

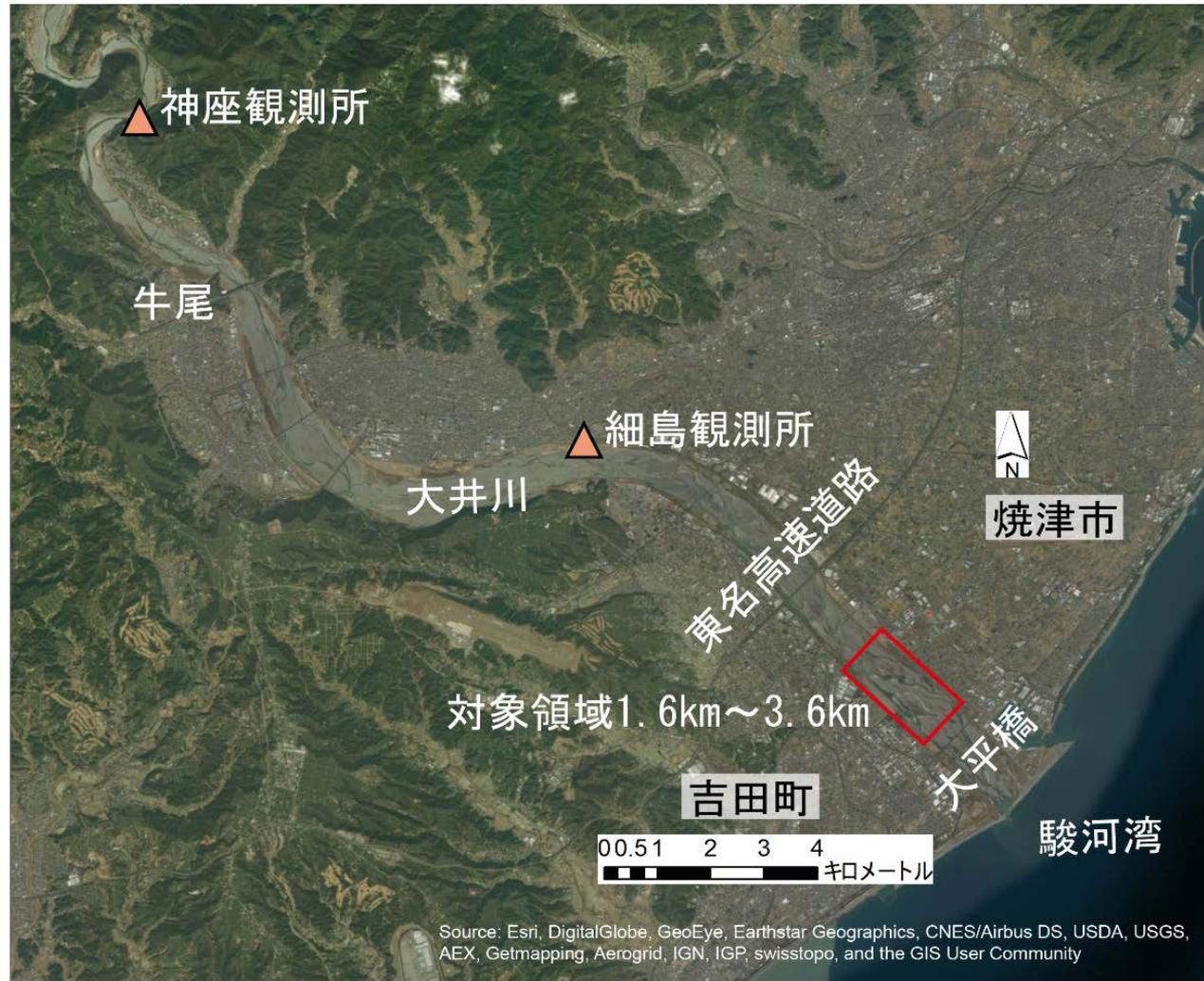
網状流路を有する大井川における 植生域消失と流路変動の関係

愛知工業大学 工学部土木工学科 赤堀良介
名城大学 理工学部社会基盤デザイン工学科 溝口敦子
愛媛大学 法文学部 石黒聡士

2018.06.12 河川技術シンポジウム(2018)OPS1

研究対象(大井川下流部)

- 2016年から国土交通省中部地方整備局静岡河川事務所によるUAV撮影実施
- 2017年10月5日, 12月14日~15日と, 2回の撮影が実施された
- 神座地点流量暫定値
 - 8月8日: 1400m³/s前後
 - 10月23日: 3900m³/s前後を推測, 1/4程度の確率規模



大井川下流域, 河口から20km(牛尾狭窄部)まで



航空写真(国土地理院航空写真 <https://maps.gsi.go.jp/>)
による大井川下流部大平橋付近の植生の状況の経年変化

既往の知見とその検証

既往の知見

- 既往の検討(溝口・赤堀, 2017)より1000m³/s程度(平均年最大流量を下回ると考えられる)の出水においても、活発な河床変動を観測

関連研究からのヒント

- 山口ら(2015):かつて網状流路で現在単列化が進行した札内川を対象、試験出水と旧流路を活用し、効率的に礫河原を復元する手法を検討
- 瀬淵の構造を活用した上で流路の交番現象の可能性をいかに利用するかという視点に立脚

検証すべき事象

- 中・小規模出水時に流路の側方への侵食を促すことが出来るか？
- それによる植生の流失は期待し得るか？

溝口敦子, 赤堀良介: 多列砂州を有する大井川の河床変動特性と、流量時系列の変化が河床変動へ及ぼす影響, 河川技術論文集, 第23巻, pp.537-542, 2017.

山口里実, 渡邊康玄, 武田淳史, 住友慶三: 流路の固定化が進行した河道における効率的な旧流路回復手法に関する検討, 河川技術論文集, 第21巻, pp.217-222, 2015.

研究手法

- UAV撮影画像を対象としたGISによる検討
 - オルソ画像比較による植生域の変化の検討
 - Digital Surface Model (DSM)比較による地表高さの変化の検討
 - 両者を合わせた植生流失要因の検討
- 数値計算を用いた検討
 - DSMから計算格子を作成
 - iRIC2.3付属のNays2DHをソルバーとして使用
 - 出水時の掃流力と植生の残存域を比較

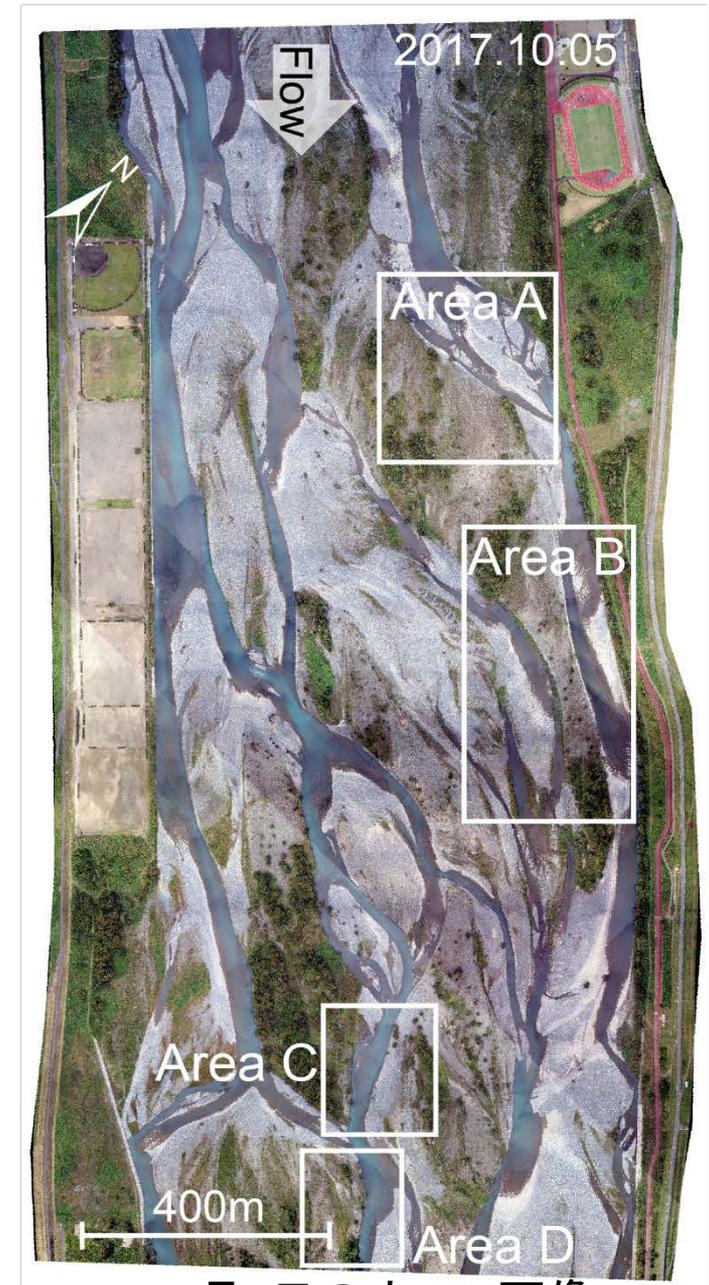
現地では何が起きたのか検証

物理量の推測

UAV画像に対する検討 (オルソ画像比較)

- 同じ流路位置を保ったままでやや拡幅していった箇所, あるいは側方に大きく流路を移動させた箇所などに分類
- 側方への流路移動に伴い植生域が消失した代表的な箇所に, Area AからArea Dまでの名を付け(実線白枠), 後述の検討に利用

※植生の消失: 見かけ上の消失,
画像から見えなくなったこと



10月5日のオルソ画像

UAV画像に対する検討 (オルソ画像比較)

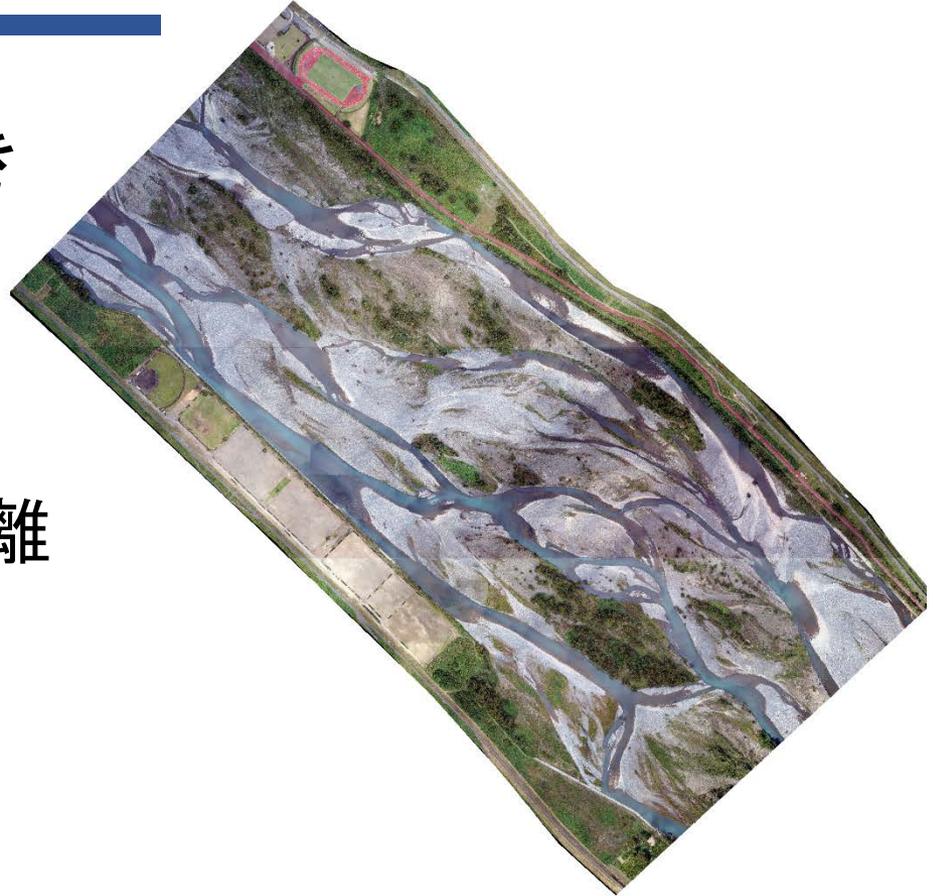
- 同じ流路位置を保ったままでやや拡幅していった箇所,あるいは側方に大きく流路を移動させた箇所などに分類
- 側方への流路移動に伴い植生域が消失した代表的な箇所に, Area AからArea Dまでの名を付け(実線白枠), 後述の検討に利用

※植生の消失: 見かけ上の消失,
画像から見えなくなったこと



UAV画像に対する検討 (植生域判定)

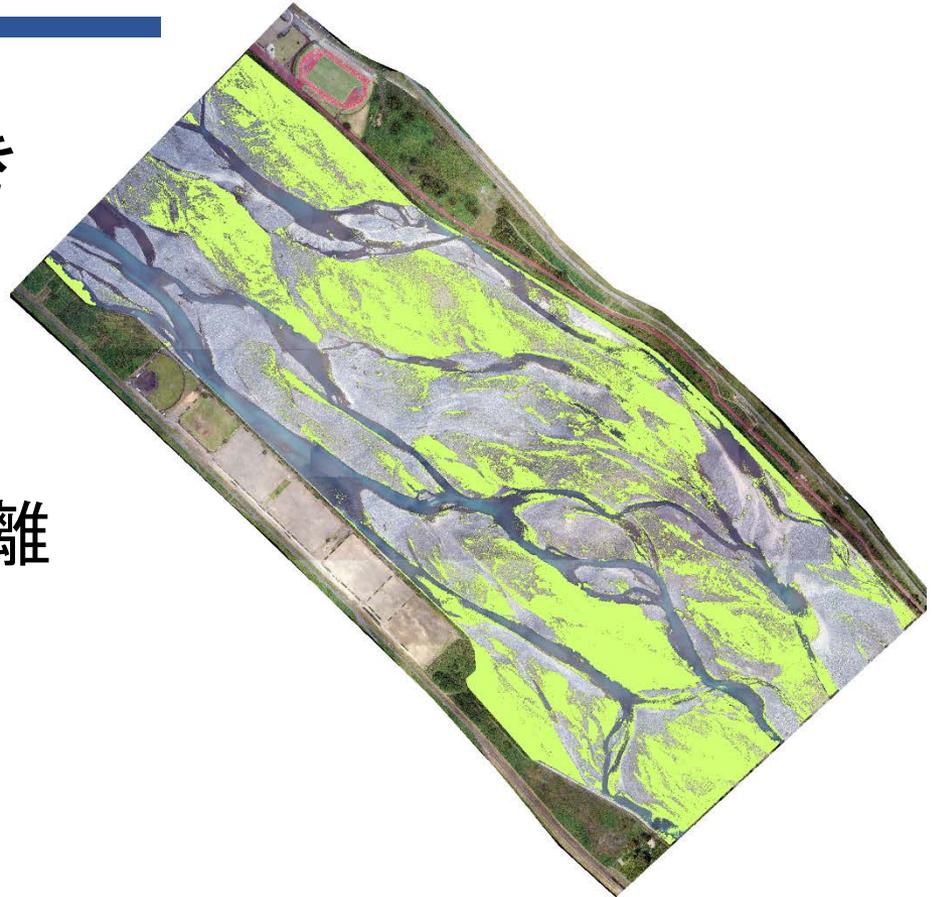
- オルソ画像に対し教師付き分類解析を適用
- 画像上での植生領域を分離



10月5日のオルソ画像

UAV画像に対する検討 (植生域判定)

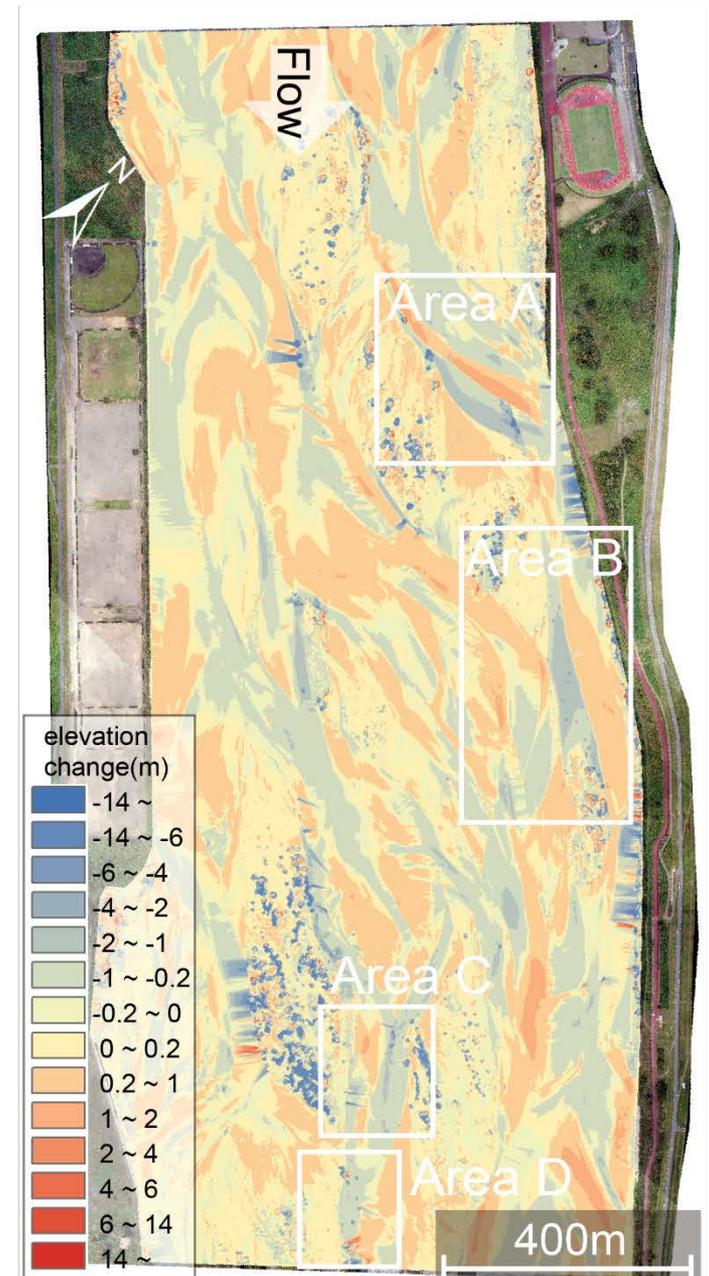
- オルソ画像に対し教師付き分類解析を適用
- 画像上での植生領域を分離



10月5日のオルソ画像に対し
植生域を判定したもの

UAV画像に対する検討 (DSM差分)

