

多時期航空機レーザ計測データを用いた 2018年北海道胆振東部地震 における斜面崩壊の把握

○劉 ウェン¹⁾, 山崎 文雄^{2), 3)}

¹⁾国立大学法人 千葉大学

²⁾国立研究開発法人 防災科学技術研究所

³⁾株式会社 大崎総合研究所

背景と目的

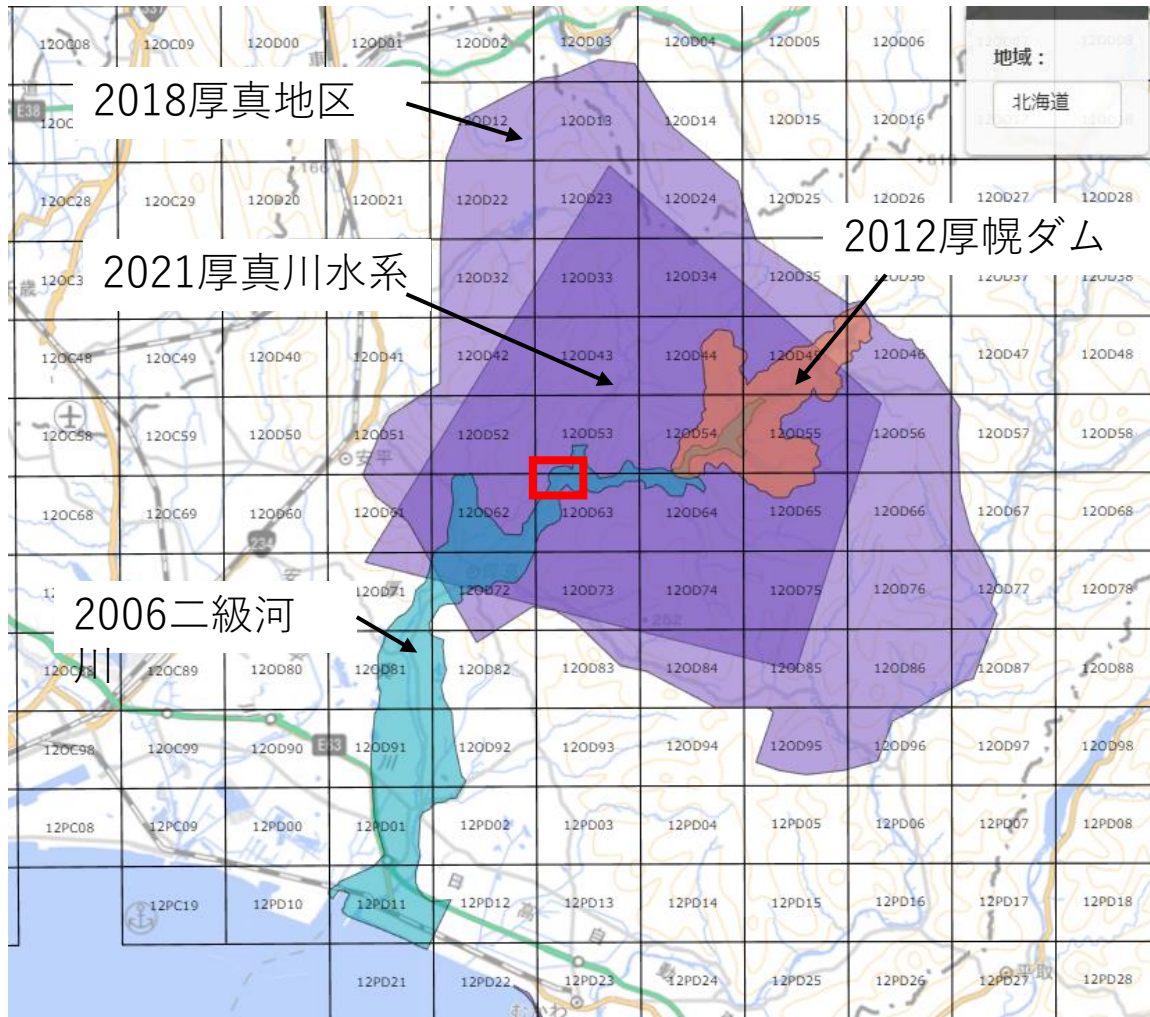
- 2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震によって、厚真町を中心に広域の土砂災害が発生した
- 斜面崩壊においては、高さ方向の変化を含む3次元的な形状変化も被害性状を把握する上で重要
- 既往研究では、2時期のデジタル表層モデル（DSM）を比較して斜面崩壊やインフラ被害の目視判読を行った
- 本研究では、DSM差分における撮影期間中の樹木成長を補正し、閾値による土砂崩壊・堆積範囲の検出を行う



2018年10月4日 by 山崎

厚真町を撮影した4時期の航空レーザデータ

航空レーザ測量データポータルサイト*より作成

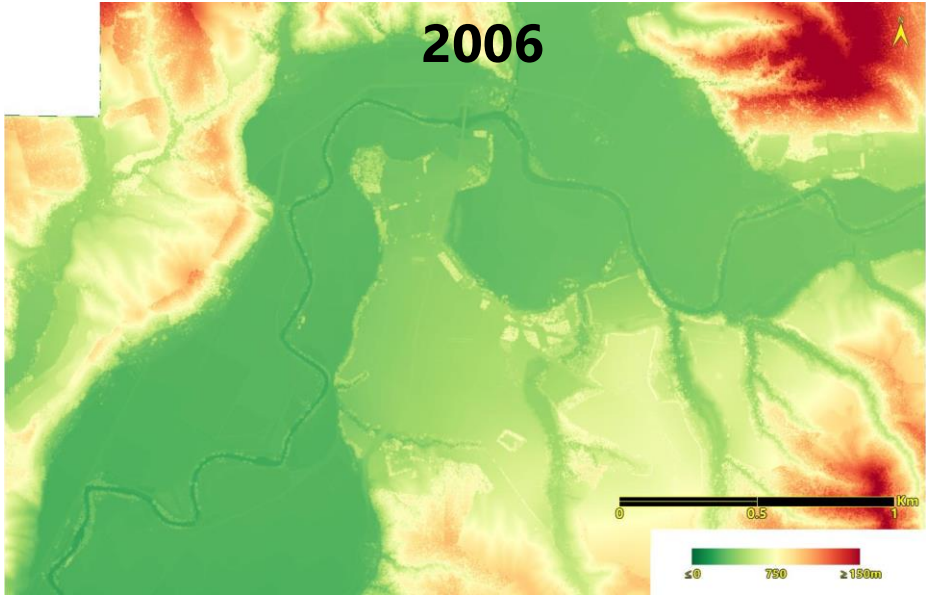


LiDARデータセット	2006年二級河川	2012年厚幌ダム	2018年厚真地区測量	2021厚真川水系
観測年月日	2006/10/30-11/20	2012/10/05-09	2018/9/10-2019/3/20	2021/5/25-6/02
観測機関	北海道 建設部 河川砂防課	北海道 胆振 総合振興局	北海道 胆振 総合振興局	国土交通省 北海道開発局
平均点密度 [1/m ²]	1	1	4	4
DSMメッシュ間隔 [cm]	100	100	50	50

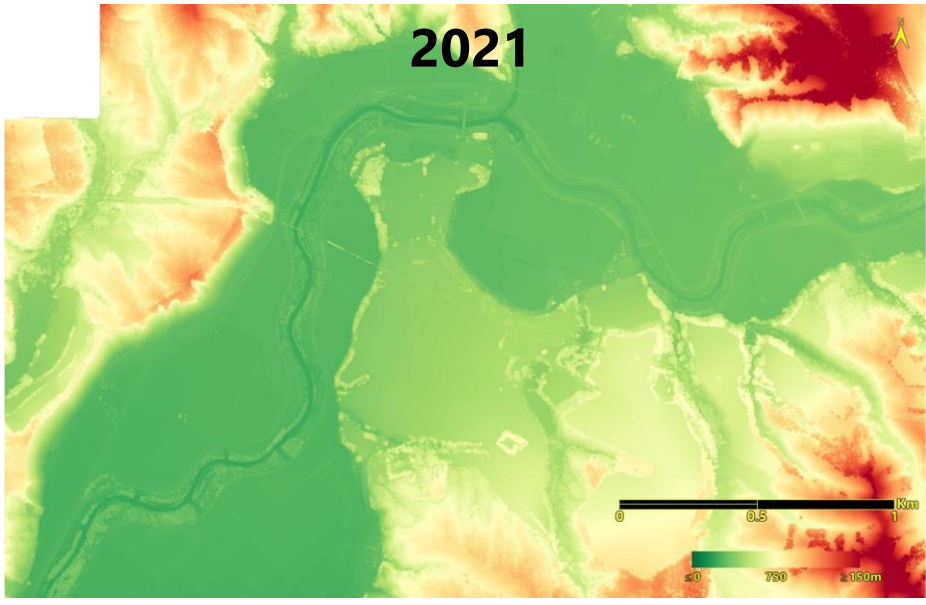
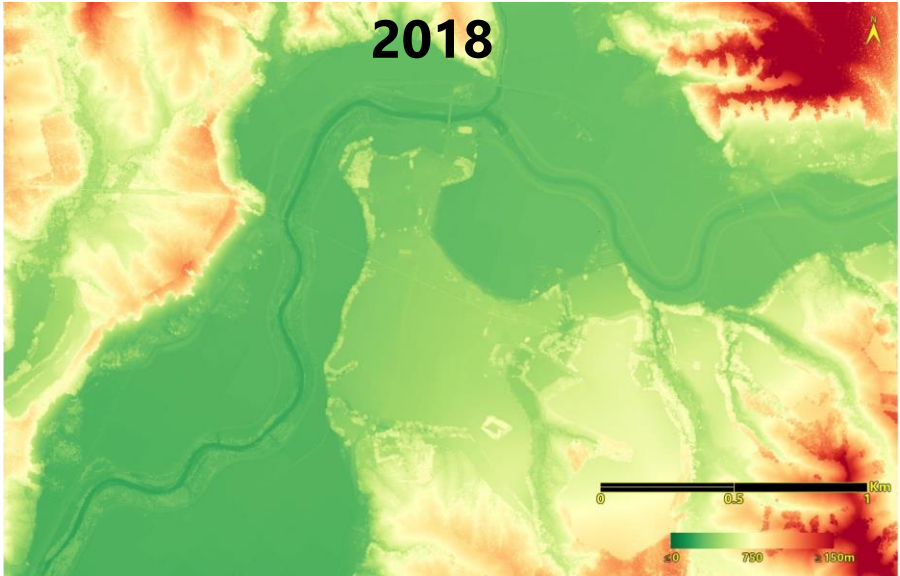
- 対象地域は土砂災害が多かった吉野地区と富里浄水場周辺
- Lidarの**オリジナル計測データ**から0.5m/pixelのデジタル表層モデル (DSM) を作成した。
- **グランド計測データ**から0.5m/pixelのデジタル標高モデル (DTM) を作成した。

