赤外線カメラ搭載ドローンによる指宿港海岸周辺の熱分布観測

港湾空港技術研究所　正○鈴木　高二朗　港湾空港技術研究所　川口　真吾
九州地方整備局　雪丸　敏昭　九州地方整備局　中野　史丈
港湾空港技術研究所　正　鶴田　修己　港湾空港技術研究所　正　岡田　克寛

１．はじめに

指宿港海岸はその砂浜から温泉が湧出する世界でも特異な海岸である．近年，ドローンを用いた写真測量技術が発展し，海岸や港湾でも使用され始めている．また，高精度でより正確に温度を計測できるドローンに搭載可能な赤外線カメラも開発されている．それらを利用して指宿港海岸の撮影を行い，面的な温泉の湧出状況や周囲の護岸や水域の温度分布を明らかにすることとした．

２．使用器具

使用したドローンは DJI 社製の Inspire1（図 1）であり，表 1 に示す性能を有している．この Inspire1 に FLIR 社製の ZenmuseXTR（表 1）および DJI 社製のカメラ（表 1）を搭載した．また，可視画像の解析にあたっては Photoscan Ver.1.4.1.5925 を用いて，画像の合成，写真測量を実施した．

表−1　使用機器

Inspire1 T600		ZenmuseXT64xxR（赤外線カメラ）	
重量（本体のみ）	2,845g	素子数	640×512
最大上昇速度，下降速度	5m/s・4m/s	画角	32×26°(19 ㎜)
最大速度	22m/s	ZenmuseX3（可視光カメラ）	
最大風抵抗	10m/s	有効画素数	12.4M
最大飛行時間（バッテリーT47，T48）	17 分，21 分	画像の最大サイズ	4000×3000

３．観測結果

図 1　DJI 社製 Inspire1

１）図 2 は可視光カメラによって撮影された映像を Photoscan によって合成し，オルソ画像としたものである．画像は高さ約 50m から撮影しており，2064 枚の画像を合成した．離岸堤や突堤の形状が確認されるほか，温泉が湧出する南側の砂浜でも温泉が湧出している様子が確認できた．

２）図 3 は赤外線カメラによって撮影した映像を合成したものである．海岸南側の砂浜では 1 月 16 日，それ以外の場所は 1 月 17 日の干潮時近くに撮影した．温度の精度を確認するため，別途，温度計で地面の温度を計測した．図 4 は海岸南側の砂浜の拡大図である．デジタル温度計によって計測された温度は 62.1℃，赤外線画像での計測結果は 61.4℃であり，ドローンと赤外線カメラを用いた撮影により温度を精度良く計測できることが明らかとなった．図中，砂浜からは筋のようにして温泉水が砂浜から湧出している状況が分かるほか，汀線付近の温度が最も高く，湧出した温泉水が海表面で拡散していく状況が分かる．

３）図 3 中，黄色く温度が計測されている箇所（③道路護岸）は，道路護岸とその周辺の道路で温度が高くなった箇所である．撮影前日，降雨があり，道路の乾燥状態により温度が違って見えるほか，道路舗装の材質の違いや建築物の陰があるかどうかで温度が違うことが明らかとなった．

４）図 5 は②放水路からの温水の放流状況であるが，温水と海水が混ざり合う状況が確認できる．放水路からの温水は，南砂浜で湧出しているものと比較すると温度が低いので，上流からの河川水が温泉水と混ざりあっている可能性が考えられる．

