

# 融雪期の土砂生産と河道閉塞

アジア航測株式会社

小川紀一郎

# 1. 融雪期の土砂生産状況

- 本地域はわが国有数の豪雪地帯である。
- とりわけ2004-2005年の積雪期は1985-1986年以來の豪雪年となり、これらの裸地斜面には大量の雪が供給された。
- 斜面頂部から脚部まで一貫した裸地斜面では、積雪が斜面にとどまることが出来ず全層雪崩が発生する。
- この時斜面表層土が5mm程度侵食されるため、全層雪崩のデブリには土砂を伴うものが多い。
- これにより斜面表層土は侵食され斜面脚部に運搬される。

# 春先に発生した全層雪崩と土砂生産状況(大谷地)



(2005年5月6日撮影)

# 融雪期の土砂生産状況

- 全層雪崩によって雪が無くなった斜面は冬期から早春期にかけて気温の急激な変化にさらされ、地表面は凍結融解作用を受けて落石等が発生する。
- さらに、融雪期には斜面ならびにその周辺から融雪水が供給され、地下水の集中する斜面では土中の含水率が上昇して、さらには地下水脈が形成されて崩壊へと至る。

# 融雪期の土砂生産による小規模な河道閉塞(小松倉)



(2005年5月6日撮影)

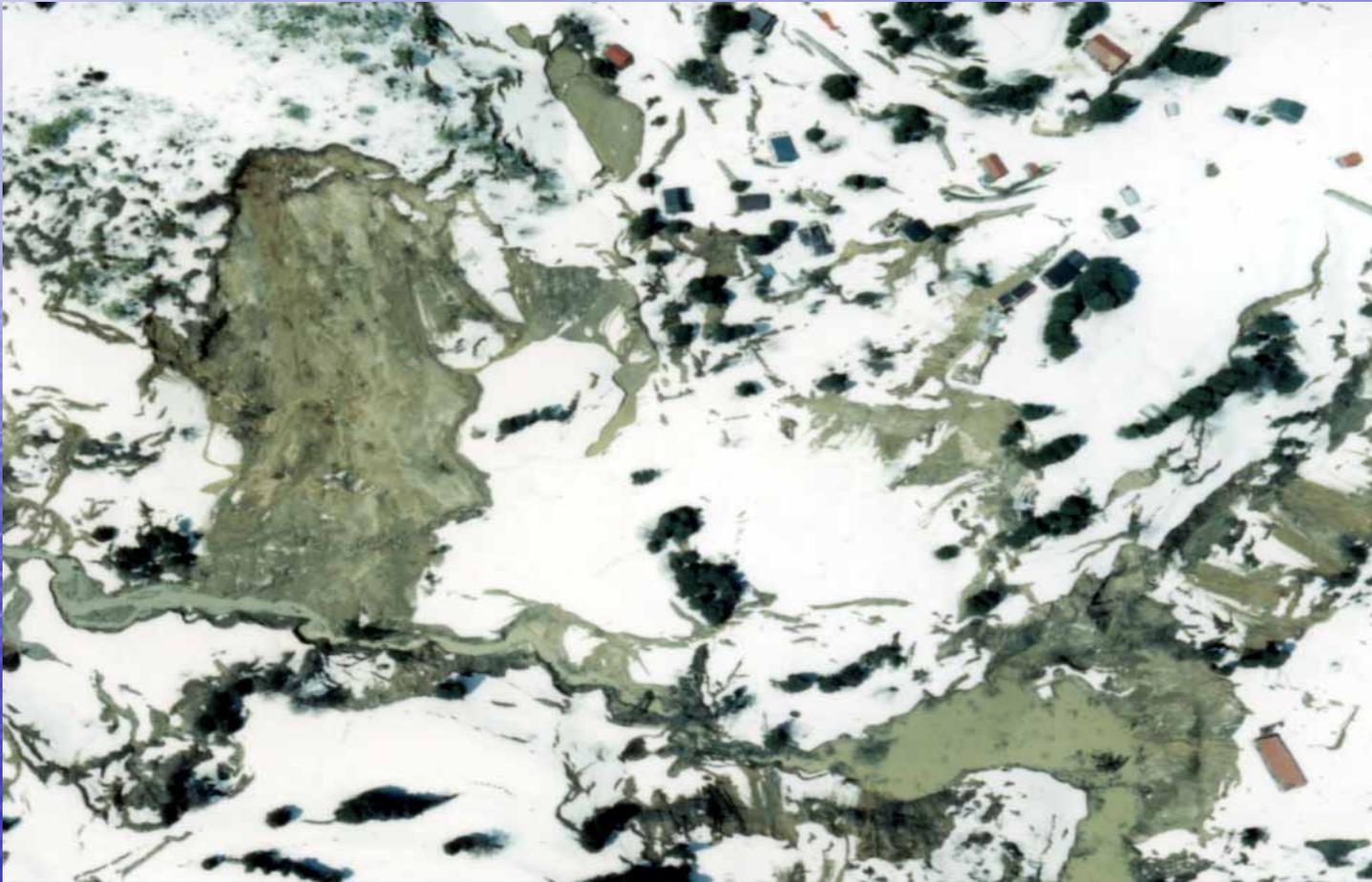
# 土砂生産状況(池谷:地震前)