*航空レーザ測量データポータルサイト, <https://www.sokugikyo.or.jp/laser/portal/kml/area:1>

対象地域とDSMデータ

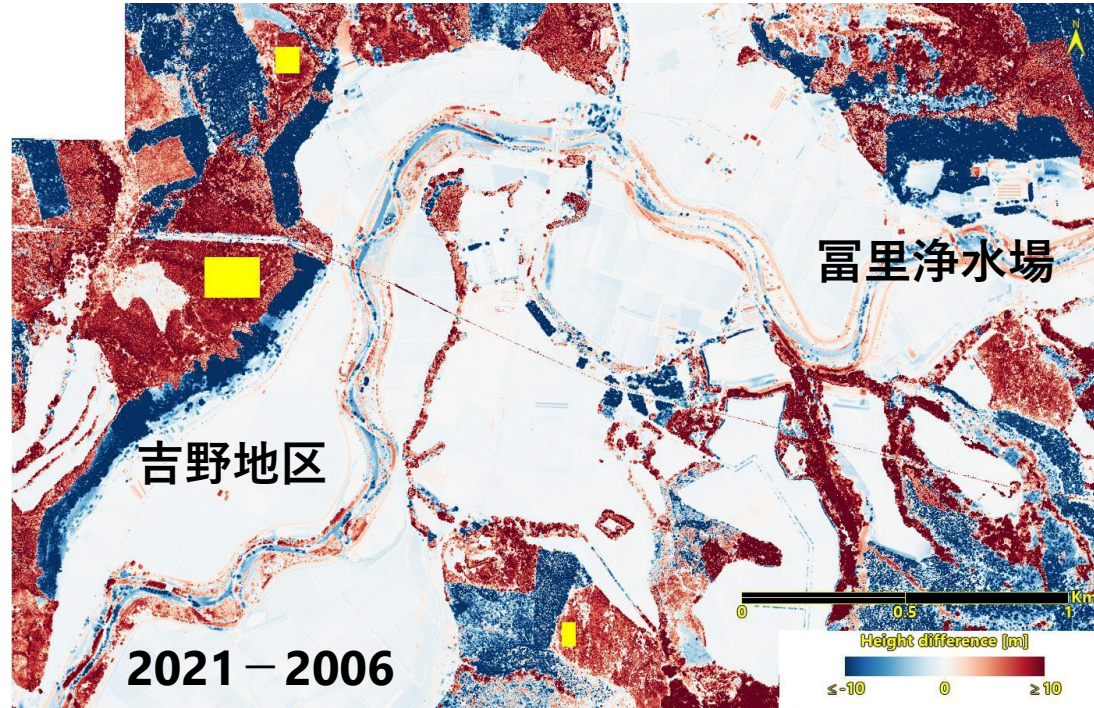


2017年10月27日—2018年10月4日 SPOT 6 / 7

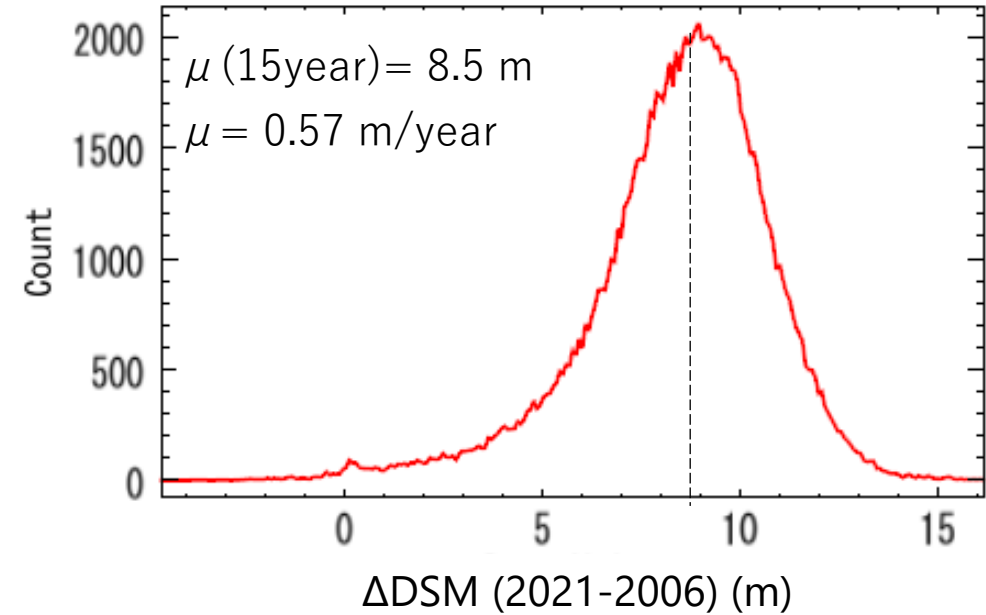


地震前後15年間のDSM差分

DSM差分 (2006.11 - 2021.5)

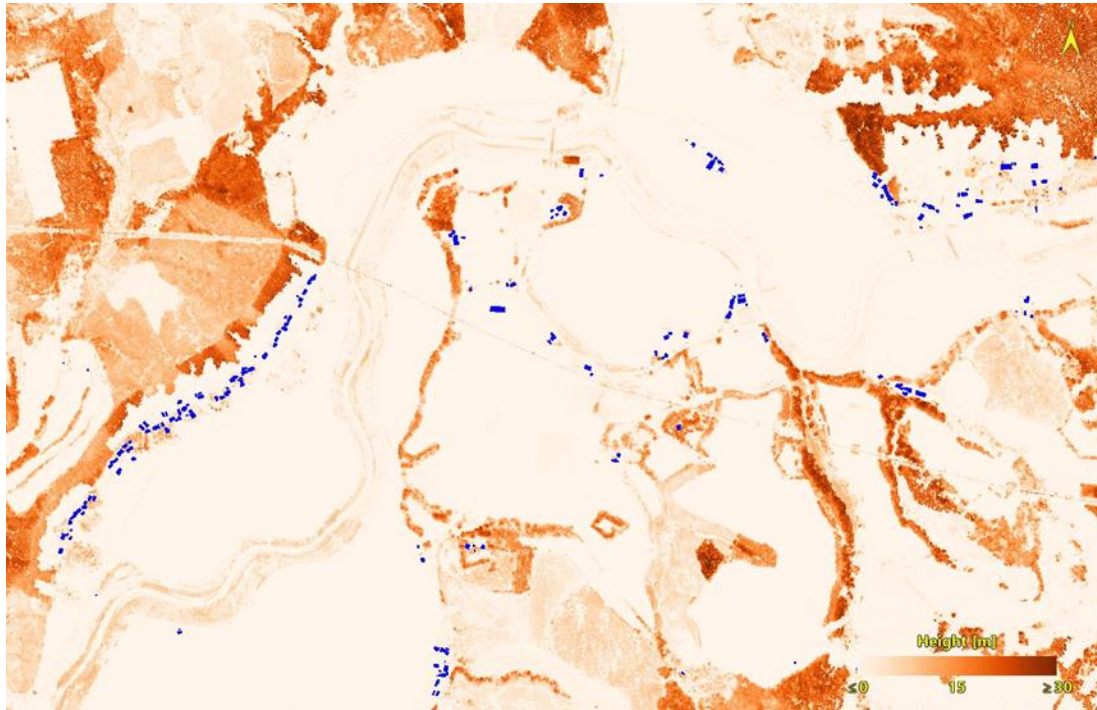


■ 樹木のサンプル



- 地震前後データの撮影時間が10年間以上離れている
- 樹木の成長や人為的な開発による標高の変化が大きい

樹木の抽出

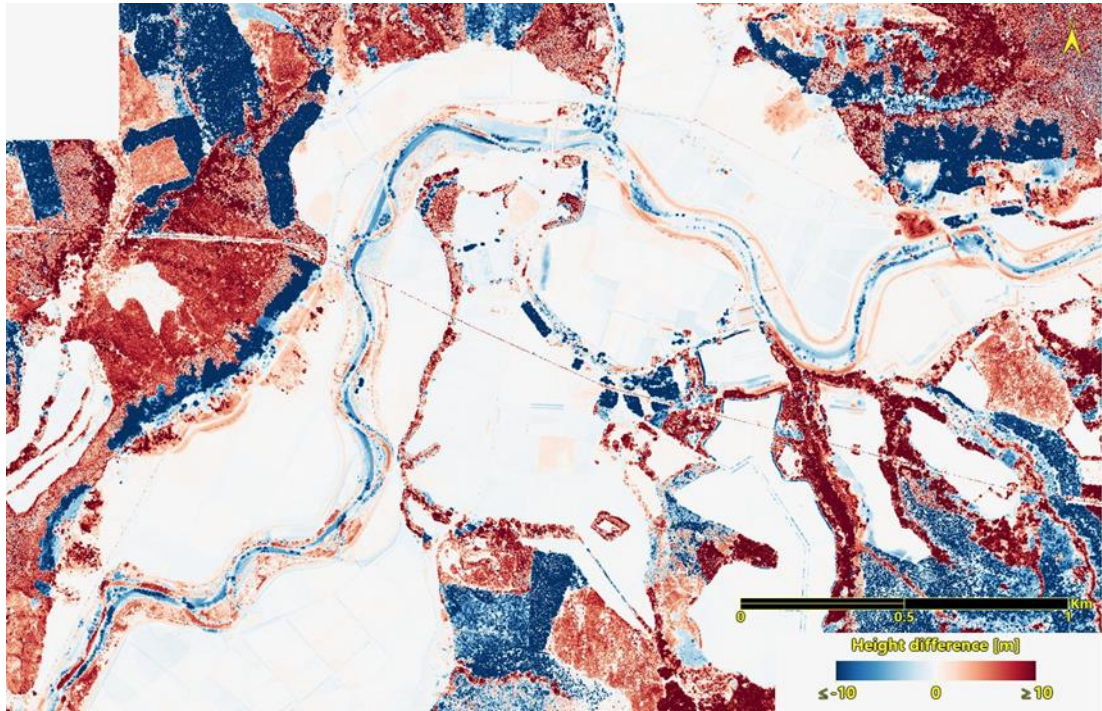


■建物(GSI) 2018年地表物高 (DSM-DTM)

