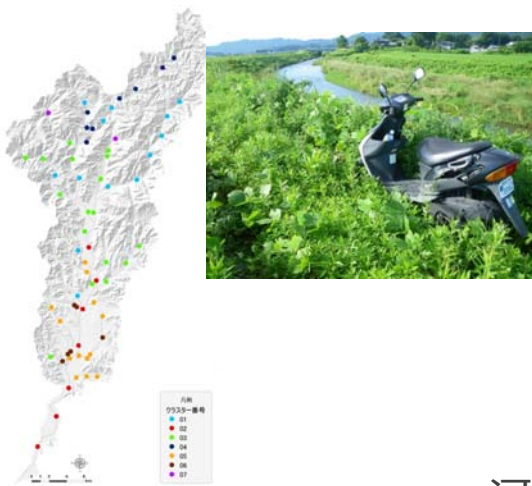


河川環境調査におけるUAVの活用

— 河川植生の評価と面的な環境要因の取得 —

丹羽英之（京都学園大学）



河川植生の研究者にとって夢の道具

高解像度

即時

繰り返し

撮りたい時に、撮りたい解像度で！

UAV撮影画像を用いた河川の水辺構造分類

背景

河川の水辺構造は水生生物の生息に影響

護岸率が高い河川ほどニホンウナギの漁獲量が減少

(Itakura et al 2014)

水辺の植生が少ないと魚類の種数が減少

(土屋ら 1996、中島ら 2010)

水辺の植生が少ないと魚類の生息量が減少

(渡辺ら 2008)

砂州の微環境のうち草地における地表性昆虫が最も多様

(松良ら 2006)

河川改修においては水辺エコトーンの再生が重要

(辻・平塚 2008)

背景

河川の水辺構造を連続的かつ広域に調べるには
長時間の現地調査が必要

既存情報から護岸率を算出

(Itakura et al. 2014)

調査地点の水際の構造だけを調査

(土屋ら 1996、中島ら 2010)

容易かつ安価に高空間解像度の画像が撮影できる
UAVは自然環境分野でも活用され始めている

河川的环境把握に利用

(Tamminga et al. 2014)

目的

UAVの空撮画像による河川の水辺構造の分類

河川の水辺構造の違いが
水生生物に与える影響を評価

調査方法

■ UAVによる空撮

【対象河川】 曾我谷川、犬飼川、七谷川

【使用機体】 Phantom3

【撮影方法】 高度40m、速度4m/s、撮影間隔1回/5s

【撮影期日】 曾我谷川（10/8） 犬飼川（9/18、10/6）
七谷川（9/29、10/9）

■ 画像処理

SfM処理→オルソ画像 (Agisoft PhotoScan)

調査方法

■ 水辺構造の分類

オルソ画像をもとに水辺構造を分類（左右岸別）

ID	区分1	区分2	区分3
1	人工	空隙あり	
2		空隙なし	
3	自然	砂州	砂礫
4			植生
5		岩盤	
6		竹林	
7		その他樹林	
8	瀬切れ		
0	画像なし		

調査方法

■ 水辺構造の分類

ID	区分1	区分2	区分3
1	人工	空隙あり	
2		空隙なし	
3	自然	砂州	砂礫
4			植生
5		岩盤	
6		竹林	
7		その他樹林	
8	瀬切れ		
0	画像なし		



1



2



3



4



6



7

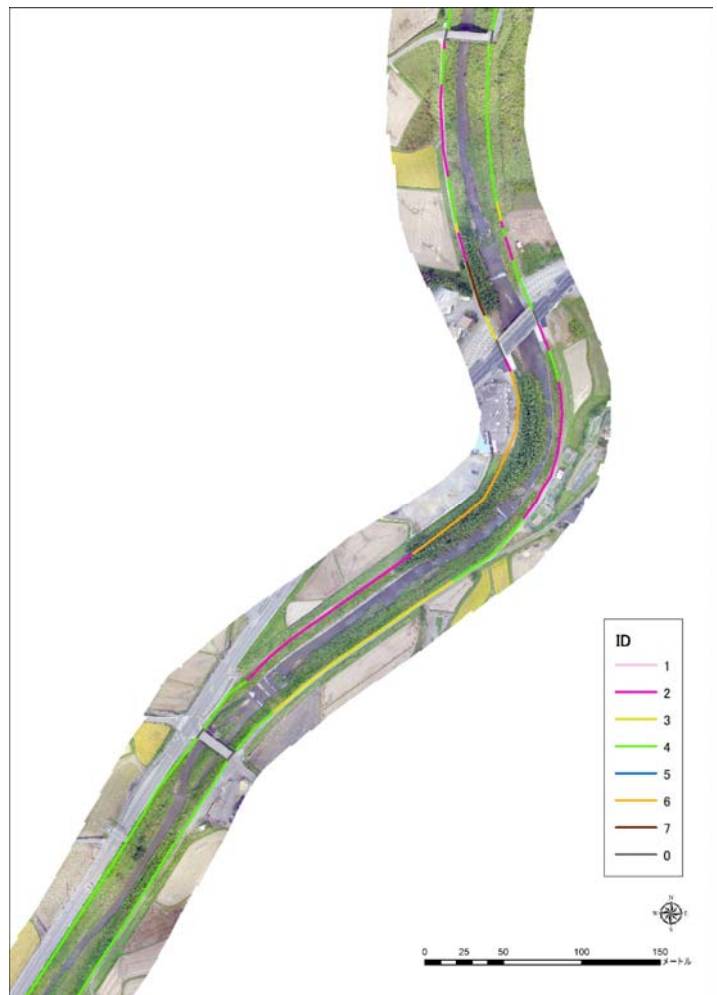


8

調査方法

■ 水辺構造の分類

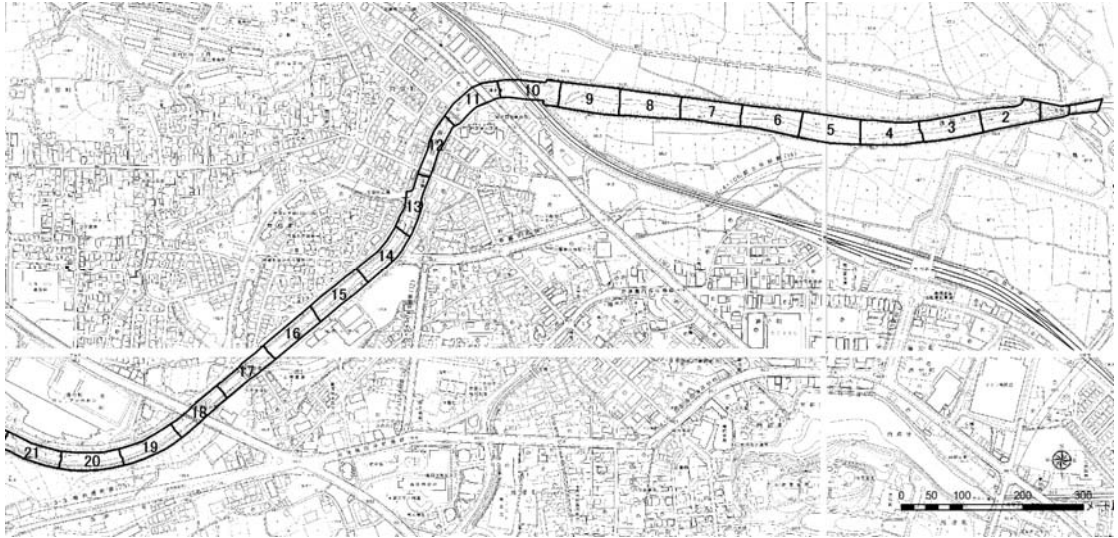
ID	区分1	区分2	区分3
1	人工	空隙あり	
2		空隙なし	
3	自然	砂州	砂礫
4			植生
5		岩盤	
6		竹林	
7		その他樹林	
8	瀬切れ		
0	画像なし		



調査方法

■ ユニット集計

各河川を下流から100mごとの区間 (=ユニット)
に区切り、水辺構造を集計



調査方法

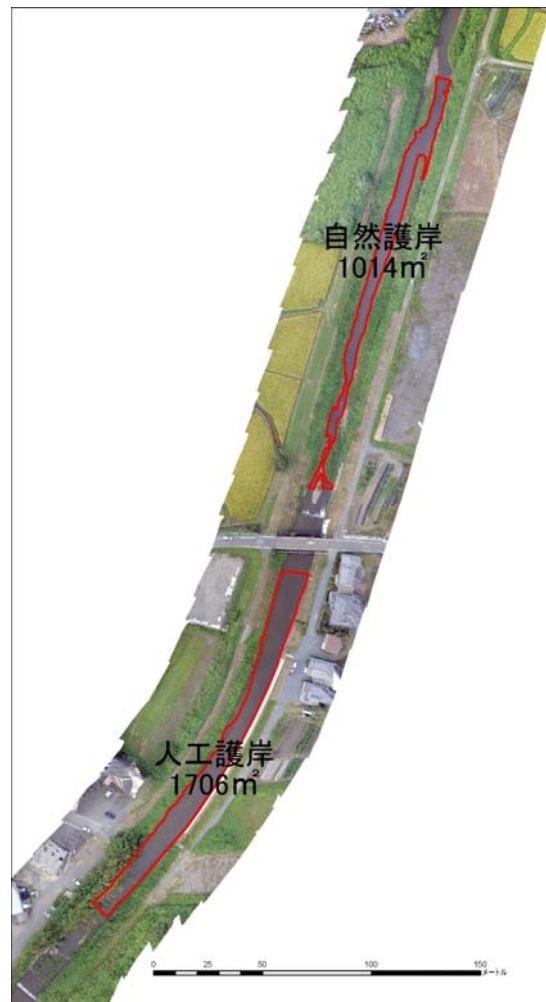
■ 水生生物調査

- 【調査】 曾我谷川 (2地点)
- 【調査】 人口護岸率の高い区間
自然護岸率の高い区間
- 【対象】 魚類および大型底生動物
- 【道具】 タモ網
- 【期日】 2015/8/24
- 【努力量】 2人×45分～60分

調査方法

■ 水生生物調査

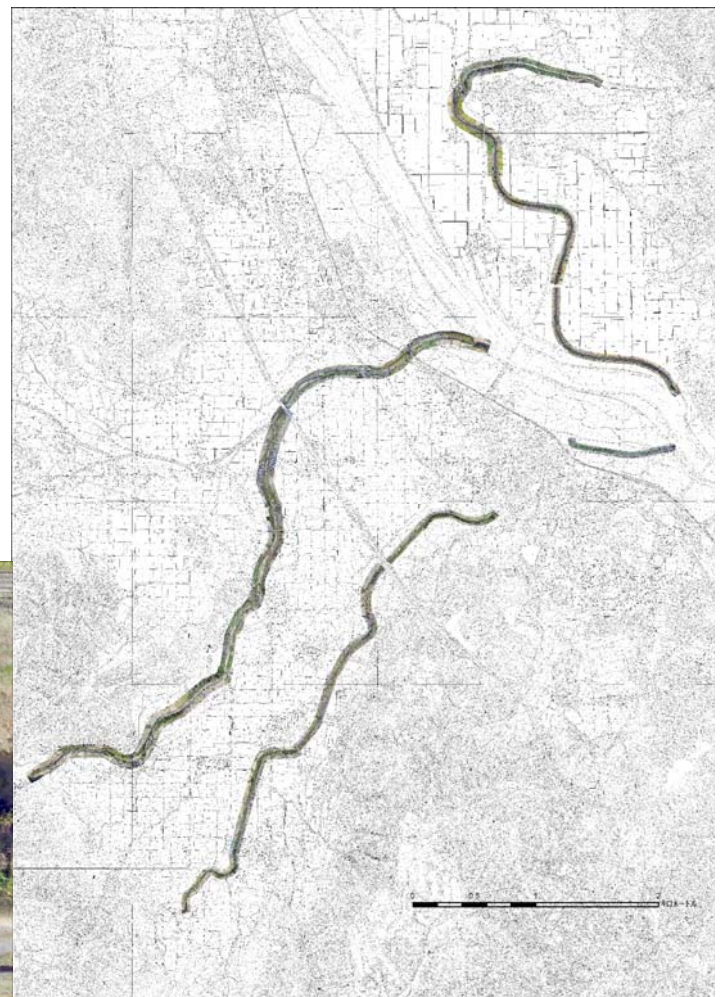
【調査区間】



調査結果

■ UAVによる空撮

撮影 2.5時間



調査結果

■水辺構造の分類

写真判読 約2時間

※現地調査 3時間/km×16.6km=49.8時間

空撮+判読 2.5h+2h=4.5h

現地調査 49.8h

約11倍

調査結果

■河川ごと（区分1）

犬飼川 人工護岸率が最も高い

七谷川 瀬切れ区間以外は概ね自然護岸

河川名	自然	人工	瀬切れ
犬飼川	0.78	0.22	0.00
七谷川	0.71	0.01	0.29
曽我谷川	0.84	0.16	0.00

調査結果

■河川ごと（区分2）

犬飼川 人工護岸（空隙なし）、その他樹林が最も多い

七谷川 竹林やその他樹林なし

曾我谷川 竹林が最も多い

河川名	人工		自然		竹林	その他樹林	その他 瀬切れ
	空隙あり	空隙なし	砂州	岩盤			
犬飼川	0.01	0.20	0.61	0.00	0.11	0.06	0.00
七谷川	0.00	0.01	0.71	0.00	0.00	0.00	0.29
曾我谷川	0.01	0.15	0.62	0.00	0.20	0.02	0.00

