

河口干潟の空撮画像を用いた ハゼ科魚類の分布予測

○山本 一輝¹⁾・大中 臨²⁾・小山 彰彦³⁾・伊豫岡 宏樹⁴⁾・赤松 良久²⁾・乾 隆帝⁵⁾

1) (一財)九州環境管理協会

2) 山口大学大学院創成科学研究科

3) 九州大学大学院農学研究院

4) 九州産業大学建築都市工学部

5) 福岡工業大学社会環境学部

河川汽水域は生態系の保全・管理が必要

- ・ 人為的開発の影響を受けやすい
 - 埋立, 浚渫などハビタットの直接的消失
 - 河口堰等による土砂供給の変化等の間接的影響
- ・ 気候変動の影響も考慮する必要がある
 - 海面上昇による感潮区間の変化
 - 災害の激甚化に伴う河川整備

汽水域の保全・管理方法を構築・体系化することは緊急の課題

汽水域の潮間帯の保全・管理を実現するためには

生物の分布情報

生態学的知見

必要不可欠だが、現状ではまだ不十分な状態

- ①大潮前後の干潮時前後しか調査出来ないこと
- ②泥干潟のように歩行が困難な環境も多いこと
- ③調査者の能力によって結果に大きな差があること

干潟に生息するハゼ科魚類

干潟の環境，特に底質環境の多様性の指標として
有効であること

現在では絶滅危惧種となっている

・ 本研究で検討する内容

汽水域の潮間帯において、

短時間で、

誰にでも調査可能で、

限られた時間（大潮前後）で、
調査者依存にならず、
干潟全面のハゼ科魚類の分布データを
取得可能に！

分布予測の手法構築

- 汽水域の干潮帯における先行研究

- UAV × 干潟

→ UAV航空写真を用いた写真測量（伊豫岡ら，2024）

- UAV × 干潟 × 画像解析

**UAV × 干潟 × 画像解析 × ハゼ科魚類
の例はない**

→ UAV航空写真から作成した地盤高からカブトガニの分布を予測（Koyamaら，2020）

- 画像解析 × 干潟 × ハゼ科魚類

→ 干潟の現地調査でおよそ胸の高さからデジタルカメラで撮影した画像によりハゼ科魚類3種の分布を予測（赤松ら，2020）

球磨川河口

熊本県八代市

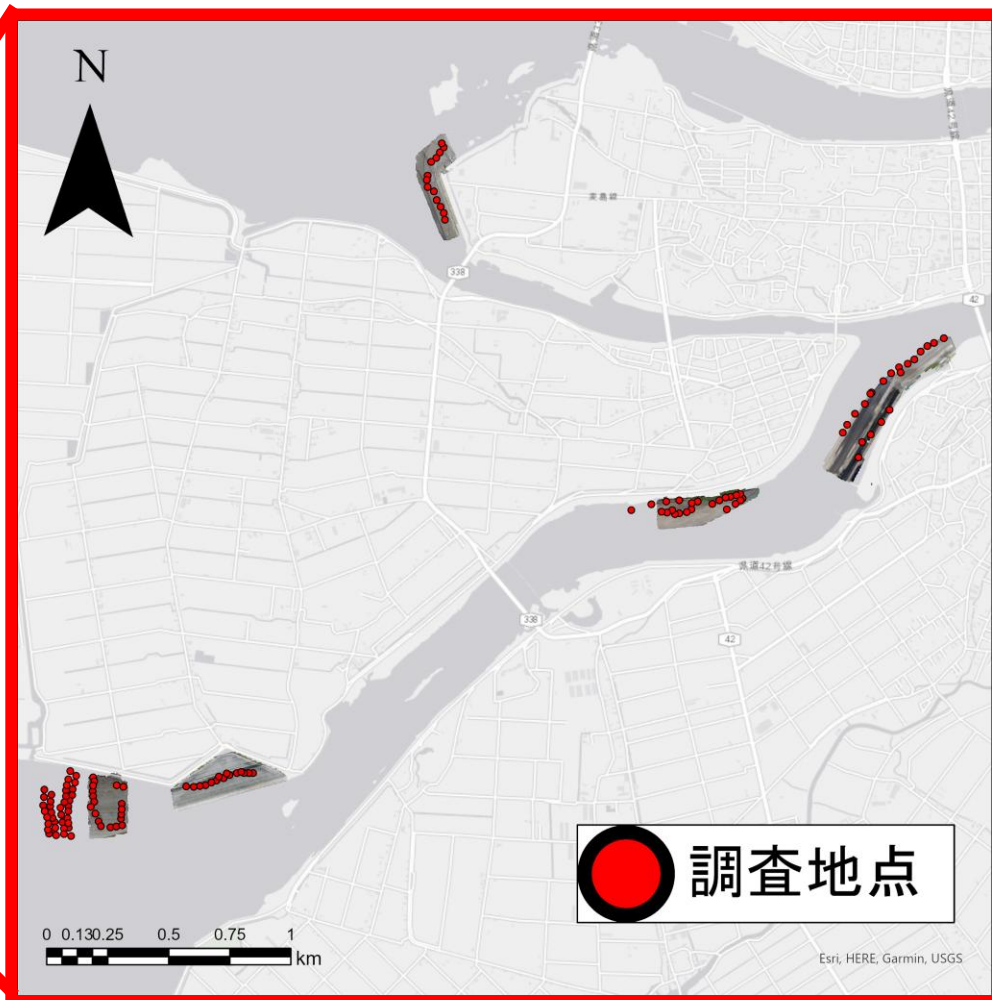
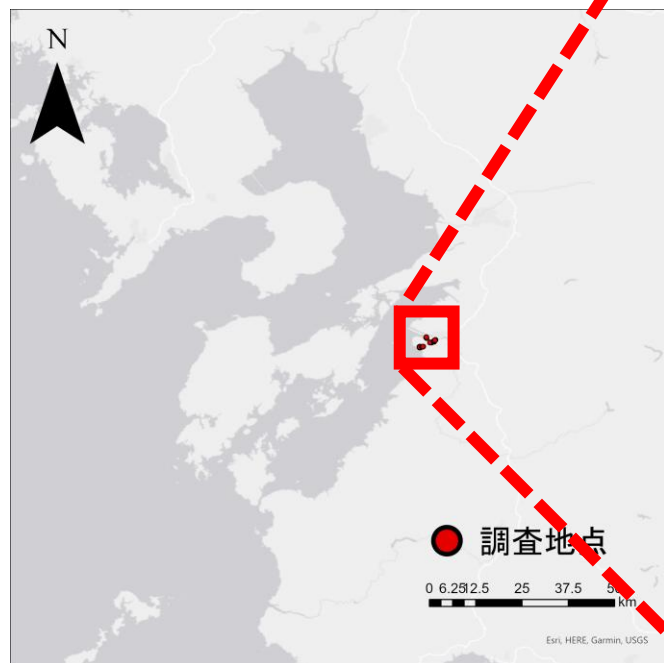
幹川流路延長: 115km

