

DEVELOPMENT OF A WELL-BALANCED OBSERVATION SYSTEM OF COASTAL MORPHOLOGY AND AN EFFICIENT METHOD OF SHORELINE DETECTION USING IMAGE ANALYSIS

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/37367

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



学 位 論 文 要 旨

画像解析による沿岸地形の簡易観測法と 汀線位置推定法の構築

DEVELOPMENT OF A WELL-BALANCED OBSERVATION SYSTEM OF
COASTAL MORPHOLOGY AND AN EFFICIENT METHOD OF SHORELINE
DETECTION USING IMAGE ANALYSIS

環 境 科 学 専 攻 環 境 創 成 講 座
氏 名 黒 崎 弘 司
主任指導教員氏名 由 比 政 年

学位論文要旨

A local remote sensing system was developed to monitor the morphological processes on sandy beaches. The monitoring station consists of a network camera and a host computer mounted on a high vantage point. The data acquisition procedure is fully automated so that photographic images can be recorded continuously in a cost-efficient way. The system has been applied to the field observation of Hachigasaki beach, Ishikawa, Japan. Continuous measurements have been conducted since November 2007 over an alongshore stretch of approximately 2 km. The accuracy of shoreline detection based on image processing has been confirmed through comparison with an in-situ survey using a total station. Quantitatively good agreements are obtained. Various morphological features have been captured such as the splitting of a sand bar as well as the formation of beach cusps. These results show the high capability of the developed system to remotely measure the coastal morphology on sandy beaches. In addition, an efficient method of shoreline identification has been proposed which is based on properties of inflection point in luminance distribution.

1. 研究の背景と目的

波浪災害等の軽減・防止のためには、冬季風浪などの海象特性や漂砂のメカニズム解明に基づく効果的かつ適切な対策を実施することが必要である。しかしながら、広範囲に渡る波浪や海浜流の特性、さらには、漂砂に伴う海浜地形変動を現地の複雑な条件下で解明することは容易でなく、継続的なモニタリングが不可欠である。すなわち、沿岸波浪や地形変動情報の収集・蓄積を長期・広域的かつ高頻度で実施していくこと、および、そのための技術開発を進めていくことが必要となる。このような観点から、本論文は、従来の深淺測量に比べ低コスト・高頻度な海浜観測の技術開発を目指して、ネットワークカメラを活用した画像観測システムを構築し、その適用性の検証するものである。また、石川県鉢ヶ崎海岸におけるメガカスプ地形の発達特性の解明、沿岸砂州変形過程の追跡や汀線移動速度の定量化、汀線位置推定法の構築を考究し、さらに、機動性に優れた画像観測システムの構築を指向した簡易空撮気球による沿岸域画像解析法の構築可能性を検証する。

2. 観測対象域の概要

第2章では、まず観測対象域の1つである珠洲市鉢ヶ崎海岸の概要として、地理的概要、地層的概要、鉢ヶ崎海岸への土砂供給源と考えられる紀の川の概要、現在の海浜状況、底質の粒度特性について述べた。鉢ヶ崎海岸の深淺測量の結果、海底断面はその勾配により3区間に分けられ、沖に向かうに従って、急勾配に変化していくことが確認された。また、航空写真による長期汀線変動の解析により、1975年より2006年まで海浜幅が急激に広がっていることを確認した。次に、他の観測対象域である内灘海岸の概要として、地理的概要、海象特性、底質の粒度組成、現在の海浜状況、汀線位置の中期的・短期的変化について述べた。

3. 画像解析による海浜地形変動観測

第3章では、ネットワークカメラを活用した観測システムと簡易空撮気球を活用した観測システムについて述べた。ネットワークカメラは、鉢ヶ崎海岸のホテル屋上に設置され、約2kmの汀線付近を6区間に分けて連続観測を続けている[図-1]。ホテル屋上機械室内には観測カメラ制御用PCが設置され、金沢大学水工研究室PCから操作可能となっており、外付けハードディスクの交換・回収作業を除けば、本観測システムはほぼメンテナンスフリーであり、ネットワークカメラを活用した画像観測システムを構築した[図-2]。

簡易空撮気球は、内灘海岸の観測に用いた。気球は折り畳み可能であり乗用車座席シートに積むことができる。また、カメラが搭載され、ラジコン操作により海浜撮影が可能である。検証の結果、海浜観測において機器の固定設置を必要とせず、機動性に優れた簡易空撮気球を用いた画像観測システムの構築が可能であることを示した。

