

メランジュ地域の深層崩壊

京都大学防災研究所

山崎 新太郎

1

深層崩壊の定義と問い

- ここでは深層崩壊を「深さに関わりなく地質構造を原因とする崩壊」とする。地域や地質環境によって異なるが、概ねその深さが数メートル以上となっているものが多い。
- （狭義の）地すべりは特定の地質環境において発生し、好発する地域が存在するが「深層崩壊」も特定の地質・地域で発生するのか？

2

平成30年7月豪雨での 法華津（ほけつ）湾周辺の深層崩壊群



西予市明浜町・宇和島市吉田町

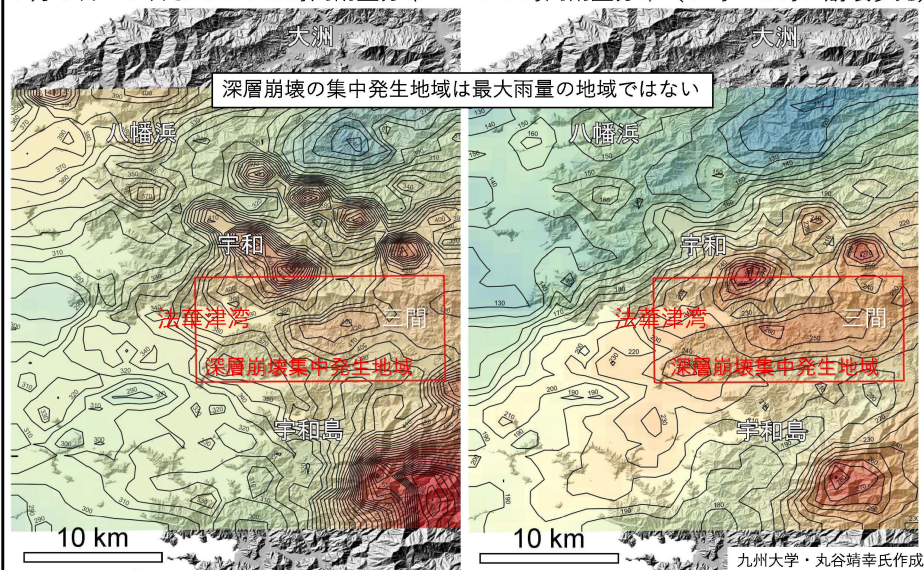
- ・愛媛県宇和海に面する法華津湾周辺で表層崩壊と共に深層崩壊が頻発した。
- ・深層崩壊群の発生前の12時間降雨量は300ミリ以下であった。（72時間でも450ミリ以下）
- ・深層崩壊の分布は1kmメッシュ解析雨量の結果と必ずしも整合しない。
- ・特定の地質条件を備えた場所に深層崩壊が集中していた。

