



図 13. 赤外カメラの 3 種類の撮影モードで撮影した画像. 上の画像から順に Gray、Hot Metal、Hot Metal 撮影時のノーマルカメラデータ、Hot Spot、Hot Spot 撮影時のノーマルカメラデータ

図 13 より、鳥の輪郭やポイントがはっきりと表れることから、カワウの個体数カウントには Hot Metal もしくは Hot Spot の撮影モードの画像が適していることが明らかになった。

6. Inspire1 を用いた赤外線カメラ撮影

Inspire1には赤外線カメラ（ZENMUSE XT 30HZ V2、FLIR社）を搭載することが可能である。現在、製造が中止になってしまったため、今回の事業では内水面漁協の関係者への普及啓発のことを考えてMavic 2 EDの赤外線カメラを使用して最適なカメラ撮影条件について検討を行ったが、本事業で昨年度購入したInspire1の赤外線カメラの精度や画像について試験を行った結果について記載する。

小根岸コロニー（図1）にて、2019年04月04日に上空10mから、2019年04月12日に上空20mから、2019年10月17日に上空30mから、2019年11月01日に100mから撮影を行い、撮影モードは予備調査の結果からホワイトホットを選択した。

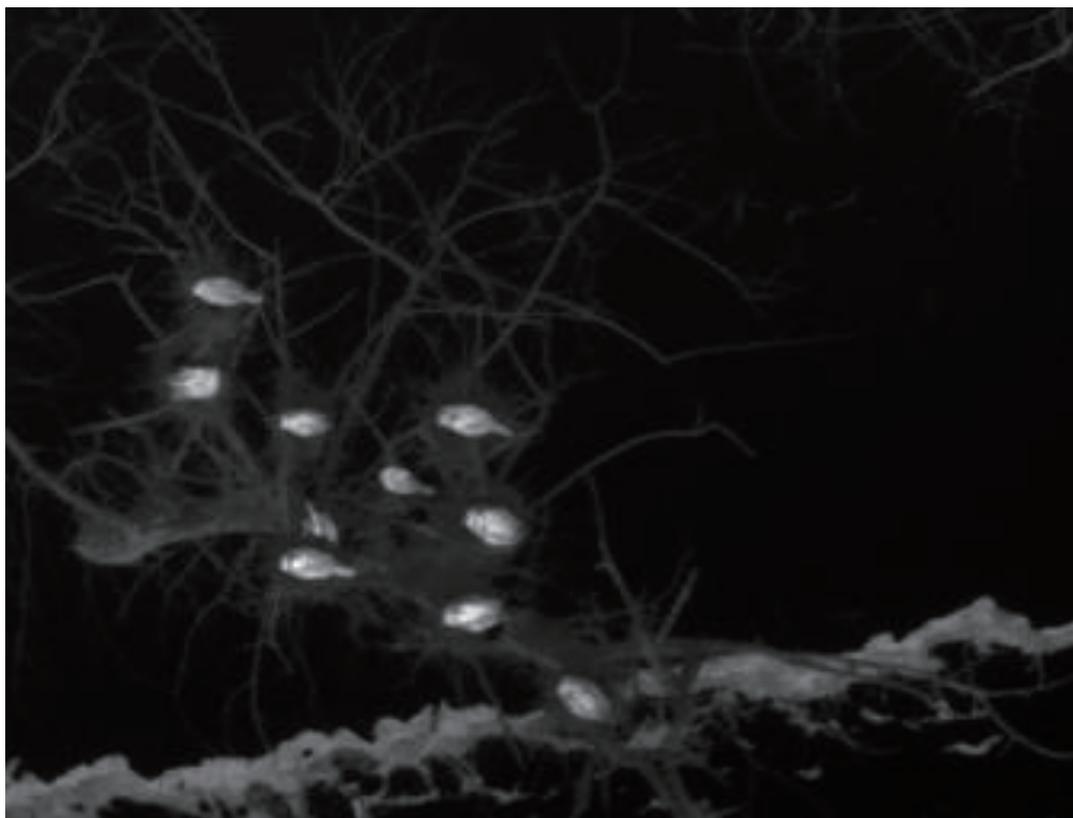


図14. 上空10mからInspire 1で撮影した画像



図 15. 上空 20m から Inspire 1 で撮影した画像

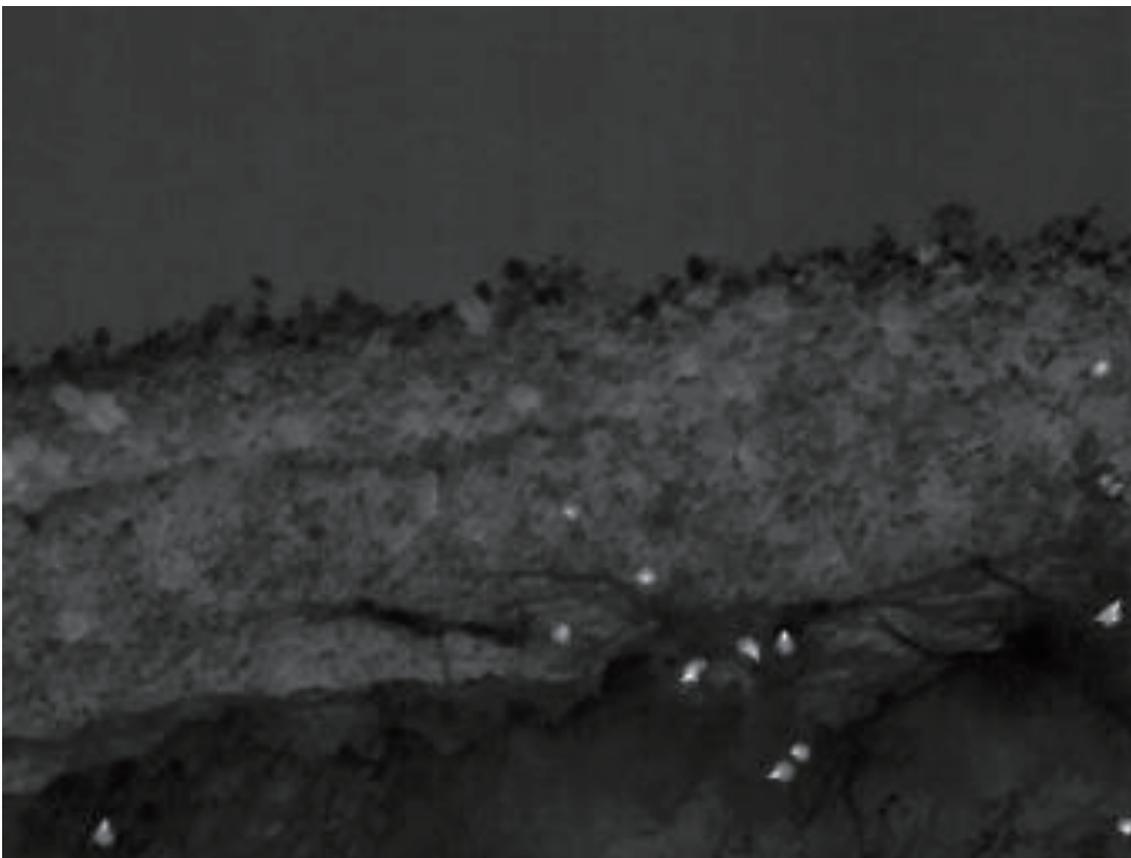


図 16. 上空 30m から Inspire 1 で撮影した画像



図 17. 上空 100m から Inspire 1 で撮影した画像

図 14～17 にそれぞれ上空 10m、20m、30m、100m から撮影した画像を示す。Inspire1 の赤外線画像であれば 30m 上空からでもカワウの個体数カウントが可能であった。一方、100m でも個体識別は可能なレベルである。このように Mavic ED の赤外線カメラと比較すると、Inspire 1 の赤外線カメラはより精度が高く、距離が離れた場合でも個体数のカウントが可能であることがわかった。