流域面積: 1,880km²

2021年10月4日～2023年8月30日

調査回数: 計6回 空撮: 計4エリア

採集調査: 計133地点



調査場所および調査日時

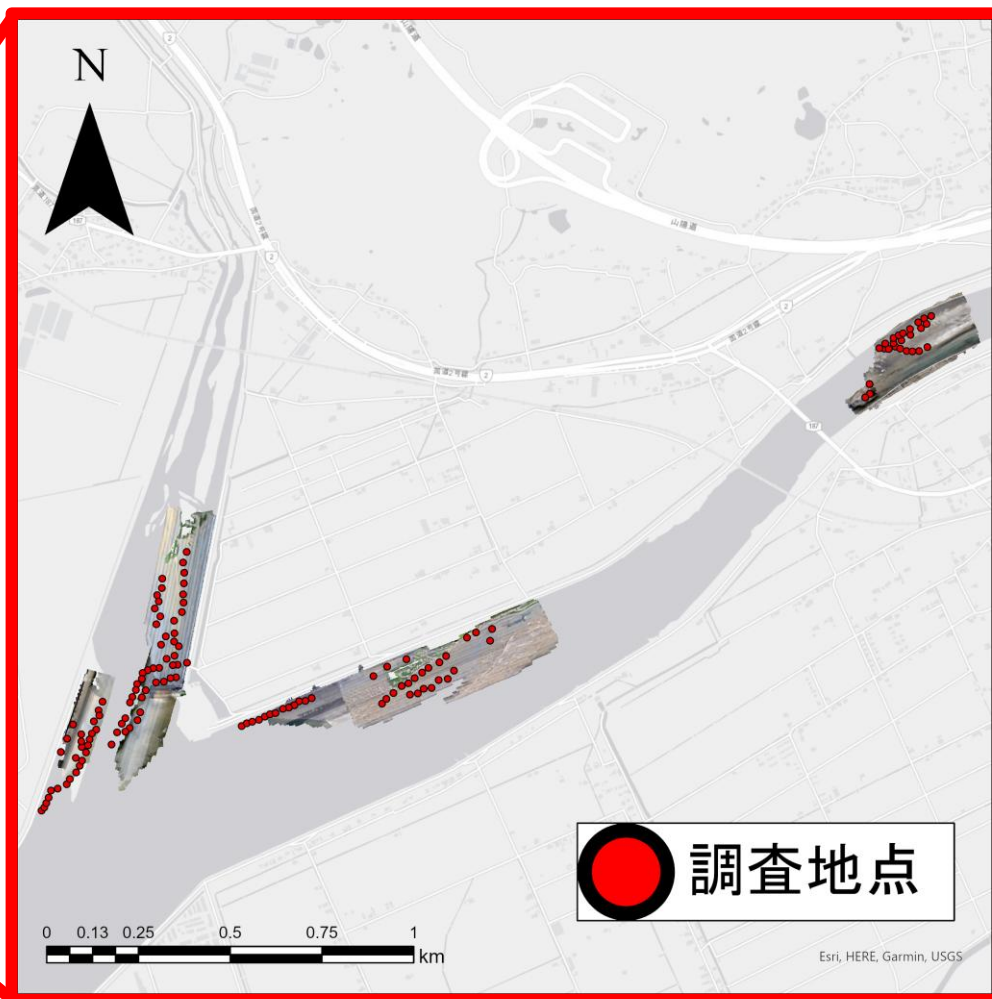
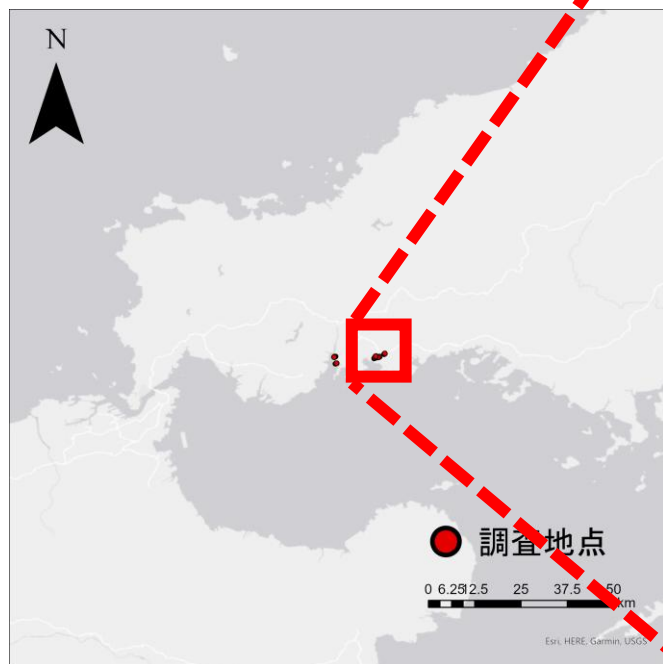
佐波川河口

