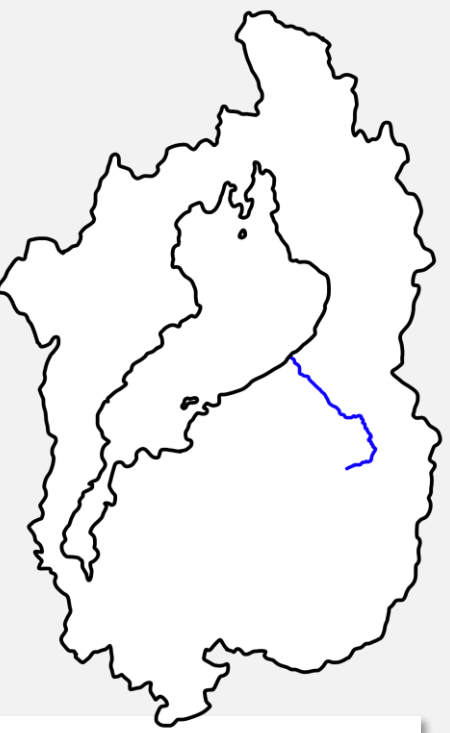




滋賀県犬上川中下流部における 熱赤外面像および二次元不定流解析を用いた 湧水性希少魚種のハビタット保全計画の検討



ハリヨ

○泉野珠穂（株式会社ウエスコ）・金尾滋史（滋賀県立琵琶湖博物館）・瀧健太郎（滋賀県立大学）

1. 背景と目的

- 1) **保全対象種**：ハリヨ (*Gasterosteus aculeatus* subsp.)
- ・希少性：絶滅危惧ⅠA類（自然分布は滋賀県・岐阜県のみ）
 - ・生息条件：一年中20℃以下の冷水域（湧水環境依存種）
流れが緩やかな止水域・営巣するための水草等

- 2) **対象地域**：滋賀県犬上川中下流域
- ・特徴：扇状地（セグメント1）に位置
 - ・湧水：かつては豊富、かつ複数箇所が存在
 - ・現況：河床掘削や護岸・護床工等で生息地が消失

生息環境及び個体数が減少（図-1）

- 3) **目的**：ハリヨの生息適地の保全・再生（順応的管理）

- 4) **調査・検討手法**

- ①湧水地点の把握：UAVに搭載した熱赤外センサーを使用
- ②ハリヨ生息適地の推定：水理諸量や水温等の物理環境をMaxentにより推定（在データが少ない場合でも有効な解析手法）
- ③生息地再生方法の検討：ブロック等の設置による生息確率の向上を推定