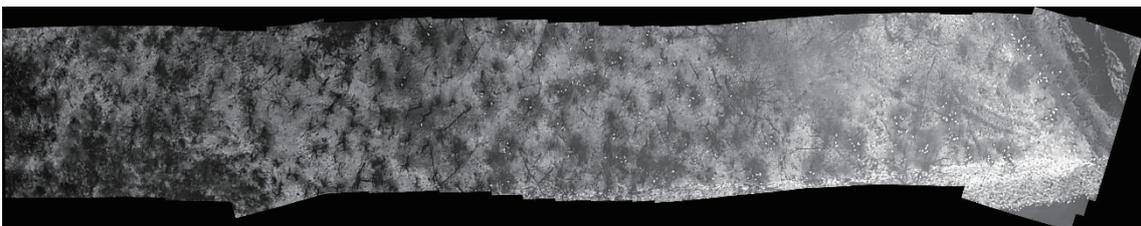
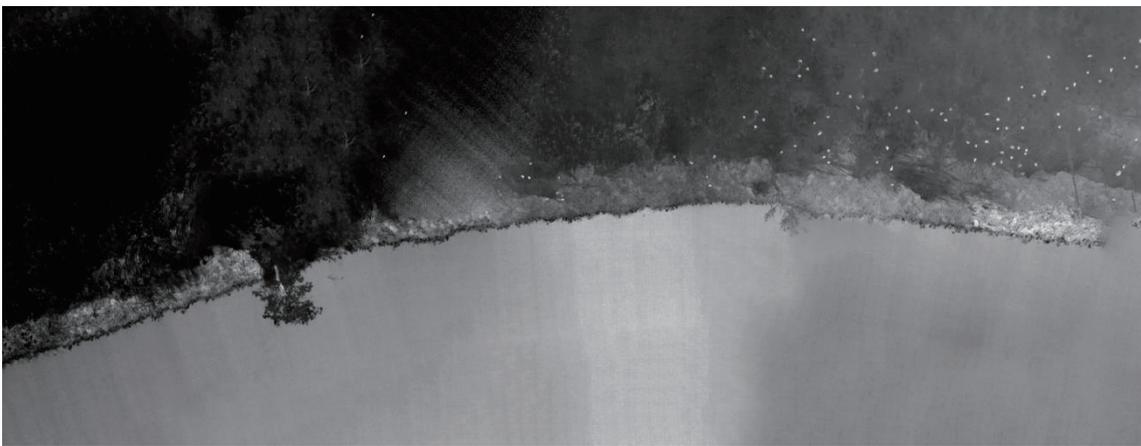
7. 画像の合成について

ドローンで撮影した画像を用いて個体数をカウントするに際し、撮影した複数枚の画像をつなぎ合わせ、1枚の写真にしたうえでカウントする手法について検討を行った。

画像の撮影には、Inspire1 と Mavic2 Enterprise Dual を使用した。Inspire1 は撮影モードホワイトホットを用いた。Mavic2 Enterprise Dual はカラー画像の撮影に用いた。撮影に使用したアプリケーションは、DJI GS Pro であり、自動撮影を行った。画像の合成については、Microsoft Image Composite Editor (Microsoft ,Version 2.0.3) を用いた。合成した画像の詳細を表 4 に示した。使用した画像の重なり具合をあらわすカバー率は、60～90%であった。

表 4 合成した画像の詳細

画像	機体	画像	巣からの距離 [m]	カバー率 [%]	成功/失敗
1 枚目	Inspire1	赤外線	30	60	成功
2 枚目	Mavic2 ED	カラー	30	60	成功
3 枚目	Inspire1	赤外線	30	90	成功
4 枚目	Mavic2 ED	カラー	10	60	失敗
5 枚目	Mavic2 ED	カラー	10	90	失敗



