

第12回(2) 災害と水文学

—地すべり・土石流—



近藤昭彦@環境リモートセンシング領域
<http://dbx.cr.chiba-u.jp/>

土石流 Debris Flow



日本アルプス(隆起地域) 高山帯(山頂現象)



平成16年8月18日発生
北股沢・滑川土石流



(<http://www.sabopc.or.jp/tajimi/namekawa-20040818-4-2.htm>)

土石流

- 川の水と土砂が一体となって、密度の非常に大きな流体となって流れ落ちる現象
- 巨大な礫(れき)も浮かせて運ぶため、破壊力が大きい
- 「山津波」、「鉄砲水」と呼ぶこともあるが、土石流には砂礫が多く含まれている

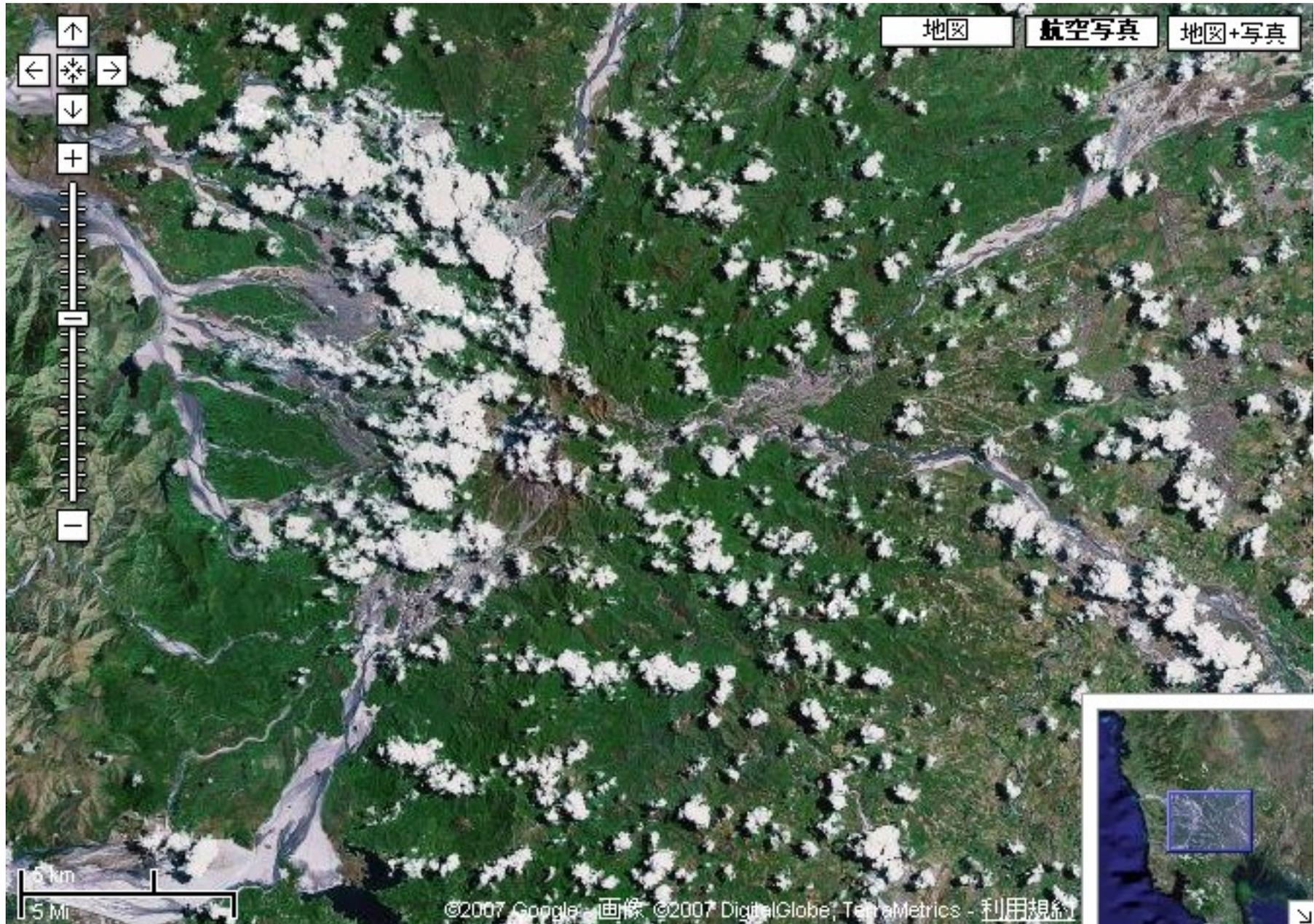


どのようにして発生するの

- 豪雨時に引き起こされた崩壊土砂が河床に達し、そのまま土石流となる場合
- 洪水によって河床に堆積していた土砂が動き始める場合
- 地震、地すべりがきっかけとなるもの(河道閉塞)
- 火山噴火後の火山灰がその後の降雨で泥流となる場合 →ピナツボ火山のラハール
- その他



フィリピン、ピナツボ火山では1991年の大噴火の後も、ラハールと呼ばれる火山泥流の被害に苦しめられた



(Google Map)

土石流災害の事例：足和田土石流災害

昭和41年9月15日、台風24号の降雨(270mm)の後、台風26号の影響による時間雨量100mmの豪雨により、足和田村(現富士河口湖町)で土石流が発生。

本沢川、三沢川で発生した土石流は、それぞれ根場地区、西湖地区の中心部を直撃した。

根場地区では人口235名のうち、死者・行方不明者63名。

西湖地区では人口513名のうち、死者31名を記録。

その後、**集団移転**が行われた



(写真 下左:根場、下右:西湖)



(富士砂防: http://www.fujisabo.go.jp/jimusyo/fujiazami/fujiazami_55/fa55-2.html)

- ・溪床の勾配が急
(2~3°より急傾斜)
- ・上流に崩壊地形
- ・溪床に土砂の蓄積
- ・沖積錐地形の存在
- ・その他



西湖地区

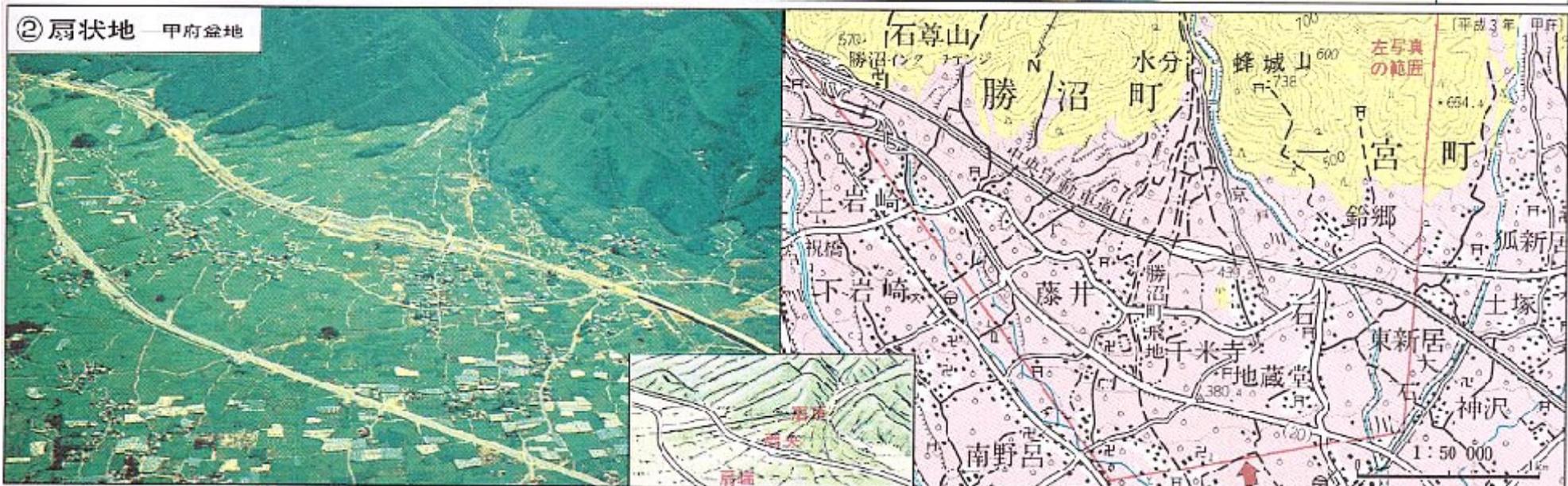
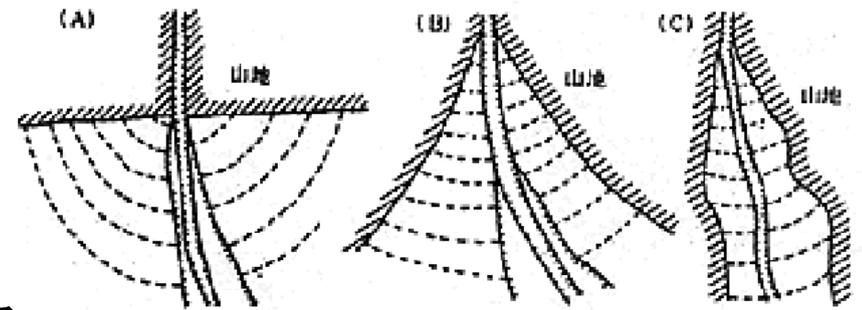


