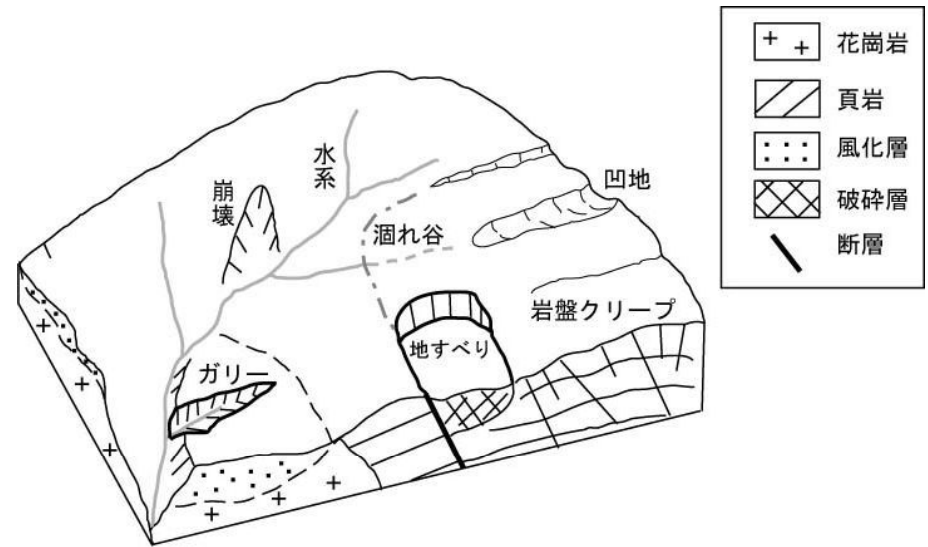


# 地形発達史から斜面防災を考える

弘前大学農学生命科学部  
檜垣 大助



地形は地盤内部の様子も教えてくれる

## 地すべり踏査で地形を見る視点

(1)対象地すべり地を含む比較的広域の地形発達・地質構造発達のおおまかな理解

(2)対象地の地形発達(変遷)史の推論と、現在の地すべり地・周囲の地形変化動向の把握

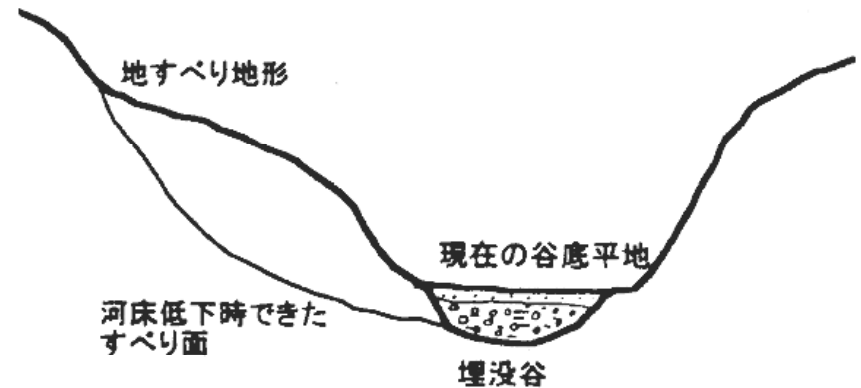
既往資料を用意して現地踏査

↓  
機構や規模などを推論、仮説を逐次検討

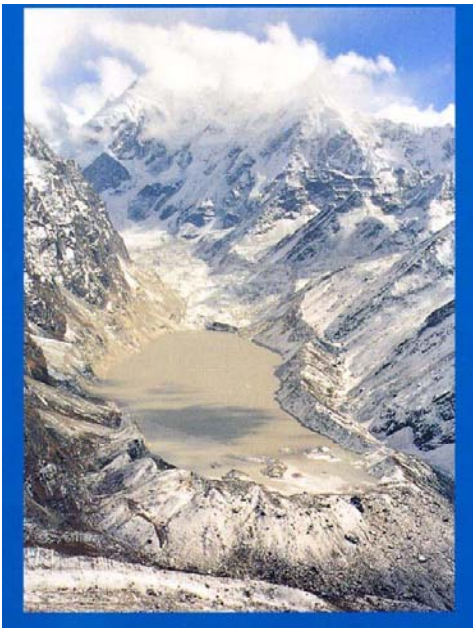
↓  
地表での変状・微地形・地下構造を説明できる機構や移動範囲を想定し、今後の挙動を推定する。



## 広域地形発達から考える



埋没谷と河床低下時の地すべりのすべり面(現河床より深いすべり面もありうる)



5

氷河前進期=氷河侵食による  
U字谷とモレーン  
形成

氷河後退 → 湛水(氷河湖)