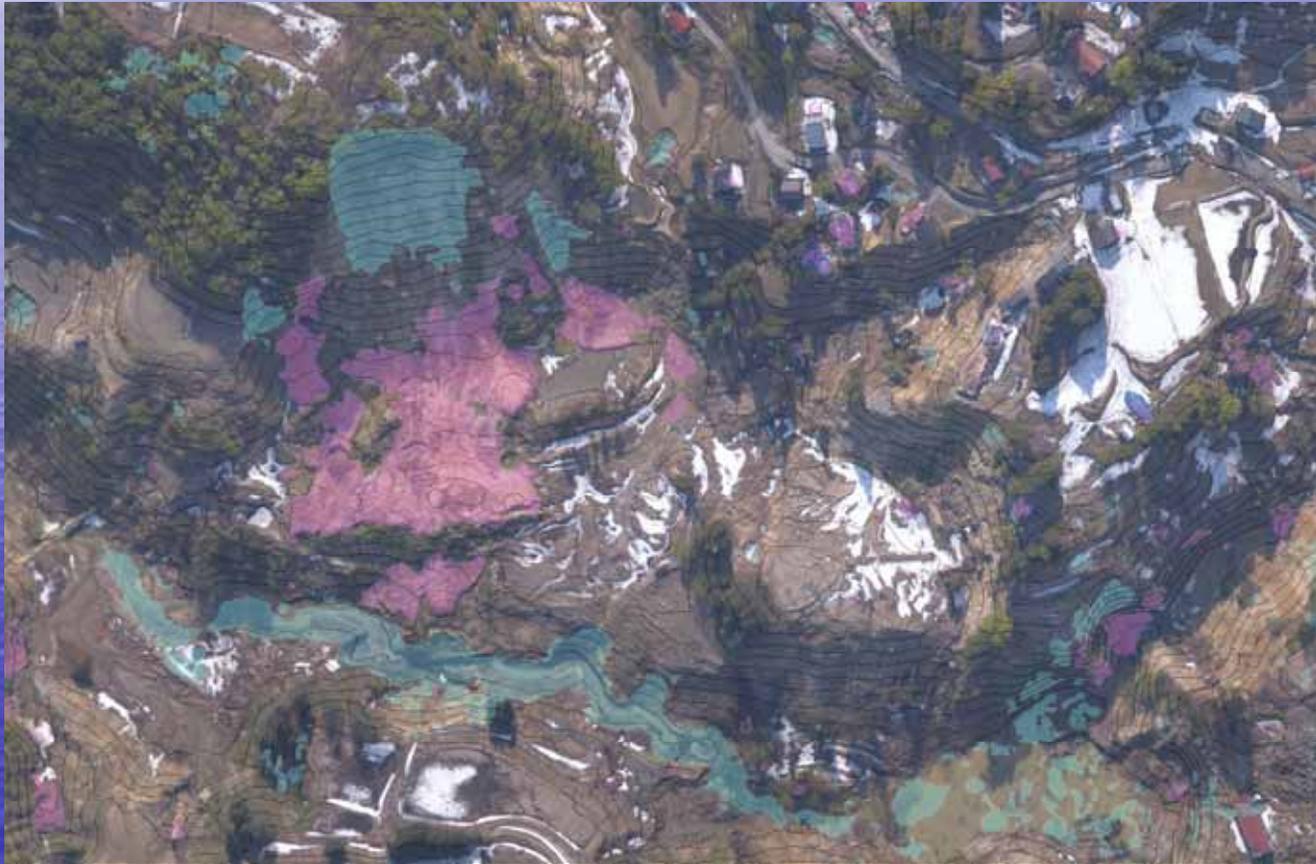
# 土砂生産状況(池谷:10月24日)



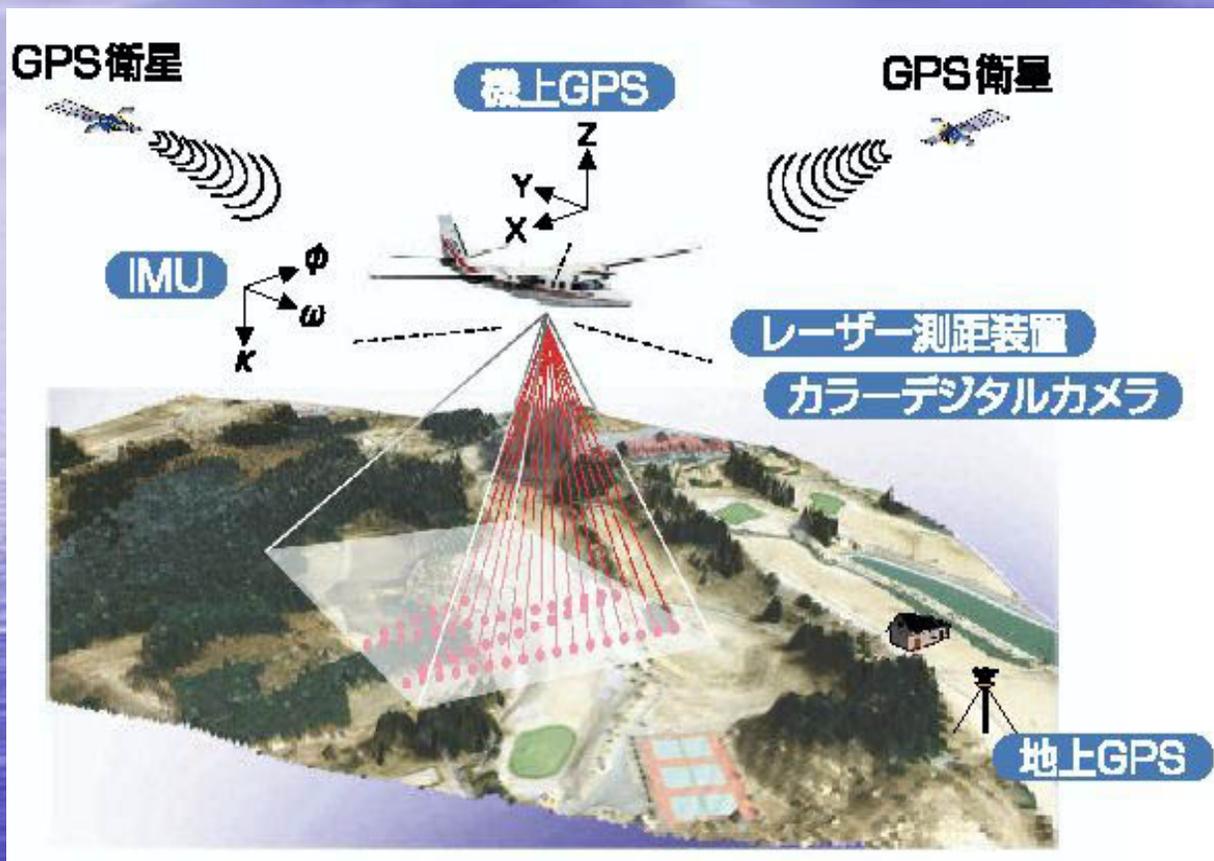
# 融雪期における土砂生産状況(池谷: 4月24日)