調査結果

■河川ごと（区分3）

犬飼川 砂礫と植生がほぼ半々

七谷川 植生のみ

曾我谷川 ほとんど植生

河川名	砂礫	植生
犬飼川	0.46	0.54
七谷川	0.00	1.00
曾我谷川	0.07	0.93

調査結果

■ユニット集計（人工）

七谷川 全体的 **低**
 曾我谷川 市街地 **高**
 犬飼川 市街地、運動公園付近 **高**

ID	区分1	区分2	区分3
1	人工	空隙あり	
2		空隙なし	
3	自然	砂州	砂礫
4			植生
5		岩盤	
6		竹林	
7		その他樹林	
8	瀬切れ		
0	画像なし		

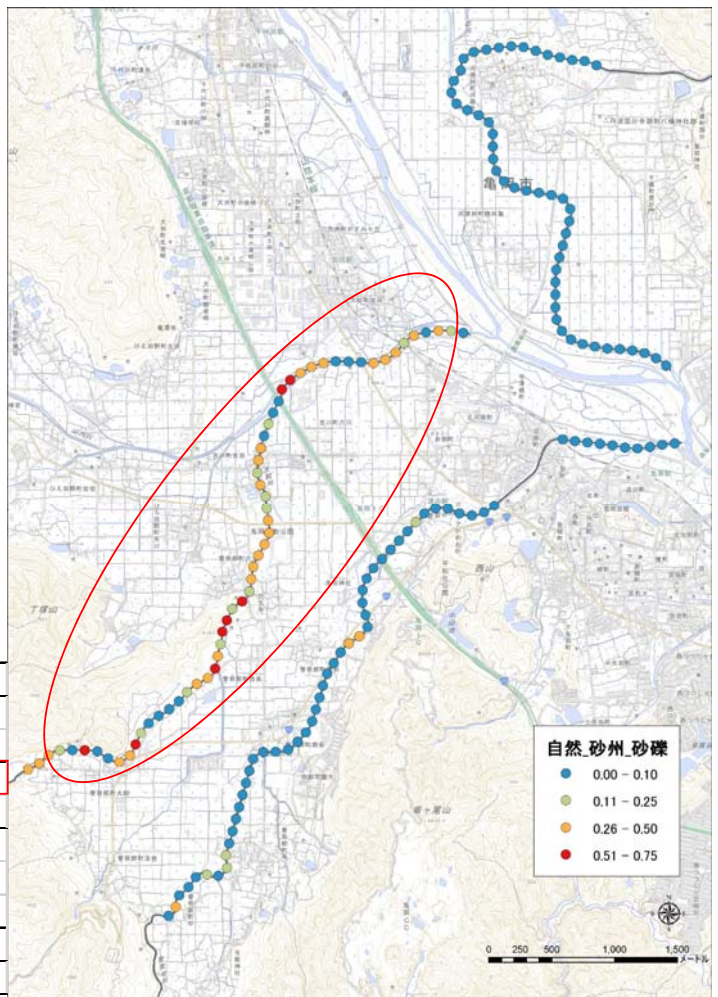


調査結果

■ユニット集計（砂礫）

七谷川 全体的 **低**
 曾我谷川 全体的 **低**
 犬飼川 全体的 **高**

ID	区分1	区分2	区分3
1	人工	空隙あり	
2		空隙なし	
3	自然	砂州	砂礫
4			植生
5		岩盤	
6		竹林	
7		その他樹林	
8	瀬切れ		
0	画像なし		

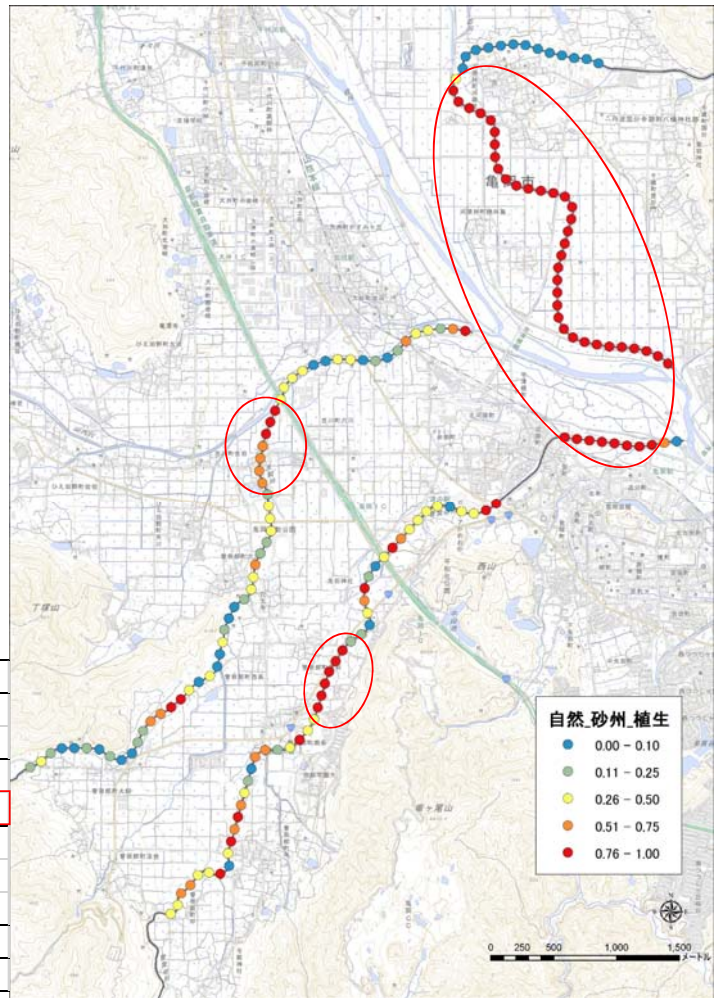


調査結果

■ユニット集計（植生）

七谷川 全体的^高
 曾我谷川 市街地除^高
 犬飼川 一部区間^高

ID	区分1	区分2	区分3
1	人工	空隙あり	
2		空隙なし	
3	自然	砂州	砂礫
4			植生
5		岩盤	
6		竹林	
7		その他樹林	
8	瀬切れ		
0	画像なし		

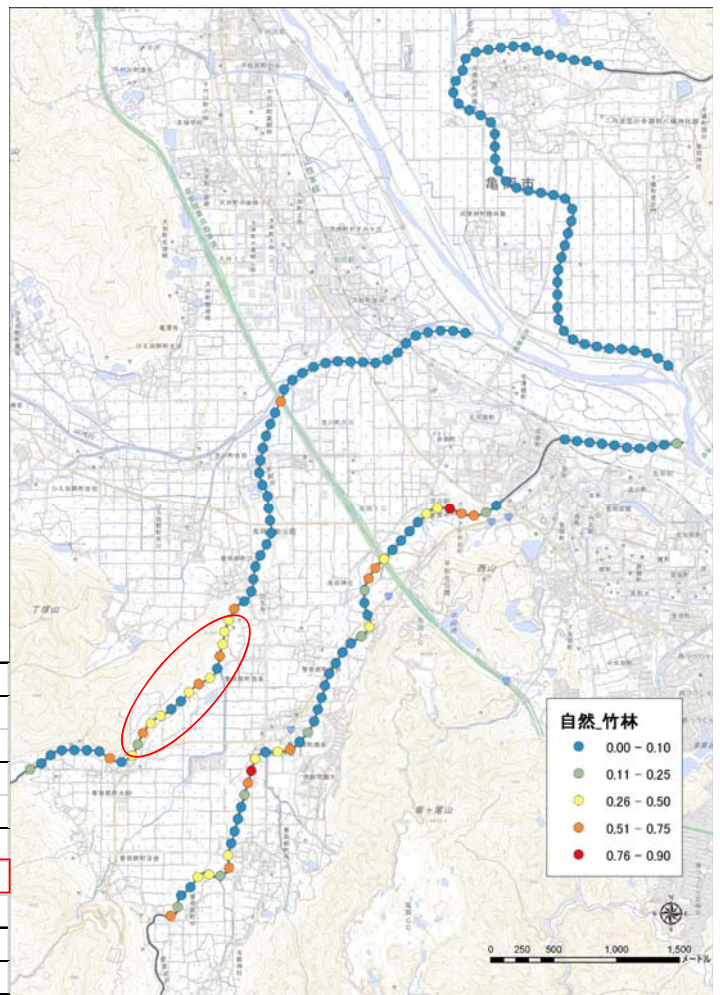


調査結果

■ユニット集計（竹林）

七谷川 なし
 曾我谷川 点在
 犬飼川 山付き区間

ID	区分1	区分2	区分3
1	人工	空隙あり	
2		空隙なし	
3	自然	砂州	砂礫
4			植生
5		岩盤	
6		竹林	
7		その他樹林	
8	瀬切れ		
0	画像なし		

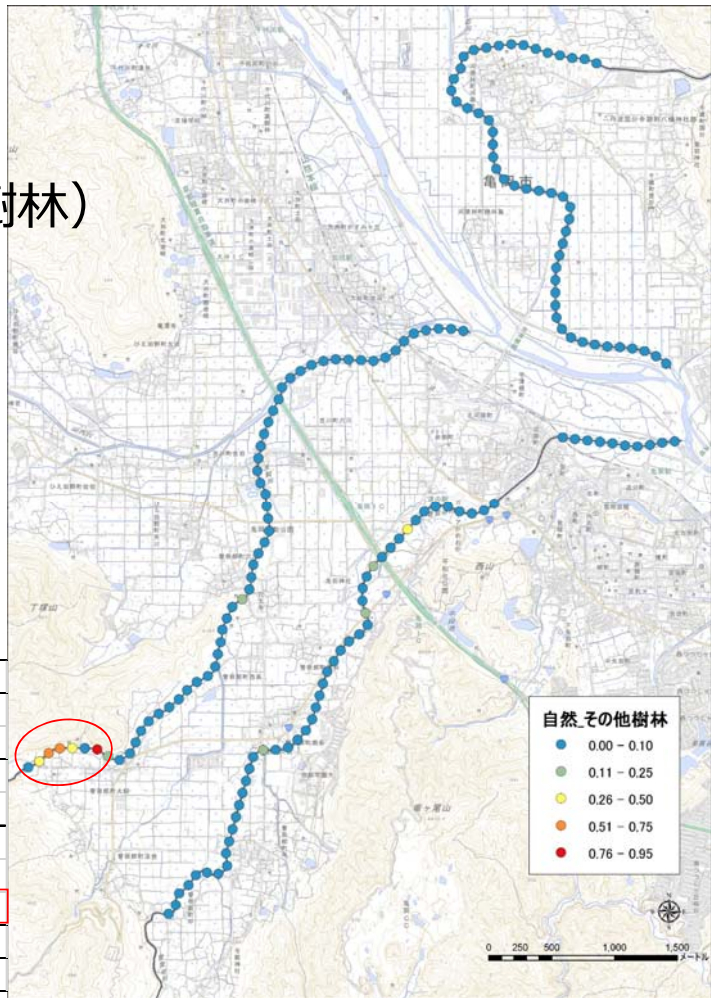


調査結果

■ユニット集計（その他樹林）

七谷川 なし
 曾我谷川 少ない
 犬飼川 上流山付き区間

ID	区分1	区分2	区分3
1	人工	空隙あり	
2		空隙なし	
3	自然	砂州	砂礫
4			植生
5		岩盤	
6		竹林	
7		その他樹林	
8	瀬切れ		
0	画像なし		

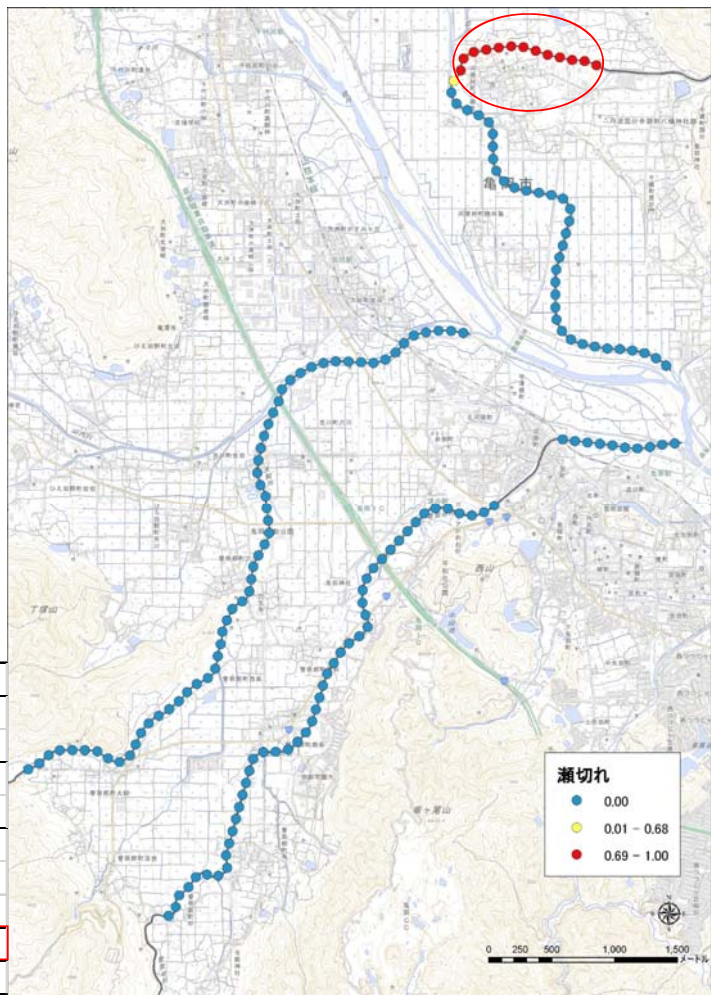


調査結果

■ユニット集計（瀬切れ）

七谷川 上流（扇状地）
 曾我谷川 なし
 犬飼川 なし

ID	区分1	区分2	区分3
1	人工	空隙あり	
2		空隙なし	
3	自然	砂州	砂礫
4			植生
5		岩盤	
6		竹林	
7		その他樹林	
8	瀬切れ		
0	画像なし		