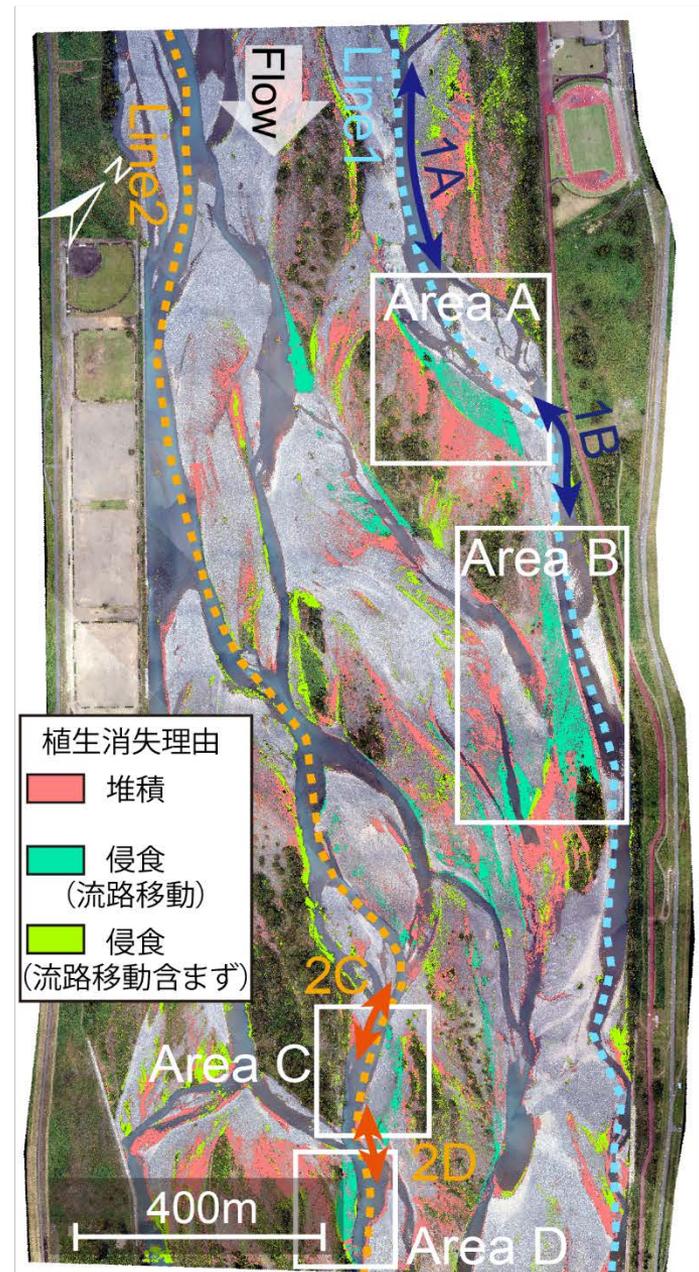
- 12月14日および15日観測結果の1mメッシュDSMデータから10月5日の同DSMデータを差し引く
- 10月23日出水の前後での表面高さの変化を算出
- メッシュの各所において標高が上昇したのか(堆積), 下降したのか(侵食)を判別



10月5日から12月14日, 15日までのDSM標高の変化

UAV画像に対する検討 (植生域判定)

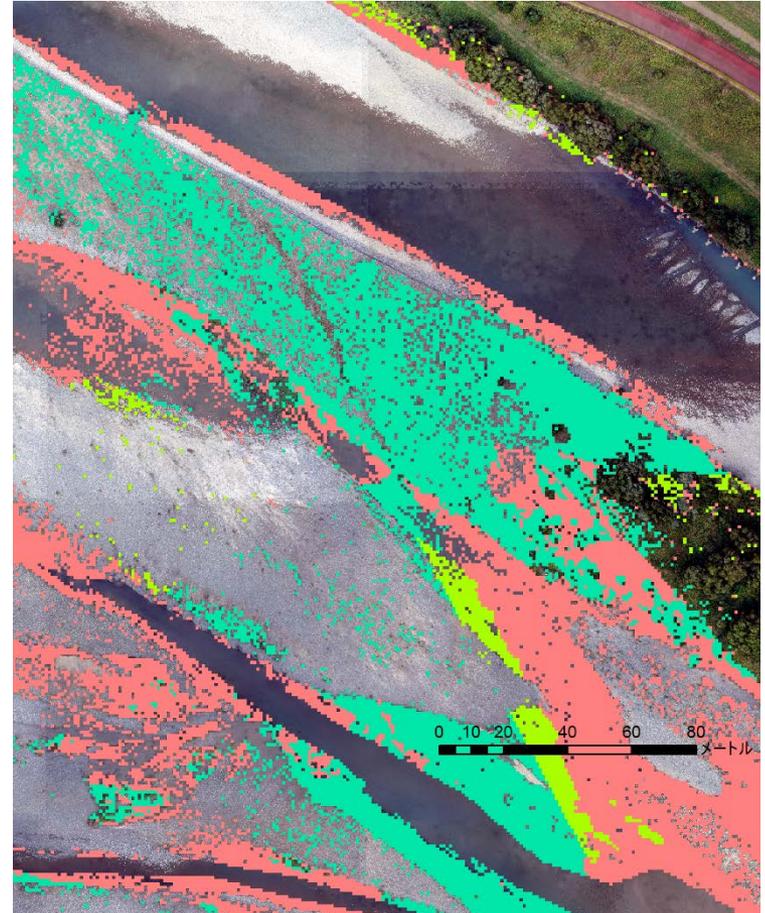
- 目視によるオルソ画像の比較から、流路が首を振るような移動を見せた箇所において、浸食植生消失メッシュを、流路の側方移動による植生消失メッシュとした
- 最終的に、オルソ画像において植生の消失したメッシュに対し
 - 「堆積により植生が消失したもの」
 - 「浸食により植生が消失したもの(流路移動:側方への流路の移動によるもの)」
 - 「浸食により植生が消失したもの(流路移動含まず:側方への流路の移動を理由としないもの)」
 - 以上の3項目に分類



植生消失メッシュに対しその理由を判別したもの

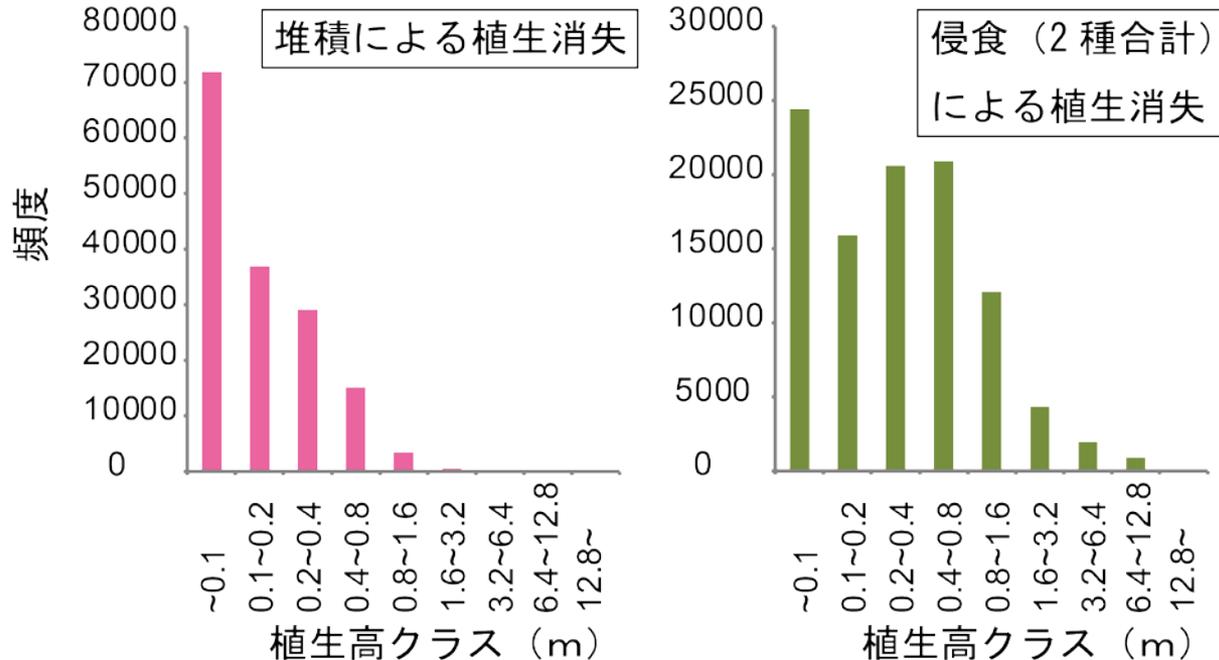
UAV画像に対する検討

- 判別された植生消失メッシュに対して、ヒストグラム等で整理し検討する
 - なお、DSMモデルに9×9メッシュでの最小値を与える空間フィルター処理を実施し、植生を除くことで、およその地盤高を求めた
 - これを、元の10月5日のDSMから差し引くことで、各メッシュごと、消失前の10月5日時点での推定の植生高さを得た



植生消失メッシュの拡大図

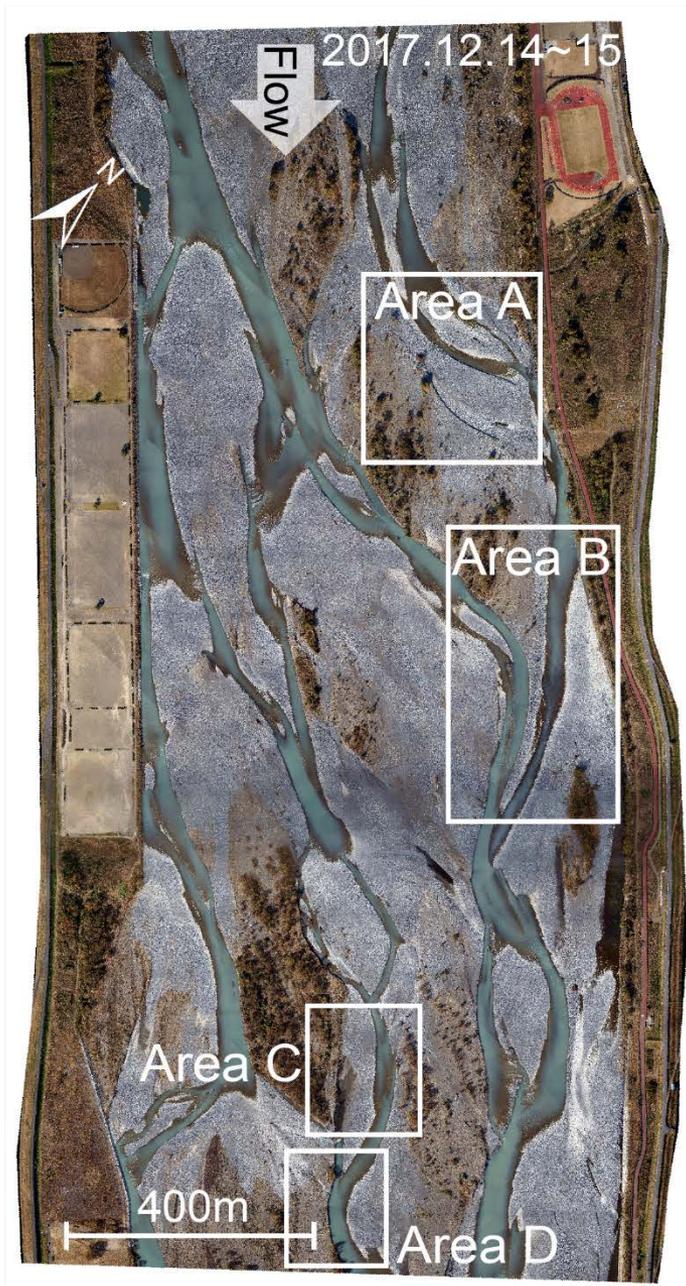
GIS解析結果 (UAV画像)



堆積による植生消失メッシュと、浸食による植生消失メッシュの、それぞれのメッシュ数を該当箇所における植生高さでクラス分けし、ヒストグラムにより示したものの

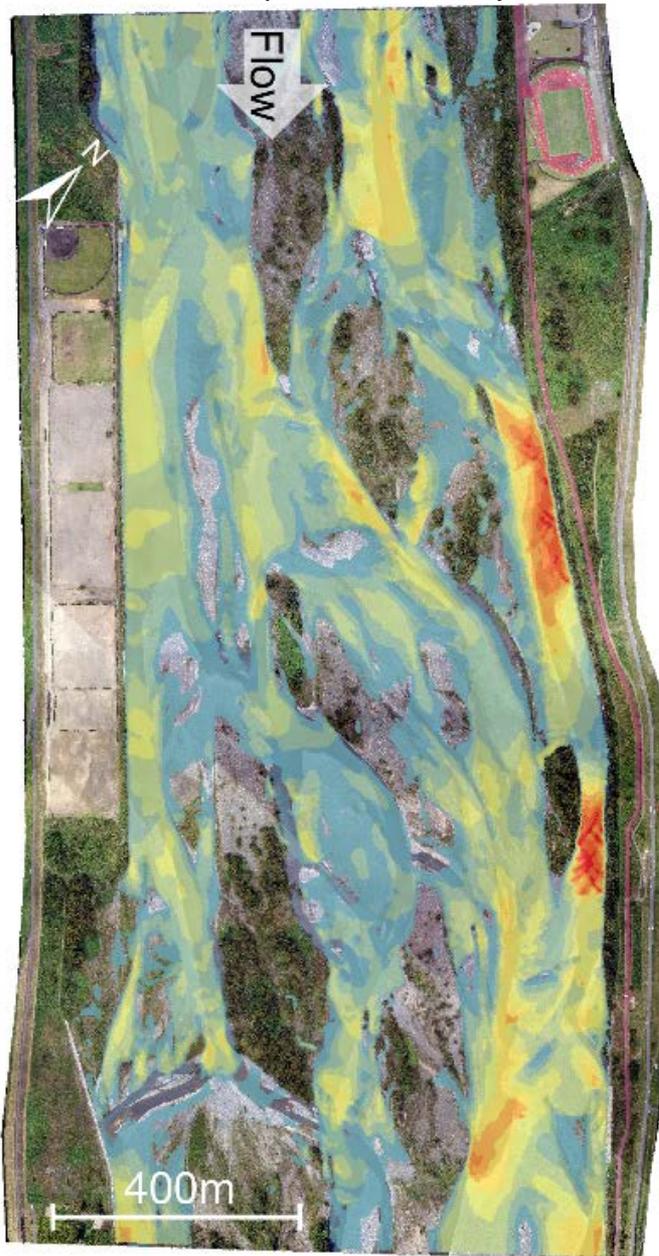
- 基本的に堆積による消失メッシュでは1.6m以上のクラスがほとんど見られない
- 植生高が大きい消失箇所は浸食による消失により生じている

河床變動 解析結果

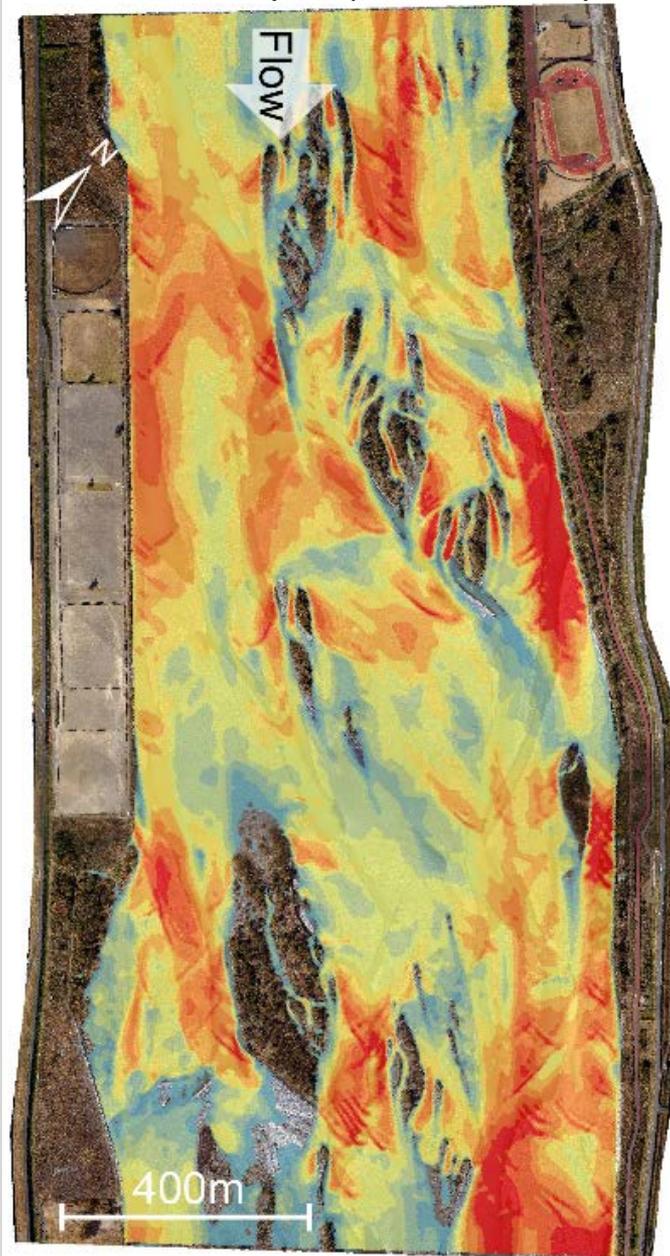


河床変動 解析結果

2017.10.05, $Q=1400\text{m}^3/\text{s}$



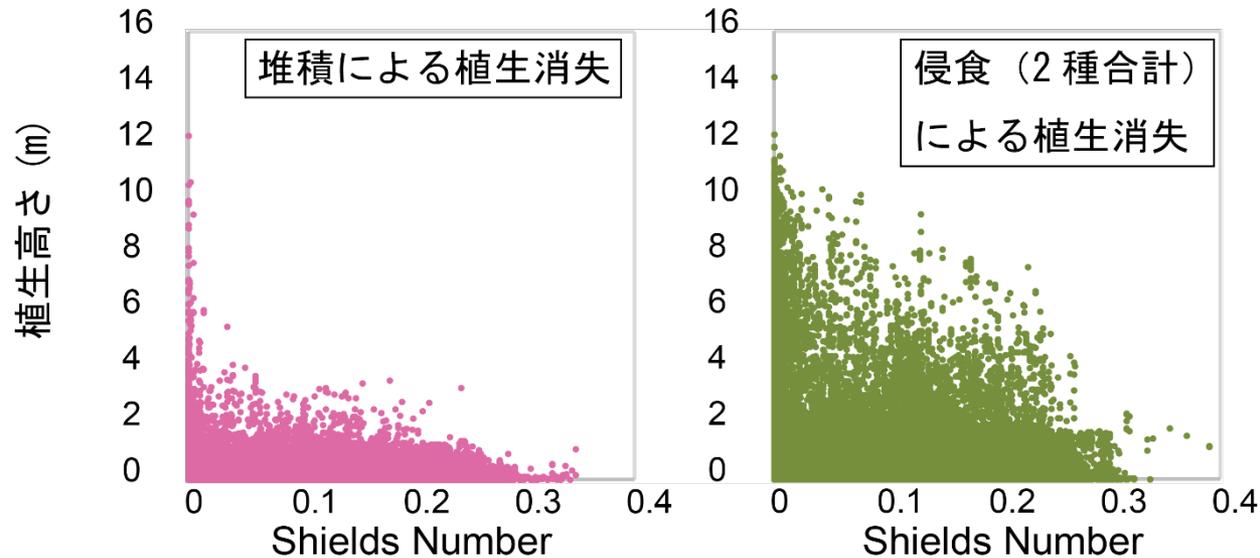
2017.12.14/15, $Q=3900\text{m}^3/\text{s}$



