

平成25年度
(公社)日本地すべり学会中部支部講演会 講演資料

『変動地形と大規模土砂移動』

日時:2013年5月15日(水)
14:40~17:20(CPD2.7単位)

場所:サンパルテ山王
長野市岡田町30-20
TEL:026-228-3011
<http://www.sanno.or.jp/guidance/access.php>



■特別講演 14:40~17:20
◆聴講無料◆

「活断層と変動地形学—変動地形から何がわかるのか」信州大学准教授 廣内大助氏
「深層崩壊と深層崩壊評価マップ」 天竜川上流河川事務所所長 中谷洋明氏
「四川地震にともなう大規模土砂移動とその後」 静岡大学教授 土屋 智氏

■意見交換会 17:30~19:30

会場 サンパルテ山王
会費 5,000円

主催:(公社)日本地すべり学会中部支部 後援:長野県治水砂防協会
お問合せ先 TEL:0263-47-5809(公社)日本地すべり学会中部支部

はじめに

中部地域には過去大規模な土砂移動（地すべり, 深層崩壊）が発生しております.

これらは近年の集中豪雨や地震により再び再活性化することが危惧されるようになりました.

そこで危惧される深層崩壊の評価とその対策にどのような取組が為されているか, 大規模な地震の発生はどのような土砂移動をもたらすのか, 更に内陸性の大規模な地震をもたらす活断層について変動地形はなにを語っているのか, 考えてみたいと思います当講演を企画致しました.

地震や豪雨により、大規模な地すべりや崩壊が身近な問題としてクローズアップされてきた昨今皆さまの今後の業務等にお役に立てれば幸いと存じます. (文責小野和行)

講演1：「活断層と変動地形学－変動地形から何がわかるのか」

信州大学准教授 廣内大助氏



経歴

廣内大助（ひろうちだいすけ） 1970年（昭和45年）12月24日東京都生まれ
専門は自然地理学とくに地形学。活断層など地震で起こる地殻変動を考慮した地形の形成を研究。地震に止まらず地形と水害の関係、災害常襲地の災害文化とこれを生かした防災教育にも取り組む

平成16年3月 名古屋大学大学院文学研究科修了 博士（地理学）取得

平成16年5月～9月 名古屋大学大学院環境学研究科勤務（研究員）

平成16年10月～19年9月 愛知工業大学地域防災研究センター勤務（研究員）

平成19年10月 信州大学教育学部社会科学教育講座着任 （准教授）現職

独）産業技術総合研究所活断層・地震研究センター客員研究員

愛知工業大学地域防災研究センター客員准教授

国土交通省国土地理院 活断層情報整備検討委員会委員

国土交通省国土地理院 治水地形判定委員会委員

国土交通省中部地方整備局 中部圏地震防災基本戦略「防災拠点のネットワーク形成に向けた検討会」委員

原子力規制委員会大飯発電所敷地内破砕帯調査委員

北アルプス広域連合一般廃棄物処理施設建設予定地選定会議学識経験者委員

長野県実践的防災教育推進事業アドバイザー（長野県教育委員会）

第3次長野県地震被害想定策定検討委員会委員（H25～）

日本地理学会災害対応委員会委員

長野県地理学会幹事

須坂市誌編集委員会委員

新修豊田市史執筆協力員

日本活断層学会行事委員会委員

地球惑星科学連合教育問題検討委員会委員

日本地すべり学会中部支部講演会

平成25年5月15日
サンパルテ山王

活断層と変動地形学

—変動地形学から何がわかるのか

兵庫県南部地震で出現した野島地震断層の擦痕 北淡町

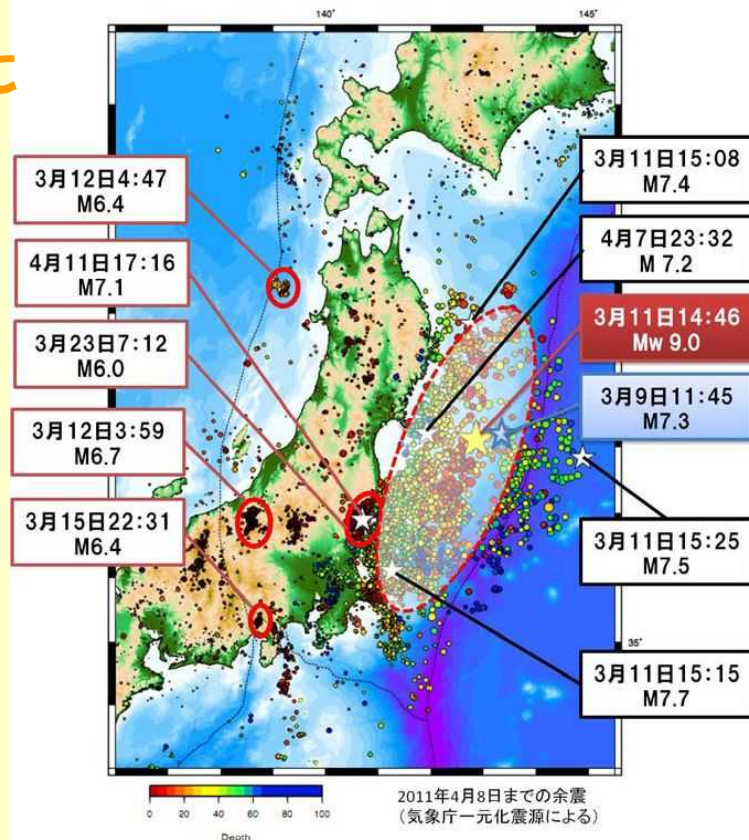
1. はじめに

福島県浜通りの地震

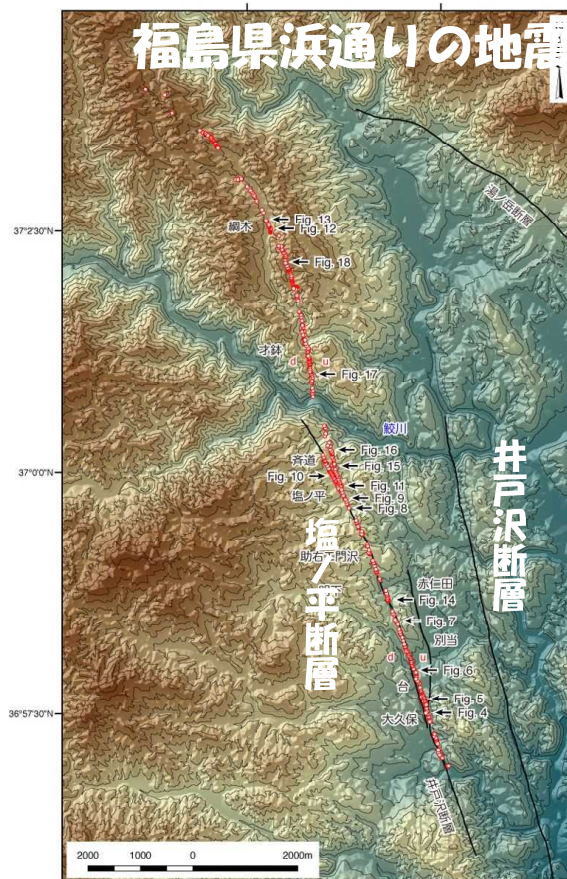
長野県北部の地震

静岡県東部の地震

内陸でも地震活動の活発化が見られる



2011年3月11日東北地方太平洋沖地震とその後の内陸地震



産総研、地震研HPより

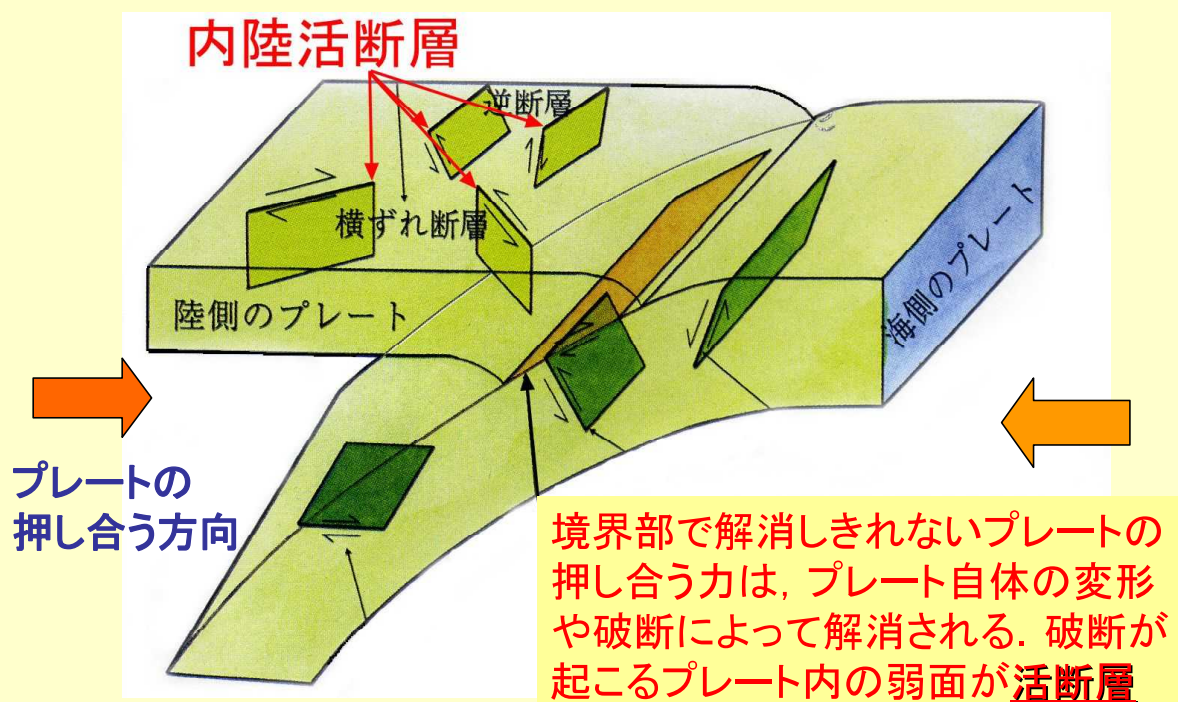
2011年4月11日)



長さ11km, 最大約2mの変位

地表構造物への深刻なダメージを再認識

(内陸)直下型地震はここで起こる！



2. 活断層とは？

・活断層の定義

「極めて近き時代迄地殻運動を繰り返した断層であり、今後
も尚活動す可き可能性の大なる断層を活断層と云う」
多田文男(1927)

→第四紀とくに第四紀後期に活動したことのある断層、将来も活動
する可能性のある断層(吉川虎雄ほか, 1973)(第四紀は258万年前より)

・活断層の特徴

1. 活動間隔は数千年～数万年間隔で繰り返し活動する

→普段は動かない. 人のライフスパンよりはるかに長く, 教訓が残らない

2. 地震規模が $M=7.0$ を越える地震では, 地表地震断層を出現
させる可能性が高い

→地表地震断層の直上では, 地盤変動が起こり壊滅的な被害が生じる

地下の浅部(およそ20km以浅)で発生

→狭い範囲に大きな被害が発生

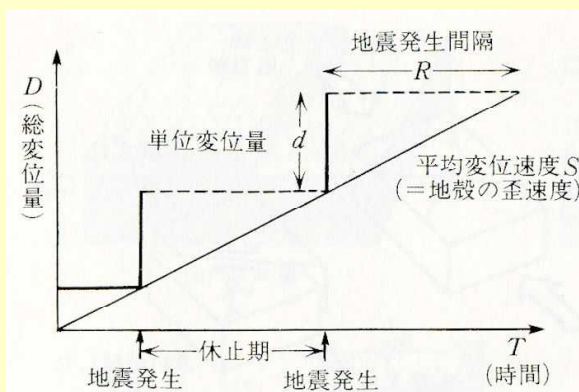
1. 活動間隔

気が長い活断層の地震

活断層の平均的な活動間隔(地震発生の周期)は一般に
数千年～数万年程度と考えられる

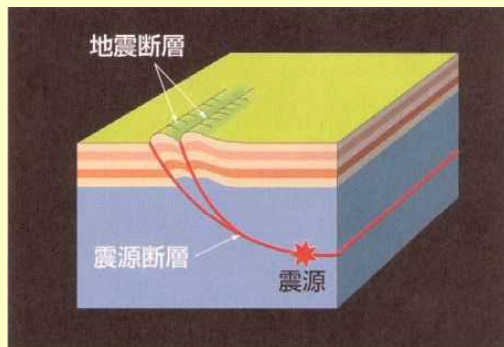
普段はまったく動かない(一部例外を除く)

活動間隔は人間の寿命よりも遥かに長く, 地震災害
の教訓が後世に残りにくい



2. 地震断層

地表地震断層と震源断層

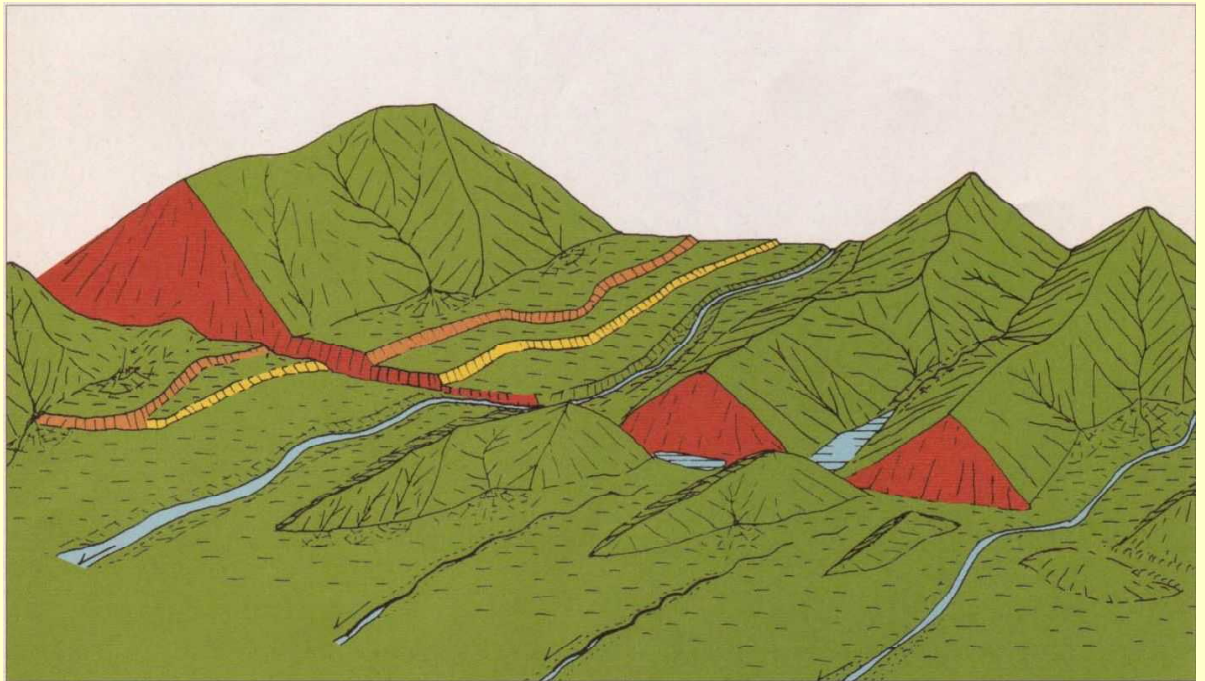


根尾谷断層 1891年(明治24年)濃尾地震(M8.0)の地震断層
(写真 小藤文次郎1893年より)