根場地区

傾斜： $(1050-920)/800=0.1625$ (約 10°)

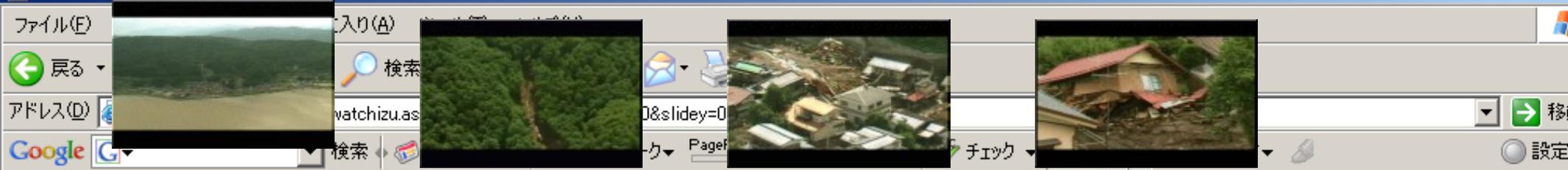
沖積錐 (Alluvial Cone) とは何か？

- ・面積200km²より小さな小型の扇状地
- ・沖積錐では土砂の運搬様式が土石流
- ・沖積錐が形成されている山麓では、将来も土石流の危険があると考えられる

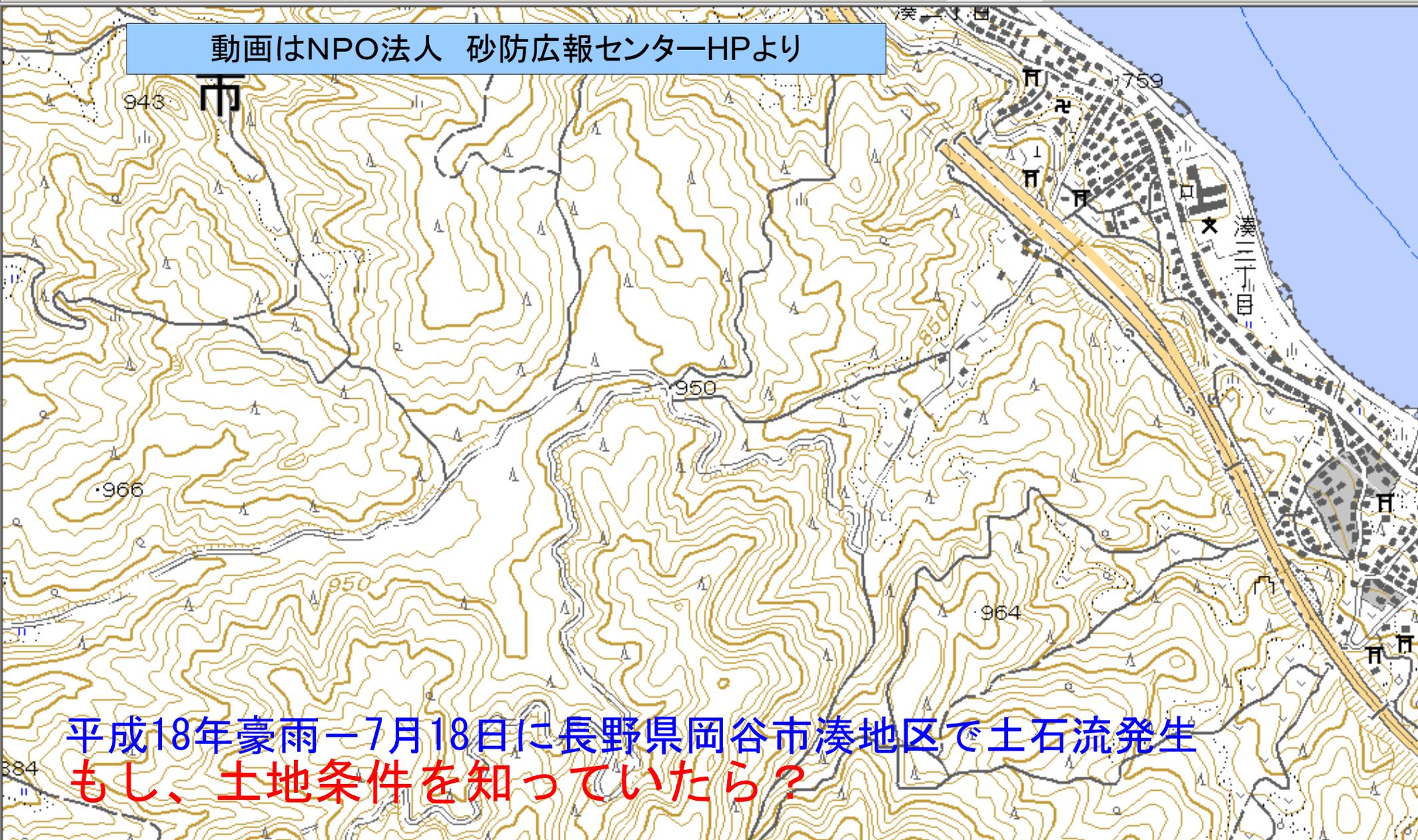


(帝国書院、高校地図帳より)

注)もちろん、必ず発生するかどうかはその地域の事情による。砂防工事、植生、履歴、等々。



動画はNPO法人 砂防広報センターHPより



平成18年豪雨ー7月18日に長野県岡谷市湊地区で土石流発生
もし、土地条件を知っていたら？

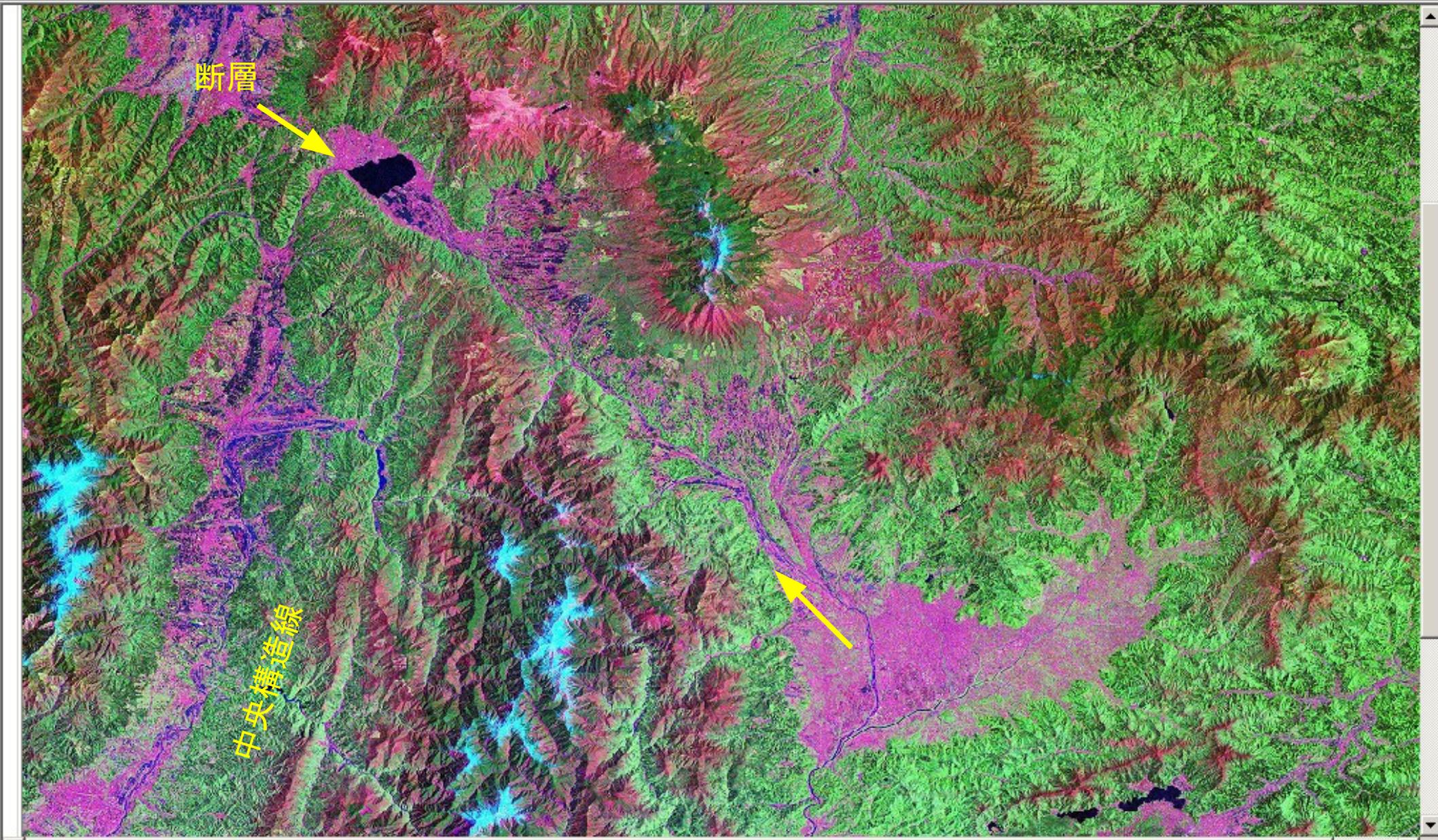


平成18年豪雨－7月18日に長野県岡谷市湊地区で土石流発生 もし、土地条件を知っていたら？

土地条件図：土地の生い立ちや性状、地盤の高低、干拓・埋立の歴史などをあらかじめ調査しておけば、洪水や高潮などが発生した場合、何処がどのような被害を受けるかを、かなりの程度まで推定できる