3

解析雨量（1kmメッシュ）

2018年
7月5日～7日までの72時間雨量分布

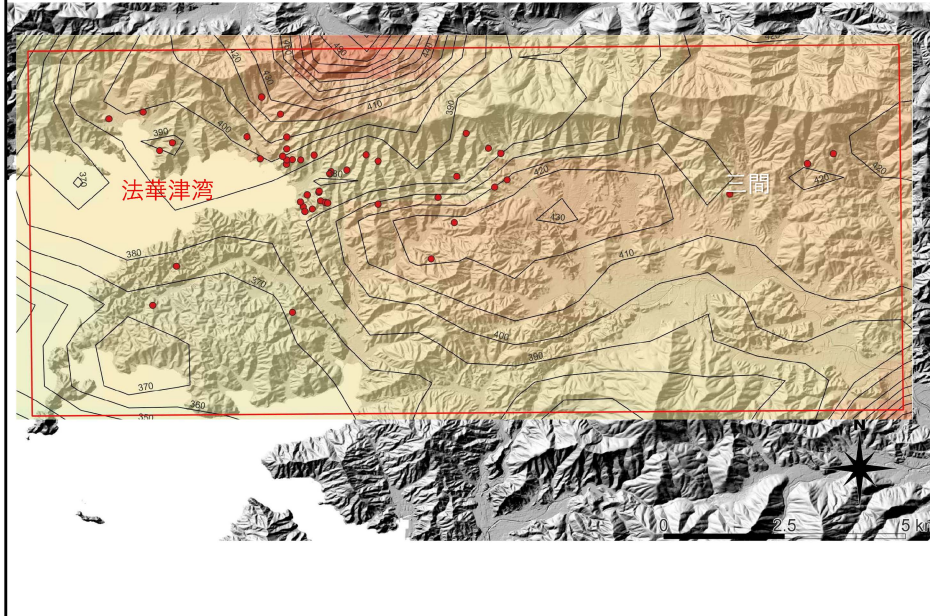
7日7日0時～12時までの
12時間雨量分布（7時～8時に崩壊多発）



九州大学・丸谷靖幸氏作成

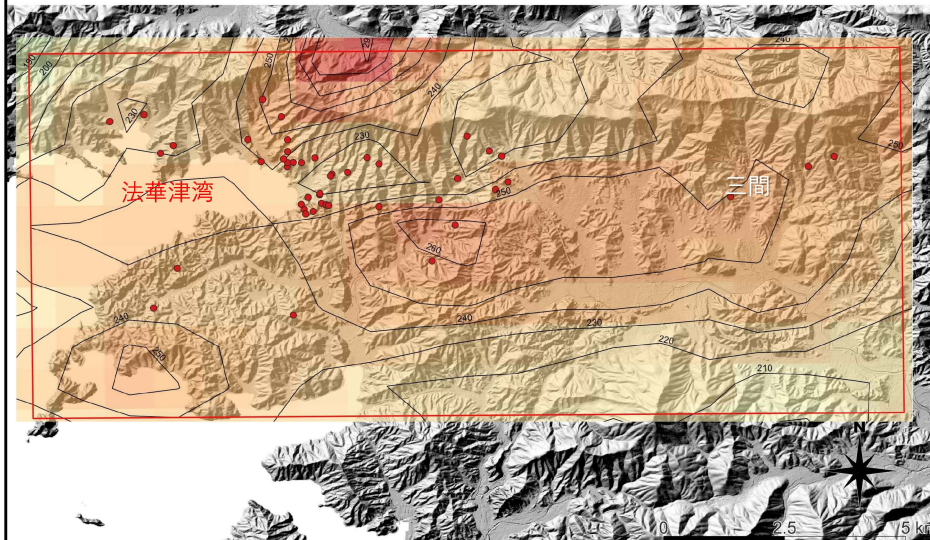
4

7月5日～7日までの72時間雨量分布+深さ2 m以上の崩壊（赤丸）



5

7月7日12時までの12時間雨量分布+深さ2 m以上の崩壊（赤丸）



1 kmメッシュ雨量分布と深層崩壊の分布は合っていないように思われる

6

災害４日後（７月１１日）国土地理院撮影のオルソ写真

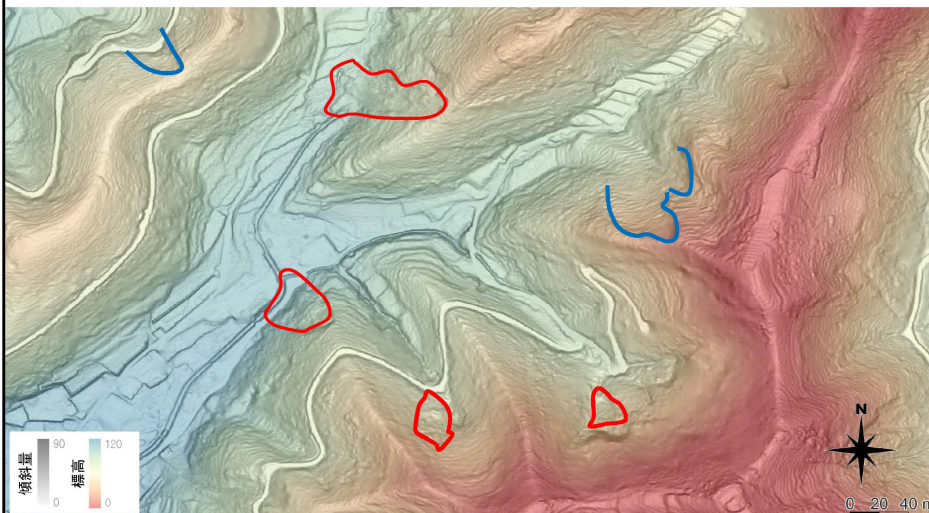


2018年豪雨による深層崩壊地

表層崩壊よりも深層崩壊の方が土砂を多く生産している

7

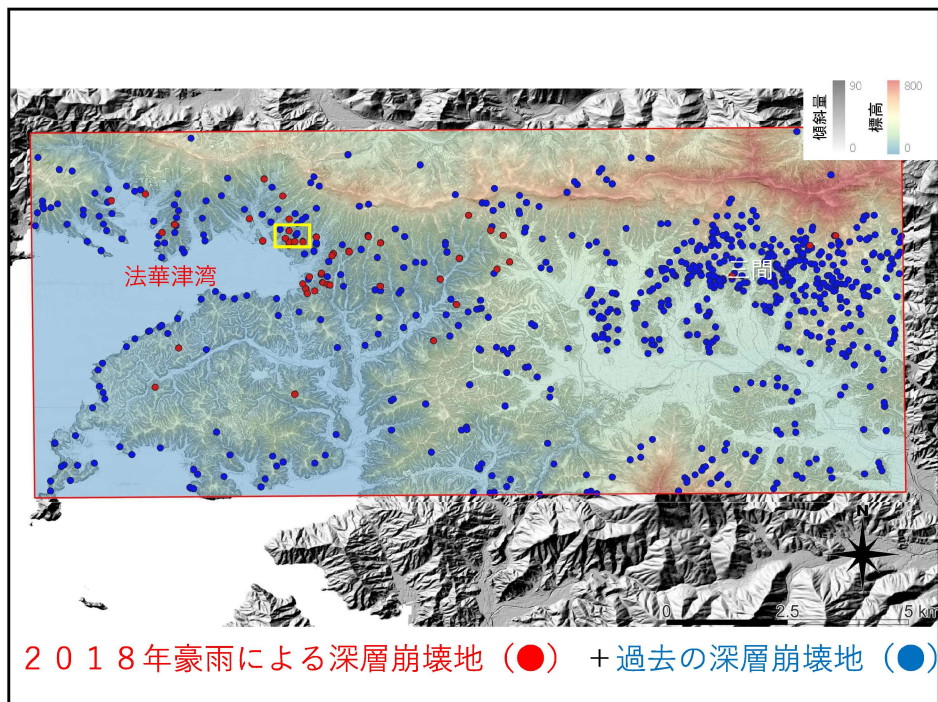
0.5 m-DEM地形表現図（林野庁森林整備局DEM）



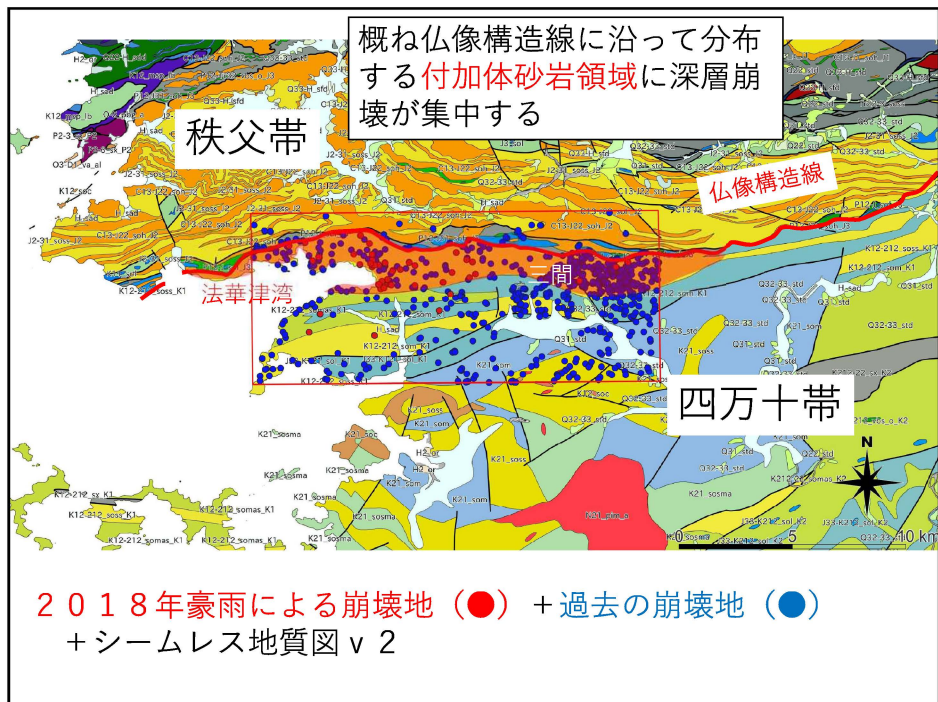
2018年豪雨による深層崩壊地 + 過去の深層崩壊地

