

大規模土砂災害対策技術センターの 取り組み —研究内容の紹介—

国土交通省国土技術政策総合研究所土砂災害研究部
砂防研究室

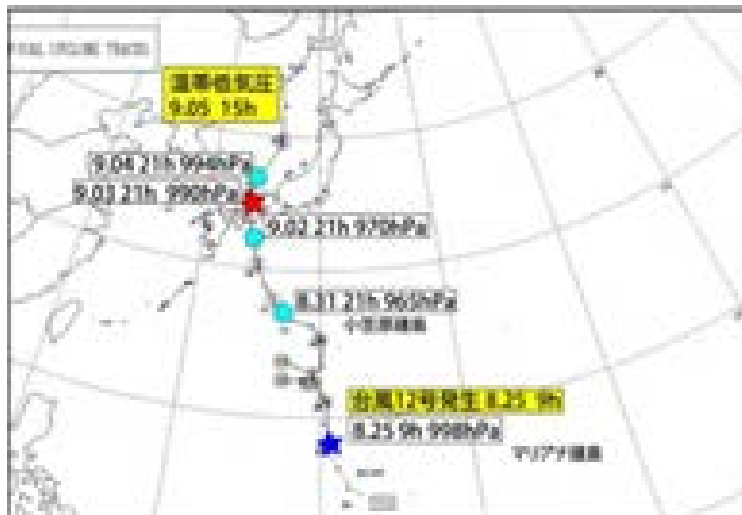
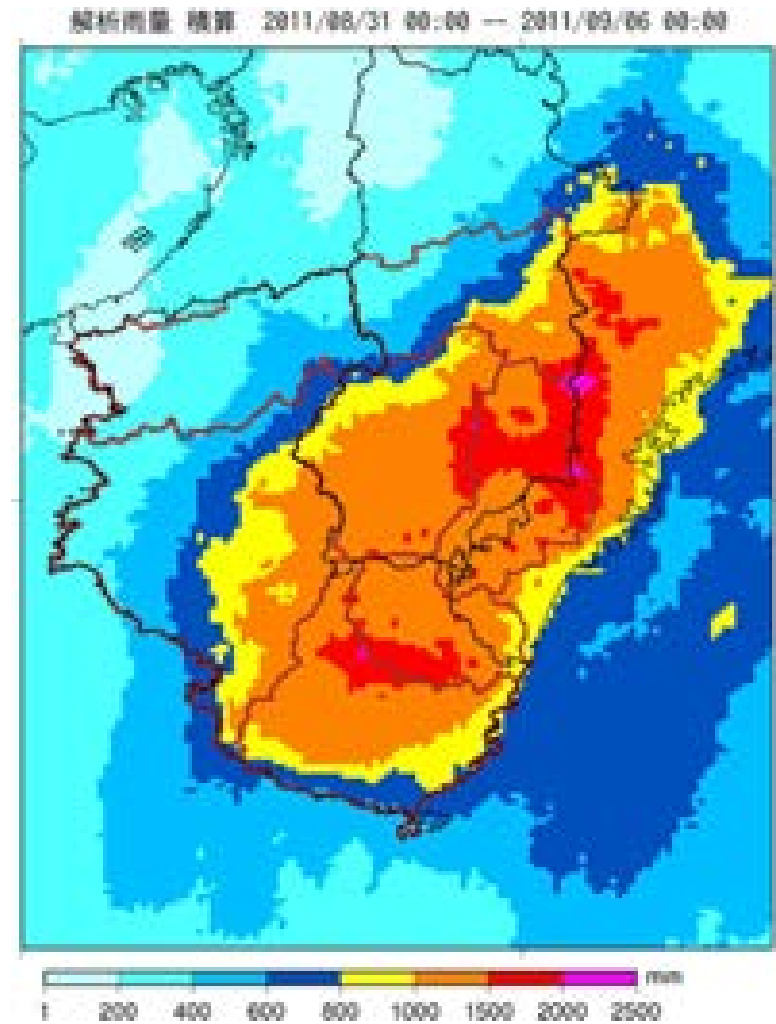
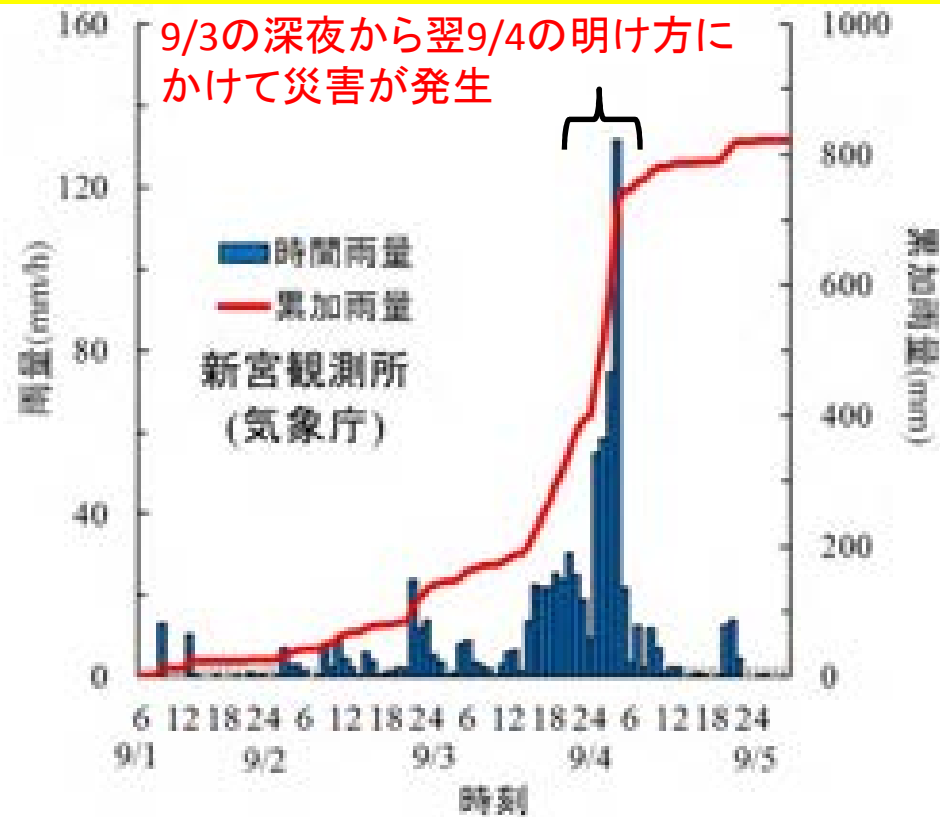
(近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター)

主任研究官 木下篤彦

那智川について



平成23年の那智川での災害について



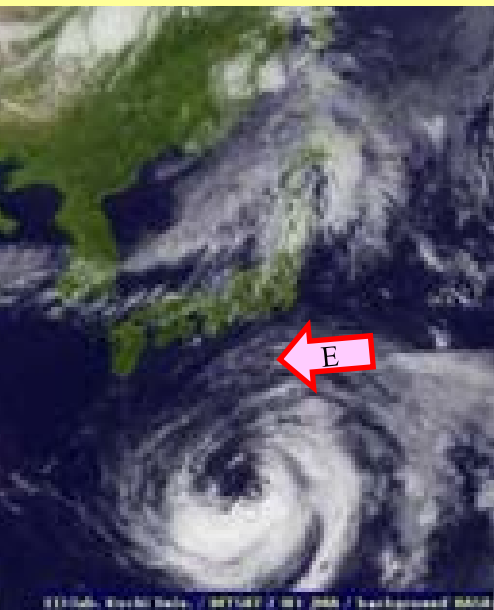
気象衛星画像による雲の状況 (2011年8月31日～9月4日)

日本付近の赤外線画像

8月31日9h

潮岬 (500hpa)
風向: 東(89°)
風速: 11m/s
相对湿度: 9%
気温: -3.3°C

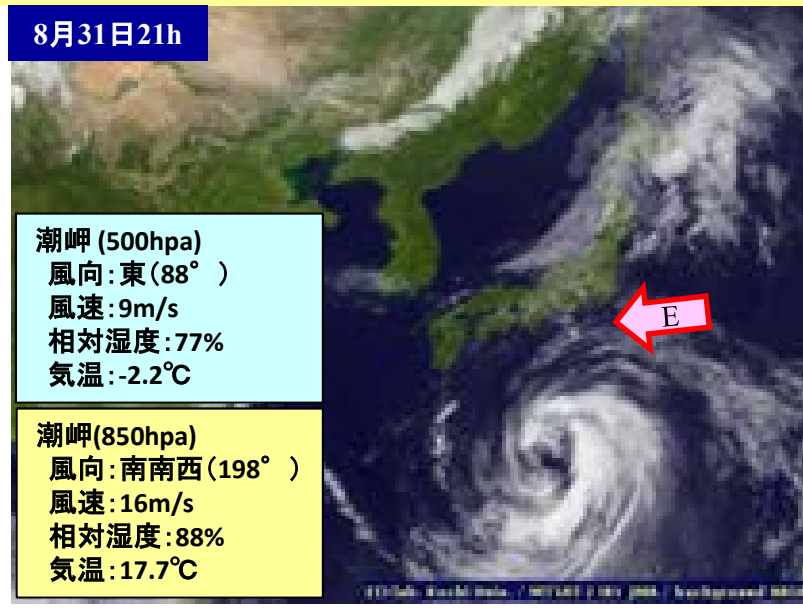
潮岬 (850hpa)
風向: 東(86°)
風速: 19m/s
相对湿度: 92%
気温: 18.0°C