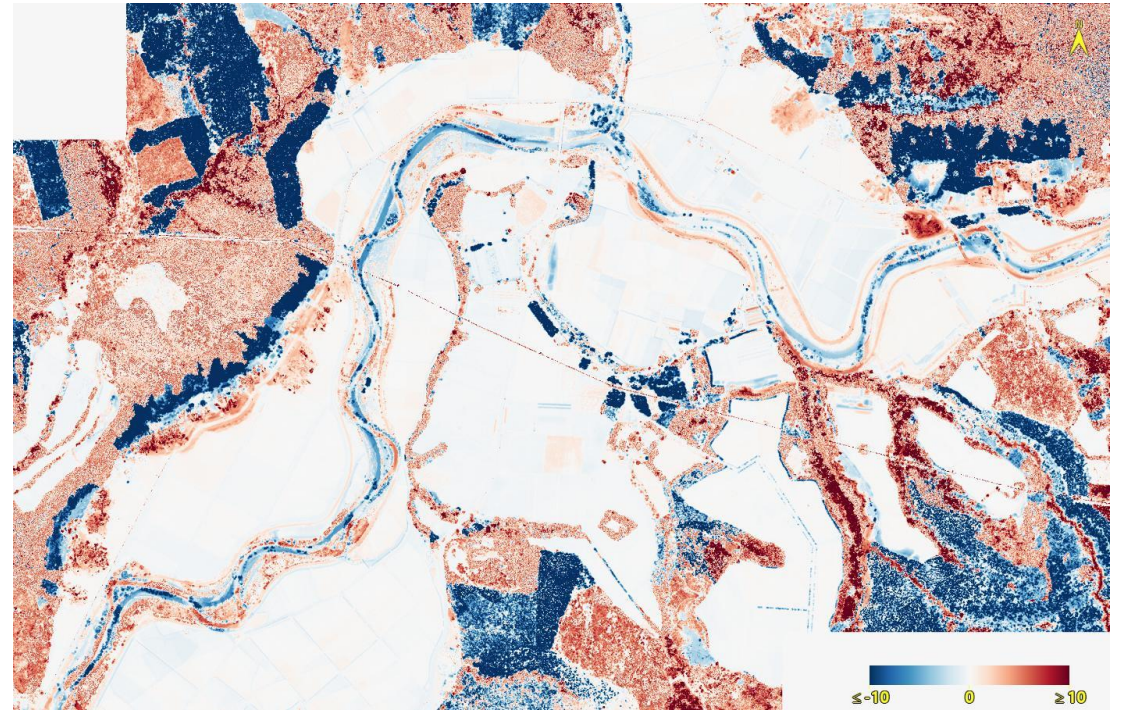
抽出された樹木範囲

- 2018年のDSMとDTM差分から地表物高を求めた
- $H > 6.8 m$ ($0.57m \times 12y$) & $size > 400 pixels \Rightarrow$ 樹木の範囲
- 地震前建物輪郭を用いて、建物範囲を除いた

DSM差分の補正



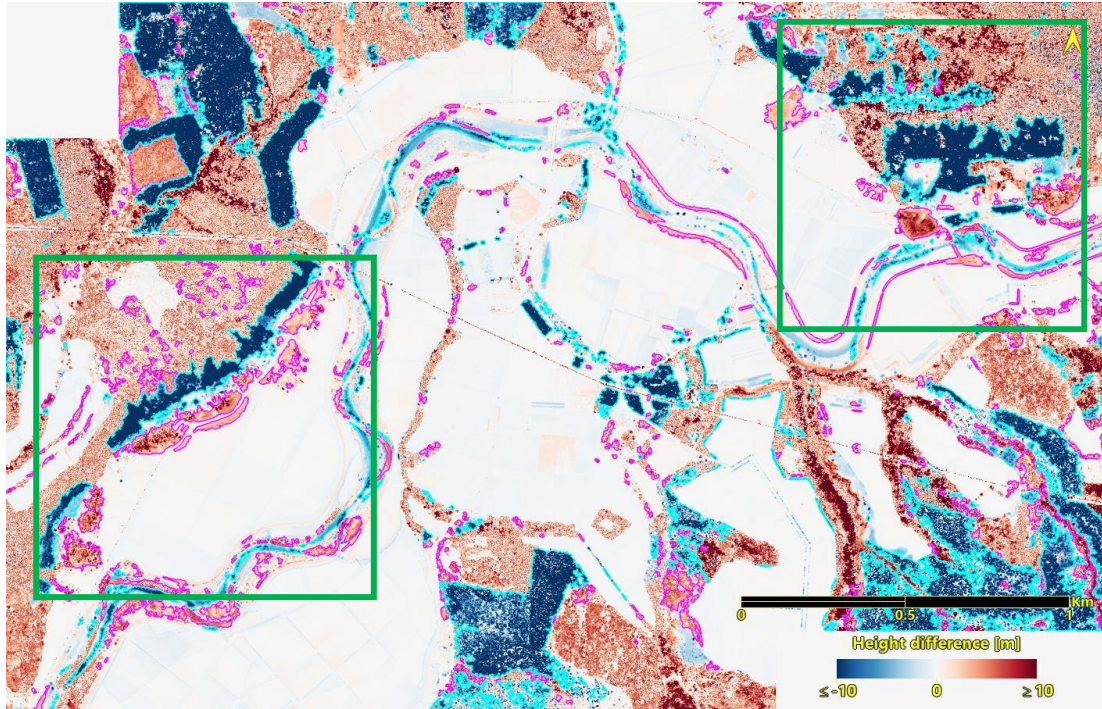
DSM差分 (2006 - 2018)



樹木成長を補正した差分

- 12年間分の樹木成長を補正したあと，森林域におけるDSMの増加が減少した
- 樹木サンプルの成長平均値を用いたため，修正しきれないところが多い

土砂災害箇所への抽出



2018 - 2006



Google Earth 2018/9/11

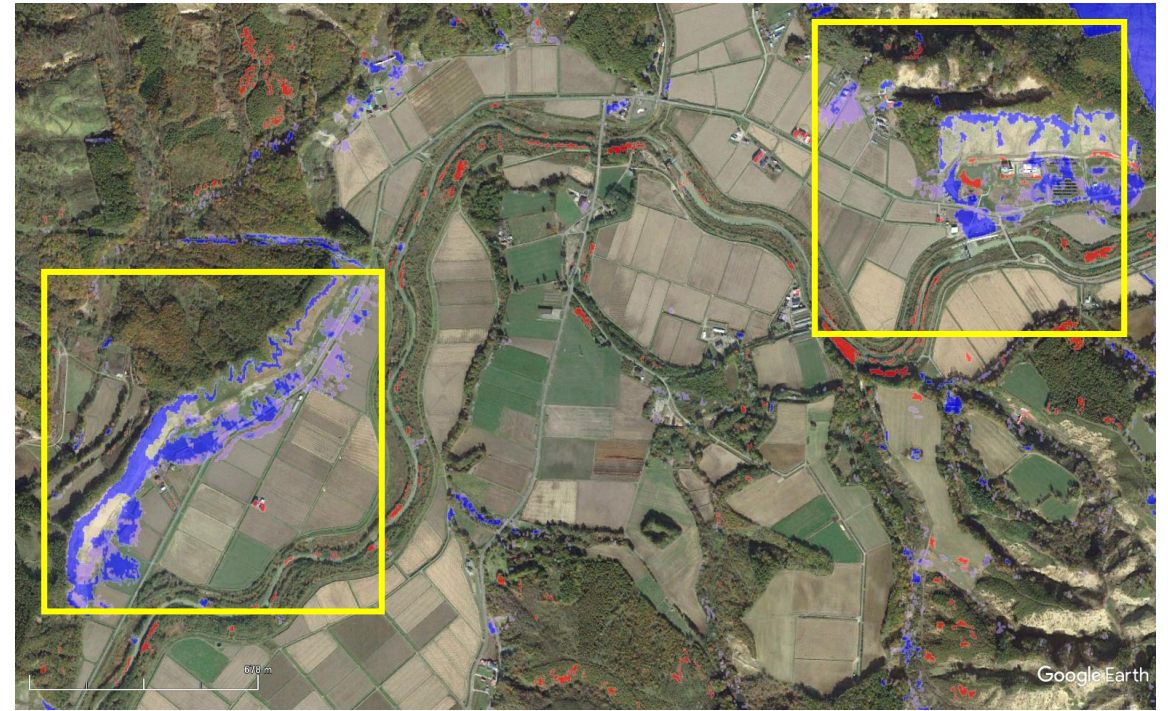
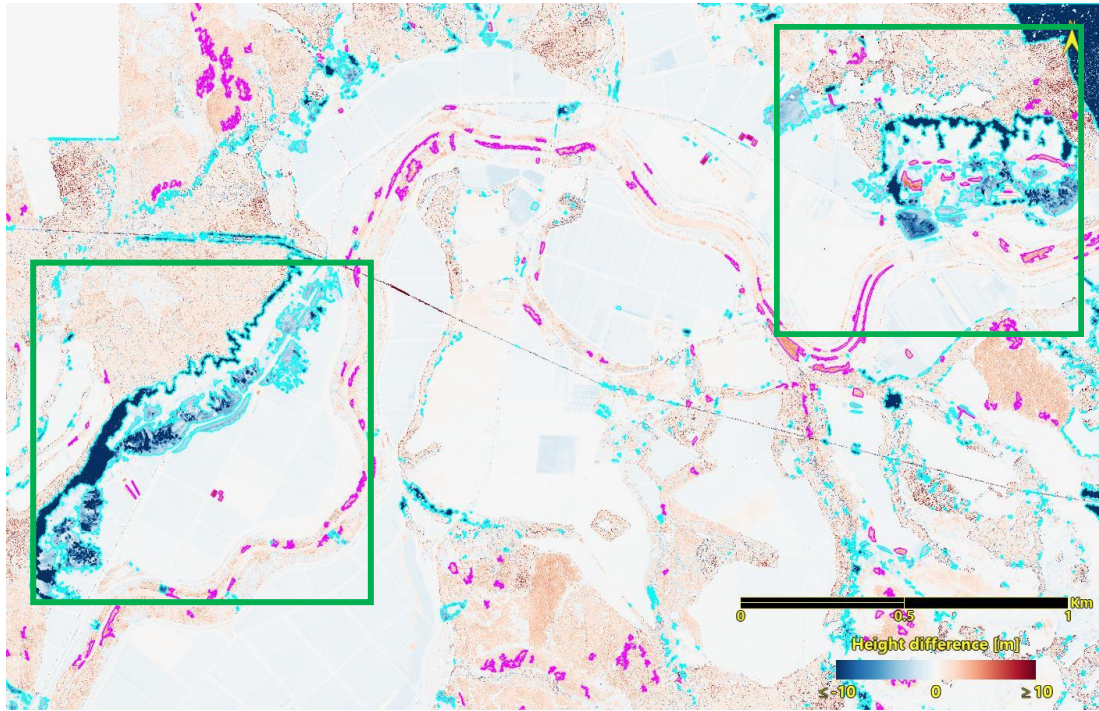
- 崩壊域
- 堆積域

