山事業の実施や伐採制限等により適切に保全しています。

### 保安林の種類と面積

(単位: 千ha)

保安林種別	指定面積	実面積
水源かん養保安林	9,128	9,128
土砂流出防備保安林	2,564	2,504
土砂崩壊防備保安林	59	58
飛砂防備保安林	16	16
防風・水害・潮害・干害・防雪・防霧保安林	258	230
なだれ防止・落石防止保安林	21	19
防火保安林	0	0
魚つき保安林	60	27
航行目標保安林	1	0
保健保安林	700	93
風致保安林	28	14
合 計	12,836	12,091
森林面積に対する割合	—	48.2%
国土面積に対する割合	—	32.0%

資料: 林野庁治山課調べ(平成24年度末現在)

注1: 実面積とは、それぞれの種別における指定面積から、上位の種別に兼種指定された面積を除いた面積を表す。

注2: 単位未満四捨五入のため、合計と内訳は必ずしも一致しない。



#### ●水源かん養保安林

森林の洪水緩和機能や水資源貯留機能等を高度に保ち、洪水・濁水を緩和し、各種用水を確保。



#### ●土砂流出防備保安林

表土の侵食による土砂の流出を防止。



#### ●土砂崩壊防備保安林

林地の崩壊を防止し、家屋・農地・道路等を保護。



#### ●潮害防備保安林

津波、高潮のエネルギーを減殺するとともに、海水塩分による被害を防止。



#### ●保健保安林

保健休養の場を提供し、空気の浄化や騒音の緩和等により生活環境を保全。



#### ●風致保安林

名所や旧跡の趣きのある景色を保存。

## 林地開発許可制度（1974年創設：森林法で規定）

森林は水源の涵養、災害の防止、環境の保全といった公益的機能を有しており、これらの森林の機能が失われてしまった場合、これを回復することは非常に困難です。

従って、森林において開発行為を行うに当たっては、森林の有する役割を阻害しないよう適正に行うことが必要です。

林地開発許可制度は、このような観点から、これらの森林の土地について、その適正な利用を確保するため、概ね**1ha以上の土地**については以下の恐れがある場合に許可を必要とします。

①土砂災害

②水害

③水の確保に支障

④環境の保全に必要

**太陽光発電設備の設置を目的としている場合は0.5ha以上の土地を許可の対象とする（2023年より）**

# ハザードマップの変遷

- ・浸水実績図

- ・山津波に対する警戒態勢に言及／がけ崩れに対する警戒避難を規定

- ・火山防災ハザードマップ: 火山災害予測図

  - 1992国土庁の指針→1995有珠山火山防災マップ

  - 2000有珠山噴火被害軽減で注目

- ・土砂災害ハザードマップ: 土砂災害警戒区域図 2000

  - 火山災害や土砂災害の防災で始まった！

- 洪水ハザードマップ／洪水浸水想定区域 2001

- ・活断層地図、都市圏活断層図

- ・全国地震動予測地図、長周期地震動予測地図

- ・津波ハザードマップ 2011年

津波災害評価



## (参考) 山間部での居住地の特徴

○山地は一般に急斜面で構成されている

→人が住める場所は侵食作用(山崩れ・地すべりと河川・溪流の侵食)とそれによって生産された土砂の移動によって形成された緩斜面(平地)である。

○具体的には

- ・地すべりの跡地(山頂に近い場合もある)
- ・山崩れなどによる土砂が堆積した緩斜面(崖錐)
- ・土石流の堆積地(土石流扇状地。傾斜 $5^{\circ}$ 程度)
- ・水流が運んできた土砂の堆積した谷底低地(河川・溪流沿いの平地。段丘状になっている。高位段丘ほど安全)