郷村断層 1927年(昭和2年)北丹後地震(M7.3)の地震断層
(写真提供 多田文男)

浅い震源. 地下のずれ(変位)が地表まで到達する



活断層と変動地形

活断層が繰り返し活動し, 出現した地表地震断層の変位が積み重なった結果, 変動(変位)地形が形成される。(図は奥側が隆起し右横ずれしたモデル)

1.活断層はどこにあるのか？

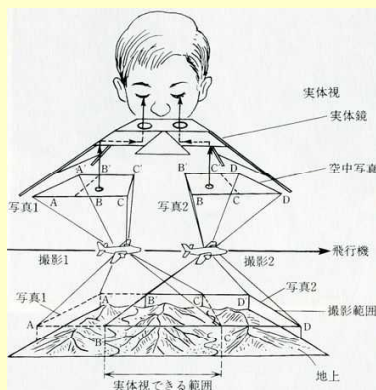
大規模断層は衛星写真からも判定可能



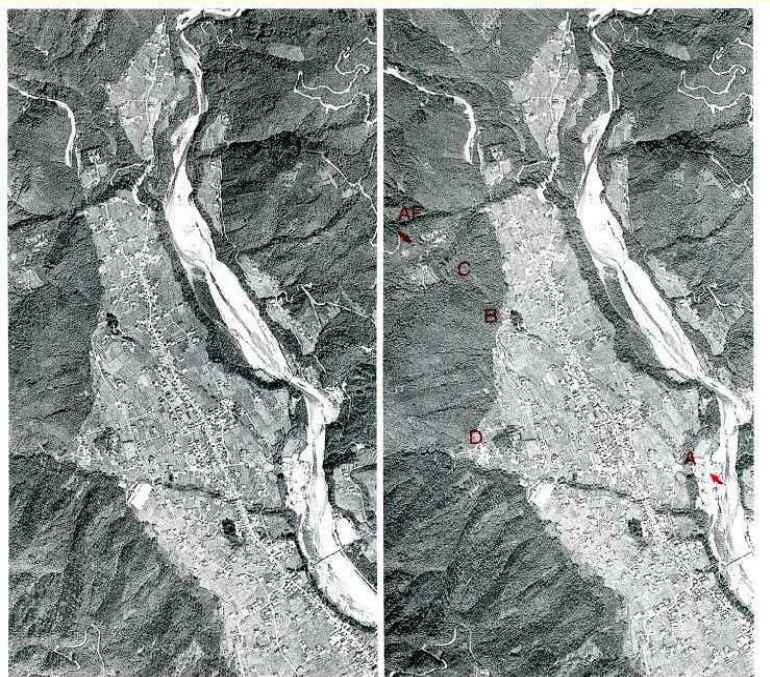
近畿地方のランドサットイメージ

どうやって見つけるのか？航空写真の活用

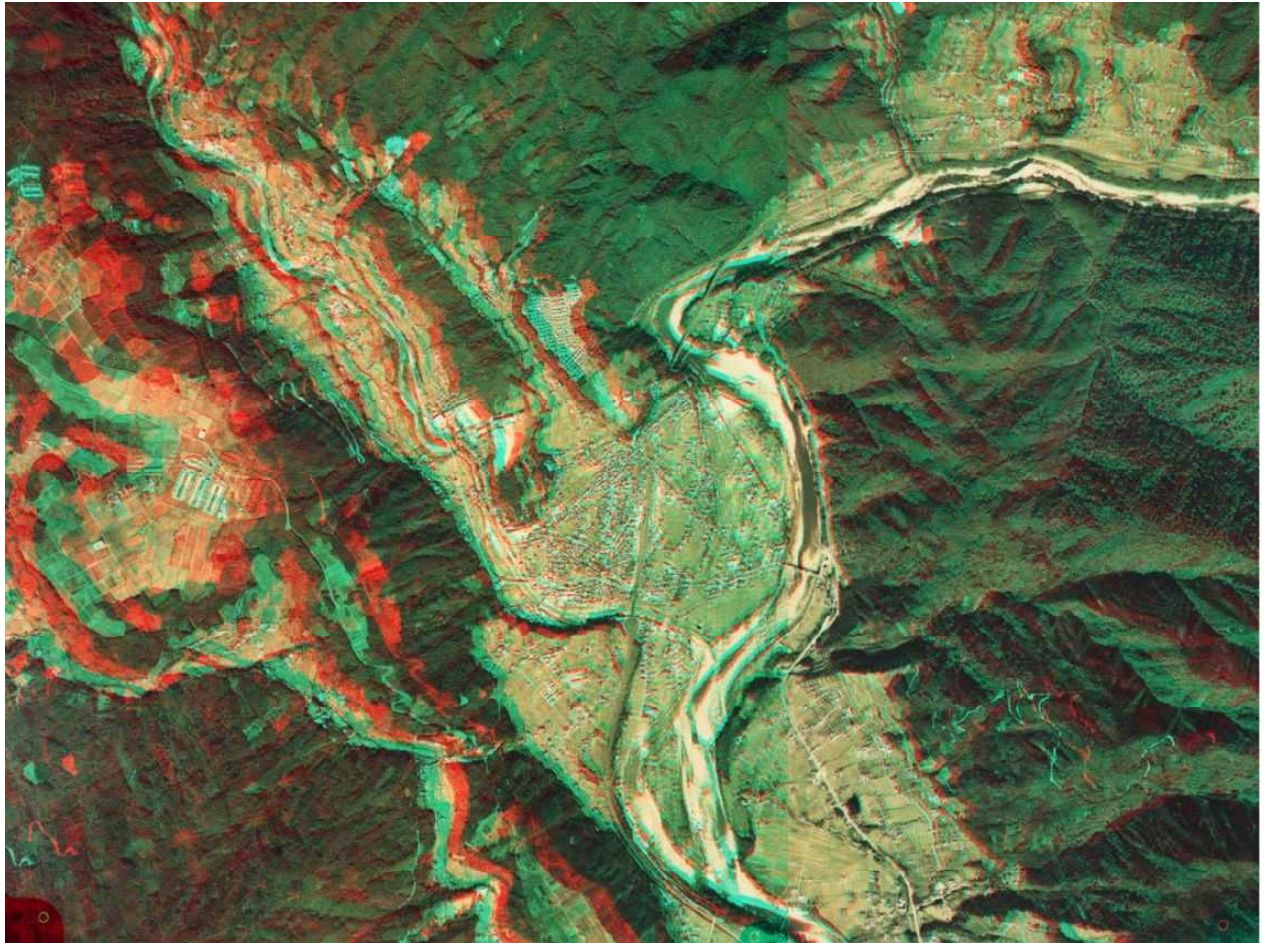
阿寺断層 岐阜県中津川市(旧付知町)



立体視することで、変位地形を
探す(高低差をとらえる)



図中A Bを結ぶ線は、崖地形はどうやって形成されたのか？
河川の侵食で説明できるかどうか？



2.活断層はいつ動く(動いた)のだろうか？

活断層の過去の活動履歴からあたる地震の予測

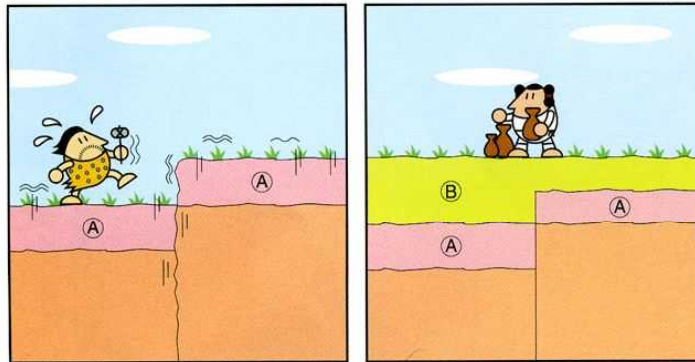


阿寺断層帯湯ヶ峰断層の
トレンチ調査



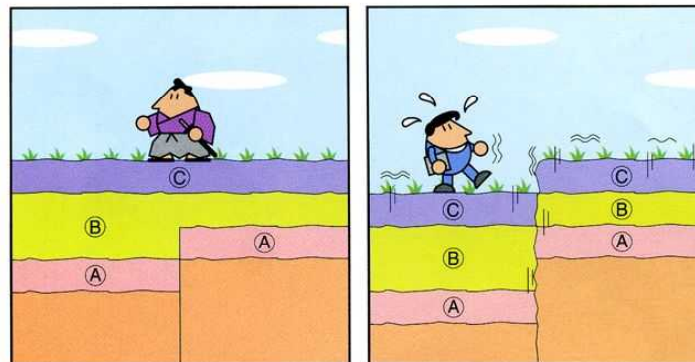
地層からわかる断層の活動

(断層の活動により地表に段差ができると、地層(B)のように厚さの違う層として記録される)



1 地震の直後、平らだった地表面に段差ができます。

2 その後、長い時間をかけて地層(B)が堆積し段差をならします。



3 それ以後、同じ厚さの地層(C)が堆積します。

4 次の地震の直後、平らだった地表面にまた段差ができます。以後、2から4が繰り返されます。

地層から活断層の活動時期を探る

三重県パンフレットより

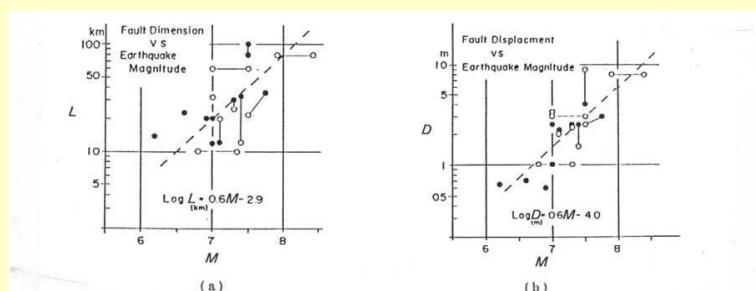
3. 地震の規模はどの程度？

日本内陸で起こった浅い大地震から推定

$\text{Log } L \text{ (km)} = 0.6M - 2.9$ M =マグニチュード L =地震断層の長さ

$\text{Log } D \text{ (m)} = 0.6M - 4.0$ D =地震時変位量(最大値) (松田1974による)

正確な断層位置と長さがわかっているれば、計算上の規模推定は可能



地震防災対策特別措置法(1995.7)

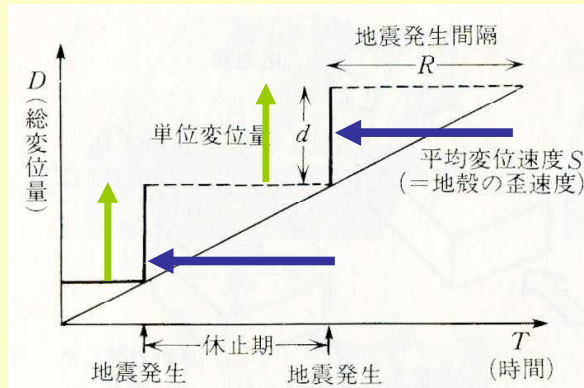
総理府に地震調査研究推進本部の設置(現 文部科学省)

基盤調査観測計画により、全国主要活断層「98断層帯」の評価へ

地形・地質学的手法による地震予測研究の有効性が示された

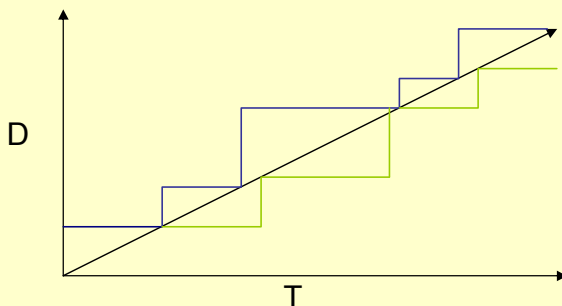
固有地震説は正しいのか？(周期と変位量について)

ほぼ一定の周期で、同程度の規模の地震が同じ範囲で繰り返すとする説



固有地震モデル

DとRがほぼ一定周期で繰り返す



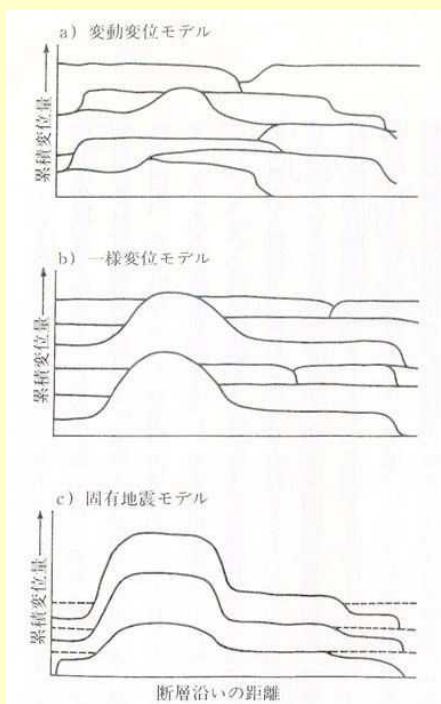
発生時予測可能型モデル
(Time-predictable model)