Liu et al. (2019)と同様の閾値を使って崩壊域と堆積域を抽出した
(全範囲6.86 km²)

崩壊域 : $\Delta H < -4 \text{ m} \ \& \ \text{size} > 100 \text{ m}^2 \Rightarrow$ 抽出結果 : 0.86 km²

堆積域 : $2 \text{ m} < \Delta H < 10 \text{ m} \ \& \ \text{size} > 100 \text{ m}^2 \Rightarrow$ 抽出結果 : 0.35 km²
抽出部分の外郭をとり、外郭内に抽出結果の密度が0.8以上のみ有効な堆積域とした

土砂災害箇所への復興状況



- 崩壊域
- 堆積域

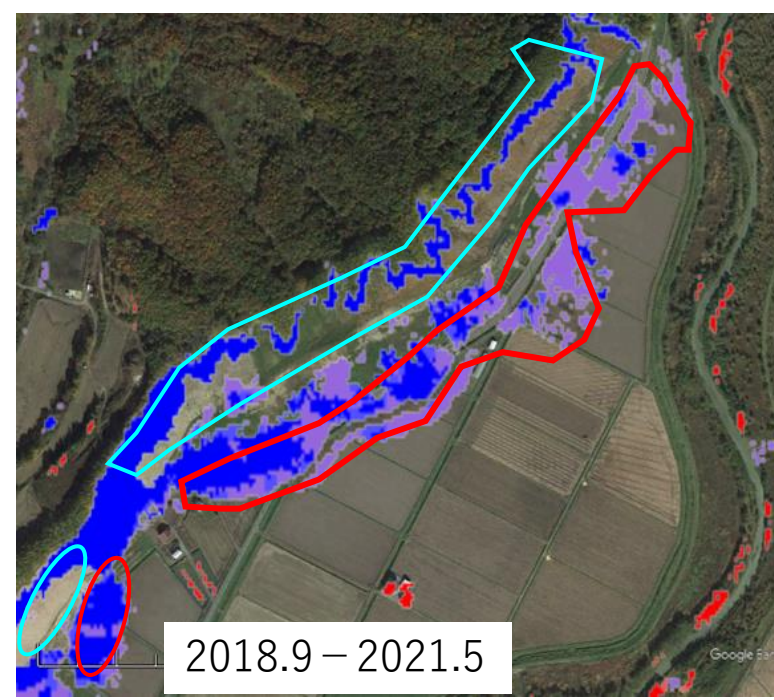
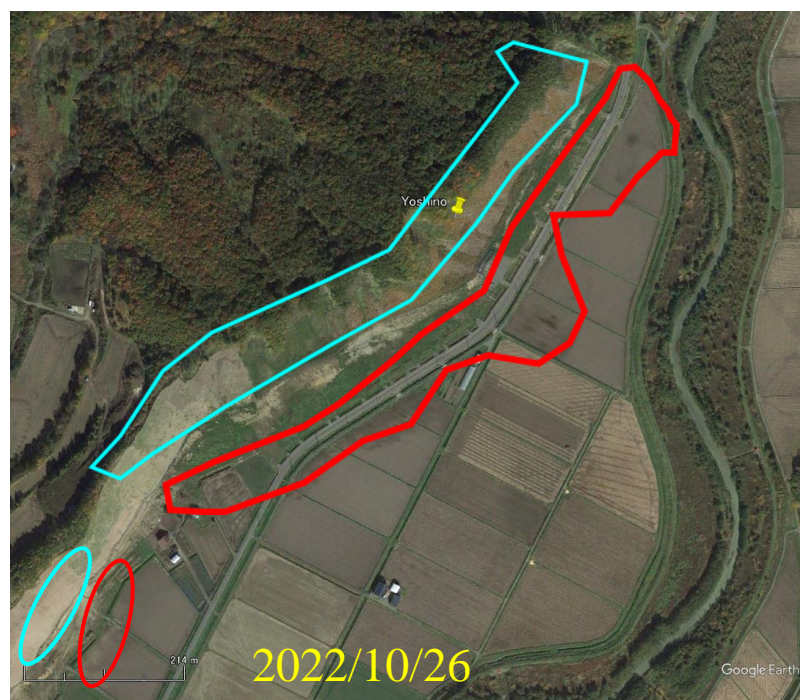
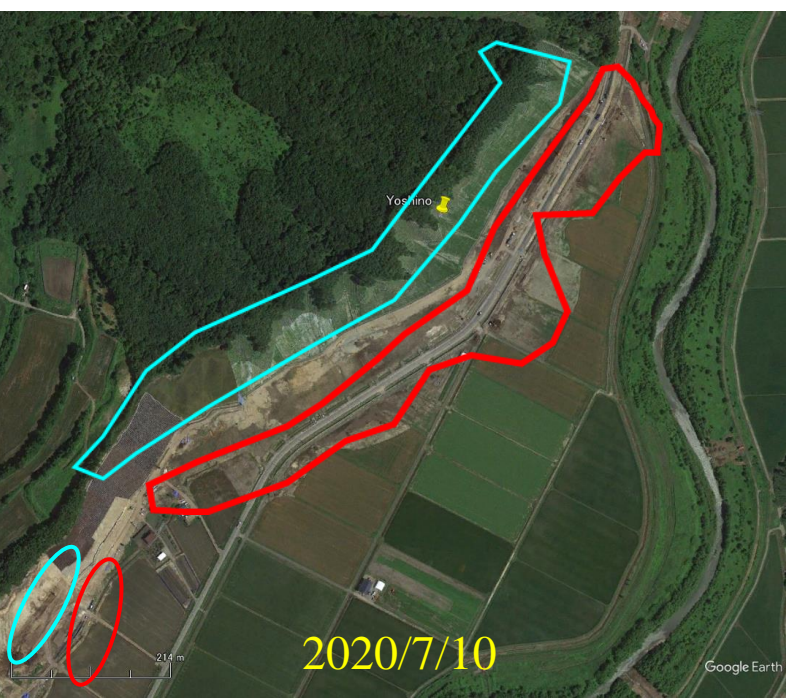
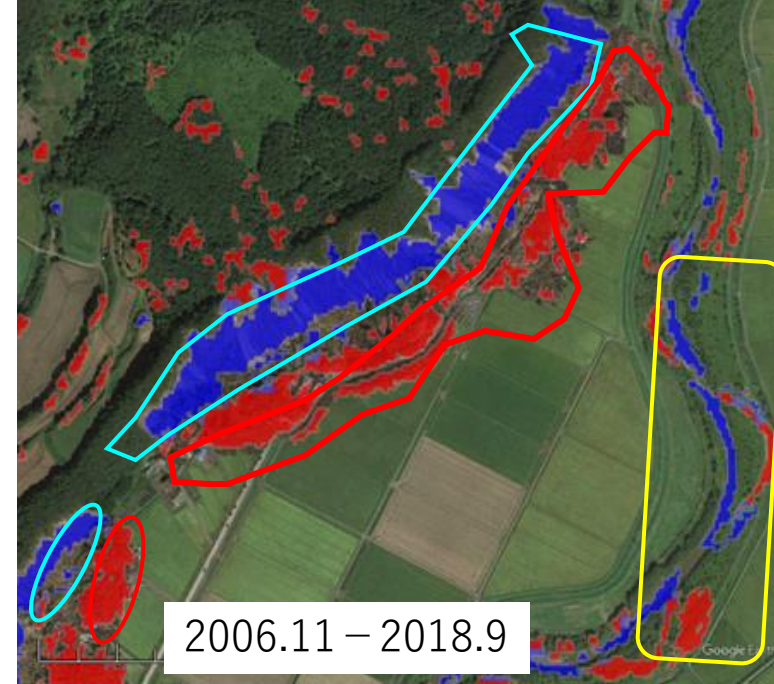
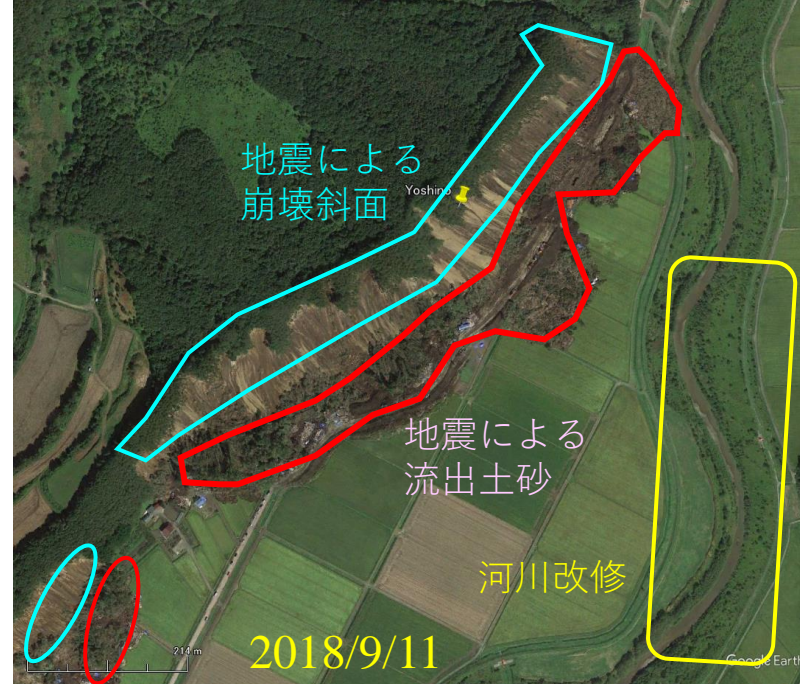
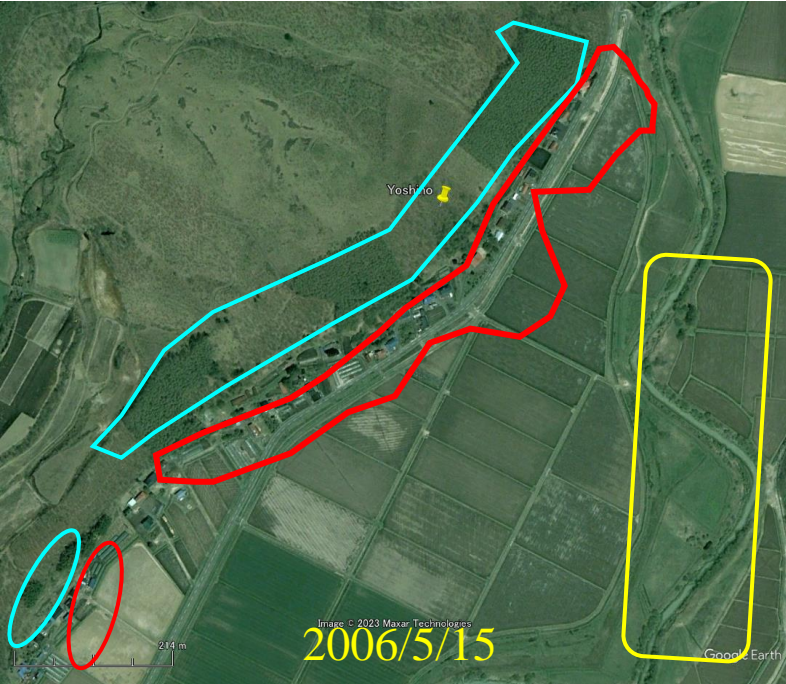
2021 - 2018