(Yahoo ニュース 写真)





崩壊・土石流を起こしやすい地質 **花崗岩**

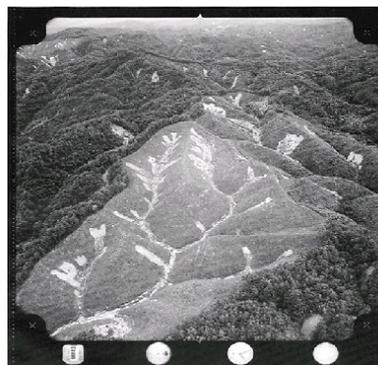
- ・新鮮な花崗岩は堅く、侵食に強いので、長野県寝覚ノ床や山梨県昇仙峡のような奇岩景勝地を作る
- ・石材としても利用
- ・一方で、著しい深層風化によって厚い砂層を生じやすい(マサ)
- ・マサ斜面は崩壊しやすい



(覚円峰、昇仙峡観光協会)



(寝覚ノ床、上松町観光協会)



日本における花崗岩の分布

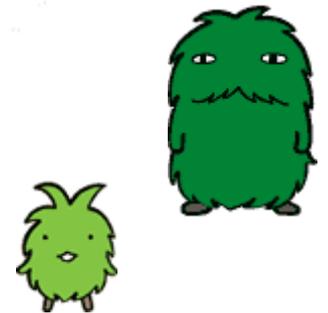
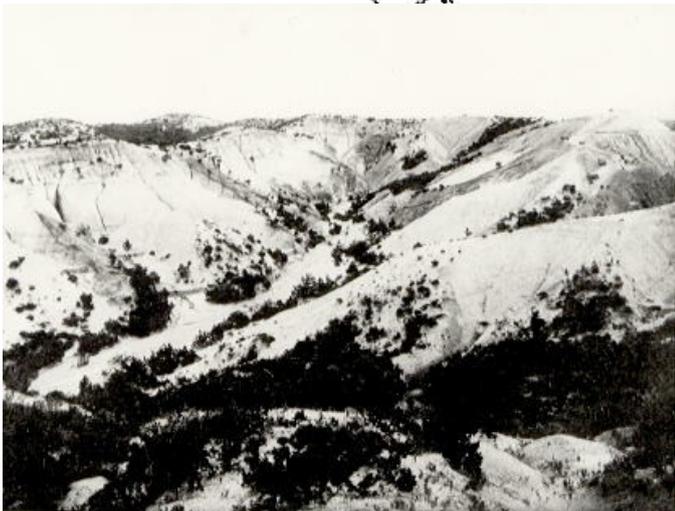
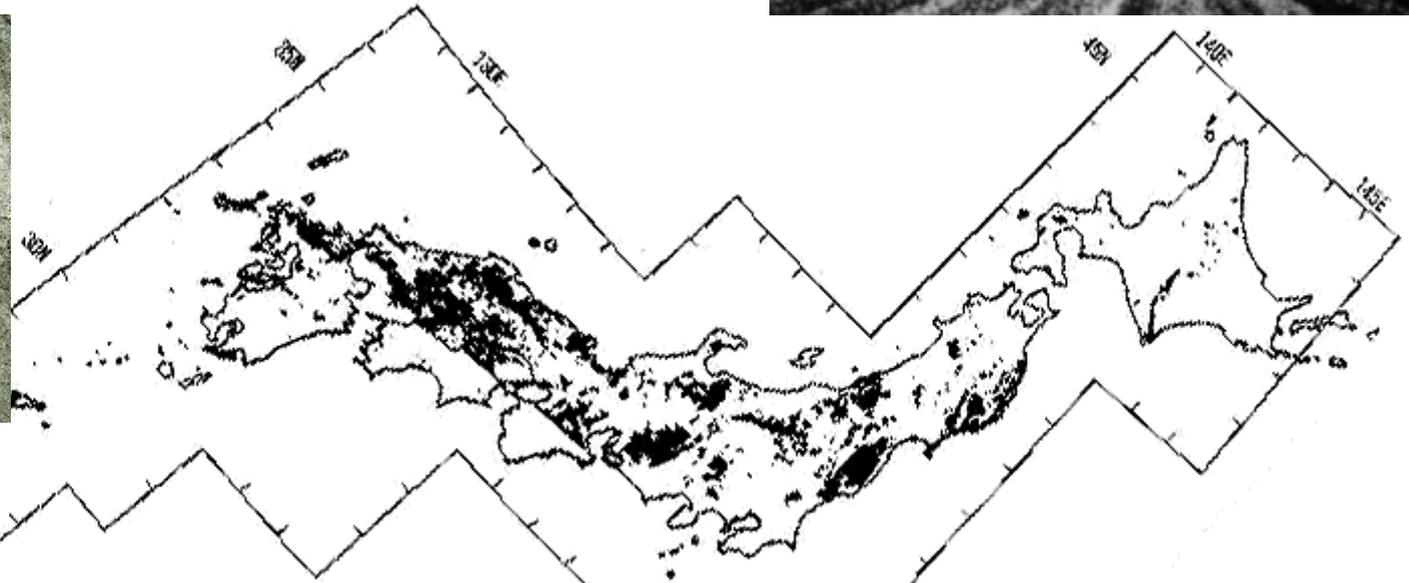
(1908年田上山地、京都大学林学)

かつてのはげ山地域が多い

- ・愛知県瀬戸、田上山地、中国山地



尾白川溪谷のマサ(信州大島野研HP)



100年前モリゾー、
キッコロはどこにい
たのでしょうか？

愛知県瀬戸市付近の明治後期の状況(愛知県砂防課ホームページ)

花崗岩地域の土石流災害 1999年6月 広島土石流災害

- ・平成11年6月29日未明から、前線の移動に伴って降りはじめた雨が、午後になってから急に強くなり、広島県全域に大雨をもたらした。
- ・広島市佐伯区、安佐北区および呉市、東広島市に至る範囲に、40mm～70mm/時間の雨が記録されている。
- ・突発的に発生した斜面崩壊と土石流等によって31名の死者、1名の行方不明者を出した(7月10日現在)。
- ・この集中豪雨に伴い、土砂災害、河川氾濫、堤防・橋梁等の河川災害、家屋災害など多くの被害が発生した。がけ崩れと土石流は合わせて207箇所となっている(県砂防課7月9日)。



(写真は、アジア航測(株)による)



山麓まで市街地が迫り、土石流の被害を受けた



(写真は、アジア航測(株)による)

土砂災害防止法

「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」

広島災害を契機として、土砂災害防止法が2000年に公布されました。

土砂災害から国民の生命を守るため、土砂災害のおそれのある区域について、

- 危険の周知
 - 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しようとするもの

土砂災害ハザードマップの作成と公開

2005年(平成17年)7月1日に施行された「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律(平成十二年法律第五十七号)」では、市町村の長は、警戒区域における円滑な警戒避難を確保する上で必要な事項を住民に周知させるために、これを記載した印刷物の配布その他の必要な措置を講ずることが規定されています。

まとめ



- 土砂生産が多い地域
- 溪床勾配が大きい
- 上流に崩壊跡地
- 沖積錐が発達

このような場所では土石流の発生頻度が高い

- 土砂災害防止法 ハザードマップを知ろう！

一方、山が荒れれば、土砂生産量が増え、洪水、土石流も発生しやすくなる

- 人間が土砂災害の危険性を増やしているかもしれない！

明治・大正期の森林・土地利用

- Conifer forests
- Broadleaf forests
- Paddy fields
- Fields
- Urban area
- Others (swamps, wastelands)

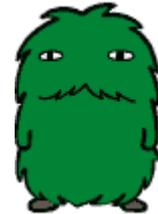
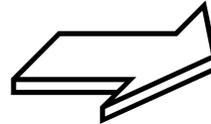