数値計算結果のShields数カウンター図をオルソ画像と重ねたもの

- Shields数が0.05以下となる領域は描画していない
- 左: Shields数0.05以下の領域が10月5日に残存していた植生領域と精度良く一致
- 右: 概ね同様の傾向
- 平均粒径よりやや大きい程度の河床材料に関して無次元限界掃流力以下となる領域が、植生域が残存する領域をよく代表する

河床変動解析結果



数値解析結果 ($3900\text{m}^3/\text{s}$) が示した Shields 数と植生高さの推定値を与え、両者で整理した散布図

- 河床変動計算が示した Shields 数の値の大きさ自体と消失した植生の推測高さとの間には明瞭には関連性は見られない
- 無次元限界掃流力を超えていれば、植生の消失に関しては、侵食の場合も堆積の場合もそれが十分生じ得る

河床変動解析結果を用いた 倒伏モーメントの検討

- 数値解析より、各メッシュでの流速 u 、水深 h が得られている
- GISより植生高さ h_v を判別、植生流失メッシュで、以下の式(1) (飯村ら, 2017)から流木の倒伏に作用するモーメント M_N を推定可
 - C_D : 抗力係数(1.0とした), d_v : 植生の直径(0.1mとした), L : 水位と植生高さに応じて変化する(植生高さが水深を上回る場合には水深 h , 水没している状態では植生高さ h_v)

$$M_N = (1/4)\rho C_D u^2 d_v L^2 \quad (1)$$

- 回帰式(2) (渡邊ら, 1996)の限界倒伏モーメントを超えていない場合、河道の浸食により基盤が流失し木本の流失が生じたと考える

$$M_C = 2.6d^2 \quad (2)$$

- M_C は単位をkgf m, d はcmで表記, $d=10$ cm

結果、少なくとも
30%~40%存在

飯村隼多, 宮本仁志, 井上敏也, 千ヶ崎祐夏, 浜口憲一郎: UAV 計測による洪水インパクトが鬼怒川の河道植生に与えた影響評価, 土木学会論文集B1(水工学), Vol.73, No.4, I_1069-I_1074, 2017.

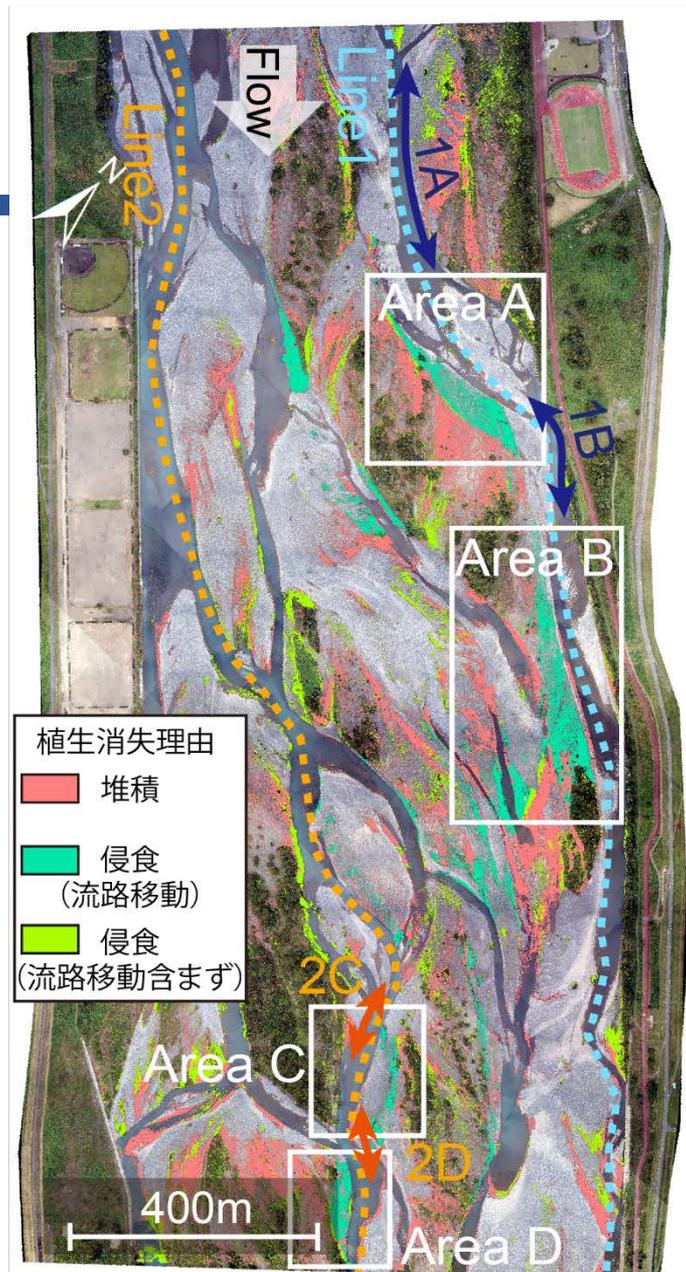
渡邊康玄, 市川嘉輝, 井出康郎: 洪水時における河道内樹木の倒伏限界, 水工学論文集, 第40巻, pp.169-174, 1996.

側方への流路移動が期待される箇所に関しての検討

- 側方への大規模な流路移動に伴う浸食が植生の流失に重要であることが示された
- 河道内の流路のうち、その後の出水時に側方への大規模な移動が生じ得る箇所を判別することが管理上重要であると考えられる。
- 山口らは、札内川の観測結果に基づき、試験出水による旧流路への引き込みが効果的な箇所として淵の直下の瀬の部分を提案している。この手法を参考に、河道の縦断面形状を抽出し、淵と瀬の構造からの流路変動の説明を試みる

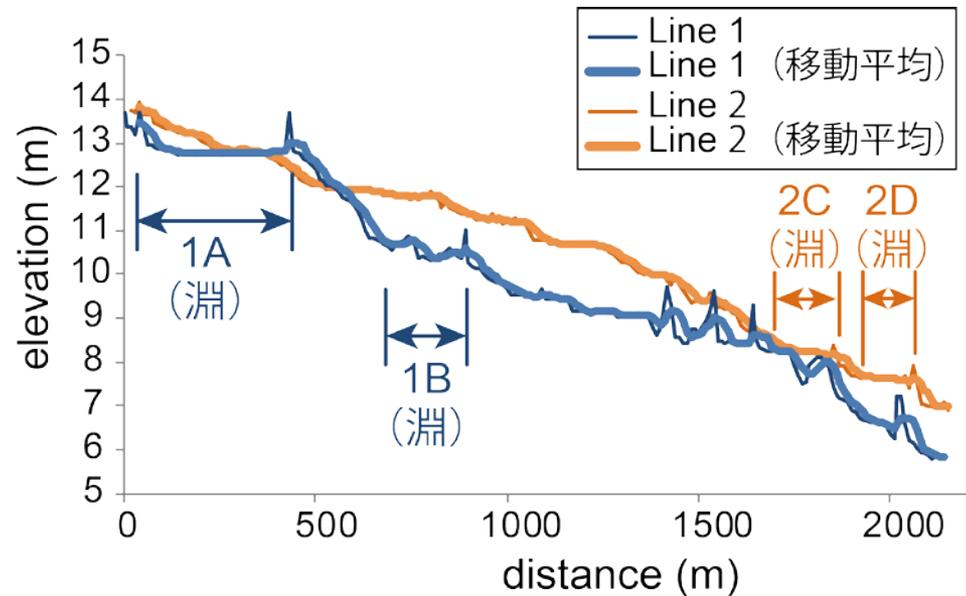
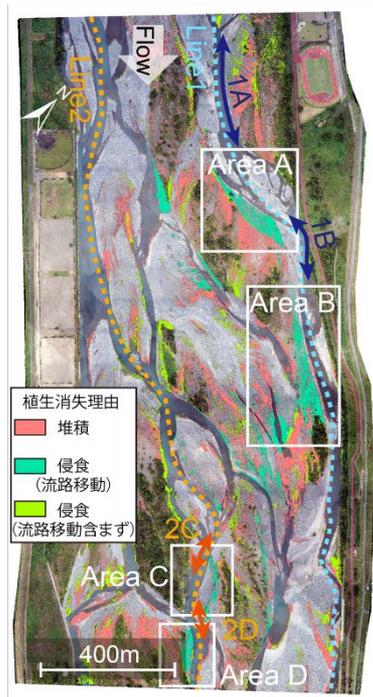
側方への流路移動が期待される箇所についての検討

- 右図における代表的な流路移動に伴う植生消失領域 (Area A から Area D) を通る流路を任意に取り出し、それぞれを Line 1 および Line 2 とした。
- GIS上でこの線上のDSM標高を10m間隔で取り出し、距離に応じた流路の縦断形状として示す



植生消失メッシュに対しその理由を判別したものの

側方への流路移動が期待される箇所に関しての検討



任意流路に沿ったDSM標高の縦断勾配

- 大規模な流路の側方移動が見られたLine 1 沿いでは縦断勾配の緩急が大きく、Line 2では一部領域を除いて勾配が一様である
- 勾配が小さい領域(上図で「淵」とした)が各浸食エリアの直上流に位置している
- 大規模な流路の側方移動に伴う浸食により植生が消失した領域に関しては、その直前に勾配がゆるやかな領域が存在し、消失領域自体はそこから急変して勾配が急になる領域に存在することを示している

まとめ

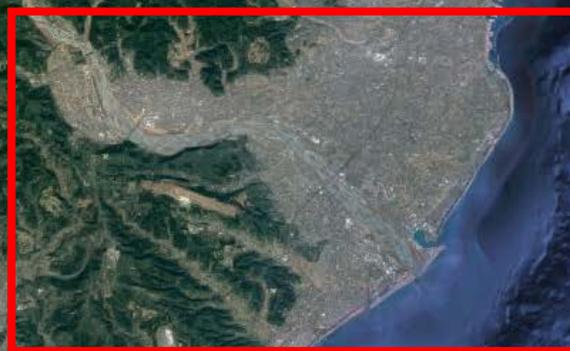
- 表面上判断される植生の消失に関し6割程度の面積が堆積による河床材料の被覆に依存
- 木本の消失は浸食による消失のエリア内にほぼ限られる
- 浸食深の深さなど効率の面を考慮すると、側方への大規模な移動に伴う浸食が植生の流失に重要である
- 大規模な流路移動を伴う植生域の消失は、淵と瀬の構造が明瞭で、かつ淵の部分から瀬の部分に変遷する位置で生じている

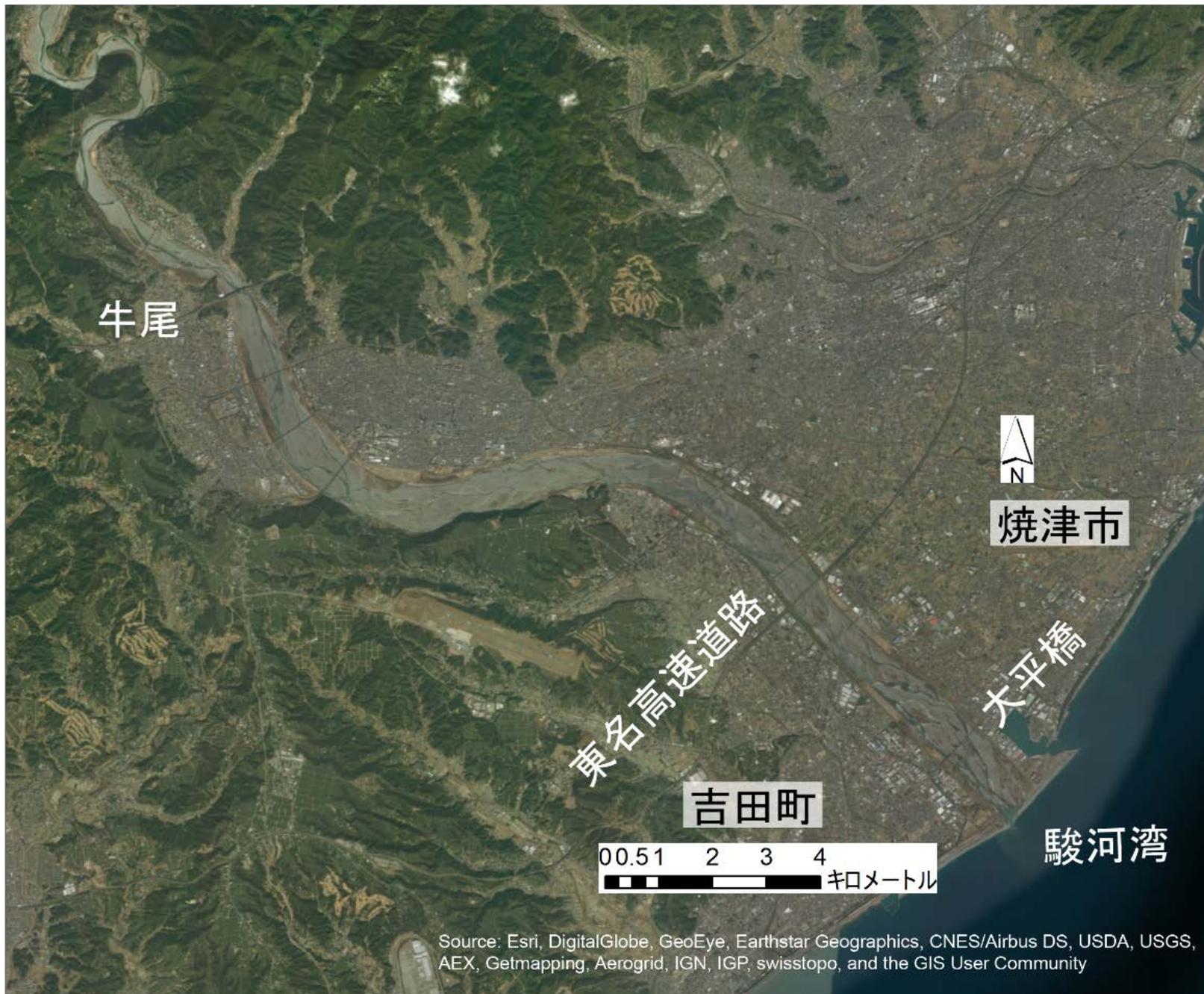
まとめ2

- 高頻度観測を実施した場合、現地でのイベントごとの状態の変化が詳細に検討可能
- 標高モデルとオルソ画像が同タイミングで作成可能であり、両者を並べてみることで現象の理解が深まる
- 標高モデルの完成度によっては数値解析の入力条件としての使用も可能
- データの容量が膨大であり、処理の負荷が大きい
- 高解像度データを基にしているためスケール的なレンジの幅が大きい
- 見たいデータを探し出す手続きに工夫が必要
- 恣意的な結果を探していることにならないか不安が...