Google Earth 2022/10/26

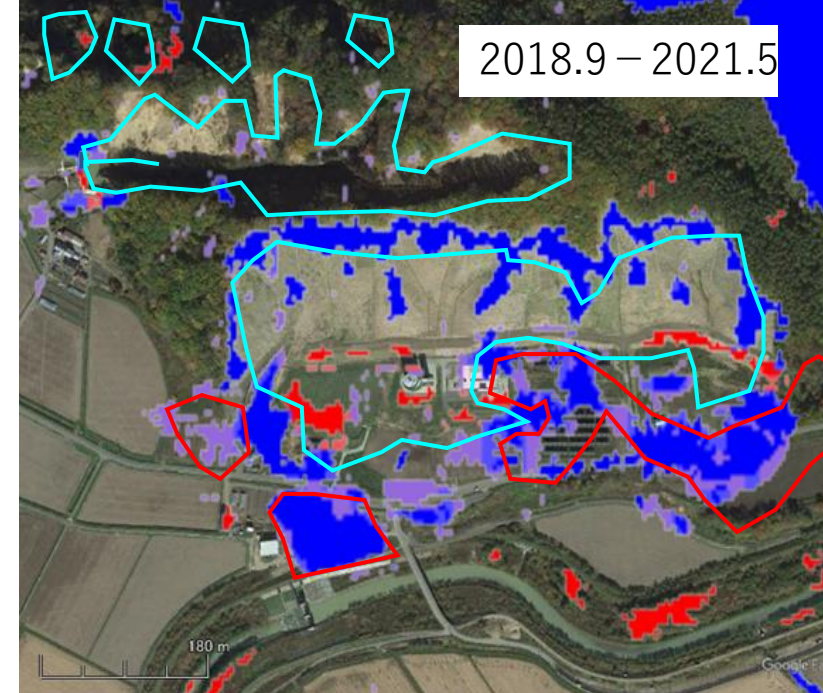
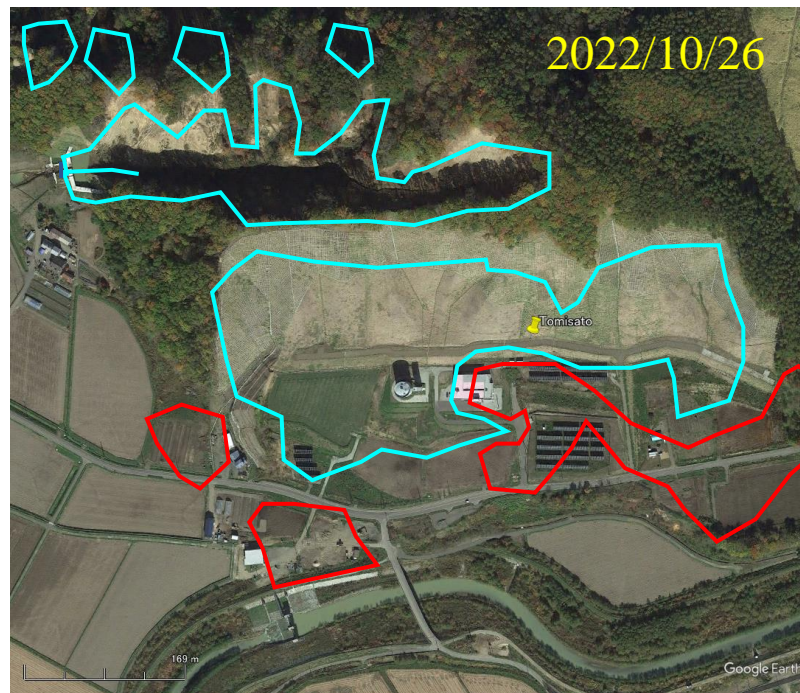
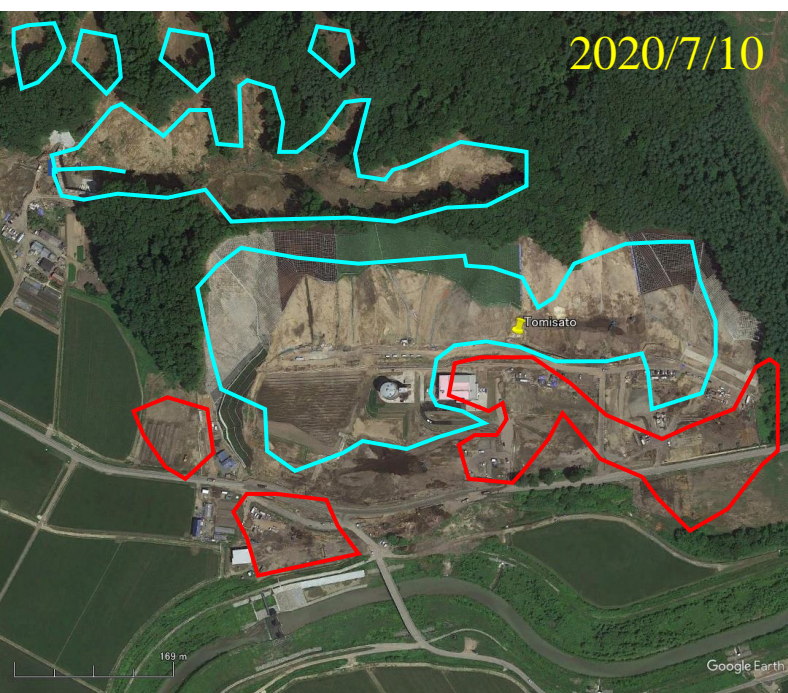
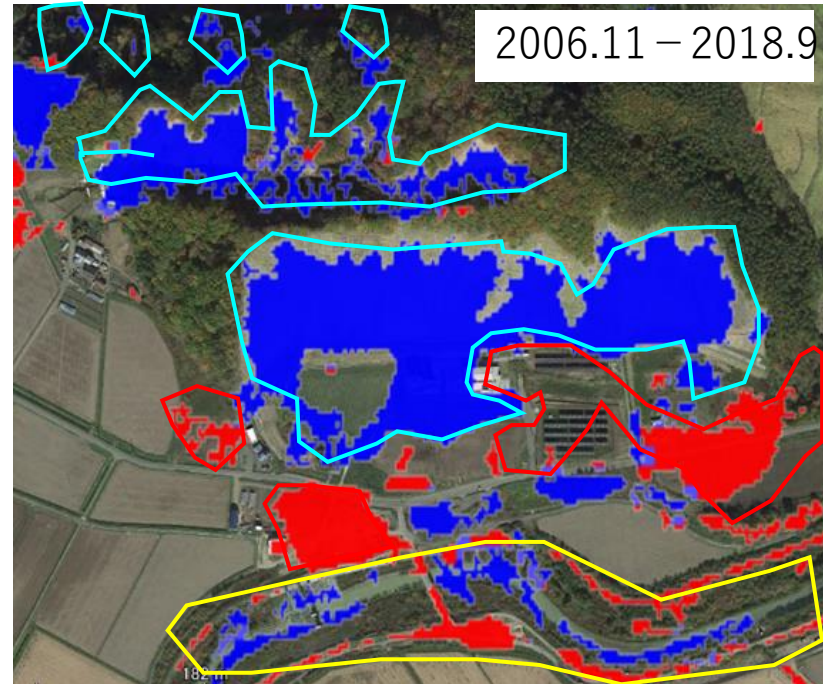
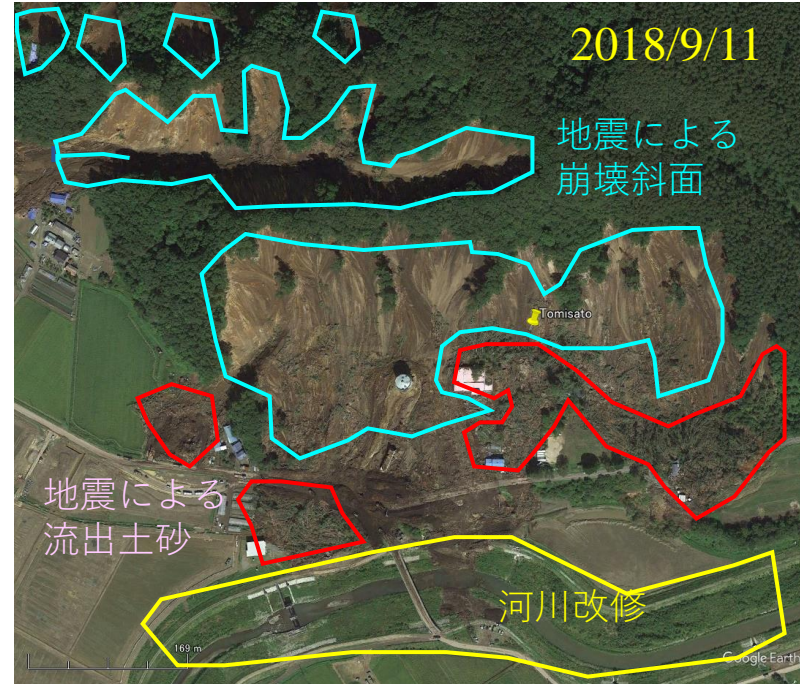
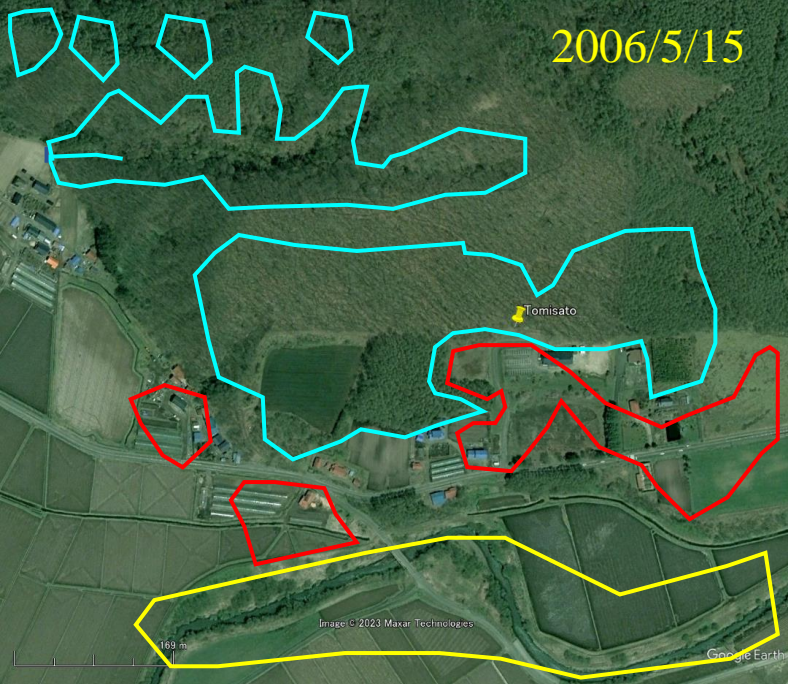
3年間樹木 (1.7m) の成長を補正した後、変化域の抽出を行った
(全範囲7.10 km²)