8月31日21h

潮岬 (500hpa)
風向: 東(88°)
風速: 9m/s
相对湿度: 77%
気温: -2.2°C

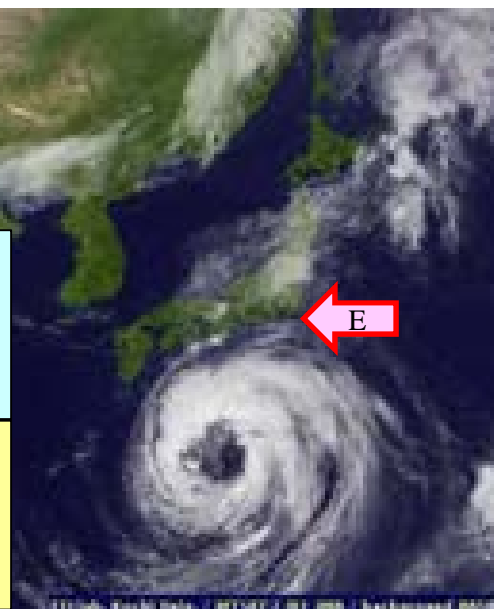
潮岬 (850hpa)
風向: 南南西(198°)
風速: 16m/s
相对湿度: 88%
気温: 17.7°C



9月1日9h

潮岬 (500hpa)
風向: 東(85°)
風速: 15m/s
相对湿度: 99%
気温: -2.9°C

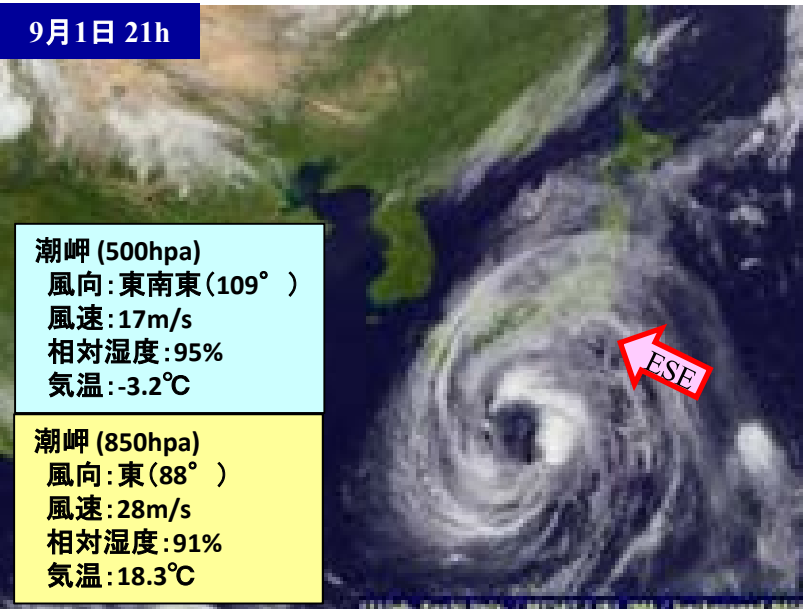
潮岬 (850hpa)
風向: 東(97°)
風速: 21m/s
相对湿度: 100%
気温: 18.8°C



9月1日 21h

潮岬 (500hpa)
風向: 東南東(109°)
風速: 17m/s
相对湿度: 95%
気温: -3.2°C

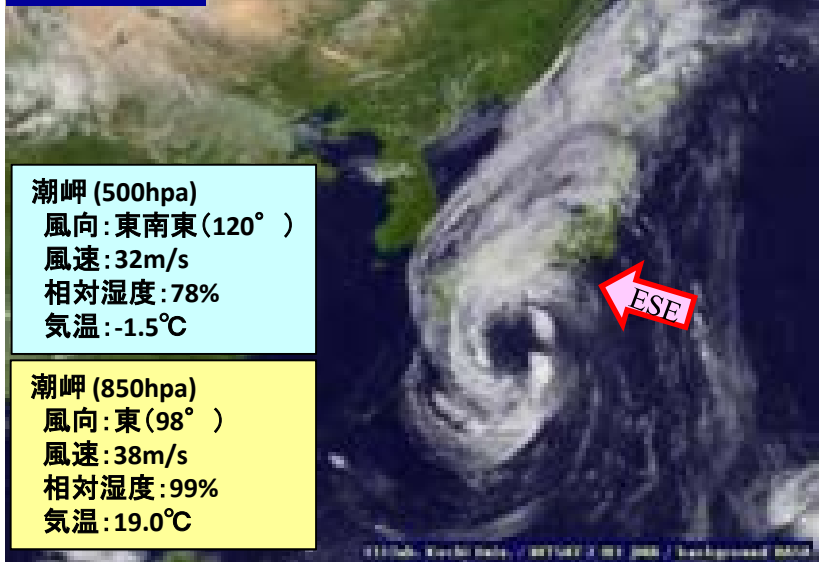
潮岬 (850hpa)
風向: 東(88°)
風速: 28m/s
相对湿度: 91%
気温: 18.3°C



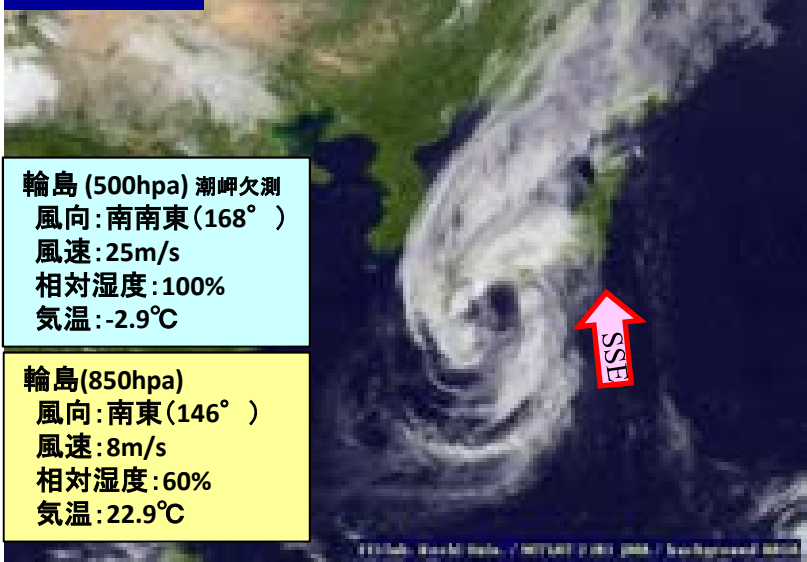
気象衛星画像による雲の状況 (2011年8月31日~9月4日)