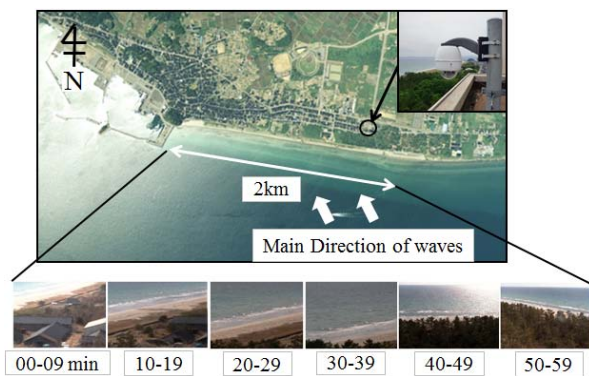


図-1 撮影域の概要

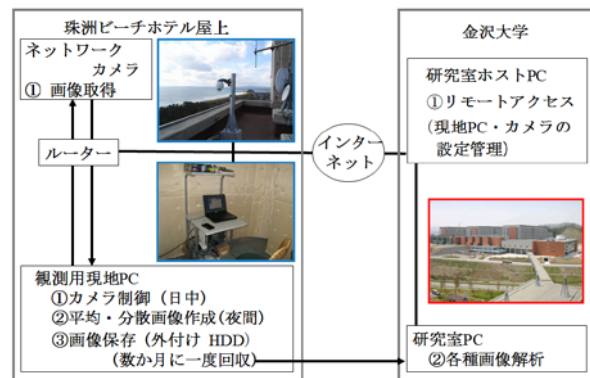


図-2 観測システムの概要

4. 解析の手法

第4章では、画像処理手順の概要とオルソ画像の作成について述べた。観測カメラにより撮影されたスナップ画像から時間平均画像を作成する。これはスナップ画像では特定困難である汀線の平均位置や海面下の沿岸砂州の位置を、画像を時間平均することにより可能とするためである。また、カメラ画像[図-3]では歪みがあり、これを用いて海浜地形変化の定量化はできない。そこで、カメラ画像を射影変換し歪みを取り除いたオルソ画像[図-4]により画像解析を行った。図中の番号は、それぞれ同じR.P.であることを示す。

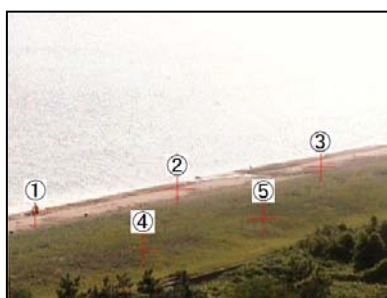


図-3 カメラ画像

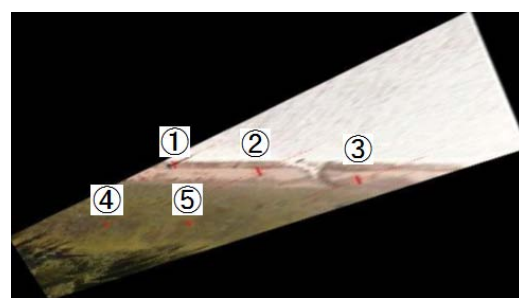


図-4 オルソ画像

5. 鉢ヶ崎海岸への適用

第5章ではまず、鉢ヶ崎海岸カメラ設置地点正面から東側の5区間におけるオルソ画像作成時のリファレンスポイント(R.P.)に関する座標変換精度を検証した。その結果、観測カメラのR.P.平均距離とR.P.の位置推定誤差(自乗平均平方根RMS)の割合は0.24%~0.11%となり、十分な座標変換精度を有することが確認された[図-5]。また、鉢ヶ崎海岸における実際の汀線位置に関して現地測量と画像解析結果の比較検討を行った結果、汀線位置岸沖方向の平均誤差は0.13 m, RMS 誤差は0.56 mとなり、ネットワークカメラによる汀線地形の定量化手法は実用的に十分な精度を有することが確認された[図-6]。