過去の深層崩壊もレーザー計測によって得た真実の地形には残されている

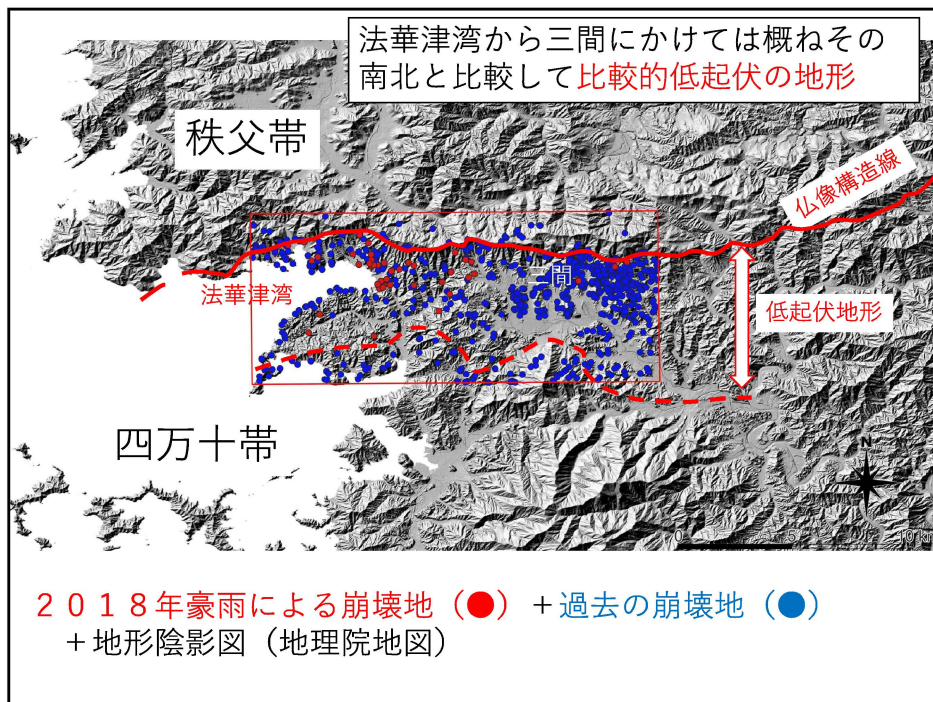
8



9



10

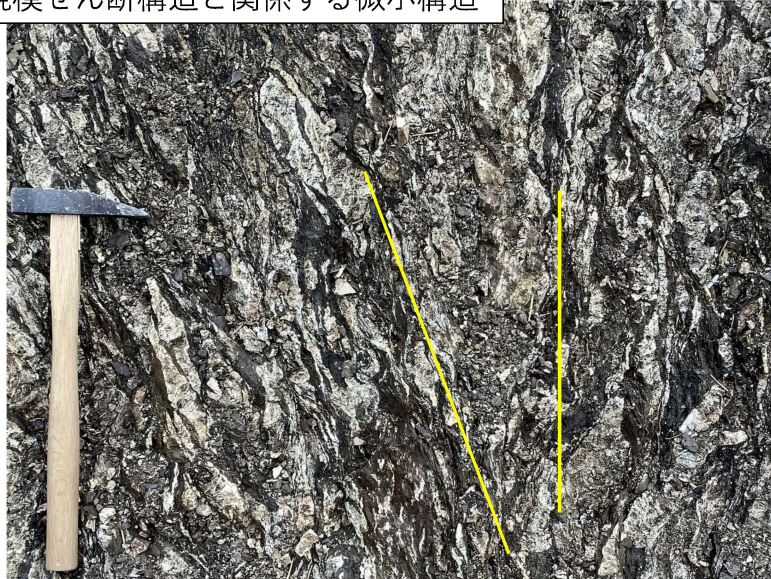


11



12

大規模せん断構造と関係する微小構造



鱗片状劈開を持つ泥岩基質と、右横ずれを示し白色鉱物脈が発達するレンズ状砂岩塊

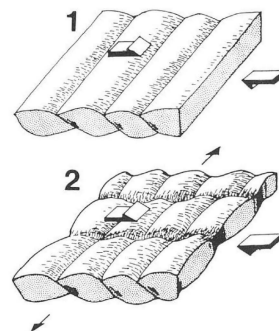
13

A			
B			
CLASSIFICATION TYPE	IA	FORMATION (OR COMPLEX)	MELANGE (T) OLISTOSTROME (S)
	IB	FORMATION (OR COMPLEX)	MELANGE (S or T)
	II	FORMATION (OR COMPLEX)	MELANGE (matrix ultramafic) OLISTOSTROME (matrix pelitic)
	III	FORMATION (OR COMPLEX)	MELANGES Tectonic Melange (T) Ophiolitic Melange (S or T) Olistostrome (S)
	IV	FORMATION (OR COMPLEX)	BROKEN FORMATION (T) MELANGE (T) OLISTOSTROME (S)
	V	FORMATIONS Fault Block (T) Formation (S)	BROKEN FORMATIONS Tectonically Broken Formations Endolistostrome (S) MELANGES Tectonic Melange Allolistostrome
	VI	FORMATION (OR COMPLEX)	BROKEN FORMATIONS MELANGES
	VII	FORMATION (OR COMPLEX)	BROKEN FORMATIONS MELANGES
VIII	COHERENT UNITS Formation (S) Complex (I)	BROKEN UNITS Broken Formations (S or T)	DISMEMBERED UNITS Disseminated Fm. or Complex (T) Endolistostrome (S) MELANGES PG Melange Allolistostrome

図IX-3-3 メランジュとそれに関係した岩体の特徴と分類(Raymond, 1984)