■ 荒地・草地の
分布に注目

明治の頃の日本の山ー愛知県瀬戸市周辺の例ー



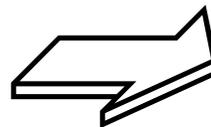
砂防工事前（明治40年8月）



砂防工事後（明治41年10月）



砂防工事着手前（明治40年4月）

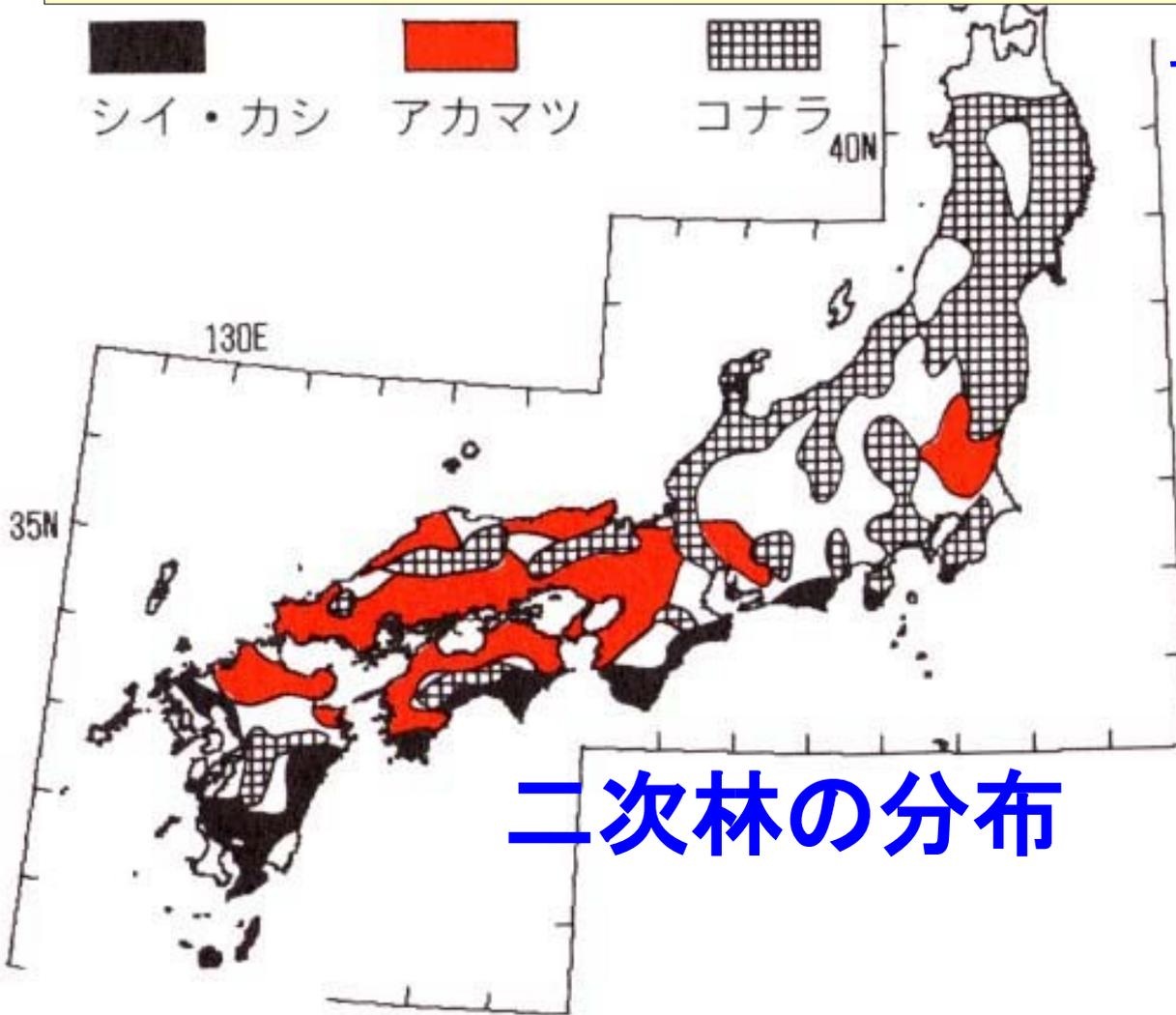


砂防工事着手後1年（明治41年8月）

愛知万博、海上の森ははげ山から数十年かけて緑化した森

日本の森林の多くは二次林

■ シイ・カシ ■ アカマツ ▨ コナラ

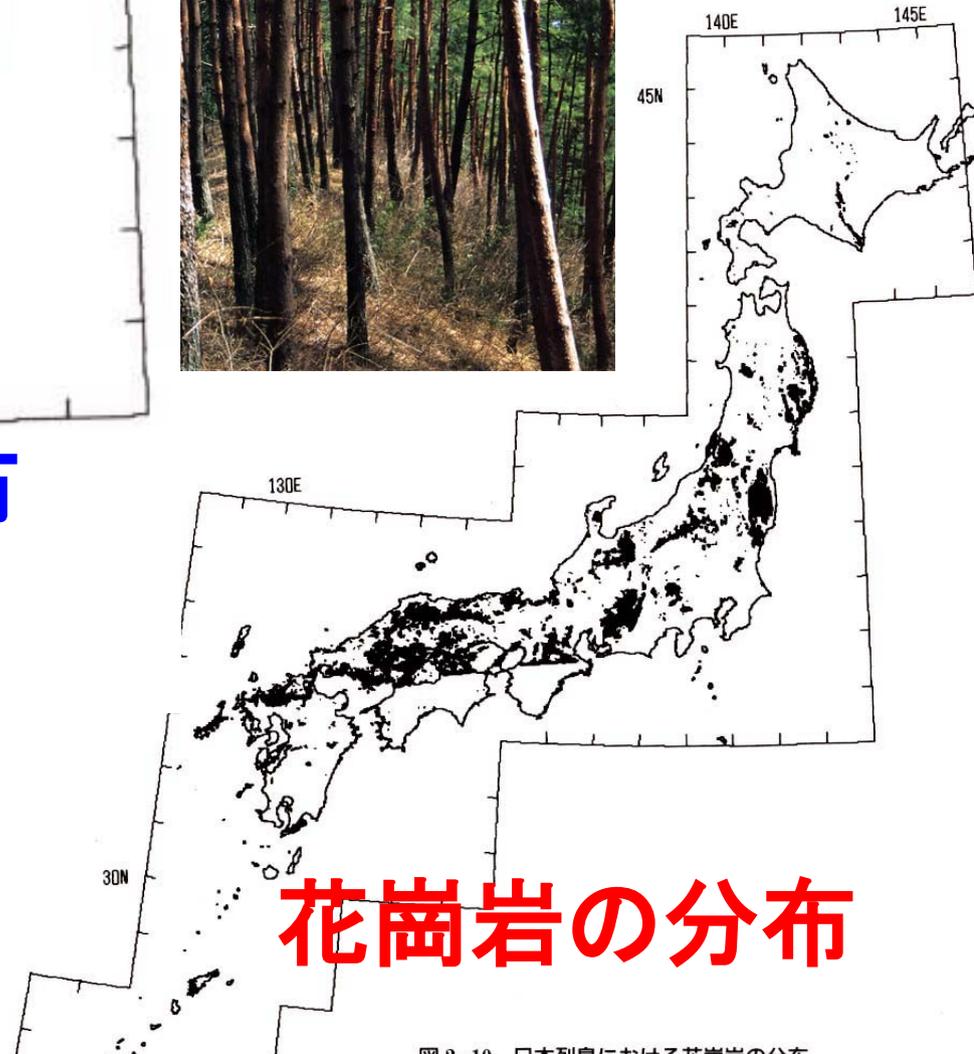


二次林の分布

アカマツは乾燥に強い



花崗岩（御影石、稲田石）
は風化すると崩れやすいマ
サ土になる



花崗岩の分布



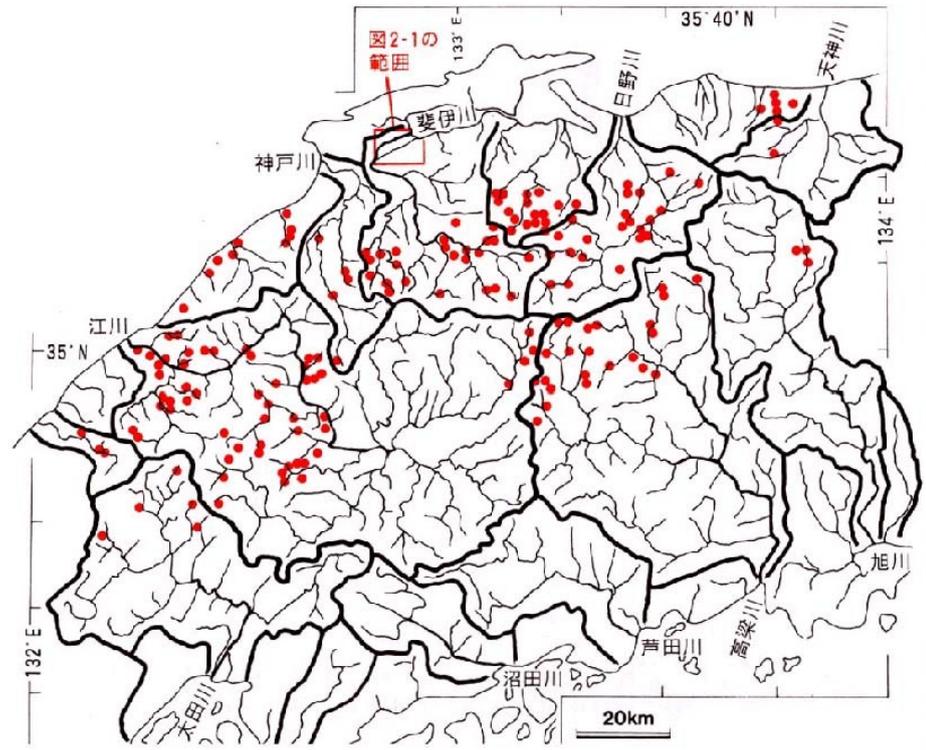
なぜ、中国地方にはアカマツの二次林が多いのか？



(C) スタジオジブリ

アニメ「もののけ姫」に登場するたたら場

たたら製鉄

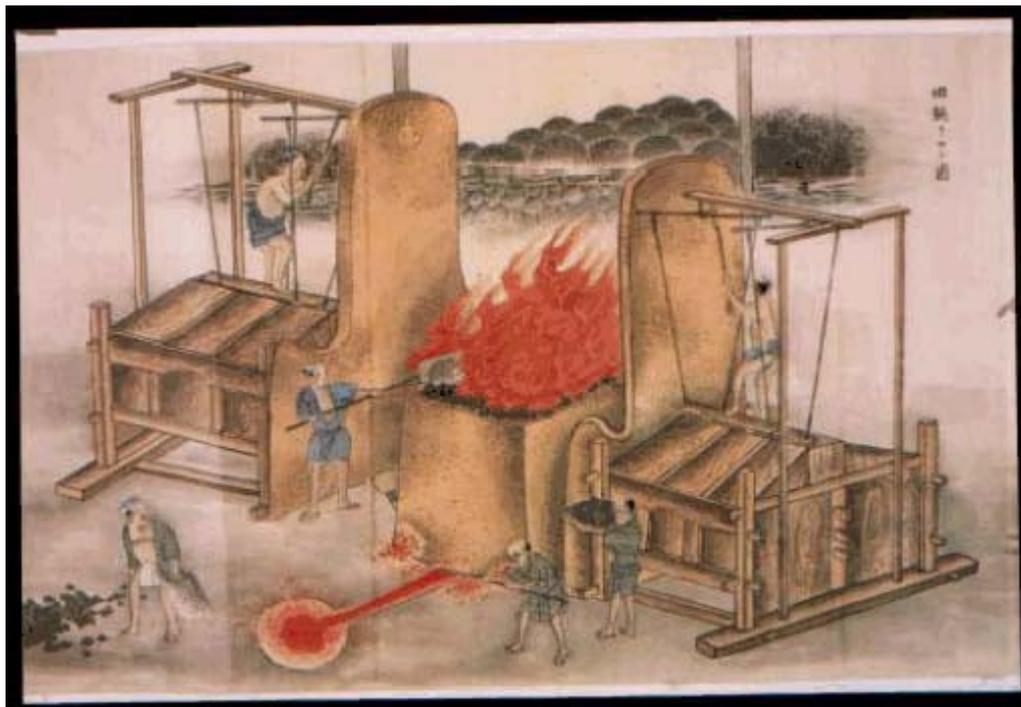