今後のプロセス=モレーンを  
越流・侵食  
岩盤や氷塊の  
崩落

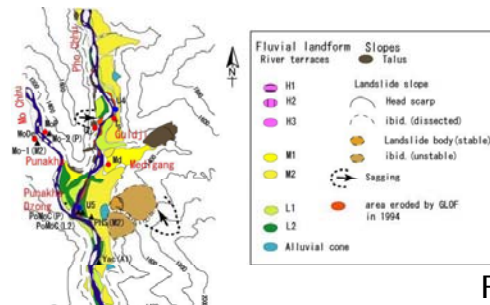
↓  
氷河湖決壊  
洪水

氷河湖の形成に見る地形発達と現在の地形変化動向  
above: Tscho Rolpa (写真: Yamada, 1998)



6

1994年氷河湖決壊洪水が残した砂層からなる低位段丘  
Punakha, Bhutan (氾濫に加え河岸侵食が起きやすい)



7

Fig.5 Erosion and

地形分類図を作る

同じような営力・時代にできた地形単位をくくって、  
その地域の地形が、いつどのようにできてかを探る  
ための地図

↓  
今後起こる土砂移動現象とその場所を予測

地形・地質発達過程と現在の地形変化動向  
から地すべり対策工を検討

8

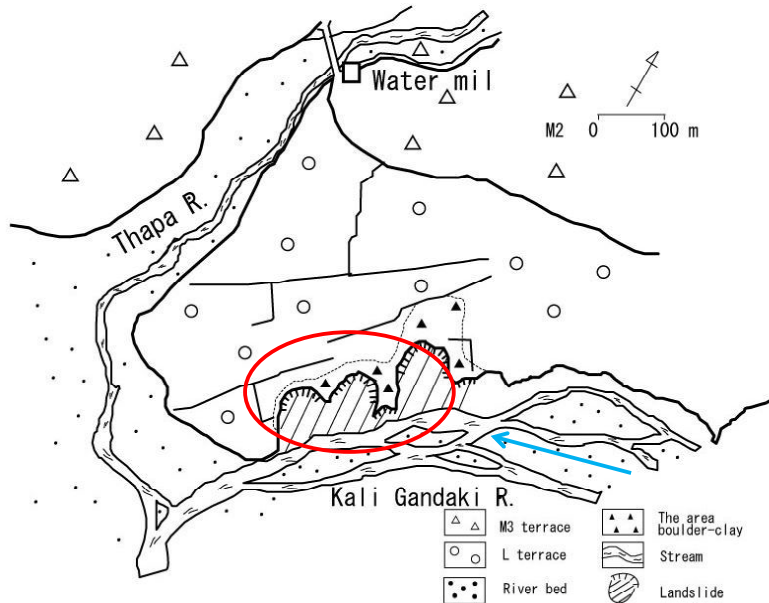
1 河岸侵食による地すべり



Sept 97

ネパール ツクチェ村におけるカリガンダキ川右岸の  
河岸侵食

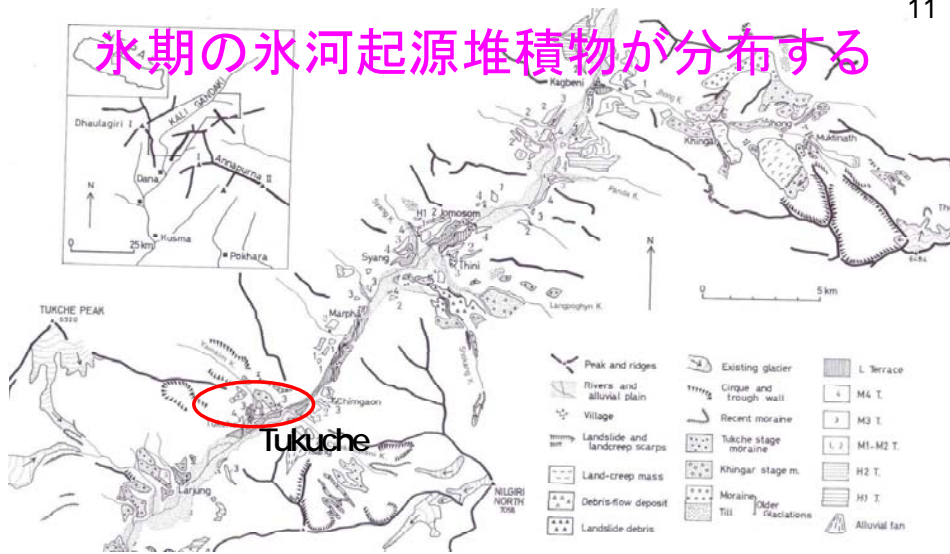
(↓: 地すべり)