・大井川下流部は、牛尾の狭窄部
(河口より20km)から下流で広大な扇
状地区間となっている

・筆者らは2016年度より、流況の変
化や、それに応じた流路網の変化等
について、既往の航空写真やUAV撮
影画像等を使用して検討してきた





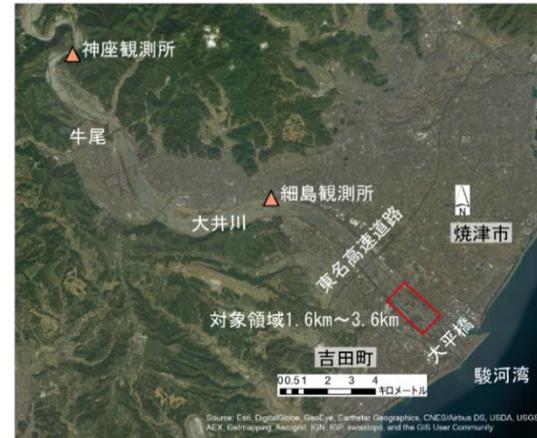
大井川下流域，河口から20km(牛尾狭窄部)まで

背景（既往研究）

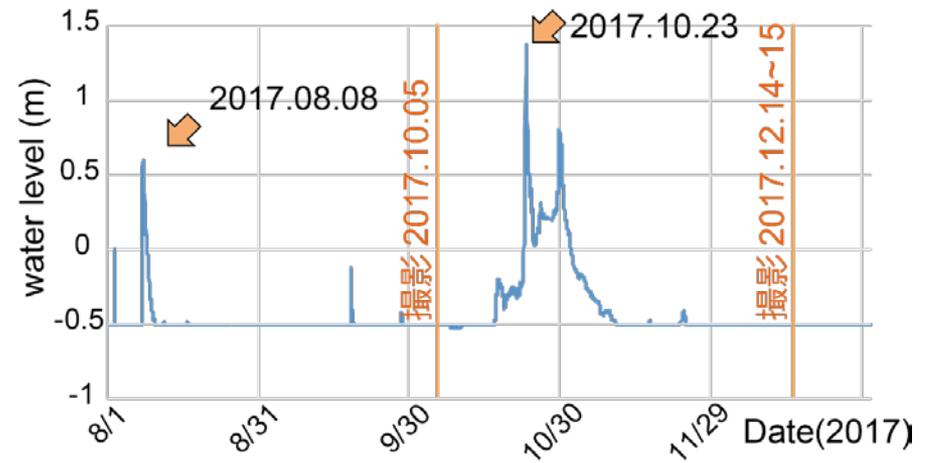
- 礫床河川での植生進出：比高差が既に拡大した状態を対象とした既往研究が多い
- 樹林化が顕在化した状態から過去の契機に遡って考察されることが多い
- 網状流路が維持されている河道を対象とした例は少ない

研究対象(大井川下流部)

- 10月23日: 台風21号の影響による. 河道内において低水路流路が大きく変動



- 神座地点流量暫定値
 - 8月8日: 1400m³/s前後, 平均年最大流量を下回る大きさ
 - 10月23日: 3900m³/s前後を推測, 1/4程度の確率規模の出水であると推定

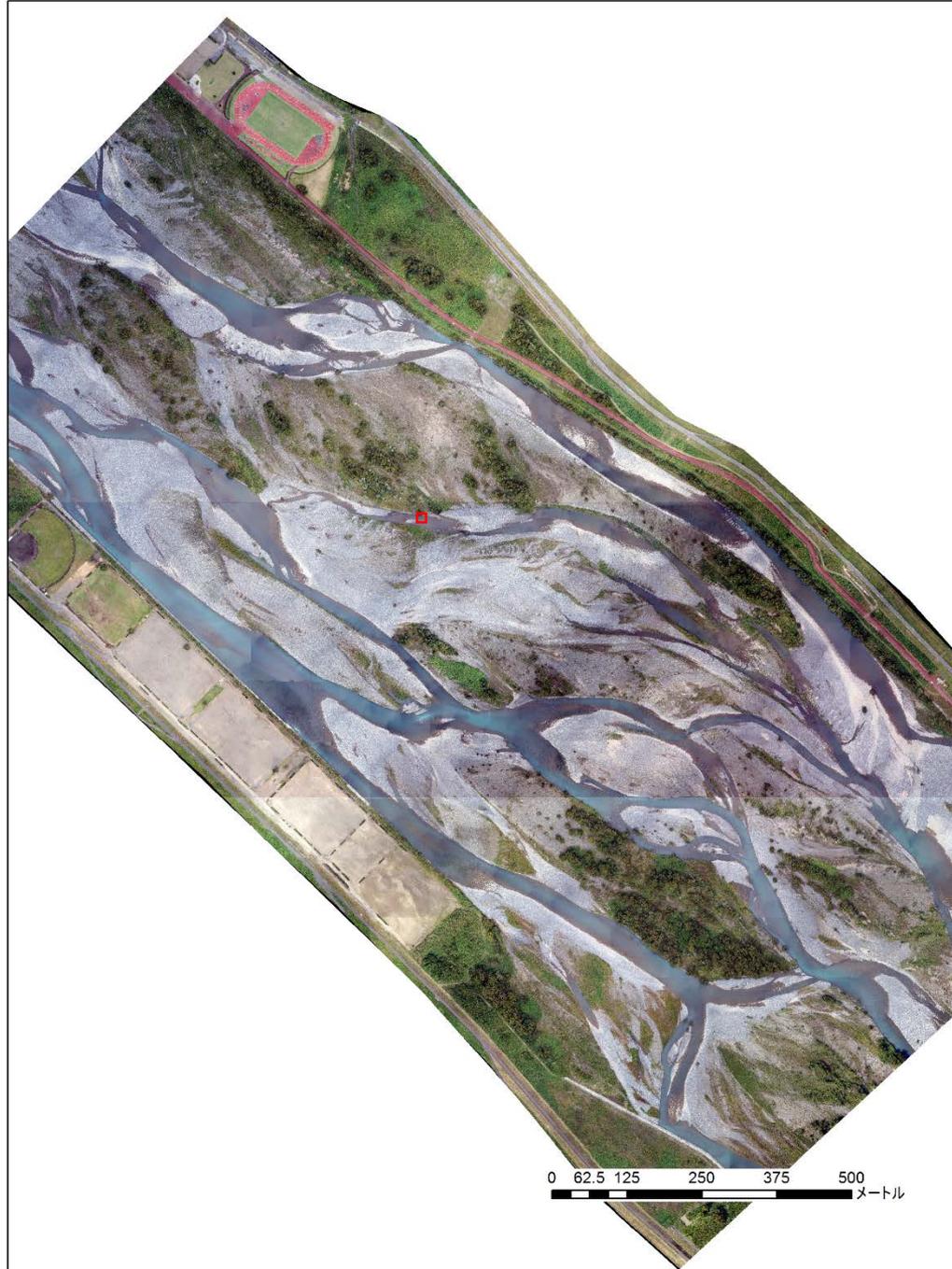


大井川水系細島水位流量観測所における
2017年8月から12月に掛けての水位の時間変化

研究手法

(UAV画像を対象としたGISによる解析)

- UAV撮影機体 : DJI社M600にSony社α7Rを搭載したもの
- オリジナル解像度 : 2.0cm
 - GISによる検討の際には1m メッシュとして整理したデータを使用.
 - GISアプリケーションとしてESRI ArcGIS10.2使用
- オルソ画像およびDigital Surface Model (DSM)データに対して, 出水の前後での草本と木本を含んだ植生域の変化を検討
- ここでのDSMデータは, あくまでも写真に示された物体の表面高さを示すデータであり, 植生等の高さを含んだもの

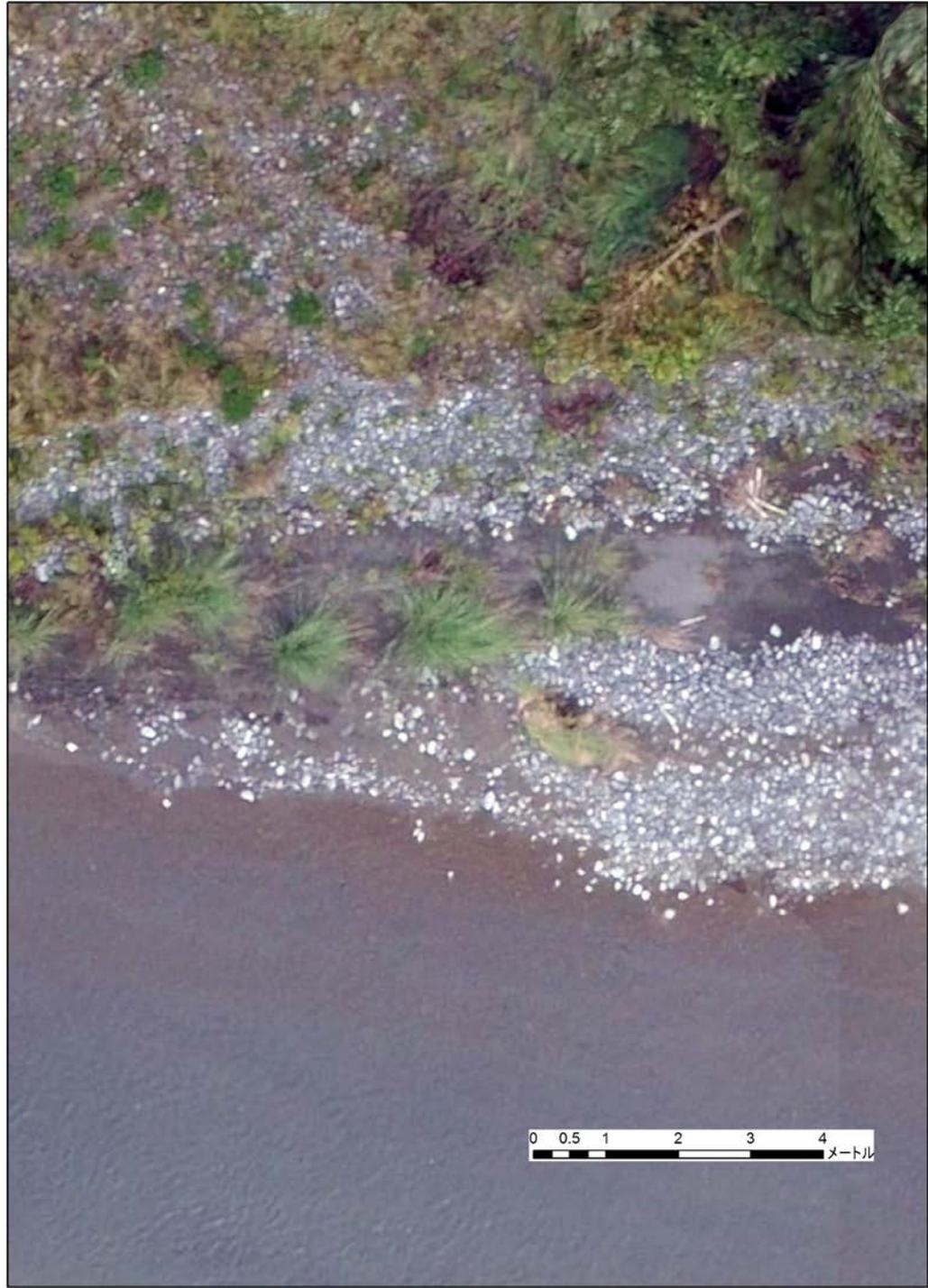


0 62.5 125 250 375 500
メートル





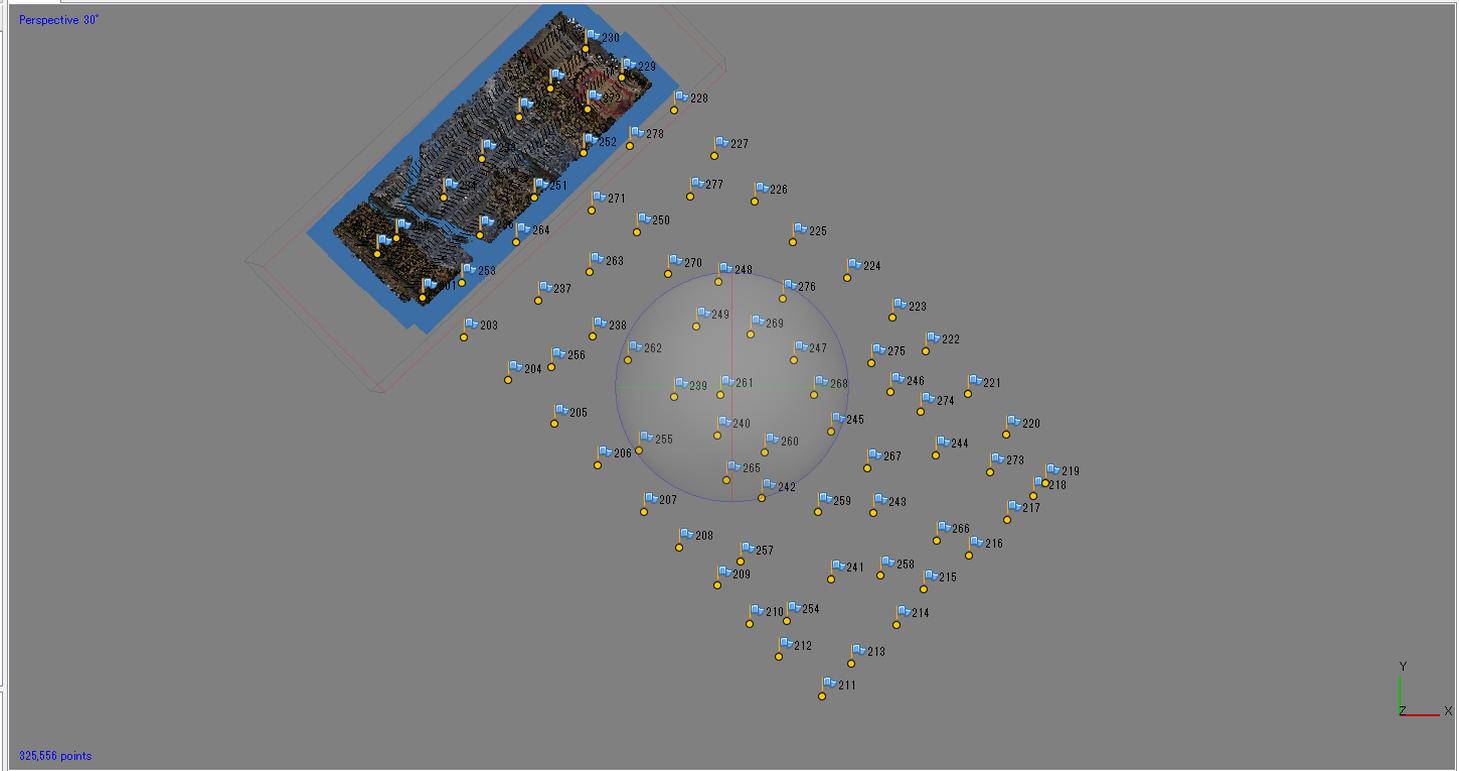
0 3.75 7.5 15 22.5 30
メートル



0 0.5 1 2 3 4
メートル

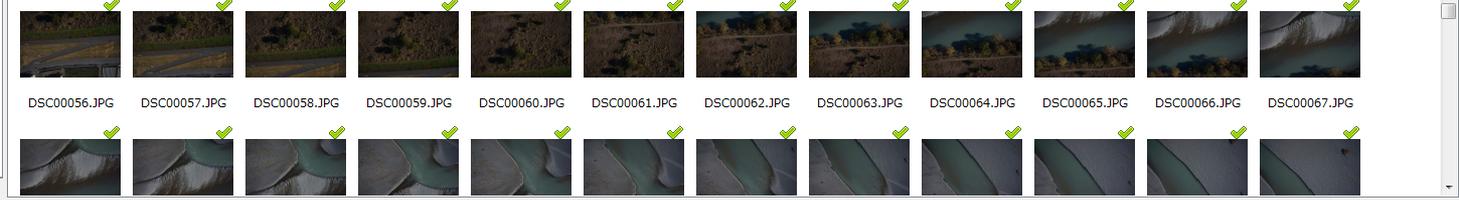


- Workspace
- Workspace (9 chunks, 3219 cameras)
 - Chunk 1 (412 cameras, 79 markers, 325,556 points) [R]
 - Chunk 2 (431 cameras, 79 markers, 417,139 points) [R]
 - Chunk 3 (424 cameras, 79 markers, 318,056 points) [R]
 - Chunk 4 (415 cameras, 79 markers, 291,568 points) [R]
 - Chunk 5 (145 cameras, 79 markers, 111,614 points) [R]
 - Chunk 6 (295 cameras, 79 markers, 236,798 points) [R]
 - Chunk 7 (440 cameras, 79 markers, 373,364 points) [R]
 - Chunk 8 (442 cameras, 79 markers, 397,732 points) [R]
 - Chunk 9 (215 cameras, 79 markers, 212,167 points) [R]



325,556 points

Photos

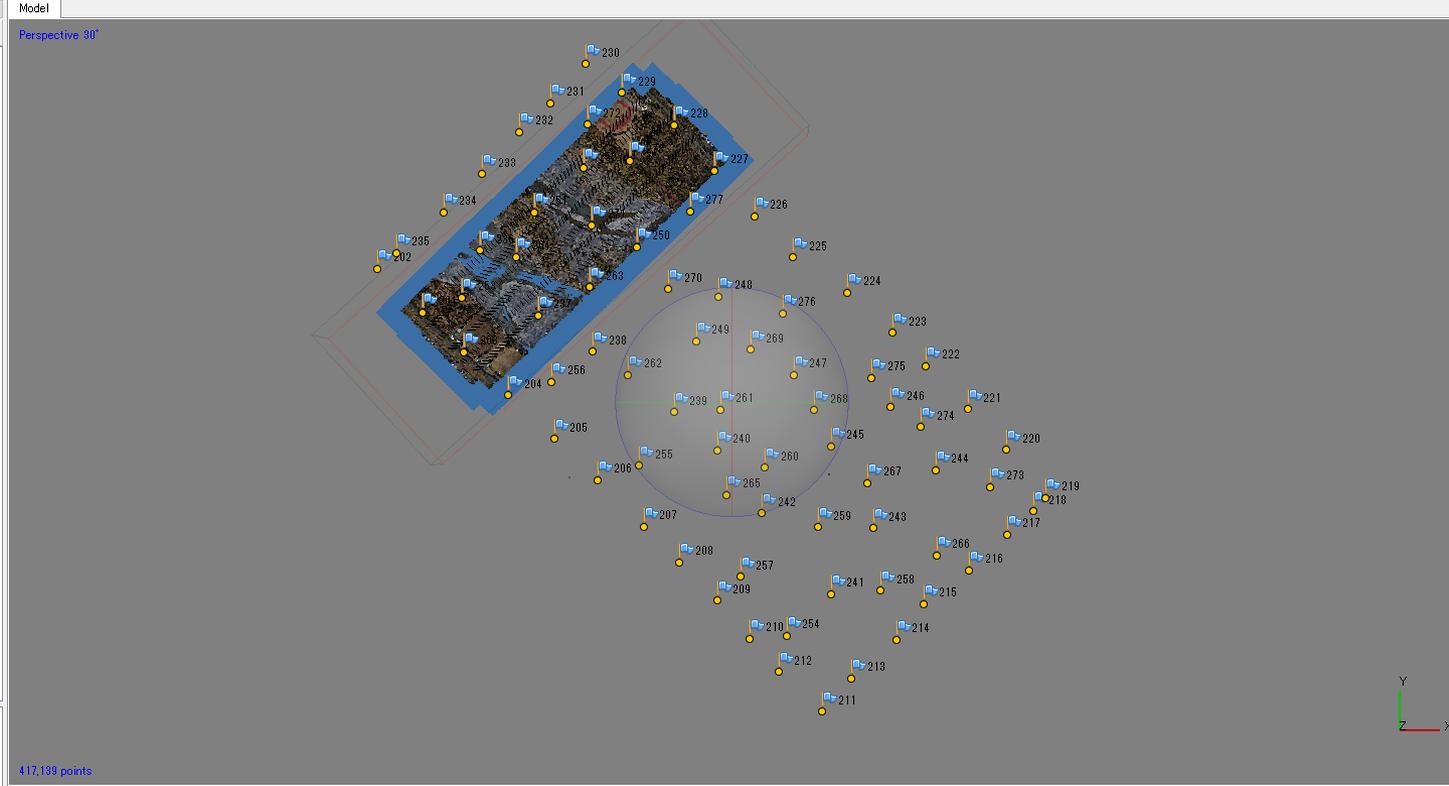


Workspace Reference



Workspace

- Workspace (9 chunks, 3219 cameras)
- Chunk 1 (412 cameras, 79 markers, 325,556 points) [R]
- Chunk 2 (431 cameras, 79 markers, 417,139 points) [R]**
- Chunk 3 (424 cameras, 79 markers, 318,056 points) [R]
- Chunk 4 (415 cameras, 79 markers, 291,568 points) [R]
- Chunk 5 (145 cameras, 79 markers, 111,614 points) [R]
- Chunk 6 (295 cameras, 79 markers, 236,798 points) [R]
- Chunk 7 (440 cameras, 79 markers, 373,364 points) [R]
- Chunk 8 (442 cameras, 79 markers, 397,732 points) [R]
- Chunk 9 (215 cameras, 79 markers, 212,167 points) [R]