◎つまり、山間部の居住地は再び大規模な土砂移動が起こる場所でもある

# 山間の居住地

滑落崖

地すべり地

再移動があり得る

地すべり土塊

沢の出口の延長上はキケン

土石流堆積の縦断面

安全な土地

高位段丘

段丘崖

キケン

中位段丘

洪水時

低位段丘



# 土砂災害(豪雨災害)・・・危険な場所の表示

## ①土砂災害防止法(国土交通省系)・・・土砂災害警戒区域

危険の周知、警戒避難態勢の整備、住宅等の新規立地の抑制、既存住宅の移転促進等のソフト対策を推進するために指定

土砂災害警戒区域(**イエローゾーン**) 急傾斜地の崩壊 土石流 地滑り  
土砂災害特別警戒区域(**レッドゾーン**) 同上

## ②土砂災害危険箇所(国土交通省系)

国土交通省(当時建設省)の調査要領・点検要領により都道府県が実施した調査で判明した、土石流、地すべり、急傾斜地の崩壊が発生するおそれのある箇所

急傾斜地崩壊**危険箇所**

土石流**危険溪流**

地すべり**危険箇所**

## ③山地災害危険地区(林野庁系)

山腹崩壊危険地区

崩壊土砂流出危険地区

地すべり危険地区

## ④急傾斜地崩壊危険区域 (国土交通省系)

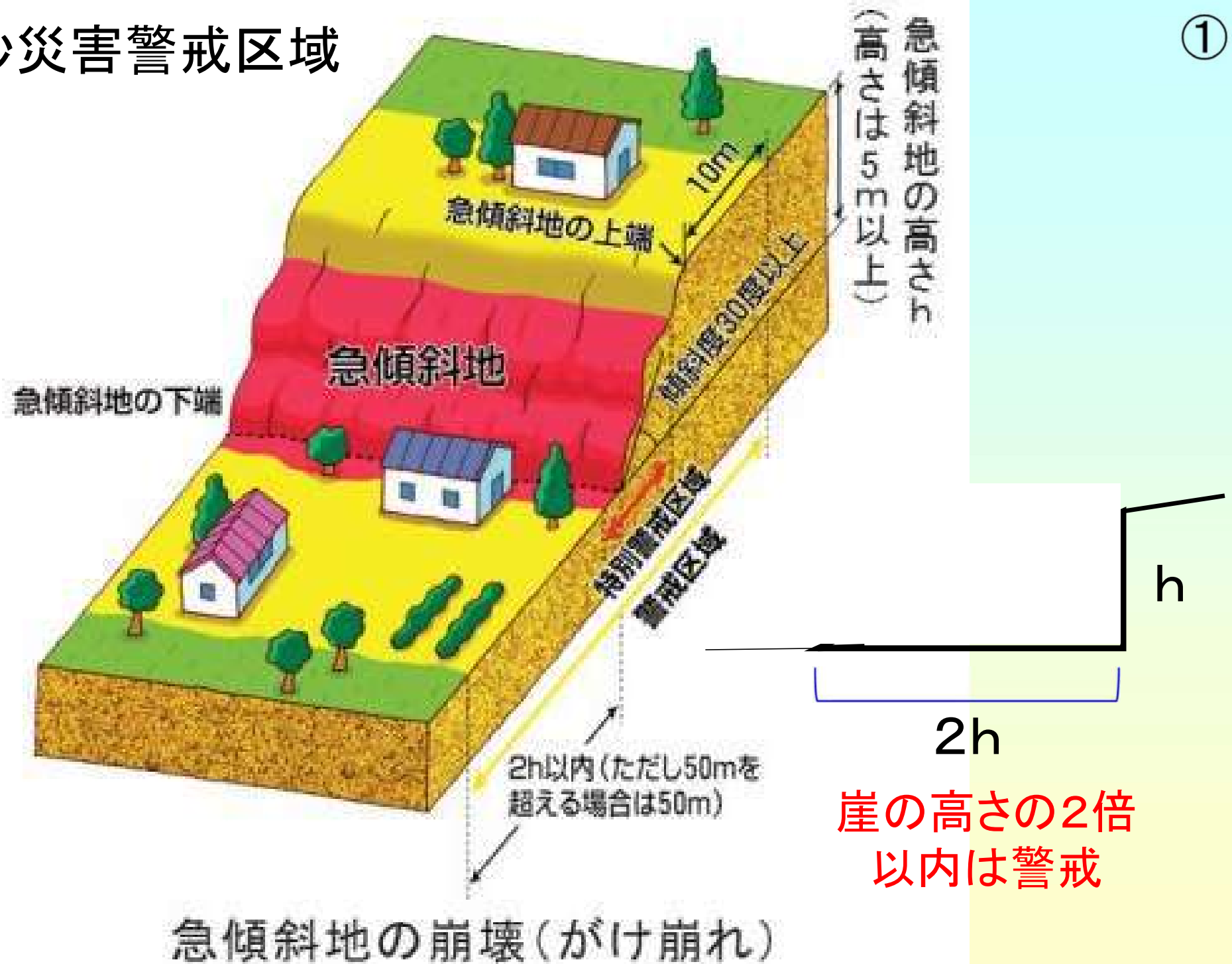
急傾斜地(崩壊防止)法で規定  
(1969年成立)