山口県防府市

幹川流路延長: 56km

流域面積: 460km²

2021年3月29日～2023年8月18日
調査回数: 計13回 空撮: 計6エリア
採集調査: 計211地点



調査場所および調査日時

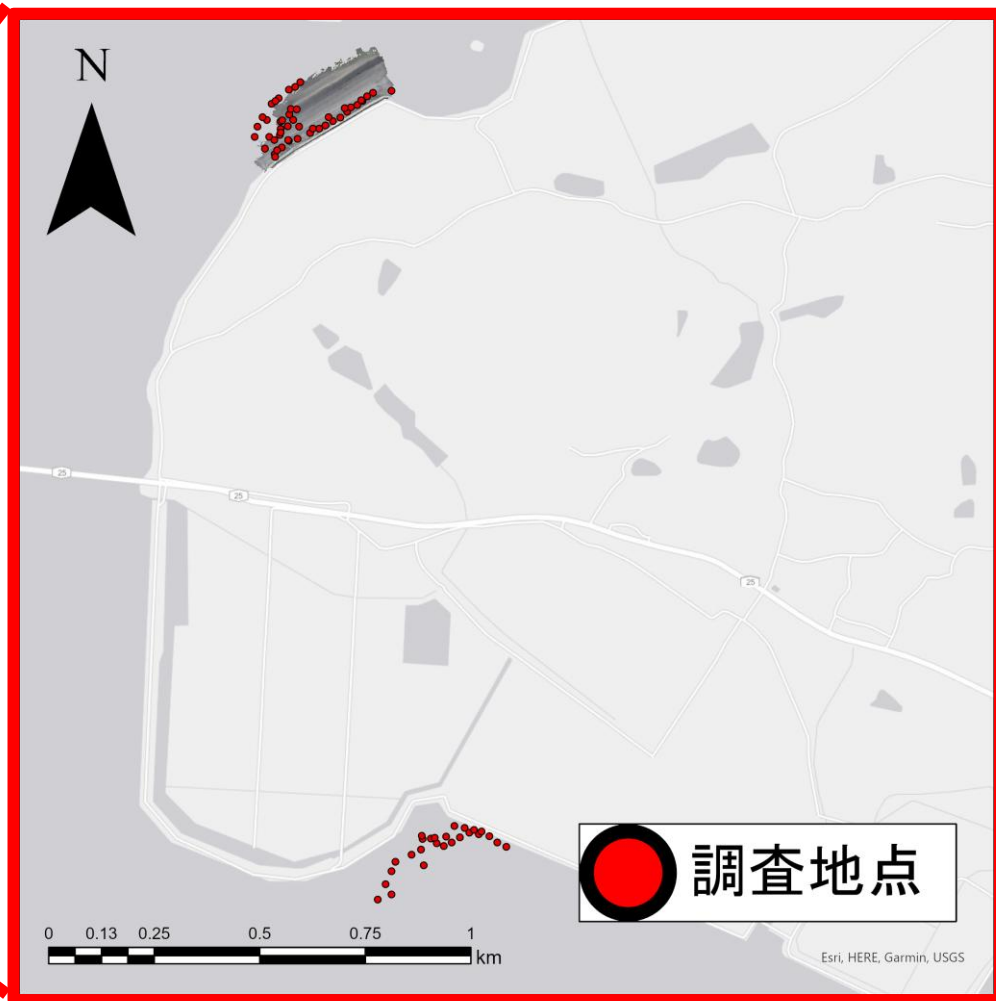
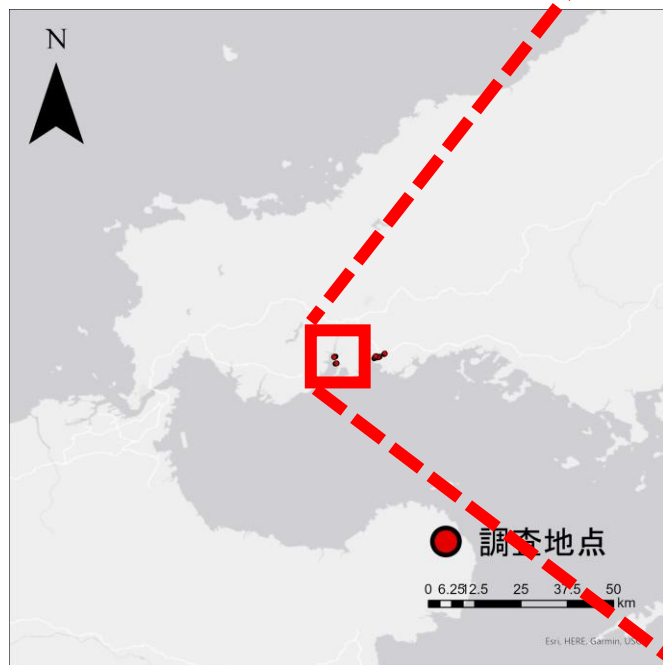
榎野川河口