オロチのウロコのように見える斐伊川の河口（にっぽん川紀行）

近世のたたら場の分布

オロチと斐伊川の関係

- たたらの原料は砂鉄と木炭
- 砂鉄は花崗岩の風化したマサに多く含まれる
- 木炭は森林を伐採して調達
- 比重選鉱で砂鉄を分離（鉄穴流し）
- 河川の流送土砂量の増大
- 斐伊川の氾濫



近世のたたら製鉄の様子（東京大学所蔵）



鉄穴流しの様子（国土交通省）



もののけ姫に登場する斜面
(C) スタジオジブリ

補足説明

焼き畑農
家率50%
以上の地
域



焼き畑の
分布

1950年の焼き畑の状況

日本の山地に二次林が多いもう一つの理由

- 1950年代まで焼き畑が広く営まれてきた。
- 焼き畑は、一定の技術や文化に支えられた持続可能な農業である。

山岳森林の人々

縄文の民. . . 柳田国男

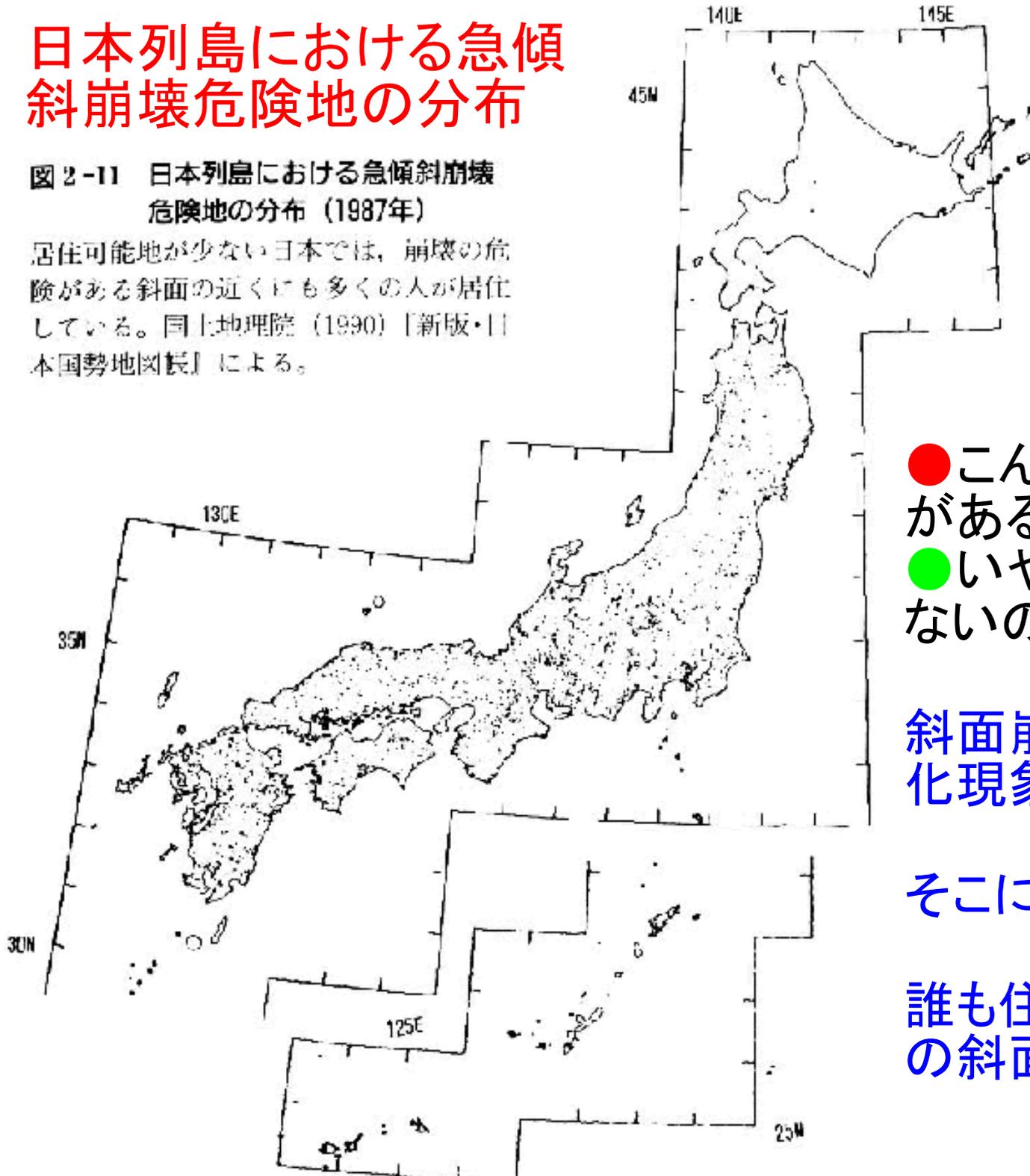


アシタカの村 (C) スタジオジブリ

日本列島における急傾斜崩壊危険地の分布

図 2-11 日本列島における急傾斜崩壊危険地の分布 (1987年)

