

地すべり・斜面崩壊



長岡技術科学大学
大塚 悟



新潟県の地すべり④:松之山



新潟県の地すべり⑤:東川

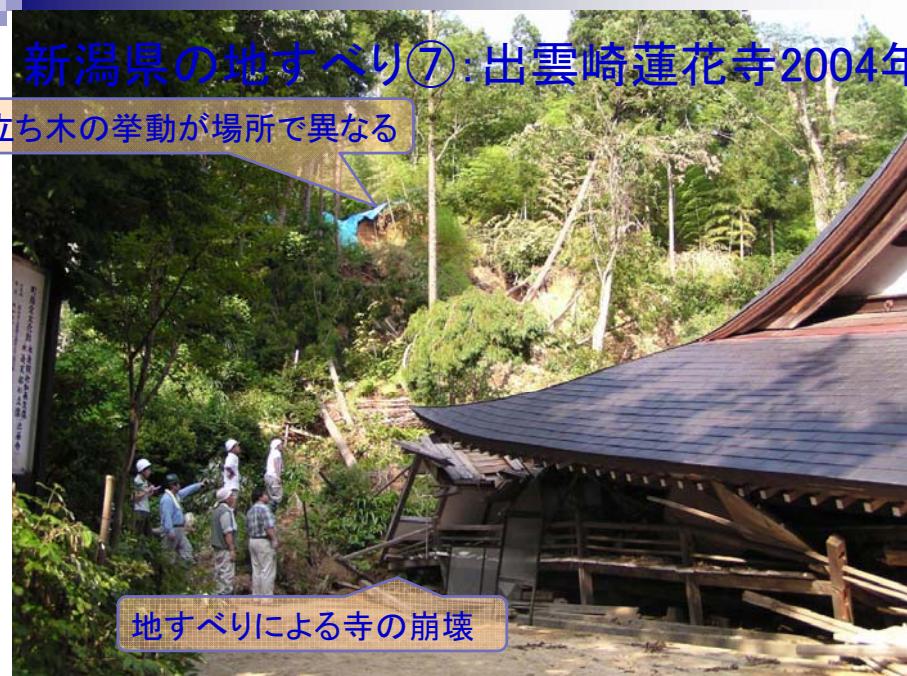


新潟県の地すべり⑥:東川



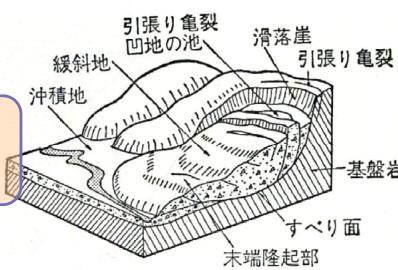
新潟県の地すべり⑦:出雲崎蓮花寺2004年

立ち木の拳動が場所で異なる



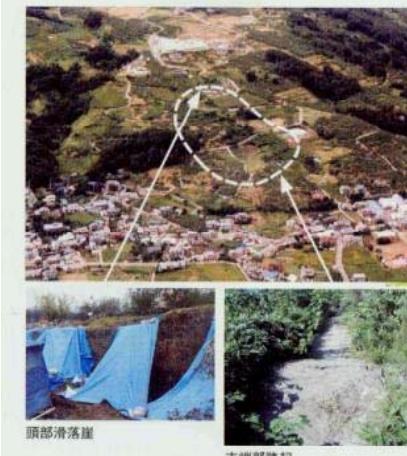
地すべり地形

地すべりは幾つかのブロックを形成:
連動、単独移動の様々な挙動

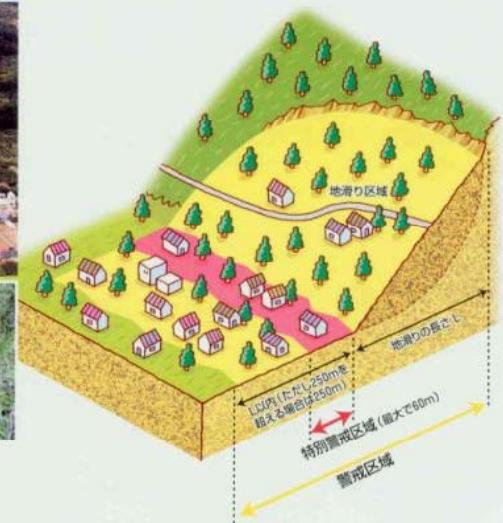


地すべりの挙動①: 崩壊規模とパターン

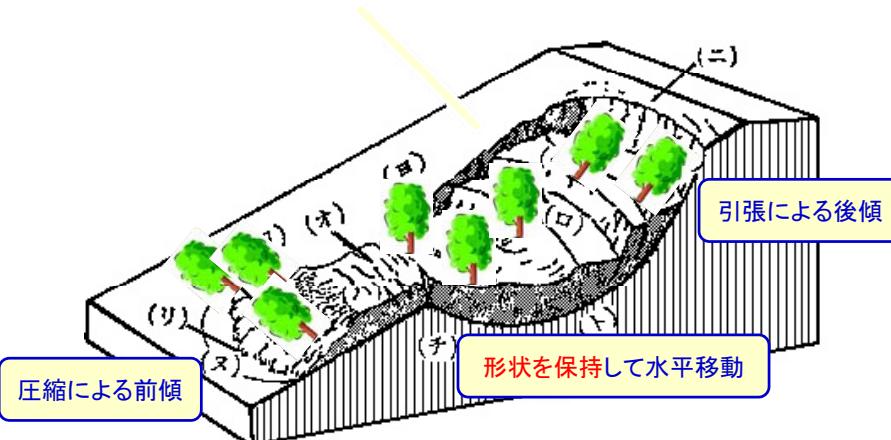
■地滑り ※土地の一部が地下水等に起因して滑る自然現象又はこれに伴って移動する自然現象