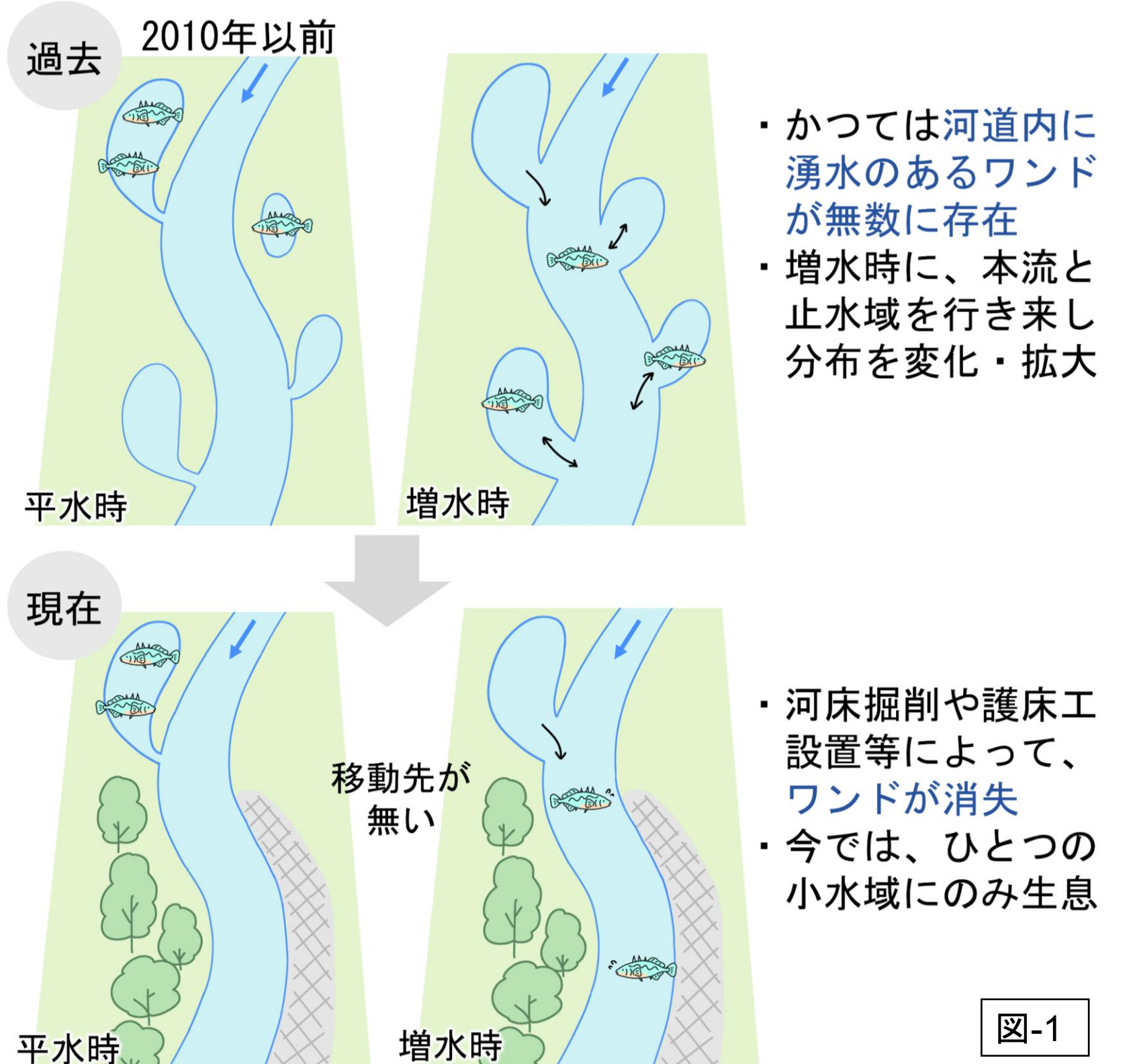


図-1

犬上川でハリヨが棲める場所を増やしたい！
Point1 夏でも冷たい湧水の回復
Point2 複数箇所のワンドの形成

2. 河川の中の湧水地点を探す

方法

- 1) 水温分布図の作成
- ・UAVに熱赤外センサー搭載
→ 空撮画像処理

温度差により
湧水地点を可視化
夏：本流より冷
冬：本流より温

- ・月に一度の撮影
(2023年11月～5月)
→ 継続的に水温データを取得

- 2) 水温データの評価
- ・各地点ごとに水温の標準偏差を算出
→ **水温安定性**

- 3) 現地調査
夏季・冬季に各1回
水温の実測値を取得

結果