417,139 points

Photos



Workspace Reference

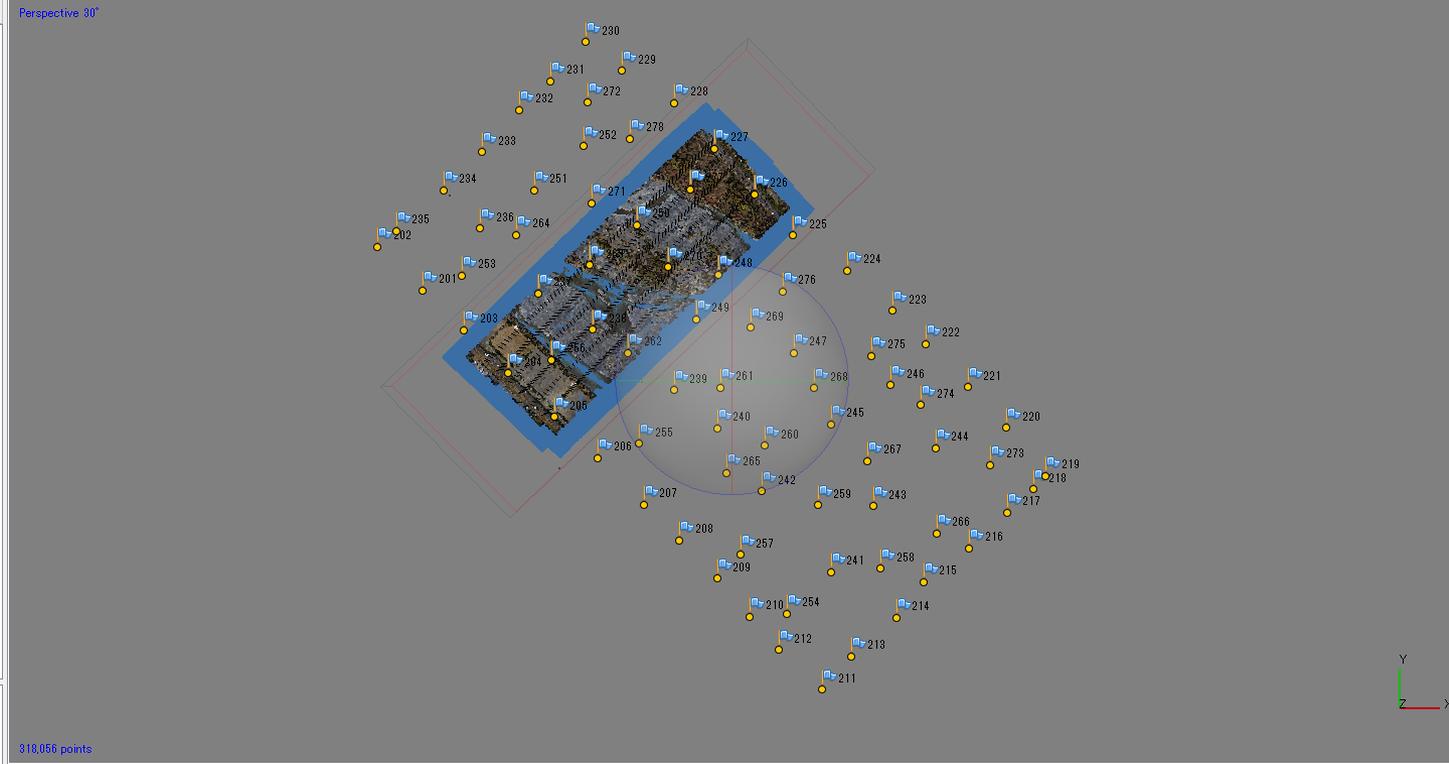




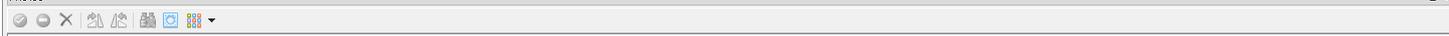
Workspace

- Workspace (9 chunks, 3219 cameras)
- Chunk 1 (412 cameras, 79 markers, 325,556 points) [R]
- Chunk 2 (431 cameras, 79 markers, 417,139 points) [R]
- Chunk 3 (424 cameras, 79 markers, 318,056 points) [R]**
- Chunk 4 (415 cameras, 79 markers, 291,568 points) [R]
- Chunk 5 (145 cameras, 79 markers, 111,614 points) [R]
- Chunk 6 (295 cameras, 79 markers, 236,798 points) [R]
- Chunk 7 (440 cameras, 79 markers, 373,364 points) [R]
- Chunk 8 (442 cameras, 79 markers, 397,732 points) [R]
- Chunk 9 (215 cameras, 79 markers, 212,167 points) [R]

Model



Photos



Workspace Reference

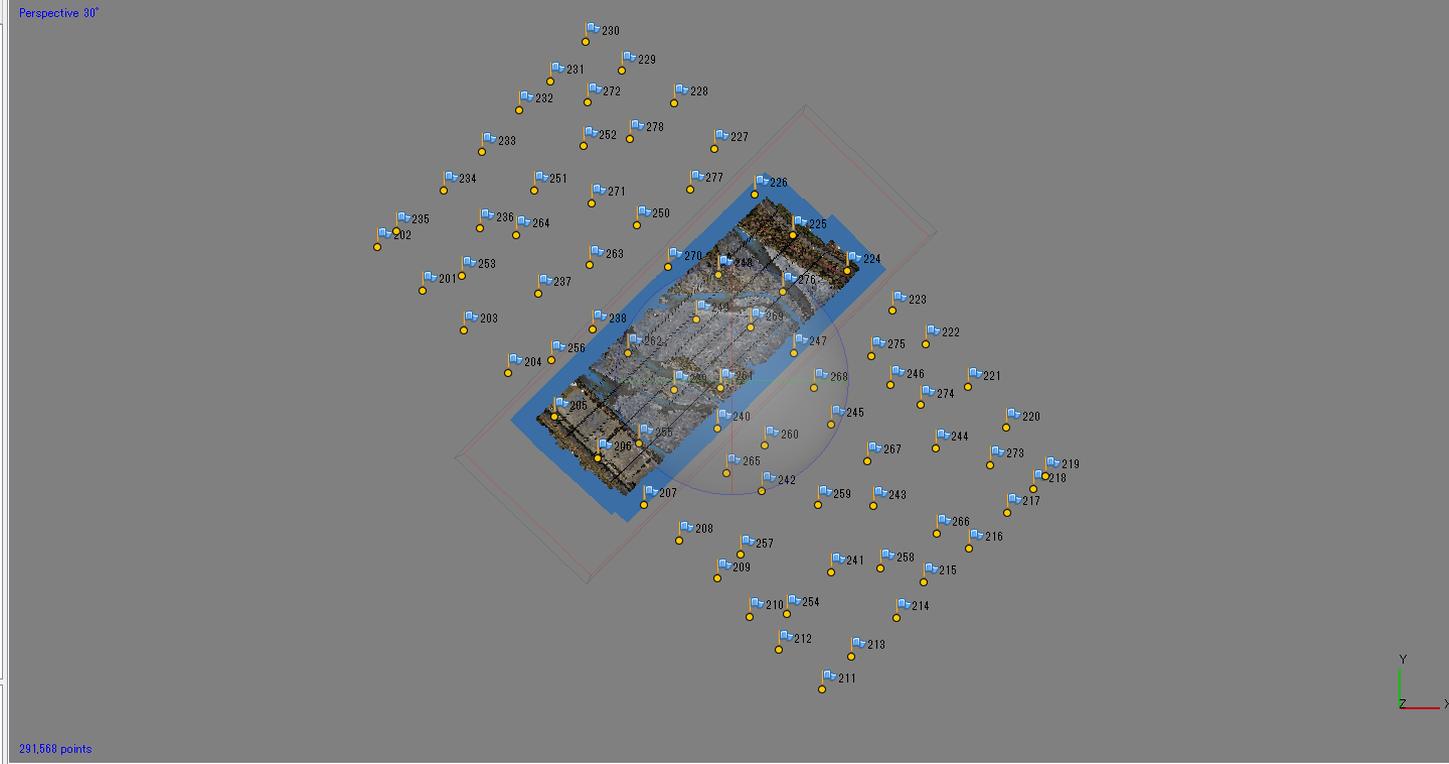




Workspace

- Workspace (9 chunks, 3219 cameras)
- Chunk 1 (412 cameras, 79 markers, 325,556 points) [R]
- Chunk 2 (431 cameras, 79 markers, 417,139 points) [R]
- Chunk 3 (424 cameras, 79 markers, 318,056 points) [R]
- Chunk 4 (415 cameras, 79 markers, 291,568 points) [R]**
- Chunk 5 (145 cameras, 79 markers, 111,614 points) [R]
- Chunk 6 (295 cameras, 79 markers, 236,798 points) [R]
- Chunk 7 (440 cameras, 79 markers, 373,364 points) [R]
- Chunk 8 (442 cameras, 79 markers, 397,732 points) [R]
- Chunk 9 (215 cameras, 79 markers, 212,167 points) [R]

Model

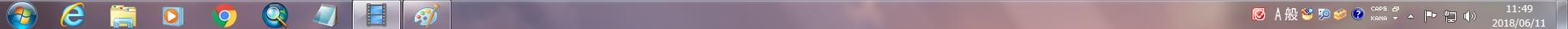


291,568 points

Photos



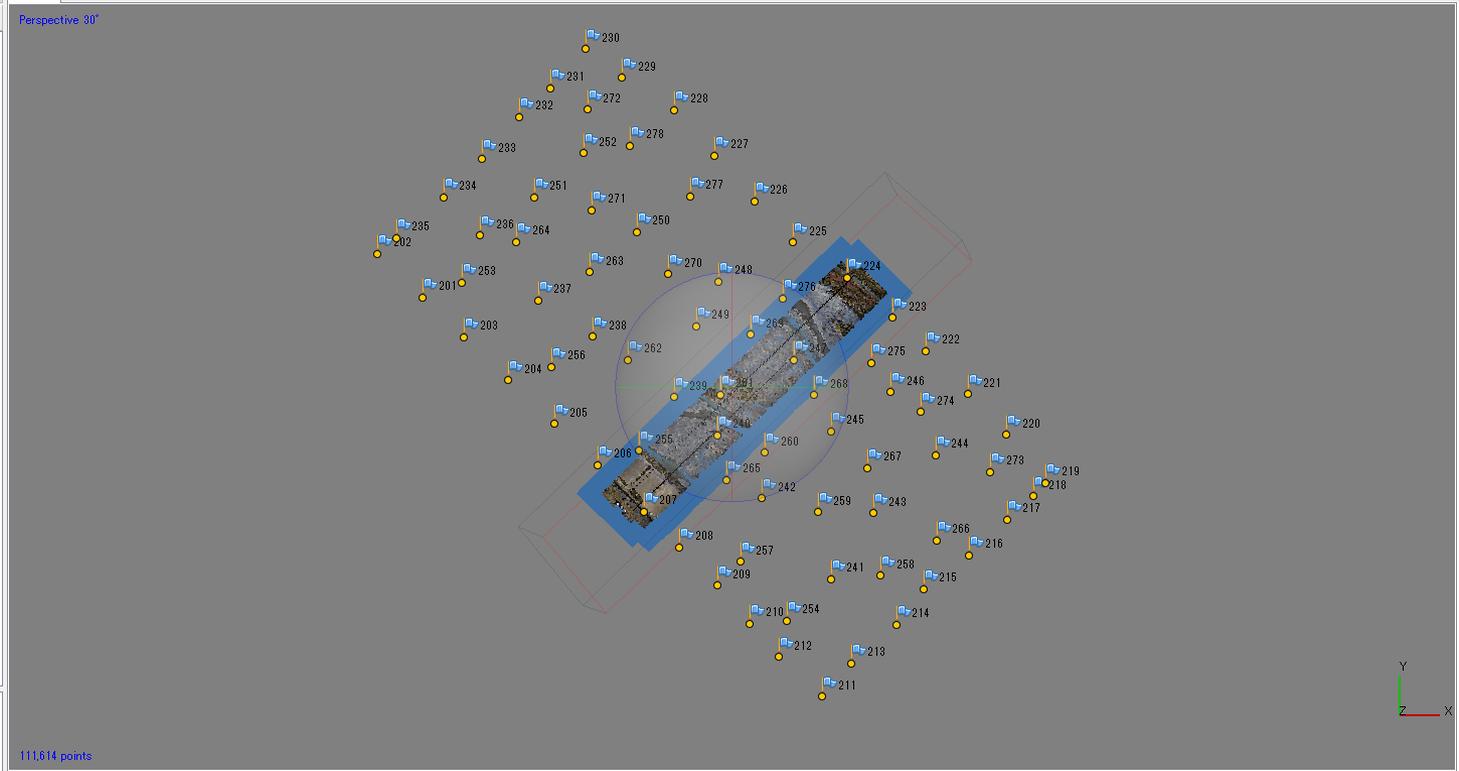
Workspace Reference





Workspace

- Workspace (9 chunks, 3219 cameras)
- Chunk 1 (412 cameras, 79 markers, 325,556 points) [R]
- Chunk 2 (431 cameras, 79 markers, 417,139 points) [R]
- Chunk 3 (424 cameras, 79 markers, 318,056 points) [R]
- Chunk 4 (415 cameras, 79 markers, 291,568 points) [R]
- Chunk 5 (145 cameras, 79 markers, 111,614 points) [R]**
- Chunk 6 (295 cameras, 79 markers, 236,798 points) [R]
- Chunk 7 (440 cameras, 79 markers, 373,364 points) [R]
- Chunk 8 (442 cameras, 79 markers, 397,732 points) [R]
- Chunk 9 (215 cameras, 79 markers, 212,167 points) [R]



111,614 points

Photos



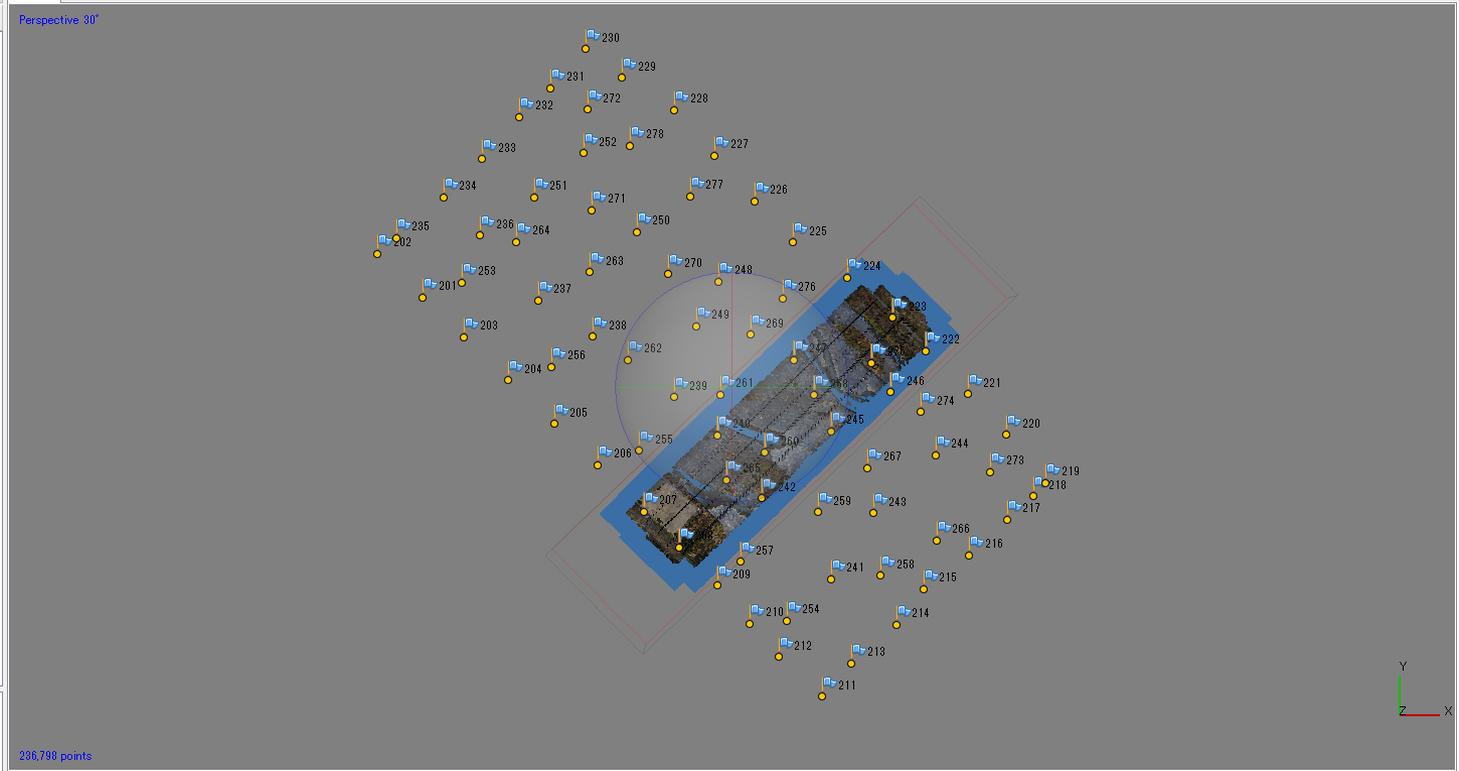
Workspace Reference





Workspace

- Workspace (9 chunks, 3219 cameras)
- Chunk 1 (412 cameras, 79 markers, 325,556 points) [R]
- Chunk 2 (431 cameras, 79 markers, 417,139 points) [R]
- Chunk 3 (424 cameras, 79 markers, 318,056 points) [R]
- Chunk 4 (415 cameras, 79 markers, 291,568 points) [R]
- Chunk 5 (145 cameras, 79 markers, 111,614 points) [R]
- Chunk 6 (295 cameras, 79 markers, 236,798 points) [R]**
- Chunk 7 (440 cameras, 79 markers, 373,364 points) [R]
- Chunk 8 (442 cameras, 79 markers, 397,732 points) [R]
- Chunk 9 (215 cameras, 79 markers, 212,167 points) [R]