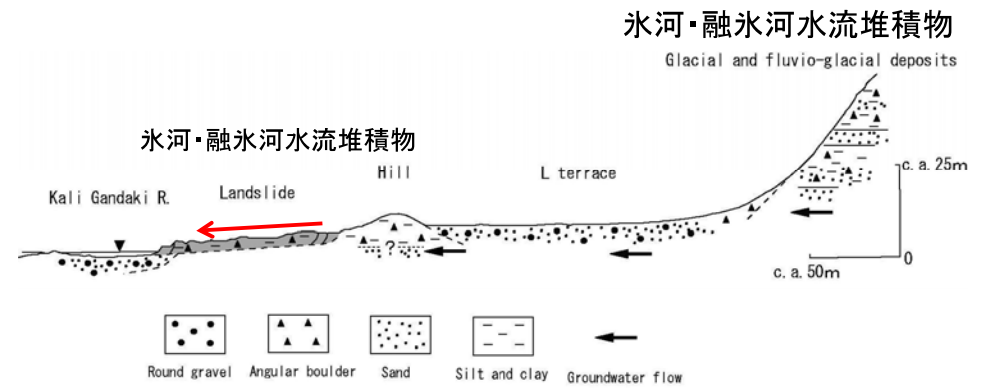
ツクチェ村周辺の地形分類



角礫粘土層に発生している地すべり(Mar. 97)



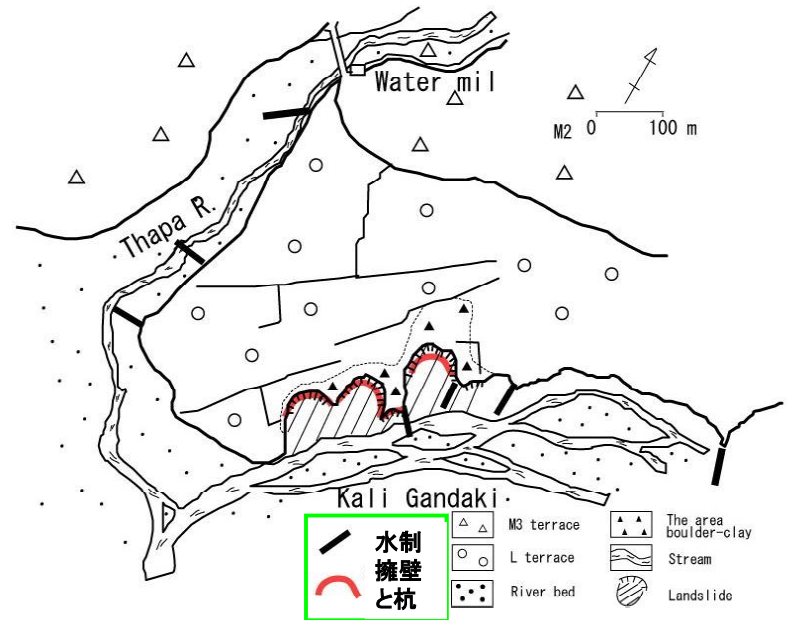
カリガンダキ川沿いの地形分類図(一部)  
(Iwata, 1984)



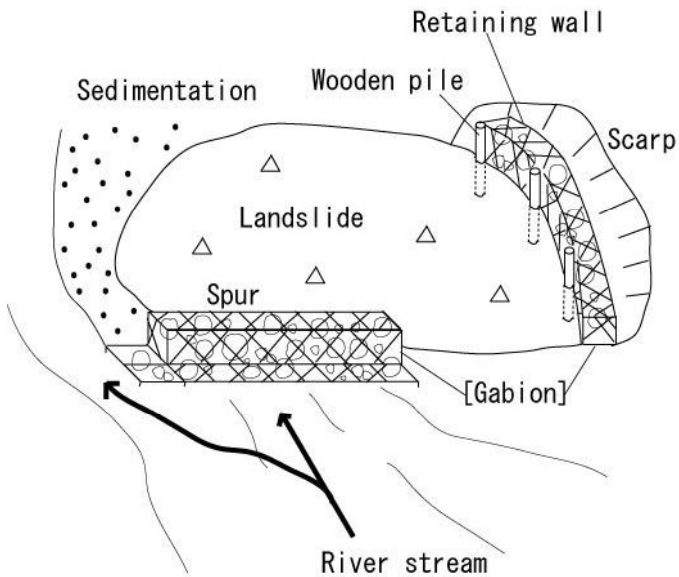
地すべり地付近の地形・地質模式断面図



カリガンダキ川沿いの地すべり(Mar. 97)



河岸侵食と地すべりへの対策工配置



地すべり対策模式図



地すべり地の河川上流側への水制の設置  
(Sept 1997)