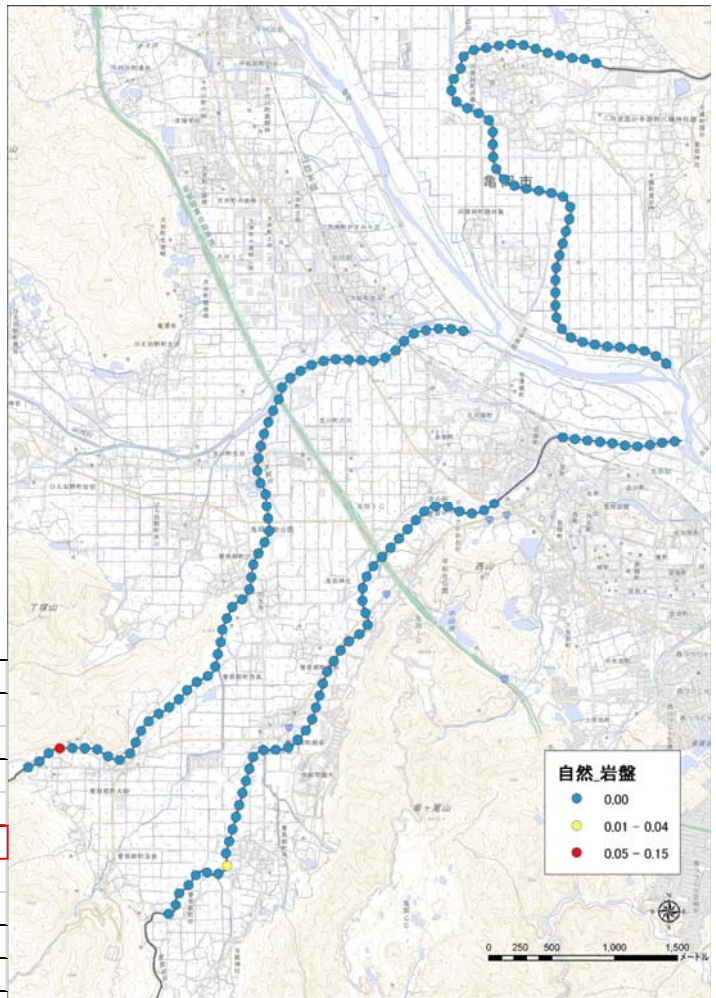


調査結果

■ ユニット集計 (岩盤)

七谷川 なし
 曾我谷川 少ない
 犬飼川 少ない

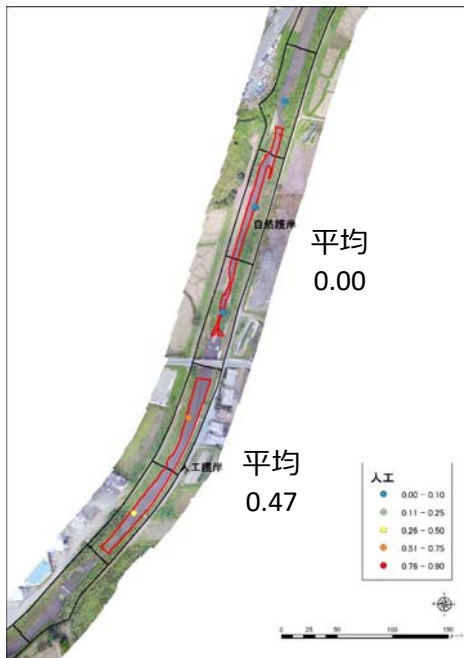
ID	区分1	区分2	区分3
1	人工	空隙あり	
2		空隙なし	
3	自然	砂州	砂礫
4			植生
5		岩盤	
6		竹林	
7		その他樹林	
8	瀬切れ		
0	画像なし		



調査結果

■ 水生生物

水辺構造と調査地点



調査結果

■ 水生生物

魚類

種名	自然護岸	人工護岸	総計
アブラボテ	0.49		0.49
イトモロコ	0.10		0.10
カマツカ	0.10		0.10
オイカワ		0.06	0.06
モツゴ		0.06	0.06
カワムツ	3.35	0.29	3.65
ドンコ	2.37	0.59	2.95
カワヨシノボリ	1.68	1.41	3.08
ムギツク	1.08	0.23	1.32
ドジョウ	0.89	0.12	1.00
総計	10.06	2.75	12.81

個体密度 (1m²あたり)

■ 自然護岸

個体密度が高い (3.7倍)

アブラボテ (京都府準絶滅危惧種) の生息
草付きの水辺を好む種の個体密度が高い
(例えば、ドンコ、ムギツク、ドジョウ)

調査結果

■ 水生生物

底生動物

種名	自然護岸	人工護岸	総計
オニヤンマ	0.20		0.20
コオイムシ	0.10		0.10
コオニヤンマ	0.39		0.39
ミズカマキリ	0.20		0.20
サナエトンボの一種	0.10		0.10
タイワンシジミ		0.06	0.06
コヤマトンボ	1.18	0.06	1.24
ハグロトンボ	0.30	0.12	0.41
ヒゲナガカワトビケラ	0.39	0.12	0.51
ヨシボソヤンマ	1.28	0.35	1.63
アメリカザリガニ	0.79	0.53	1.32
カワニナ	0.30	0.18	0.47
サワガニ	0.59	0.29	0.88
ヌマエビ類	7.10	2.58	9.68
総計	12.92	4.28	17.20

個体密度 (1m²あたり)

■ 自然護岸

個体密度が高い (3.0倍)

種数が多い (1.4倍)

草付きの水辺を好む種の個体密度が高い
(例えば、コヤマトンボ、ハグロトンボ、ヌマエビ類)