日本付近の赤外線画像

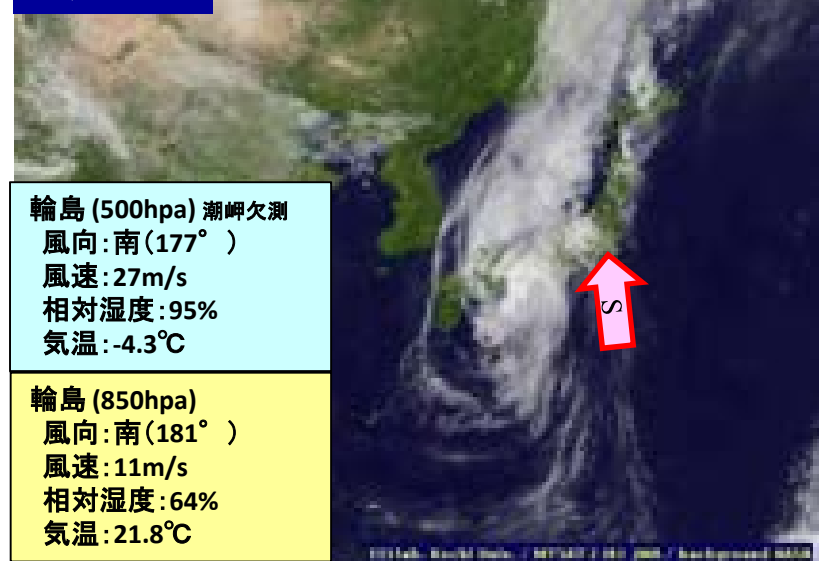
9月2日9h



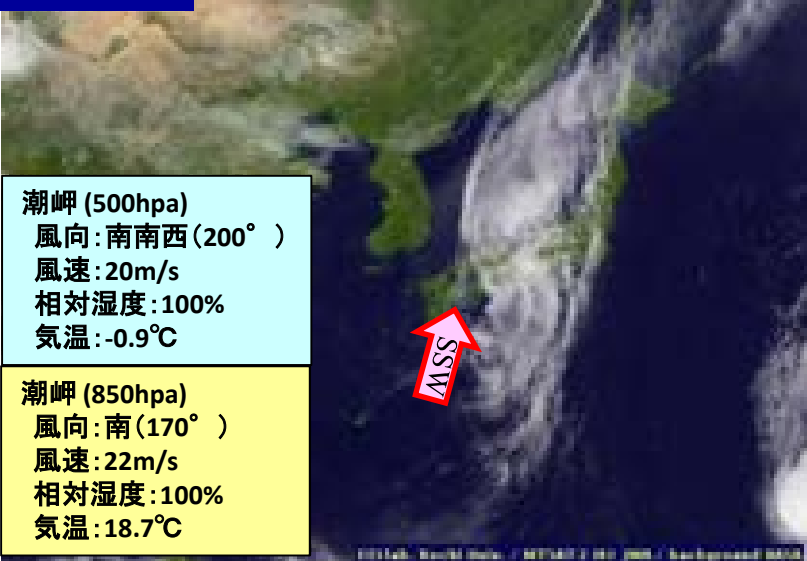
9月2日21h



9月3日9h



9月3日 21h



気象衛星画像による雲の状況 (2011年8月31日~9月4日)

日本付近の赤外線画像

9月4日9h

潮岬 (500hpa)
風向:北西(311°)
風速:11m/s
相对湿度:77%
気温:-2.7°C

潮岬 (850hpa)
風向:南西(224°)
風速:18m/s
相对湿度:98%
気温:18.3°C



9月4日21h

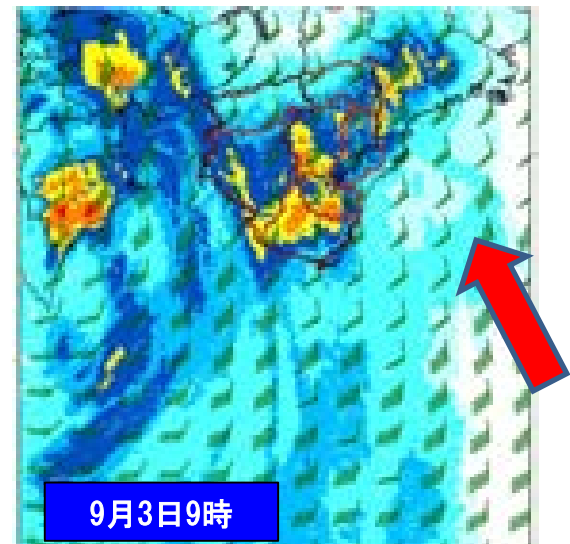
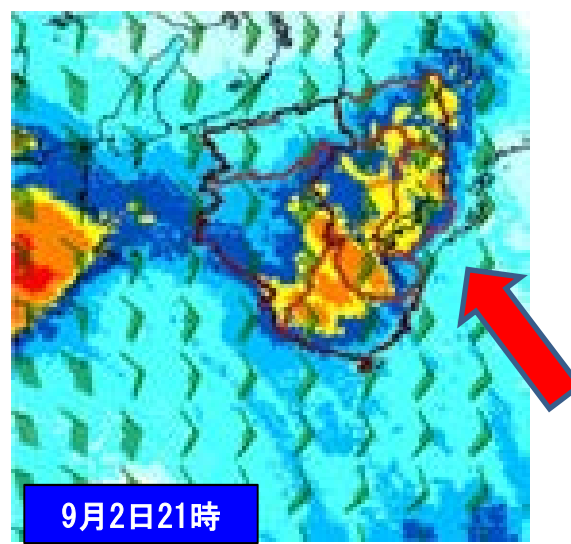
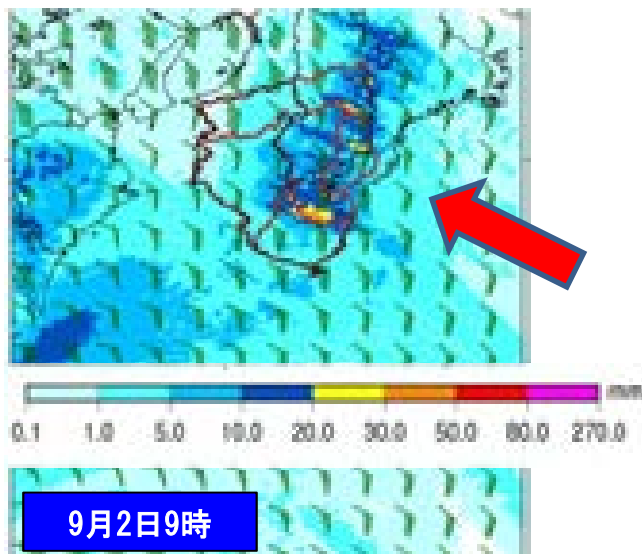
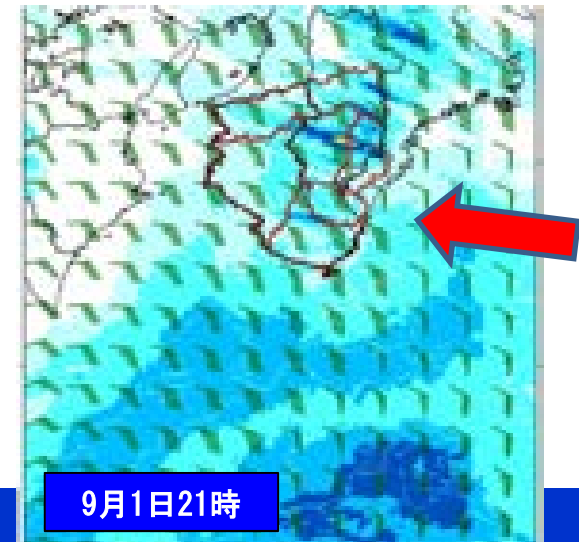
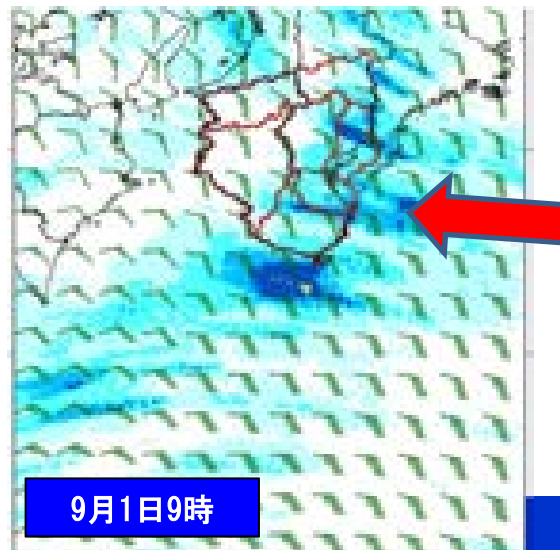
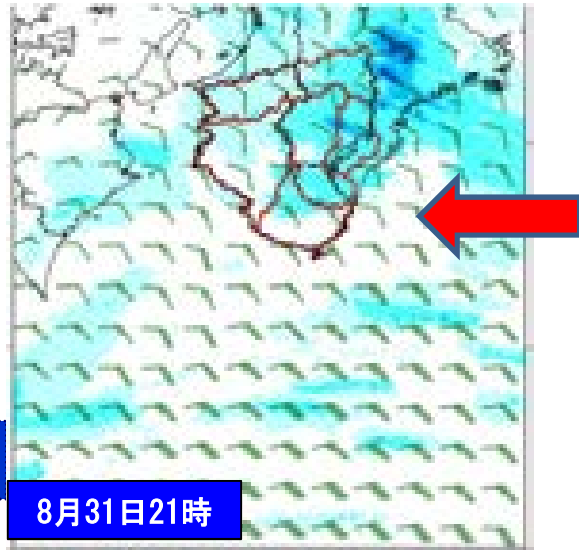
潮岬 (500hpa)
風向:北西(306°)
風速:7m/s
相对湿度:34%
気温:-2.5°C