山口県山口市

幹川流路延長: 30.3km

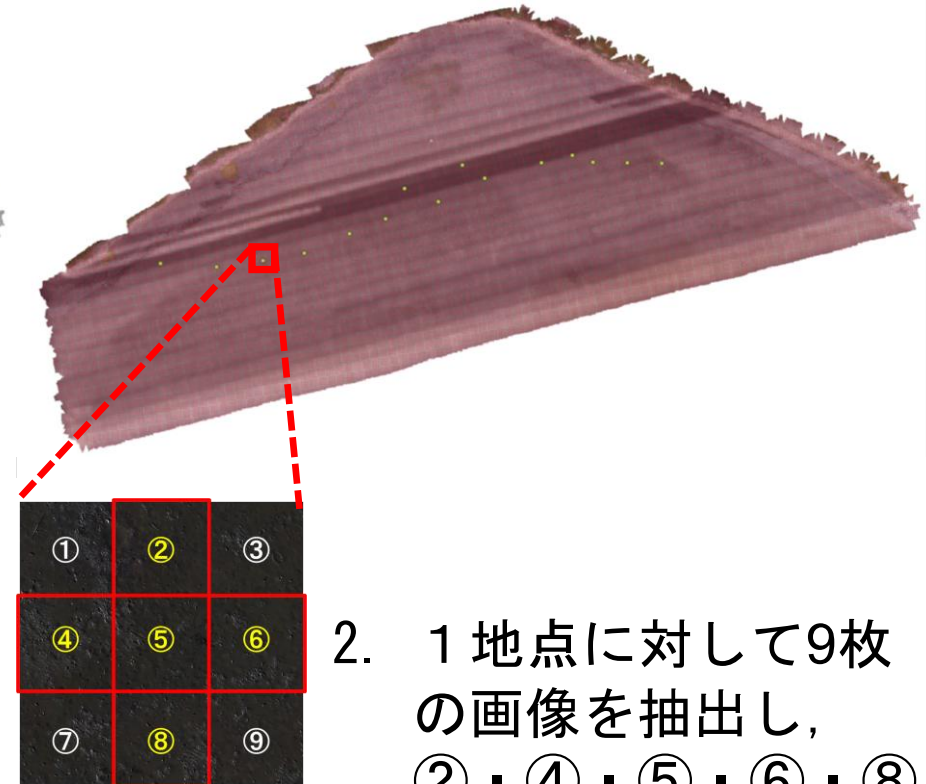
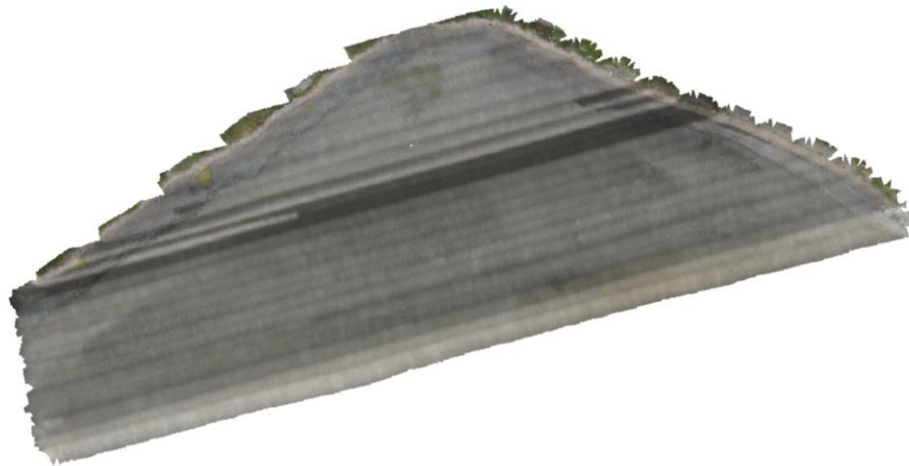
流域面積: 322.4km²