# 航空レーザ計測による地表変動状況



# 航空レーザー計測の原理



航空機の姿勢データ

航空機と地表面との距離データ

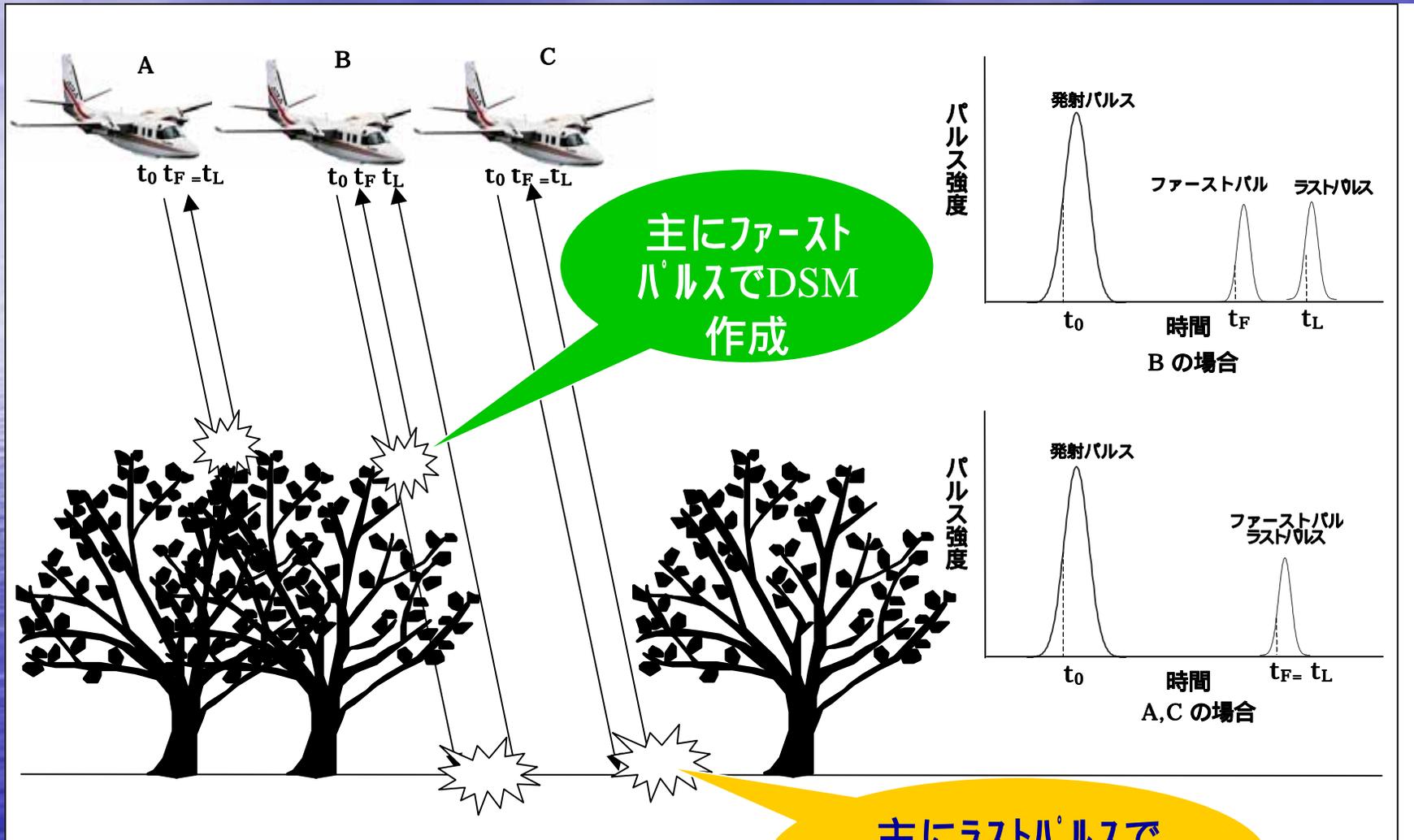
航空機の空間位置データ

レーザー光1発ごとに、  
標高と地理座標を算出



地形等の形状を地理座標と共にデジタル計測 直接GIS・CADへ  
従来計測手法と比べて、早い、正確！

# 航空レーザスキャナの測定モード (First/Last Pulse Mode)



# 斜面崩壊土砂(東竹沢)



# 河道に直接供給された崩壊土砂(土留川)



# 融雪期の土砂生産状況

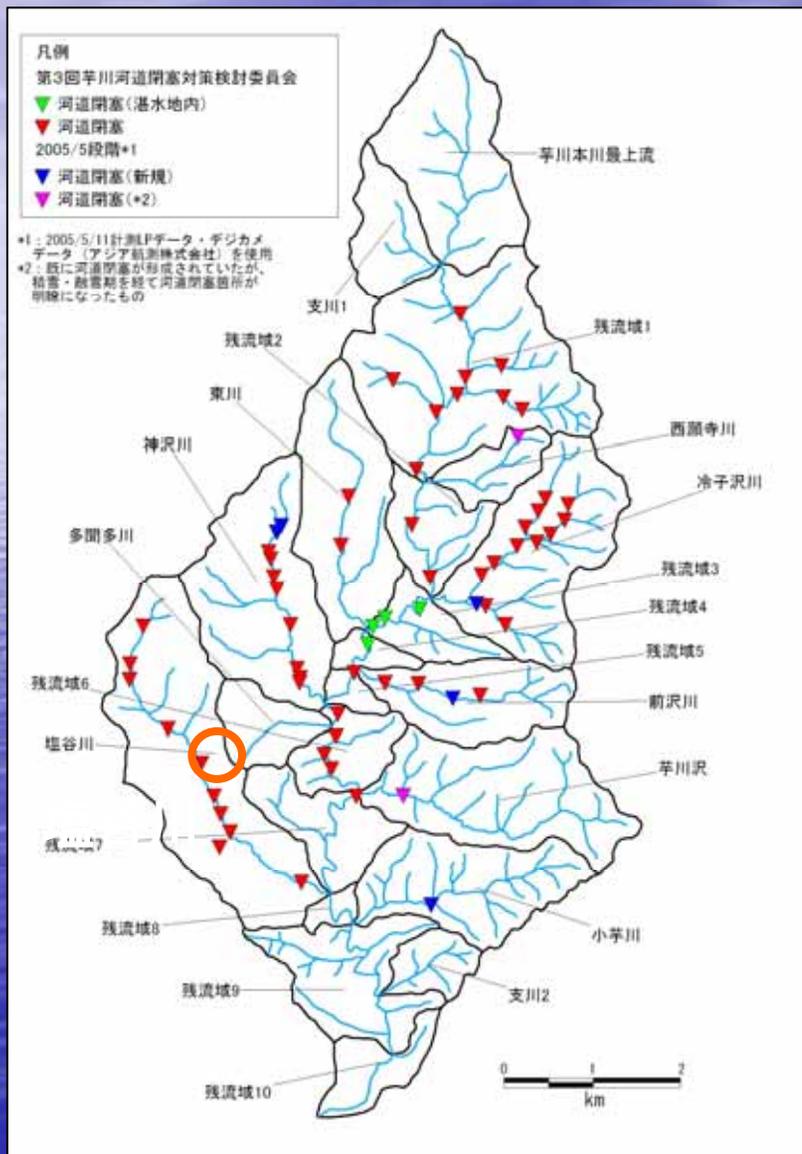
- 以上のような現象が地震後に形成された裸地斜面における冬期から早春期にかけての土砂生産メカニズムと考えられる。
- 現地では、融雪に伴い崩落した土砂の内部あるいは下部にはまだ積雪が含まれていた(6月3日時点)。
- 内部の雪が融けるとともに小規模ではあるが崩落堆積土砂の二次移動(崩壊・流動)が見られている。
- これらの現象が山地河川の谷壁斜面で発生すると河道に直接大量の土砂が供給される。
- 今後の洪水等で洗掘を受けると下流へ流出する危険性が極めて高い。
- このため、引き続き注意深くモニタリングを継続する必要がある。

# 崩落した土砂に含まれる雪塊(池谷)



(2005年6月3日撮影)

# 2. 河道閉塞の形成と侵食



2004/10

2004/10/23 中越地震発生

2004/10/24 DMC撮影

2004/10/28 LP計測

2005/1

2004/11/26 LP計測

(積雪 19年ぶりの大雪)

(融雪)

2005/5

2005/5/11 LP計測

2004/10/24



河道閉塞形成



地すべり発生

2004/11/26



湛水進行



侵食

2005/5/11



融雪期に崩壊

レーザープロファイラーデータで差分をとり、オルソ画像と重ねると...