236,798 points

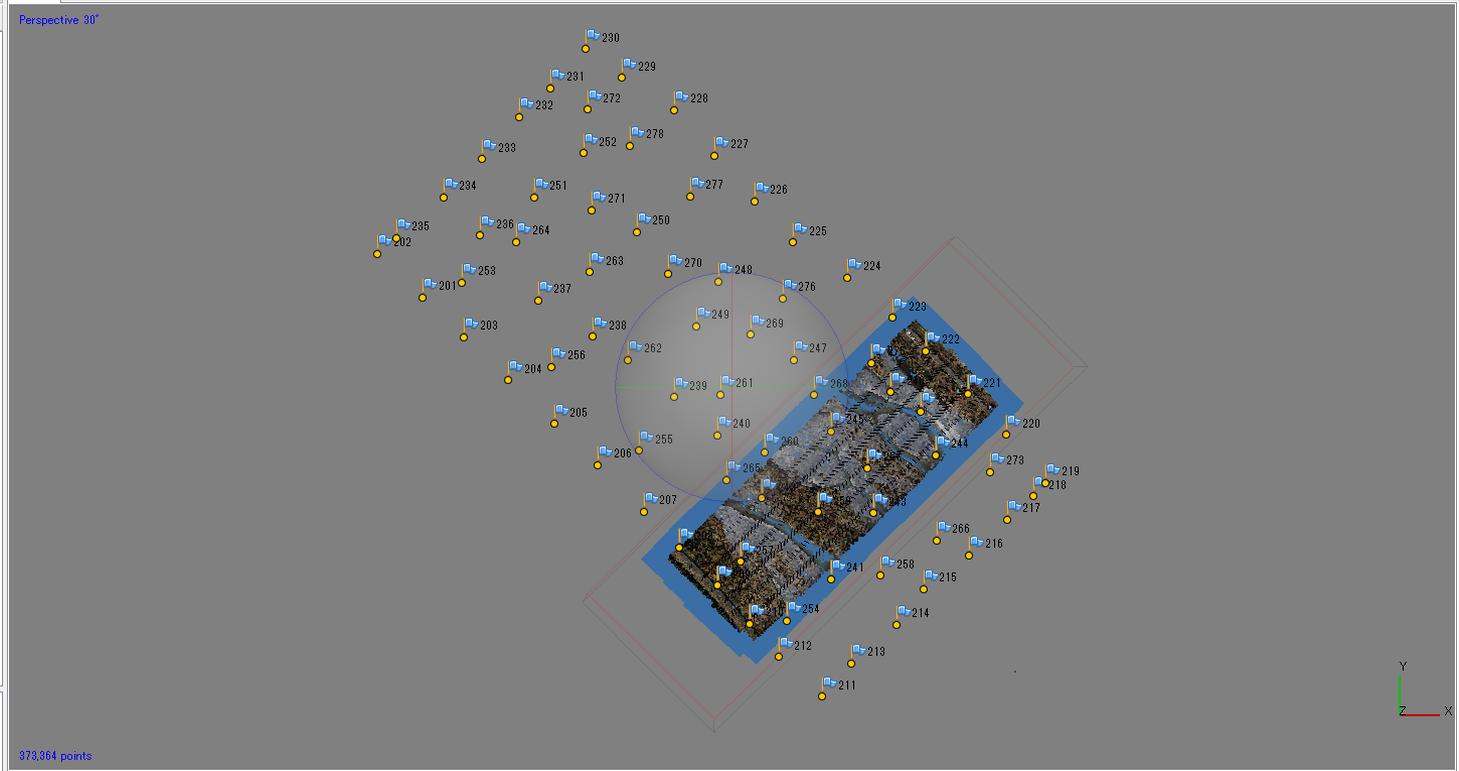
Photos



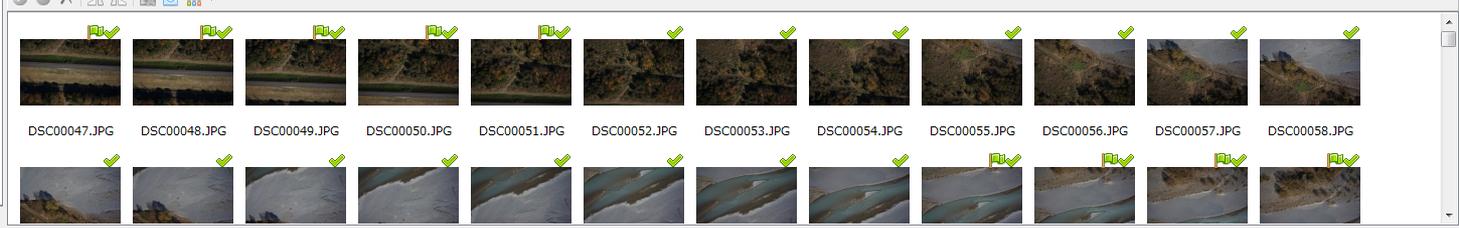
Workspace Reference



- Workspace
- Workspace (9 chunks, 3219 cameras)
 - Chunk 1 (412 cameras, 79 markers, 325,556 points) [R]
 - Chunk 2 (431 cameras, 79 markers, 417,139 points) [R]
 - Chunk 3 (424 cameras, 79 markers, 318,056 points) [R]
 - Chunk 4 (415 cameras, 79 markers, 291,568 points) [R]
 - Chunk 5 (145 cameras, 79 markers, 111,614 points) [R]
 - Chunk 6 (295 cameras, 79 markers, 236,798 points) [R]
 - Chunk 7 (440 cameras, 79 markers, 373,364 points) [R]**
 - Chunk 8 (442 cameras, 79 markers, 397,732 points) [R]
 - Chunk 9 (215 cameras, 79 markers, 212,167 points) [R]



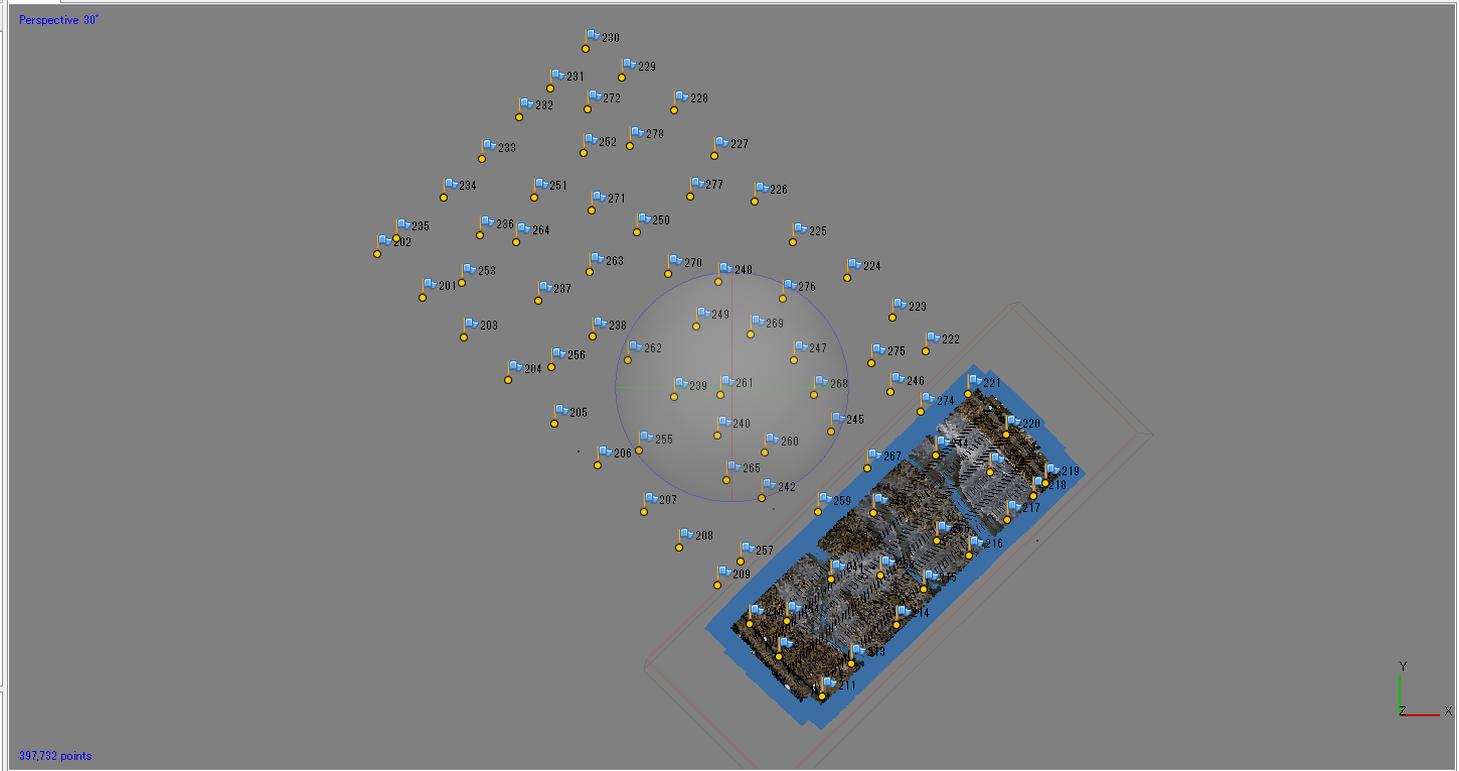
Photos



Workspace Reference



- Workspace
- Workspace (9 chunks, 3219 cameras)
 - Chunk 1 (412 cameras, 79 markers, 325,556 points) [R]
 - Chunk 2 (431 cameras, 79 markers, 417,139 points) [R]
 - Chunk 3 (424 cameras, 79 markers, 318,056 points) [R]
 - Chunk 4 (415 cameras, 79 markers, 291,568 points) [R]
 - Chunk 5 (145 cameras, 79 markers, 111,614 points) [R]
 - Chunk 6 (295 cameras, 79 markers, 236,798 points) [R]
 - Chunk 7 (440 cameras, 79 markers, 373,364 points) [R]
 - Chunk 8 (442 cameras, 79 markers, 397,732 points) [R]**
 - Chunk 9 (215 cameras, 79 markers, 212,167 points) [R]



Photos

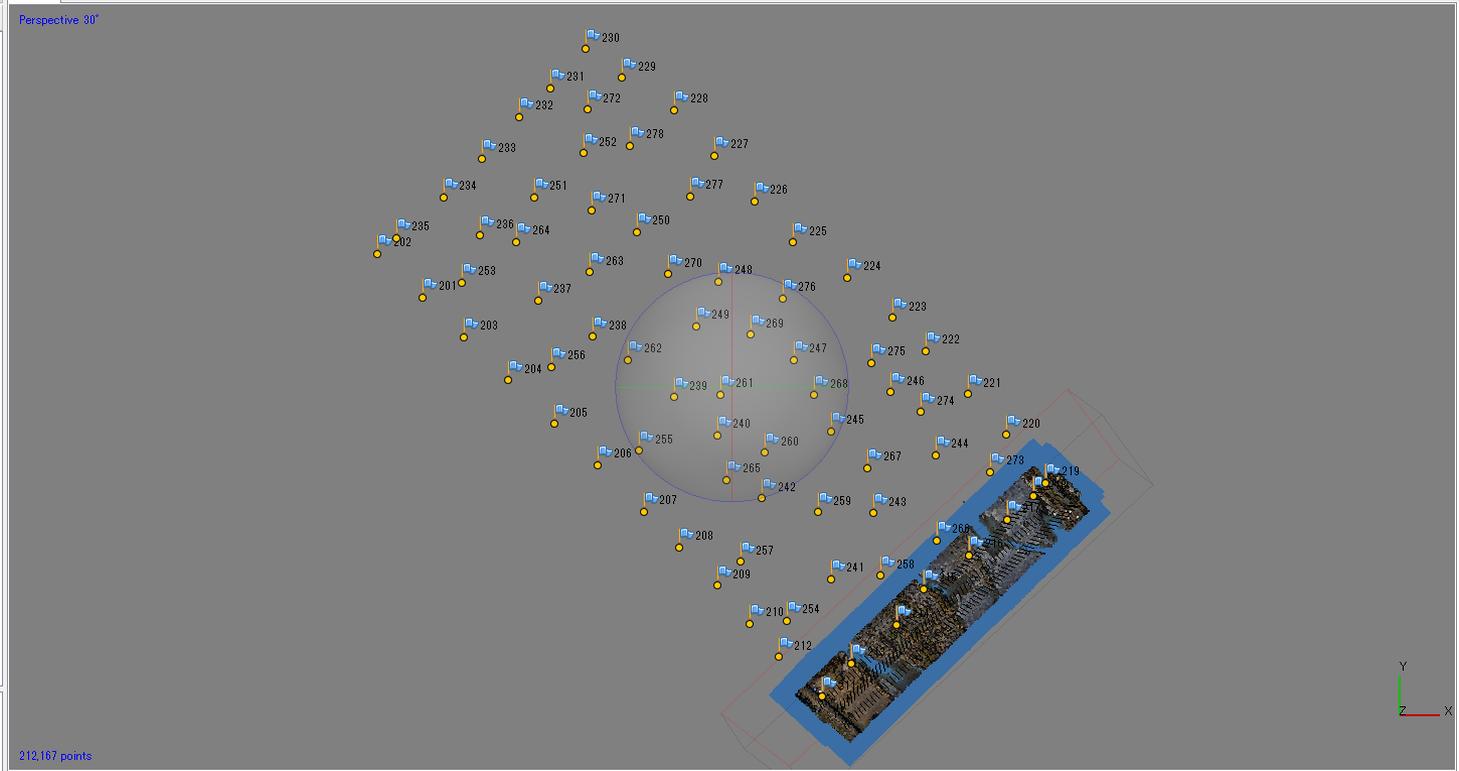


Workspace Reference

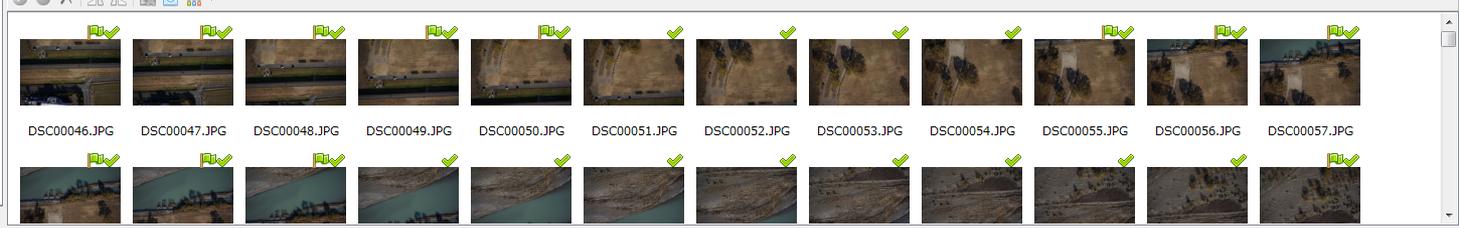


Workspace

- Workspace (9 chunks, 3219 cameras)
- Chunk 1 (412 cameras, 79 markers, 325,556 points) [R]
- Chunk 2 (431 cameras, 79 markers, 417,139 points) [R]
- Chunk 3 (424 cameras, 79 markers, 318,056 points) [R]
- Chunk 4 (415 cameras, 79 markers, 291,568 points) [R]
- Chunk 5 (145 cameras, 79 markers, 111,614 points) [R]
- Chunk 6 (295 cameras, 79 markers, 236,798 points) [R]
- Chunk 7 (440 cameras, 79 markers, 373,364 points) [R]
- Chunk 8 (442 cameras, 79 markers, 397,732 points) [R]
- Chunk 9 (215 cameras, 79 markers, 212,167 points) [R]**



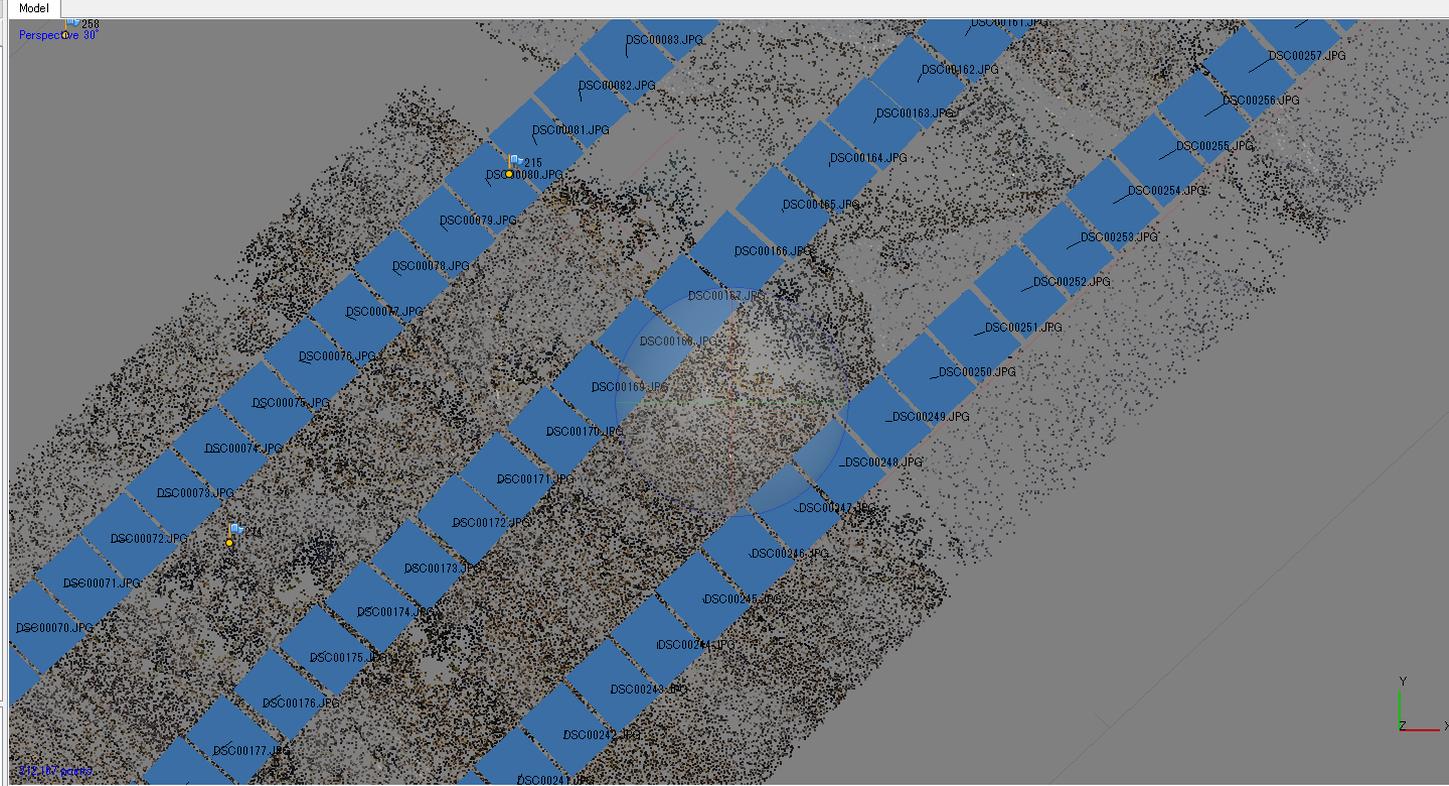
Photos



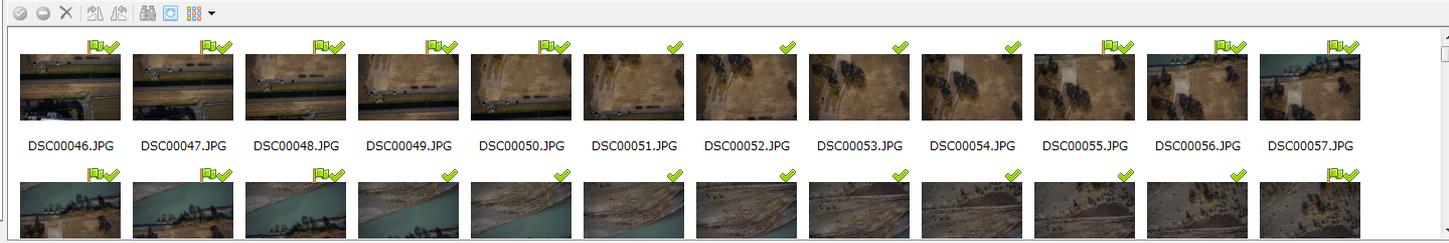


Workspace

- Workspace (9 chunks, 3219 cameras)
- Chunk 1 (412 cameras, 79 markers, 325,556 points) [R]
- Chunk 2 (431 cameras, 79 markers, 417,139 points) [R]
- Chunk 3 (424 cameras, 79 markers, 318,056 points) [R]
- Chunk 4 (415 cameras, 79 markers, 291,568 points) [R]
- Chunk 5 (145 cameras, 79 markers, 111,614 points) [R]
- Chunk 6 (295 cameras, 79 markers, 236,798 points) [R]
- Chunk 7 (440 cameras, 79 markers, 373,364 points) [R]
- Chunk 8 (442 cameras, 79 markers, 397,732 points) [R]
- Chunk 9 (215 cameras, 79 markers, 212,167 points) [R]**