(新潟県土木部)



地すべりの挙動②: 崩壊規模とパターン

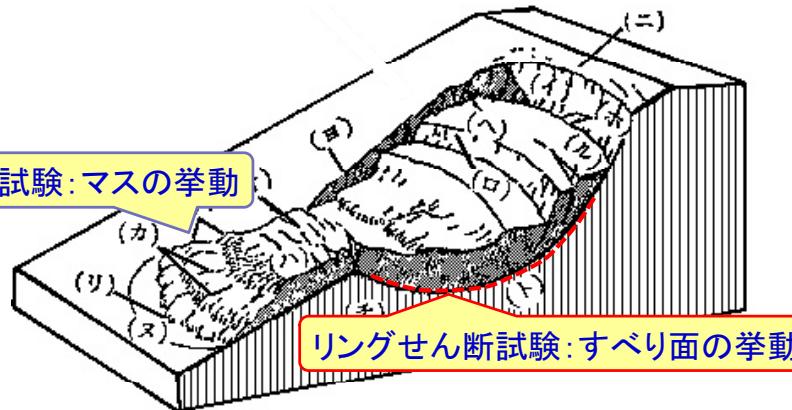


木の傾斜から地すべりを現地判定可能
雪の重力移動でも木が根曲がりするので注意

地すべりの挙動③: 長野県萩乃峰

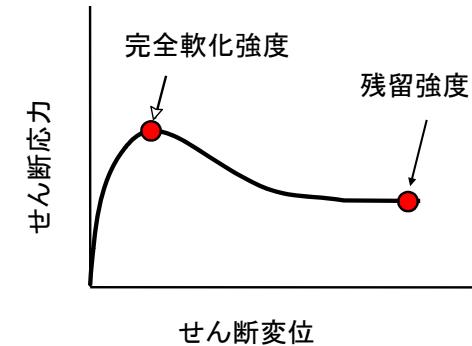


地すべりの挙動④:再すべり型地すべり



地すべりでは斜面内にすべり面(著しいせん断変形)が形成され、特異な(小さな)せん断強度を示す。融雪・降雨期に繰り返し活動する。

地すべりの挙動⑤: 残留強度



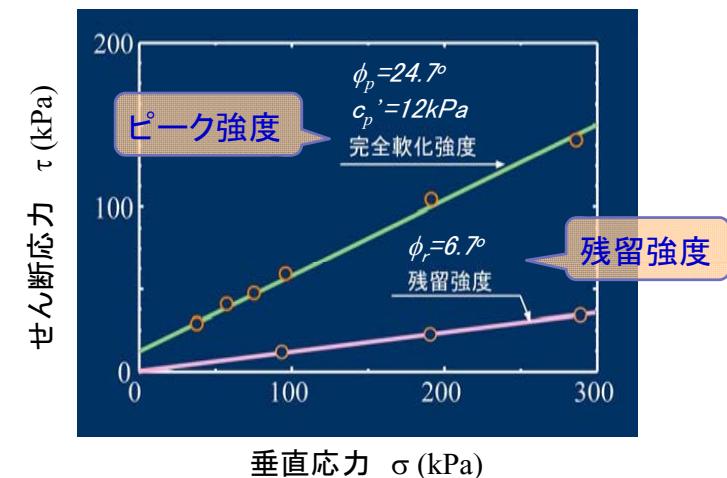
初生地すべりと再すべり型地すべりのせん断強度の差違
($\phi=35^\circ$ 前後) \Rightarrow ($\phi_r=10^\circ$ 前後)