変位予測可能型モデル
(Slip-predictable model)

DとRの相互依存性を考慮した地震サイクル
モデル(Shimazaki and Nakata, 1980)

活断層のセグメンテーション

活断層の活動単位=セグメント



変動変位モデル(variable slip model)

イベントごとに変位分布、同一地点の変位量も定まっていない

一様変位モデル(uniform slip model)

全長が活動した大地震の時に変位量の少なかったセグメントでは、これを補うような中規模地震が発生し、結果的には断層の全長で累積変位量、変位速度が一様になる

固有地震モデル(characteristic earthquake model)

地震の度に同じ変位分布を繰り返すため、地震の規模もほぼ同一となる



(Schwartz and Coppersmith, 1984)

セグメント問題ー一つの活動区間はどこまでか？

・断層トレースの連続性に依存

幾何形状(屈曲, 雁行), 上下変動パターン, 平均変位速度分布

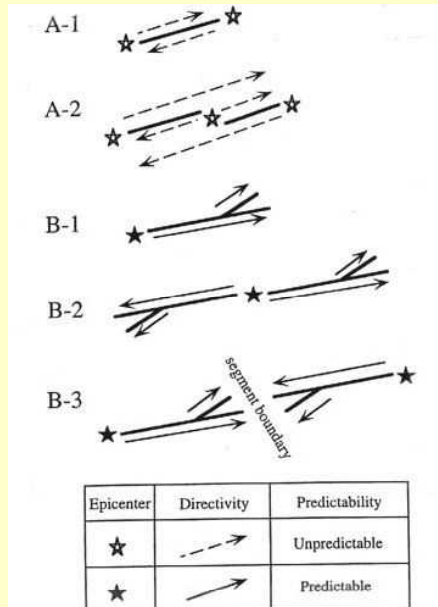


図-V.5.10 断層分岐と断層破壊伝播方向のモデル (中田ほか, 1998)

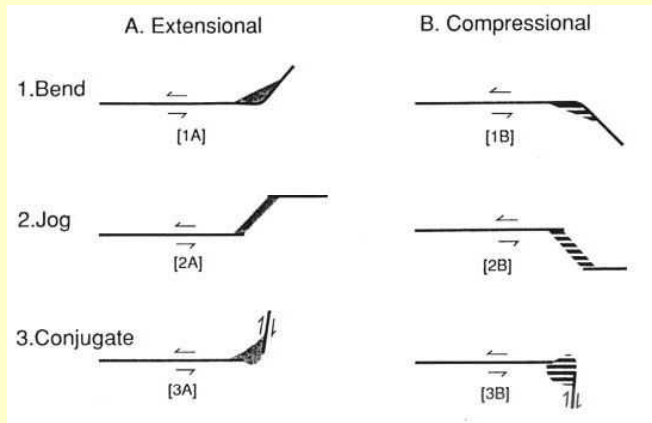


図-V.5.9 左横ずれ断層の幾何学的バリア (佃, 1991)
圧縮性バリア (縦線模様) と引張性バリア (網線模様)

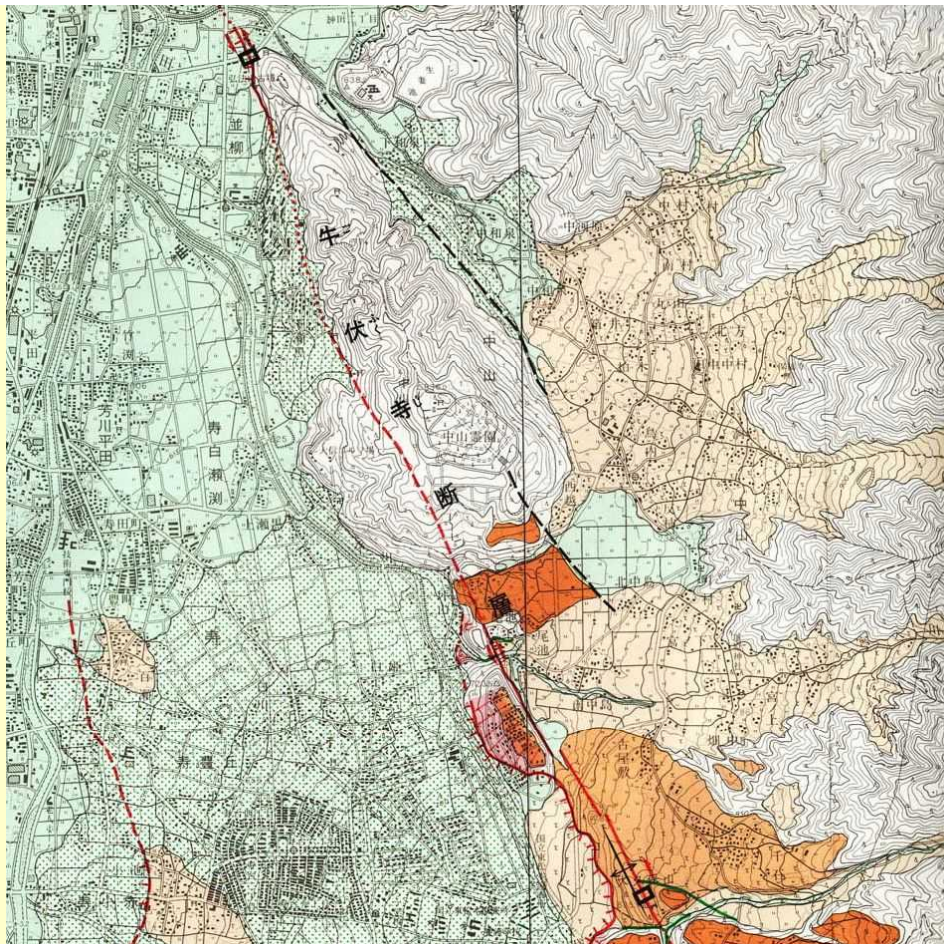
4. 長野県の活断層と地震動予測



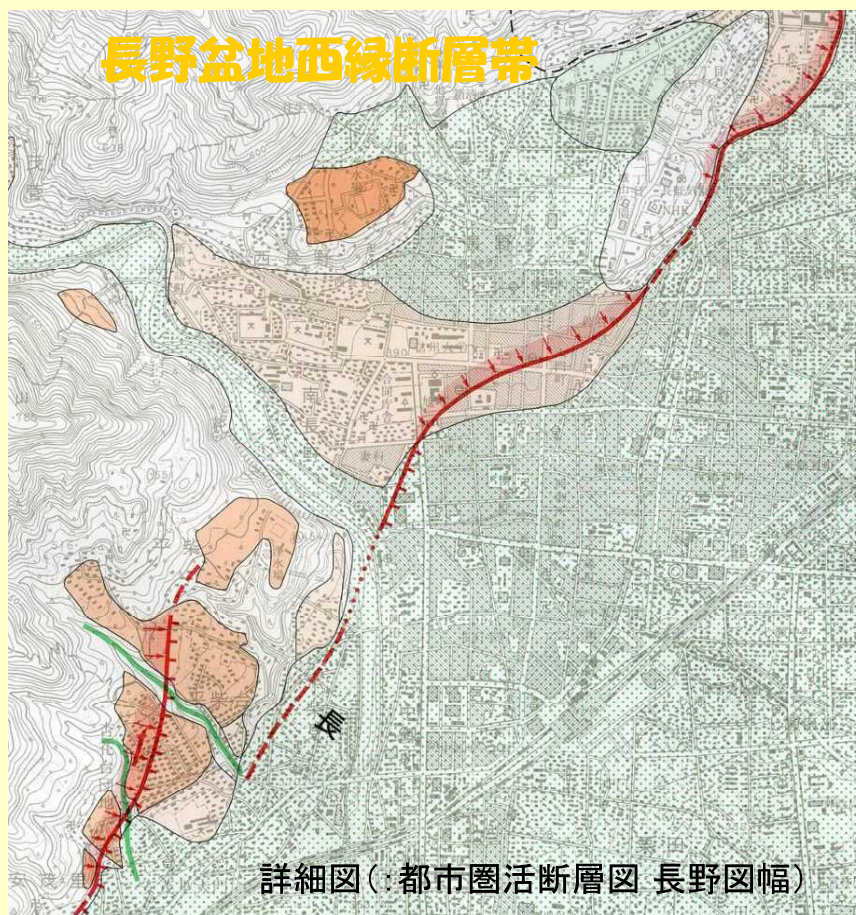
長野県には非常に多くの活断層が分布している！

(主要なモノだけに名称を付している)

県内の多くの盆地は、活断層の位置と対応→断層活動によって形成された盆地である



松本南部に
位置する
牛伏寺断層



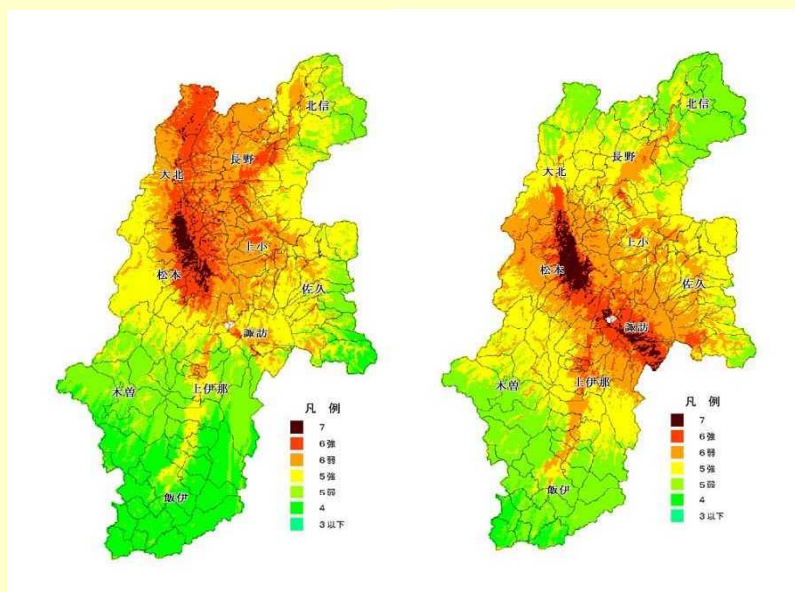
長野盆地西縁断層帯

1847年の「善光寺
地震」を起こした震
源断層とされる活断
層

飯山市北部～長野
市南部の58kmに分
布し、長野市直下を
走る！

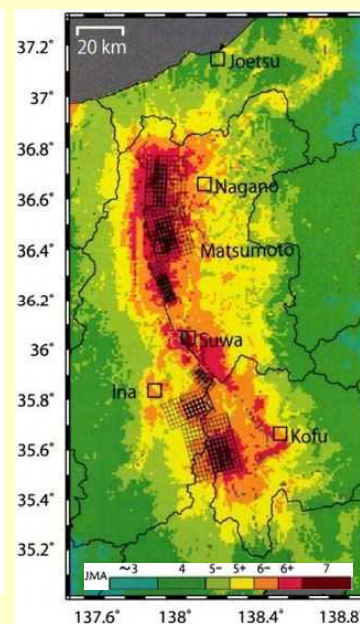
詳細図（都市圏活断層図 長野図幅）

長野県では1997年に地震対策基礎調査として、地震動予測、液状化危険度、建物被害予測などを実施している。



14年前のデータだが、2013年度から改訂に着手

震度予測結果(左:糸静線北部活動, 右:糸静線中部活動)
松本はいずれも震度6強～7の予想!



糸魚川—静岡構造線重点調査・研究成果(2010)
の示す震度分布

5. 活断層地震に備える

A. 活断層の地震が発生すると何が起こるのか

- ①活断層直上では段差やズレ, 撓みなどが発生
- ②地震動による被害(強震動と液状化, 斜面, 構造物の崩壊など)

B. どのように備えるのか

①新たな詳細活断層図の整備

→活断層位置情報の見直しと公開
直接に破壊を受ける被害の確認

さらに活断層図に基づく通過地点における土地利用, 建築規制等の検討事例

②詳細な地震動予測地図の整備

→強震動による被害の予測

詳細震度, 液状化予測等

地震ハザードマップの作成

③ ①, ②を活用した普段からの災害に備える取り組み

防災教育(学校教育, 生涯学習, 企業防災), 災害図上訓練, 啓蒙普及活動の充実

活断層地震の被害

1999年9月21日 1:47

台湾 集集地震(Mw7.6)

活断層(車籠埔断層)に沿って出現した地表地震断層



①活断層の位置情報の整備・公開

◎賛否両論あり

☆賛成派

安全に関わる情報は開示して欲しい。移転など積極的対応を検討

△反対派

そもそも数千年に一度など無いに等しい。人心を不安に陥れるだけで、迷惑千万。

資産価値の低下を危惧

要するにクサイものには蓋

→阪神・淡路大震災以降、積極的公開を望む声が強い

活断層では110断層を対象に、位置、活動履歴、活動周期、長さなどの調査が行われてきた。

政府は平成7年(2004)6月に制定された地震防災対策特別措置法を受け、地震調査研究推進本部を設立(地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進を図る)

全国98断層(現在は110断層)と海溝型地震の調査観測・研究を実施

地震の発生場所、規模、将来的な発生確率についての長期評価を行う



位置情報については、整備・公開が進みつつある



問題点

既知の断層のみを扱う(発見されていないものは扱えず)

これらも決定版ではない(小人数で緊急的に作成)、詳細な位置はやはり改めて調査が必要!