**古い法律**



# 土砂災害警戒区域

①



# 土砂災害警戒区域と土砂災害危険箇所

## 土砂災害警戒区域

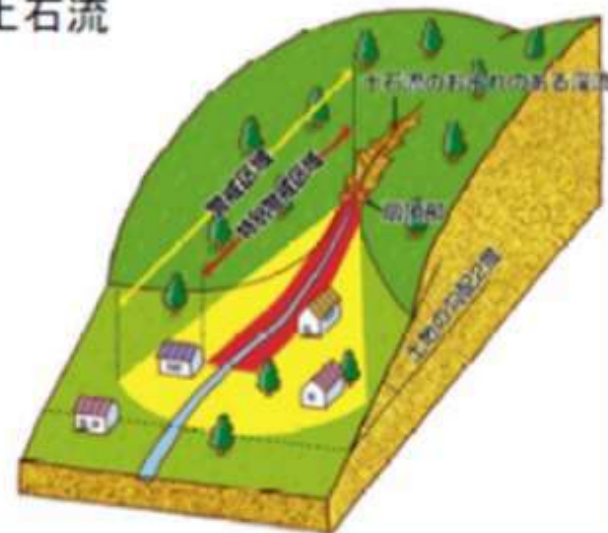
①

土砂災害防止法に基づき指定された区域  
(法律に基づいた調査によるもの)

### 【区域の定義】

急傾斜地の崩壊、土石流、地滑りが発生した場合に  
住民等の生命又は身体に危害が生ずるおそれがあると  
認められる土地の区域 (第6条)

例: 土石流



## 土砂災害危険箇所

②

国土交通省の要請により各都道府県が  
調査を実施したもの  
(法的な位置づけはない)

### 【箇所の定義】

土石流、地すべり、急傾斜地の崩壊が発生するおそれ  
がある箇所 (それぞれ、土石流危険渓流、地すべり  
危険箇所、急傾斜地崩壊危険箇所と定めている)

例: 土石流

土石流危険渓流



事業のための  
調査用

## 事業のための調査用(林野庁)③

山腹崩壊危険地区

地すべり危険地区

崩壊土砂流出危険地区



- ▶ ときどき落石がある
- ▶ 過去に山くずれがあった
- ▶ 山の斜面に亀裂やわき水がある
- ▶ 岩石がもろく、くずれやすい地質である
- ▶ 急斜面で、軟弱な地盤がある
- ▶ 水の集まりやすい斜面地形である

### 【山くずれ】

雨水が地中にしみ込んだり、地震などにより、山の斜面が突然くずれ落ちる現象です。



- ▶ 過去に地すべりのあったところで、今も少しずつ動いている
- ▶ 山の斜面に亀裂や段差がみられる
- ▶ わき水や地下水が豊富である
- ▶ 断層や、もろく、くずれやすい岩石がある
- ▶ 火山や温泉の影響で粘土化した土がある