考察

■ 調査手法

UAVを利用することで現地調査より少ない労力で水辺構造を把握することができた

労力 1/11に軽減

UAVを利用することで現地調査が困難な場所でも水辺構造を把握することができた

考察

■ 水辺構造

河川ごとの特徴を把握できた

七谷川

- 上流の瀬切れ区間以外は、ほとんどが砂州（植生）で水辺の自然性が高い河川

曾我谷川

- JRより下流はすべて砂州（植生）で自然性が高い区間
- 市街地を除き自然性の高い水辺が残存
- 竹林区間が点在

犬飼川

- 砂州（砂礫）が多く攪乱の高さが示唆される河川
- 市街地を中心に水辺の人工改変が顕著
- 上流に山付き区間がある

考察

■水生生物

魚類、底生動物ともに、水辺が人工改変された区間ほど種数が少なく、個体密度が低く、水生生物相の健全性が損なわれていた

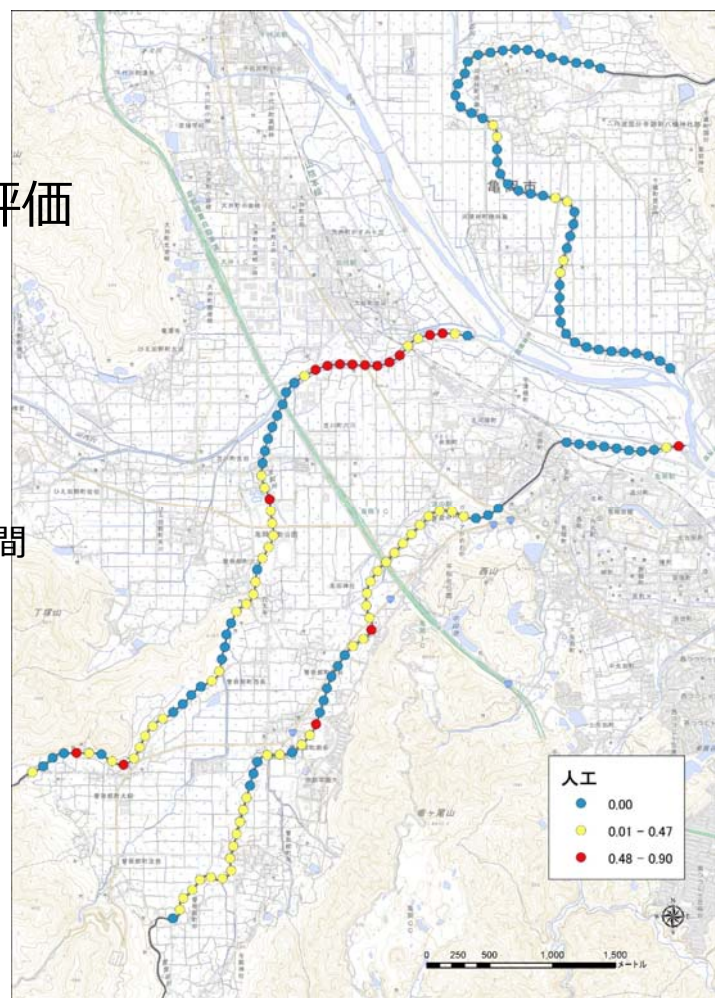
考察

■保全・再生にむけた評価

今回の水生生物調査地点の人工改変率を閾値に全体を区分

青 水際を保全すべき区間

赤 水際の構造を再生すべき区間



課題

■ 空撮画像では竹林や樹林の下部構造が判読できない

下部に人工構造物がある場合がある



■ 水生生物調査が1河川のみ

水辺構造との関係を複数地点で検証する必要がある

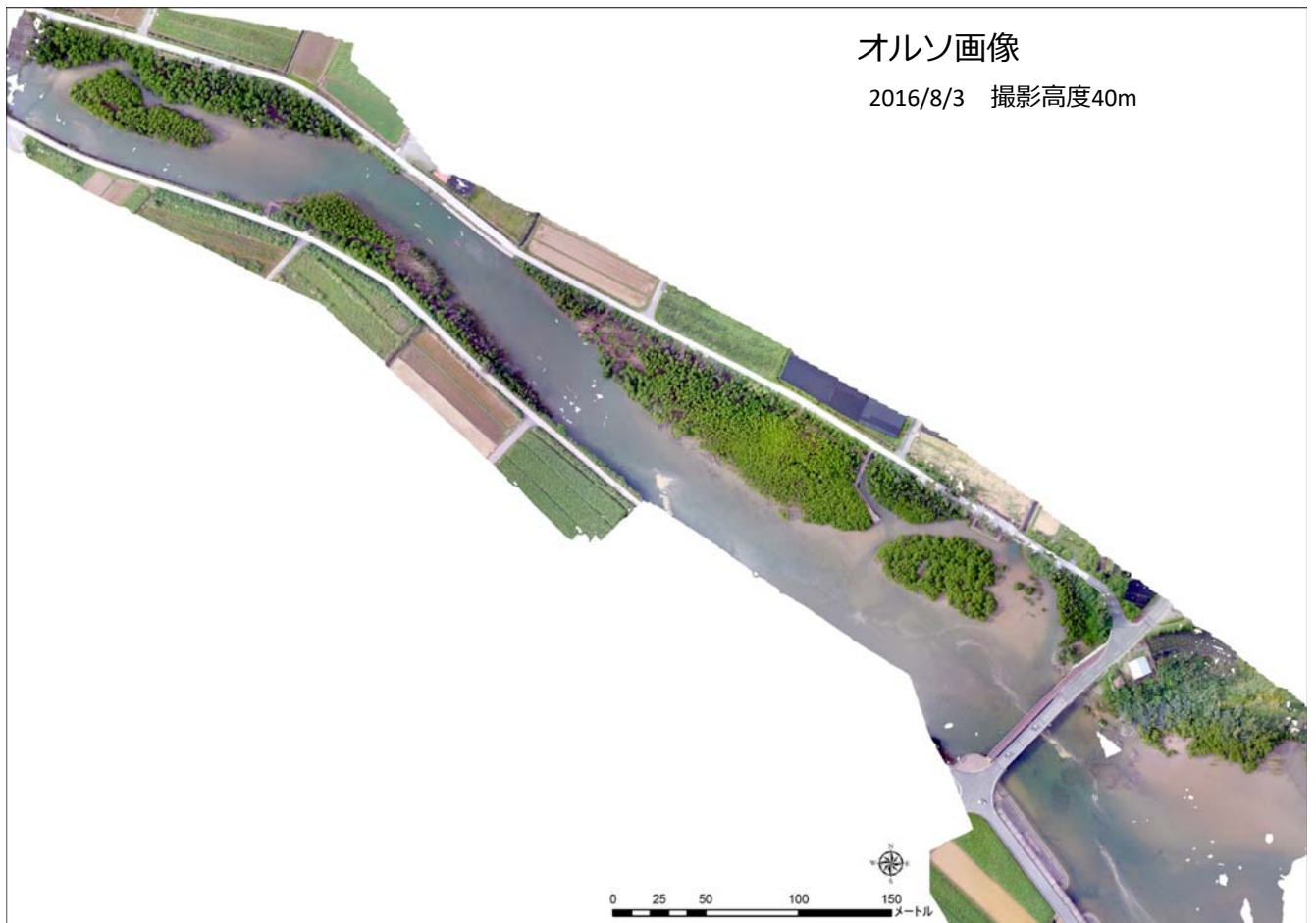
展望

調査後、自然護岸区間で護岸工事

UAVを利用することで
定期的なモニタリングが可能に！



マングローブ林

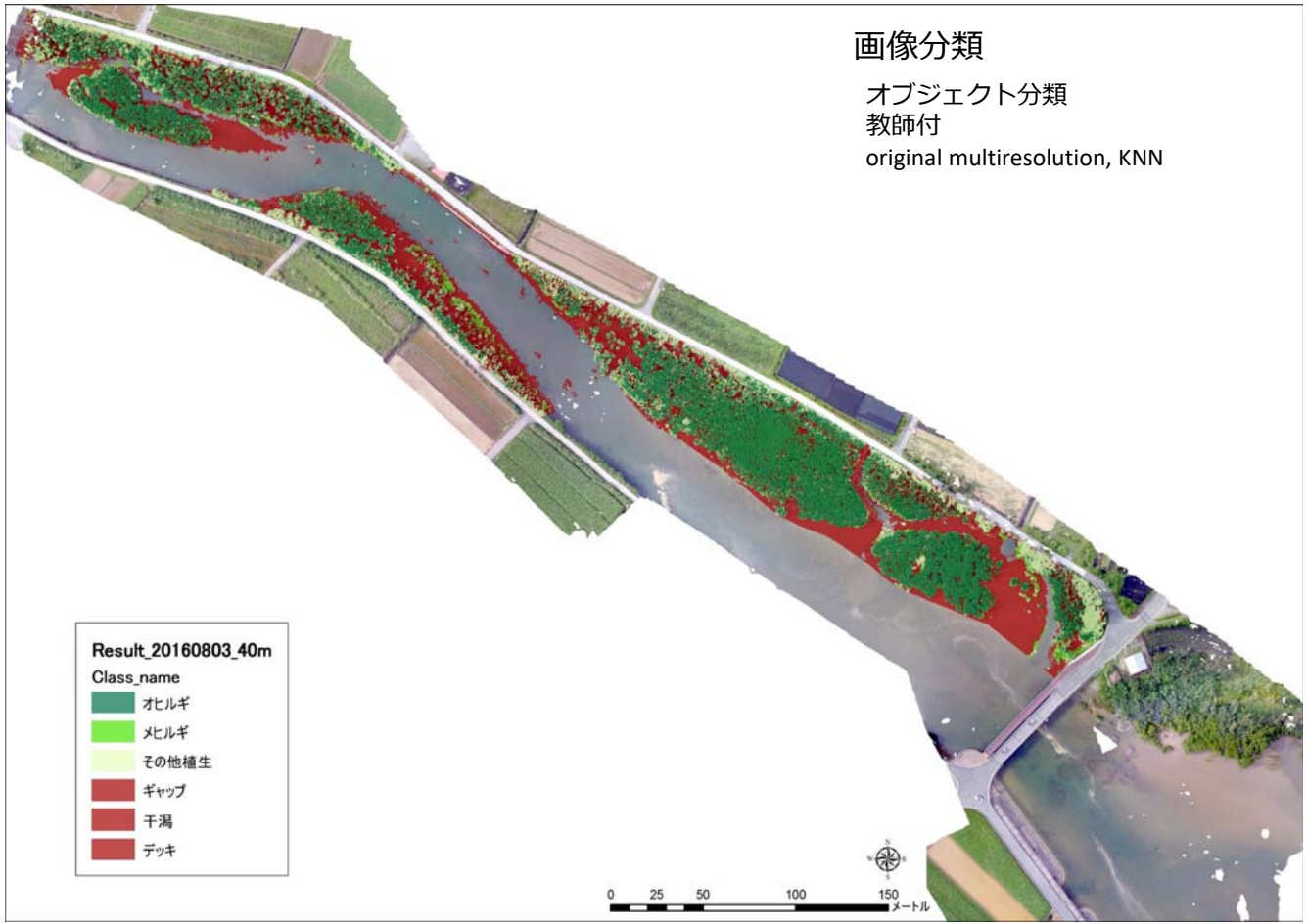


画像分類

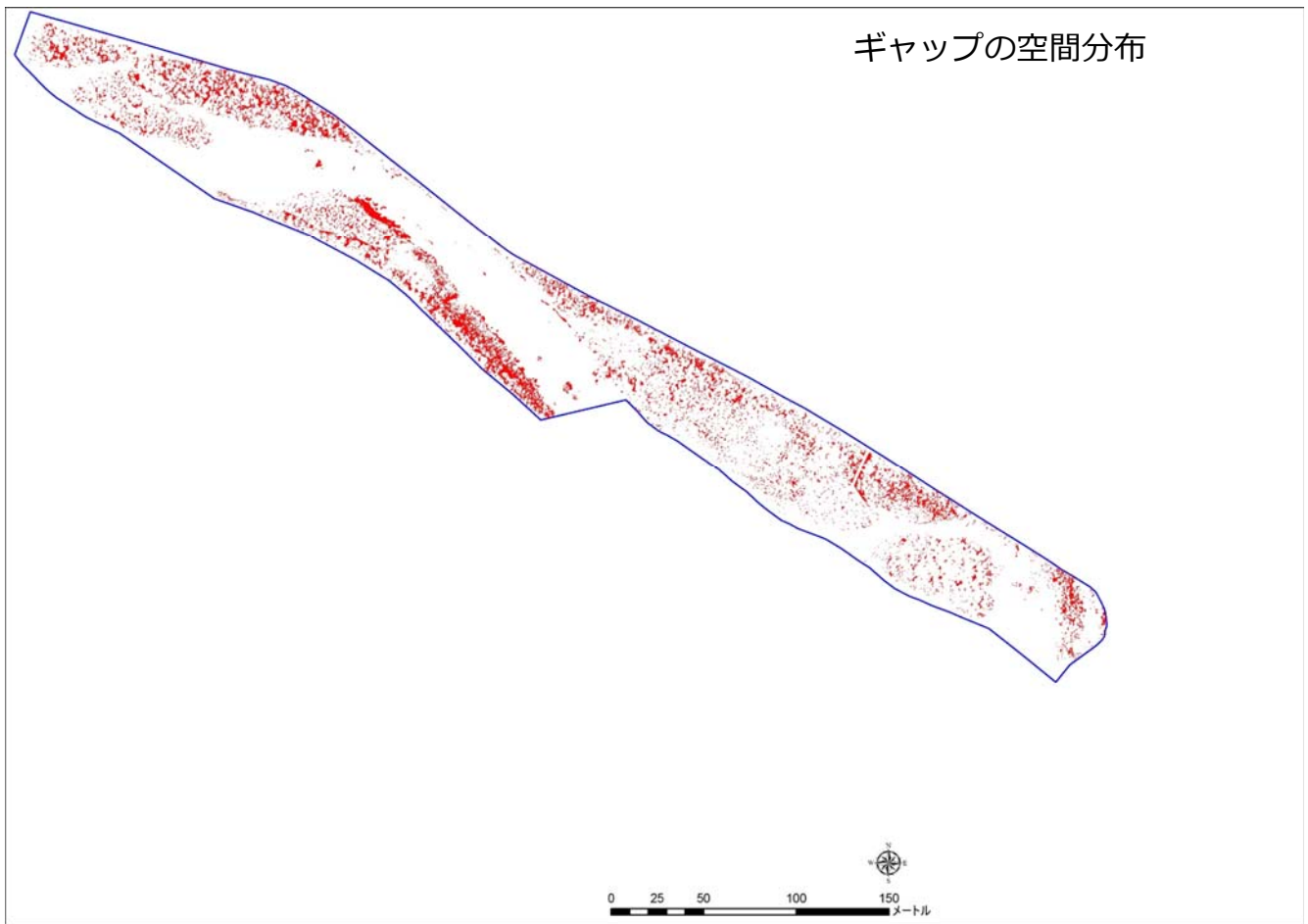
オブジェクト分類

教師付

original multiresolution, KNN

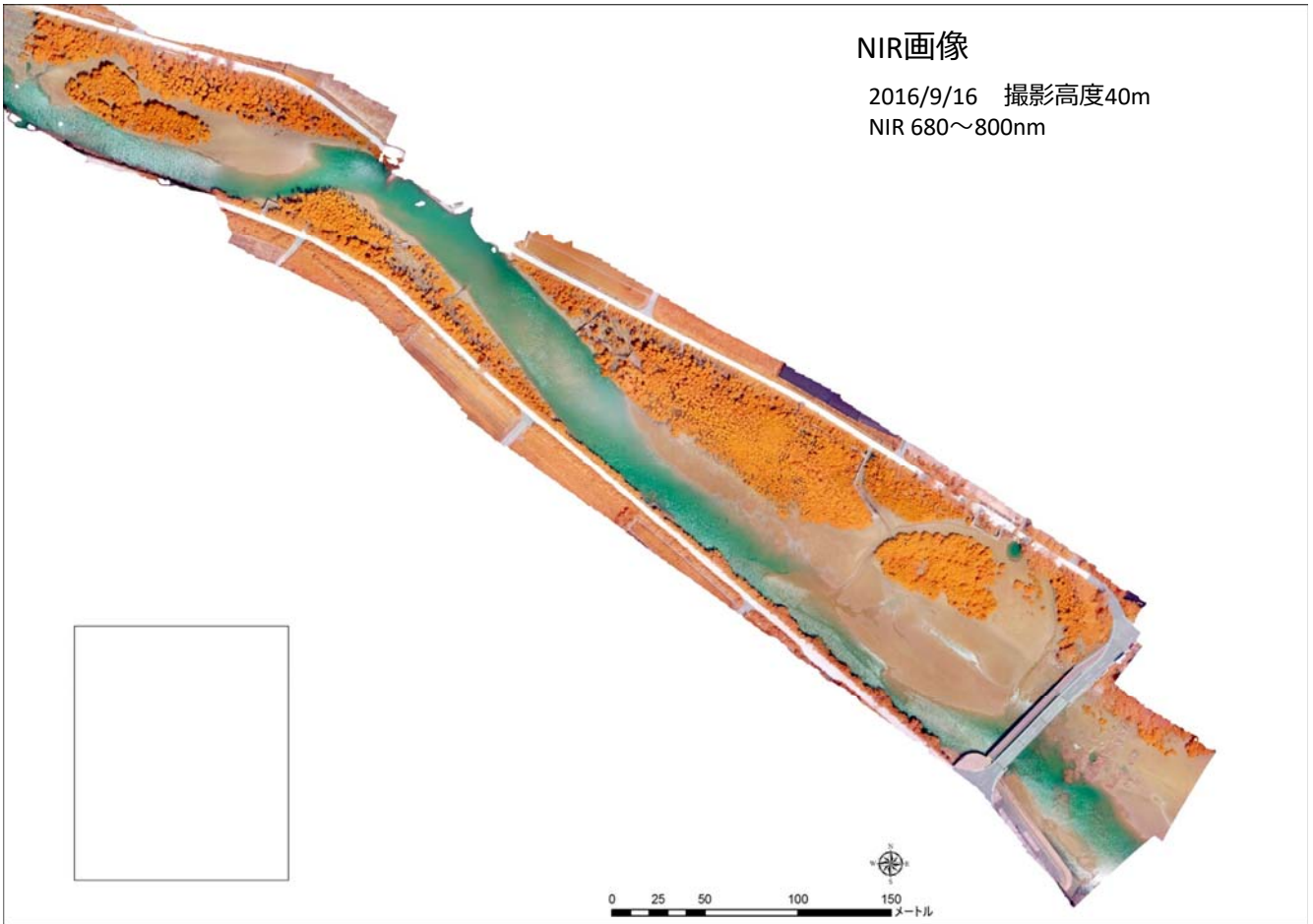


ギャップの空間分布

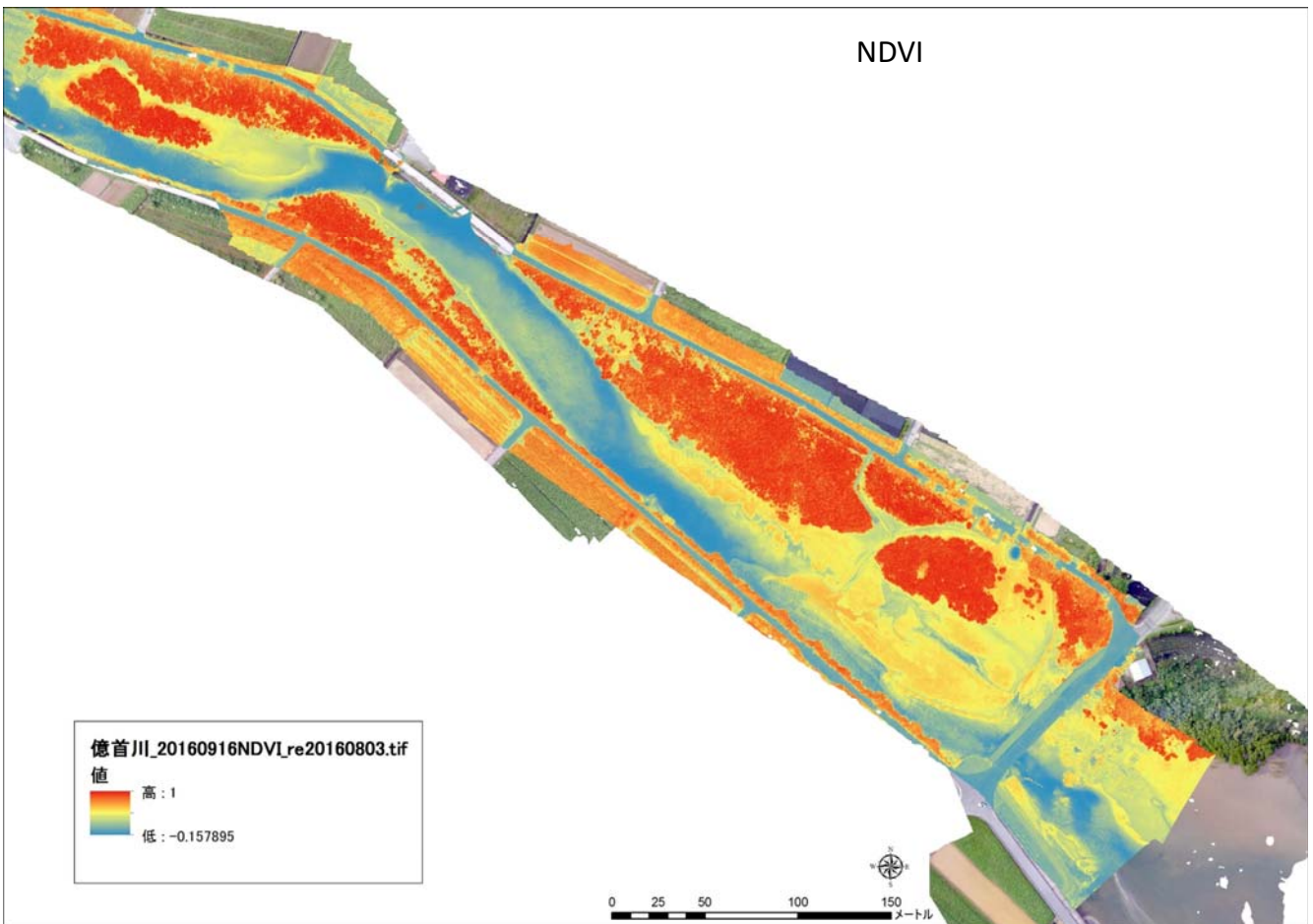


NIR画像

2016/9/16 撮影高度40m
NIR 680~800nm



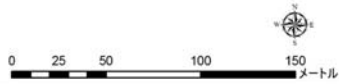
NDVI



オヒルギのNDVI



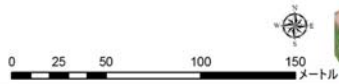
億首川_20160916NDVI_re20160803_clipオヒルギ.tif
値
高: 1
低: -0.157895