- 1) 広範囲の水温分布を面的に把握した
1月は気温が低く、本流よりも高温に
評価された地点がある（図-2中段）

- 2) 標準偏差が小さい
⇒ 季節間の水温差が小さい
→ **湧水の恒温性**を表現する指標

- 3) 水温分布図で本流との
温度差が表れた地点は
現地で湧水の存在が確認できた

熱赤外面像をもとに湧水地点を
ある程度特定できることが示された

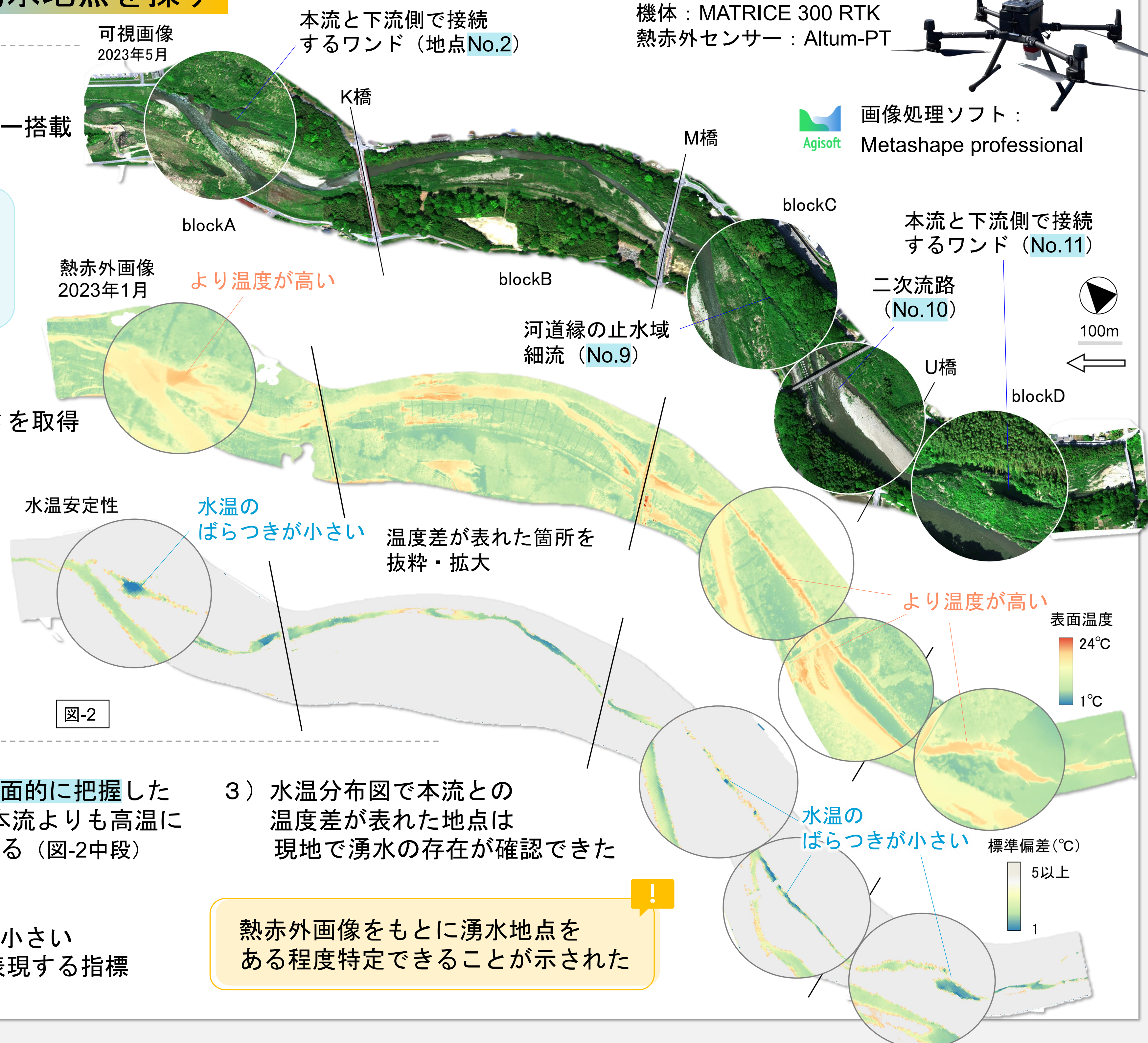


図-2

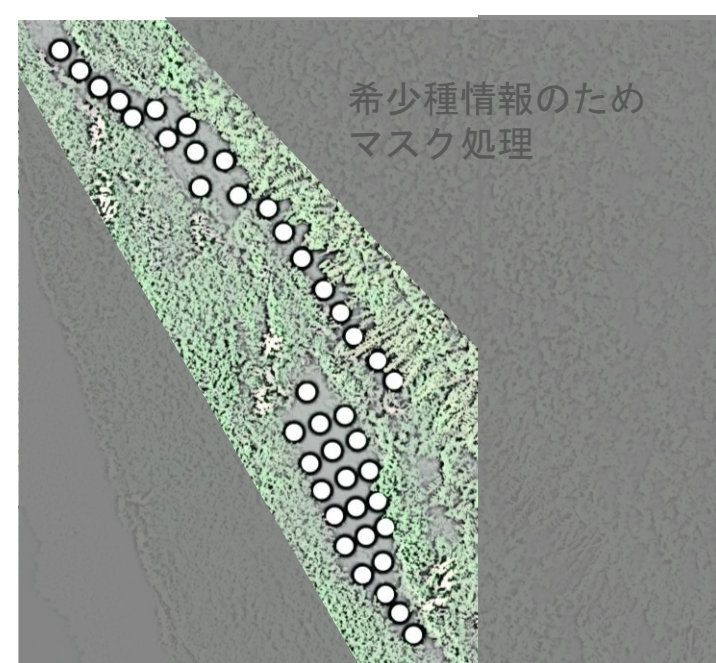
3. ハリヨの生息適地を推定する

方法

- 生息適地モデルの構築
Maxent を使用（解像度1m四方）

在データ