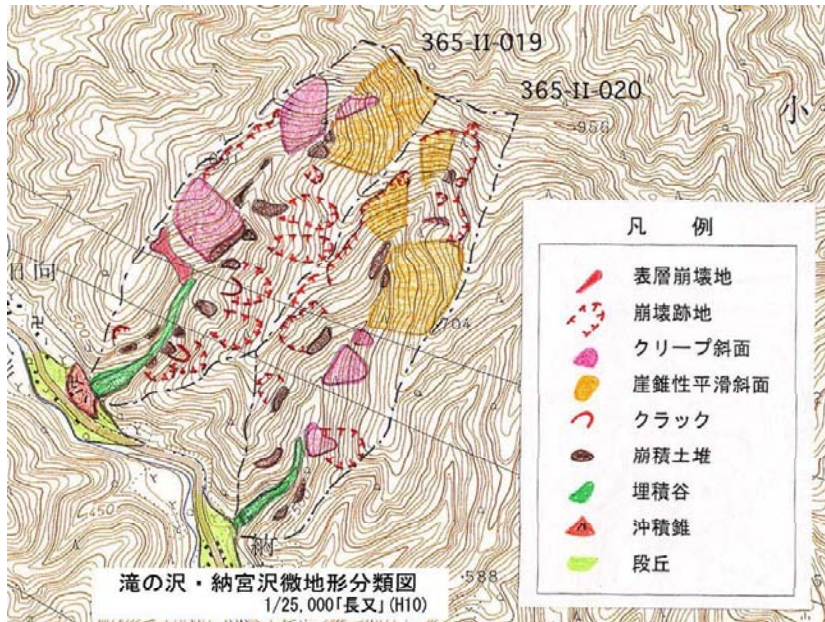


透過型水制下流側に土砂が堆積

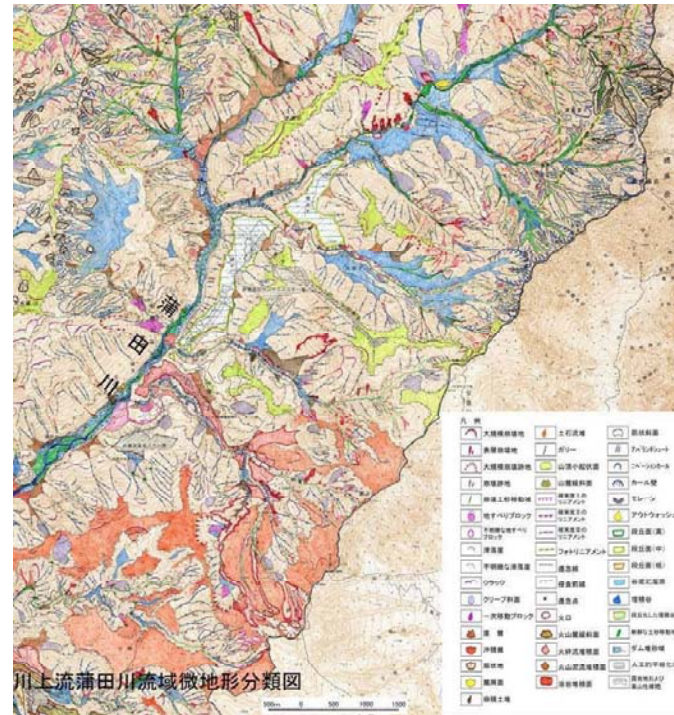
後退性地すべりの拡大を防ぐ木杭+ふとん籠擁壁、水制による土砂堆積 (Sept. 05)



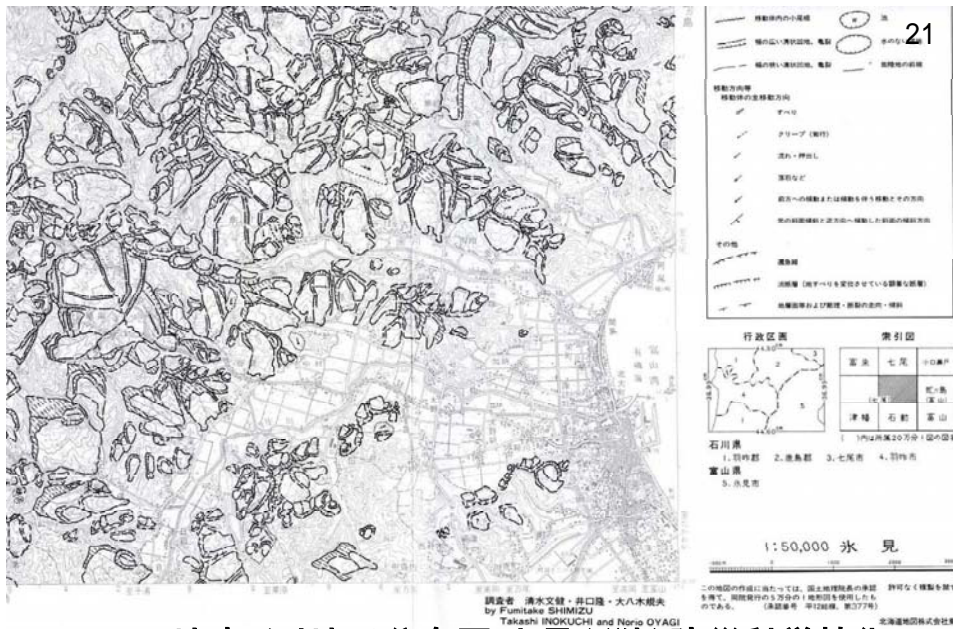
ヤナギが植えられ放牧地として利用されている地すべり地 (Sept. 05)