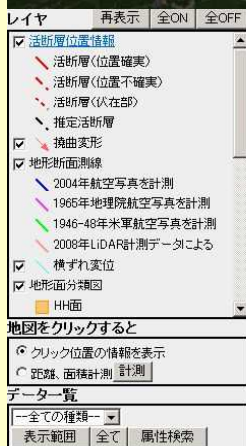


政府は重要な断層帯は重点的な調査観測・研究を実施

糸静線活断層情報ステーション: 名古屋大学

文部科学省糸魚川-静岡構造線重点調査観測・研究の成果として、活断層情報をWeb-GISで公開している

<http://danso.env.nagoya-u.ac.jp/istl-gis/>



※数値地図25000(地形図)について:
この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図25000(地形図)を複製したものである。(承認番号 平20第1、第304号、および 平21第1、第42号)
※国土地理院オルソおよび米軍オルソについて:
この空中写真は、国土地理院長の承認を得て、同院および米軍撮影の空中写真を使用したものである。(承認番号 平20第1、第165号、および 平21第1、第48号)

地図画面上の地形断面測線をクリックすると、地形断面図および活断層認定の根拠に関する説明を読むことができます。また、横ずれ変位をクリックすると、活断層認定の根拠に関する説明を読むことができます。

防災みえ.jp
MIE Disaster Prevention

サイトマップ | ENGLISH | 中文 | 한국어 | PORTUGUÊS | ESPAÑOL | 更新

ホーム | 緊急時のページ | 緊急時お役立ち情報 | 暮らしの防災 | 地域の防災 | みえの防災

ホーム > みえの防災 > 各種防災関連報告書 > 三重県内活断層図（北勢地域）

！ヘッドラインニュース 011年6月2日の大雨警報による災害の災害対策本部が設置されました。今後の状況の

WebUDを使う

みえの防災

各種防災関連報告書 | みえの防災行政 | みえの危機管理 | みえの国民保護 | 防災コラム

おたのしみ | 三重県ホームページ | Mie Click Maps

各種防災関連報告書

三重県内活断層図（北勢地域）

三重県では、県民の方々に活断層について認識していただき、自ら防災活動的な活断層の位置情報を整備しています。平成17年度に北勢地域の整備が完了しました。

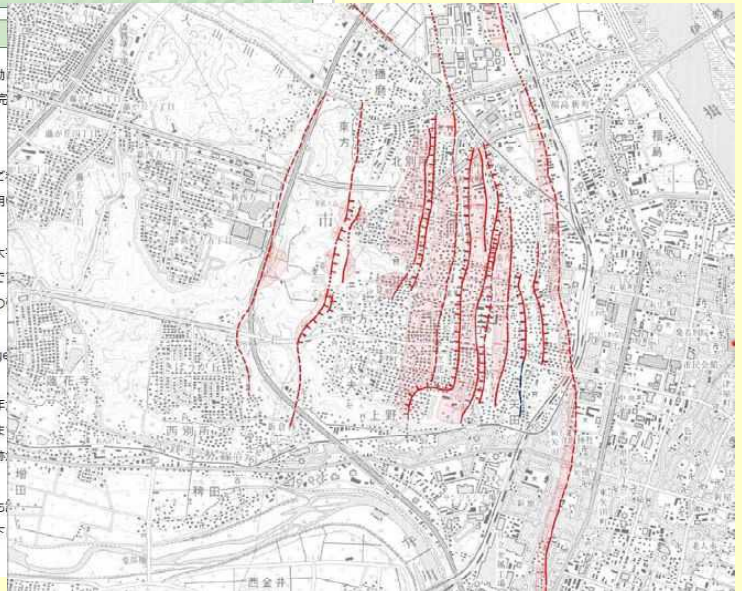
ご利用にあたっての注意事項

以下に掲載する活断層図（以下「三重県詳細活断層図」といいます。）をご利用いただくにあたっては、以下の事項について、留意及び同意の上、ご利用ください。

- 1 三重県詳細活断層図は、三重県（以下「本県」といいます。）が国立大「活断層の位置情報の整備に関する調査研究」の成果を基に作成したもので、料等に引用する場合は、その旨を明記してください（「学術資料等としての利用」を参照）。
- 2 三重県詳細活断層図中の記号が意味する内容については、「記号 Legend」を参照してください。
- 3 三重県詳細活断層図における「活断層」とは、最近数十万年間に約千年の周期で繰り返し活動していると考えられるものをいいます。地形に明瞭に現れており、今後も活動を繰り返すと考えられるものをいいます。活断層の位置を明確に表示できない区間は破線で、活動の跡を示しています。

また、活断層の可能性のある地形であるが活断層以外の原因でできたもの、あるいは調査結果から地下に存在するものとして表示しました（「利用上の注意」参照）。

三重県は全県を対象として2006～2008年に県独自に1:2.5万三重県内活断層図を整備し、pdfで公開。また新たに見つかった活断層などを独自に調査



<http://www.bosaimie.jp/mhc00.html>

更にもう一步踏み込む内容とは

活断層に関する法的規制（活断層法）は必要か？

地震断層地帯法 (Alquist-Priolo Earthquake Fault Zoning Act)

（アメリカカリフォルニア州法 活断層帯における住宅建設を規制）

（1972年に制定，1994年に改名）

（ニュージーランド ウェリントン市，アッパーハット市では条例で活断層上への建物建設を規制）

断層線が図示され，20m離して建設することが示されている。

活断層の学術的成果を積極活用する事例！



カリフォルニア州ダンベル市の住宅街

活断層に対する土地利用抑制の取り組み 横須賀市HPより

自然災害

環境目標

自然の多様な特性に配慮し、安心して暮らせる都市環境を創出する

環境指標

- 危険ながけを緑に覆われた斜面に整備することをめざす「横須賀市におけるわがまちの斜面構想」の実現を進めます
- 海岸保全施設の充実を図ります

施策の方向

自然災害の未然防止の総合的取組

- 活断層やがけ地、軟弱地盤地、谷戸の現状など自然災害に関する調査による、防災対策検討などへの反映
- 市民・事業者への自然災害の未然防止に関する情報の提供
- 市民・事業者への活断層に関する知識の普及
- 既成宅地におけるがけ崩れや地すべり防止の防災工事への助成
- 開発行為等における「環境ナビゲーションシステム」の活用を推進
- 主要生活道路整備、がけ地防災の推進等による谷戸地域の整備改善
- 雨水排水施設の整備
- 高潮、波浪等による被害防止のための護岸の整備
- 雨水浸透施設の整備推進、普及・指導

防災対策

- 定期的な地域防災計画の改定による防災行政の強化
- 治山治水対策の推進、県の急傾斜地崩壊防止工事に対する協力
- 市街地高度利用誘導制度によるオープンスペースの拡充の推進
- 谷戸地域における水資源の有効活用による消防水利の充実

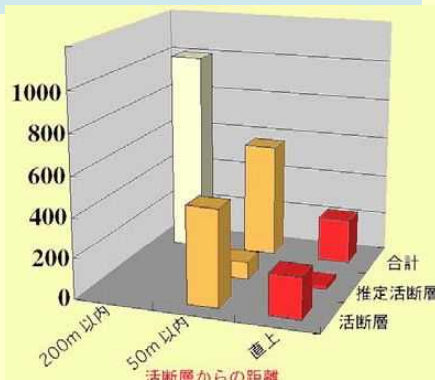
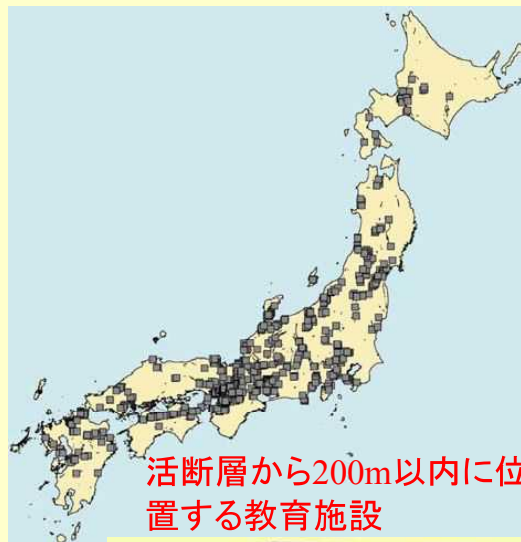
傾斜地山林、農地等自然の災害防止機能の活用

- 災害防止機能をもつ傾斜地山林の、指定緑地保全制度やトラスト等による保全
- 活断層に隣接した地域における環境の改変抑制の働きかけ、周辺緑化やゆとりある土地利用の誘導
- 災害時に避難所として機能するグラウンドや港湾緑地等の公共空間、空き地、社寺林等の適切な管理
- 災害時にオープンスペースとして機能する農地の保全の検討
- 防災拠点としての位置づけによる都市公園の整備
- 民有地におけるブロック塀の生け垣化や壁面緑化の支援

[＜横須賀市環境基本計画＞に戻る](#)

[横須賀情報エンジンに戻る](#)

神奈川県横須賀市



全国40000の教育施設のうち、
活断層から200m以内に位置する:約500、直上に位置する:約200

【事例】四日市市では、小学校の校舎建替えに際し、活断層直上の土地利用を回避している。

四日市市教育委員会の市立河原田小学校改築工事の設計過程で活断層の存在の可能性が判明。三重県詳細活断層図により、養老一桑名一四日市断層帯と推察されたことから、ボーリング調査を実施した結果、活断層があることを確認。

→当初の老朽校舎1棟の建替え計画を見直し、2棟とも別の場所(運動場)に建てなおすこととし、活断層上の旧校舎2棟は取り壊し、跡地を運動場とする。



出典) 鈴木康弘・渡辺満久・廣内大助・三重県(2006): 「三重県内活断層図(その1: 北勢及び周辺地域)」, 三重県・国立大学法人名古屋大学共同研究「活断層の位置情報の整備に関する調査研究」成果, 三重県。

今後数年間で



※Google Earth、三重県資料を基に作成

活断層上からの小学校の積極的移転の事例, 三重県四日市市

学校の耐震改修を進めるとの国の施策方針が示されている
→この機会に活断層直上からの退避や甚大な水害被災地域からの移転も考慮すべきである

②詳細な地震動予測地図の整備

地震ハザードマップ(名古屋市事例)



予測震度、液状化危険度などを表示、50mメッシュ

・ハザードマップをベースにしたDIG(災害図上訓練)の実施

グループで意見交換しながら、考えてください。

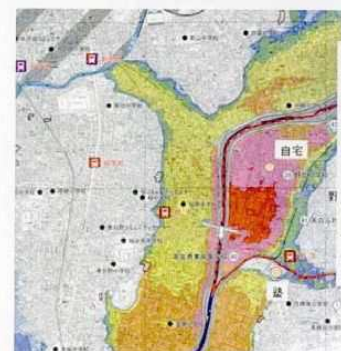


図2 シミュレーション1の地図

重要なことは何か?

大切なことは? : いざという時、自分が家族が地域がどうなっているか? できるだけリアルに想像し対応を考えておくこと

[illegible]

講演2「深層崩壊と深層崩壊評価マップ」

天竜川上流河川事務所所長 中谷 洋明 氏

なかや ひろあき
中谷 洋明

国土交通省中部地方整備局

天竜川上流河川事務所所長

(昭和48年10月29日生、39歳)



主な経歴

平成 8 年 3 月 東京大学農学部卒業

平成 8 年 4 月 入省

平成 8 年 4 月 建設省北陸地方建設局

平成13年10月 気象庁予報部予報課防災係長

平成16年 4 月 国土交通省北陸地方整備局金沢河川国道事務所流域対策課長

平成18年 4 月 国土交通省北陸地方整備局河川部地域河川課長

平成20年 4 月 外務省国際協力局無償資金技術協力課課長補佐

平成21年 7 月 ※組織改正により同局国別開発協力第三課課長補佐(アフリカ第一班長)

平成22年 9 月 国土交通省砂防部保全課課長補佐

平成23年 7 月 国土交通省砂防部砂防計画課企画専門官

平成25年 4 月 現職

深層崩壊と深層崩壊評価マップ

中部地方整備局
天竜川上流河川事務所
中谷 洋明

天竜川上流域の大規模崩壊事例



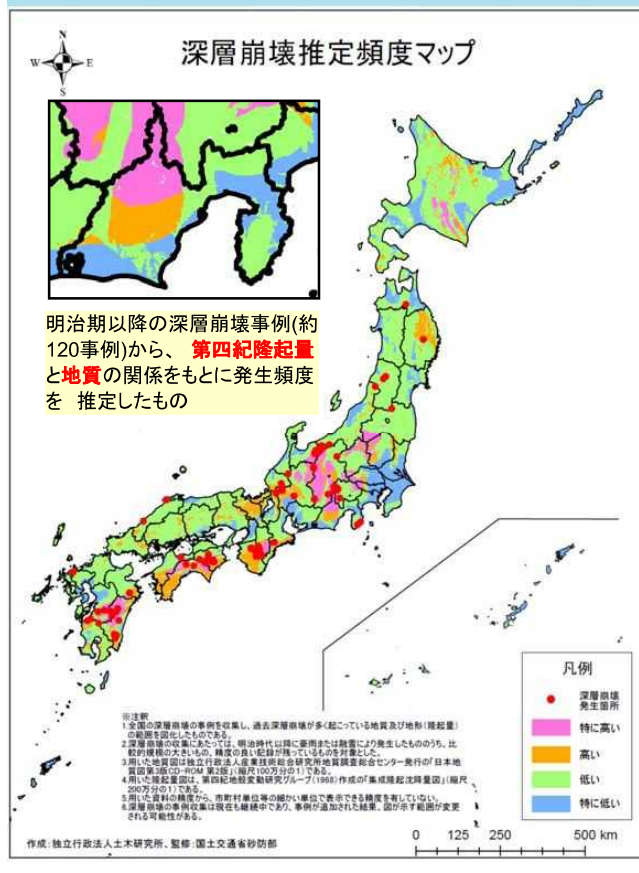
深層崩壊に係わる出来事

- 平成9年 鹿児島県出水市の針原川で深層崩壊(約15万m³)が発生し、土石流により21名が亡くなった。
- 平成17年 宮崎県臼杵郡美郷町で深層崩壊(約1千万m³)が発生し耳川が河道閉塞した。
人的被害は無かった。
- 平成21年 台湾モーラコット災害で深層崩壊による河道閉塞が18箇所発生。
そのうち、高雄縣甲仙郷小林里で発生した深層崩壊(約2千万m³)、河道閉塞決壊で約450名の人命が失われた。
- 平成21年 国土交通省の砂防事務所等で土木研究所が発行した「深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出マニュアル(案)」に基づく調査を開始
- 平成22年 国土交通省河川局砂防部と(独)土木研究所による深層崩壊に関する全国マップ(深層崩壊推定頻度マップ)の公表
- 平成23年 改正土砂災害防止法の施行
- 平成23年 台風12号により深層崩壊による河道閉塞が発生(奈良県13箇所、和歌山県4箇所、静岡県1箇所)。このうち、奈良県4箇所、和歌山県1箇所、国が改正土砂災害防止法に基づく緊急調査を実施。
- 平成24年 国土交通省河川局砂防部と(独)土木研究所による深層崩壊溪流レベル評価マップ及び深層崩壊跡地密度マップの公表