潮岬 (850hpa)
風向:南西(235°)
風速:10m/s
相对湿度:95%
気温:18.1°C



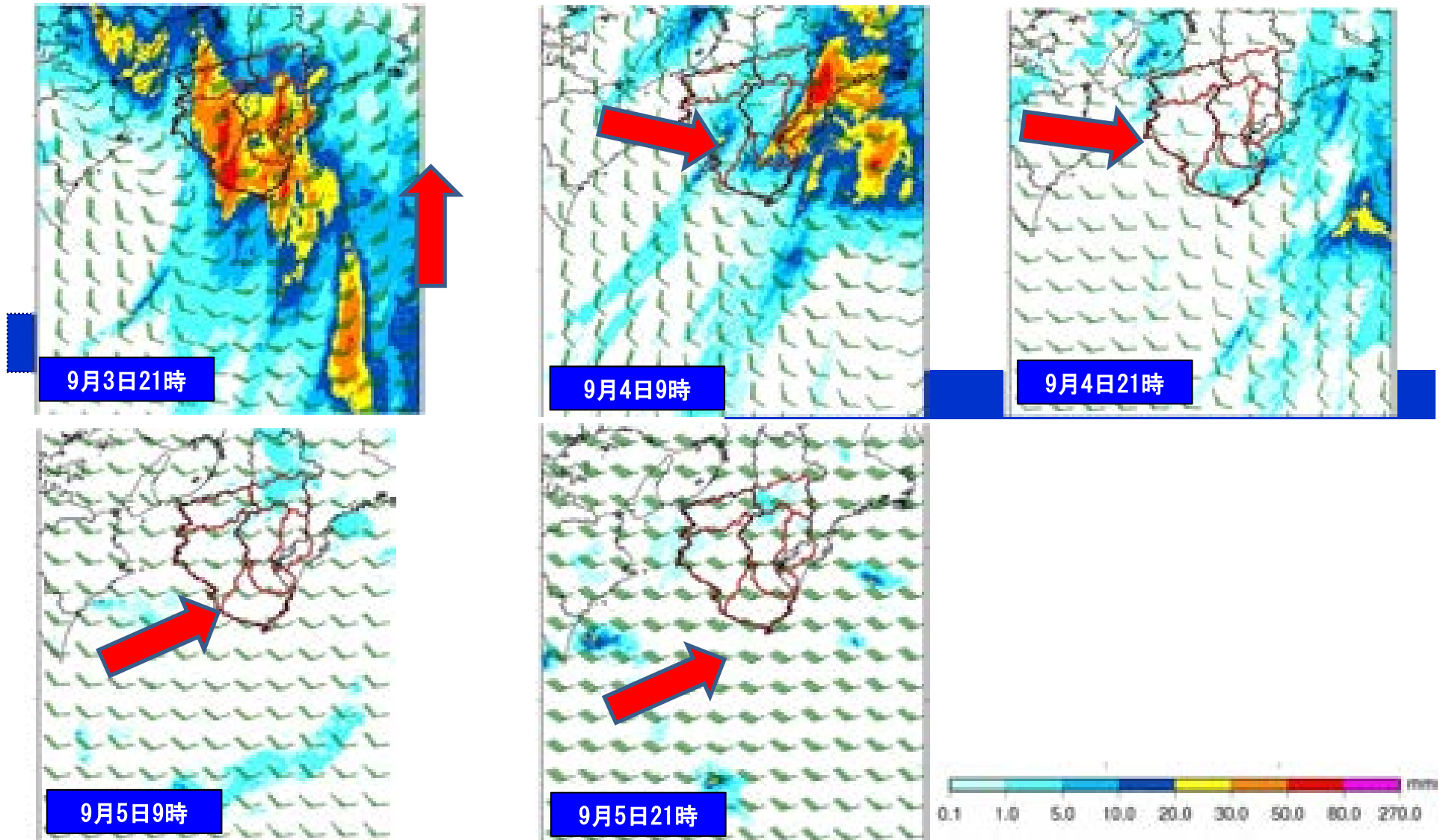
GPV500hpaの風速及び風向変化と降雨状況(平成23年8月31日～9月5日)

■8月31日は南東からの10m/s未満の風であったが、9月1日には風速10m/sを超え、2日には20～30m/s以上となり北山川流域や十津川流域で20mm/h以上の降雨となった。3日には風向が南南東～南に変化し、北山川流域や十津川流域に加え和歌山県南部や西部でも豪雨となった。



GPV500hpaの風速及び風向変化と降雨状況(平成23年8月31日～9月5日)

■9月3日夜遅くから4日の未明にかけて風向が南南西に変化し25m/s前後の風速により、和歌山県南部及び西部で時間40mm以上の豪雨となった。その後、4日朝方には風向が西～西南西、風速10m/s以下となり小ぶりとなった。



災害の特徴① 同時多発的な崩壊・土石流

複数の溪流からほぼ同時多発的に斜面崩壊及び土石流が発生している。



災害の特徴② 本川への巨礫の堆積

複数の溪流から流出した土石流により本川に巨礫が堆積した。

→巨礫はなかなか流れていかないため、氾濫の原因になる。



災害の特徴③ 多量の流木

斜面の崩壊により大量の流木が発生した。
→流木は比重が軽いため、下流の広い範囲に影響を及ぼす。



災害の特徴④

橋への影響が大きい。

◎源道橋

- ・流木の影響
- ・土砂(特に巨礫)の堆積

氾濫しやすい状況



◎川関橋

- ・流木の影響

流木は比重が軽いのでなかなか止まらない。





熊野酸性岩(硬質だが亀裂多い)と金山谷川の崩壊地



熊野層群(亀裂少ない)



内の川と樋口川の全景と地層境界



地層境界付近からの湧水



花崗斑岩



堆積岩(砂岩・泥岩)

那智川流域は花崗斑岩・堆積岩からなり、崩壊は地質境界周辺で多数発生している。

大規模土砂災害対策技術センターでの研究内容

- ①大規模土砂災害のメカニズムを明らかにすること。
 - ・表層崩壊のメカニズム
 - ・深層崩壊のメカニズム
- ②土砂災害が起こりそうなところを明らかにすること。
 - ・表層崩壊危険箇所
 - ・深層崩壊危険箇所
- ③土砂災害が発生しそうな時、した時の対応を地元と一緒に検討すること
 - ・ハザードマップ
 - ・避難場所
- ④広報活動
 - ・土砂災害対策のリーダーや子供の育成
 - ・土砂災害のメカニズム
 - ・砂防施設の効果

那智川流域での調査事例①(流砂量観測)

那智川流域土砂動態観測システム
(流域の土砂動態の概況把握・監視)



動画1 〔崩壊地の湧水・表面流の状況〕2012年6月19日台風4号



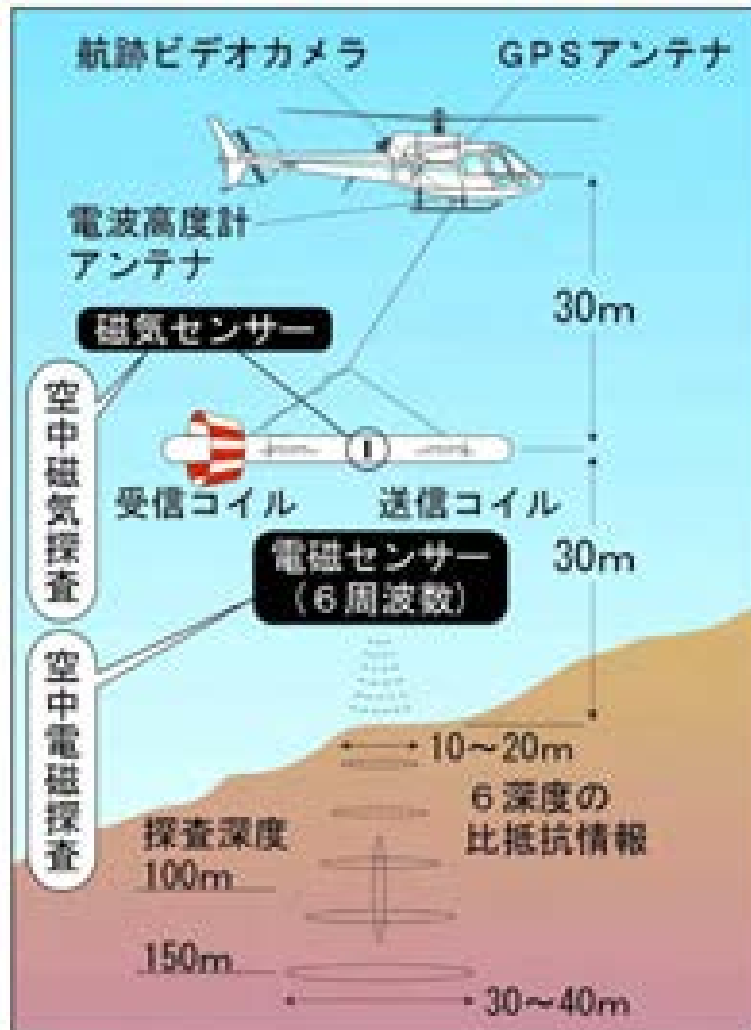
動画2 〔溪流の流量と濁度の状況〕 2012年6月19日台風4号 〔インターバルカメラ〕