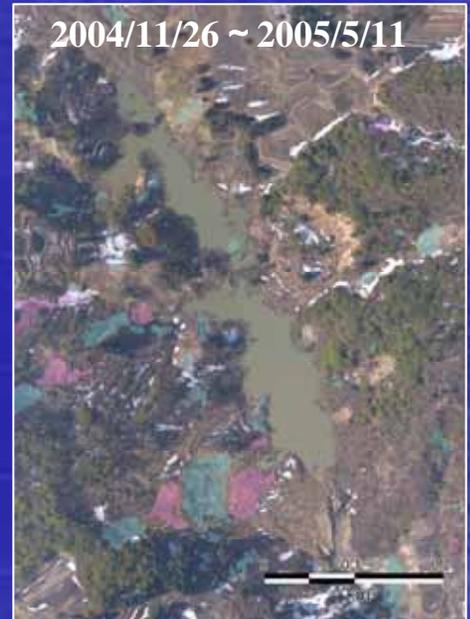
堆積 (> +1m)

侵食 (< -1m)

2004/10/28 ~ 2004/11/26



2004/11/26 ~ 2005/5/11



2004/10/24

2004/11/26

2005/5/11



河道閉塞形成

地すべり発生



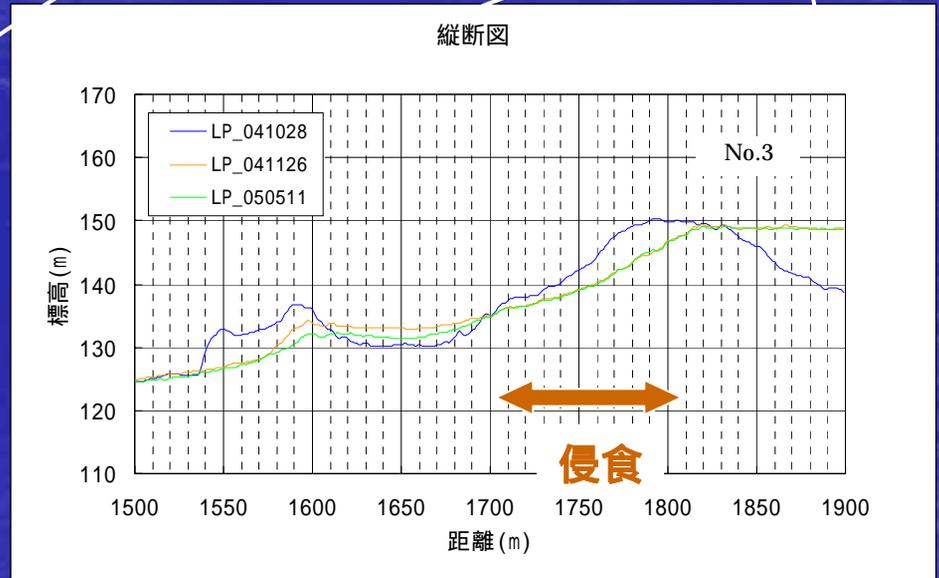
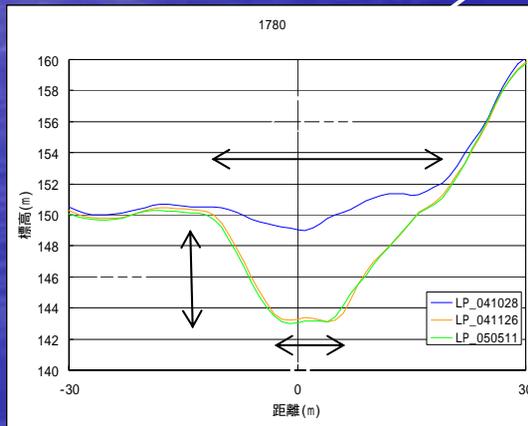
湛水進行

侵食



融雪期に崩壊

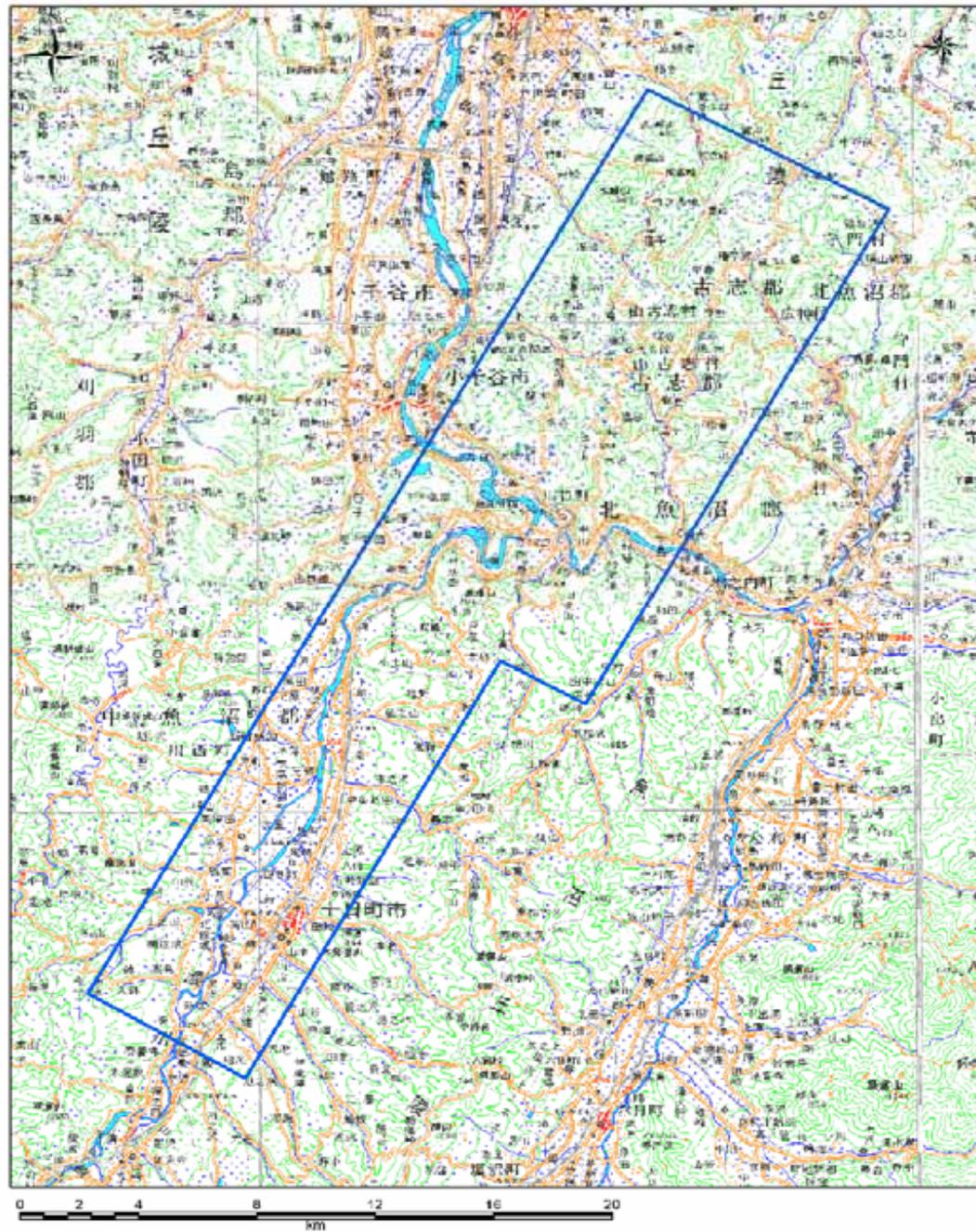
レーザープロファイラーデータから各時期の縦断面図・横断面図を作成すると...