居住可能地が少ない日本では、崩壊の危険がある斜面の近くにも多くの人が居住している。同上地理院 (1990) 「新版・日本国勢地図帳」による。



●こんなに、急傾斜危険地があるの？

●いや、たったこれだけしかないの？

斜面崩壊は普遍的な地形変化現象

そこに人が関わると、災害

誰も住んでいなければただの斜面

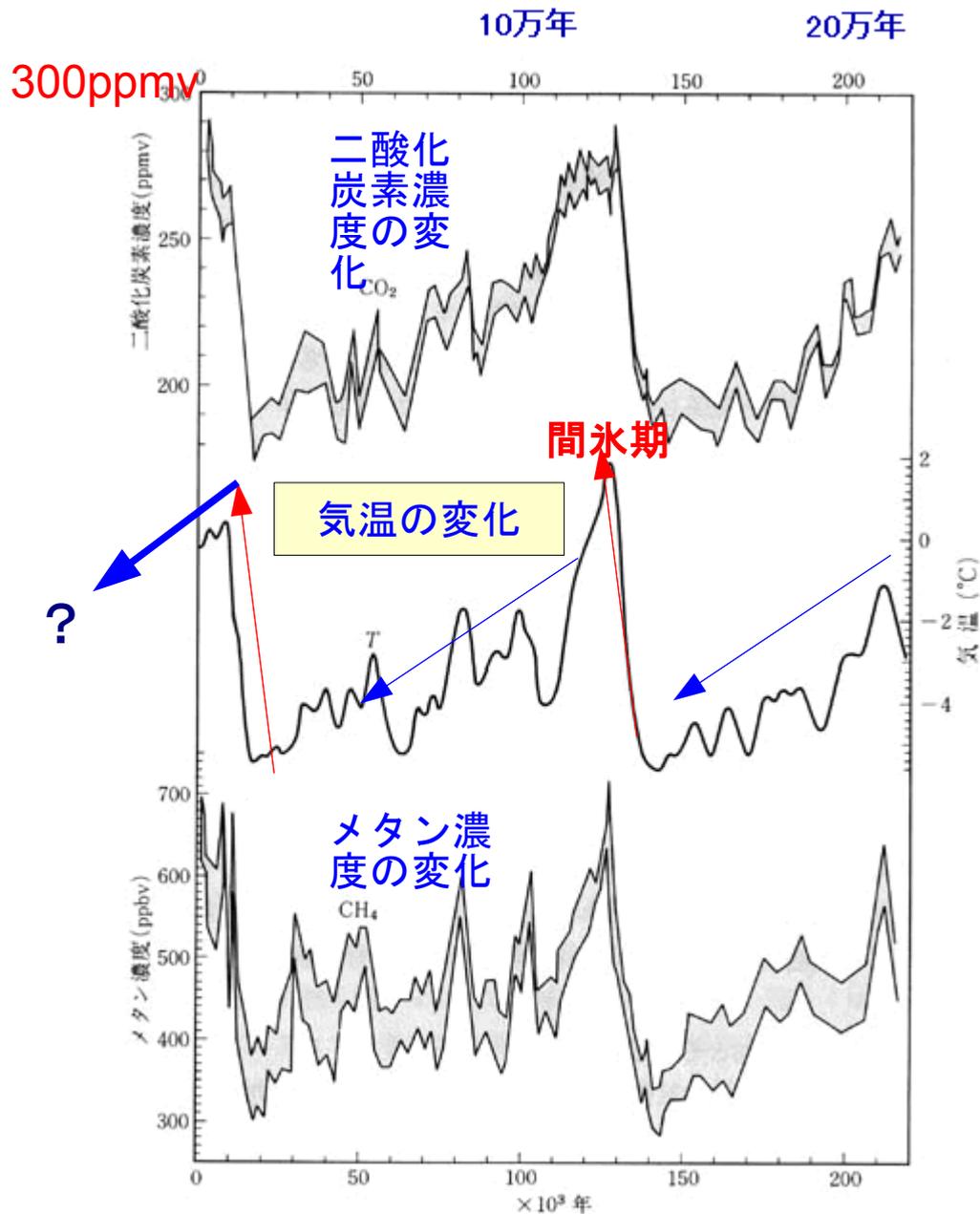
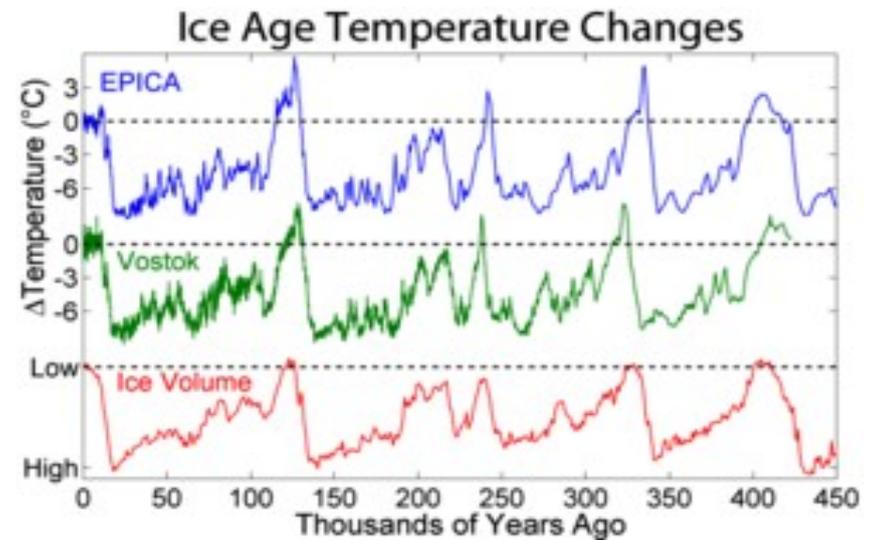


図5.3 過去22万年にわたって生じたCO₂濃度、気温、メタン濃度の変化。南極のポストーク基地での氷床コアの分析による (IPCC, 1990)。

過去20万年前以降の気候変化

- 氷期・間氷期サイクルの気温変化は急激な温暖化、短い間氷期、長期の寒冷化
- 約2万年前に最終氷期は突然終わり、急激な温暖化が始まった
- 現間氷期で、最も温暖な時期はすでに過ぎ去った

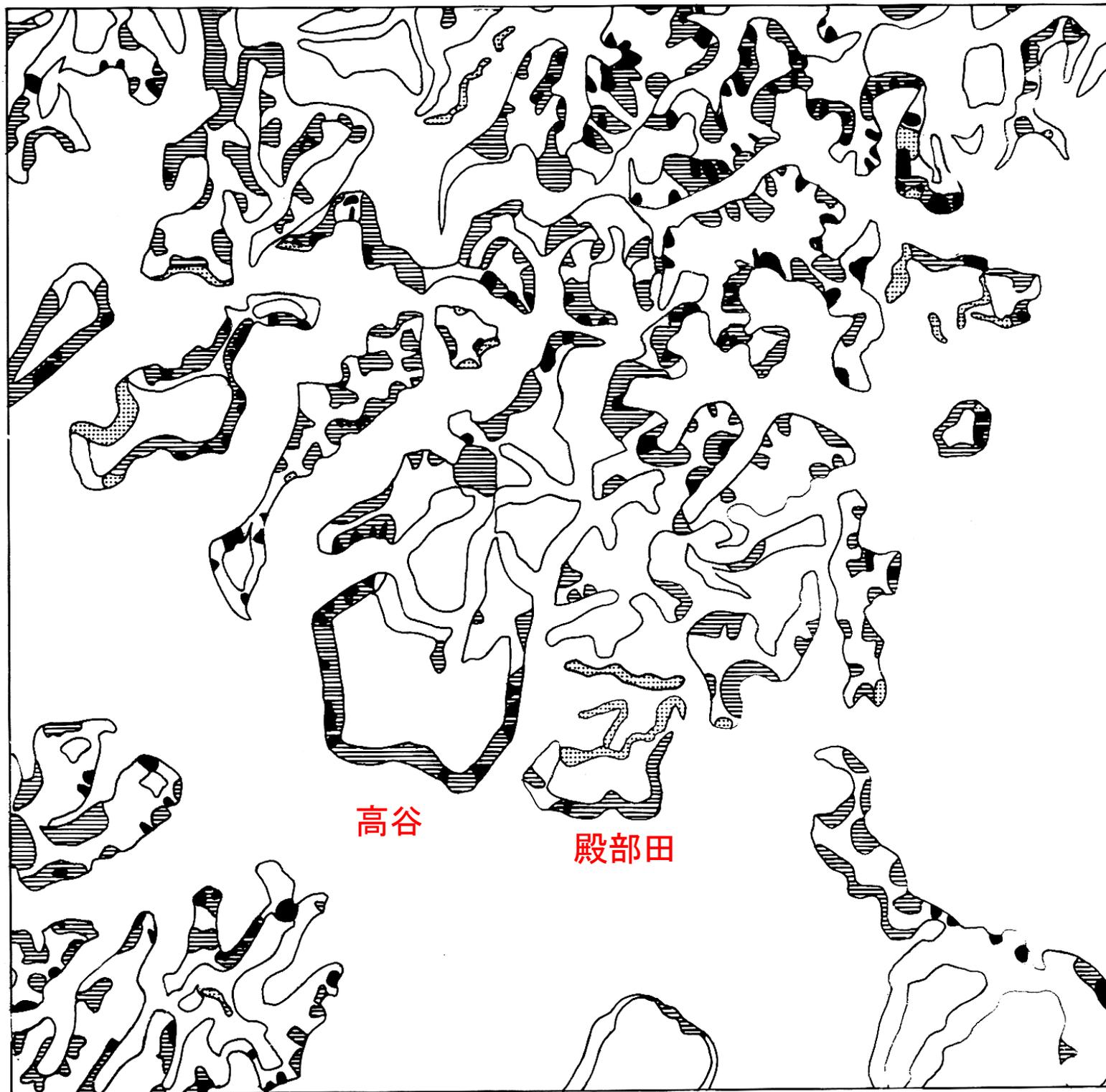
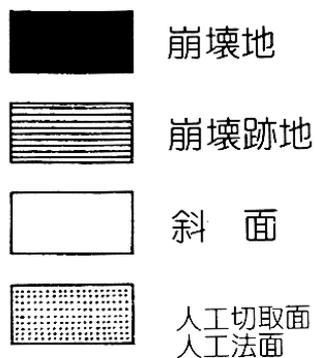


(Wikipediaより引用)