20金山左支溪下流_20120929_出水b.avi

那智川流域での調査事例②(空中電磁探査)

【空中電磁探査】：ヘリコプターで複数の送受信コイルを収納したセンサを曳航し、送信コイルの磁場に反応して発生する地盤からの磁場を計測することで地盤内部の比抵抗分布を調査する探査手法である。異なる周波数帯域の電磁波を用いることによって、異なる深度の斜面内部の比抵抗値を同時に取得できる。



那智川流域測定状況 (H24年10月)

◆測定周波数

140KHz、31KHz、6.9KHz
3.3KHz、1.5KHz、0.34KHz

空中電磁探査で取得する地盤情報

◆地盤情報：比抵抗

単位断面積を通る電流に対する単位長さ当たりの電気抵抗である。
比抵抗は次式(並列回路モデル)で説明できる(高倉,2003)。

$$\frac{1}{\rho_R} = \frac{1}{F\rho_W} + \frac{1}{\rho_C}$$

□ 地下水に関する項 (体積含水率=飽和度×間隙率)
○ 粘土鉱物に関する項

比抵抗と体積含水率・粘土鉱物含有量の関係

ρ_R : 岩石の比抵抗

F : 地層比抵抗係数 $= \frac{\rho_R}{\rho_W} = a \cdot \phi^{-m}$

ρ_W : 間隙水の比抵抗

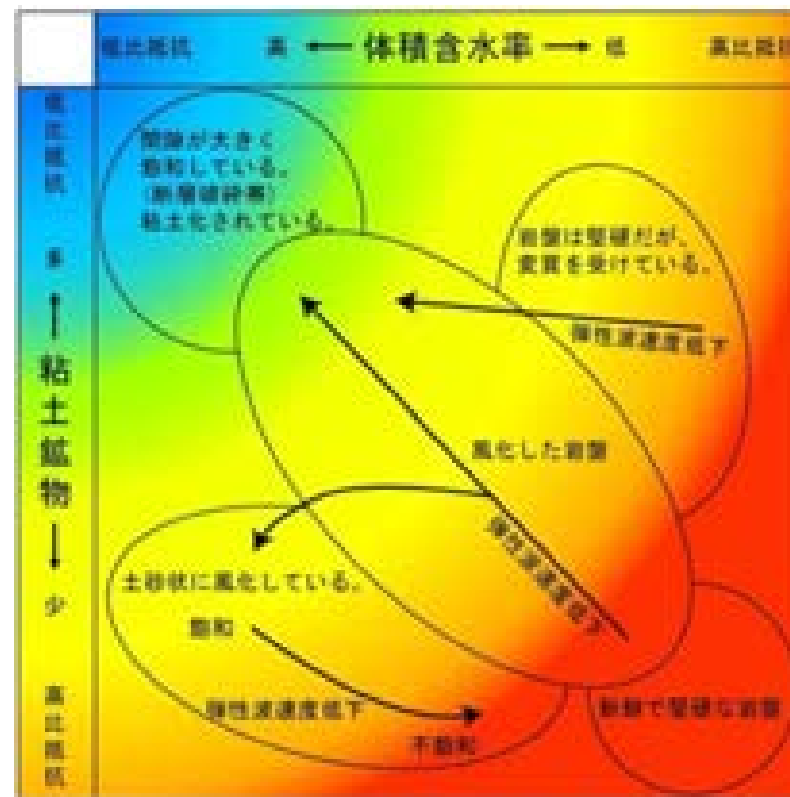
ρ_C : 粘土鉱物による過剰導電性分の比抵抗

a, m : 岩石の性質に依存する定数

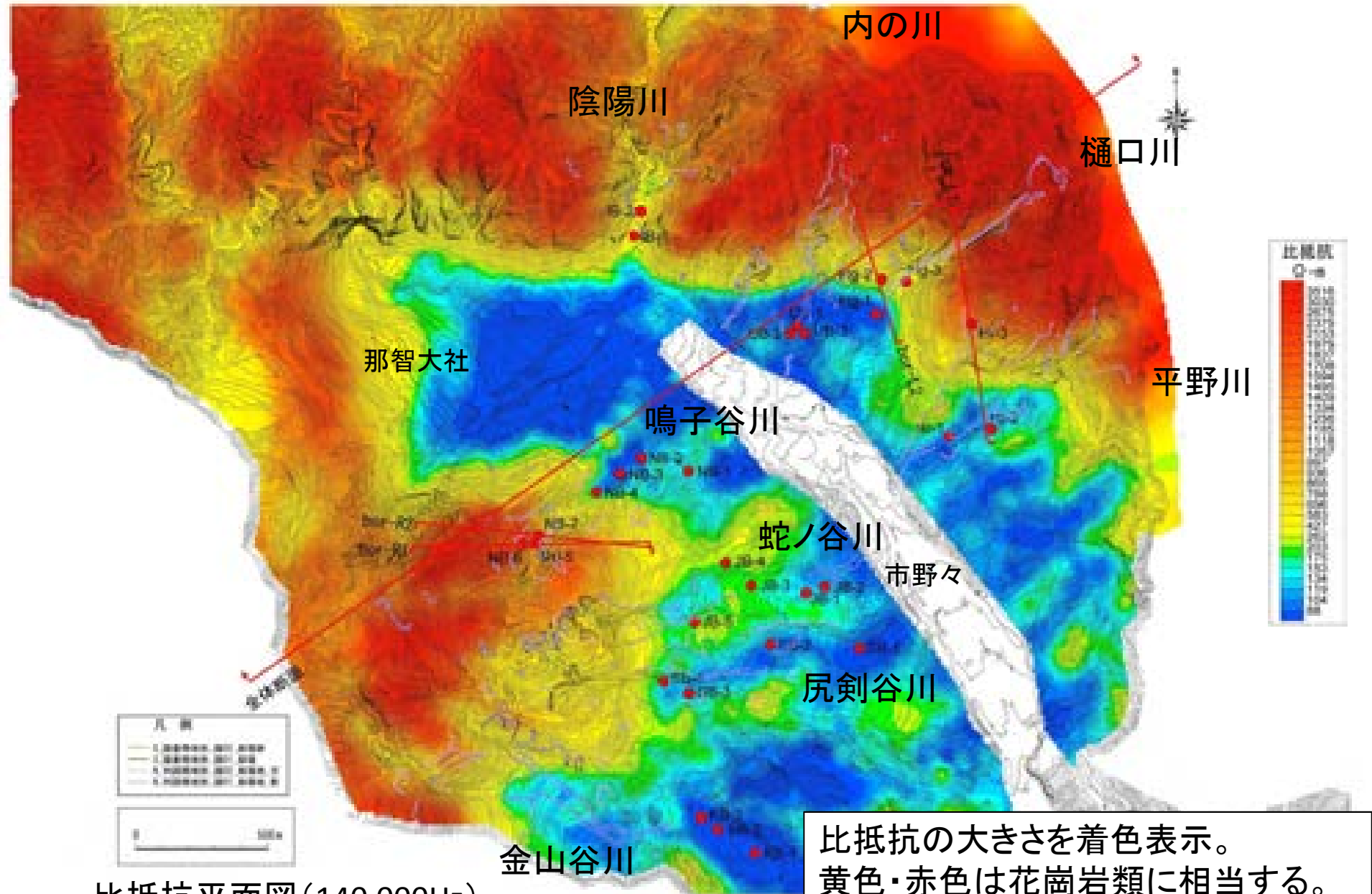
ϕ : 間隙率

地下水に関する項 の一般式(体積含水率:飽和度×間隙率)

$\rho_t = \rho_w \times a / (\phi^m \times S^n)$ アーチの式 (砂岩での実験式)
ここに、 ρ_t :地盤の比抵抗、 ρ_w :間隙水の比抵抗
 ϕ :間隙率、 S :飽和度、 a, m, n は定数