オヒルギのNDVI

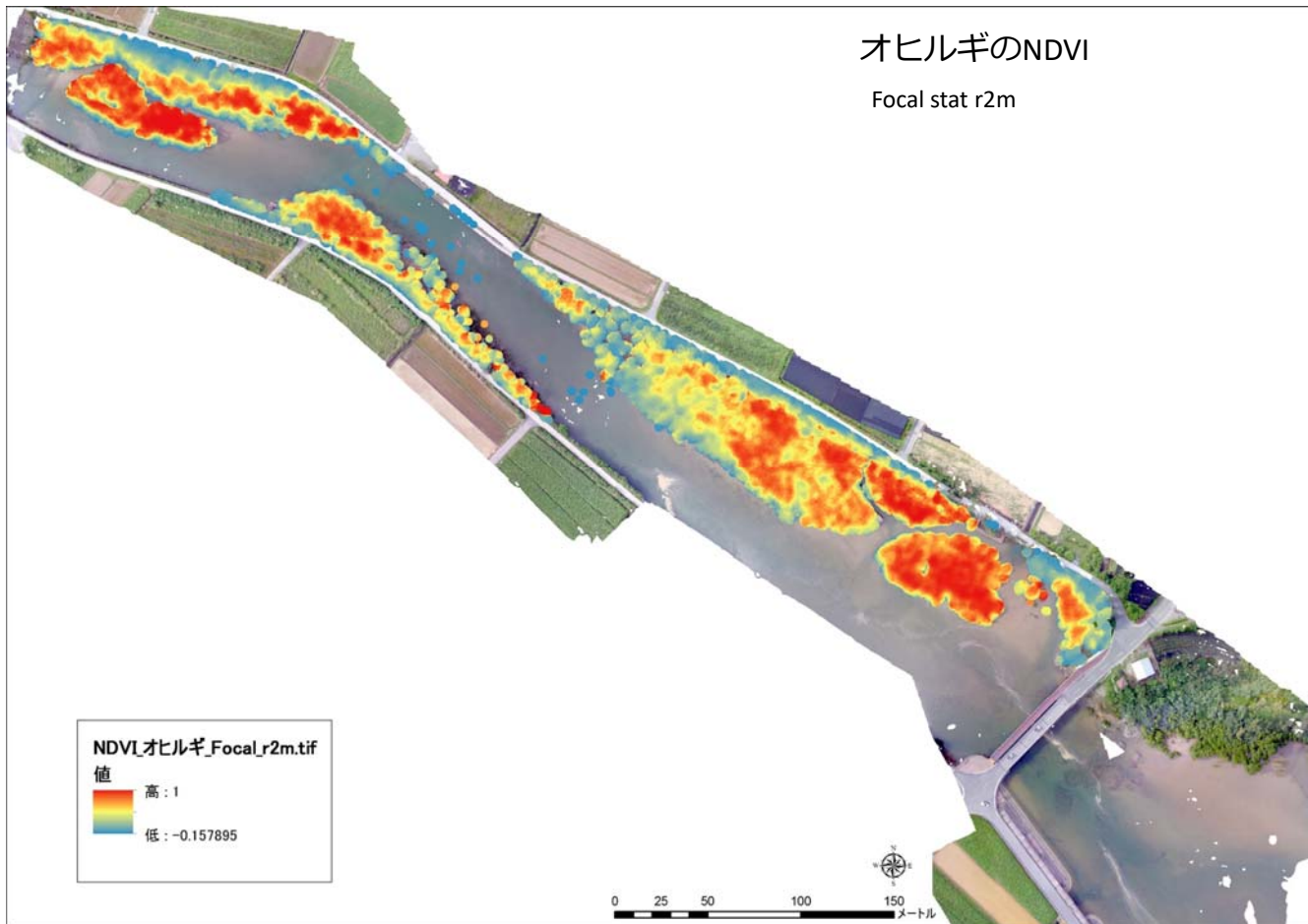


億首川_20160916NDVI_re20160803_clipオヒルギ.tif
値
高: 1
低: -0.157895



オヒルギのNDVI

Focal stat r2m



オルソ画像

2016/8/1 撮影高度70m

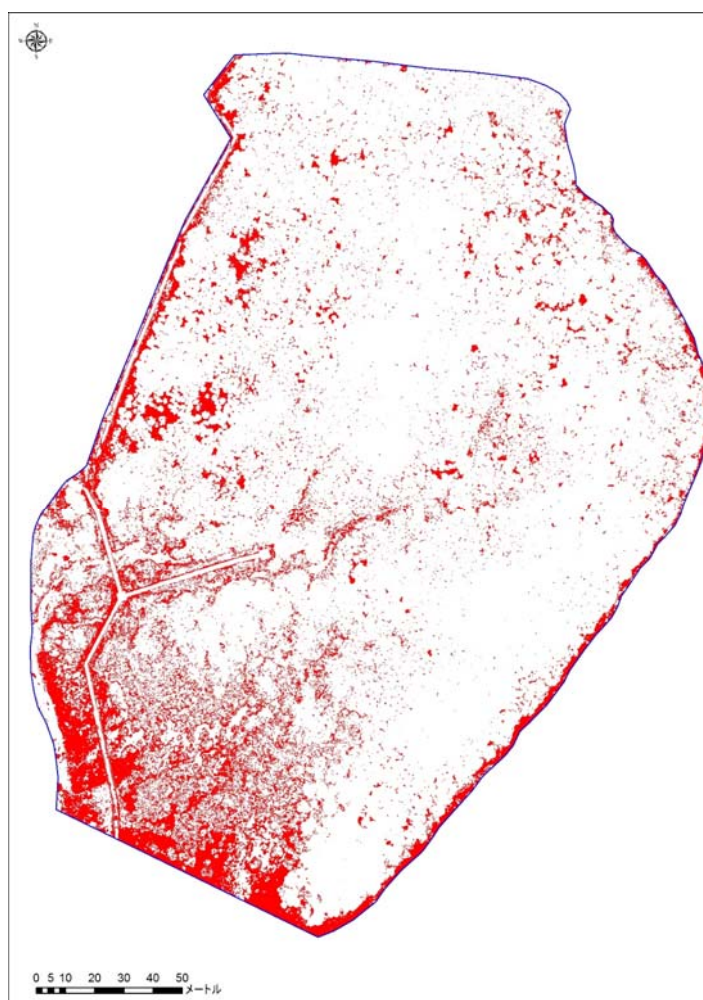
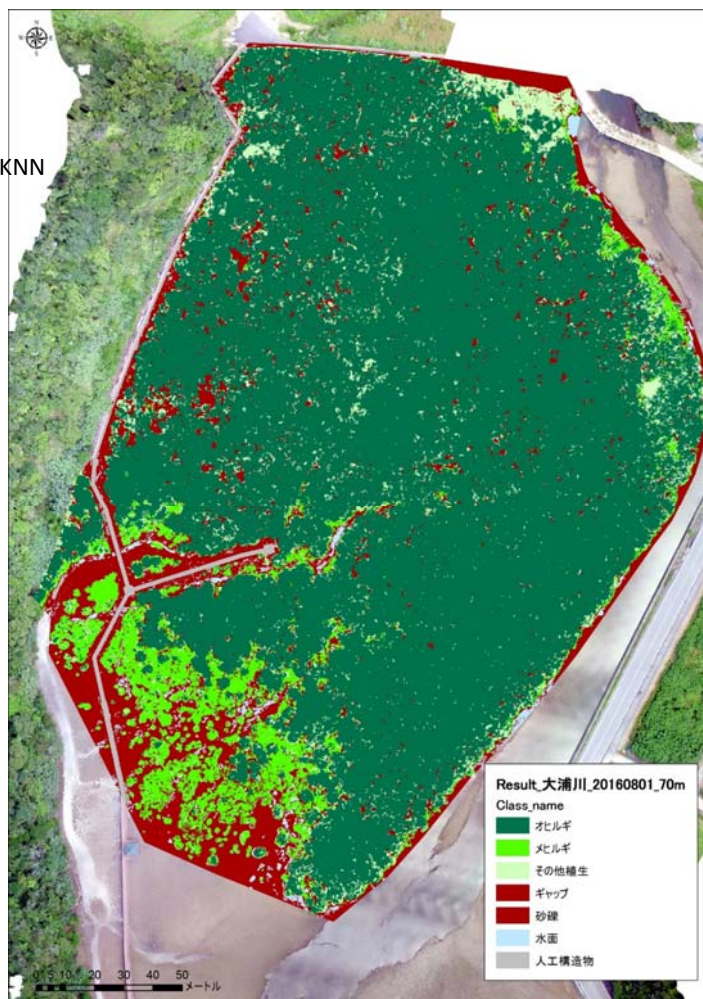