### 【地すべり】

地下水などの影響により、粘土質の土をすべり面として山の斜面がゆっくり移動する現象です。



- ▶ 過去に土石流があった
- ▶ 溪流が急で大きな石やたくさんの土砂がある
- ▶ 上流が山くずれなどで荒れている

### 【土石流】

山の斜面から崩れた土砂や谷の土砂・石などが、大雨などによって水といっしょに一気に下流に押し流される現象です。

約69000地区

約6000地区

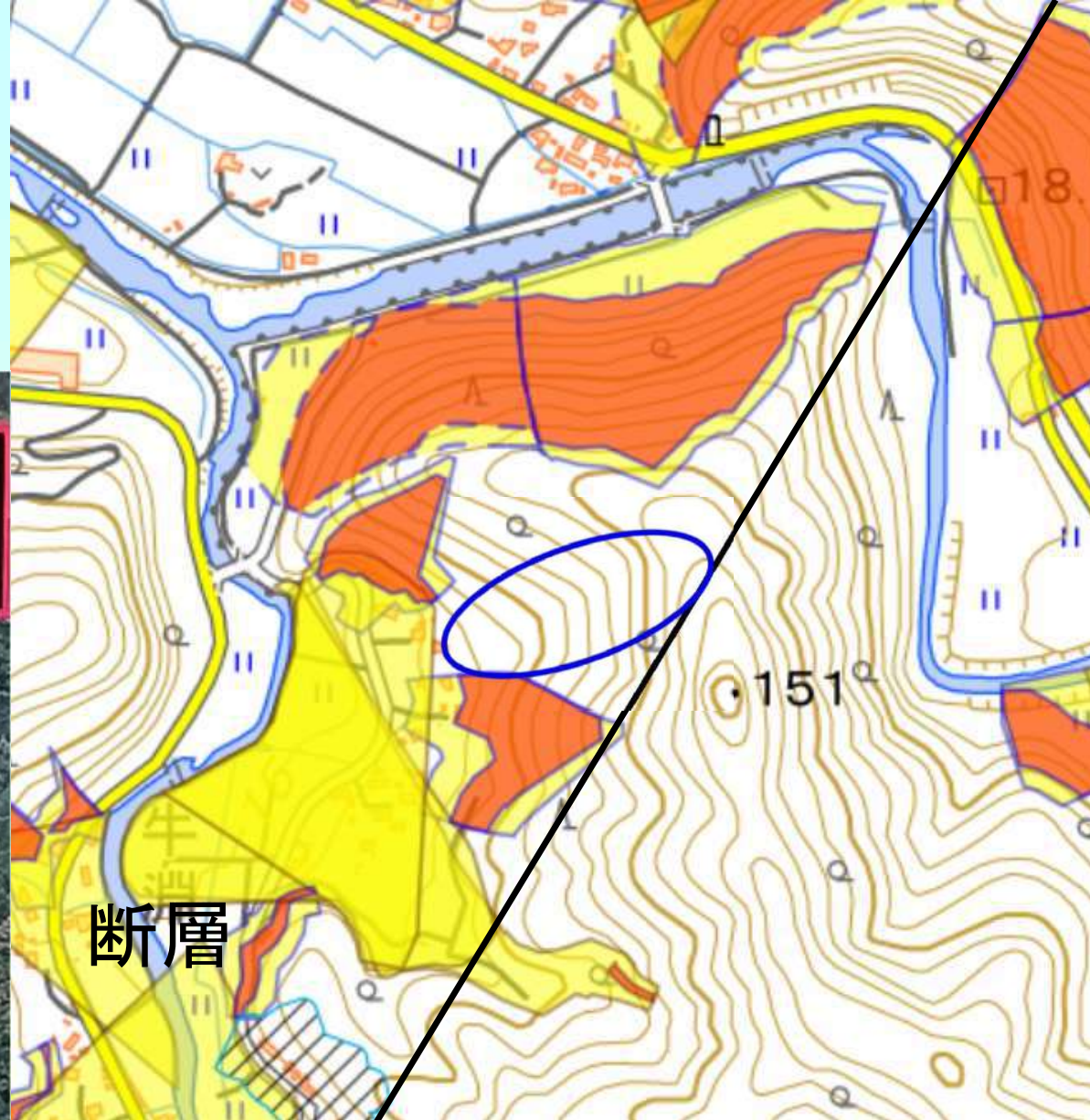
約109000地区



# 事例 (1)



警戒  
レベル  
5

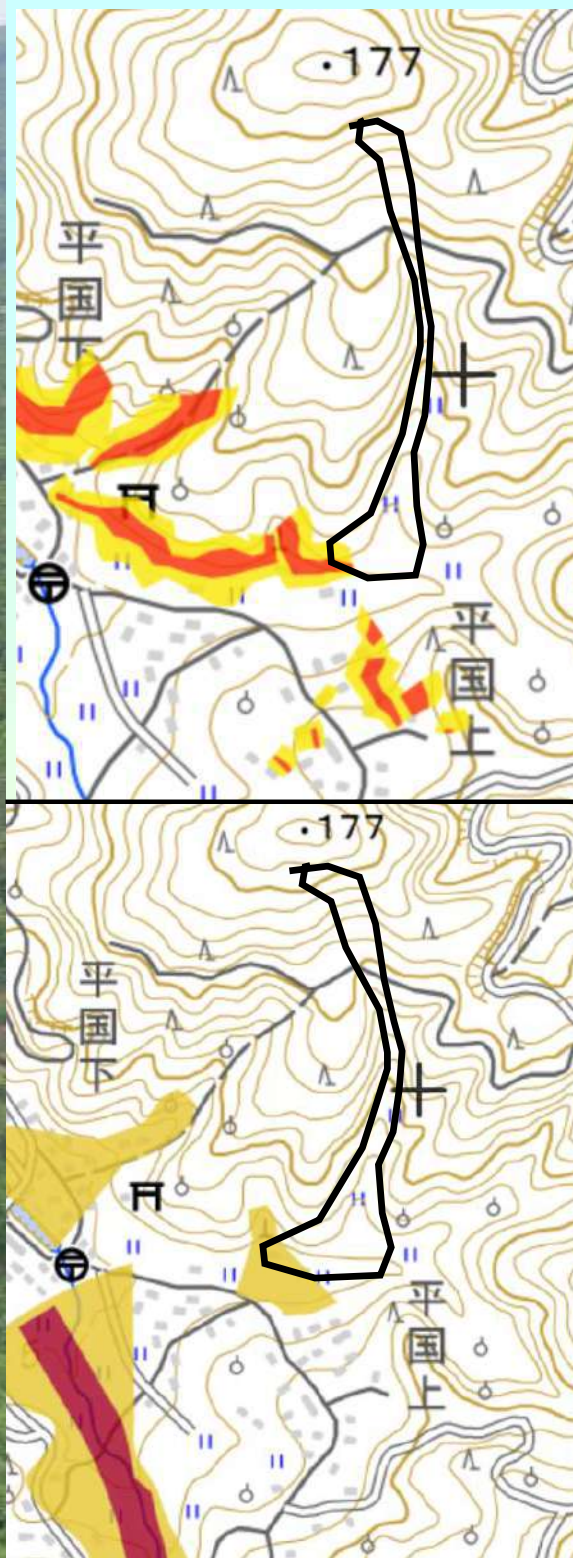


熊本県芦北町



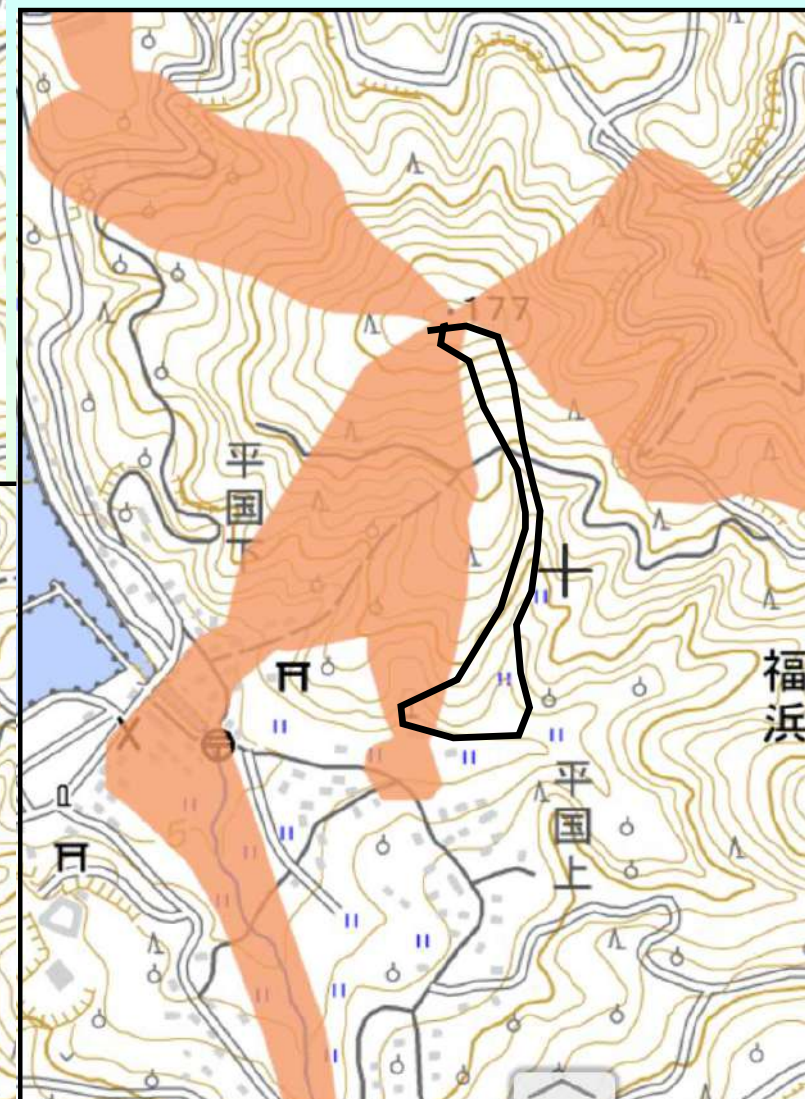
## 事例 (2)

熊本県津奈木  
町の山腹崩壊



←急傾斜地の崩壊  
(特別)警戒区域

土石流危険渓流



←土石流(特別)警戒区域



警戒レベル	住民が取るべき行動	避難の情報	雨の情報	川の情報