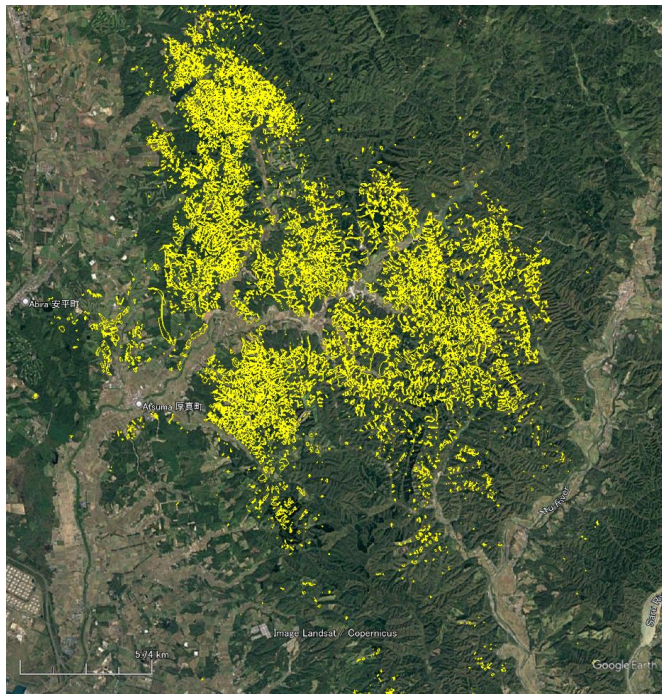
高さ減少域 : $\Delta H < -4 \text{ m} \ \& \ \text{size} > 100 \text{ m}^2 \Rightarrow$ 抽出結果 : 0.21 km²

高さ増加域 : $2 \text{ m} < \Delta H < 10 \text{ m} \ \& \ \text{size} > 100 \text{ m}^2 \Rightarrow$ 抽出結果 : 0.07 km²
土砂崩壊地周辺以外に、一部植生の変化が除ききれず抽出された



吉野地区





国土地理院 斜面崩壊・堆積分布図

抽出結果の検証

抽出結果の混同行列 [km²]

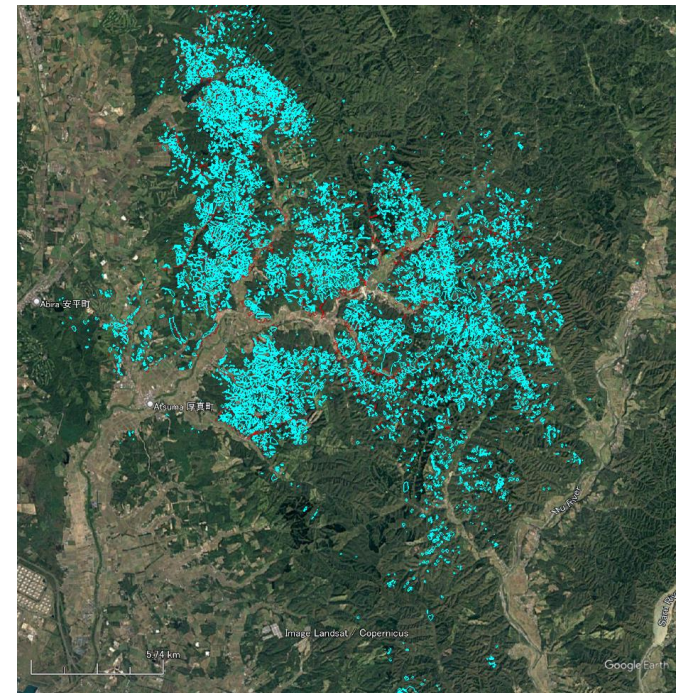
		GSI			
		Landslides	Others	Total	User Acc.
DSM differences	Landslides	0.45	0.76	1.21	37.1%
	Others	0.39	5.26	5.65	93.1%
	Total	0.84	6.03	6.86	
Producer Acc.		53.7%	87.3%		83.2%

Kappa Coefficient: 0.34

抽出結果の混同行列 [km²]