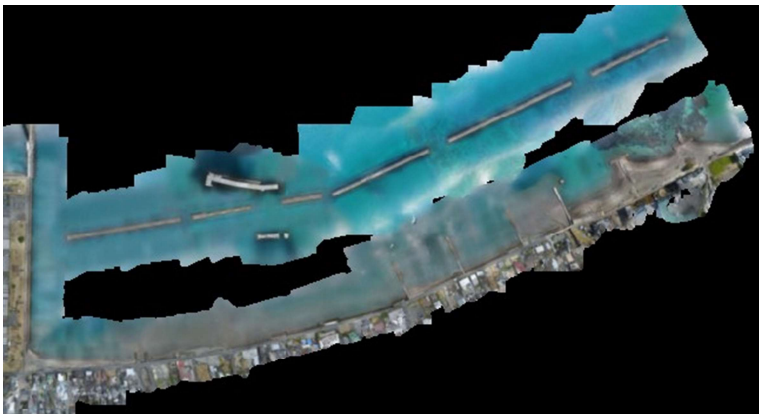

図 2　指宿港海岸オルソ画像

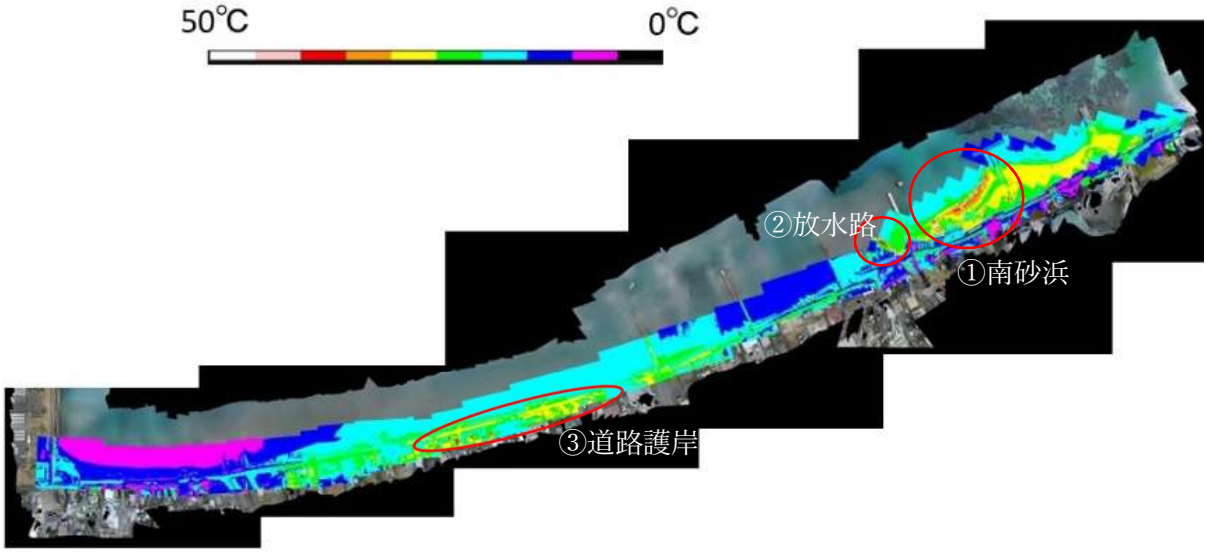

図 3　指宿港海岸赤外線画像全体図

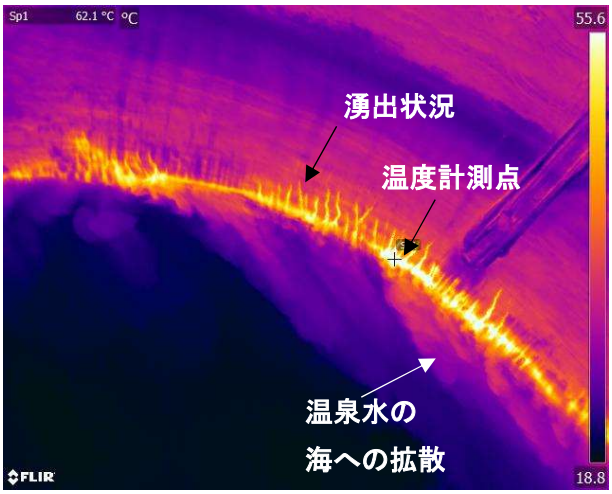

図 4　①南砂浜赤外線画像

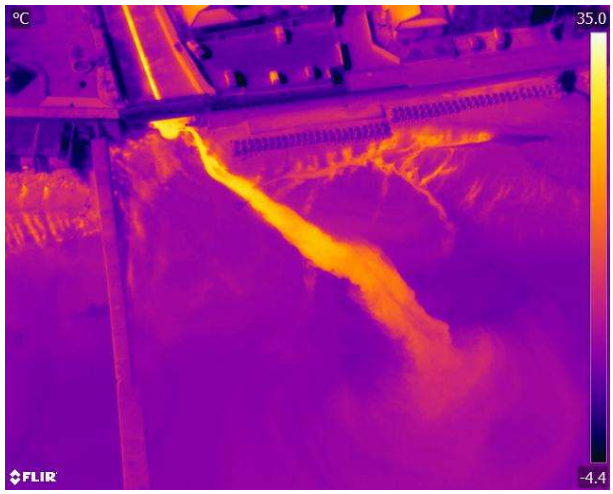

図 5　②放水路からの温水の放流状況

4．おわりに

本研究では，ドローンと赤外線カメラの組み合わせにより，指宿港海岸の砂浜からの温泉の湧出現象や護岸の温度分布を精度良く計測できることが明らかとなった．このような観測により，今後，温泉の湧出現象や護岸の舗装性状の変化を明らかにすることができるものと考えられる．