応力制御リングせん断試験



せん断応力を一定に制御し、垂直応力を減少

試料の力学特性: リングせん断試験



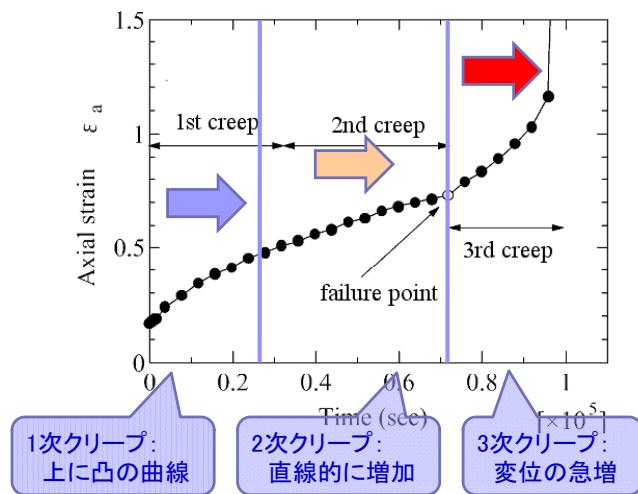
地すべりと崩壊の違い

	地すべり	崩壊
1) 地質	特定の地質又は地質構造で発生	地質との関係なし
2) 土質	主として粘性土をすべり面として滑動する	砂質土(マサ、ヨナ、シラスなど)でも発生する
3) 地形	5°～20°の緩傾斜地に多く発生する。地すべりに特有の地形を示す	20°以上の急傾斜地の0次谷、谷頭部に多く発生する
4) 活動状況	継続性、再発性、時間依存性大	突発性があり、時間依存性少
5) 移動速度	0.01mm/day～10mm/dayが多く、一般に速度は小さい	10mm/day以上で速度は極めて大きい
6) 土塊	土塊の乱れは少なく、原型を保つつた動く場合が多い	土塊はかく乱される
7) 誘因	地下水による影響が大きい	降雨とくに降雨強度に影響される
8) 規模	1～100haで大規模なものもある	面積的規模が小さい
9) 徴候	大きく変動する前に亀裂の発生、陥没、隆起、地下水変動などの徴候	発生前の徴候がなく、突然的に滑落する