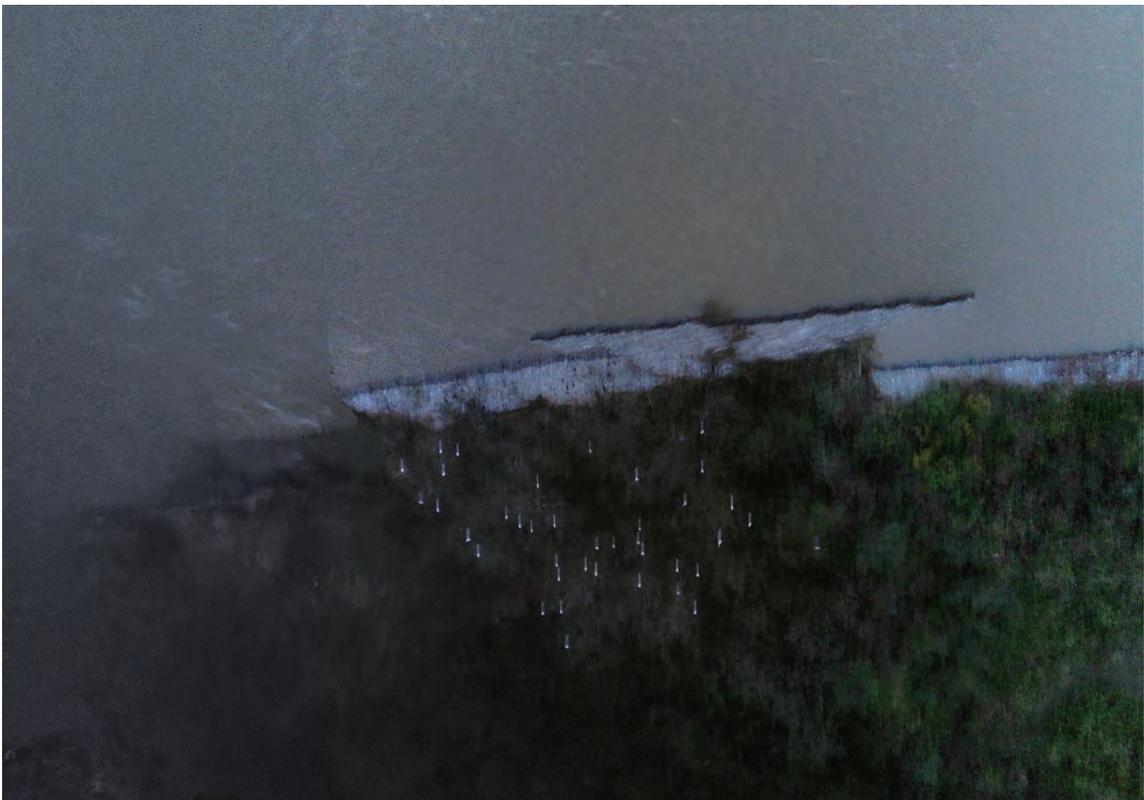
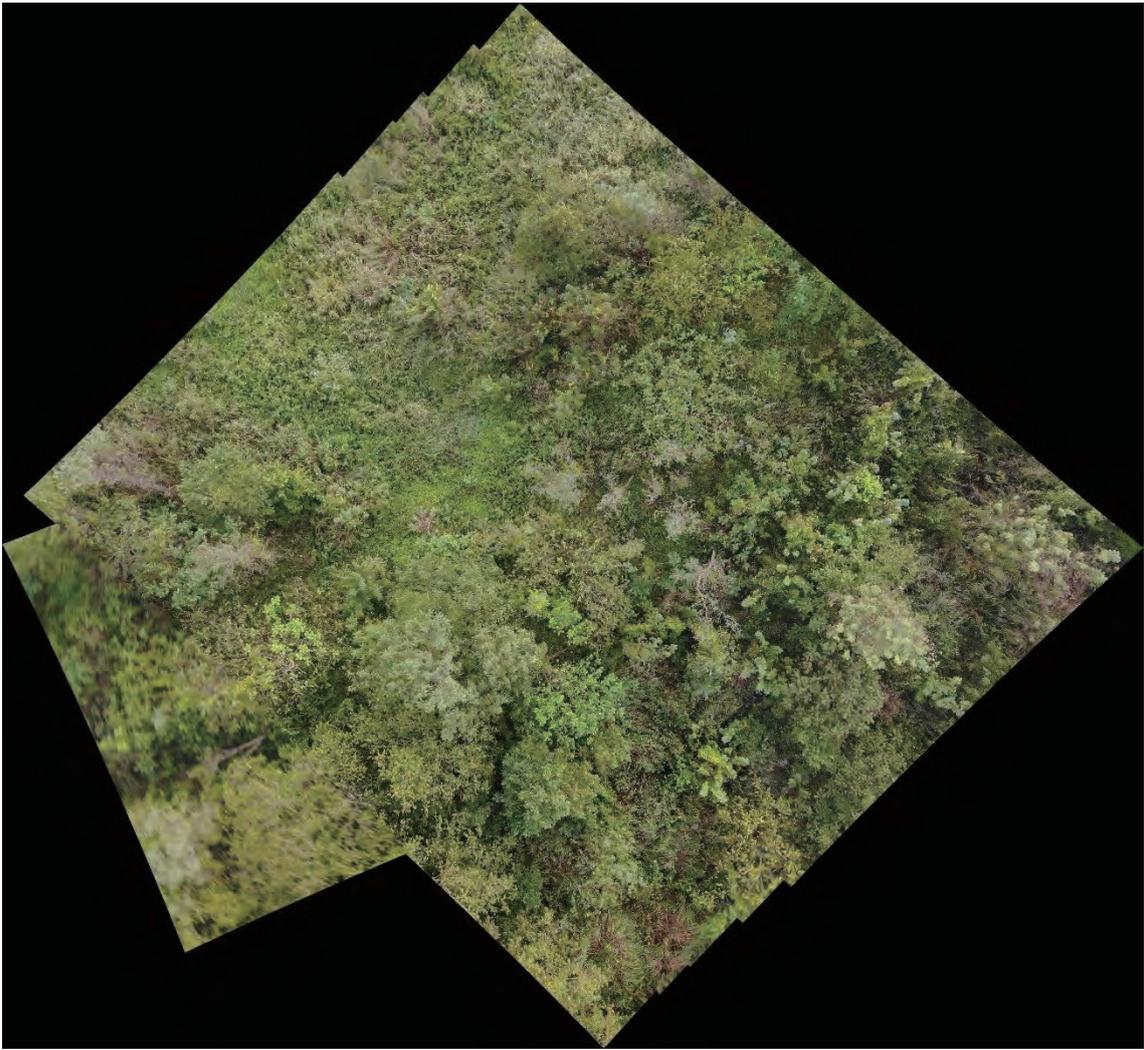