A: 砂岩泥岩互層の層理の破断と混在化の進行を示す模式図。その程度に応じて弱い方へα, β, γ, δに4区分する。
B: 海洋地殻物質(オフィオライト)の破断と混在化の進行を示す模式図。AとBをつなぐ矢印は両者が混合することを示す。
C: AとBに示されたメランジュとそれに関係した岩体の分類に関する8つのタイプ分け。I: 火成起源, S: 堆積起源, T: 構造作用起源, olistostrome, tectonic melange などについては本文参照。

メランジュとは？



図IX-2-8 層平行剪断(1)に重複した層平行伸張(2)に伴うブーダン化によるメランジュ岩塊の形成モデル(Kimura & Mukai, 1991)

狩野 謙一, 村田 明広 (1998)
「構造地質学」

14

14

§ 1-4 破断層と混在岩

我が国にはプレート運動に伴って日本列島に付加された付加体 (accretionary prism) が広く分布している。付加体の典型的な地層は、破断層 (broken beds) と呼ばれ、地層が切れ切れになったものや、泥質の基質の中に他の岩石のブロックが含まれているようなもの (ブロックインマトリクス, block in matrix) である (写真1-1)。後者は混在岩 (mixed rock) とも呼ばれるが、ブロックとして砂岩以外の玄武岩や凝灰岩など異質な岩石が含まれるものを混在岩という場合が多い。ブロックの中には100m オーダーの大きさのものもある。混在岩が縮尺2万5千分の1地形図に図示できるようなスケールを持つ場合、メラランジュ (melange) と呼ばれる。破断層はプレートの沈み込みに伴って形成されるテクトニックなものと、海底地すべりによって形成されるノンテクトニックなものがある。いずれにしても、小規模な断層面が発達し、それ沿いに岩石が滑り、滑りやすくなっていることが多い。わが国に分布する堆積岩の内中生代や古生代の地層にはこの破断層が非常に多く、むしろ整然とした地層の方が少ないともいえる。

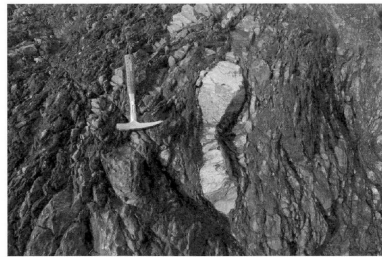
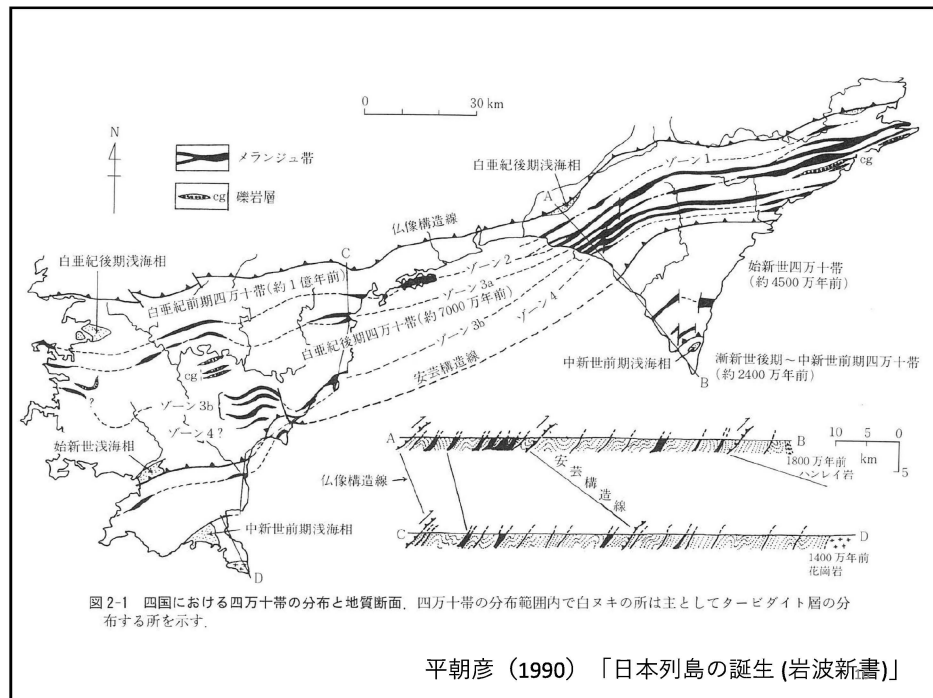


写真1-1 典型的なブロックインマトリクス構造
泥岩基質の中に砂岩がブロックとして含まれ、その厚さは膨らんでいる。薄くなった部分に層理面に直交方向の石英脈が多数生じている。(紀伊山地四十帯)