### 3. 高分解能デジタル航空写真を用いた砂防構造物等の被災事例調査

- 新潟県中越地震では、新潟県中越地方をはじめとする広い地域で多大な被害が発生した。各航測会社は、災害実態の把握などのため、翌日から空中写真撮影等を開始した。アジア航測は、10月24日および29日に高分解能デジタル航空カメラ(以下DMC)およびアナログ航空カメラによる緊急撮影、10月28日および11月10日に航空レーザー計測を行った。
- 今回、特筆すべきものとしては、国内における大規模災害で初めてDMCでの撮影が行われたことである。同デジタル航空写真を用いることによって、地震による被災状況や土砂移動の実態をより明解に明らかにすることができた。そこで、本報告ではこれらの成果のうちとくに砂防構造物等の被災事例に着目してその実態をまとめるものとする。

# 撮影範囲



# DMCとその精度

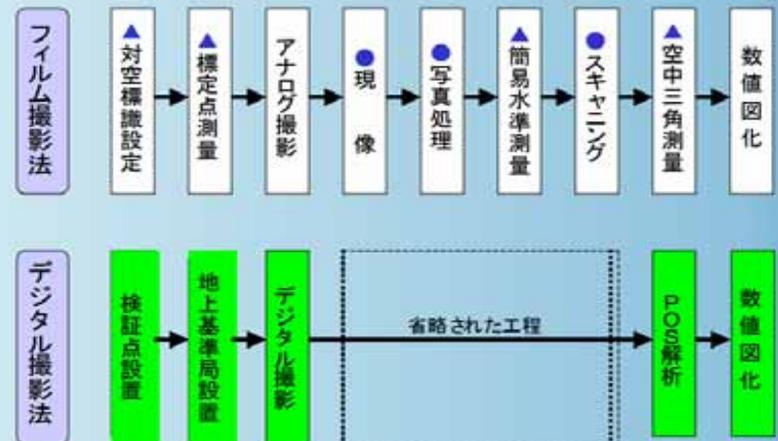
- 即時的、効率的な撮影・解析が可能
- 高分解能 (2cm/pixel: 撮影高度500m)
- 広いレンジ幅による色再現性

## デジタルカメラDMCの仕様

- パンクロの解像力 13,500 x 8,000 ピクセル
- 4個のレンズシステム f= 1:4.0 / 120 mm
- 画角 74° x 44°
- 4チャンネルカラー 2,000 x 3,000 ピクセル
- RGBとNIR
- 4個レンズシステム f= 1:4.0 / 25 mm
- シャッター速度と絞り 可変式
- 記憶容量 840 GB
- 撮影間隔 2秒
- ラジオメトリックな解像力 12 bit
- 重量(記憶装置を除く) 約80kg