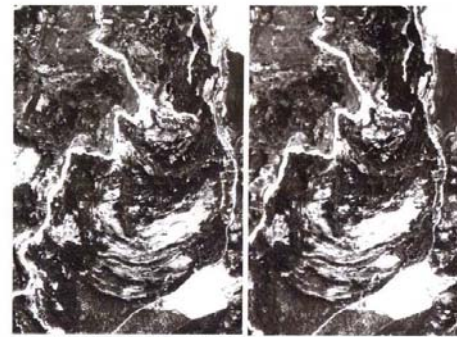
崩壊危険性の高い溪流での対策検討(大石道夫, 2007 微地形から出発する砂防)



神通川水系砂防事務所(2001)による微地形分類図 (大石, 2007より)



1/50,000地すべり地形分布図 氷見((独)防災科学技術研究所, 2001)



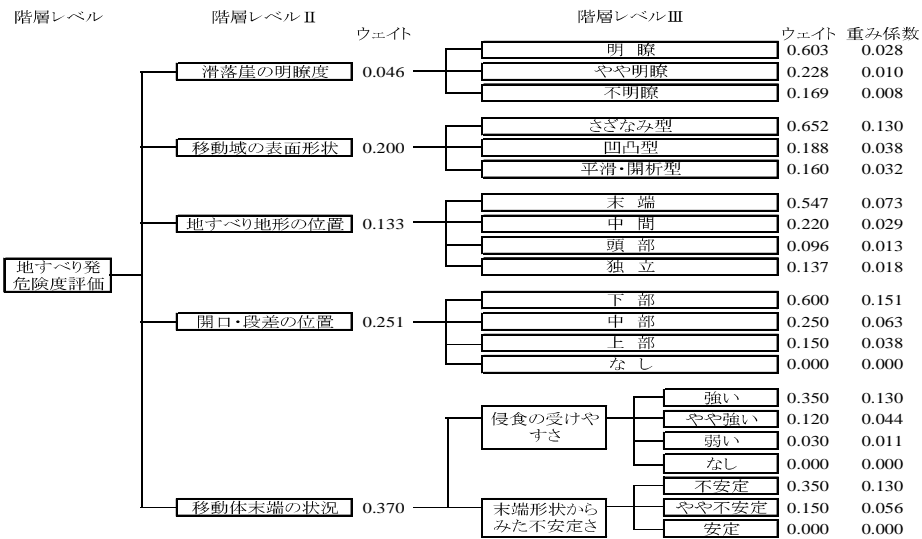
寒風田地すべり判定用 写真 1946年



寒風田地すべり判定用 写真 1960年

### 地すべり発生危険度評価—専門家診断システムの構築

**AHP法による地すべり地形の地形的位置と微地形の明瞭度に注目した危険度判定手法**  
 (日本地すべり学会・国土交通省阿賀野川工事事務所, 2002)



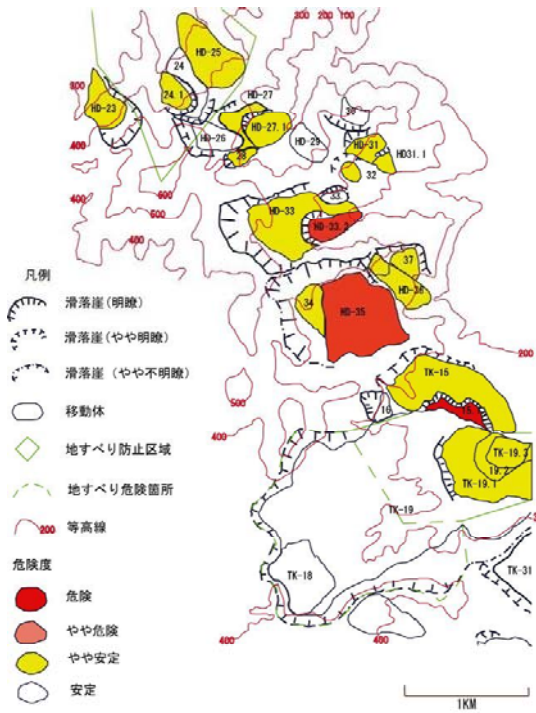
AHP法による危険度判定要因の階層構造図

表-1 AHP得点表一部

地図名	新ID	滑落崖	表面形状	位置	亀裂	侵食による	末端形態	備考	防止区域	区域番号
HD	24	1	2	2	4	2	3	支流	1	R 382-0004
HD	24.1	1	2	1	4	2	1	支流上	1	R 382-0004
HD	25	2	2	4	3	3	2	支流上	1	R 382-0004
HD	26	2	2	3	3	3	3		1	R 382-0004
HD	27	2	3	3	4	3	2	末端の半分が不明	0	
HD	27.1	2	2	1	4	3	1	位置中下	0	
HD	28	1	1	4	4	3	1	支流上	0	
HD	29	2	2	4	4	3	2	谷開析	0	
HD	30	2	3	4	4	3	2	谷開析	0	
HD	31	2	2	3	1	4	3		0	
HD	31.1	2	2	1	4	3	1	位置中下	0	
HD	32	2	2	4	3	4	2		0	
HD	33	2	2	3	4	1	2	下方地すべり	0	
HD	33.1	1	1	4	4	3	1		0	
HD	33.2	1	1	1	2	3	1	末端崩壊可能	0	
HD	34	2	1	3	3	3	2	支流上	0	
HD	35	1	1	2	1	3	2		0	
HD	36	1	1	4	4	3	1		0	
HD	37	2	1	4	4	3	1	支流上	0	
TK	15	1	1	2	3	3	2		1	R 381-0001
TK	15.1	1	1	1	3	3	1		1	R 381-0001