生息が確認されている
水域にポイントを作成



ハリヨの生息条件

- 湧水・ある程度の水深
- 緩やかな流速

環境変数

水温分布

（温度差がわかりやすい
12・1・5月のデータ）

水温安定性

（半年分の水温の標準偏差）

最大水深・最大流速

（平水時・1/3洪水・1/10洪水）

AUC 0.98

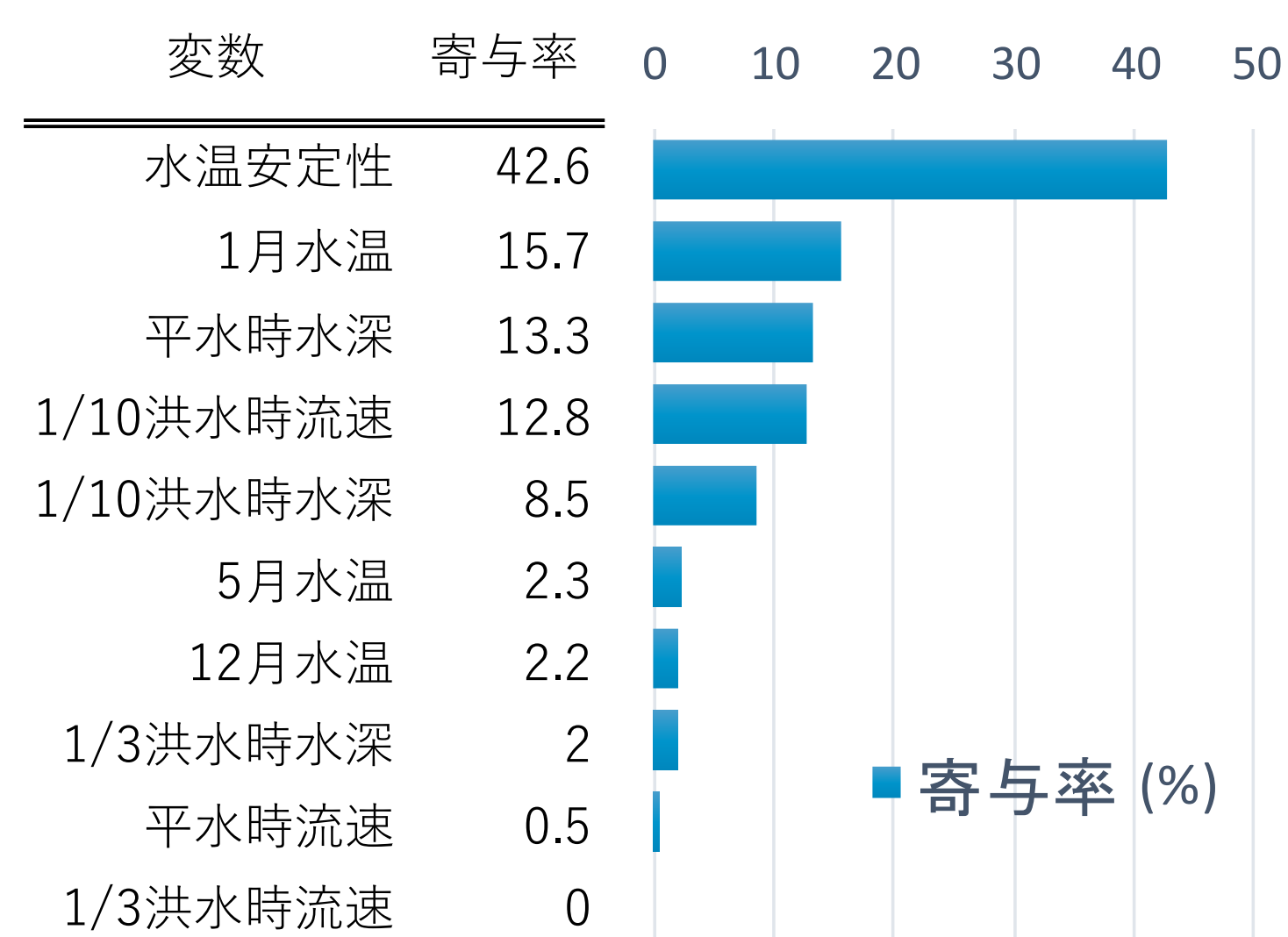
- 水理諸量データの抽出
→ 洪水解析ソフト：iRIC Nays2DH



Maximum Entropy model 機械学習の一種
不在データが不要でサンプル数が少ない場合でも
モデルの構築に有効（あるデータから推論できる
“最も妥当”な予測分布を作る）