第4図

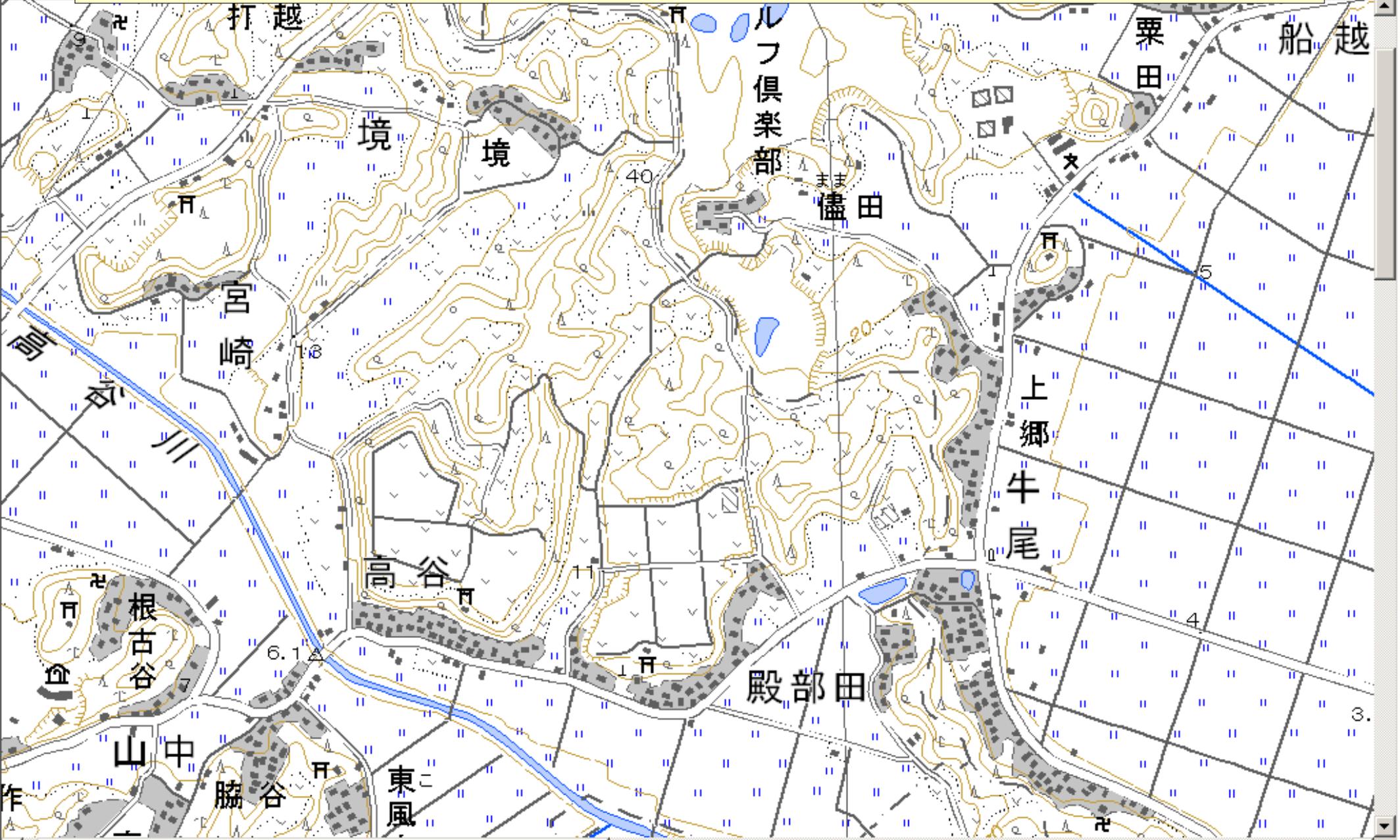
崩壊地分布図

※小池図幅の高谷川に沿った地域



空中写真の判読により下総台地の崖端斜面の地形分類を行うと、ほとんどの斜面が崩壊跡地

例えば、高谷、殿部田の集落背後の斜面はすべて崩壊跡地



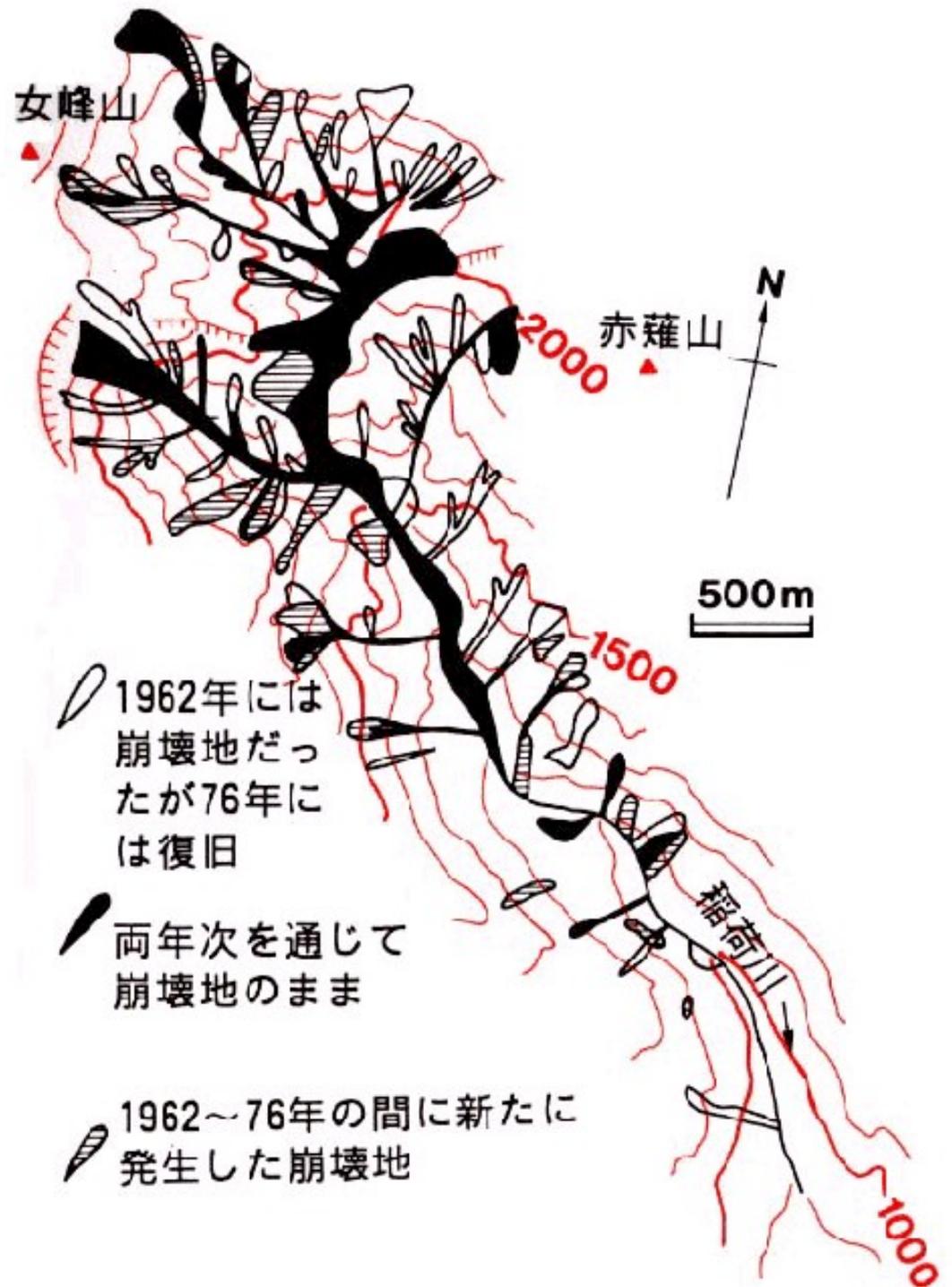
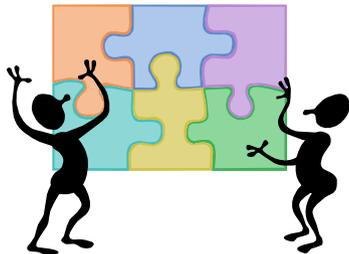
山地ではどうか