2021年3月29日～2023年8月18日
調査回数: 計13回 空撮: 計6エリア
採集調査: 計211地点



空撮および画像処理

空撮および画像処理



1. 高解像度カメラを搭載可能な UAV（DJI inspire2や MATRICE200など）を用いて低空（10-15 m）で干潟表面の空撮

2. 1 地点に対して9枚の画像を抽出し、 $\textcircled{2} \cdot \textcircled{4} \cdot \textcircled{5} \cdot \textcircled{6} \cdot \textcircled{8}$ の画像を使用

ハゼ科魚類の採集

採集調査



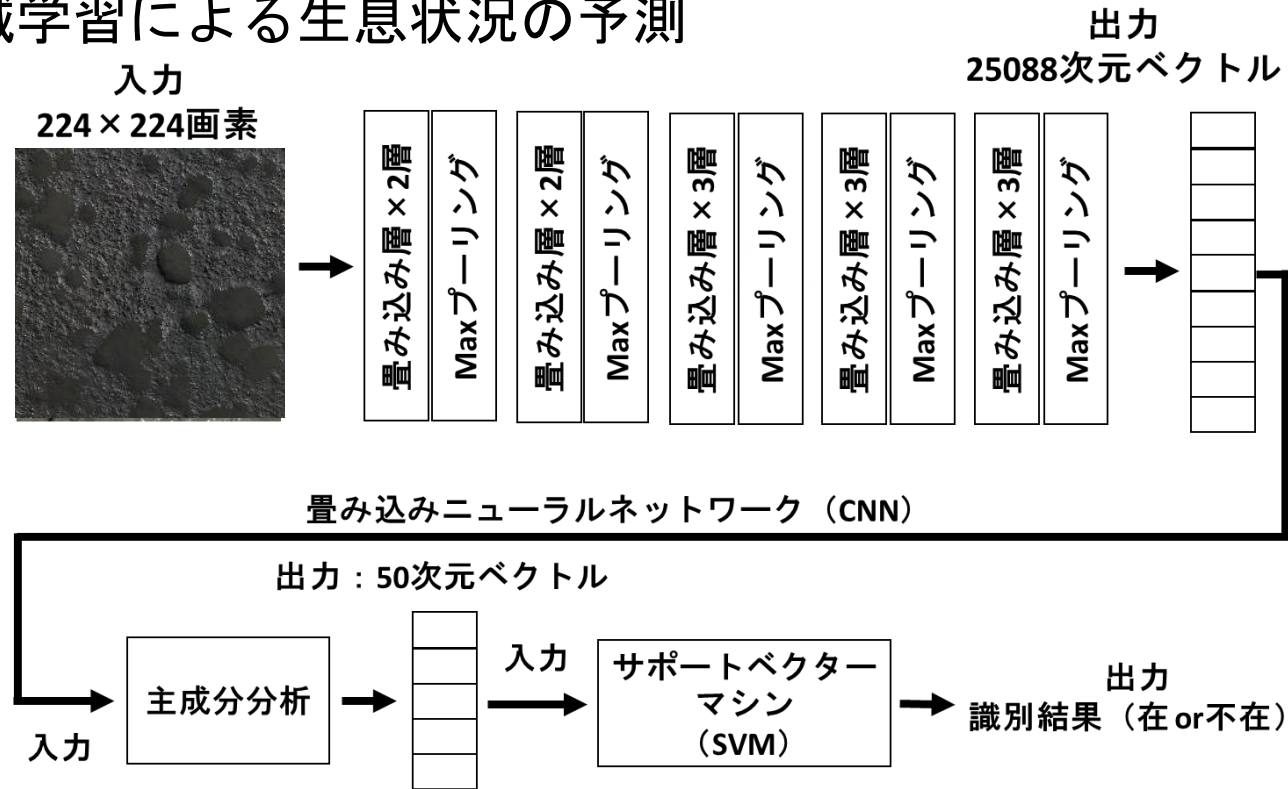
- ・ 50 × 100 cmのコドラートを設定

- ・ 深さ約40 cm程度の穴を掘り、コドラート内部の水をたも網で掬い採集

解析方法

解析方法

- 機械学習による生息状況の予測



画像スケール		予測(枚数)		合計
		在	不在	
実測 (枚数)	在	A	B	A+B
	不在	C	D	C+D
合計		A+C	B+D	A+B+C+D

予測精度（識別率）の指標算出方法

$$(A + D) \div (A + B + C + D) = \text{識別率}$$

解析対象種

・ 空撮画像を用いたAI画像解析による分布予測

解析対象種 両エリアともに10地点以上出現し、かつ解析に必要な

各種の解析用表層画像枚数

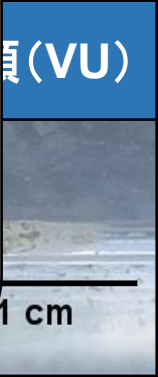
和名	
学名	Gym
砂干	
無脊椎動物	
和名	
学名	
砂干	
無脊椎動物	

	球磨川				佐波川および樫野川			
	1枚		5枚		1枚		5枚	
	在	不在	在	不在	在	不在	在	不在
エドハゼ	26	57	130	285	20	110	100	551
チワラスボ	14	69	70	345	14	116	72	581
ヒモハゼ	19	64	95	320	20	110	100	551
マサゴハゼ	22	61	110	306	19	111	96	556