5	命を守って!	災害発生 緊急安全確保	大雨特別警報	氾濫発生情報
4	全員避難	避難指示(緊急) ・避難勧告 避難指示	土砂災害警戒情報	氾濫危険情報
3	高齢者など避難	避難準備 高齢者等避難	大雨・洪水警報	氾濫警戒情報
2	避難方法 確認	-	大雨・洪水注意報	氾濫注意情報
1	最新情報に注意	-	早期注意情報	-

## 2021年に決定

警戒レベル5 災害発生情報→緊急安全確保

＜警戒レベル4までに必ず避難＞

警戒レベル4 避難指示情報・避難勧告情報混在→避難指示情報

警戒レベル3 避難準備・高齢者等避難開始→高齢者等避難情報



市町村・住民の  
共通認識・共働

## タイムライン

何時	緊急連携調整機関(誰が、何を)				
	国交省	都道府県	市町村	自治会長	住民
H-Oh	<u>大規模警報</u>		<u>避難準備情報</u> 避難所開設	→地域住民へ 情報共有	→災害時要援護 者避難準備
H-Oh		<u>土砂災害警戒 情報</u>	<u>避難勧告</u> 避難所運営	→ <u>避難呼びかけ</u>	→ <u>立ち退き避難</u>
H	 土砂災害 発生		<u>土砂災害の 情報受信</u>	<u>土砂災害発生 →通報</u>	
H+Oh		ヘリ出動	救助活動 ←		救助要請
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

## ○個人の対応:

“津波てんでんこ”

### ○3. 11東日本大震災の教訓

## ○自分で判断し、自主的に避難することの重要性

### ●豪雨災害の場合...



マイタイムラインを！

- ・危険を感じたらできる限り正確な情報を得る  
→スマートフォンが有効
- ・予兆は全五感を働かせてとらえる

### ○避難スイッチONで避難開始

・・・例えば、○○橋の下で 水位が△△岩まで達したら 避難

→「地区防災計画」で決めておこう (水位の観測)

避難判断水位

- ・時間があれば避難所、緊急避難場所へ

・・・普段から道筋を点検しておく

(災害発生時の時間・天候・交通状況などを考慮して)