公表資料及び今後公表を予定している資料は、紀伊半島大水害のような大規模な土砂災害に対して、国・県・市町・自治会・自主防災会(共助単位)で警戒避難等を検討を進めるための基礎資料として使用していただくことを目的としています。 3

深層崩壊推定頻度マップ(平成22年8月公表)



深層崩壊推定頻度区分の都道府県別構成比

都道府県区分	推定頻度区分別割合				合計
	特に高い	高い	低い	特に低い	
北海道	4%	7%	53%	26%	100%
青森県	0%	1%	60%	39%	100%
岩手県	0%	29%	66%	5%	100%
宮城県	-	-	76%	24%	100%
秋田県	0%	0%	87%	13%	100%
山形県	0%	0%	97%	3%	100%
福島県	9%	3%	86%	3%	100%
茨城県	-	8%	29%	63%	100%
栃木県	16%	20%	39%	25%	100%
群馬県	28%	9%	58%	5%	100%
埼玉県	14%	11%	15%	60%	100%
千葉県	-	-	19%	81%	100%
東京都	15%	10%	8%	67%	100%
神奈川県	0%	3%	37%	59%	100%
山梨県	28%	1%	71%	-	100%
長野県	43%	12%	41%	-	100%
新潟県	3%	7%	74%	16%	100%
富山県	25%	1%	56%	18%	100%
石川県	-	-	84%	16%	100%
岐阜県	18%	28%	46%	8%	100%
静岡県	17%	17%	35%	31%	100%
愛知県	-	1%	56%	43%	100%
三重県	3%	21%	61%	15%	100%
滋賀県	1%	51%	58%	9%	100%
福井県	1%	36%	43%	21%	100%
京都府	-	51%	43%	6%	100%
大阪府	-	9%	37%	54%	100%
兵庫県	-	16%	72%	13%	100%
奈良県	34%	20%	45%	-	100%
和歌山県	58%	39%	3%	-	100%
鳥取県	-	1%	75%	24%	100%
島根県	-	8%	80%	12%	100%
岡山県	-	8%	82%	10%	100%
広島県	-	9%	88%	3%	100%
山口県	-	14%	83%	3%	100%
徳島県	23%	24%	50%	3%	100%
香川県	-	-	97%	3%	100%
愛媛県	8%	31%	55%	6%	100%
高知県	24%	57%	12%	8%	100%
福岡県	-	3%	84%	13%	100%
佐賀県	-	0%	81%	19%	100%
長崎県	-	-	76%	24%	100%
熊本県	19%	5%	56%	20%	100%
大分県	2%	16%	76%	7%	100%
宮崎県	38%	24%	24%	14%	100%
鹿児島県	-	12%	59%	28%	100%
沖縄県	-	-	29%	71%	100%

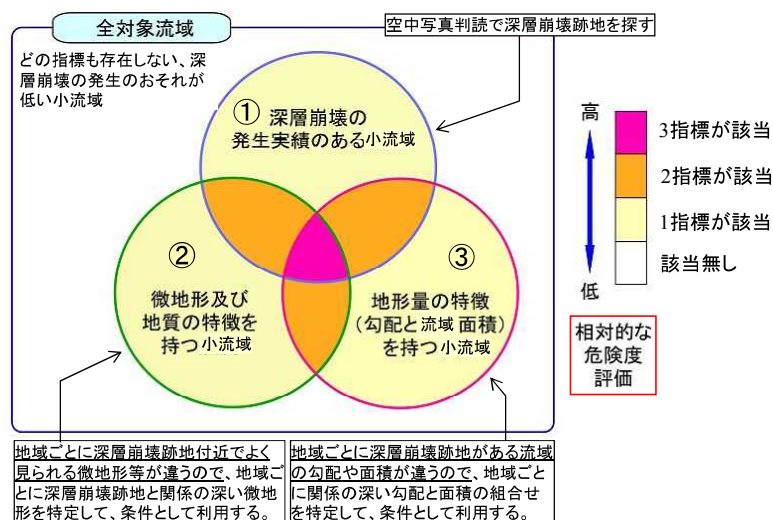
(参考) 各深層崩壊に起因する土砂災害危険箇所数

都道府県区分	土砂災害危険箇所	
	土石流危険渓流	合計
北海道	4,995	6,466
青森県	1,130	2,812
岩手県	7,199	6,959
宮城県	3,413	4,964
秋田県	4,187	3,336
山形県	2,216	1,325
福島県	4,272	4,274
茨城県	1,665	2,309
栃木県	3,299	3,529
群馬県	3,015	4,168
埼玉県	1,202	2,907
千葉県	641	9,071
東京都	703	3,057
神奈川県	960	7,163
山梨県	1,986	2,715
長野県	5,912	8,668
新潟県	3,945	3,986
富山県	1,430	2,835
石川県	2,002	1,841
岐阜県	5,537	7,458
静岡県	4,247	10,763
愛知県	5,181	12,527
三重県	5,646	10,473
滋賀県	5,111	2,601
福井県	2,129	2,719
京都府	5,024	3,765
大阪府	1,859	2,357
兵庫県	6,912	13,550
奈良県	3,136	4,944
和歌山県	5,745	12,247
鳥取県	2,593	3,481
島根県	8,120	13,912
岡山県	6,441	9,366
広島県	9,964	21,943
山口県	7,532	14,431
徳島県	2,244	10,166
香川県	2,902	3,953
愛媛県	5,877	8,807
高知県	4,852	13,084
福岡県	4,553	8,382
佐賀県	3,068	6,266
長崎県	6,196	8,666
熊本県	3,920	9,463
大分県	5,125	14,393
宮崎県	3,239	8,314
鹿児島県	4,301	11,818
沖縄県	236	708
合計	183,663	330,156

※「-」は該当無し。
※本分算の足し算が100%となっていない箇所は、各区分個々を四捨五入しているため。
※深層崩壊の発生に関しては地図上での簡易な調査により相対的な各区分頻度を推定したものであり、各地域の頻度を詳細に示す精度のものではない。

「深層崩壊小流域レベル評価マップ」 深層崩壊のおそれのある小流域の抽出

同じような条件で深層崩壊が発生すると思われる地域(地質・気候条件が概ね同じ地域)を、1km²程度の小流域に区分し、深層崩壊の発生危険度を相対的に4段階で評価する。

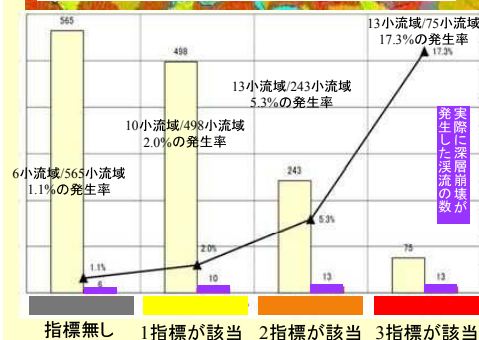
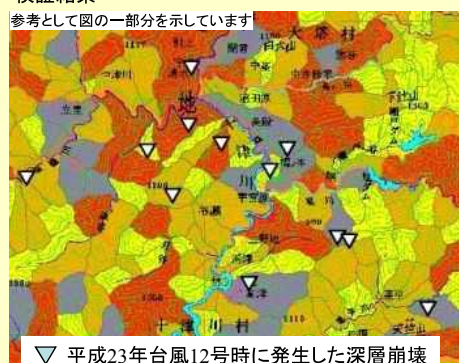


○相対的とは？

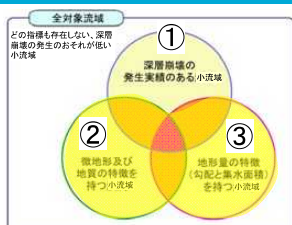
過去に深層崩壊が発生しており、H23台風12号でも深層崩壊が発生した紀伊半島で、危険度評価した結果と実際の深層崩壊の発生率がどの程度合致するか検証しました(右のグラフ)。右のグラフのとおり、1指標のみ該当もしくは指標の該当が無かった溪流でも深層崩壊が発生しています。しかしながら、多く指標が該当した溪流の方が深層崩壊が発生している確率が高くなっており、相対的な評価が可能となっています。

平成23年台風12号で発生した深層崩壊を利用した検証結果

参考として図の一部分を示しています



「深層崩壊跡地密度マップ」



- ①の指標は特に地域ごとに分析・整理をしていない
- ②、③の条件は、地域ごとに深層崩壊跡地と関係性が高いものを指標とするように分析・整理をしている。
- 深層崩壊小流域レベルマップでは他の地域と比較ができない。

地域的な最適化を行っていない「①深層崩壊の発生実績」に注目

Step1

溪流単位調査から、深層崩壊の発生実績を集計

Step2

「特に高い」地域で、全国平均の深層崩壊発生実績値を算出

Step3

「特に高い」地域で、深層崩壊実績値を4段階で評価

全国平均
約10.8箇所/5kmメッシュ

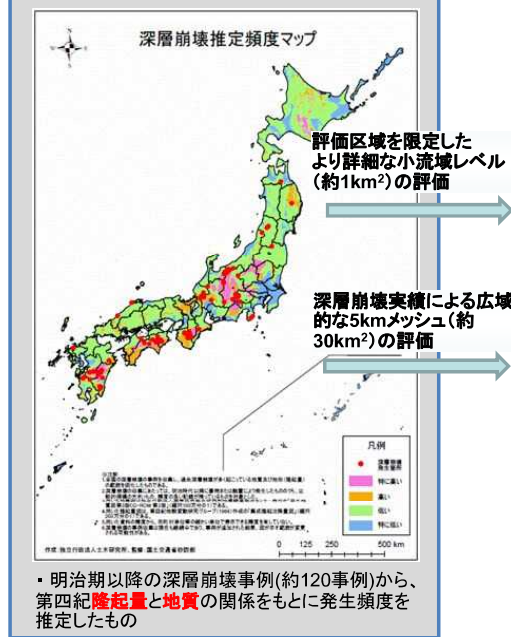
4段階評価値
0, 1~10, 11~21, 22~

全国的な傾向を把握

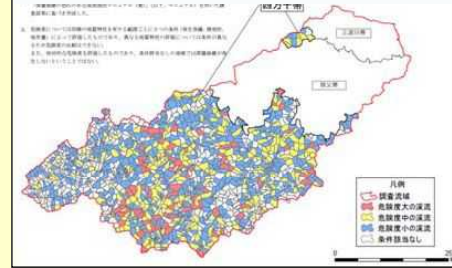
現時点では、深層崩壊推定頻度マップで「特に高い」範囲内での比較しかできません。
(「特に高い」→「高い」と段階を踏み順次整理を予定しているため)

深層崩壊危険地域に関するマップについて(まとめ)

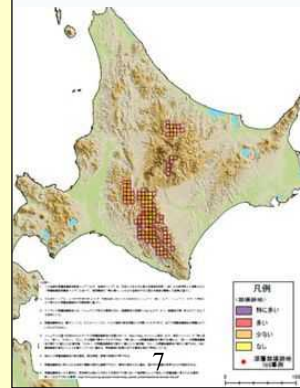
深層崩壊推定頻度マップ (平成22年8月公表)



深層崩壊小流域レベル評価マップ (今回公表予定)



深層崩壊跡地密度マップ (今回公表予定)



深層崩壊の特徴について①

①深層崩壊か地すべりか

深層崩壊

- ・地形が比較的急勾配。
- ・土塊が乱れており、大部分が斜面から抜け落ちている。

地すべり

- ・地形が比較的緩勾配。
- ・土塊が乱れておらず、大部分が斜面上に留まっている。



②深層崩壊か表層崩壊か

深層崩壊

- ・大規模
- ・崩壊深さが深い
- ・露出している基岩盤内部から破壊されている。

表層崩壊

- ・深層崩壊と比較して小規模
- ・深層崩壊と比較して崩壊深さが浅い
- ・基岩盤の上部の風化岩表層土のみが流出。



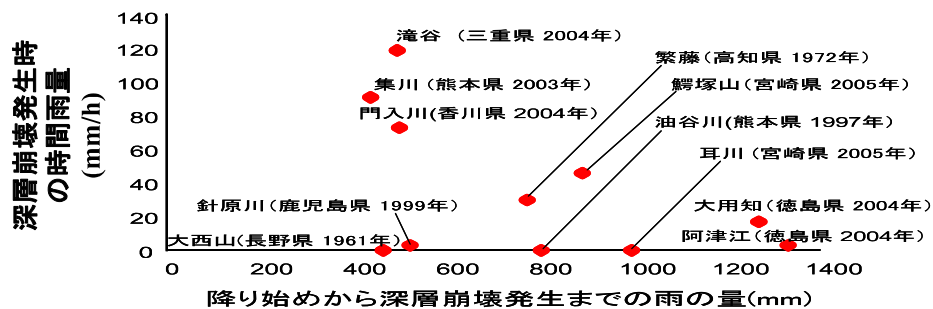
深層崩壊の特徴について②

- 深層崩壊に伴う移動土塊が、そのまま土石流となって流れ下る場合(左の写真)や、河道閉塞を引き起こす場合(右の写真)があります。
- 深層崩壊は地すべりのように水を抜いて動きを止めることができないので、動いた土砂を砂防堰堤等で待ち受けて対策することが基本となります。
- 深層崩壊の要因としては、①豪雨、②地震、③長期的かつ緩慢な重力変形があります。