图 18. 合成に成功した画像

画像の合成に成功した例を図 18 に示した。撮影された画像のうち、約 30%は合成に成功したが、残り 70%は合成に失敗した。失敗した理由としては、写真のカバー率が適切ではない（低い or 高い）、撮影した画像が暗い、カワウのコロニーの画像が近似した画像ばかりである、といったことが考えられた。

以上のような状況であったため、現在のカメラやアプリケーションでは、夕方の薄暗い時間帯に行われるカワウの個体数カウントには、画像を合成する方法は適さないことが明らかとなった。個体数カウントを行う際、0.5 から 1 m/s 程度の速度で、撮影範囲が極力被らないよう飛行させながら動画を撮影する手法が適していると考えられる。地形やコロニーまでの距離に大きく左右されるものの、自律飛行によって高度を一定に保ちながら、動画撮影を行うことで、静止画像より簡便に、個体の重複（ダブルカウント）を最小限に抑えながら精度よく撮影を行うことができると考えられた。

8. ドローンを用いたカワウの個体数カウントに適した条件について

本研究では、様々な条件で赤外線カメラを用いたカワウのねぐら・コロニーの撮影を行った結果、市販されている赤外線カメラ搭載のドローンでは、鳥の種まで判別することが困難であることが明らかになった。そのため、撮影に適した場所としては、カワウのみが生息するねぐら・コロニーといえる。また、カワウは夜間、集団で休息することから、赤外線撮影は、カワウの個体数カウントマニュアルのとおり、日の入り前後にカウントを実施することが望ましい（巻末のマニュアル一覧を参照）。

赤外線撮影については、汎用機である Mavic2 Enterprise Dual を用い、アプリケーションとして DJI Pilot か DJI GS Pro を使用した場合、撮影モードは Hot Metal、または Hot Spot が適していた。ホットスポットモードで、機体とコロニーの樹木にとまるカワウまでの距離が 10m 程度であれば、赤外線カメラを用いた個体数カウントが可能であった。

Mavic2 Enterprise Dual や Phantom4 のノーマルカメラを用いて、カワウのねぐら・コロニーのカウントを行う場合、照度が 100lux より高い時間帯、つまり日の入りにできるだけ近い時間を狙って撮影を行うことが望ましいことが明らかとなった。照度が 100lux の時間帯は、その日の天候に大きく左右されるものの、日の入り後 5~10 分程度に相当し、調査は比較的早い時間帯に限られる。そのため、100lux 未満の照度になった後に、ねぐら・コロニーに入ってくるカワウが多数みられた場合、個体数カウントが過小評価になる可能性が示唆された。

9. 成果の公表

NHK 甲府 山梨クエスト（空飛ぶ漁師”カワウから魚を守れ！2019 年 7 月 5 日）