類(EN)



類(VU)



1 cm

- ① UAV空撮画像でハゼ科魚類の分布を予測できるのか？
- ② 画像枚数は解析精度に影響するのか？
- ③ 画像サイズは解析精度に影響するのか？
- ④ 解像度の違いが解析精度に影響するのか？

①UAV空撮画像でハゼ科魚類の分布を予測できるのか？

②画像枚数は解析精度に影響するのか？

③画像サイズは解析精度に影響するのか？

④解像度の違いが解析精度に影響するのか？

結果

エドハゼ



0.900以上	36パターン
0.800以上0.900未満	22パターン
0.700以上0.800未満	2パターン
0.700以下	0パターン

全パターンの識別率

球磨川 1枚

5mm	0.853	0.910	0.897	0.904	0.910
10mm	0.840	0.872	0.929	0.936	0.929
20mm	0.788	0.923	0.872	0.949	0.917
	0.5m	1m	2m	4m	8m

佐波川および樫野川 1枚

5mm	0.892	0.877	0.900	0.817	0.900
10mm	0.792	0.877	0.883	0.892	0.867
20mm	0.817	0.851	0.883	0.825	0.842
	0.5m	1m	2m	4m	8m

識別率

	0.700以下
	0.700以上 0.800未満
	0.800以上 0.900未満
	0.900以上

球磨川 5枚

5mm	0.945	0.954	0.961	0.964	0.933
10mm	0.936	0.926	0.961	0.959	0.963
20mm	0.891	0.917	0.937	0.956	0.951
	0.5m	1m	2m	4m	8m

佐波川および樫野川 5枚

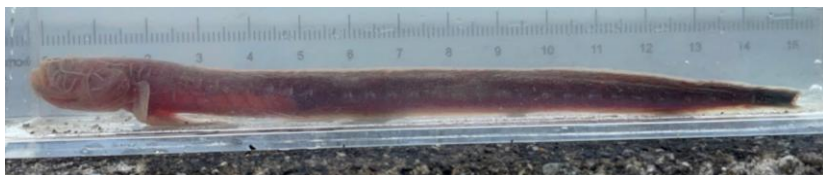
5mm	0.882	0.951	0.897	0.903	0.912
10mm	0.888	0.923	0.922	0.905	0.913
20mm	0.865	0.923	0.915	0.923	0.915
	0.5m	1m	2m	4m	8m

画像サイズ

解像度

結果

チワラスボ



0.900以上	8パターン
0.800以上0.900未満	26パターン
0.700以上0.800未満	23パターン
0.700以下	3パターン

全パターンの識別率

球磨川 1枚

5mm	0.571	0.821	0.833	0.774	0.762
10mm	0.655	0.845	0.750	0.857	0.786
20mm	0.655	0.762	0.786	0.869	0.726
	0.5m	1m	2m	4m	8m

佐波川および樫野川 1枚

5mm	0.750	0.714	0.762	0.786	0.744
10mm	0.750	0.702	0.738	0.798	0.808
20mm	0.762	0.750	0.774	0.726	0.744
	0.5m	1m	2m	4m	8m

識別率

	0.700以下
	0.700以上 0.800未満
	0.800以上 0.900未満
	0.900以上

球磨川 5枚

5mm	0.871	0.914	0.929	0.886	0.933
10mm	0.774	0.893	0.929	0.919	0.888
20mm	0.733	0.864	0.924	0.907	0.917
	0.5m	1m	2m	4m	8m

佐波川および樫野川 5枚

5mm	0.864	0.872	0.854	0.896	0.854
10mm	0.876	0.862	0.857	0.842	0.887
20mm	0.819	0.829	0.847	0.854	0.849
	0.5m	1m	2m	4m	8m

画像サイズ

解像度

結果

ヒモハゼ



0.900以上	2パターン
0.800以上0.900未満	28パターン
0.700以上0.800未満	21パターン
0.700以下	9パターン

全パターンの識別率

球磨川 1枚

5mm	0.719	0.798	0.877	0.772	0.807
10mm	0.702	0.825	0.833	0.842	0.737
20mm	0.719	0.816	0.842	0.851	0.798
	0.5m	1m	2m	4m	8m

佐波川および樫野川 1枚

5mm	0.642	0.652	0.667	0.750	0.717
10mm	0.625	0.667	0.708	0.633	0.642
20mm	0.600	0.803	0.717	0.733	0.658
	0.5m	1m	2m	4m	8m