画像分類

オブジェクト分類

教師付

original multiresolution, KNN



NIR画像

2016/9/17 撮影高度70m
NIR 680~800nm

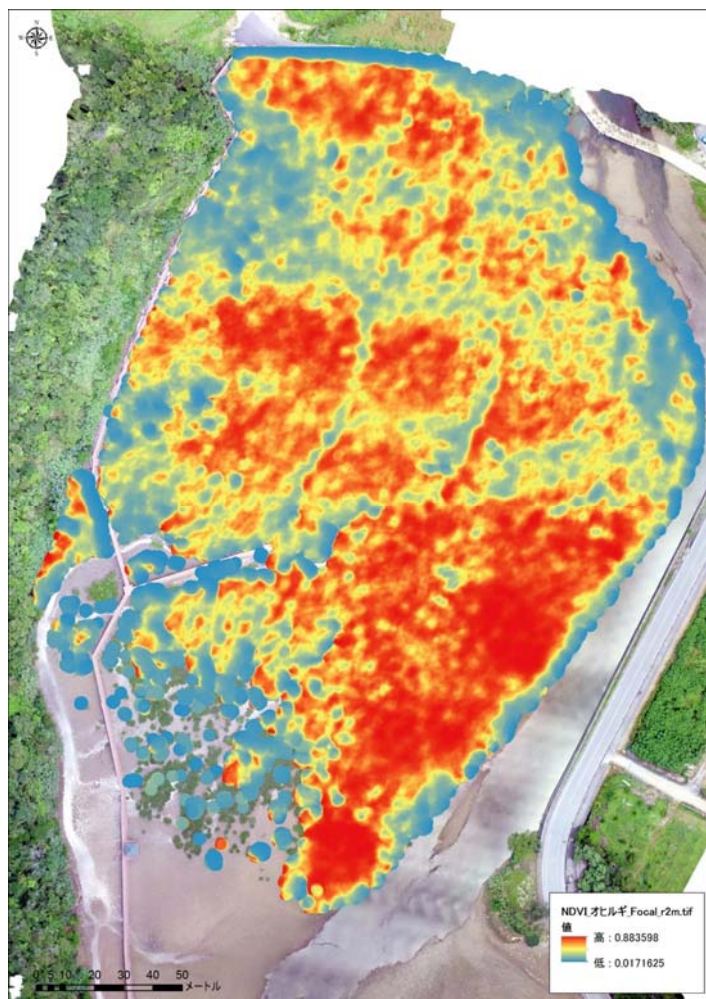


オヒルギのNDVI

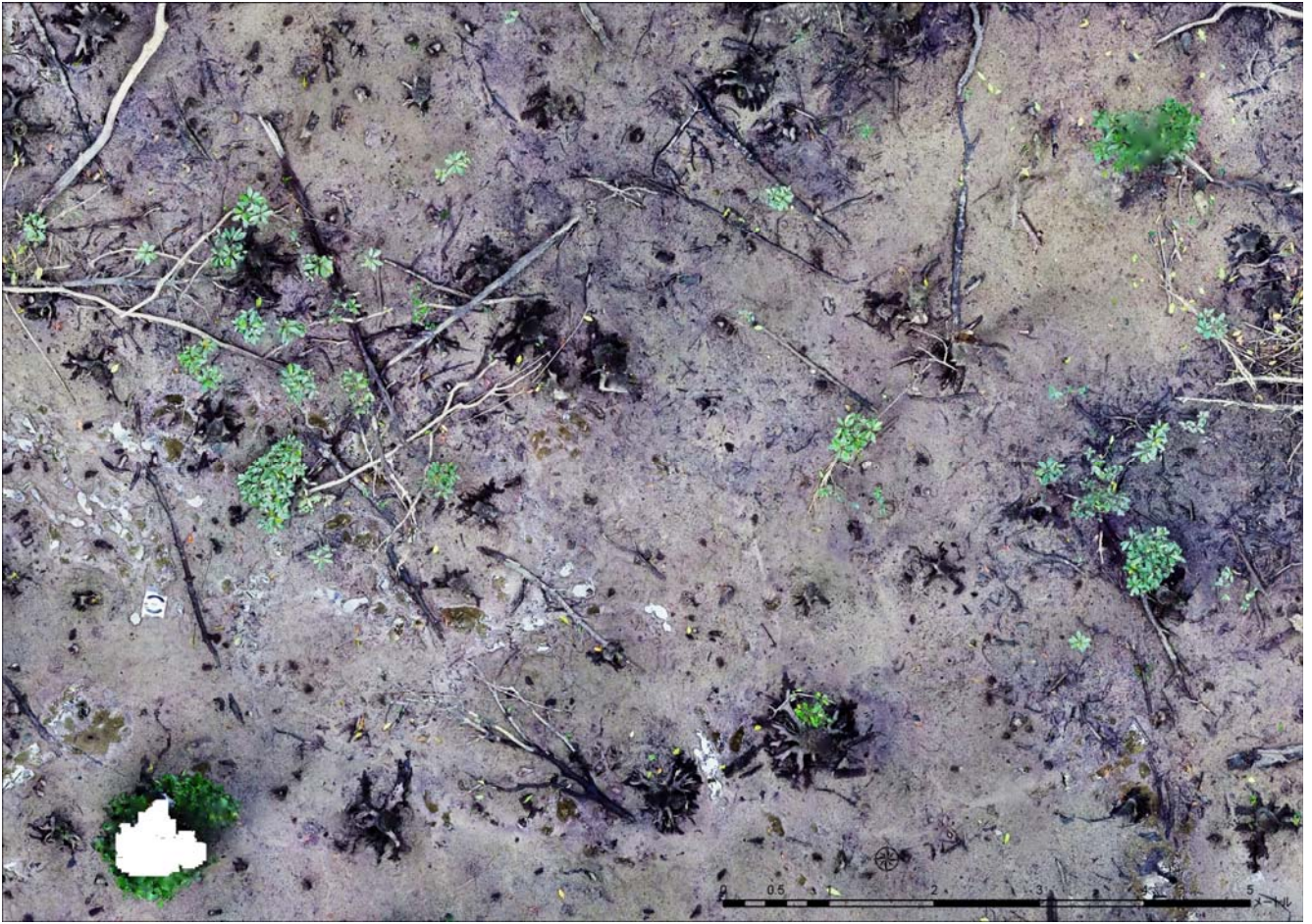


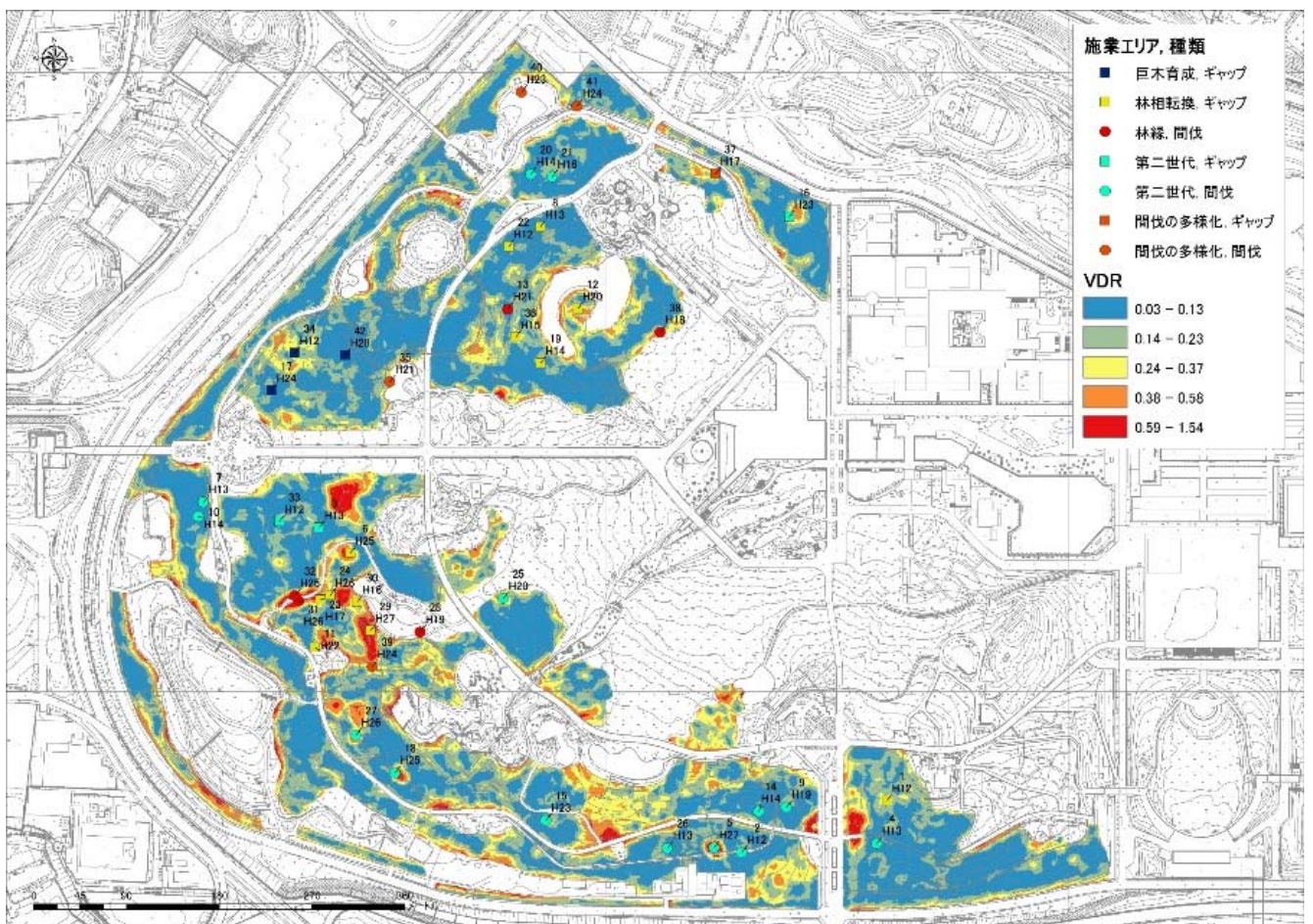
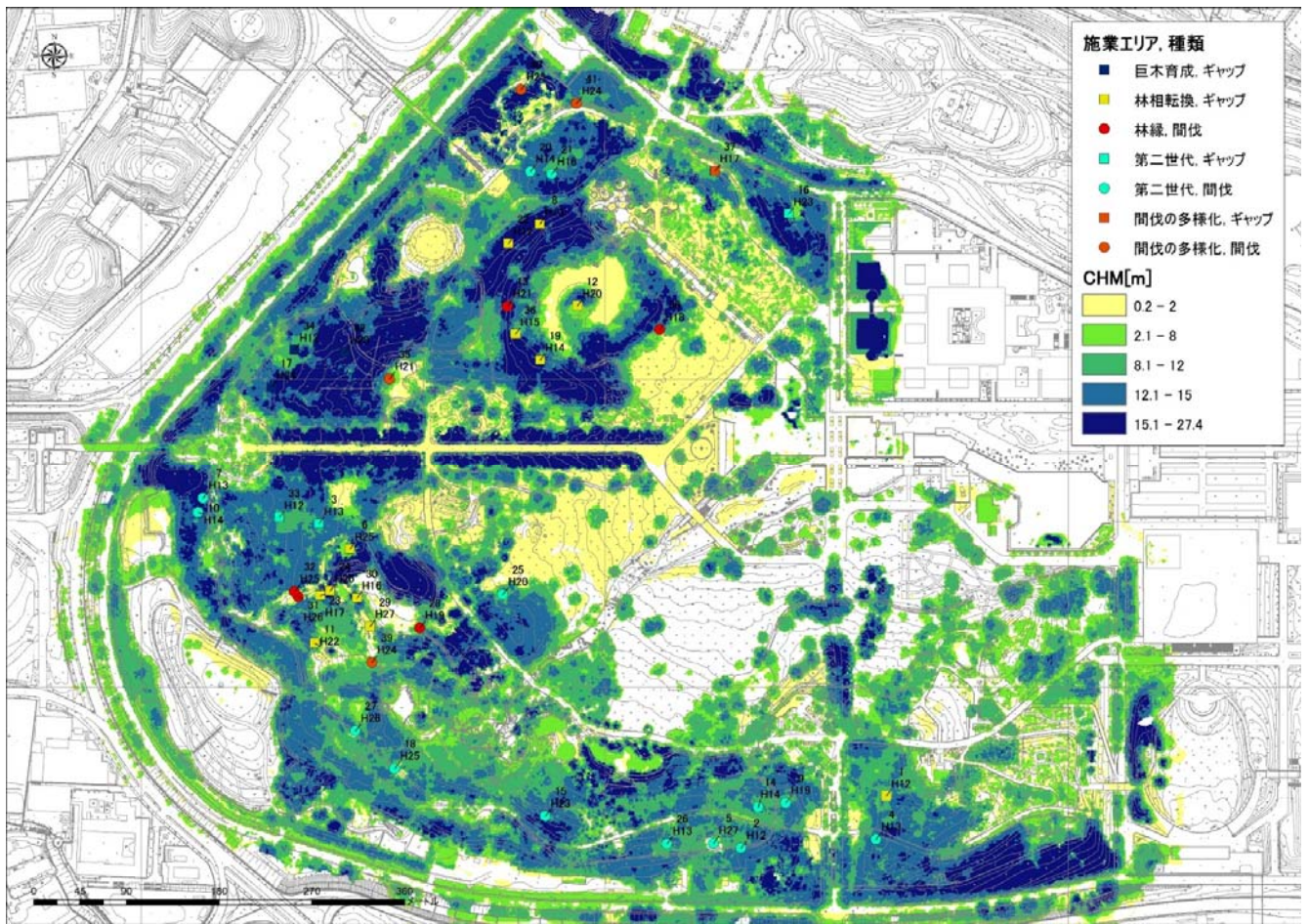
オヒルギのNDVI