備考	1:明瞭	1:さざなみ	1:末端	1:下部	1:強い	1:不安定
	2:やや明瞭	2:凹凸	2:中間	2:中部	2:やや強い	2:やや不安定
	3:不明瞭	3:開析・平滑	3:頭部	3:上部	3:弱い	3:安定
			4:独立	4:なし	4:なし	



地すべり地形危険度分布図(検垣ほか, 2003)

事例2 空中写真判読を活用して、河川沿いの地すべり災害への対応策を検討

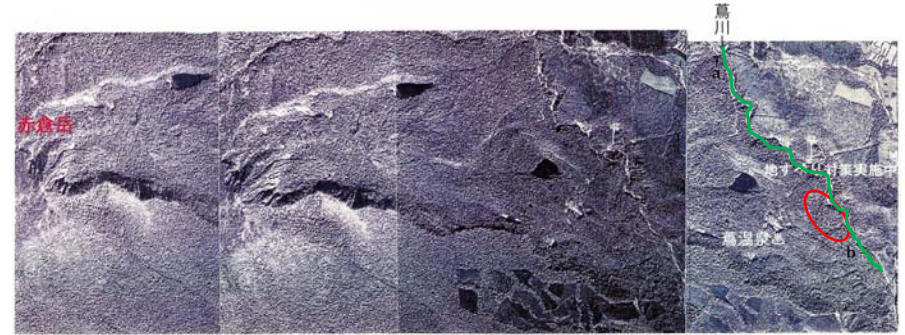
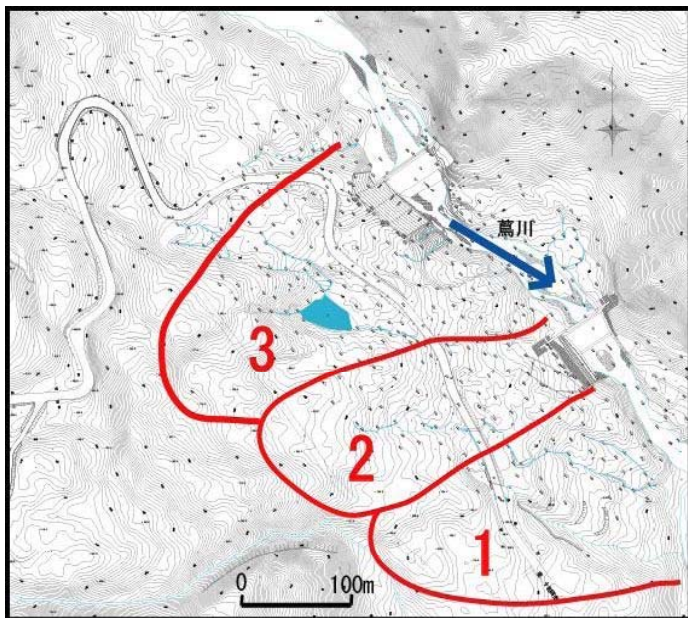
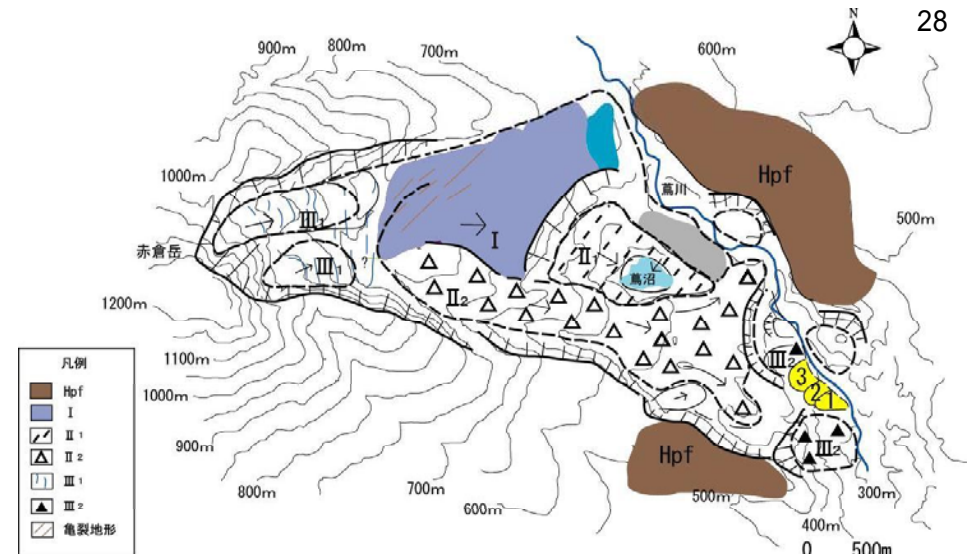