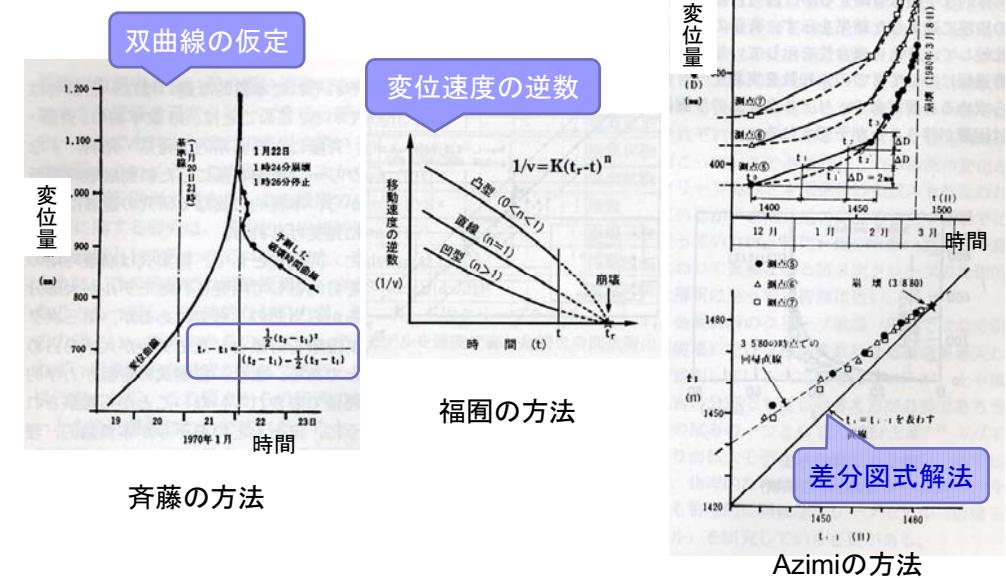
地すべり現象の記録: 奈良県大塔村



地すべりの挙動⑥: クリープ変形



変位観測による崩壊予測

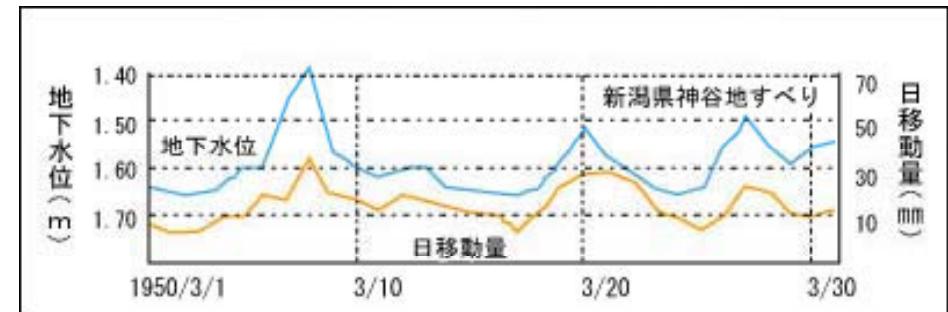


まとめ

- 地すべりは崩壊に伴い、地すべり地形を形成する。斜面傾斜は緩く、融雪期や降雨期に発生する。
- 地すべりは緩速破壊を起こす。変位の発生はクリープ挙動と言われ、1次、2次、3次（加速クリープ）の挙動を示す。
- 地すべりには初生すべりと再すべりがある。再すべりでは斜面内にすべり面が形成される。すべり面のせん断強度は残留状態という低強度状態に至る。
- 地すべりの崩壊予測は変位のモニタリングによる方法（例えば、斎藤の方法）がある。

地すべりの発生原因①：降雨・融雪

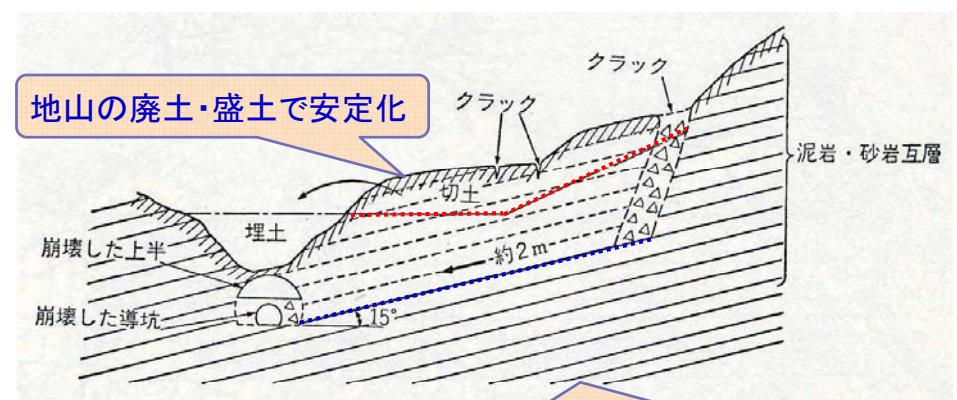
- 地すべりは融雪期や降雨期に発生することが多い。
- 地下水位の上昇は、間隙水圧の増加 ➡ 有効応力の減少、➡ 地盤強度の低下 ➡ 地すべりの発生を誘導する。



地すべりの発生原因②：ダムの湛水

- ダムの湛水は斜面の地下水位を上昇させることから、ダム湖に沿う周辺斜面の地すべりを誘発する。
- 巨大な地すべりはダム湖に向かって発生すると、津波を引き起こし、ダム本体を越水、破壊する危険性がある。
- ダムの湛水では、湛水時または水位降下時に地すべりが発生する危険がある。