識別率

	0.700以下
	0.700以上 0.800未満
	0.800以上 0.900未満
	0.900以上

球磨川 5枚

5mm	0.823	0.858	0.879	0.882	0.863
10mm	0.804	0.867	0.874	0.907	0.879
20mm	0.737	0.846	0.890	0.900	0.882
	0.5m	1m	2m	4m	8m

佐波川および樫野川 5枚

5mm	0.762	0.753	0.781	0.811	0.811
10mm	0.723	0.735	0.818	0.820	0.774
20mm	0.722	0.759	0.837	0.830	0.800
	0.5m	1m	2m	4m	8m

画像サイズ

解像度

結果

マサゴハゼ



0.900以上	1パターン
0.800以上0.900未満	16パターン
0.700以上0.800未満	32パターン
0.700以下	11パターン

全パターンの識別率

球磨川 1枚

5mm	0.674	0.689	0.705	0.932	0.735
10mm	0.712	0.758	0.773	0.773	0.758
20mm	0.689	0.682	0.727	0.742	0.697
	0.5m	1m	2m	4m	8m

佐波川および樫野川 1枚

5mm	0.707	0.705	0.632	0.702	0.787
10mm	0.658	0.679	0.728	0.649	0.731
20mm	0.623	0.705	0.728	0.742	0.731
	0.5m	1m	2m	4m	8m

識別率

	0.700以下
	0.700以上 0.800未満
	0.800以上 0.900未満
	0.900以上

球磨川 5枚

5mm	0.761	0.800	0.815	0.779	0.813
10mm	0.756	0.780	0.821	0.783	0.809
20mm	0.756	0.733	0.811	0.779	0.809
	0.5m	1m	2m	4m	8m

佐波川および樫野川 5枚

5mm	0.767	0.821	0.844	0.830	0.824
10mm	0.730	0.777	0.825	0.793	0.804
20mm	0.696	0.795	0.809	0.804	0.804
	0.5m	1m	2m	4m	8m

画像サイズ

解像度

①UAV空撮画像でハゼ科魚類の分布を予測できるのか？

	識別率 0.700以上
エドハゼ	60パターン (100%)
チワラスボ	57パターン (95%)
ヒモハゼ	51パターン (85%)
マサゴハゼ	49パターン (82%)