千木良雅弘 (2018)
「災害地質学ノート」

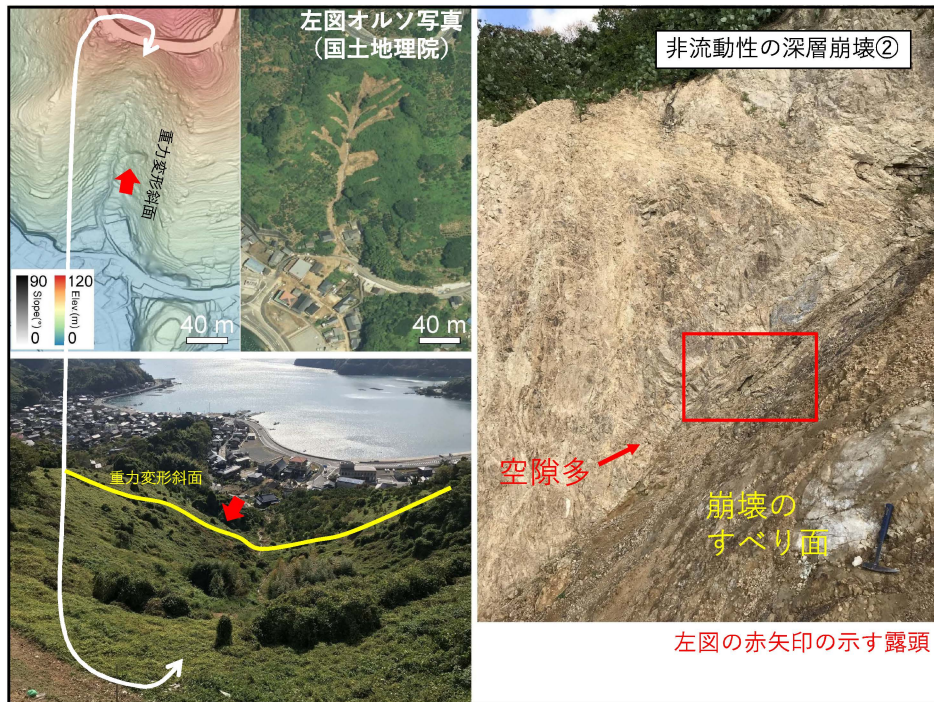
15

15

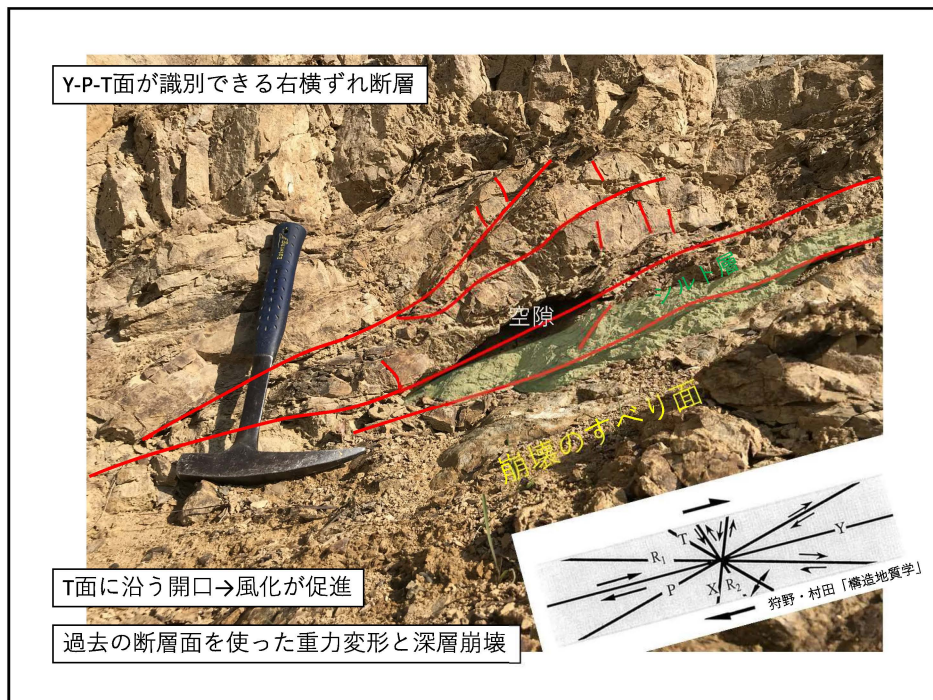


平朝彦 (1990) 「日本列島の誕生 (岩波新書)」

16



17



18

流動性の深層崩壊

下図オルソ写真
(国土地理院)

地形表現図
(林野庁データ)

下図オルソ写真
(国土地理院)

地形表現図
(林野庁データ)