図-3

各環境変数の寄与率



水温安定性の寄与率が最も大きい
→ 湧水の特徴を表す指標として有用

図-4 1/3年洪水時の水深分布
（矢印は流速を示す）

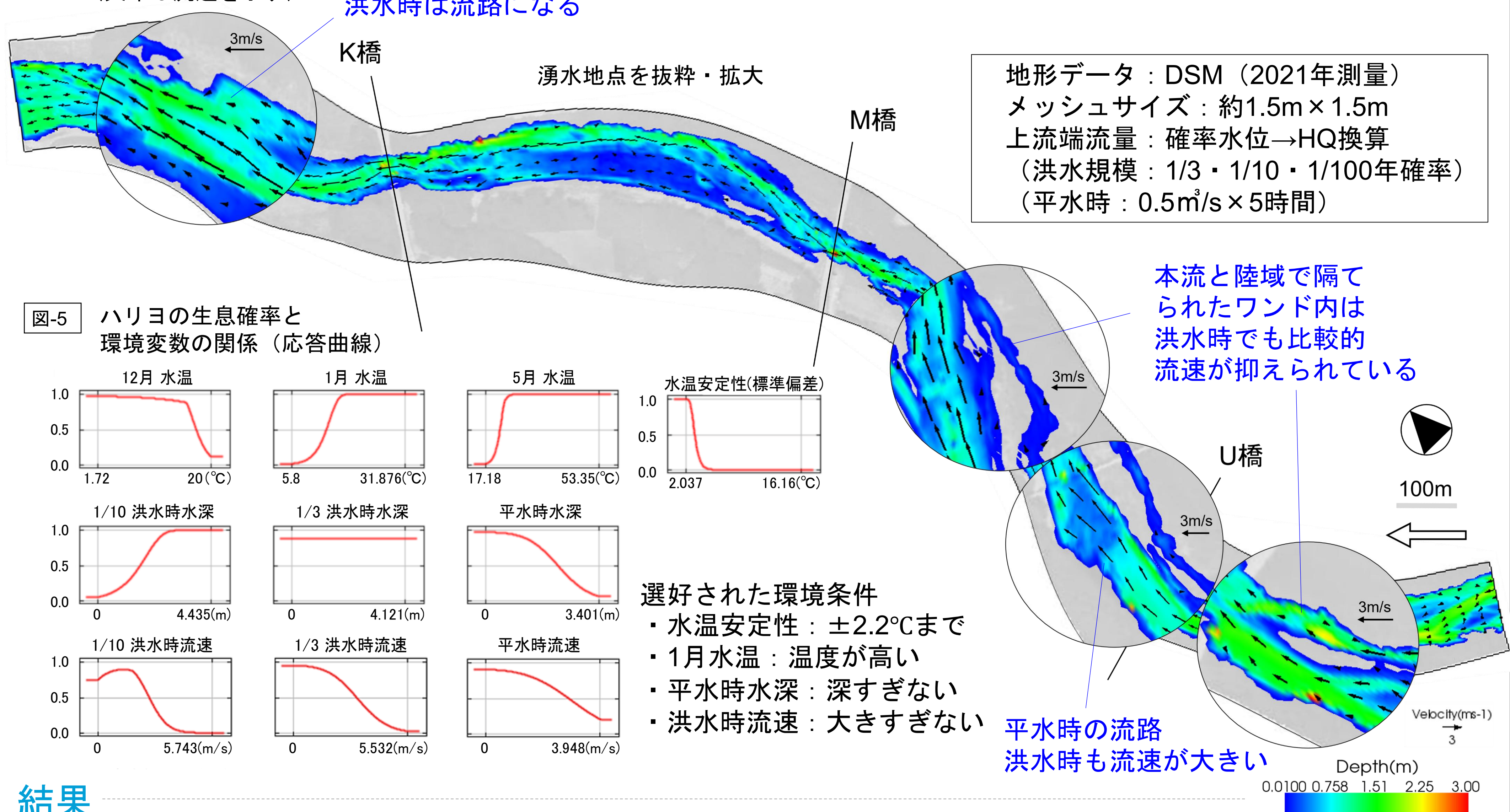
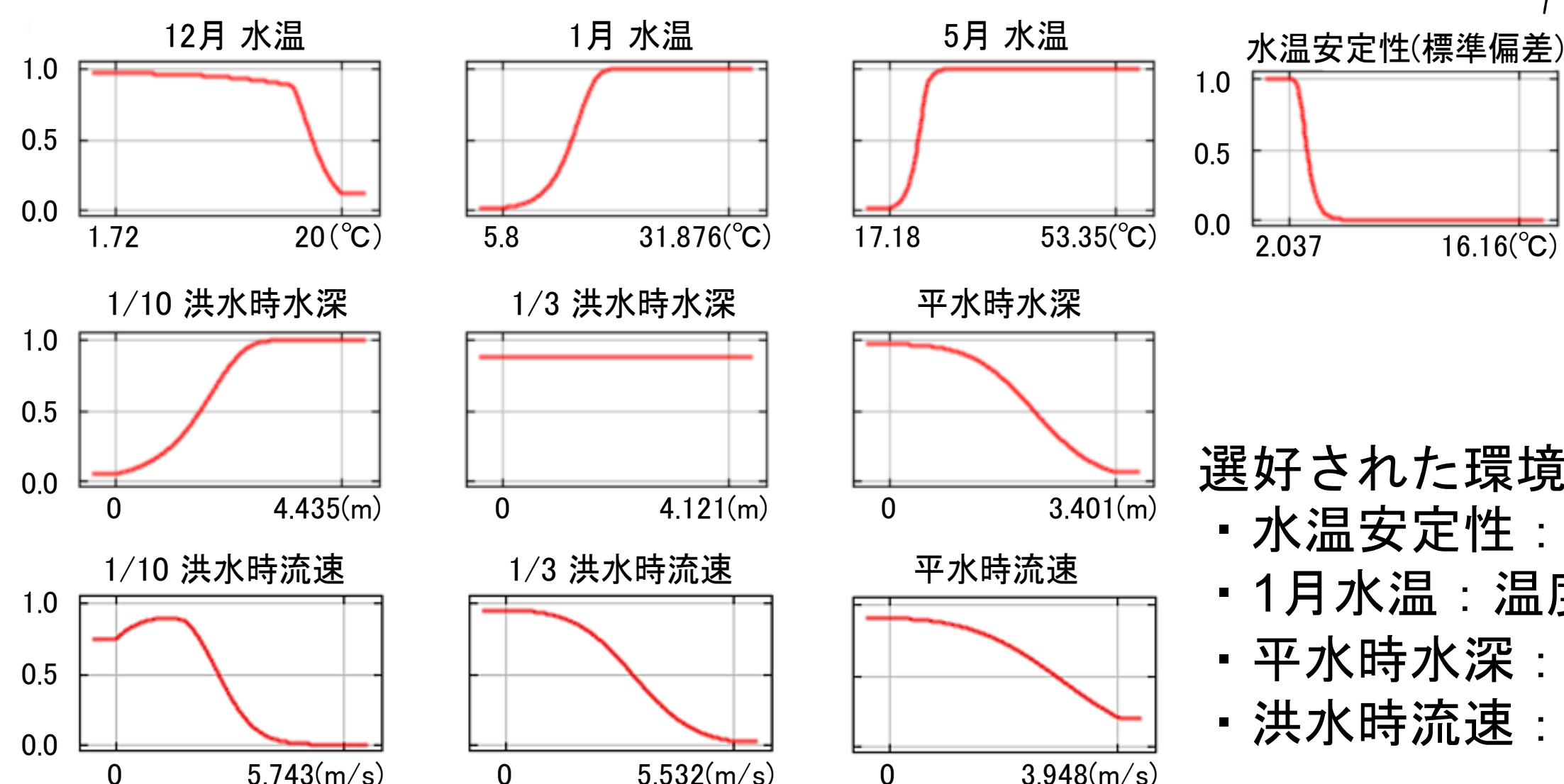