- ・高齢者等は早めに非難を。健常者もなるべく時刻までに非難を
- ・危険が迫り**緊急避難場所**等に到達する見込みがないとき
  - ①浸水した場所を歩くことは危険(側溝やマンホールがある)
  - ②水路や川を超えることは(たとえ小さな水路でも)危険
  - ③流れに直角の方向に避難(特に土砂災害)
- ・ほとんどが“流れ(土砂などの移動)”による災害なので避難は、
  - ①より高いところ、
  - ②流れの陰になる場所、
  - ③コンクリート製の丈夫な建物の、より高いところも有効
- ・さらに危険が切迫した場合
  - ・・・建物内での①**垂直避難**(より高い階へ)、  
同じ階では②**水平避難**(流れの下流側の場所へ)を
- ・総雨量が極めて多くなった場合は、降雨後も山腹や溪流の状態に注意を払うべき
  - ・・・森林は大量の雨水を貯め込んでいるので、斜面からの水の流出が続くため



○普段から自分の居場所の自然地形を十分把握しておく

→古い**地形図**が(5万分の1でも)有効

(**地図**でない)

- ① まず、ハザードマップで確認を
- ② 山地・丘陵地では、
  - ・急斜面直下
  - ・凹斜面の下、特にその凹みの中心線の真下
  - ・溪流や小沢の出口付近での流路方向の  
延長(直)線上などが特に危険。
- ③ 盛土した場所や谷を埋め立てた場所も注意。  
特に擁壁等の水抜きが詰まっている場合は危険。
- ④ 平地では現在の水路(暗渠も)のほか、古い地形図(地  
図ない)でかつての沢・水路・沼・湿地・水田などを確認  
しておく

# 身近な危険な場所

## (水害)

- ・単純に周囲より“低いところ”
- ・支流河川との合流部付近
- ・バックウォーター付近
- ・堤防、特に排水溝の出口(河川への流入箇所)付近
- ・丘陵や台地内で地表流や水路が集中する小河川(特に新しい住宅地など)
- ・谷地／谷戸の内部

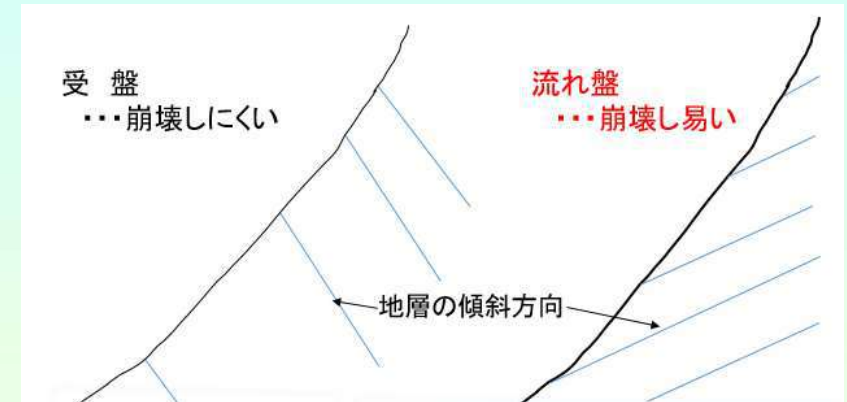
## (がけ崩れ・山腹崩壊)

- ・急傾斜で高い崖の上及び崖の下
- ・急斜面及び凹斜面(0字谷)

(より詳細な微地形・地質・水文特性として)

- ・上部がせり出した地形(特に地震時に危険)
- ・普段からひび割れが生じている
- ・固結度の低い地質(若い地層)
- ・普段から水が出ている、  
湿っている
- ・沢の出口での流路の延長上

・流れ盤



(予兆)

- ・ひび割れや変形ができる、広がる
- ・小石がパラパラ落ちる
- ・水が噴き出る、流量が増す、流量が減る
- ・水が濁る
- ・普段と異なるにおいがする
- ・聞きなれない音がする



・行政と地域・個人が協働して対応する

## 再掲

## ソフト（警戒・避難）対策