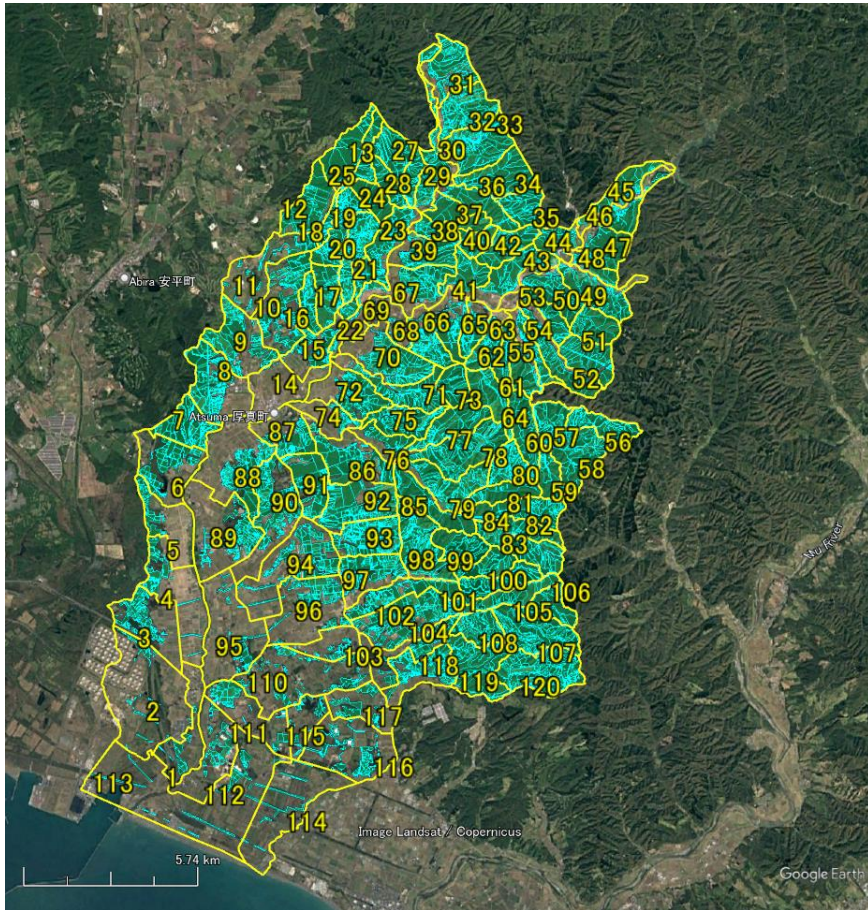
		Results by Kita				
		Collapse	Sediment	Others	Total	User Acc.
DSM differences	Collapse	0.28	0.06	0.51	0.86	33.1%
	Sediment	0.01	0.11	0.24	0.35	30.1%
	Others	0.18	0.23	5.48	5.65	97.0%
	Total	0.47	0.40	5.99	6.86	
Producer Acc.		59.9%	26.9%	91.5%		85.6%

Kappa Coefficient: 0.34

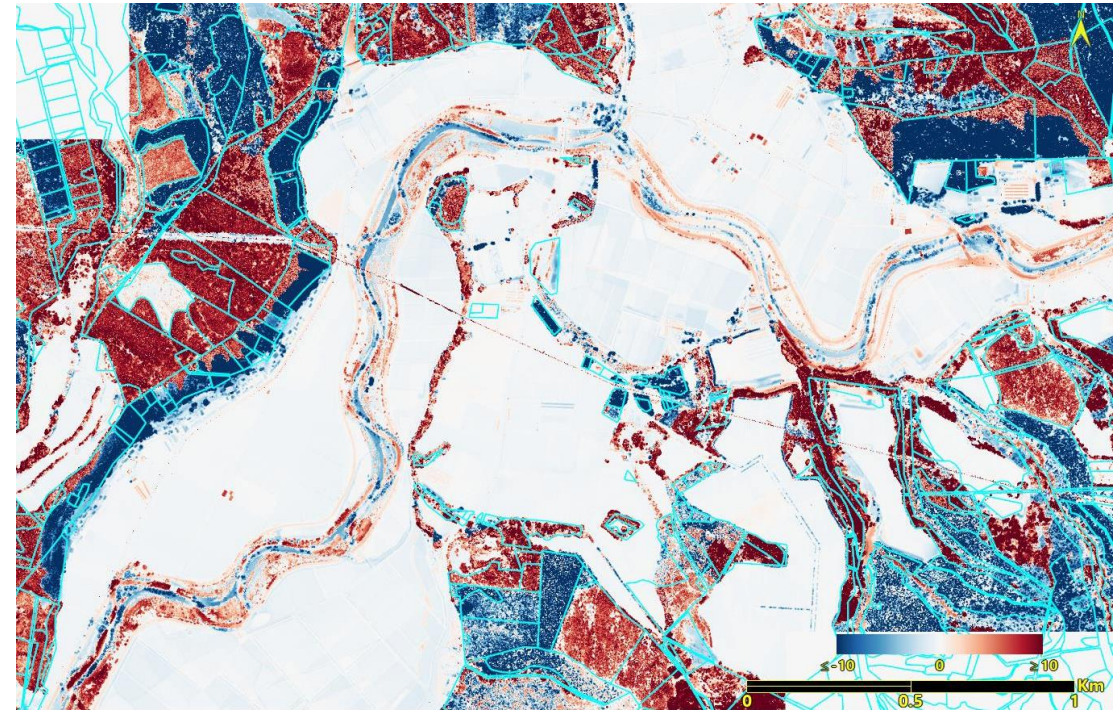


厚真町山腹崩壊トレース・堆積土トレース
(喜多耕一作成)

森林情報を用いた補正



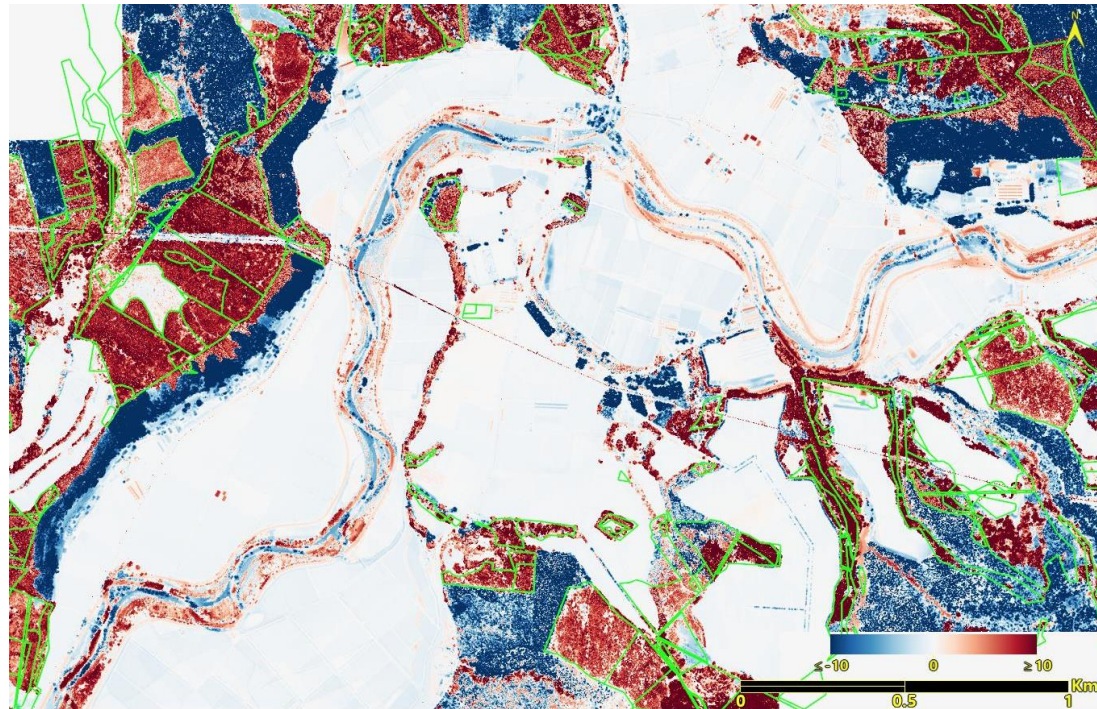
北海道オープンソース
林小班 区画及び森林資源データ



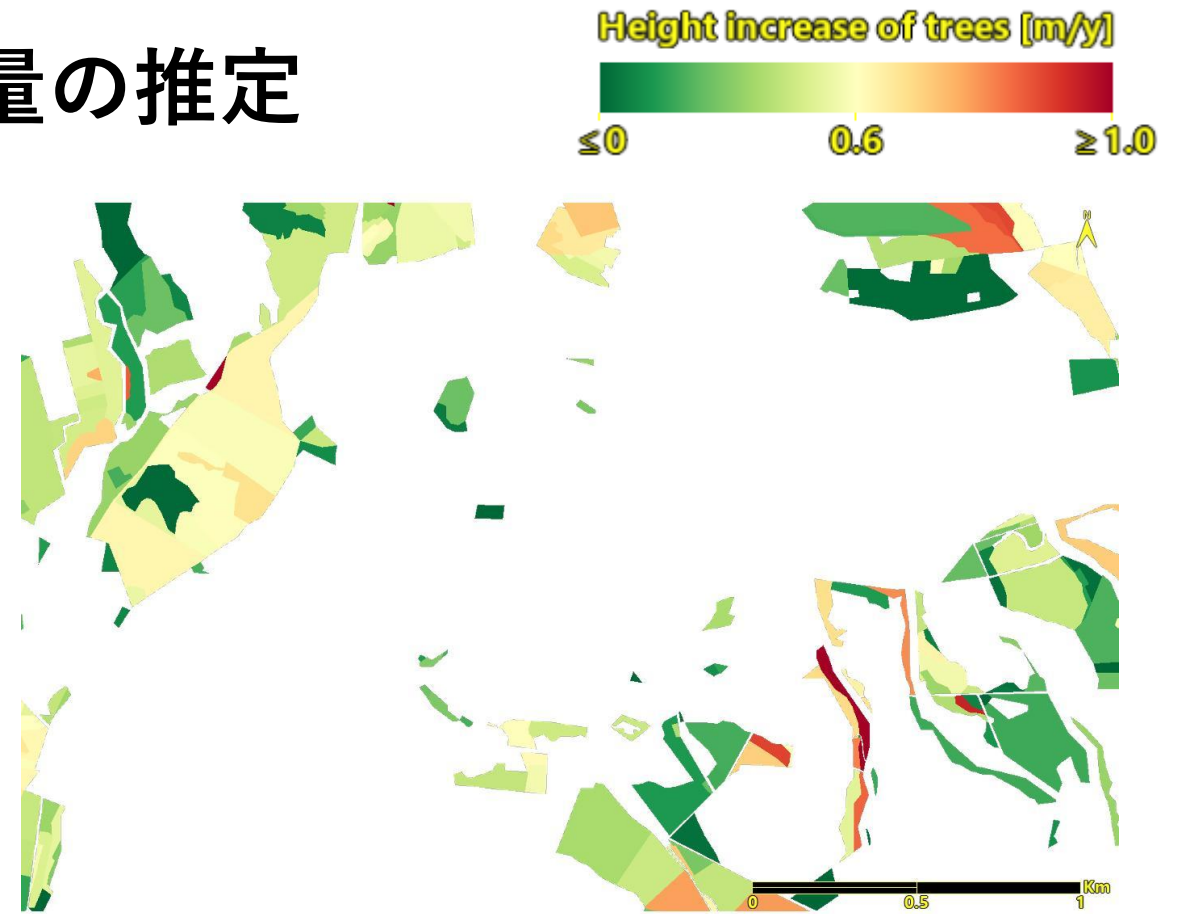
林小班 DSM差分 (2006.11 - 2021.5)