地すべりの発生原因③：地形の人工改変



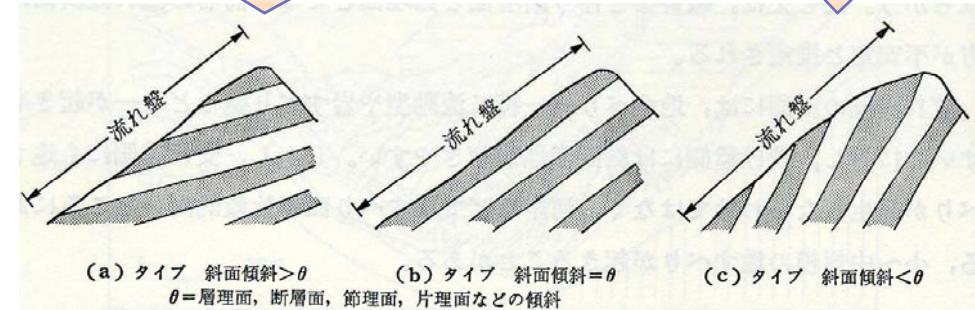
トンネルの施工に伴う、地すべりの誘発
地層構成に従って、低強度地層に沿って斜面崩壊

地すべりの分類

微地形	平面形	推定される内部構造						
凹陥地	 	<p>① 大規模なスランプによるもの 凹陥地 凹陥地</p> <p>② 地下侵食によるもの 凹陥地 土地内のルーズな部分 地下水による波出</p> <p>③ 不規則な移動 漸粘性流動による地表面 凹凸など</p>						
溝状の凹地 亀裂 段差のついた亀裂	<table border="1"> <tr> <td>土壌の上半部のもの</td> <td> </td> <td> 引張領域 亀裂 段差のついた亀裂 構造的凹地（開いた亀裂） </td> </tr> <tr> <td>土壌の下半部のもの</td> <td> </td> <td> 圧縮領域 せん断による亀裂 前方への引張領域 </td> </tr> </table>	土壌の上半部のもの	 	 引張領域 亀裂 段差のついた亀裂 構造的凹地（開いた亀裂）	土壌の下半部のもの	 	 圧縮領域 せん断による亀裂 前方への引張領域	
土壌の上半部のもの	 	 引張領域 亀裂 段差のついた亀裂 構造的凹地（開いた亀裂）						
土壌の下半部のもの	 	 圧縮領域 せん断による亀裂 前方への引張領域						

地すべりの分類: 流れ盤斜面

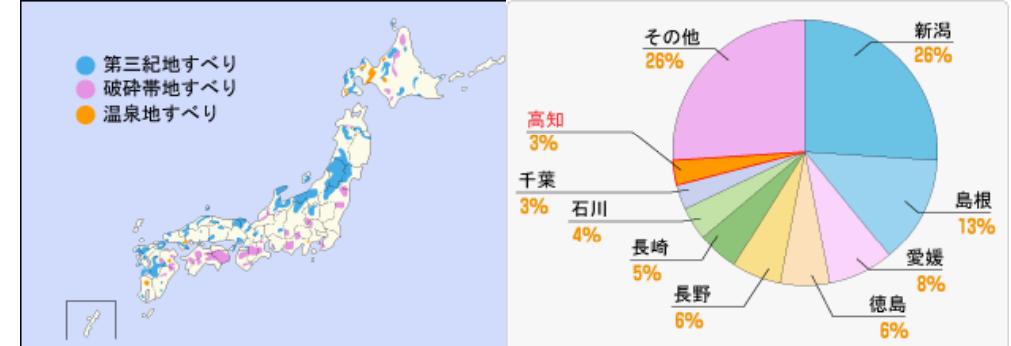
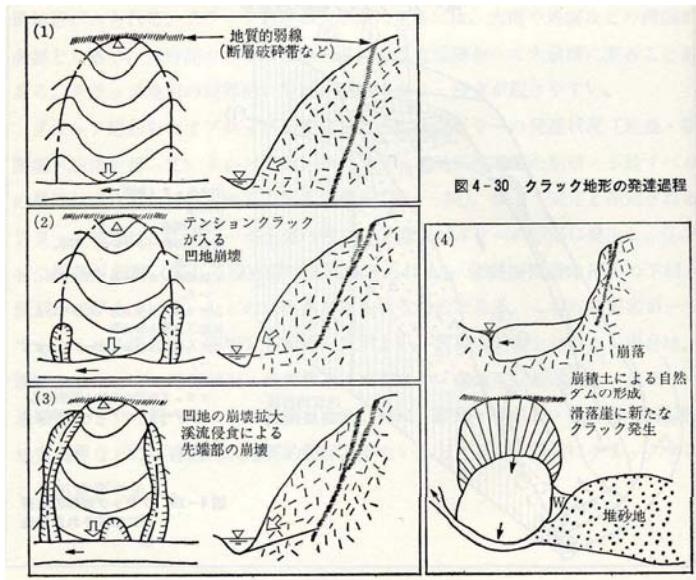
柱目斜面: もっとも危険