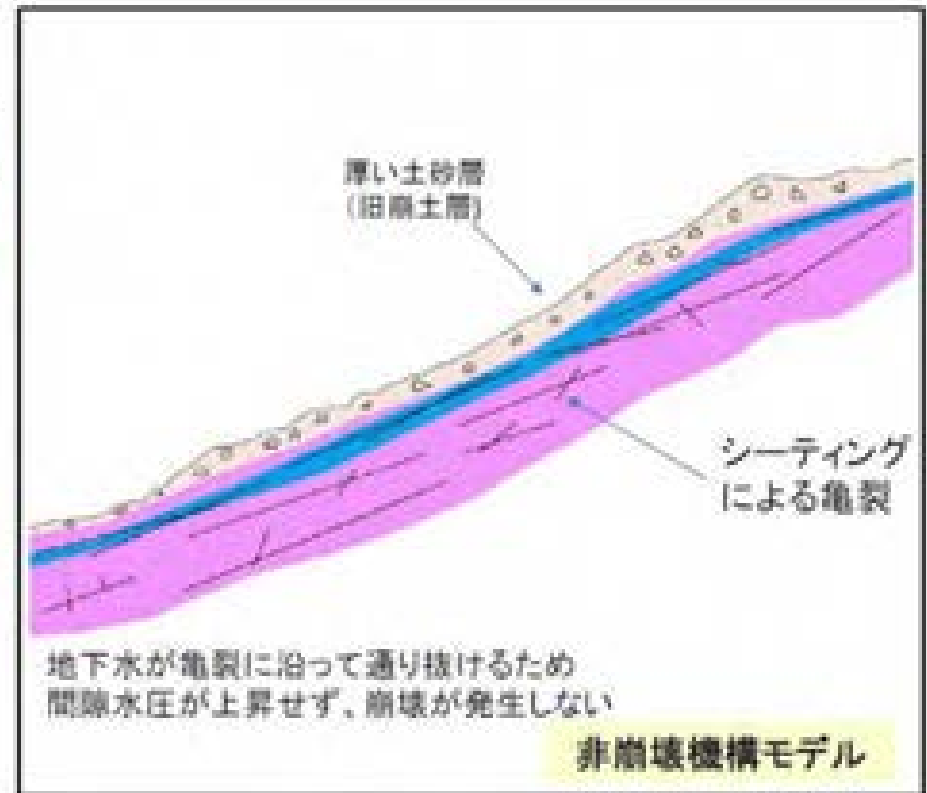
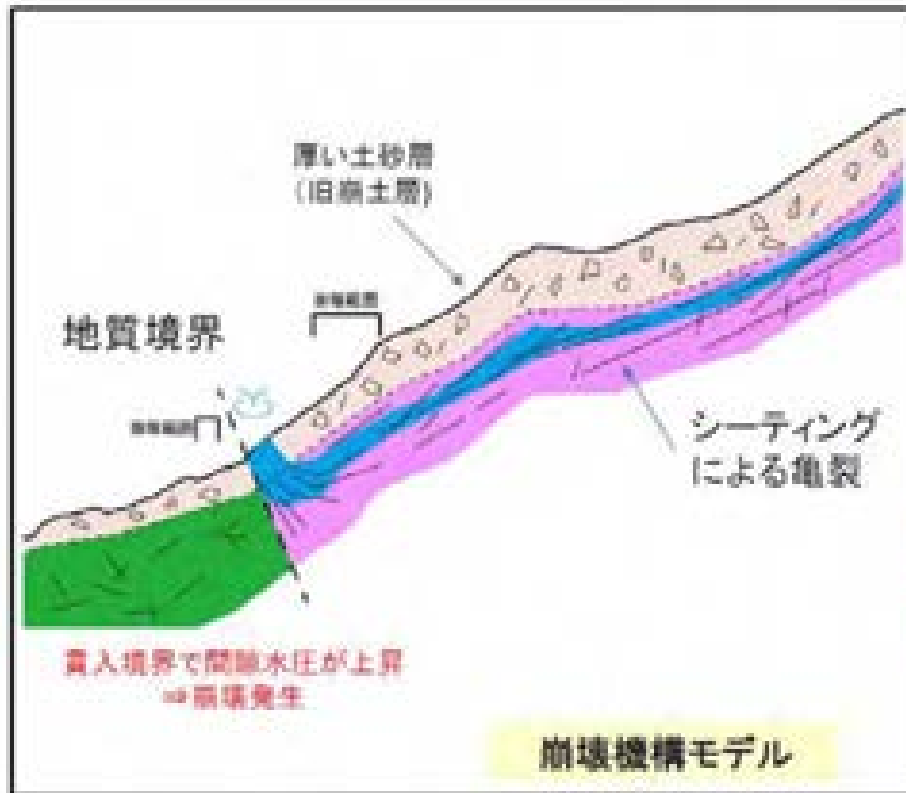


探查結果:那智川流域の比抵抗平面図 (表層)



空中電磁探査からみた那智川流域の崩壊と斜面特性の関係

	崩壊斜面	非崩壊斜面
比抵抗断面	<p>L-16 残留域① (麓背面斜面)</p>	<p>R-16 残留域① (那智大社背面斜面)</p>
比抵抗解析断面	<p>L-16 残留域① (麓背面斜面)</p>	<p>R-16 残留域① (那智大社背面斜面)</p>
比抵抗の特徴	<p>①比抵抗コンターは鉛直構造</p> <p>②崩壊発生斜面近傍の上方で、比抵抗変化率の大きい領域(青)が途絶する。 →地下水は不連続。 斜面内の排水性は不良。</p>	<p>①比抵抗コンターは斜面に平行構造 (くさび状の構造を示す場合もある)</p> <p>②斜面の上方から下方に連続して、比抵抗変化率の大きい領域(青)が連続する。 →地下水は連続する。 斜面内の排水性は良好。</p>

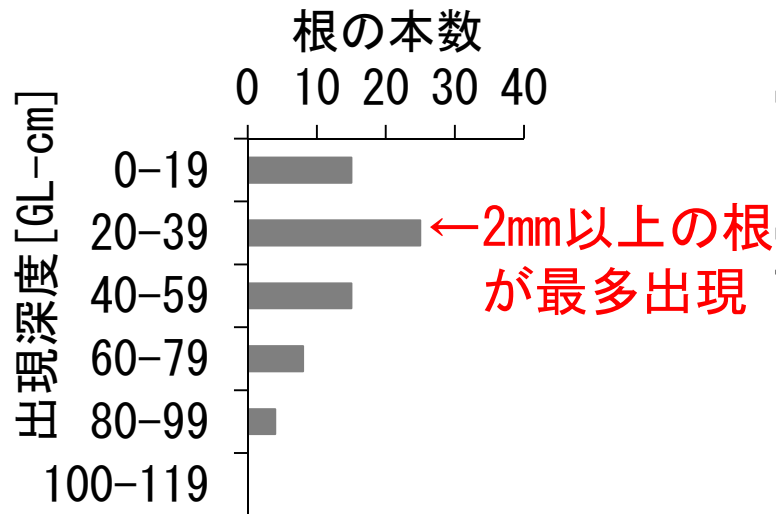
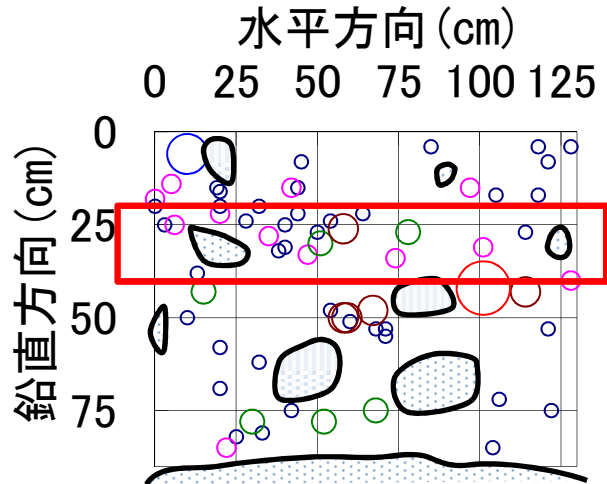


那智川流域での調査事例③(根系調査)

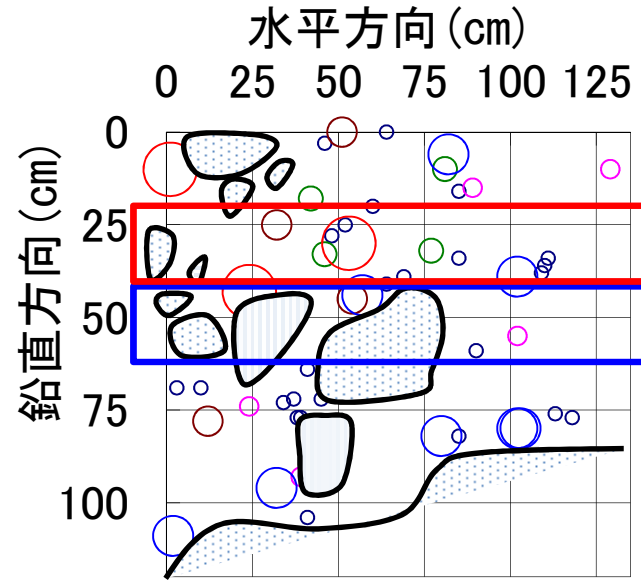


調査結果(根の出現深度と礫の分布)