全種高精度で解析することができ、
予測可能と示された

①UAV空撮画像でハゼ科魚類の分布を予測できるのか？

②画像枚数は解析精度に影響するの
か？

③画像サイズは解析精度に影響するの
か？

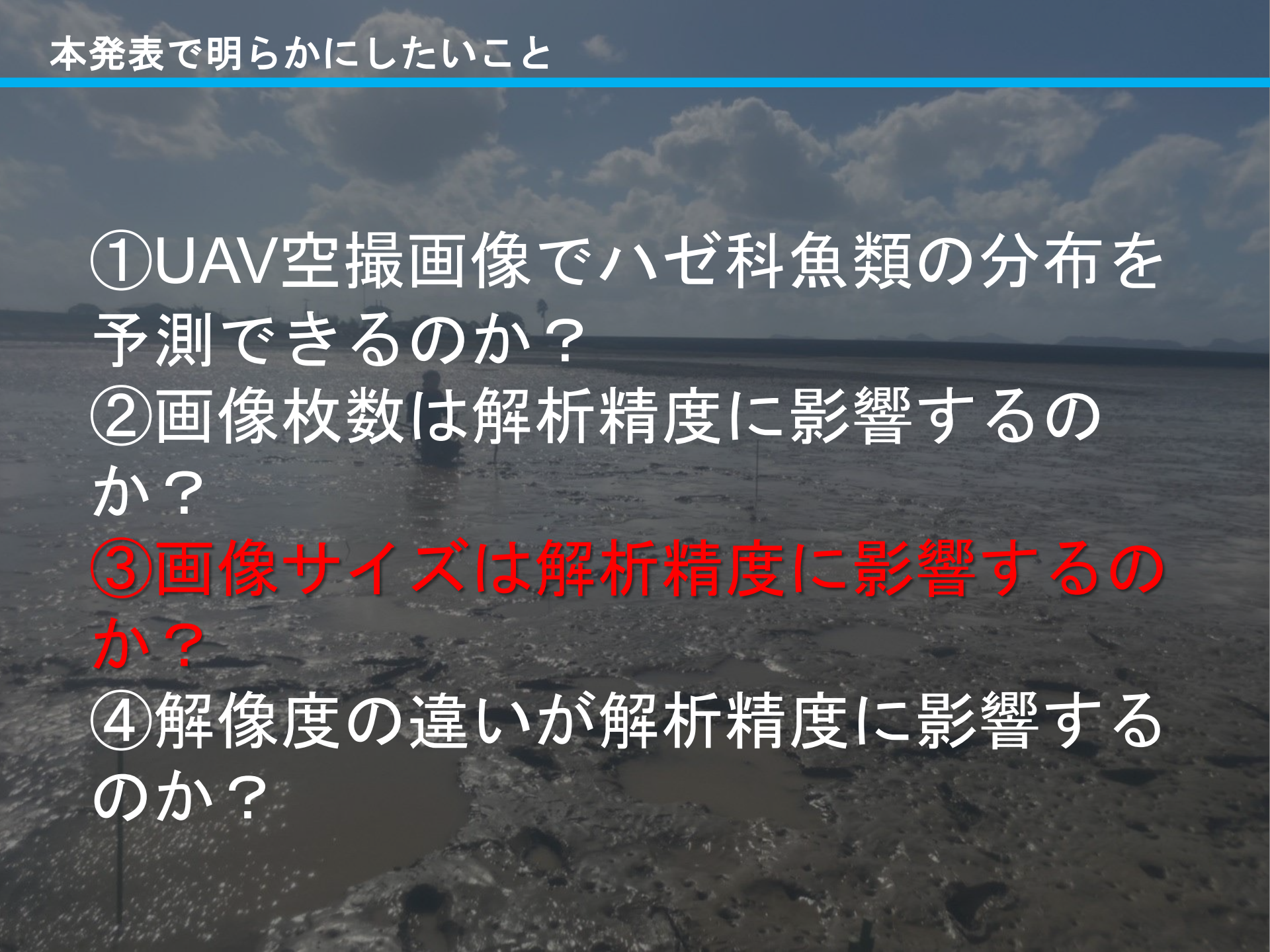
④解像度の違いが解析精度に影響する
のか？

②画像枚数は解析精度に影響するのか？

	1枚	5枚	増減
エドハゼ	0.878	0.926	↑ 0.048
チワラスボ	0.759	0.871	↑ 0.113
ヒモハゼ	0.738	0.821	↑ 0.083
マサゴハゼ	0.718	0.791	↑ 0.072



全種枚数が増えると識別率が
向上することが示された

- 
- ① UAV空撮画像でハゼ科魚類の分布を予測できるのか？
 - ② 画像枚数は解析精度に影響するのか？
 - ③ 画像サイズは解析精度に影響するのか？
 - ④ 解像度の違いが解析精度に影響するのか？

③画像サイズは解析精度に影響するのか？

	最も低い画像サイズ		最も高い画像サイズ	
	球磨川	佐波川および樫野川	球磨川	佐波川および樫野川
エドハゼ	0.5m(0.924)	0.5m(0.878)	4m(0.960)	1m(0.932)
チワラスボ	0.5m(0.792)	0.5m,2m(0.853)	2m(0.927)	4m(0.864)
ヒモハゼ	0.5m(0.788)	0.5m(0.736)	4m(0.896)	4m(0.820)
マサゴハゼ	0.5m(0.758)	0.5m(0.731)	2m(0.816)	2m(0.826)



全種0.5mの画像サイズで最も低い識別率
2mおよび4mの画像サイズで解析精度が安定

- ① UAV空撮画像でハゼ科魚類の分布を予測できるのか？
- ② 画像枚数は解析精度に影響するのか？
- ③ 画像サイズは解析精度に影響するのか？
- ④ 解像度の違いが解析精度に影響するのか？

結果

各種の解像度別識別率の平均値

エドハゼ	識別率の平均	
	球磨川	佐波川および樫野川
5mm/pix	0.95	0.91
10mm/pix	0.95	0.91
15mm/pix	0.93	0.91

ヒモハゼ	識別率の平均	
	球磨川	佐波川および樫野川
5mm/pix	0.86	0.78
10mm/pix	0.87	0.77
15mm/pix	0.85	0.79

チワラスボ	識別率の平均	
	球磨川	佐波川および樫野川
5mm/pix	0.91	0.87
10mm/pix	0.88	0.86
15mm/pix	0.87	0.84

マサゴハゼ	識別率の平均	
	球磨川	佐波川および樫野川
5mm/pix	0.79	0.82
10mm/pix	0.79	0.79
15mm/pix	0.78	0.78

④解像度の違いが解析精度に影響するのか？

	最も識別率が高い解像度	
	球磨川	佐波川および樫野川
エドハゼ	5mm/pix	5mm/pix
チワラスボ	5mm/pix	5mm/pix
ヒモハゼ	10mm/pix	15mm/pix
マサゴハゼ	5mm/pix	5mm/pix



5mm/pixの解像度で最も識別率が高くなる傾向

まとめ

① UAV空撮画像でハゼ科魚類の分布を予測できるのか？

→ 高精度で予測可能

② 画像枚数は解析精度に影響するのか？

→ 画像枚数が増えると精度向上

③ 画像サイズは解析精度に影響するのか？

→ 2mおよび4mの画像サイズで解析精度が安定

④ 解像度の違いが解析精度に影響するのか？

→ 5mm/pixの解像度で最も識別率が高くなる傾向

今後の課題

①訓練データと予測データで違うエリアの画像を用いた場合での解析

②より有効性を示すために再現率と適合率の値を加味したさらなる検討

ご清聴ありがとうございました

本研究は、公益財団法人リバーフロント研究所 河川生態学術研究会 総合研究グループ
感潮河川潮間帯における生物の面的モニタリングのための技術革新研究（代表者：乾 隆帝）
の一部として実施された