## ワークフローの比較



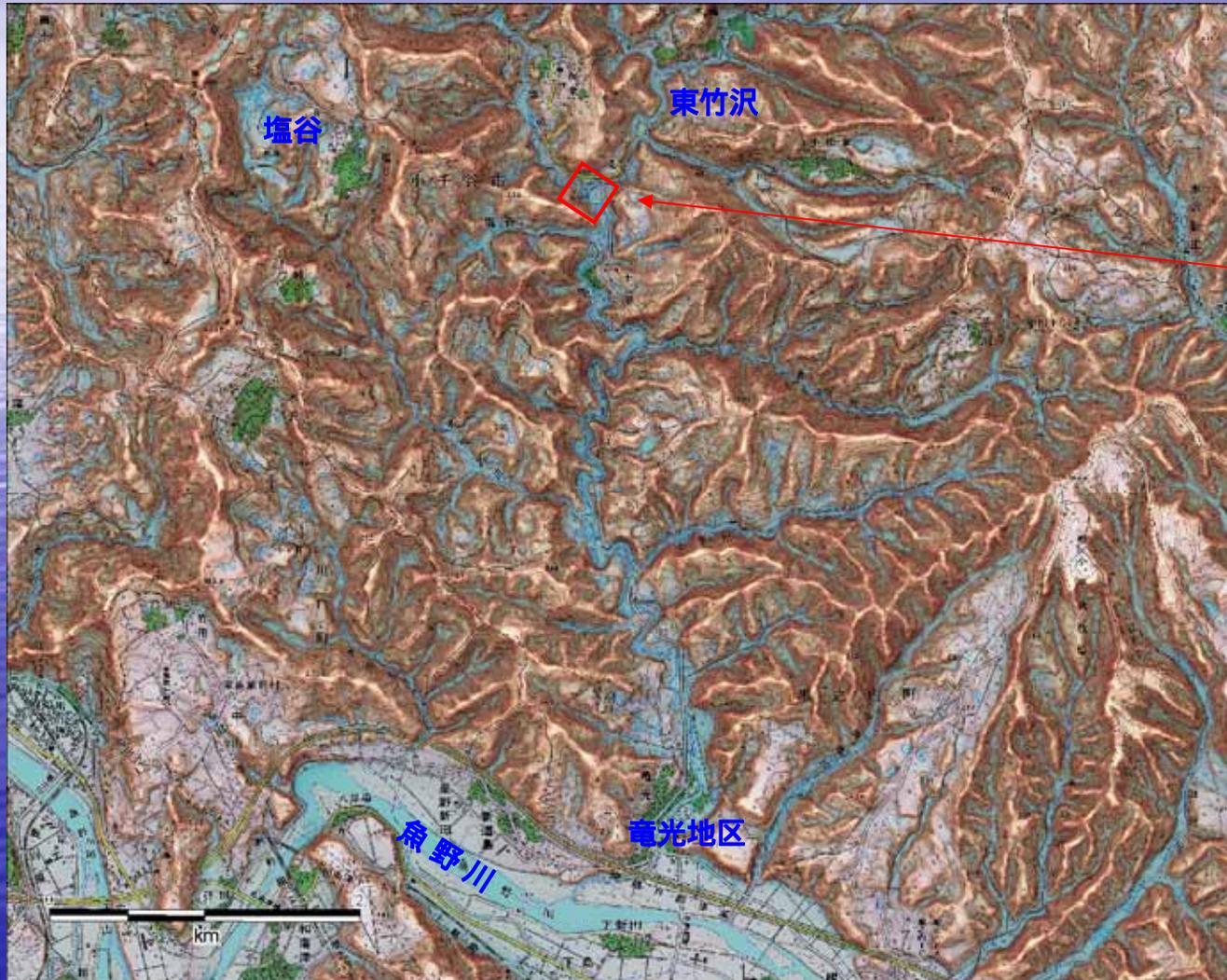
[ デジタル撮影を実施したとき ]  
●印は省略され、▲印は作業が軽減。

# 影部分の色調補正



# 砂防構造物の被災状況

その1 : 地震動による砂防構造物の被災



谷内沢川における砂防堰堤の破損状況

# 谷内沢川における砂防堰堤の破損状況

本堰堤は強烈な地震動により、堰堤断面が逆勾配になるブロックの縁切り部分で上下に変動し、間仕切り部分で上下にずれが生じた。この変動に伴いコンクリートの表面は20cm～60cm程度の大きさに破損部分が生じ、汚れたコンクリート表面に比較して白い新鮮なコンクリート面を露出している。