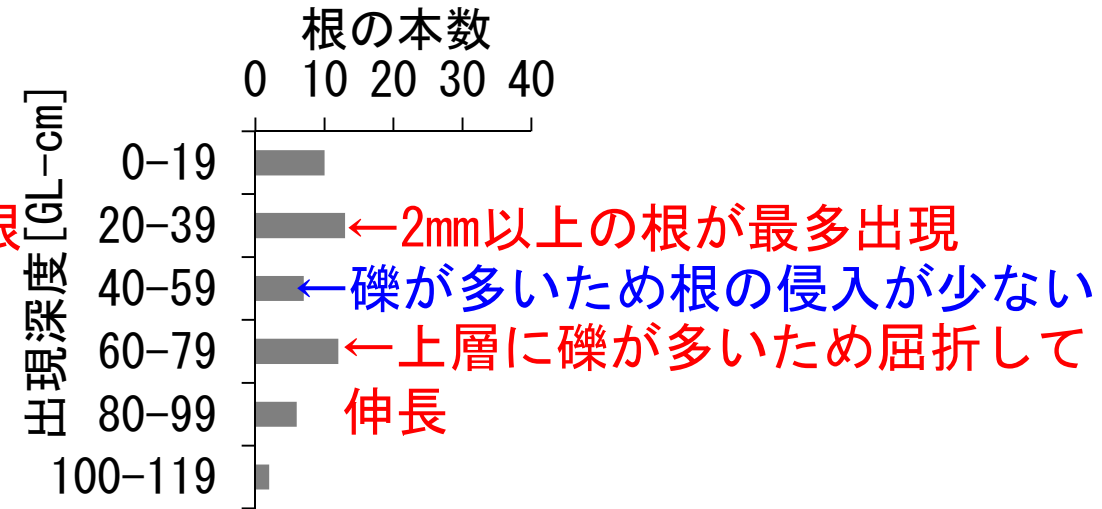
A断面 (礫面積率 9%)



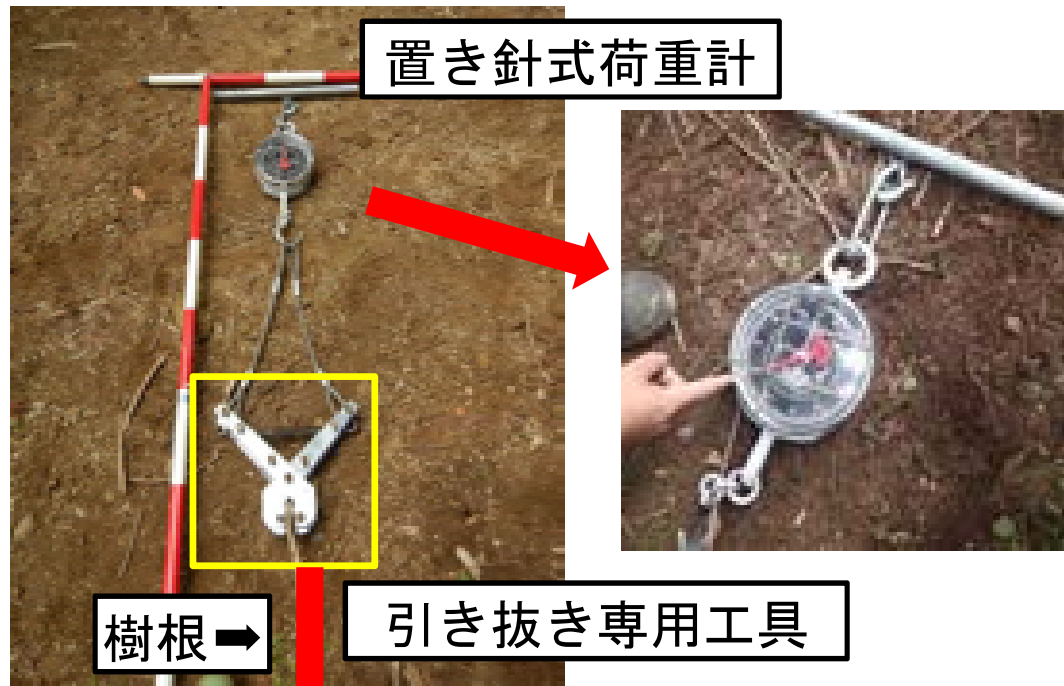
B断面 (礫面積率 16%)



- 凡例
- 2.0-3.9mm
 - 4.0-5.9mm
 - 6.0-7.9mm
 - 8.0-9.0mm
 - 10.0-19.9mm
 - 20.0-60.0mm
 - ◐ 礫・基岩

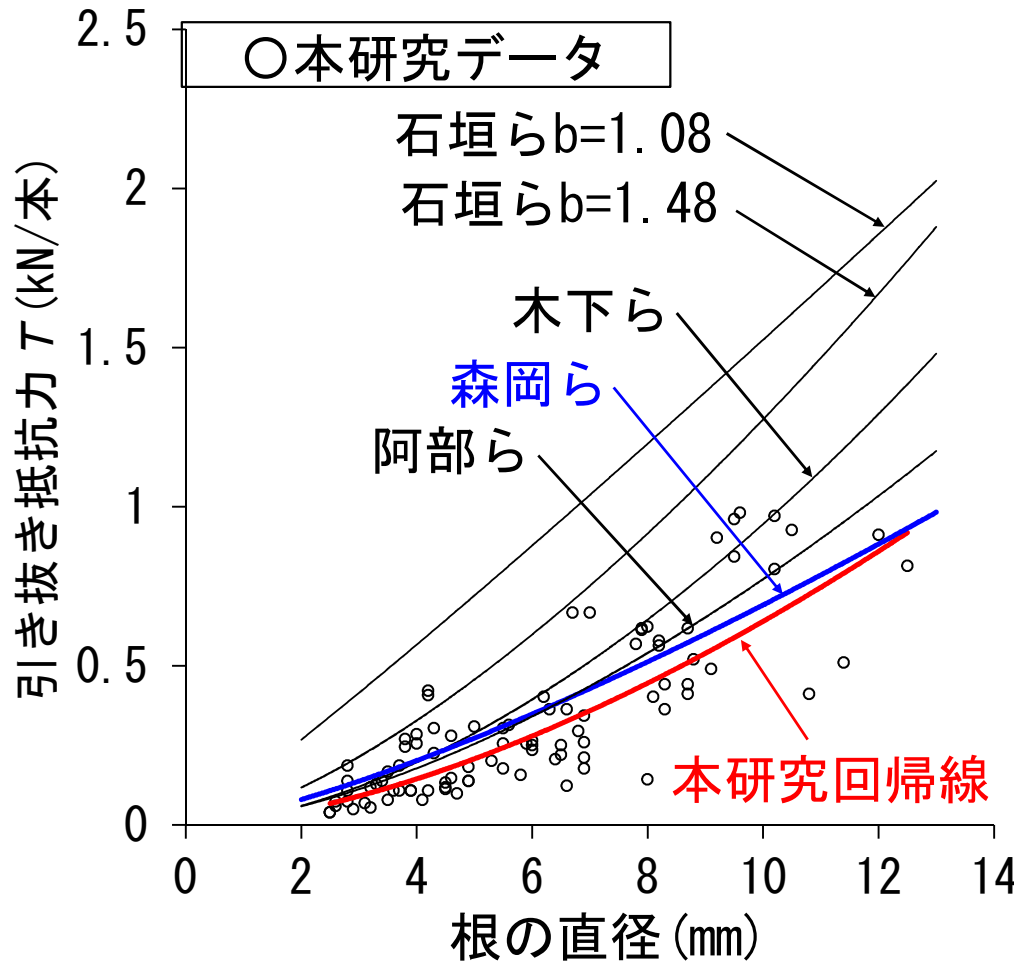


現地調査(引き抜き試験)



調査結果(引き抜き抵抗力)

- 既往研究と比較すると
抵抗力は**最も低い**



引き抜き抵抗力のプロット

$$T = a \times D^b$$

T: 引き抜き抵抗力 [kN]
D: 根の直径 [mm]
a, b: 回帰係数

森岡ら

対象木: 12年生
胸高直径: 6~12cm

本研究

対象木: 50~60年生
胸高直径: 19~35cm
(根株径): 24~72cm

樹種	係数 a	係数 b	D=10mmの時の T [kN]	著者名
スギ	0.0422	1.48	1.274	石垣
	0.1268	1.08	1.524	石垣
	0.0184	1.71	0.945	木下
	0.0194	1.60	0.772	阿部
	0.0316	1.34	0.691	森岡
	0.0153	1.62	0.640	本研究