写真8-21 青森県上北郡葛温泉付近 (八甲田山)

青森県八甲田山葛川地すべり



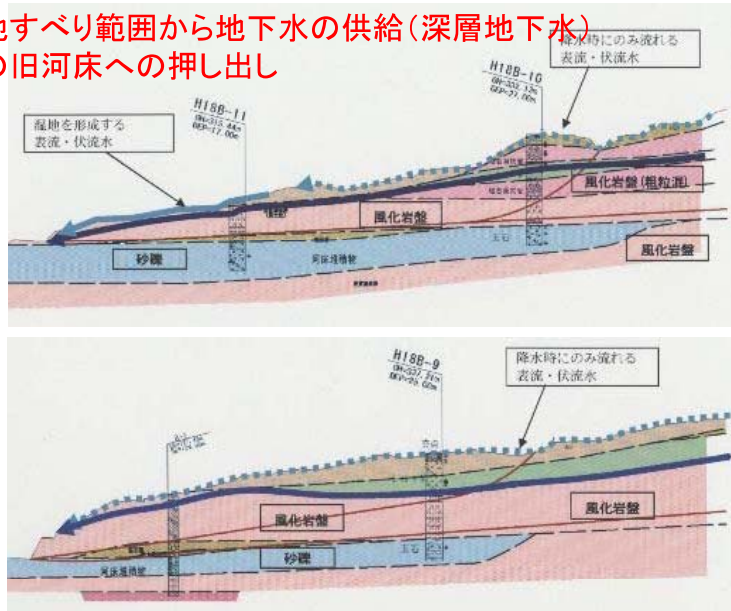
被災個所の平面図  
堰堤の破壊と国道にキレツが発生  
(原図は青森県による)



被災地は赤倉岳東斜面の巨大地すべり地形の末端に位置

大規模地すべりは数度(I~Ⅲ2)にわたって発生、Ⅲ2の下にもⅡ1など古いすべり面存在の可能性

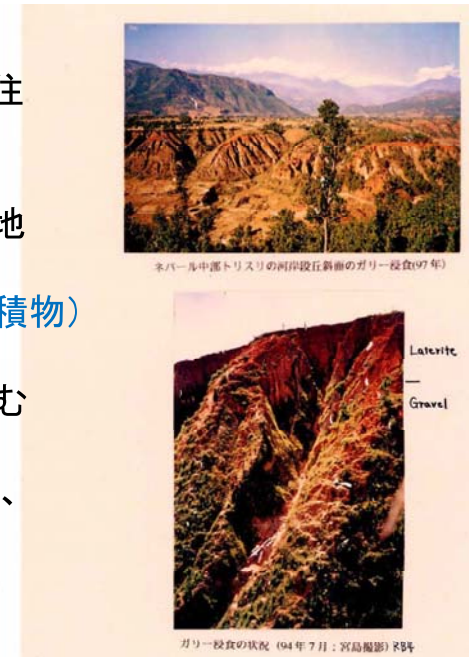
巨大地すべり範囲から地下水の供給(深層地下水)  
末端の旧河床への押し出し



1ブロック(上)、2ブロック(下)主断面での地質と地下  
水流動概念図(青森県・復建技術コンサルタント(株))

29

山地斜面からの移住  
↓  
段丘面を農地に、  
段丘崖斜面を放牧地  
に利用  
(段丘礫層+洪水砂堆積物)  
↓  
段丘崖の侵食が進む  
↓  
土地が使えなくなり、  
貧困に拍車



30

河岸段丘斜面でのガリー侵食(トリスリ郡ピパルタール)



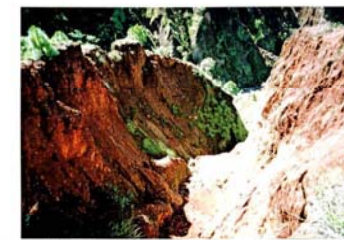
97年3月



98年8月

乾季にクラックが形成され(左)雨季に崩壊して(右)ガリー侵食が進む

31



側壁から落ちた土砂がガリー底の侵食により除去され、新たな崩壊を進める  
(RB-5 Pipatar model site, 上: 94年7月(宮島撮影), 下: 98年6月)

32

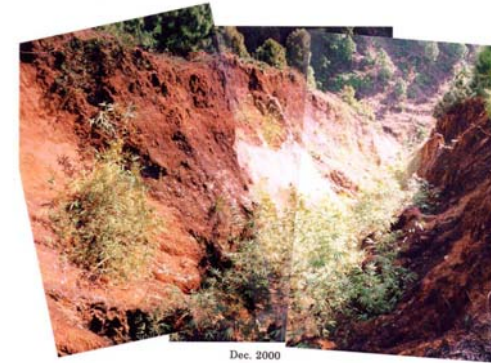




ふとんカゴ砂防堰堤によるガリー侵食対策(1995)



Mar. 1998



Dec. 2000

The gully RB5A has been recovered by bamboo planted in June, 1997.