図-5 ハリヨの生息確率と
環境変数の関係（応答曲線）



結果

図-6 ハリヨの
生息確率マップ

湧水地点を抜粋・拡大

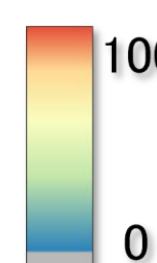
生息確率が高い
（70%以上）

- 湧水のあるワンドで生息確率が高い（70%以上）
- No.10は湧水があるものの生息確率が低い
→ 水深・流速も生息適地の成立に関与することが示された
ハリヨの生息条件をよく表現できている

生息が予測された部分が少ない
→ ハリヨの生息地がほとんど
残されていない犬上川の現状

生息確率が高い
（90%以上）

ハリヨの
生息確率(%)



限られた在データから湧水地点について
ハリヨ生息地としてのポテンシャルを評価

洪水時でも流速が大きい
→ 好適環境ではない

4. ワンドの形成過程を考察する

■洪水流下後にワンド内の水深が変化（約50cm増）

（2023年8月24～26日、平均年最大流量に近い増水）

- 1）8月洪水以降、月に一度UAV空撮・水深計測
（Phantom 4 RTK、航空写真・**地形データ取得**）
→ **標高の差分**を算出：洪水後－洪水前

- 2）**河床変動解析**で洪水時の地形変化を再現

→ iRICで境域詳細モデルを構築

地形データ：DSM（2023年5月測量、洪水前最新）

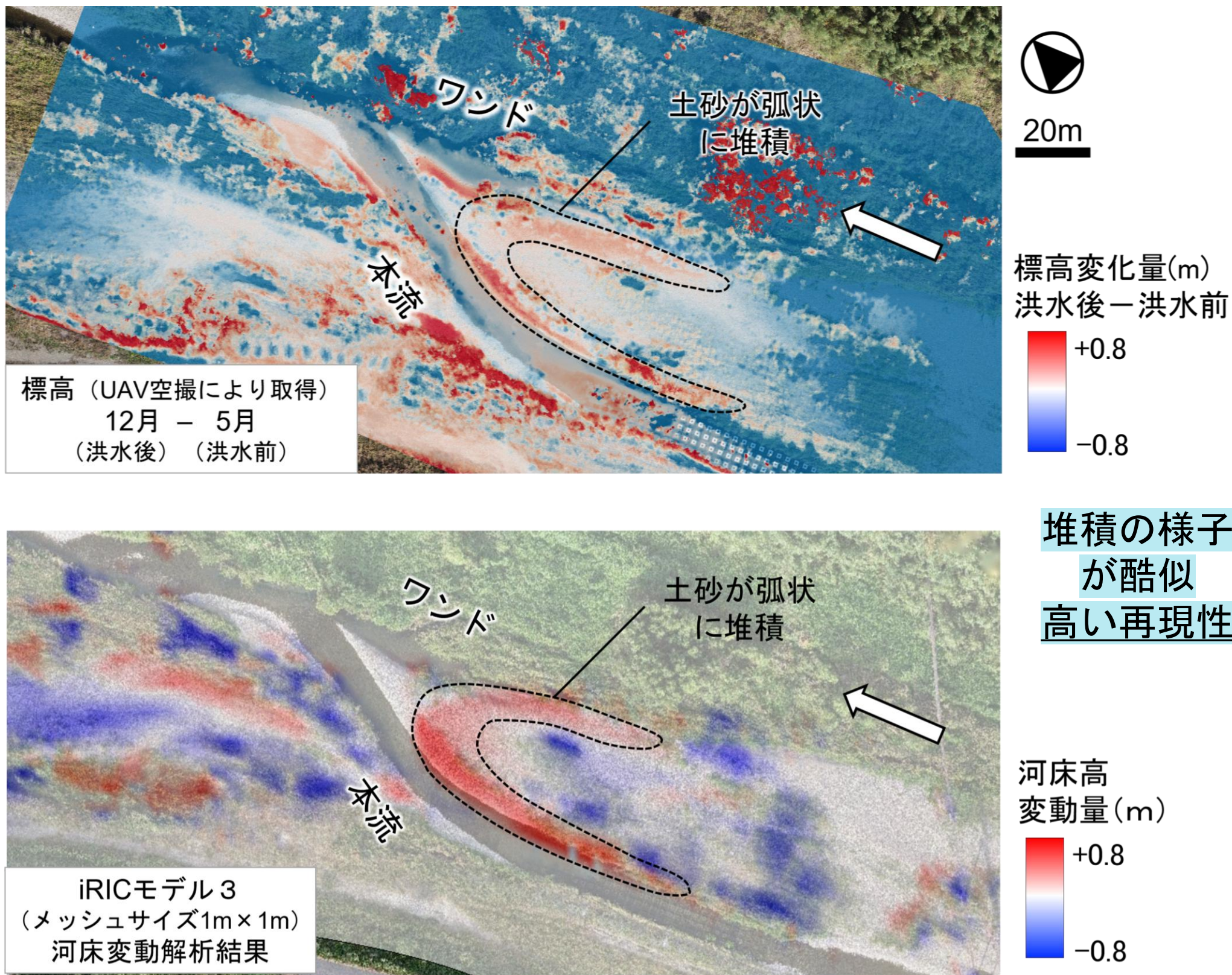
メッシュサイズ：約1m×1m

上流単流量：2023年8月24～26日水位 → HQ換算

！
本流との間の陸域に土砂が堆積することで
相対的に深くなりワンドが発達する

図-7

実際の地形データ（上）と解析結果（下）を比較



5. 生息地再生方法を検討する

■河川工事が行われる中でハリヨの生息地を残すためには

- 湧水のあるところにワンドを形成する
- ブロックを設置して地形を変化させる

- ①場所の選定（No.2、No.10）

湧水があり、**開放的**で本流との距離が近い

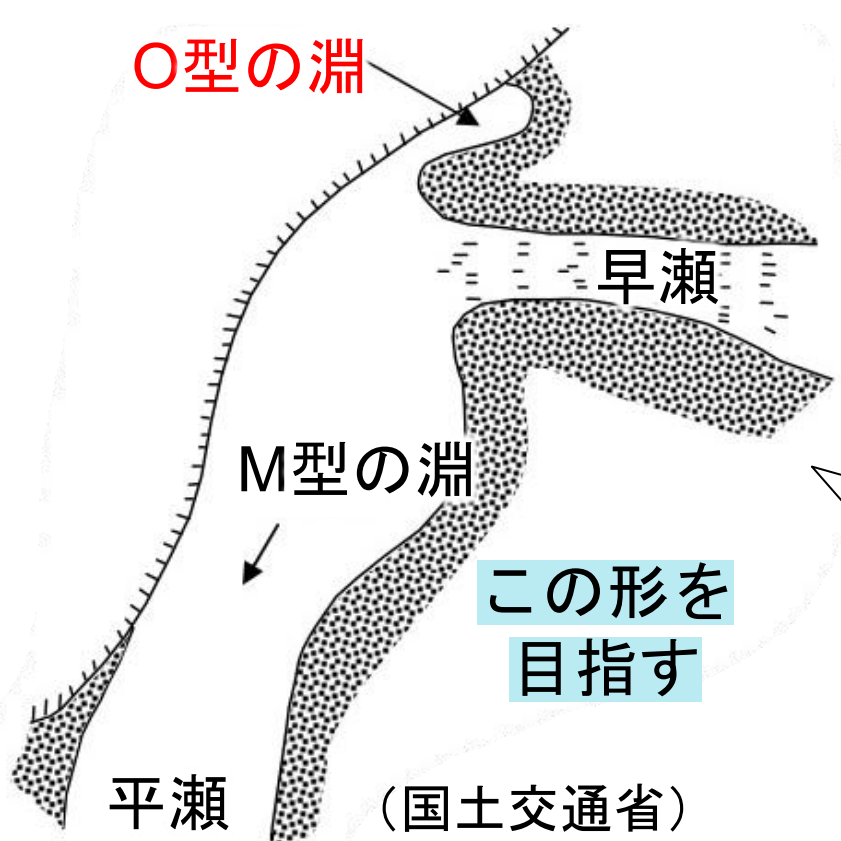
- ②現場にあるもの（余剰材料）で

- ③河川維持管理の一環で施工可能な方法

- 1）ブロック（高さ1m）設置を想定してiRICで再計算
（地形高を変更しその他計算条件は同様）

- 2）生息適地モデルで再計算（在データ・水温の環境変数は同様）