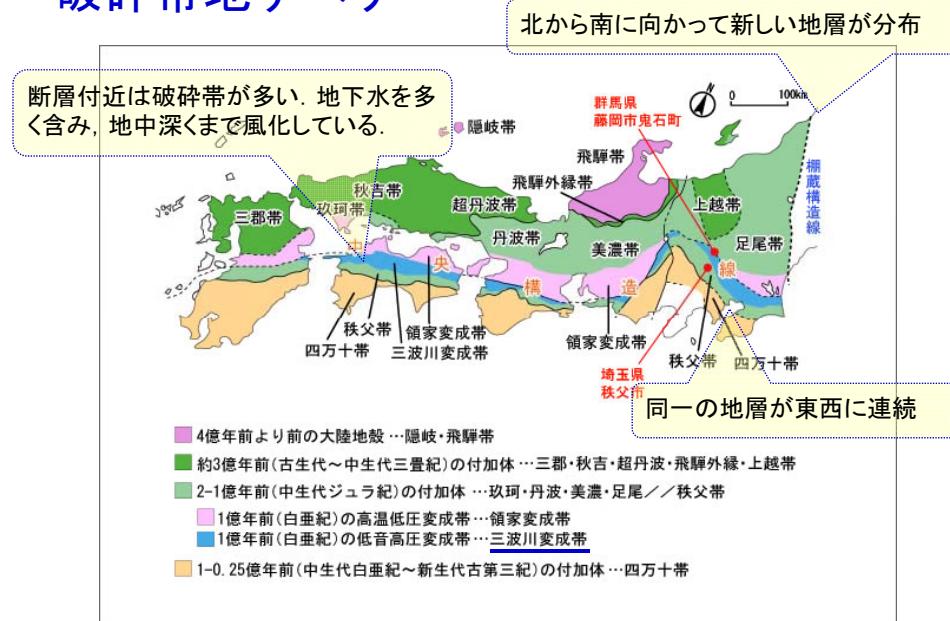
亀裂型崩壊

バックリング破壊

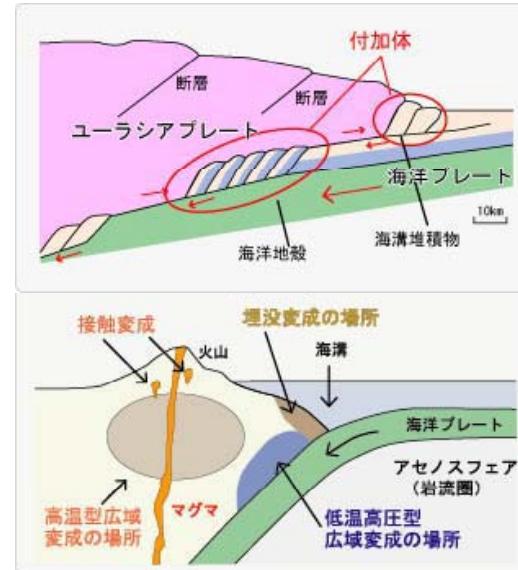
地すべりの種類と分布



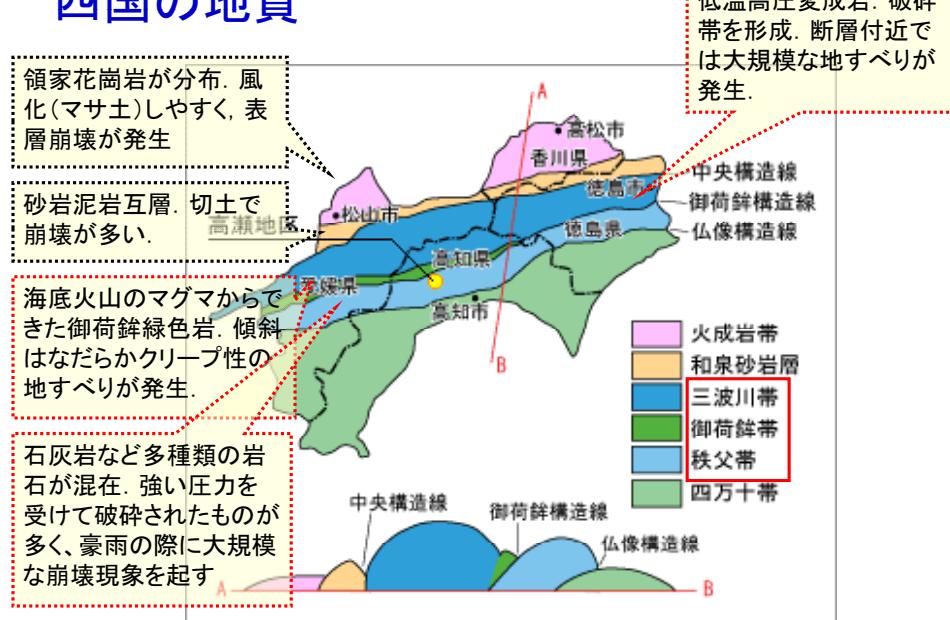
破碎帯地すべり



变成岩の形成



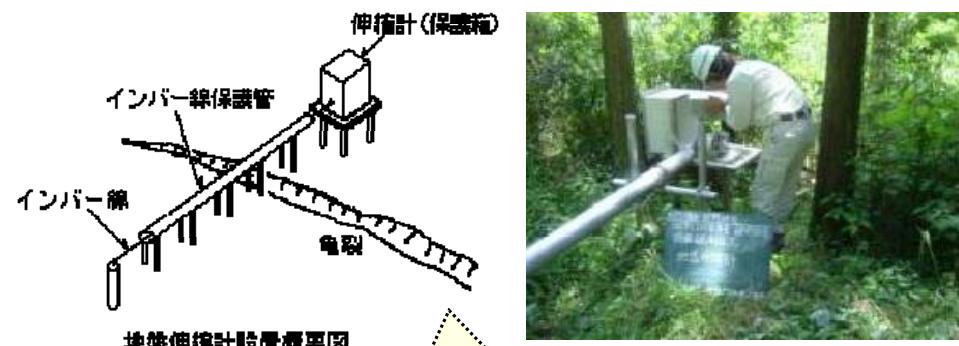
四国の地質



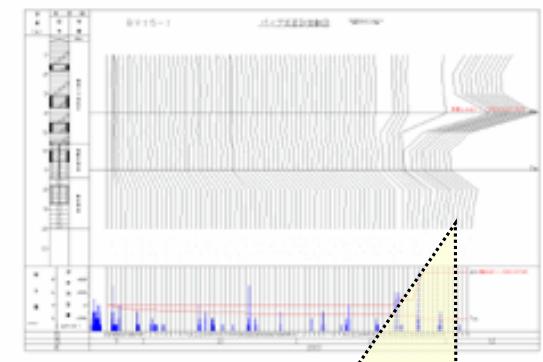
まとめ

- 地すべりの発作要因に人为的作業がある。ダムの 堪水や斜面工事(切土・盛土)は注意が必要である。
- 地すべりは地質と相関が高い。流れ盤斜面でも地 形と地質の傾斜関係で様々な破壊形態が発生する。
- 地すべりは地質により、第三紀地すべり(泥岩・凝灰 岩), 破碎帯地すべり(变成岩), 温泉地すべり(变 成岩)がある。発生機構により運動形態が異なる。
- 太平洋側はプレートによる地盤堆積環境が同様な ので、問題地層の連続性が見られる。