- 樹木成長のばらつきを減らすため、林小班ごとに成長分を補正する

樹木成長量の推定



□ 林小班 DSM差分 (2006 - 2018)

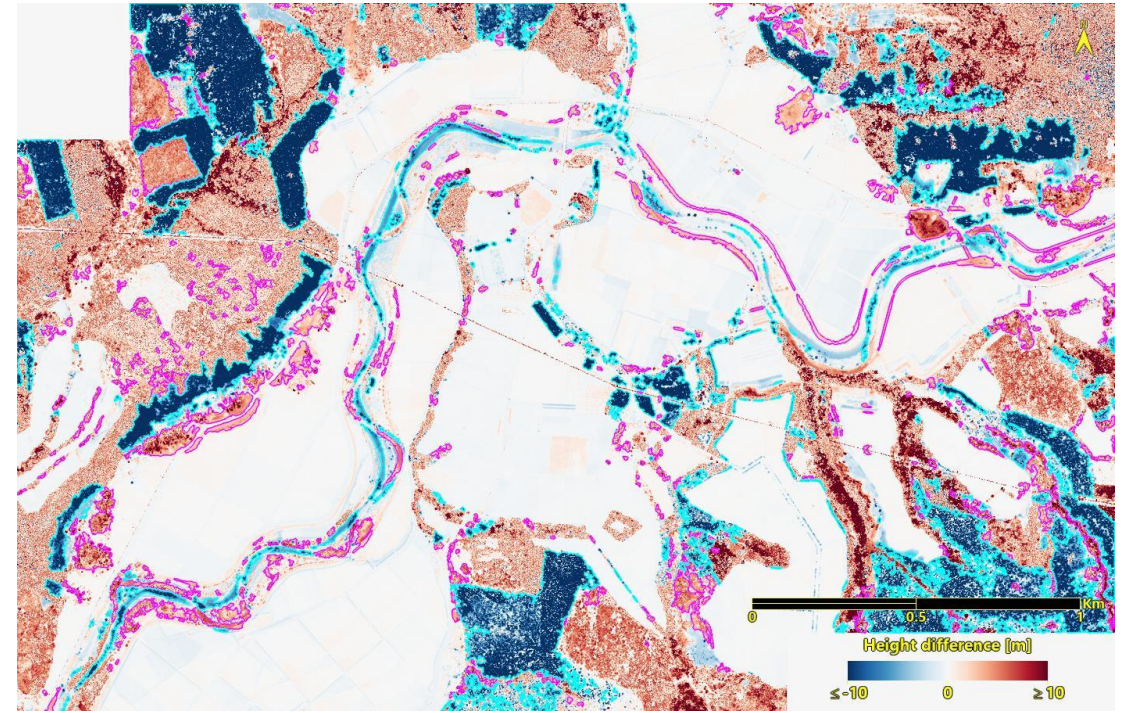
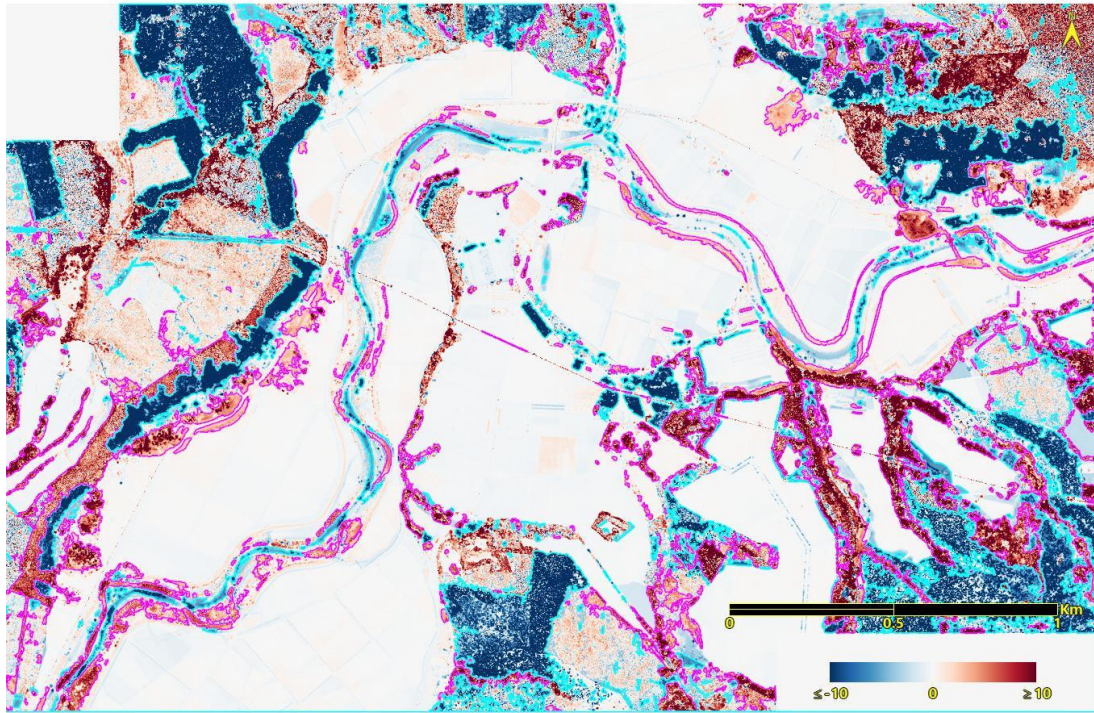


15年間における林の成長速度

- 小班内のDSM差分の平均値が0以上のみ補正対象とする
- 15年間の高さ変化から年間の成長速度を求める

土砂災害の抽出結果

DSM差分 (2006 - 2018)



- 崩壊域
- 堆積域

林小班を用いて補正後の結果

DTMデータを用いた補正後の結果

全範囲6.86 km²

崩壊域 : $\Delta H < -4 \text{ m} \ \& \ \text{size} > 100 \text{ m}^2 \Rightarrow$ 抽出結果 : 0.96 km²

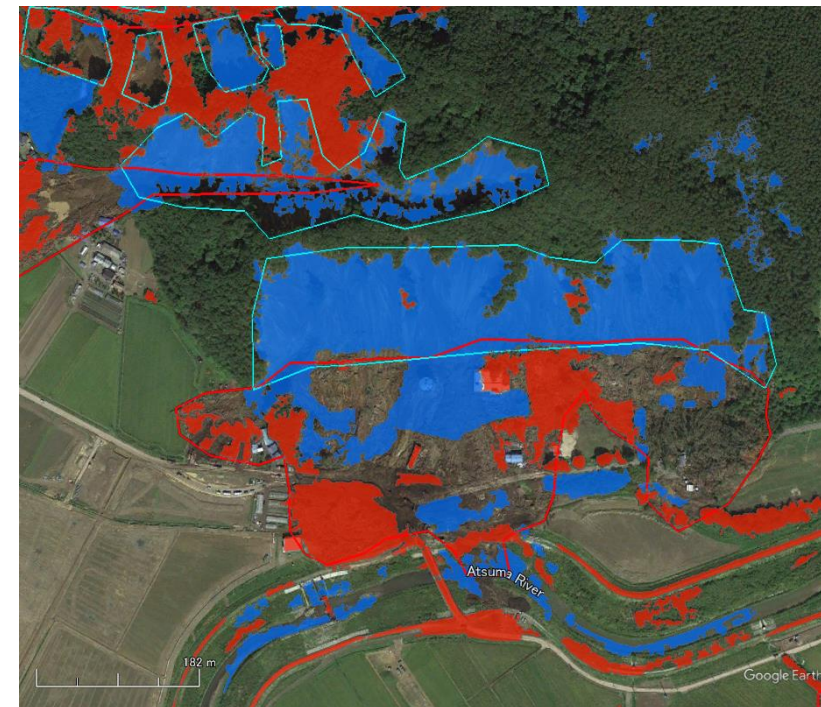
堆積域 : $\Delta H > 2 \text{ m} \ \& \ \text{size} > 100 \text{ m}^2 \Rightarrow$ 抽出結果 : 0.76 km²

抽出部分の外郭をとり、外郭内に抽出結果の密度が0.8以上のみ有効な堆積域とした

抽出結果の検証

抽出結果の混同行列 [km²]

		Results by Kita				
		Collapse	Sediment	Others	Total	User Acc.
DSM differences	Collapse	0.31	0.07	0.58	0.96	32.3%
	Sediment	0.03	0.14	0.58	0.76	18.8%
	Others	0.13	0.18	4.83	5.14	93.9%
	Total	0.47	0.40	5.99	6.86	
	Producer Acc.	65.2%	36.2%	80.5%		76.9%



まとめ

2018年北海道胆振東部地震前後の計3時期の航空レーザ計測データを用いて、数値表層モデル(DSM)の2時期差分に基づき、地震による土砂災害および復旧状況の把握を行った。

- 樹木の成長を考慮した補正後のDSM差分から、土砂崩壊域と堆積域を抽出できた
- 樹木高さの一括補正と小班ごとの補正を行ったが、成長のばらつきによりどちらも土砂災害として誤抽出された範囲があった
- 今後では、適用範囲を拡大し、レーザ計測データの全域における土砂災害の抽出を行う
- 樹木成長に関する補正手法を改善する

ご清聴ありがとうございました

謝 辞

本研究では，北海道建設部河川砂防課，北海道胆振総合振興局，国土地理院より，航空レーザ計測データの提供を受けました。