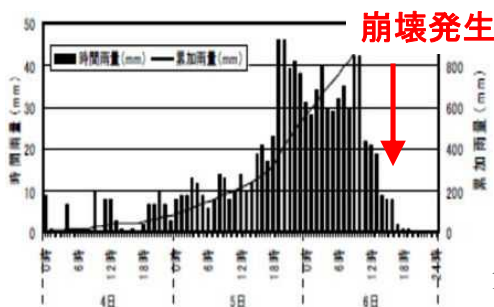


深層崩壊が発生するタイミングについて①

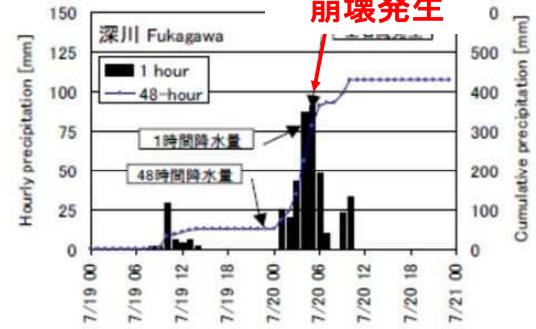
多量の降雨に伴い発生。
降雨ピーク後や降雨後に発生することもある。



宮崎県耳川

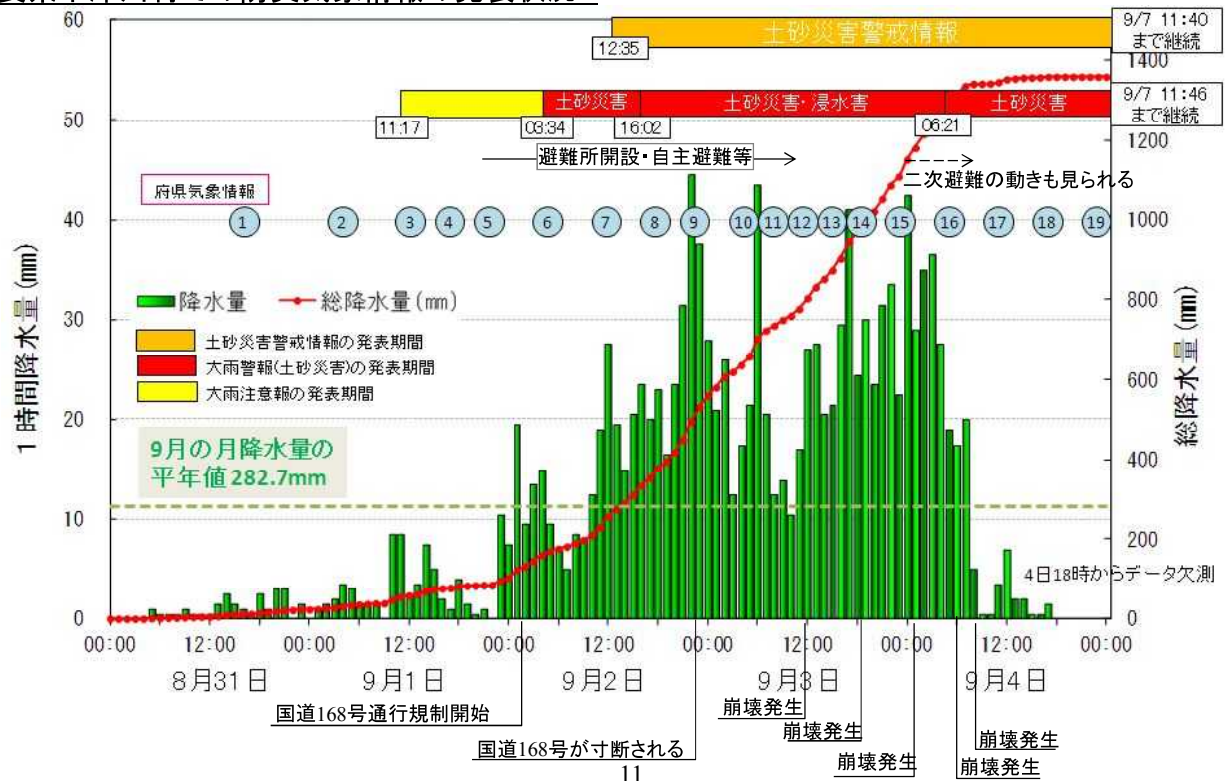


熊本県水俣



深層崩壊が発生するタイミングについて②

奈良県十津川村での防災気象情報の発表状況



「土砂災害への警戒の呼びかけに関する検討会」資料を、奈良県大規模土砂災害監視・警戒・避難システム検討会資料を参考に改変

深層崩壊対策の現状について

○深層崩壊は動いた土砂を砂防堰堤等で待ち受けて対策することが基本

- 日本全国で実施されている砂防事業は、上流で発生した深層崩壊による河川荒廃を復旧するために実施されている例も多い。



大谷崩れ(静岡県静岡市)



大河内砂防堰堤(昭和25年竣工)

- メカニズムがはっきりしないので、予知や予測が困難。そのため、斜面そのものの対策や深層崩壊発生箇所を特定して人家の直近で対策することは難しい。
- また、深層崩壊についても土石流対策施設が機能すると思われるが、どの程度効果があるのか、また、施設の位置や規模をどう設定すれば良いのかは研究段階にある。
- 紀伊半島大水害の事例でも、避難解除のタイミング、行政から住民への情報伝達、緊急対応時の国・県・市町村等の関係機関の協力体制等の多くの課題が出てきており、ソフト対策についても今後検討を進める必要がある。 → 公表資料及び公表予定資料を活用した訓練等で課題の抽出、改善等に結びつける。

深層崩壊対策の現状について(緊急調査の実施例)

- 8月30日～ 台風12号による大雨により、河道閉塞が多数発生(17箇所)
 奈良・和歌山・三重の3県での崩壊土砂量は約1億m³(東京ドーム約80杯分)と推定
 9月6日 **奈良県熊野川(十津川)流域(3箇所)・和歌山県日置川流域(1箇所)**において土砂災害防止法に基づく緊急調査に着手 ※9月13日に奈良県熊野川(十津川)流域の**1箇所を追加**
 9月8日～ **土石流等による被害が想定される土地の区域**、及び避難のための参考となる**重大な土砂災害が想定される時期**に関する土砂災害緊急情報を、関係県・市町村に通知し、警戒避難対応を支援

緊急調査の実施状況

現地調査



河道閉塞形状の計測



想定される被害の解析



河道閉塞箇所の監視



河道閉塞の湛水位観測



衛星SAR画像解析



被害の想定される区域、時期の情報を県・市町村へ通知

土砂災害緊急情報の通知

自治体への支援

自治体への警戒避難支援

- ・ヘリコプターによる監視観測
 - ・土石流を検知する設備設置
 - ・監視カメラ、雨量計、各種センサー等を設置し、警戒避難や復旧工事を支援
 - ・河道閉塞対策協議会の支援
- 警戒避難体制、警戒区域立入りや一時帰宅等について検討する協議会(自治体と関係機関で構成)を設置し、技術的支援を実施

河道閉塞対策協議会の支援

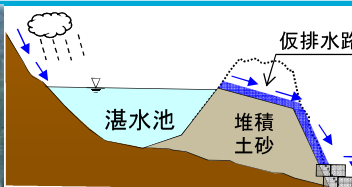


深層崩壊対策の現状について(河道閉塞箇所における緊急対策工事)



赤谷

栗平



○河道閉塞部に堆積した土砂が急激に流出することを防ぐことが必要。土砂ダムの水位上昇を防ぐための仮排水路や管渠排水などを施工します。



台風4号通過後の状況
(平成24年6月20日撮影【赤谷】)



出水により仮排水路に一部土砂が堆積
(平成24年7月10日撮影【赤谷】)



仮排水路下流の施工状況
(平成24年7月10日撮影【赤谷】)



台風4号通過後の状況
(平成24年6月20日撮影【栗平】)



仮排水路の施工状況
(平成24年7月10日撮影【栗平】)



仮排水路の施工状況
(平成24年7月10日撮影【栗平】)

深層崩壊危険地域に関する調査(H22.8推定頻度マップ公表)

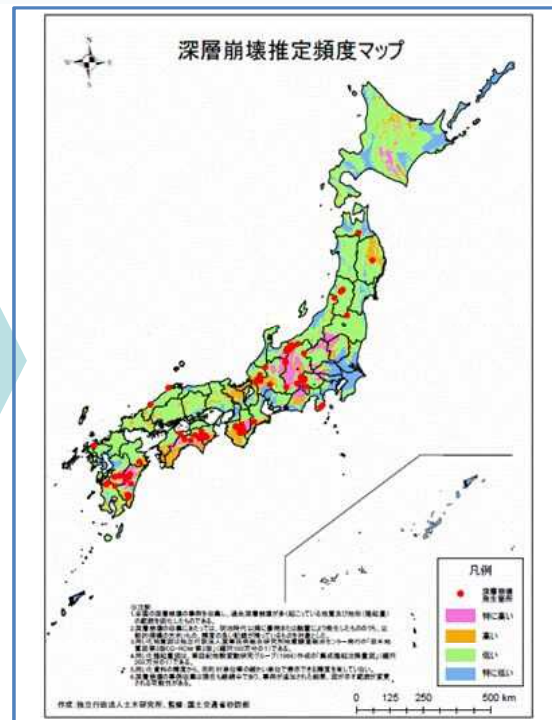
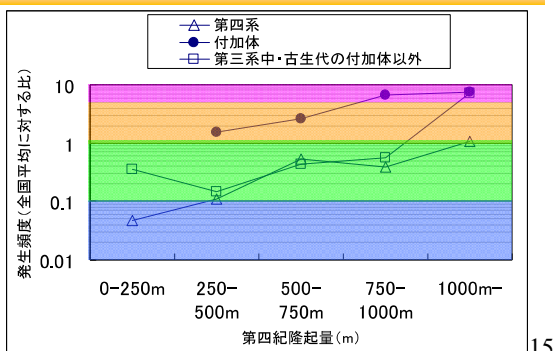
- 明治期以降の深層崩壊事例を約120事例収集。
- 事例から、第四紀隆起量と地質との関係を整理分析、統一的な指標で深層崩壊の危険性を検討し「深層崩壊推定頻度マップ」を作成し、公表(H22.8月)。

深層崩壊の発生事例の分析

- 第四紀隆起量が大きいほど崩壊密度は大きい
- 第四系の地域では、それ以外の地域に比べて崩壊密度が小さい
- 付加体[※]では、付加体以外に比べて大きい

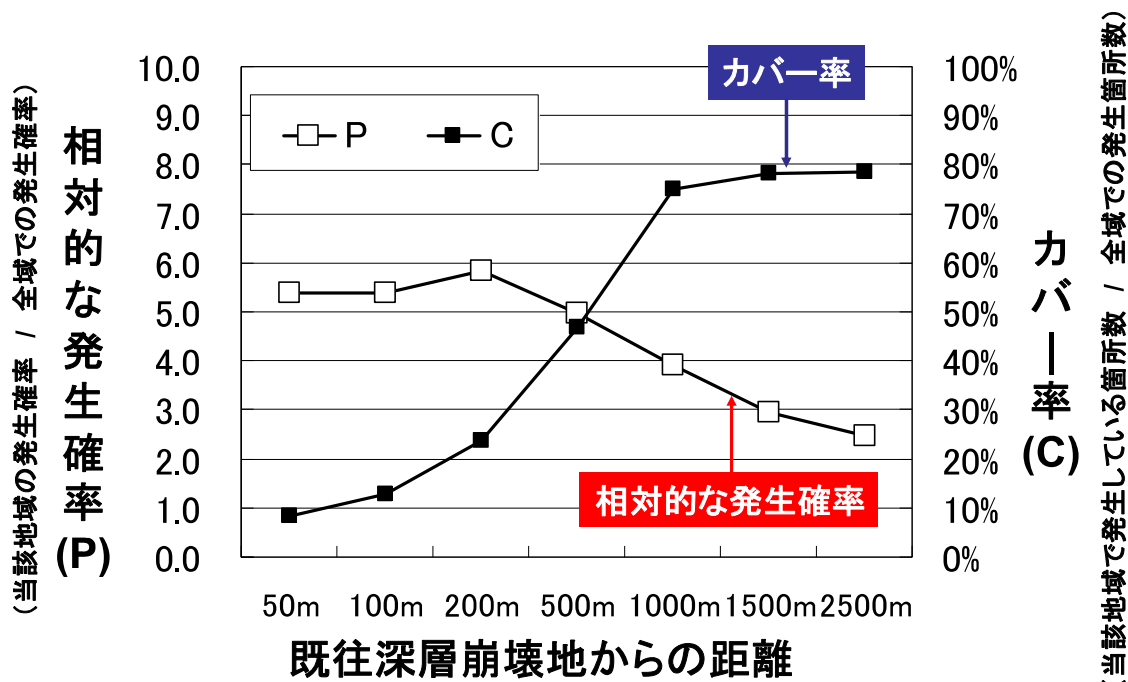
※プレートの沈み込みに伴い、陸側のプレートに付加された海底堆積物等からなる地質体

第四紀隆起量、地質と深層崩壊発生密度の関係



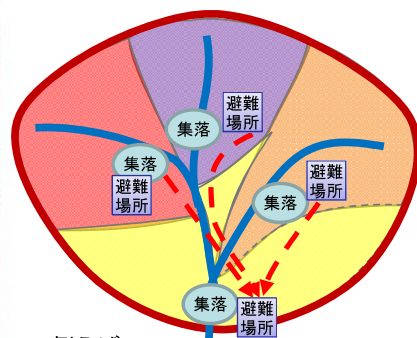
深層崩壊の発生に関連する指標について①

既往の深層崩壊発生箇所の近接地域で発生しやすい



深層崩壊対策の推進 小渓流レベル評価マップの活用について

- 深層崩壊は、通常の土砂災害で想定する、がけ崩れ、土石流と比べて、特に連続雨量が多くなった場合に発生する傾向があり頻繁に発生するものではありません。公表資料及び公表予定資料は、大規模な土砂災害を想定した警戒避難体制等の検討を進めるための基礎資料として使用することを想定しています。



例えば

- 自主避難先の選定
- 二次避難先の選定
- 避難解除のタイミング
- 河道閉塞が発生恐れの高まったときや発生したときの国・県・市町村・住民間の連絡体制の検討

などを、災害図上訓練等を通して検討する。

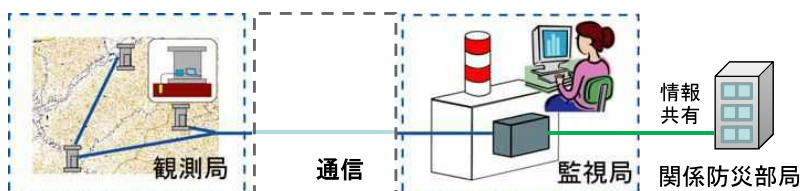
出典：「紀伊半島大水害 大規模土砂災害の監視・警戒・避難のシステムづくり中間とりまとめ」奈良県