CCTV(内の川)の映像

2017年6月21日(水)

データ名:「内の川20170621_0730」

(1時間映像データ)



開始0秒時点

- ・あまり濁っていない



約6分経過時点

- ・濁り始めてきた
(堰堤水通し)



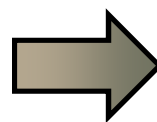
約34分経過時点

- ・濁水流下中
(堰堤水通し)

平成29年6月21日午前7時30分頃に、「薄い濁り→茶色い濁り」の一連の流況変化が映像で捉えられている。

ビデオ映像(内の川) ※手振れあり

2017年6月21日(水)



濁ると

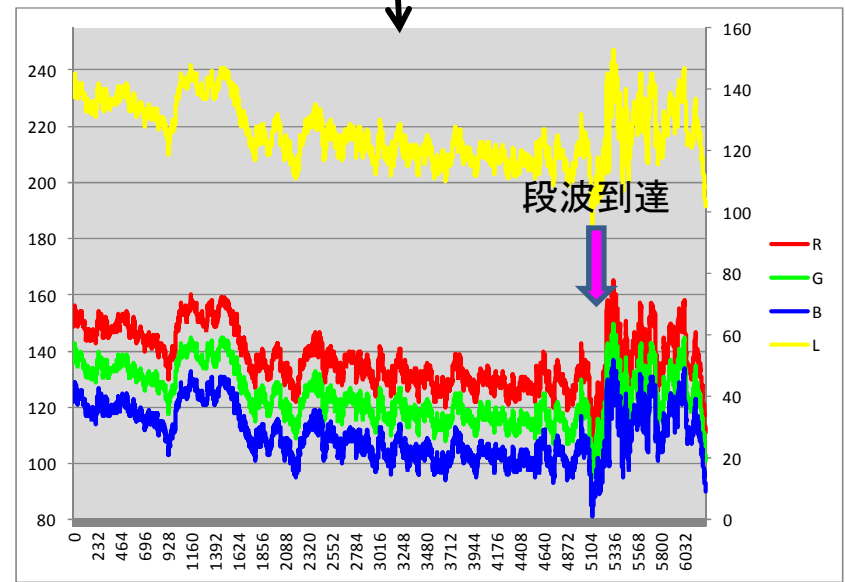
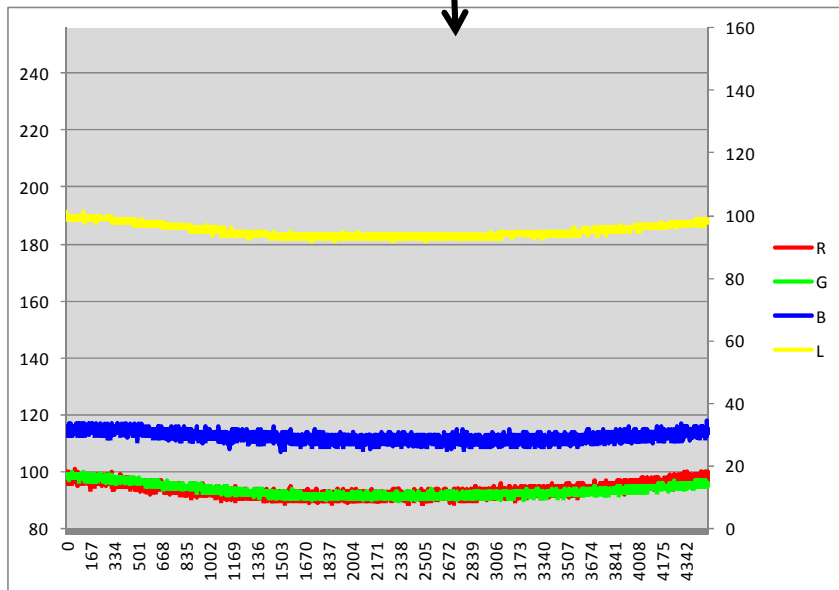
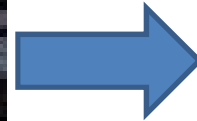


R:レッド(赤)、G:グリーン(緑)、B:ブルー(青)
水が濁ると、色がつくため、数字が上昇する。

色の変化を自動的に捉えることで、警戒避難に役立てられる可能性がある。



土石流
到達



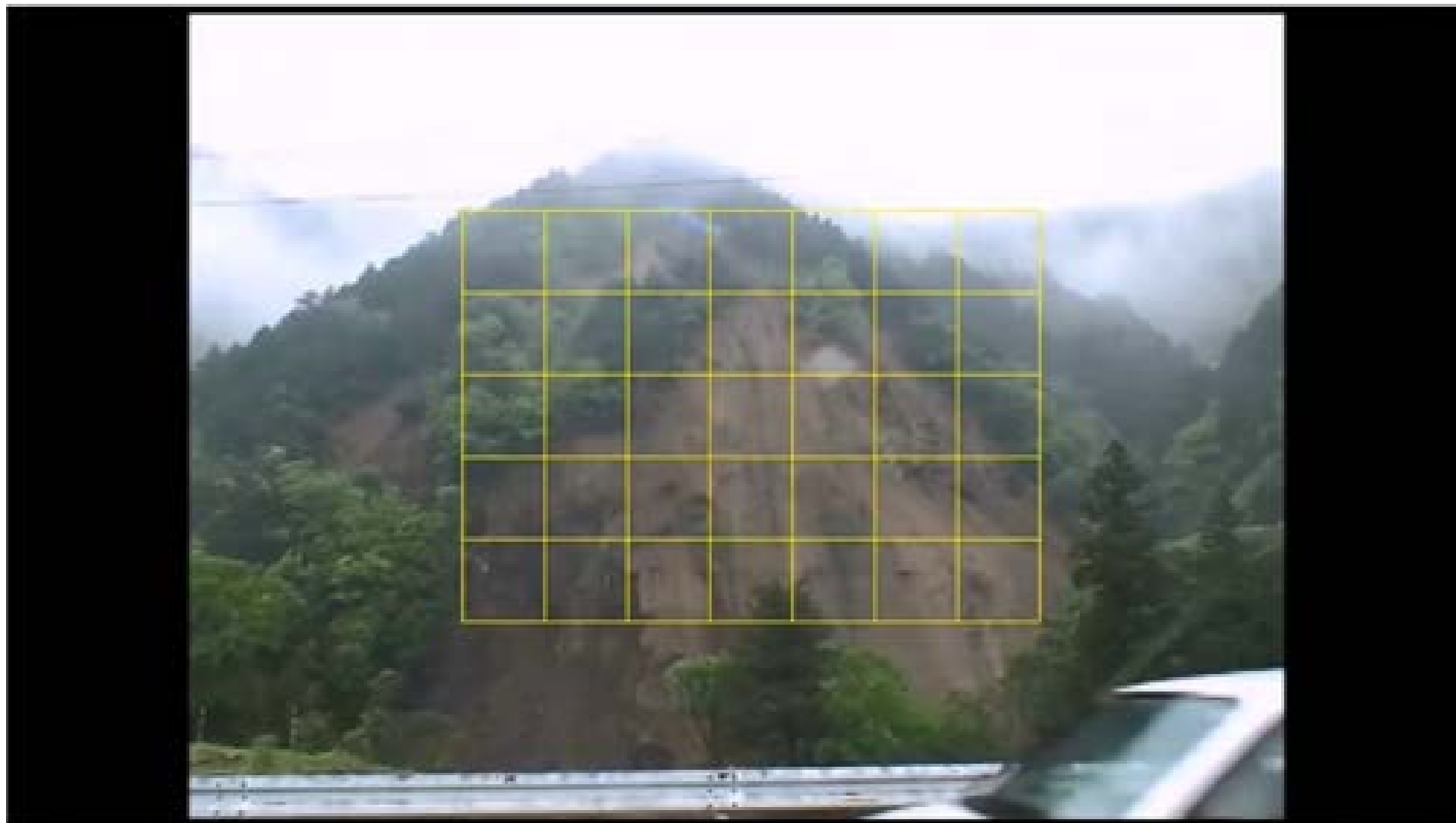
普段の水の色は青色に近い

時間

R:赤、G:緑、B:青、L:輝度

- ・土石流の色は赤色に近い
- ・段波が到達すると輝度や色相の変化が激しくなる。

事前に斜面に格子を組んでおき、中心点の移動を判別する。



いつも感動してしまう風景①(コアストーン)



熊野古道沿いでぜひ探してみてください。

いつも感動してしまう風景②

花崗斑岩のエリア



堆積岩のエリア