Focal stat r2m

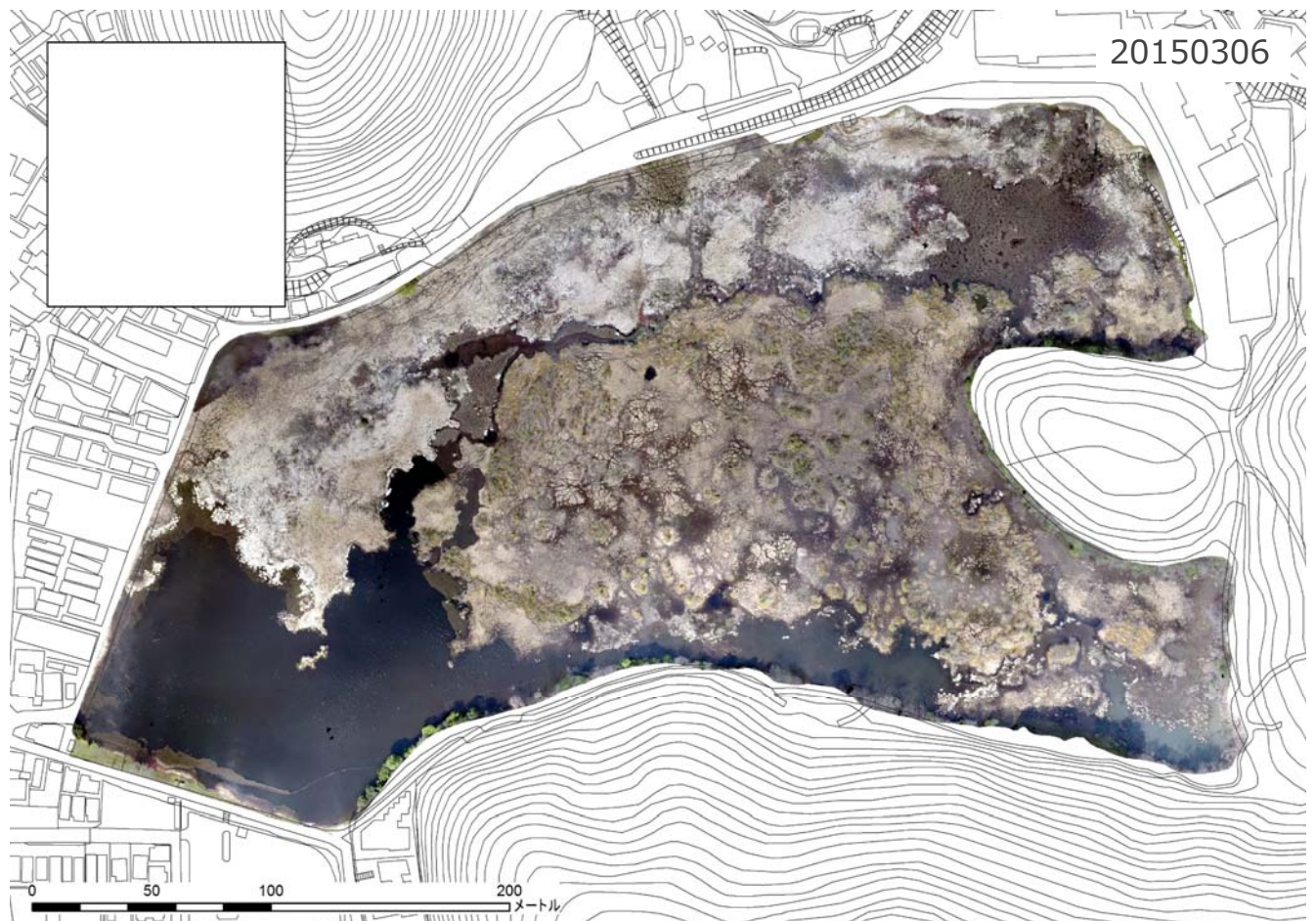


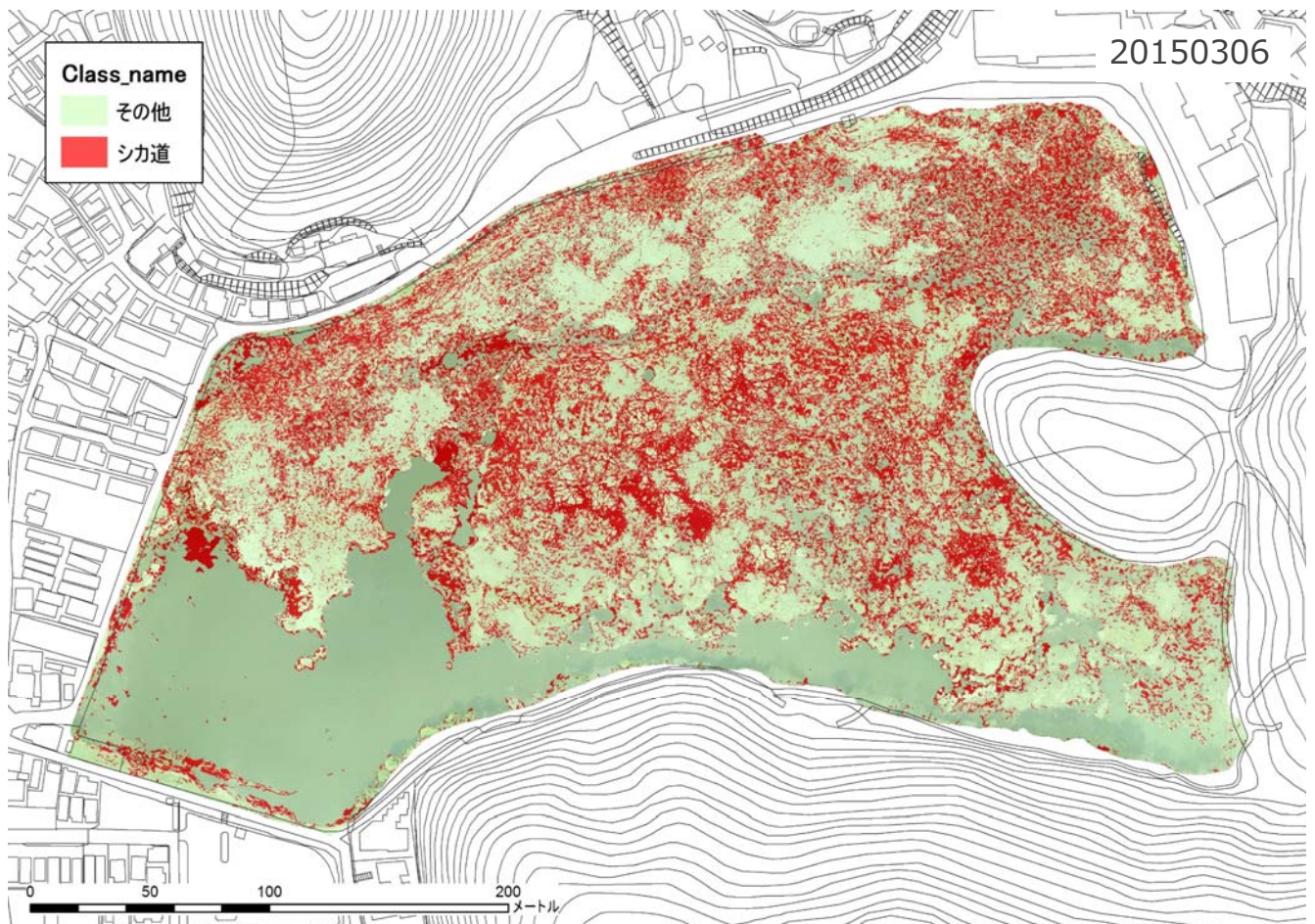
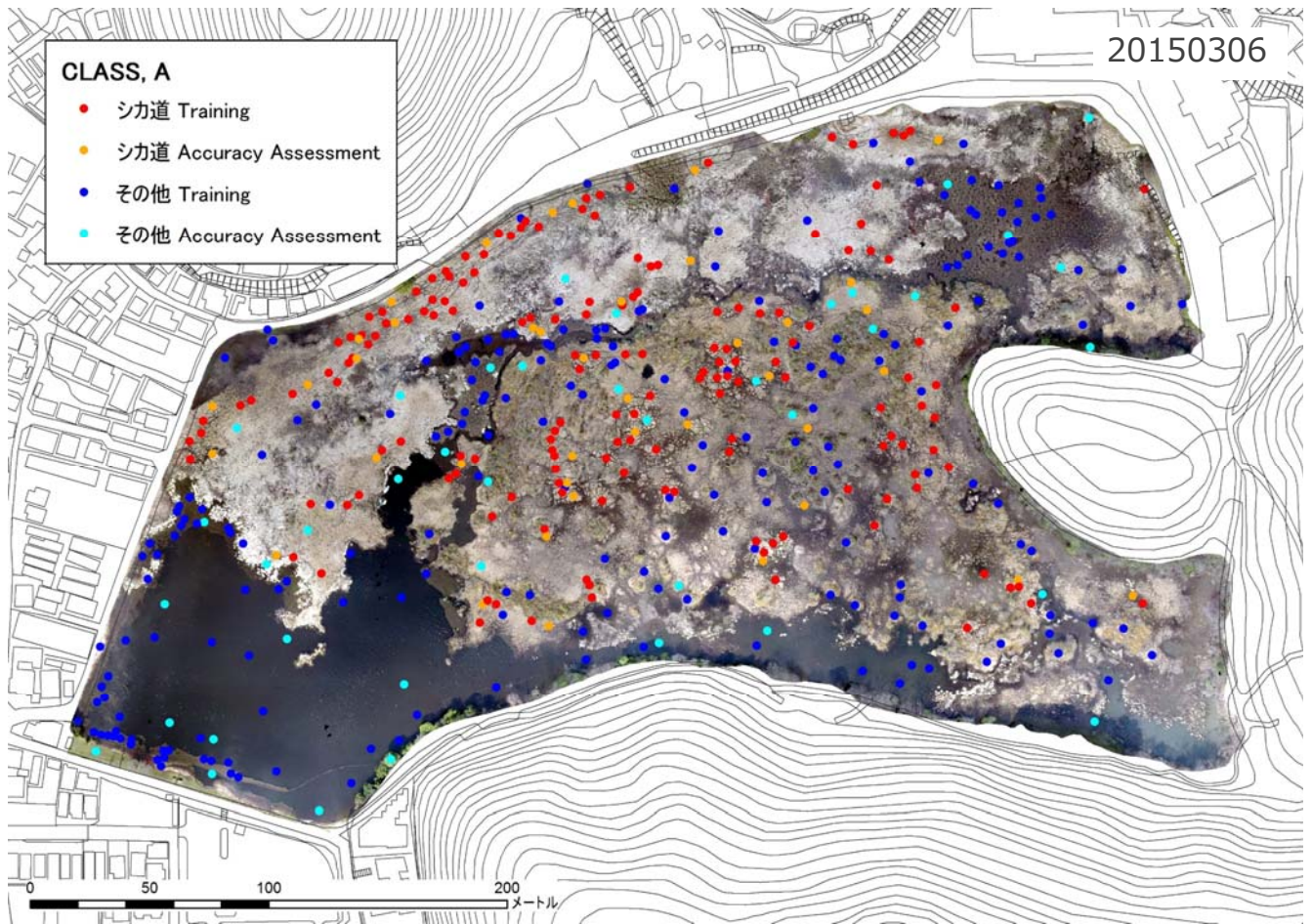


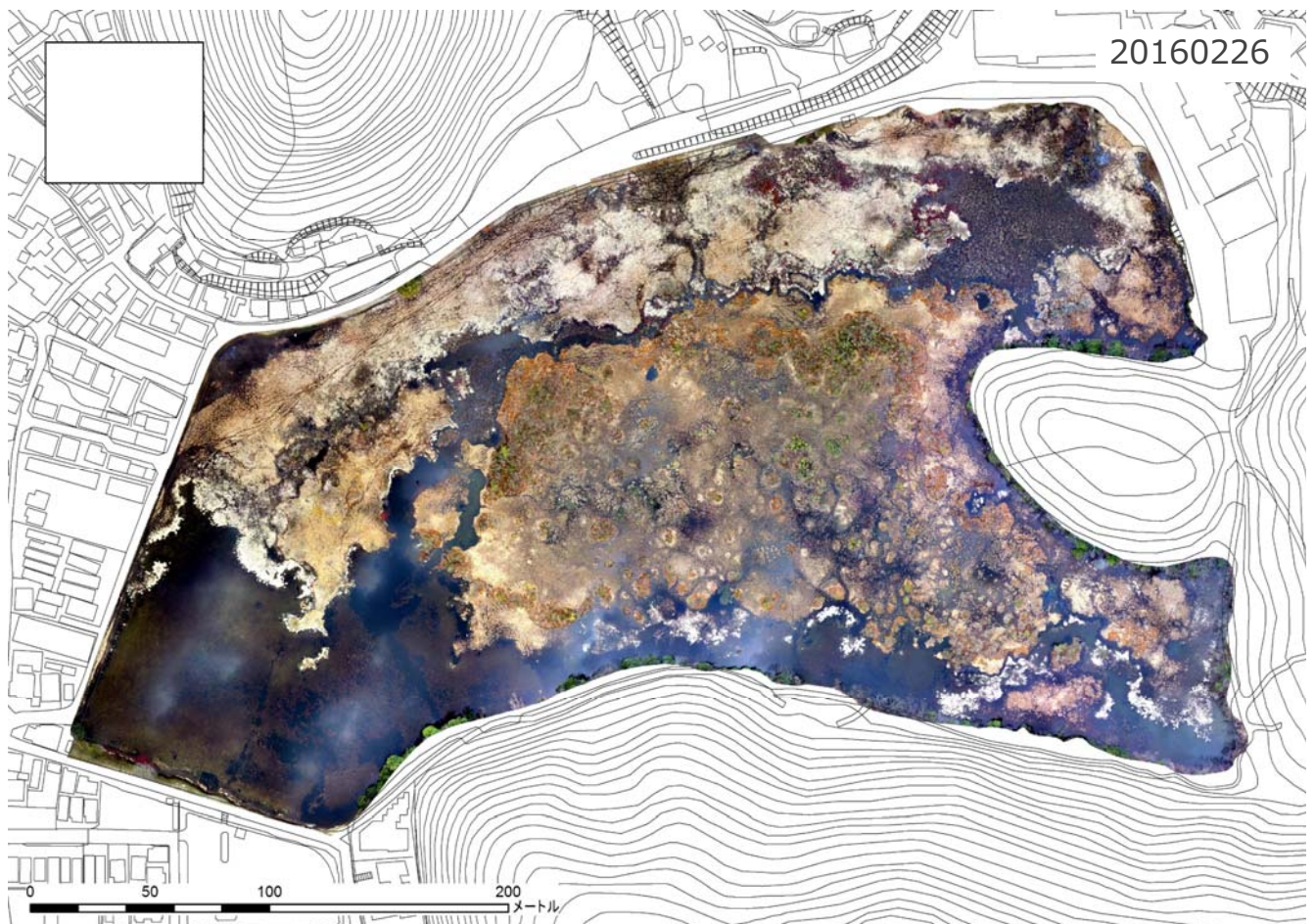
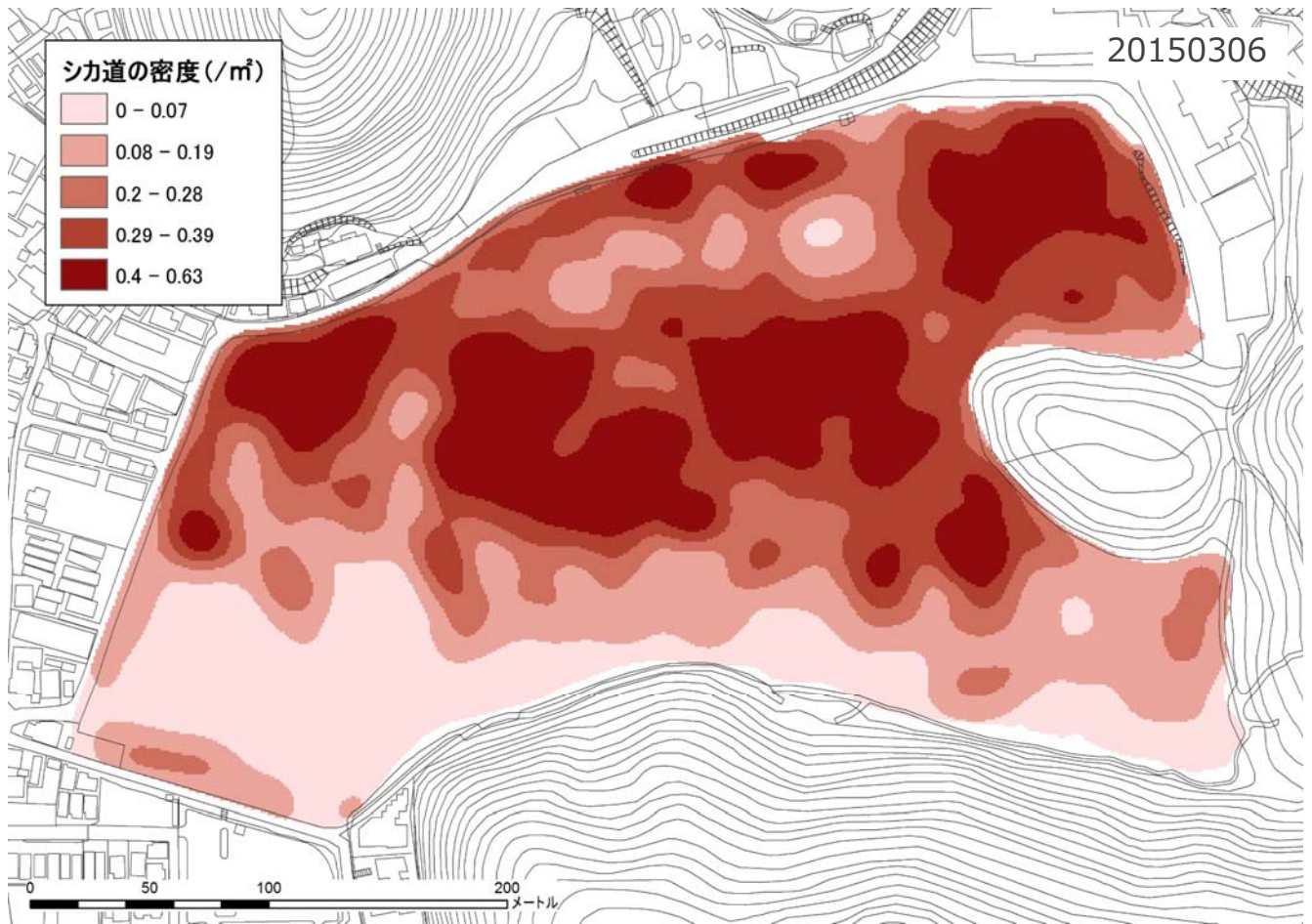