深層崩壊対策の推進 大規模土砂移動検知システムについて①

目的

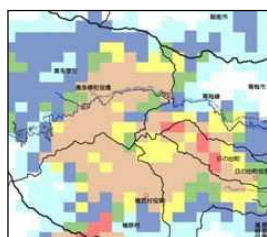
改正土砂法の施行により、大規模な土砂災害が急迫している状況において、市町村が適切に住民の避難指示の判断等を行えるよう、国は緊急調査を実施する必要がある。

悪天候時や夜間も広域で監視が可能な、振動センサーを用いた早期検知システムの構築を図り、大規模な土砂移動の発生時の緊急調査を迅速化することを目的とする。

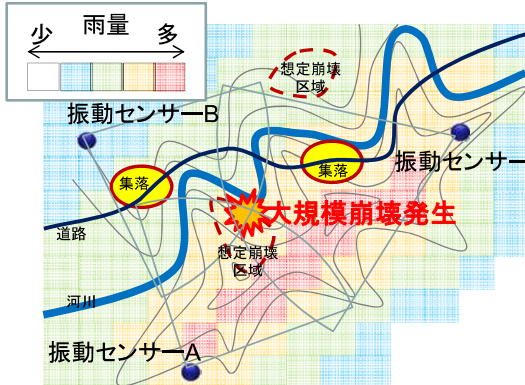


1. 崩壊発生前の警戒

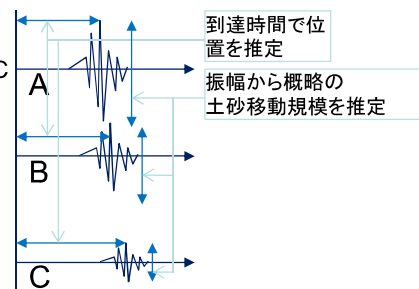
雨量レーダー (広域的な雨量観測)



2. 崩壊発生の検知



振動センサー (崩壊位置、概略規模推定)

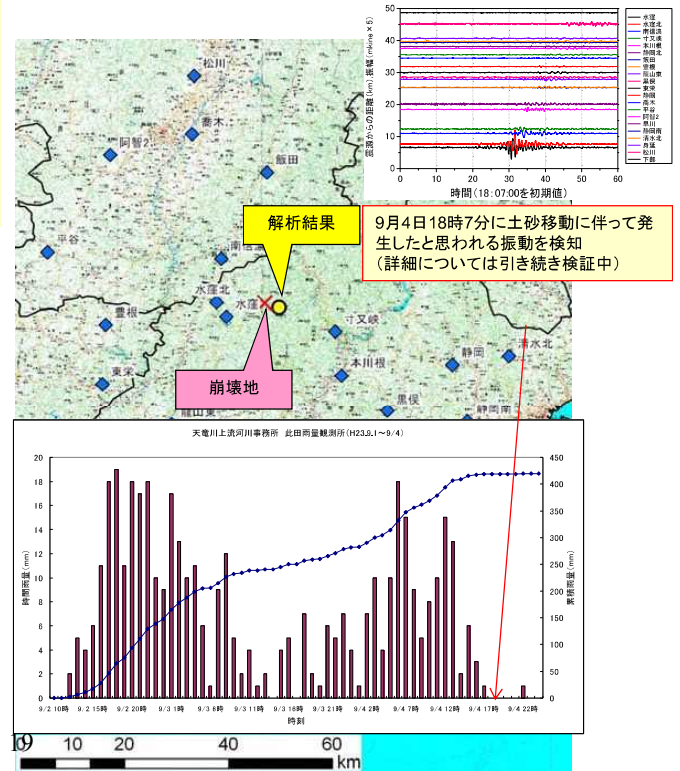


深層崩壊対策の推進 大規模土砂移動検知システムについて②

■浜松市天竜区水窪ダム上流に発生した河道閉塞事例 ■既存の地震計を利用した解析結果

- 台風12号(9月4日)により発生したことが想定される
- 中部地方整備局に情報が入ったのは9月13日
- 大規模土砂移動検知システムを整備することにより、深層崩壊発生後の対応を迅速に行えるようにすることを目指す。中部地整管内は昨年度から整備開始。

河道閉塞箇所の状況(9月13日)



深層崩壊対策の推進 溪流レベル評価の進め方及び今後の調査について

溪流レベル評価の進め方

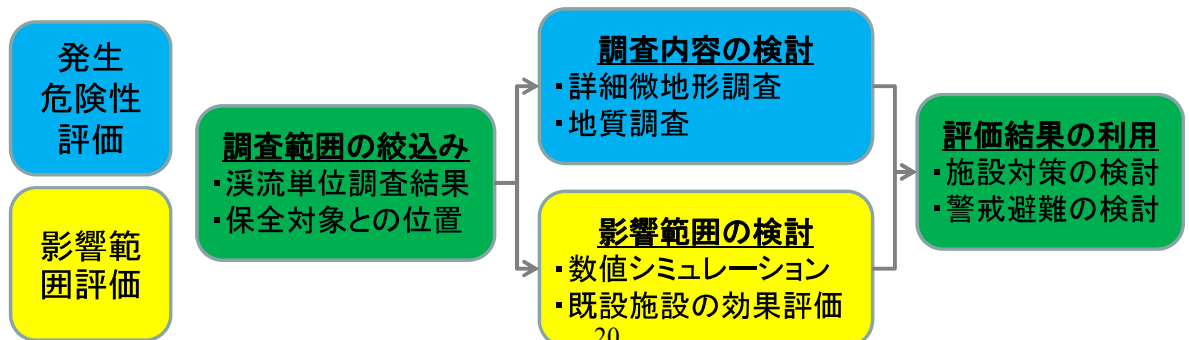
「特に高い」地域

H23までに約9割の調査を完了

「高い」で深層崩壊の実績ありの地域

「低い」で深層崩壊の複数実績ありの地域

今後の調査(発生危険性・影響範囲)



○崩壊直接防止(原位置対策)

中腹以上の斜面における横ボーリングないし強制動力排水により、地下水位を低下させる。

○河道閉塞形成抑制

貯砂により河道の面をV字ではなく拡幅することで、閉塞に達する土砂量を増加させる。

○決壊防止

ポンプ排水、仮排水路設置等の緊急工事を実施する。

○決壊時の流動化抑制

下流の砂防堰堤群による縦断勾配緩和により(即時的)流動化を抑制し、緊急排水路設置等の時間を稼ぐ。

○形成の即時的把握

大規模崩壊監視警戒システム(その一部として高い感度地震計を活用した大規模土砂移動検知システム等)の整備。

講演3 「四川地震にともなう大規模土砂移動とその後」

静岡大学教授 土屋 智氏

経歴

静岡大学農学部環境森林科学科教授
農学博士(名古屋大学)



■研究分野

森林学 / 森林科学

■経歴

1978年4月～1985年3月	国土防災技術(株)
1985年4月～1987年3月	建設省土木研究所砂防部地すべり研究室部外研究員
1987年4月	静岡大学農学部 助手
1991年10月	静岡大学農学部 助教授
1997年1月	静岡大学農学部 教授

■学歴

1978年	静岡大学 農学研究科 林学
1976年	静岡大学 農学部 林学

■委員歴

2000年	(社)砂防学会 理事
2004年-2013年	(社)日本地すべり学会 理事

■所属学協会

(社)砂防学会(2)，(社)日本地すべり学会(3)，(社)日本地盤工学会(1)，日本林学会(482)，日本水文科学会(83)

■競争的資金等の研究課題

山岳域における土石流の発生機構に関する研究

四川大地震に伴う大規模土砂移動とその後



静岡大学大学院農学研究科
土屋 智

中国四川大地震(汶川地震)の概要

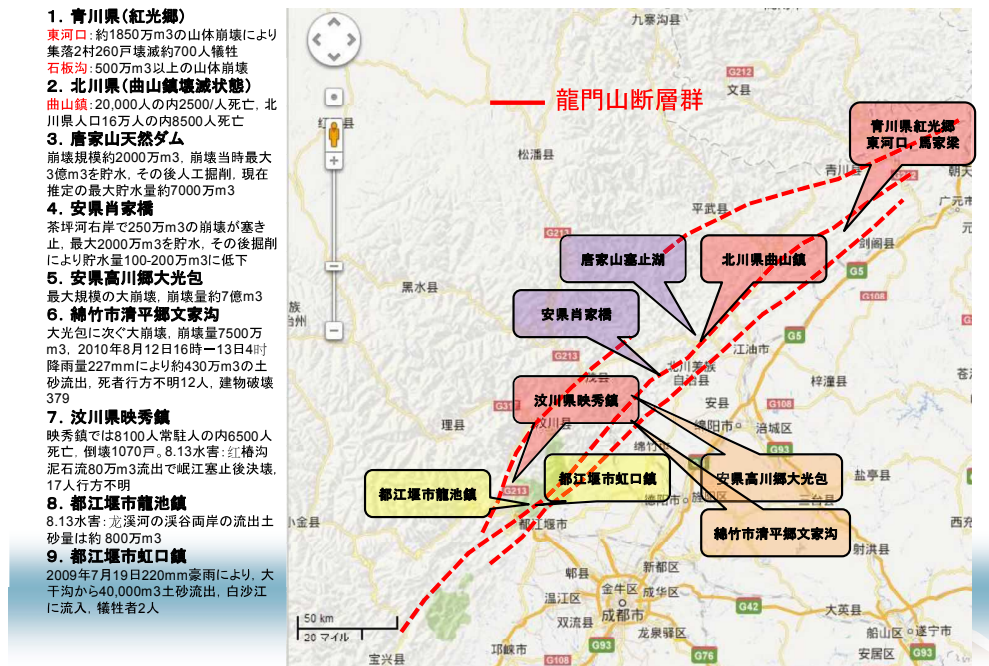
2008年5月12日、中国四川省アバ・チベット族チャン族自治州汶川県映秀付近で震源の深さ19kmとするM8の大地震（四川大地震、汶川大地震）が発生した。この地震は内陸直下型で山岳地帯で起きたために、地震断層付近の山地部では多数の地すべりや斜面崩壊が発生し、各地で地すべりダムが形成された。

この地震は、四川盆地の北西側を北東から南西に走る龍門山脈の下を走る衝上断層である龍門山断層帯約300kmの断層帯が動いたことにより発生した。

2008年7月21日現在、四川大地震の死者は69,197人、負傷者は374,176人、18,222人が行方不明となっている。死者行方不明者のうち、2万から3万人が崩落した土砂の犠牲になったと推定されている。また、家屋の倒壊は216,000棟、損壊家屋は4,150,000棟となっている。



大規模土砂災害が発生した幾つかの個所



綿竹市清平郷文家沟崩壊

- 2008年5.12地震
 - PGA: 623gal (清平地震計)
 - 犠牲者48人
 - 規模
 - 崩壊量: 7500万m³
 - 源頭面積: 70万m²
 - 比高: 883m~2402m
 - 地質
 - 古生代中期の黒灰一灰色系石灰岩
- 2010年8月13日豪雨
 - 豪雨
 - 2010年8月12日16時〜13日4時降雨量227mm
 - 災害概要
 - 約430万m³の土砂流出、死者行方不明12人、建物破壊379戸



清平鄉文家沟8.13災害



清平鄉文家沟2013年3月25日



清平郷文家沟流路工2013年3月25日



清平郷小崗劍堰塞湖(8.13災害)

清平郷綿遠河右岸小崗劍

2010年8月13日、清平郷から約10km下流の小崗劍で、右岸からの土石流が綿遠河を塞ぎ止めた。

流出土砂は約10万m³、武装警察による緊急掘削のほか一部を爆破して水位を低下させた。



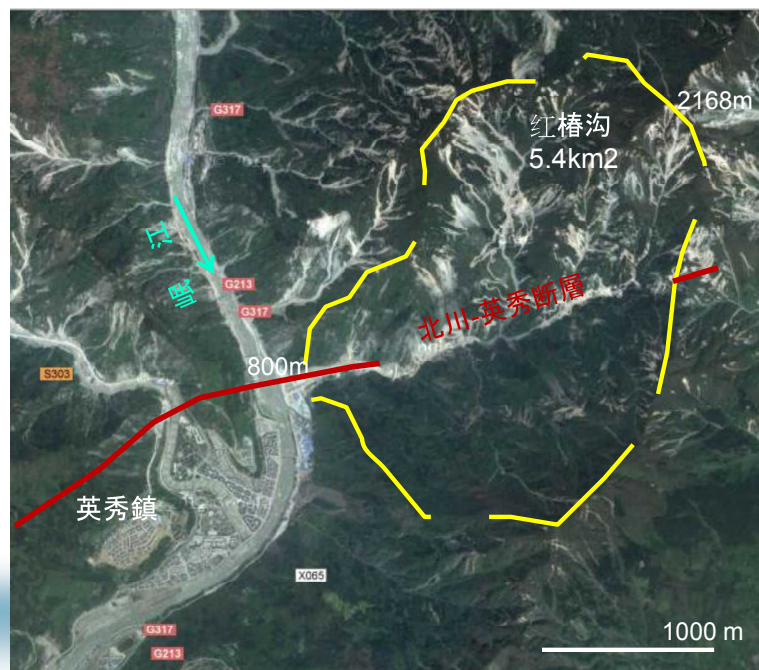
清平郷小崗剣道路災害対策(2013年3月25日)



汶川県映秀鎮紅椿沟

2010年8月14日

- 降雨量は約160mm (34時間)
- 80万m³の土石流が岷江左岸紅椿沟から流下し、40万m³の土砂が岷江を塞ぎ止めた。
- 建設間もない映秀—汶川高速道路を400mにわたり埋没した。
- 岷江を溢れた流水が新しく建設された英秀市街に流れ込み17人が犠牲となった。