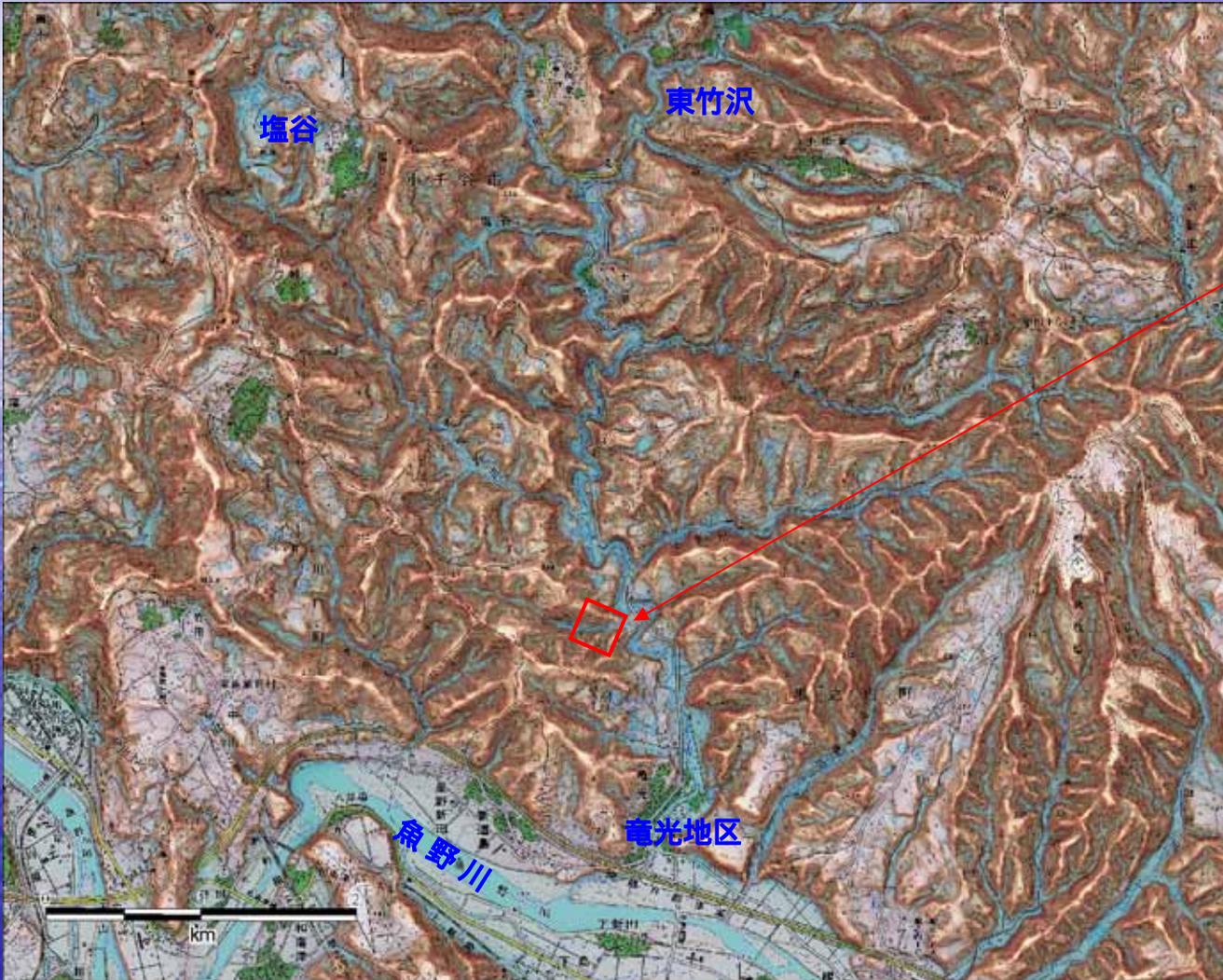


左上：色調補正前の DMC1 シーン分の画像  
右上：色調補正後の堰体付近拡大画像  
左：現地写真

堰体の背後等に土砂が認められないことから、この堰体の破損は地震動によるものと考えられる。

# 砂防構造物の被災状況

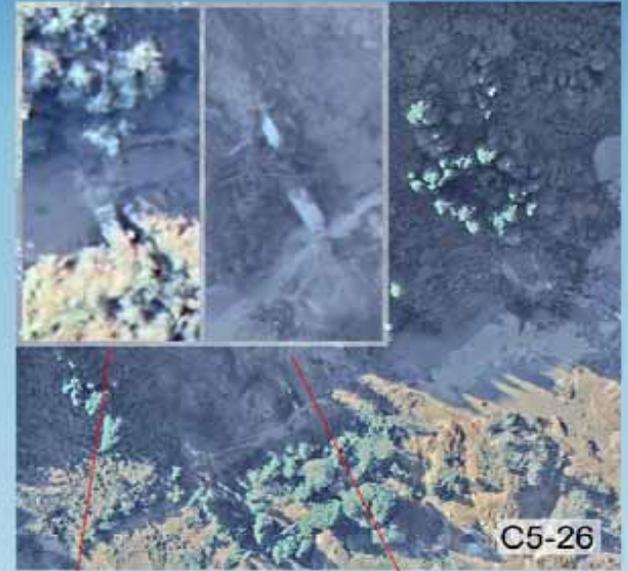
その2 : 土砂移動の衝撃力による砂防構造物の被災



土留川における流出  
土砂の衝撃力による  
堤体軸部の水平移動

# 土留川における流出土砂の衝撃力による堤体軸部の水平移動

現地調査の結果では約80cm下流側に水平移動したことがわかっている。下図左上写真では不明瞭だが、22倍に拡大した写真を立体視することによりその事実を把握することができる(通常のアナログ写真の場合は10倍伸ばしが限界である)。なお、本堰堤の上流部にも右岸袖部が破損した堰堤があることも写真判読により認識することができる。



- 左上：色調補正前の DMC1 シーン分の画像
- 右上：色調補正後の堤体付近拡大画像（左方向が下流）
- 右：下流側の堰堤拡大画像

堤体の背後等に土砂の堆積が認められることから、流出土砂の衝撃力により堤体が押し出され変形したものと考えられる。



地震前の堤体前面位置



# 今後の課題

- DMCを用いることにより、災害発生後の砂防構造物等の点検調査が効率的にできる可能性が示唆された。中越地震時の撮影は緊急撮影のため、解像度等に問題が残されているものの、点検調査目的で合理的な撮影計画のもとで情報を得ることができればさらに詳細な被災状況把握が可能になると思われる。今後は砂防構造物の被災状況把握など、具体的な目的に応じた解像度の設定や撮影計画、被災状況の抽出手法などを検討することで、災害発生時の迅速な対応が可能になる。
- 中越地震のような広域災害や、火山噴火など、容易に現地に立ち入ることのできない災害形態の場合、DMCを用いた被災状況把握は、災害後の効率的な点検調査に極めて有効な手段となるだろう。