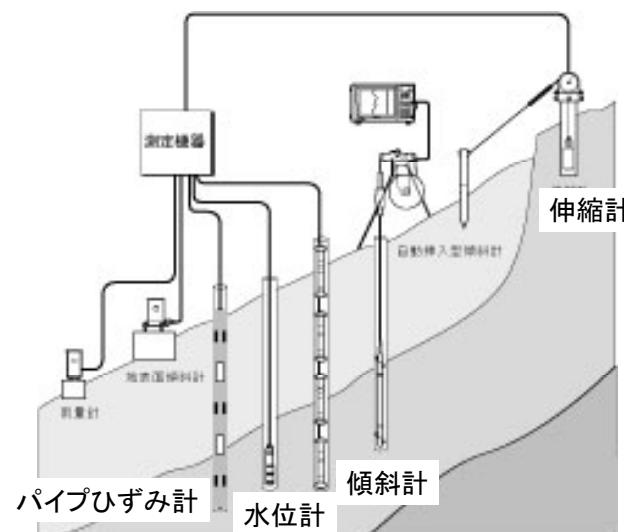
地すべりのモニタリング②: 変位計



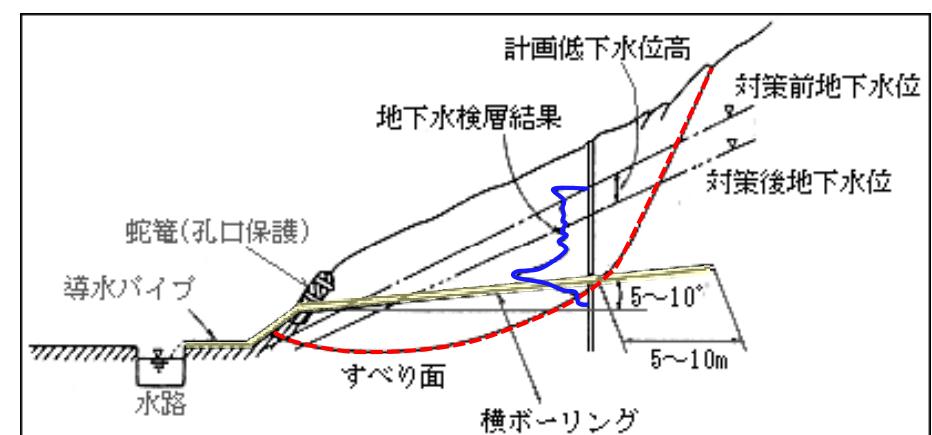
地すべりのモニタリング③: 傾斜計



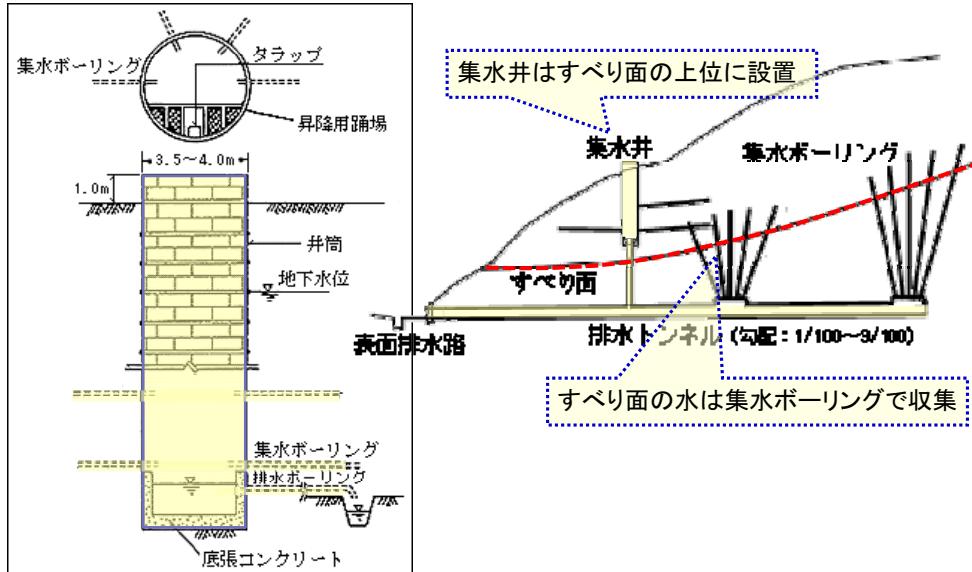
地すべりのモニタリング④: 水位計測



地すべり対策工①: 排水工(横ボーリング)

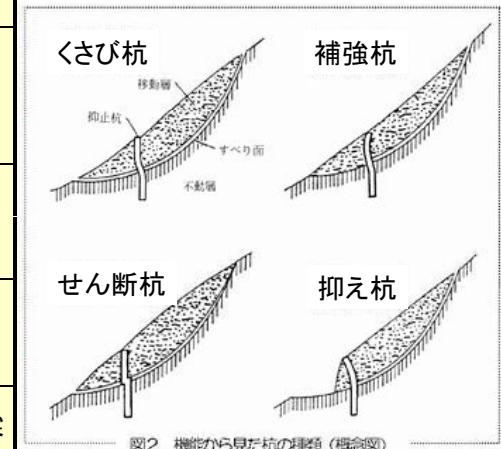


地すべり対策工②: 排水工(集水井)



地すべり対策工③: 抑止杭

杭種類	概要
くさび杭	杭に発生する杭のせん断抵抗力および曲げ抵抗力で安定化
補強杭	地すべり変位が起きないことを前提に補強する
せん断杭	すべり面での杭のせん断力により安定化
抑え杭	すべり面より上を片持ち梁として設計



地すべり対策工④: 抑止杭



地すべり対策工⑤: 排土工・抑え盛土工