日光、稲荷川流域の崩壊地分布

一度崩壊すると、次に崩壊するまで(十分な土層が形成されるまで)100年スケールの時間がかかる

しかし、流域を単位として考えると、どこかで崩壊が発生している

その結果、稲荷川は土砂流送量の多い荒れ川となっている

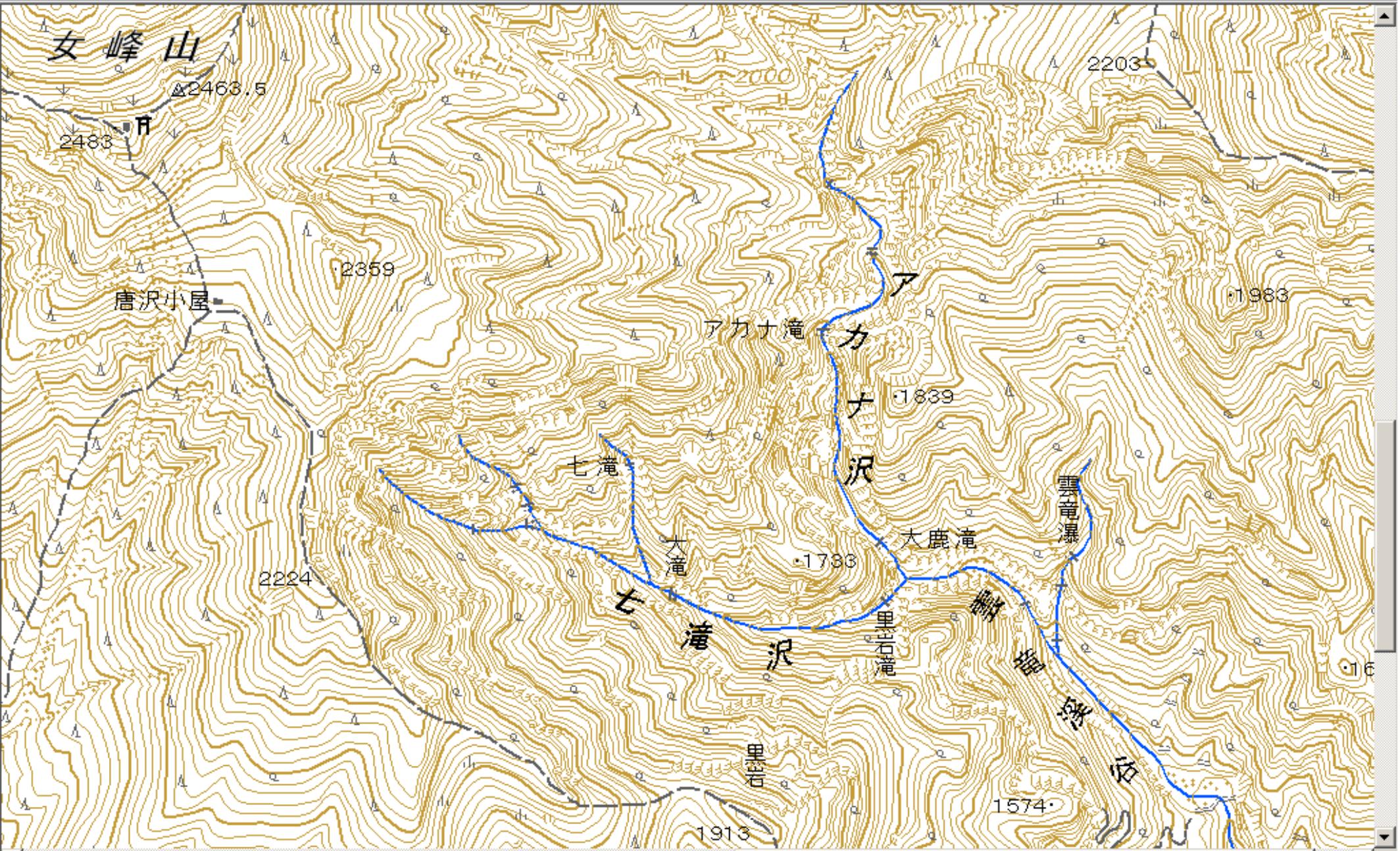


○ 1962年には崩壊地だったが76年には復旧

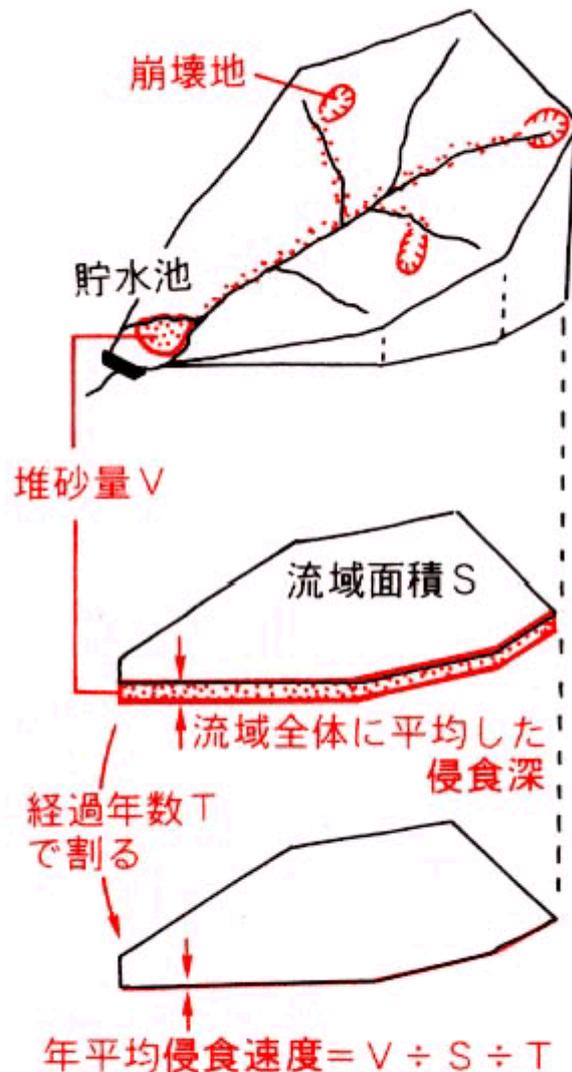
● 兩年次を通じて崩壊地のまま

✎ 1962～76年の間に新たに発生した崩壊地

崩壊地マークに注目



日本の流域は世界有数の土砂生産量を誇る！



流域単位ではどれくらいの土砂が出ているのだろうか？

- ・流域内の土砂生産量は、貯水池の堆砂量から求めることができる
- ・この堆砂量を流域面積で割り、さらに1年間になおした量を、**年平均侵食速度**という
- ・この値は、日本の山地では**約0.1~1mm/year**の桁で求まる
- ・中部山岳地域では、**最大数mm/year**
- ・1mm/yでも、100万年経つと1000mになる

砂防という日本語は**SABO**という英語にもなっている

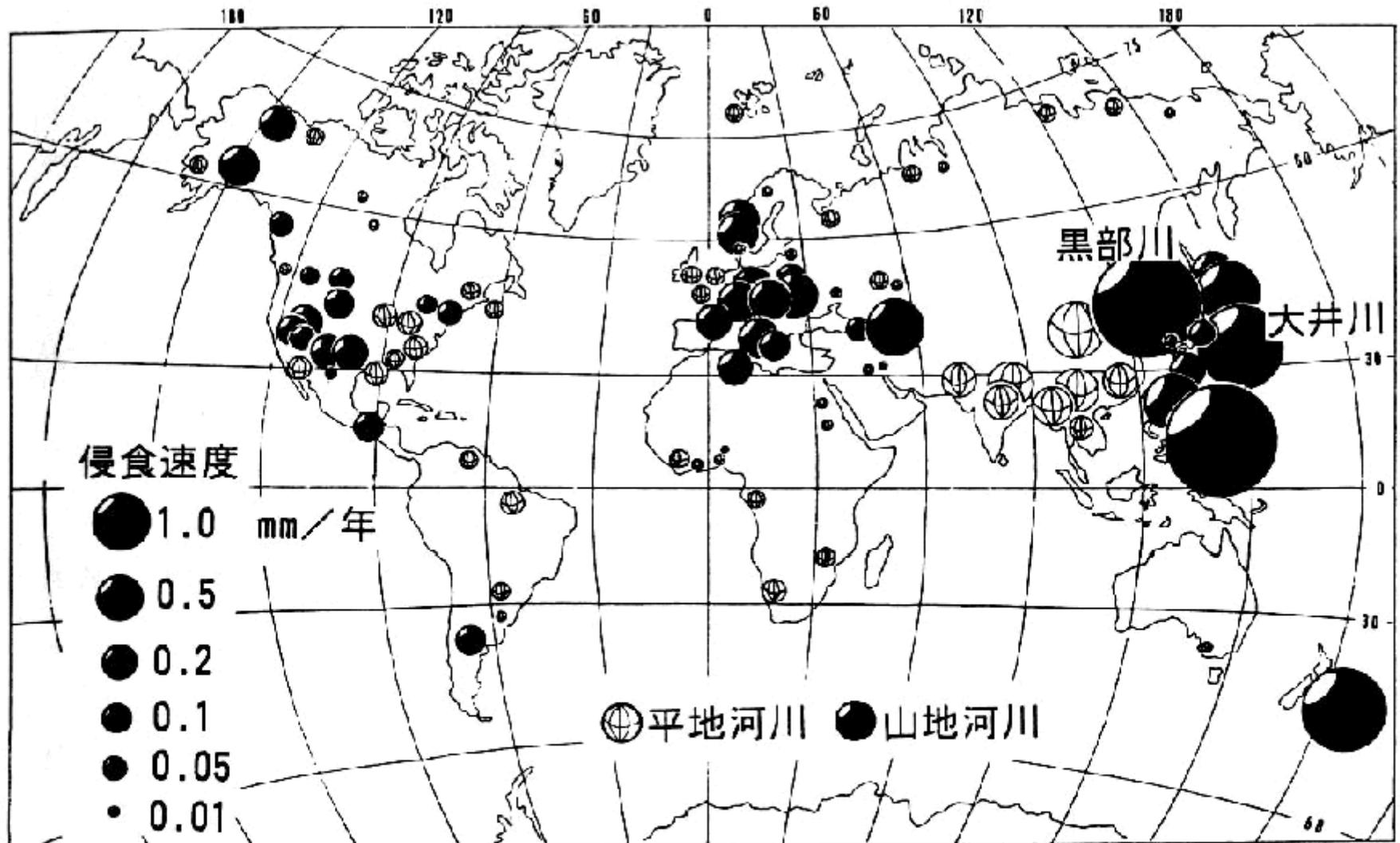


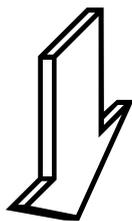
図2-14世界における年平均侵食速度の分布

日本列島は地球上で最も侵食速度が大きな地域

日本という国は**湿潤変動帯**に位置する

湿潤：雨が多い

変動帯：地殻変動が活発



土砂生産量が多い、地形変化速度が大きい

人が関われば災害

国土の性質をよく知り、災害を避ける知恵を
身につけよう！