Photos



Workspace Reference

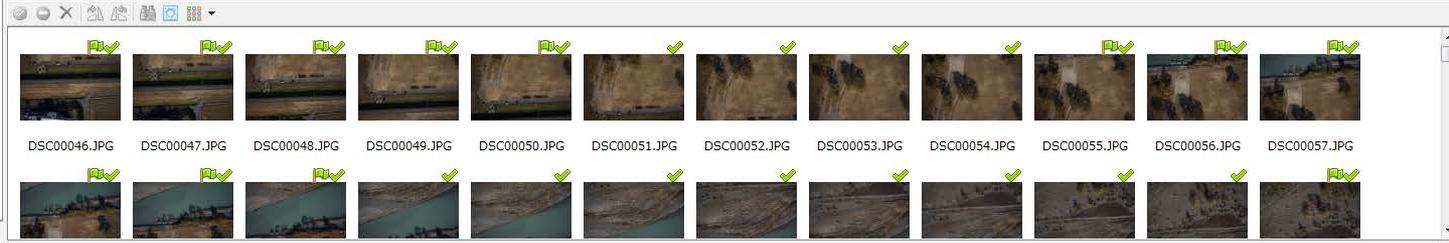


Workspace

- Workspace (9 chunks, 3219 cameras)
- ▶ Chunk 1 (412 cameras, 79 markers, 325,556 points) [R]
- ▶ Chunk 2 (431 cameras, 79 markers, 417,139 points) [R]
- ▶ Chunk 3 (424 cameras, 79 markers, 318,056 points) [R]
- ▶ Chunk 4 (415 cameras, 79 markers, 291,568 points) [R]
- ▶ Chunk 5 (145 cameras, 79 markers, 111,614 points) [R]
- ▶ Chunk 6 (295 cameras, 79 markers, 236,798 points) [R]
- ▶ Chunk 7 (440 cameras, 79 markers, 373,364 points) [R]
- ▶ Chunk 8 (442 cameras, 79 markers, 397,732 points) [R]
- ▶ **Chunk 9 (215 cameras, 79 markers, 212,167 points) [R]**



Photos



Workspace Reference

Display dense point cloud

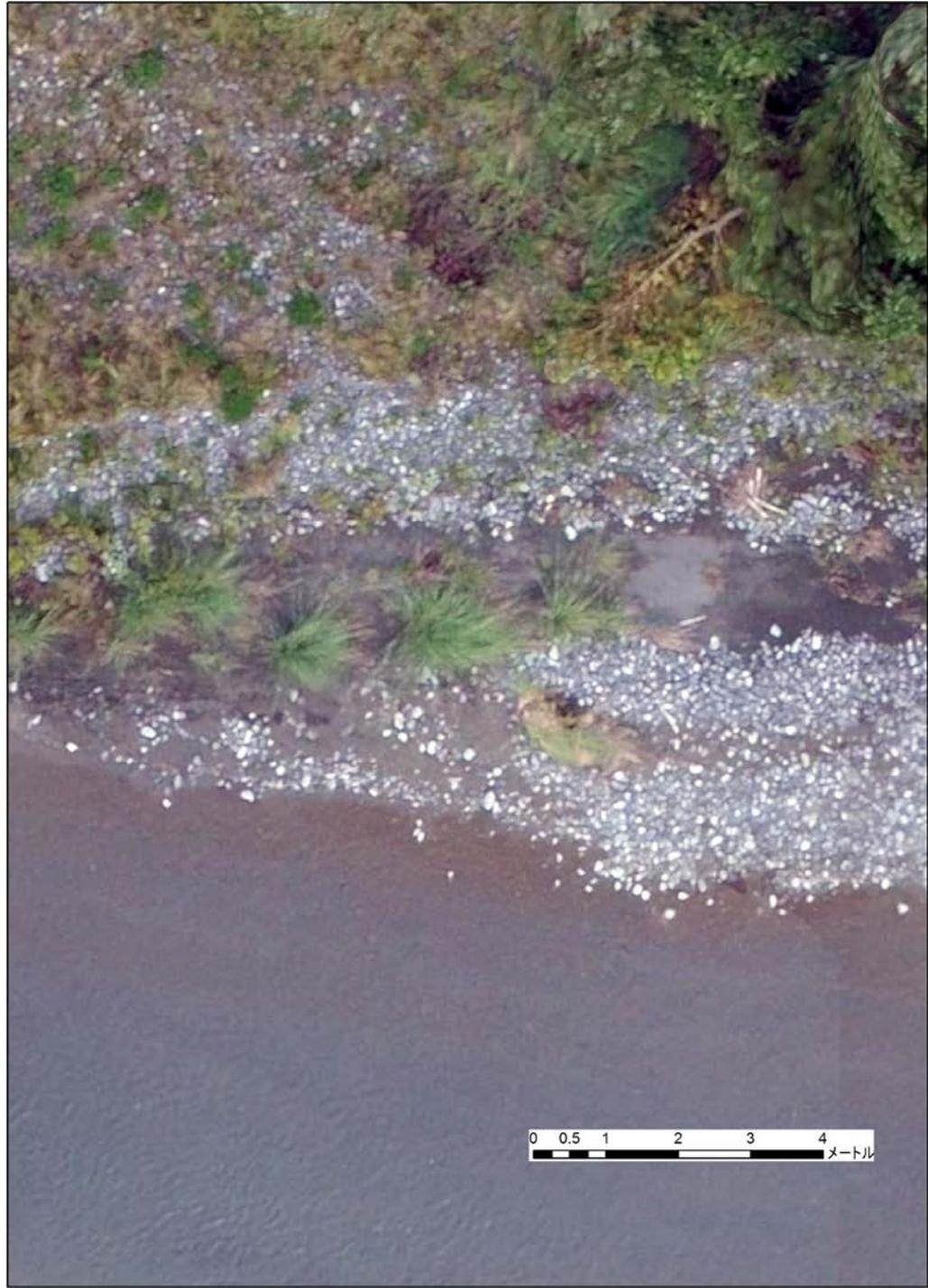


0 62.5 125 250 375 500
メートル





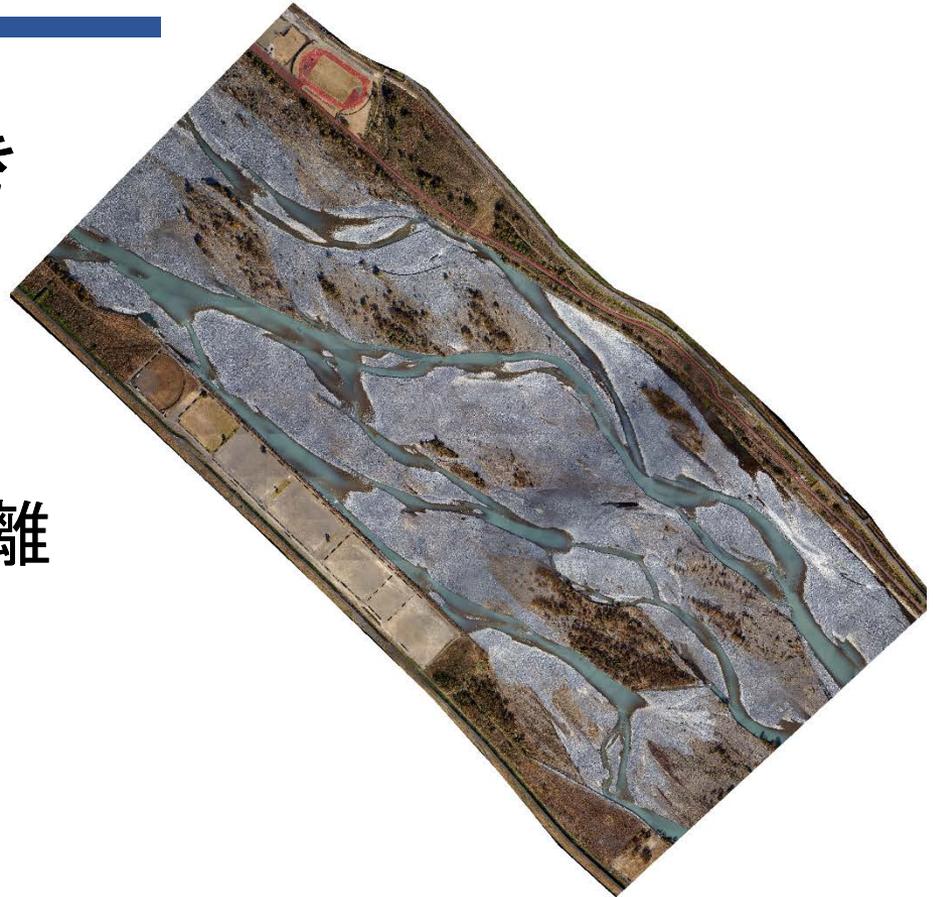
0 3.75 7.5 15 22.5 30
メートル



0 0.5 1 2 3 4
メートル

UAV画像に対する検討 (植生域判定)

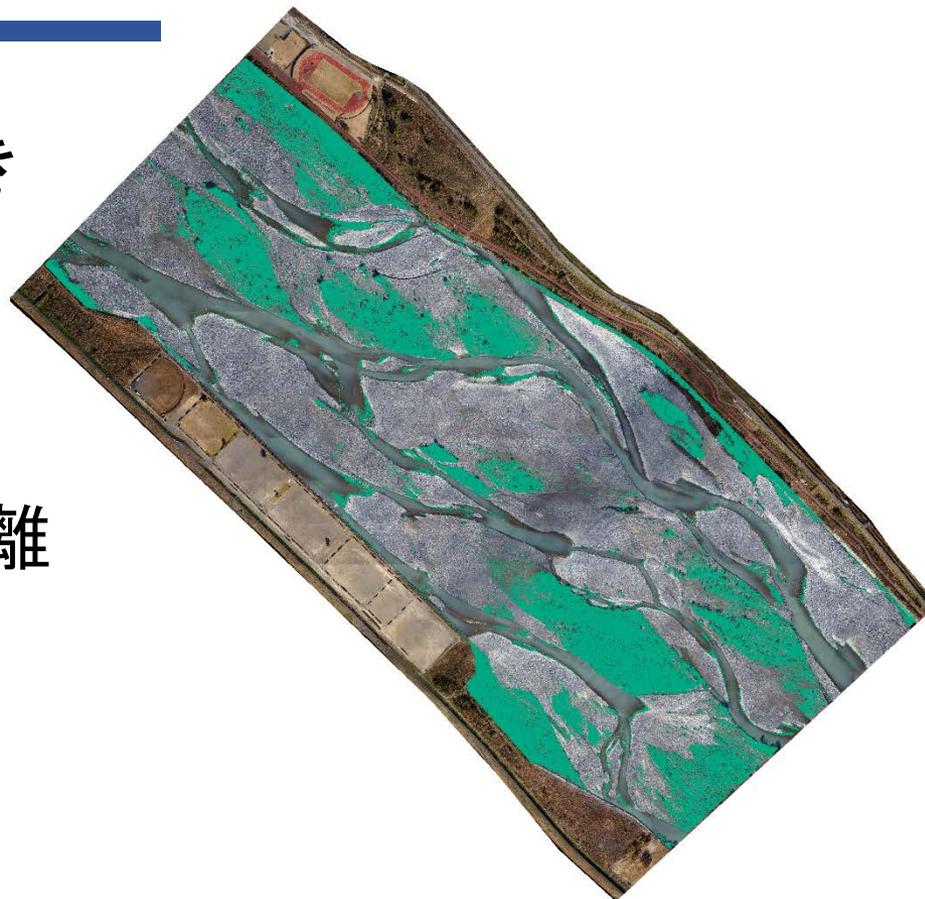
- オルソ画像に対し教師付き分類解析を適用
- 画像上での植生領域を分離



12月14日・15日のオルソ画像

UAV画像に対する検討 (植生域判定)

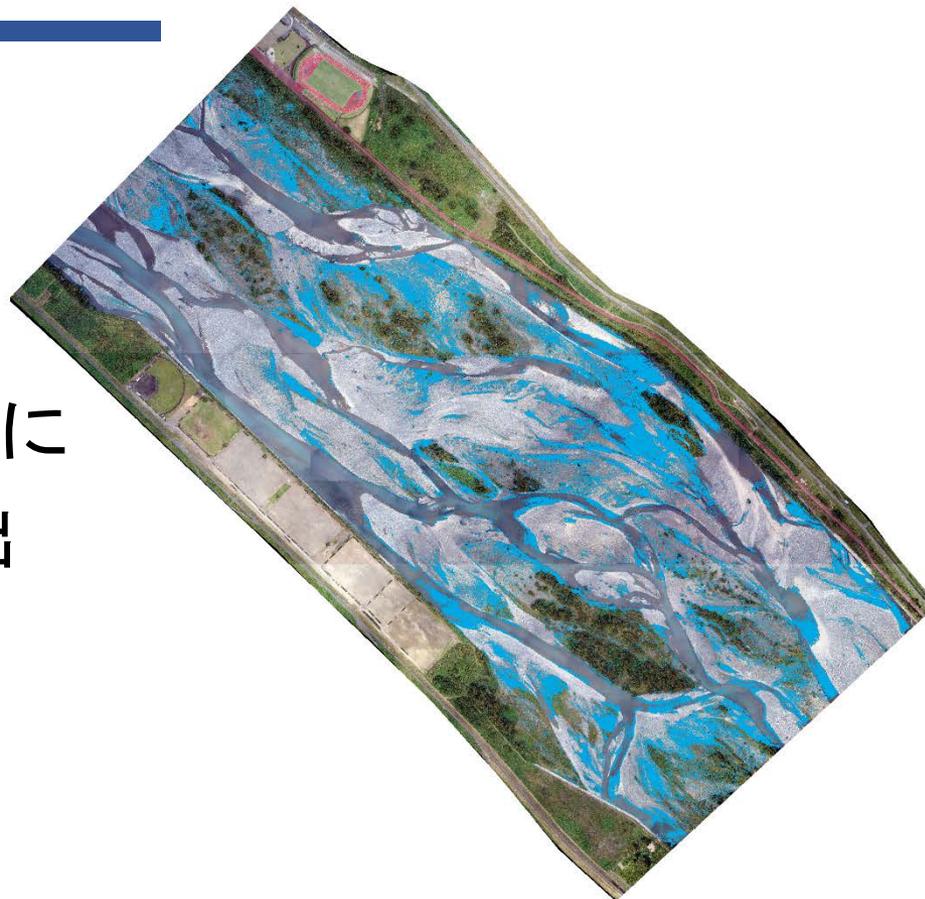
- オルソ画像に対し教師付き分類解析を適用
- 画像上での植生領域を分離



12月14日・15日のオルソ画像に対し
植生域を判定したもの

UAV画像に対する検討 (植生域判定)

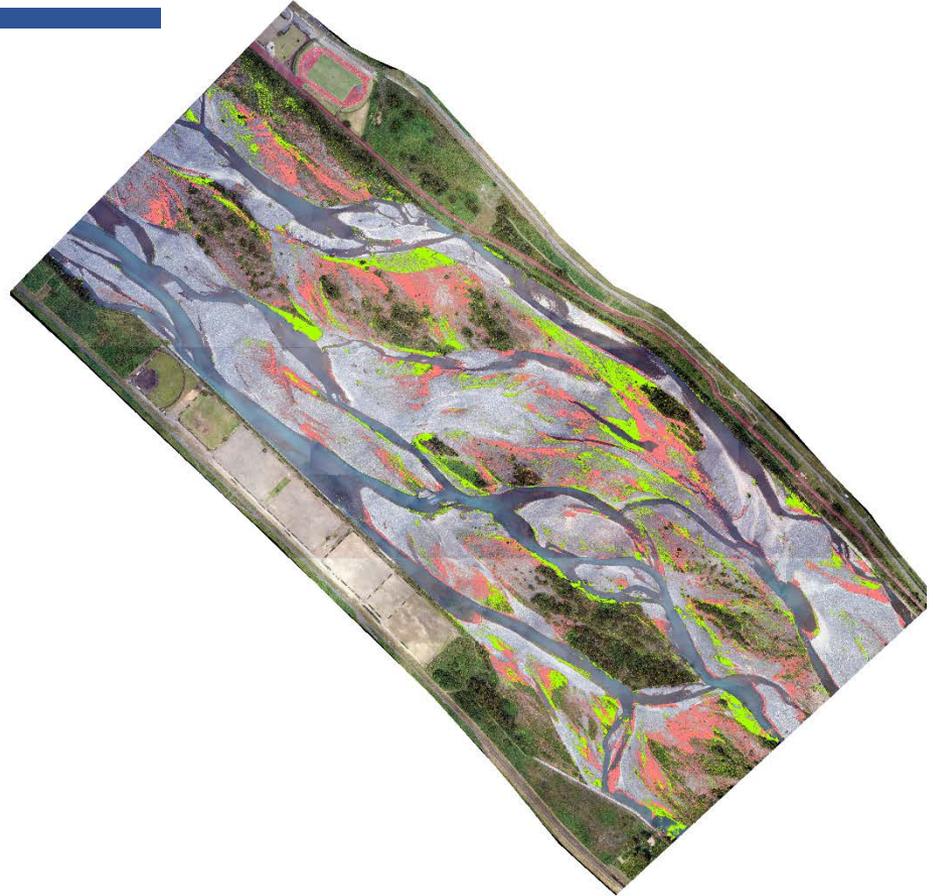
- 出水前後の植生域を比較
- 植生域が10月23日の出水により消失したメッシュを抽出