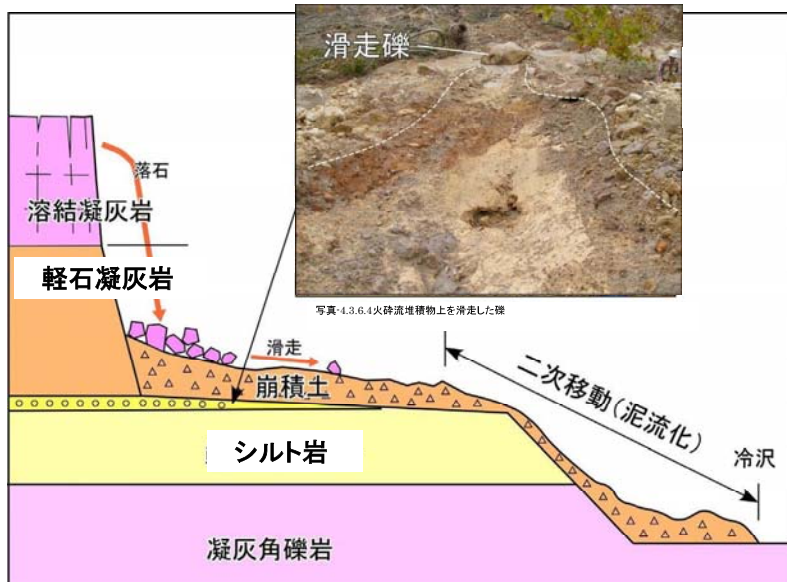
事例3 旧カルデラ埋積物の視点で地すべり起源<sup>36</sup>  
崩壊の発生箇所を探り、今後の危険斜面を検討



タケ植栽によるガリー侵食対策



耕英地区冷沢では多数の崩壊・地すべりが発生



ステップ状地形が背後に拡大するように、シルト岩最上面～軽石凝灰岩下面で地すべり性崩壊として発生

地形発達史と現在の地形プロセス把握に基づく斜面防災対策

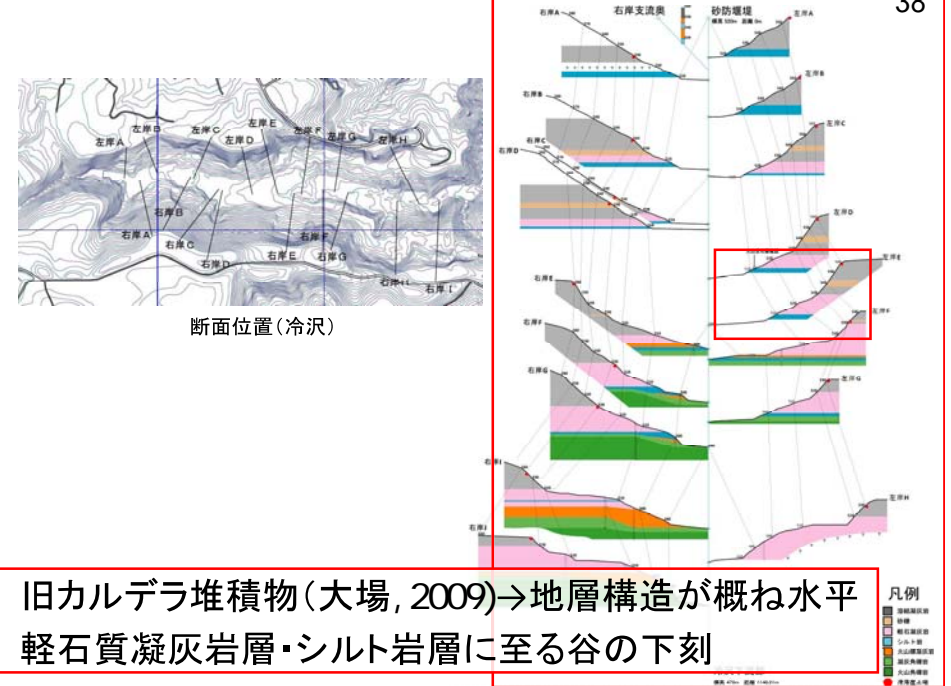
(手法) 踏査・調査/観測データ・既往資料＋  
地形分類図—対象や分析スケールに応じた地形分類

(読み取り事項)

- ・各地形を作った営力・時期、その広がり
- ・内部構造・構成物質の推定
- ・地形変化動向—現象と強さ(頻度)←モニタリングデータ・過去の変動など

(対策検討)

斜面地盤に関する総合判断←地形学の基礎的法則性＋対応事例 の活用＝診断システム、手引書



旧カルデラ堆積物(大場, 2009)→地層構造が概ね水平  
軽石質凝灰岩層・シルト岩層に至る谷の下刻