- 3）ブロックの設置前後で比較（生息確率の差分を算出）



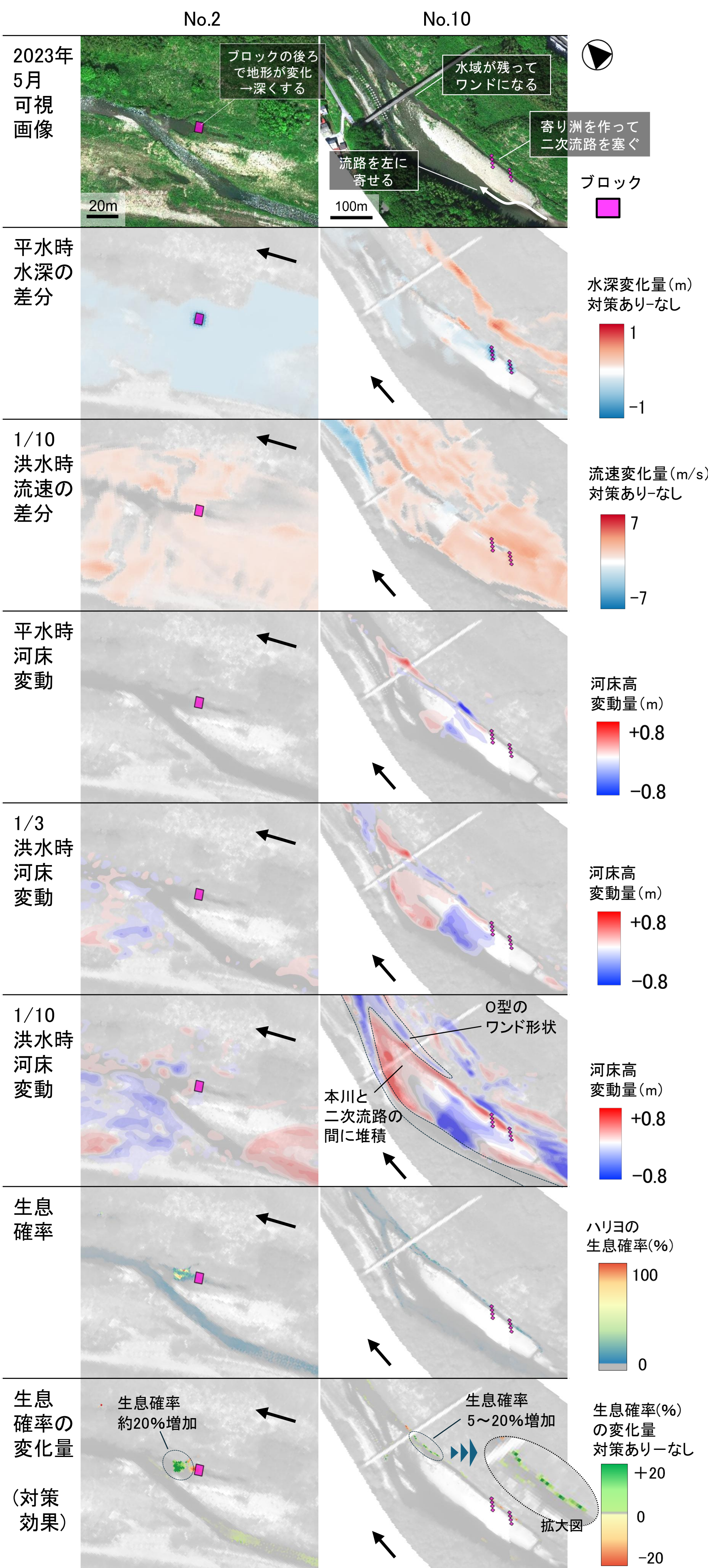
- ・両地点とも生息確率が20%向上
- ・No.10では本流と二次流路の間に土砂が堆積 → **ワンドに発達する可能性**

「旧滞筋の名残や人為的な掘削による
本流から入り込んだ深み」
No.2（洪水時の地形変化を再現）、
No.11（安定したワンド）と同じ地形

No.2：自然にワンドが成長 → 人為的改変不要、以後経過観察
No.10：バースエを2基設置することで**O型の淵**の形成を促進

図-8

水理量・河床変動と生息確率の変化



6. まとめ

- ① UAVと熱赤外センサーを使用し**湧水地点を特定**
- ② 水温と流況データを組み合わせて**適地を推定**
- ③-1 洪水時の地形変化・**ワンドの形成過程を再現**
- ③-2 ブロック設置前後の**生息確率の変化を比較**

以上の組み合わせで具体的な対策を計画することができる

今後：データの蓄積・モデルの検証 → 順応的管理

（令和7年春の段階で回復の兆しを確認中）