植生消失メッシュを抽出したもの

UAV画像に対する検討 (植生域判定)

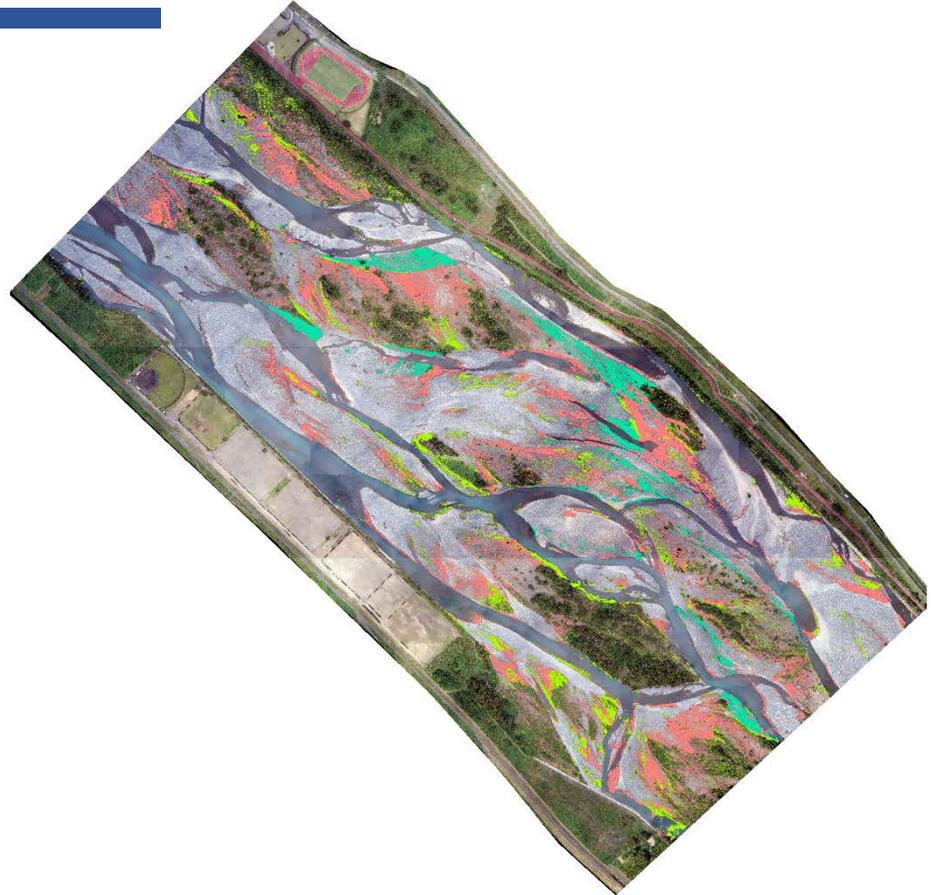
- DSMの差分結果との比較から、そのメッシュにおいて植生が堆積により消失したのか、浸食により消失したのかを判定



植生消失メッシュを堆積によるものと侵食によるものに判定したもの

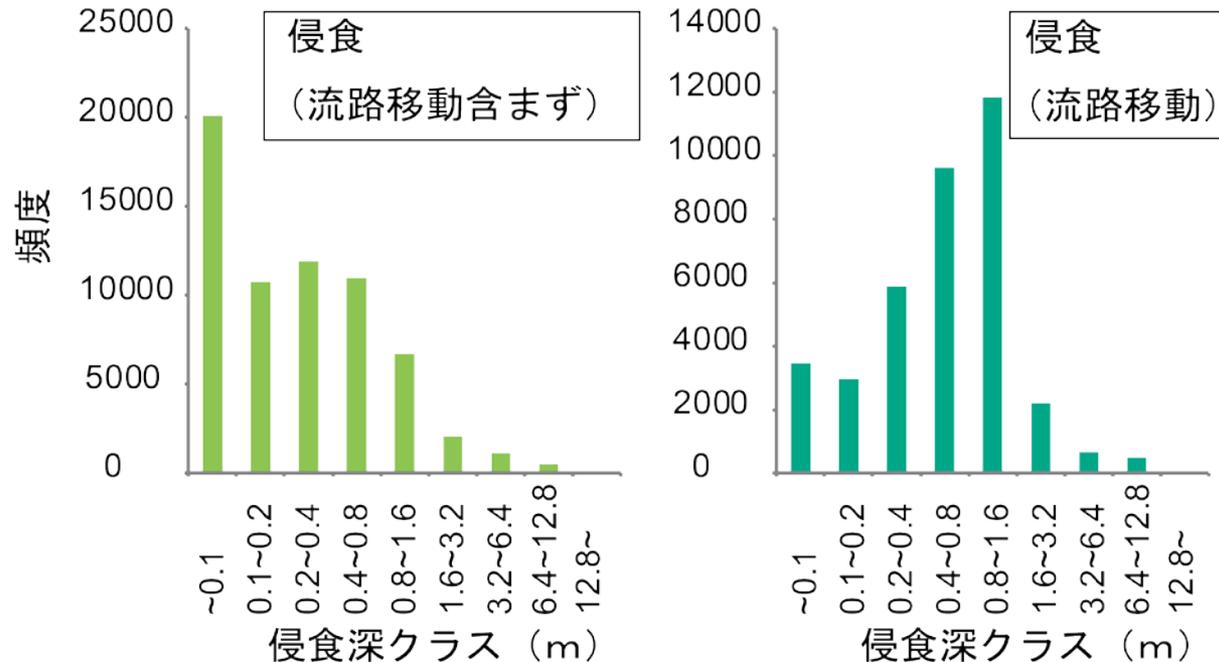
UAV画像に対する検討 (植生域判定)

- 目視によるオルソ画像の比較から、流路が首を振るような移動を見せた箇所における浸食植生消失メッシュを、流路移動による植生消失メッシュとした
- 最終的に、オルソ画像において植生の消失したメッシュに対し
 - 「堆積により植生が消失したもの」
 - 「浸食により植生が消失したもの(流路移動:側方への流路の移動によるもの)」
 - 「浸食により植生が消失したもの(流路移動含まず:側方への流路の移動を理由としないもの)」
- 以上の3項目に分類



植生消失メッシュに対しその理由を判別したもの

GIS解析結果(UAV画像)



浸食された際の鉛直方向の深さを算出し浸食深クラスとして整理し、「浸食(流路移動)」と「浸食(流路移動含まず)」での違いをヒストグラムにより示したもの

- 「浸食(流路移動)」による植生消失メッシュにおいて、出水前後の鉛直方向の浸食量がより大きかったことがわかる。

GIS解析結果 (UAV画像)

- 10月23日出水前では左右堤防間の河道内において、その約38%が植生域であったが、出水後は約24%に減少
- 河道全体のうち堆積が見られた面積の割合は約54%であったが、植生消失面積全体のうちで堆積によるものの割合は約62%となり、堆積に伴う植生消失の面積の割合が、全体での堆積傾向にある割合よりやや高く示された
- 面積の総量として植生消失における堆積の効果は浸食のものよりも大きく、砂州上を裸地として広範に被覆するが、その厚さ自体は限定的である
- 木本の消失は侵食領域でなければほぼ生じていない

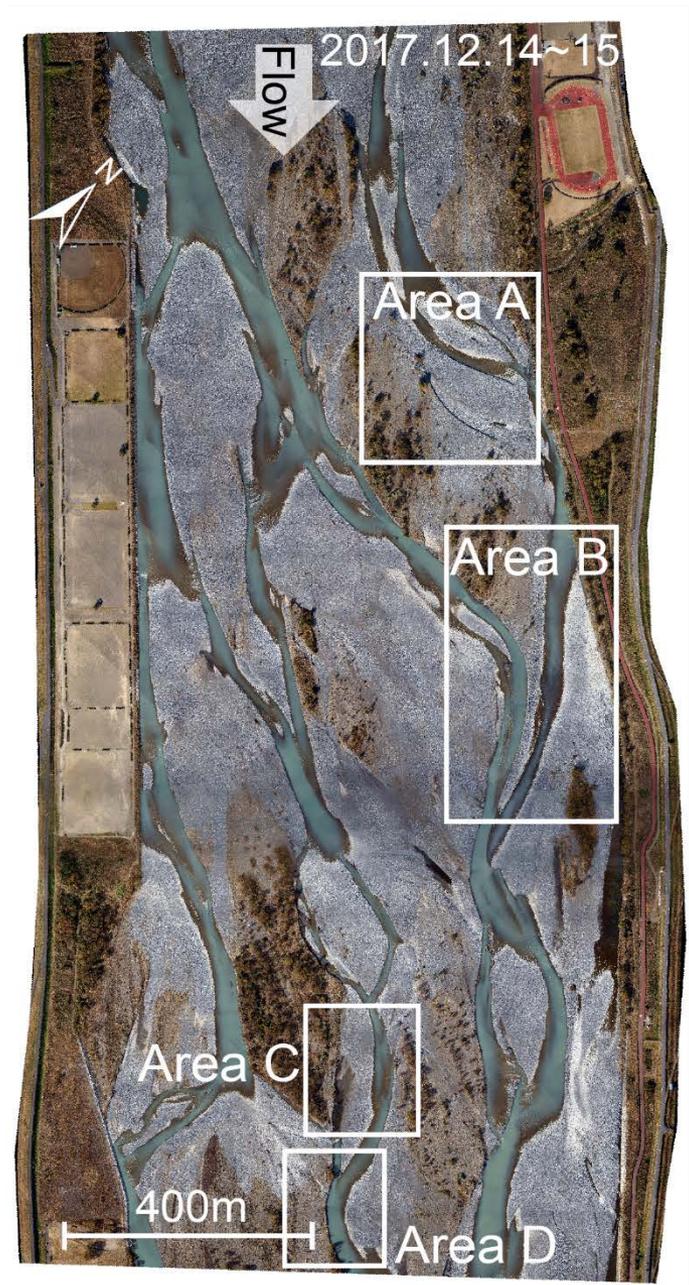
GIS解析結果(UAV画像)

- 浸食による植生消失メッシュ全体のうち、流路の側方移動に依存したもの、すなわち「浸食(流路移動)」の割合は34%程度であり、面積の総量としてはそれほど大きくない
- 目視で状況を検討すると、「浸食(流路移動含まず)」による消失は流下方向に細長く続くのに対し、「浸食(流路移動)」は一つのまとまったエリアとして広範に存在する

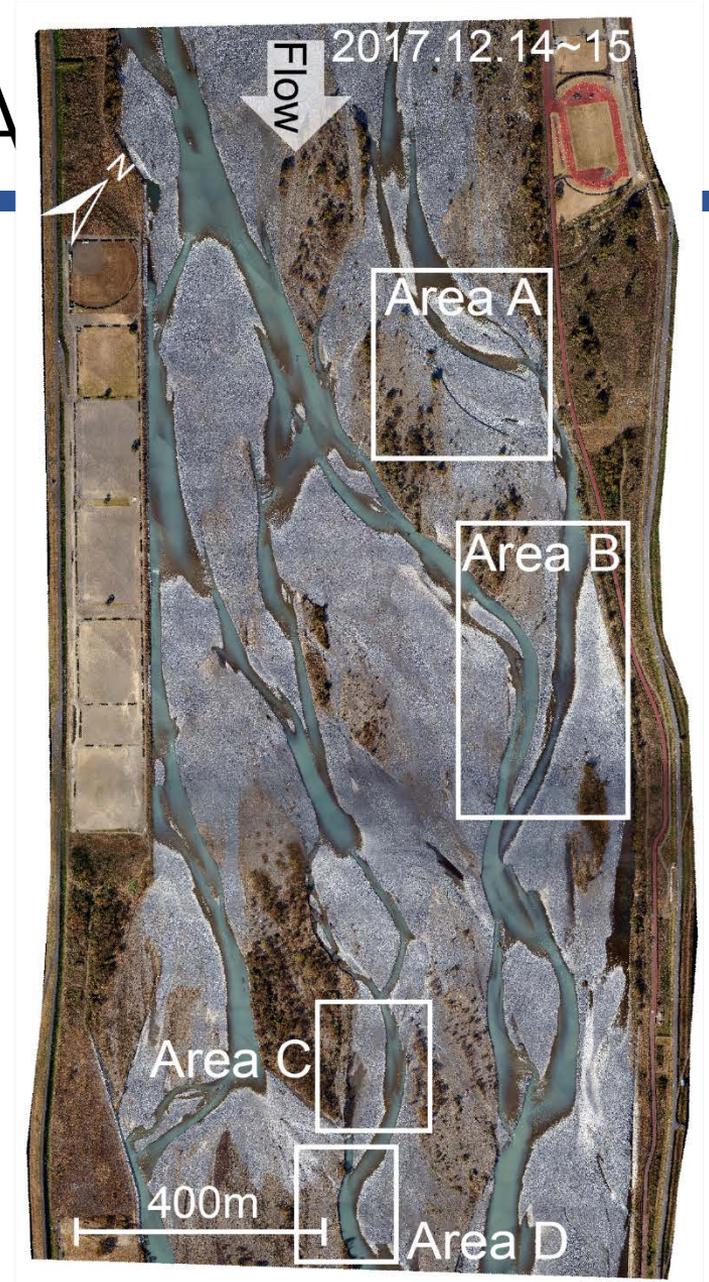
河床変動解析結果を用いた 倒伏モーメントの検討

- M_c が260(kgf m)「以下」となったメッシュは、流路移動によらない消失メッシュで約40%、流路移動によるメッシュにおいて約30%となった
- 現実には木本が群生しているのに対し、式(1)では単一の円柱で仮定しているため、倒伏可能である側に過大な結果であると想像される
- このことから、今回の出水において流失した木本のうち、実際には高い割合が、河道の側方浸食により基盤が流失したことによるものと考えられる
- 既往の検討からは、同河川において平均年最大流量を下回ると考えられる程度の出水においても、活発な河床変動が観測されている
- これらを踏まえると、頻度の大きい小規模な出水の際にも、流路の側方への移動を効率的に促すことが可能であれば、植生域の浸食による木本や草本の抜本的な消失を期待し得ることがわかる。

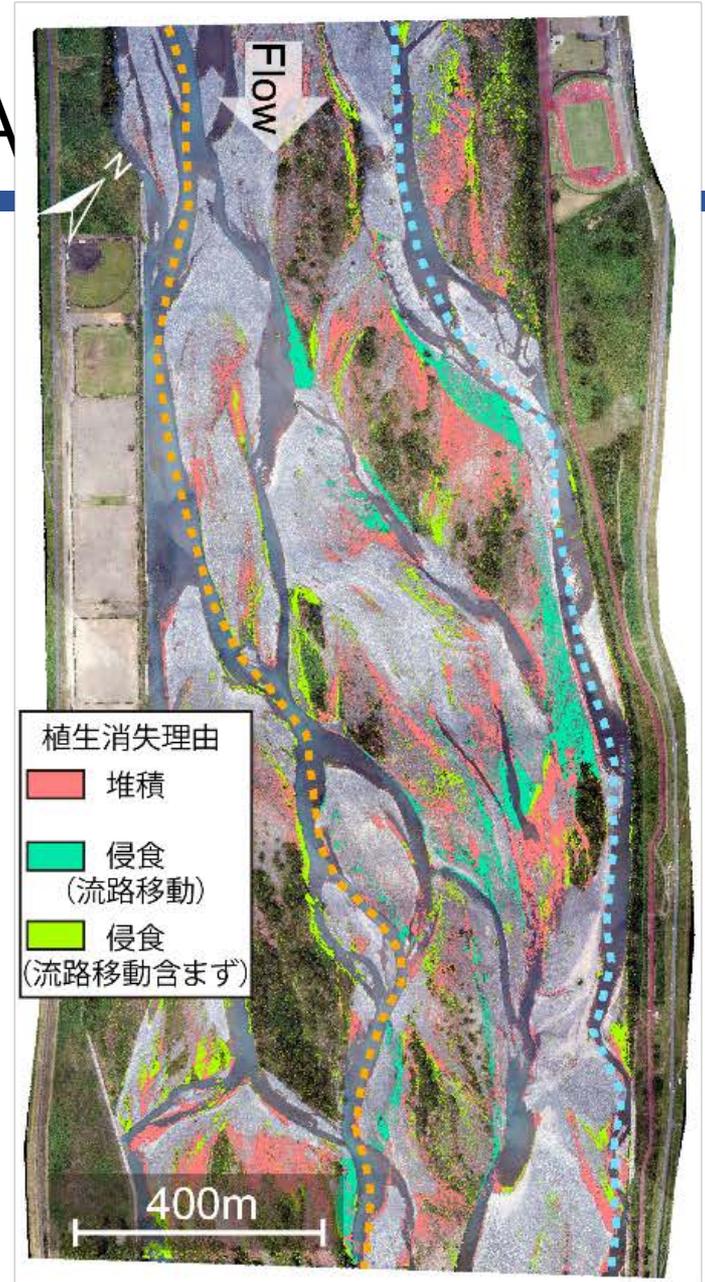
GIS解析結果 (UAV画像)



GI



GIS解析結果 (UA)



研究手法

(河床変動数値計算による解析)

- 代表粒径として、対象領域の平均粒径やや大きい30mmを与えた
- 掃流砂量式には芦田・道上式を用いた
- 解析では助走期間に設定流量まで上昇させた後の1時間後のShields数などを検討
- 流量は $1400\text{m}^3/\text{s}$ および $3900\text{m}^3/\text{s}$ とした

河床変動解析結果