独立峰が頂部から崩壊

崩壊直後

角礫層

曲面のある分離面

暗色岩脈は条線に沿って引き延ばされたウルトラカタクレーサイトまたはシュードタキライト

2020年1月

曲面状の断層面

角礫層

条線に沿って

独立峰が頂部から崩壊

崩壊直後

降雨から直接の深部浸透が崩壊の誘因

2020年1月

曲面状の断層面

角礫層

パイピング

曲面のある分離面

暗色岩脈は条線に沿って引き延ばされたウルトラカタクレーサイトまたはシュードタキライト

角礫層

20

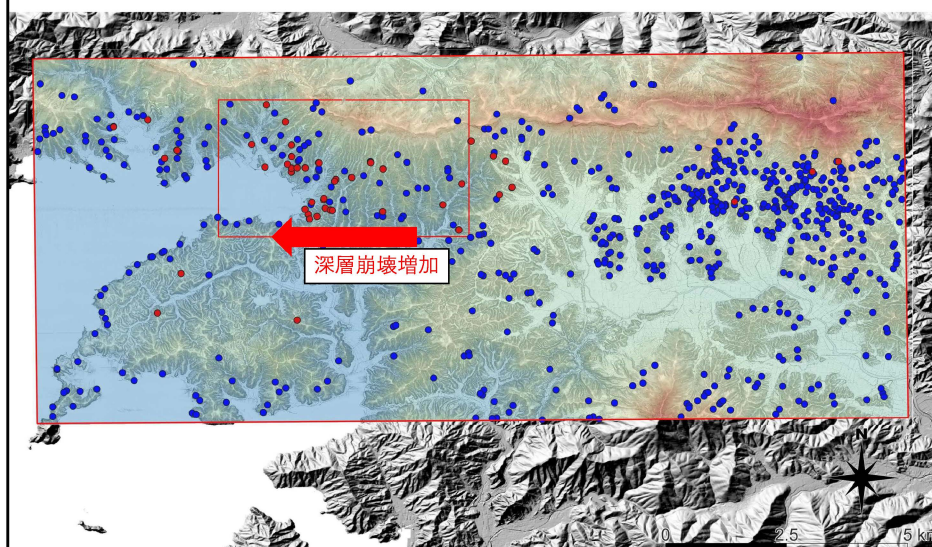
右横ずれの断層変形



流動性崩壊は断層角礫への浸透と崩壊が原因・断層角礫は風化とも関係

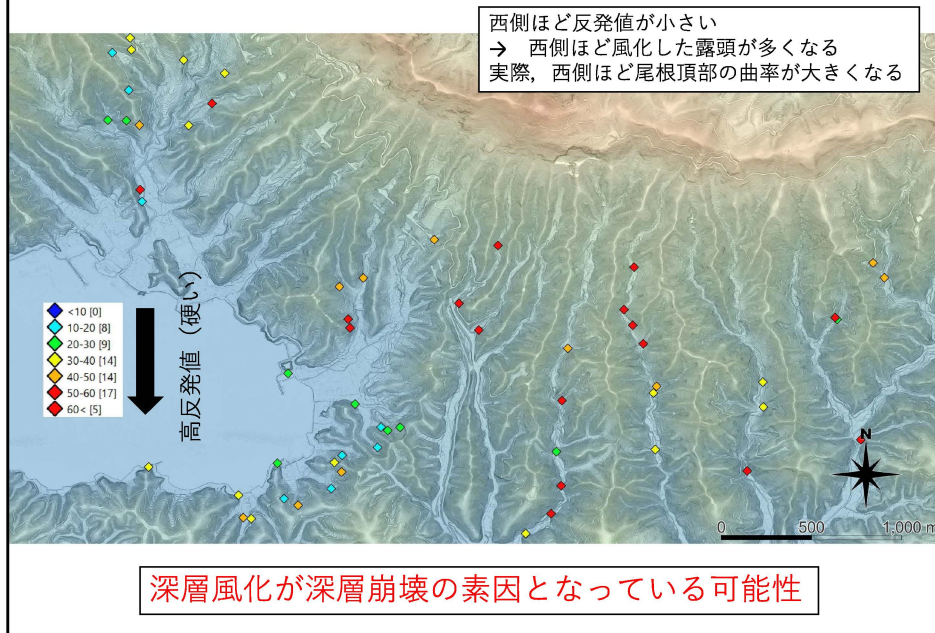
21

法華津湾沿岸に深層崩壊が多発し、内陸部ではやや少ない



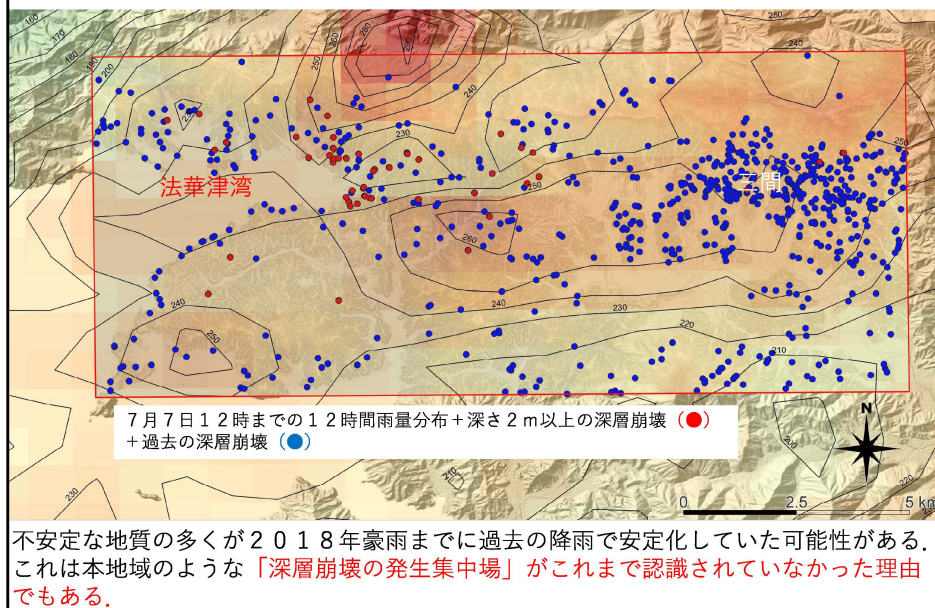
22

シュミットロックハンマーの反発値の分布

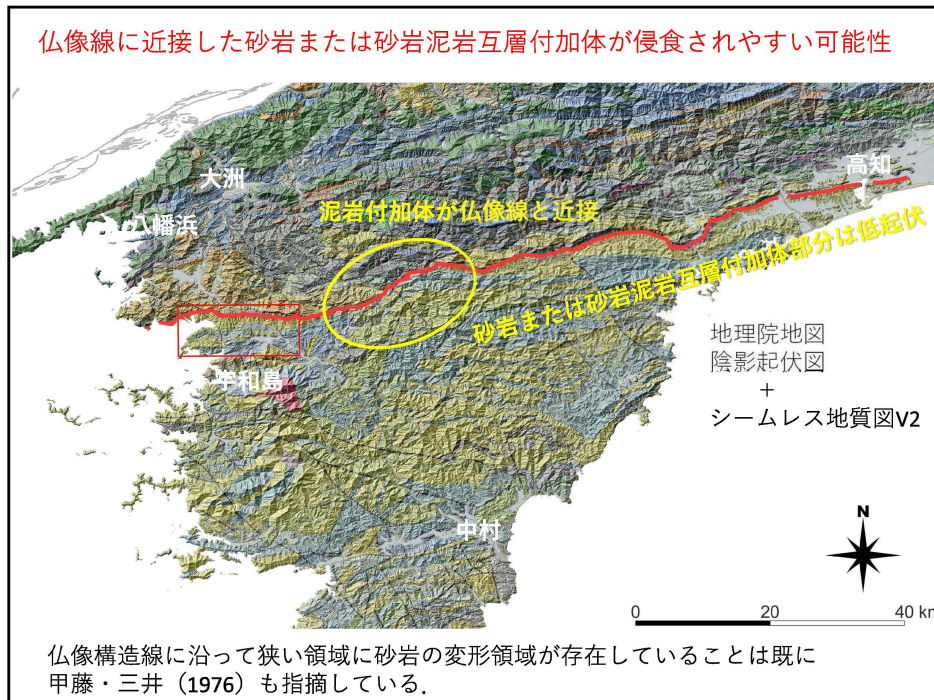


23

地域東側は平成30年豪雨による崩壊発生数が少ない



24



25

まとめ

- 特徴的な地質構造を素因とする深層崩壊が集中して発生する地域が存在することが明らかになった。
- 高頻度の深層崩壊の発生は地形に反映されており、四国西部四万十帯北縁部に起伏の小さな領域を作っている。これらは付加体を成す変形した砂岩または砂岩泥岩互層の領域である。
- 2018年豪雨によって発生した深層崩壊には非流動性のもの、流動性のものがあり、前者は地質時代の断層変形により分離した砂岩レンズ状岩塊の崩壊、後者は砂岩の断層角礫の崩壊を原因とする。いずれも深部への透水経路が地断層運動によるせん断作用と重力変形によって形成されていたと思われる。不連続で高透水性の構造は、付加体に特徴的な大規模せん断帯であるメランジュと関係していると思われ、地質時代のせん断作用は特に砂岩に特徴的に不安定な斜面を形成している可能性がある。
- 深層崩壊の頻発地域では高密度DEMの分析によって過去の崩壊痕跡を抽出可能である。これによって深層崩壊の頻発地域を検出可能である。ただし、侵食イベントを経験し地域的に不安定な場所が除去されている場合もある。

26