汶川県映秀鎮2008年地震直後



汶川県映秀鎮2010年8.14被災



汶川県映秀鎮2010年8.14被災



都江堰市龍池鎮2010年8.13被災

都江堰市龍池鎮

■8月13日15時から18時にかけて降雨量150mmに達する。龍溪河の流量は314 m³/sに達し、観測史上最大。

■この豪雨で死亡1人、行方不明12人、観光客800人が足止め、137戸が倒壊あるいは損壊、流域住民5149人に被害が及んだ。



都江堰市龍池鎮2010年8.13被災



紫坪壩(しへいぼ)ダム

都江堰市龍池鎮2010年8.13被災

龍池鎮は96km²の大きさで、龍池国立森林公園および国立自然保護区となっている。人口は約3500人、戸数1700戸、夏場の避暑地として有名である。



2010年08月18日



2013年03月24日撮影

紫坪壩(しへいぼ)ダム

紫坪壩(しへいぼ)ダム

都江堰市龍池鎮土石流対策



地質災害揭示板
 場所: 東岳村
 災害: 土石流
 伝達: 警報(鐘をたたく)
 避難経路: 赤矢印の方向
 責任者: 龍池鎮東岳村地区委員会
 制作者: 都江堰市国土資源局



都江堰市龍池鎮土石流観測

土石流観測施設

約5mサイズの巨礫を
 利用して

- 降雨量
- 超音波水位計
- 気温湿度
- VTRカメラ
- 無線伝送
- バッテリー電源(ソーラー)

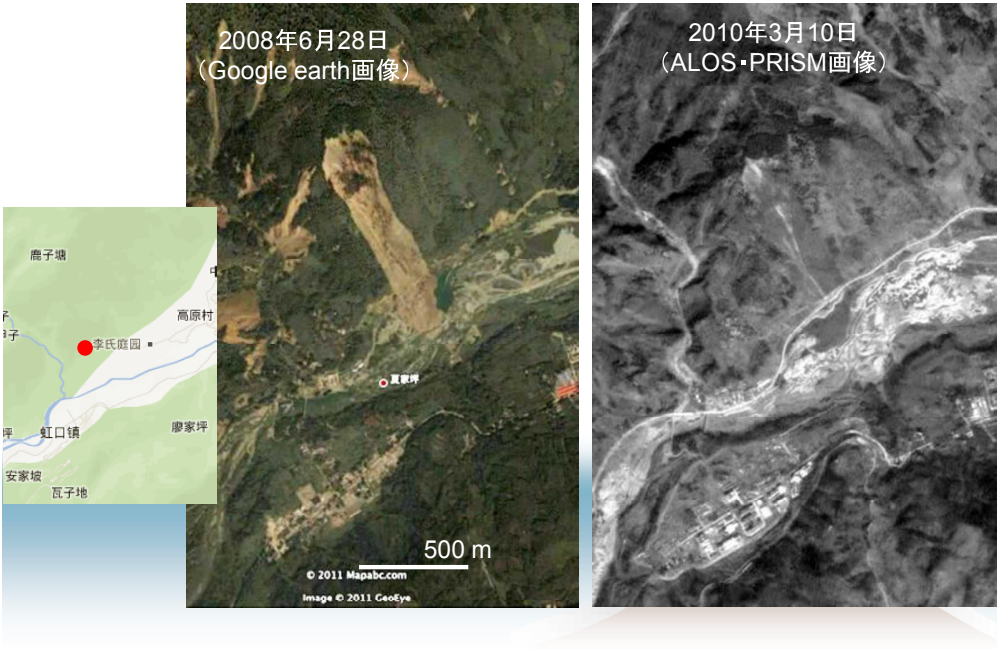


都江堰市虹口镇

2013年03月24日摄影



虹口镇高原村



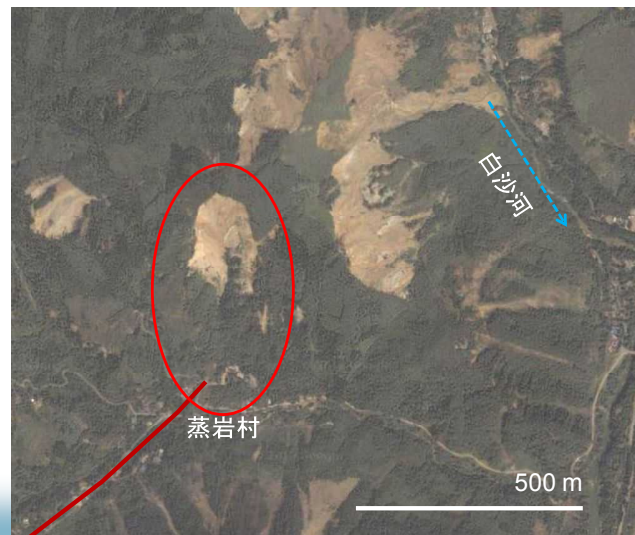
虹口鎮高原村

2013年3月24日撮影



震災後「厚朴」植林復旧地区
主催：成都農林科学院
震災後森林復旧地区
* 厚朴：モクレン科の植物のホノノキ
の樹皮のことで、日本薬局方に収録さ
れ利尿作用などがある。漢方方剤に配
合される。

都江堰市虹口鎮深溪村(蒸岩村)



Google Earth (2008年6月28日撮影画像)

都江堰市虹口鎮深溪村(蒸岩村)

2013年03月24日撮影



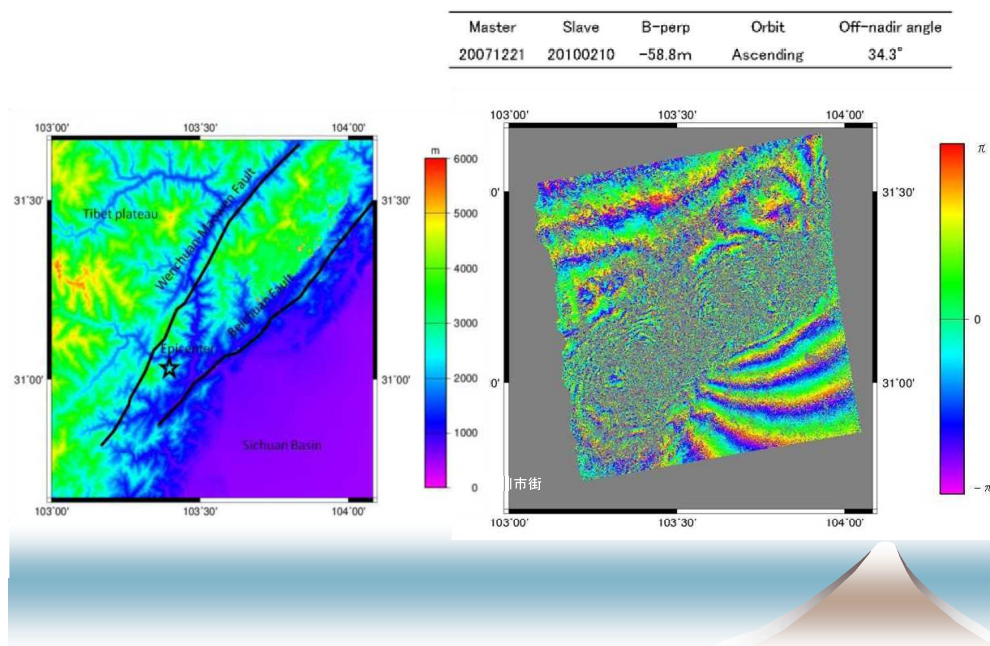
山体の堆積物は氷河時代の
大規模土石流の残骸？



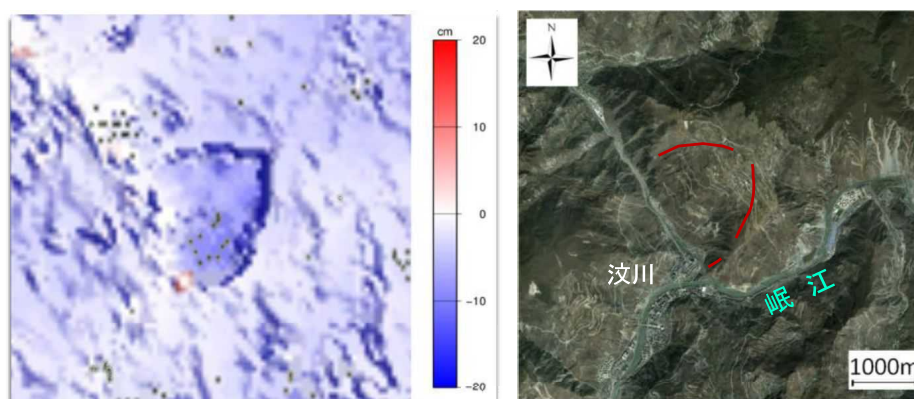
汶川北面の大規模地すべり



ALOS・PALSARによる干渉SAR



干渉SARにより抽出された汶川北東斜面の大規模地すべり



干渉SARによる地表変動の抽出結果
 Master: 2008年6月22日
 Slave: 2009年12月26日

左図と同じ個所のGoogle写真画像

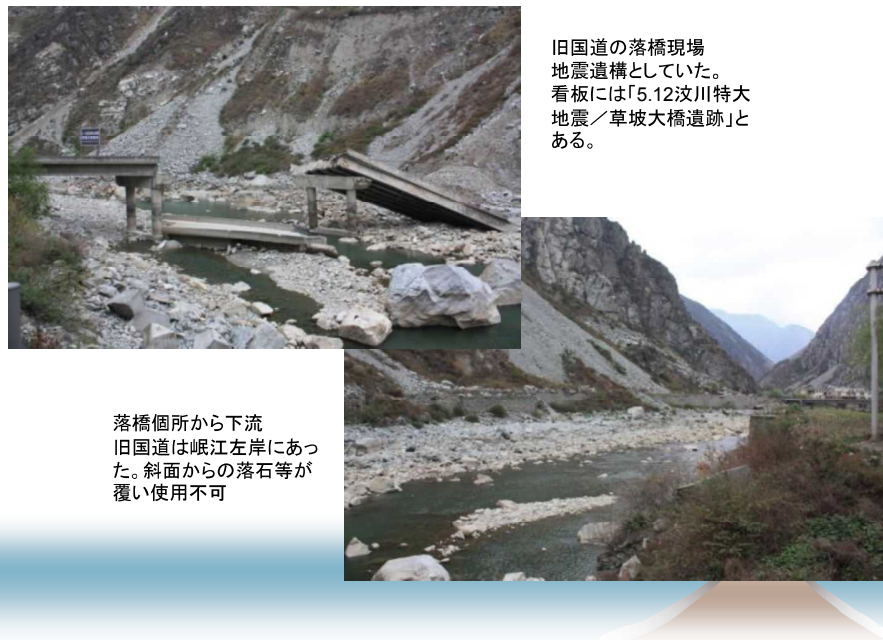
汶川北東斜面の大規模地すべり地内

2013年03月23日撮影



国道213号(汶川-英秀)落橋箇所

2013年03月23日撮影



国道213号(汶川-英秀)沿い砂防・治山対策

2013年03月23日撮影



岷江に流入する支溪流に設けられた大型砂防堰堤、流路工。左は水通部がスリット構造であるが、効果不明。右は流路工で、上流側も三面張構造である。水抜きは整流の意味か？



左は植林を示す「封山育林区／汶川县林业局」の看板。右は、地震で岷江に流入した土砂礫を掘削・採取した結果。深い所は堆積当時から数メートルは低下している。

砂防堰堤・河道掘削



清平郷文家沟の崩壊地内に設置された砂防堰堤



龍池鎮麻柳沟に設置された砂防堰堤(水抜きが多い)



龍池鎮龍溪河の堰堤設置の床掘



龍池鎮龍溪河の掘削による河道低下

四川地震後の土砂移動と対策

◆5.12四川大地震により震源域では、無数の斜面崩壊や大規模な地すべりが発生した。これによる崩落土砂は、支溪流を覆うとともに土石流下して居住区を襲い、数万に及ぶ犠牲者を出した。

◆支溪流に分布する大量の不安定土砂は、地震後の豪雨により土石流下して道路などのインフラと再建された住宅に多大な影響を与えている。

◆このため国土資源局(国, 省, 市)により、支溪流には大型の砂防堰堤や流路工が設置され、災害時の避難と警戒を掲示板や警報により伝達するシステムが構築されている。

◆地震以後、被災域を流下する岷江とその支流は、流入した土砂により河床上昇したが、砂利採取により河床低下が図られている。

◆砂防対策施設は、豪雨時に流下する多量の土砂により繰り返し被災している箇所もあり、上流に大規模な崩壊地を抱える溪流の土砂流出は未だ落ち着いていないと判断される。

◆地震で被災した交通インフラは、新たに建設されたトンネルや付け替え道路、旧道路幅の拡大により、大きく改良された。また、新たに高速道路も建設された。

特 別 協 賛 法 人(4口)

1 口

長野県治水砂防協会

1 口

(社)斜面防災対策技術協会中部長野県支部

(社)斜面防災対策技術協会北陸石川県支部

(社)斜面防災対策技術協会北陸富山県支部

(敬称略) (平成 25 年 4 月 1 日現在)

協 賛 法 人 (40口)

1 口

(有)アルプス調査所

(株)エスイー

応用地質(株)長野支店

(株)オサシ・テクノス

小谷建設(株)

office アシスト・ゼロ

川崎地質(株)中部支店

関東地質(株)長野営業所

(株)建設コンサルタントセンター

国土防災技術(株)静岡支店

国土防災技術(株)長野支店

国土防災技術(株)名古屋支店

五大開発(株)

(株)サクセン

株式会社ジーベック

(有)ソック

総合地質コンサルタント(株)

(株)東京電機

(株)中部測地研究所

中部地下開発(株)

(株)千代田コンサルタント

(株)土木管理総合試験所

長野県地質ボーリング協会

日特建設(株)長野支店

日特建設(株)名古屋支店

日本エルダルト(株)

日本工営(株)長野事務所

日本工営(株)名古屋支店

日本総合建設(株)

日本物理探査(株)長野事務所

(株)富士和

フロテックアンカー技術研究会

(株)北信ボーリング

北陽建設(株)

明治コンサルタント(株)静岡支店

明治コンサルタント(株)長野支店

(株)みすず総合コンサルタント

(株)理学

(株)ランドテクト

鷺澤建設(株)

(敬称略) (平成 25 年 4 月 1 日現在)