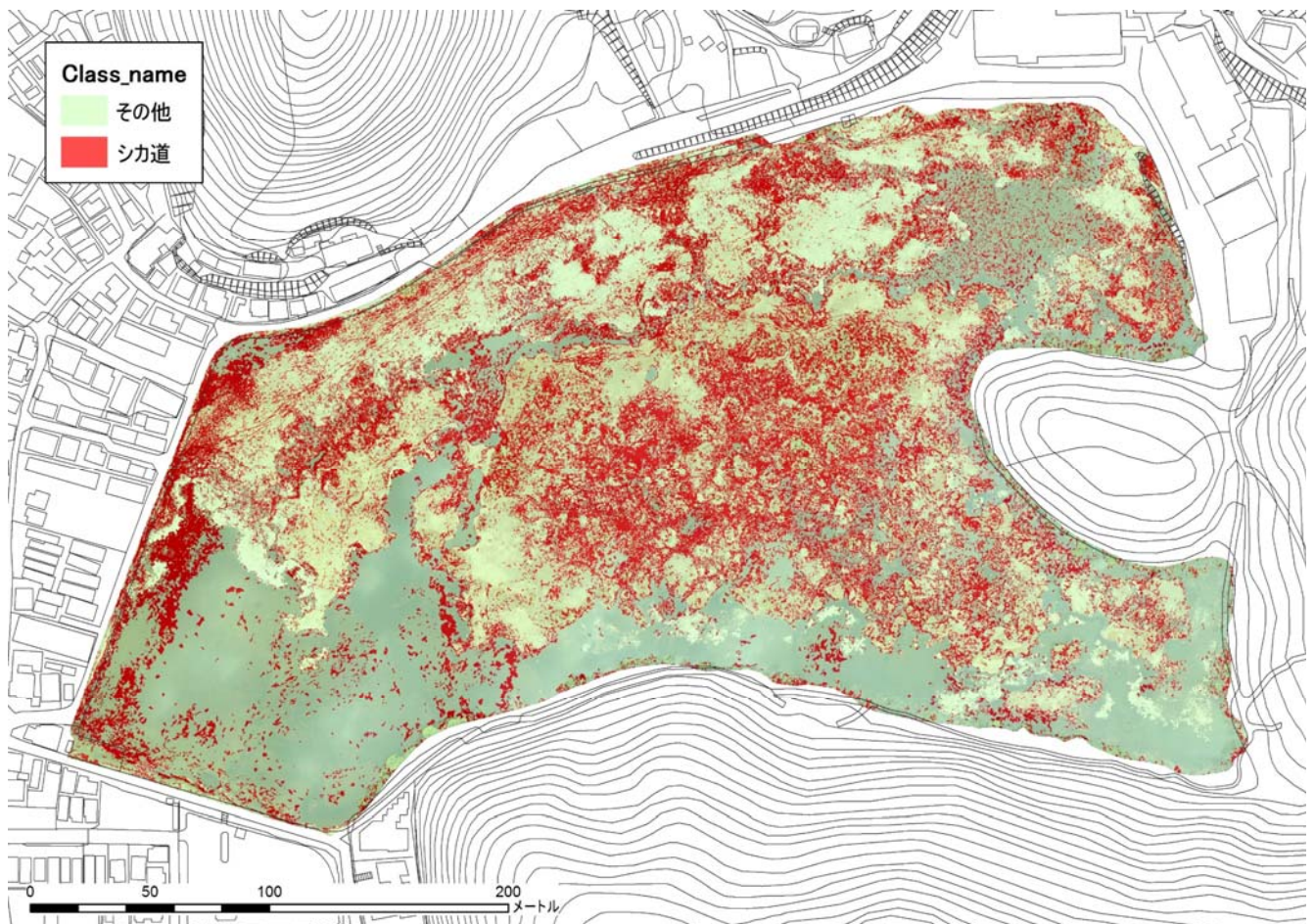
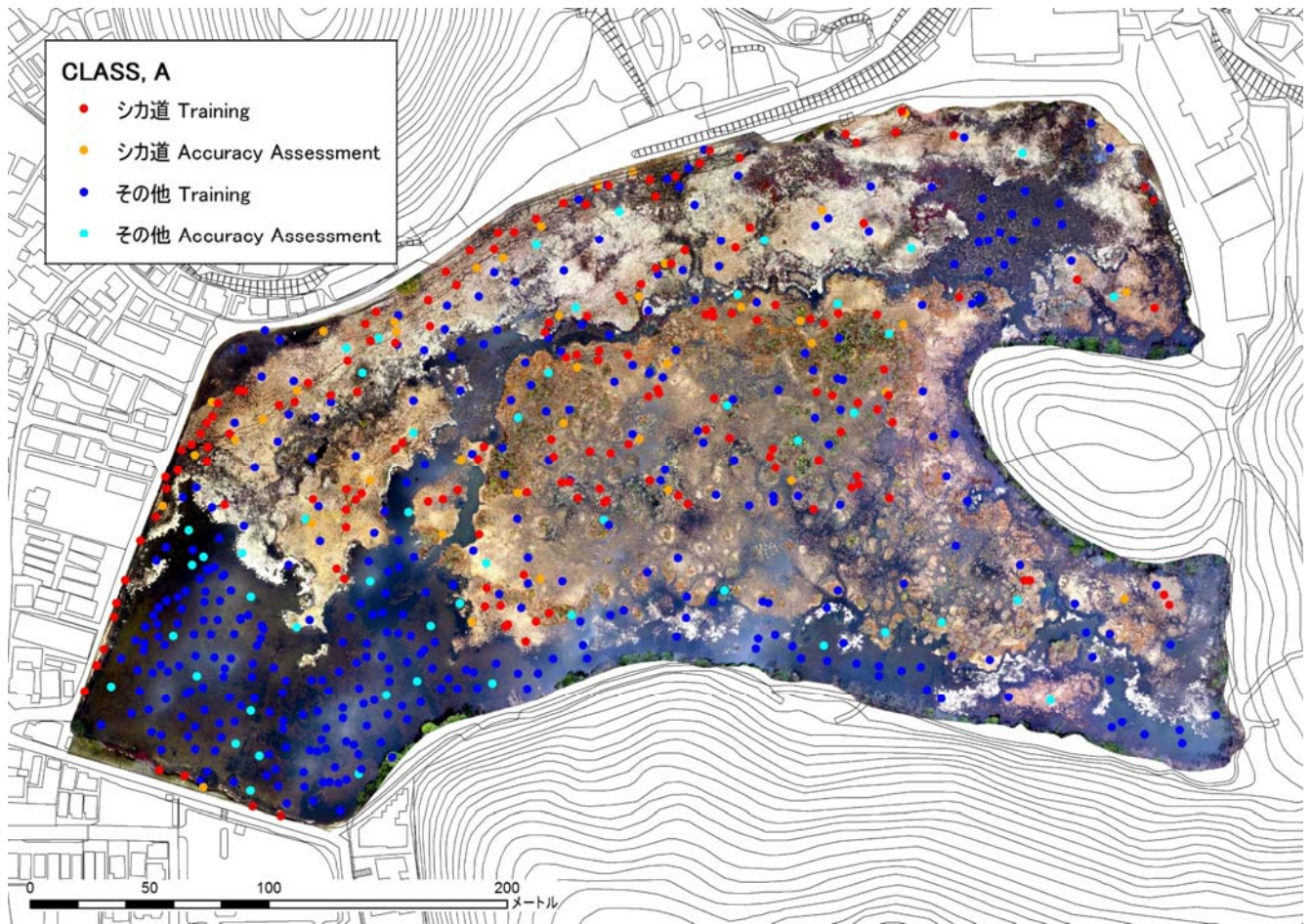


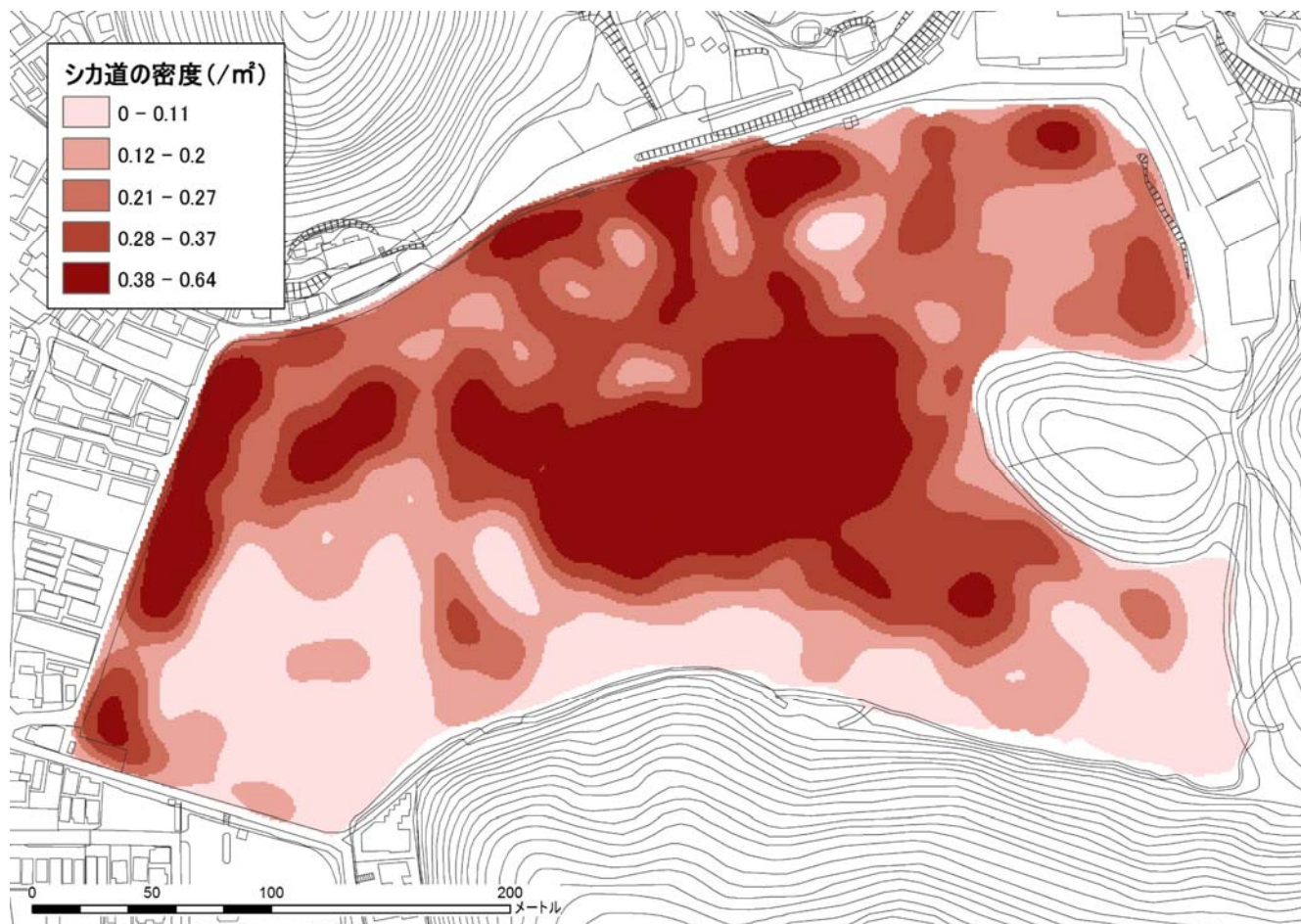
シカの影響











	2015年3月6日		2016年2月26日	
	シカ道	その他	シカ道	その他
No. of objects	60,389	149,967	89,675	204,525
Area (m ²)	24,454	69,856	24,398	69,919
No. of training samples	160	210	160	350
No. of accuracy assessment samples	40	40	40	50
User's accuracy	93.8%	79.2%	74.4%	83.0%
Producer's accuracy	75.0%	95.0%	80.0%	78.0%
Overall accuracy	85.0%		78.9%	