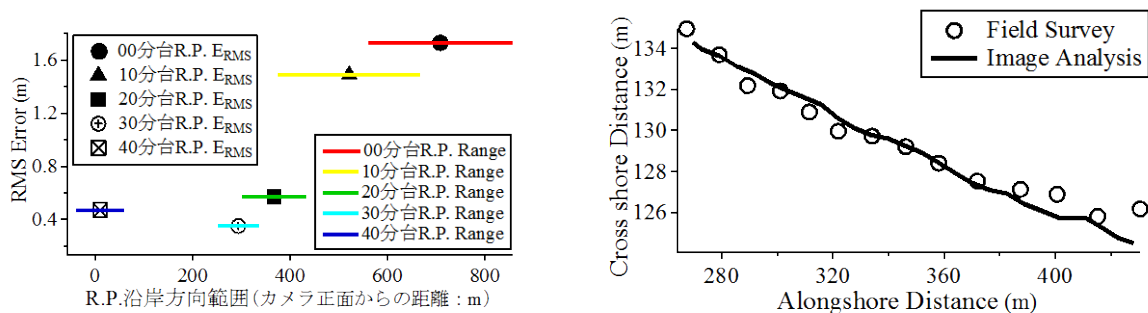


図-5 座標変換時の位置推定誤差の評価 図-6 測量と画像解析による汀線位置の比較

次に、オルソ画像から視認によりカスプの抽出を行い、メガカスプの振幅・波長と有義波高・有義周期との相関、および沿岸砂州とカスプホーンの関連について考察した。その結果、有義波高が低下し、有義周期が長くなるとカスプが成長し、有義波高および有義周期が小さくなるとカスプが縮小した。また、沿岸砂州が汀線側に近づいている位置にカスプのホーンが発達していることも確認された。デジタイザーの援用によりメガカスプの発生・成長・消失を解析し[図-7]、汀線変動強度・カスプ振幅と波高および入射波周期の相関を求めた。その結果、有義波高が低下あるいは有義周期が短くなるとカスプ振幅は増大し[図-8]、有義波高が上昇あるいは有義周期が長くなるとカスプ振幅は縮小する傾向が観察された[図-9]。さらに、入射波周期とカスプ波長の相関を鉢ヶ崎海岸における観測結果と従来の研究結果と比較した結果、ほぼ既往の報告に従う形となった[図-10]。

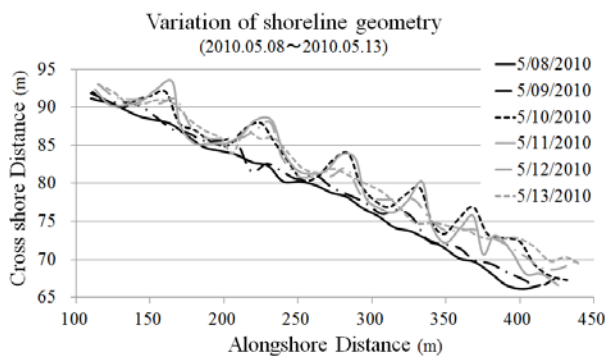


図-7 メガカスプの発達観察例

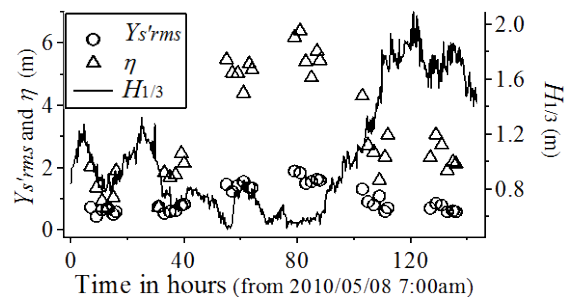


図-8 波高と汀線変動強度
・カスプ振幅の相関

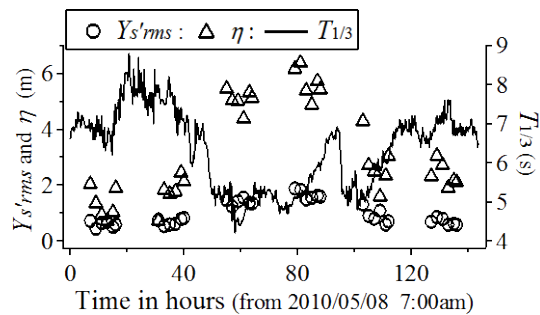


図-9 周期と汀線変動強度
・カusp振幅の相関

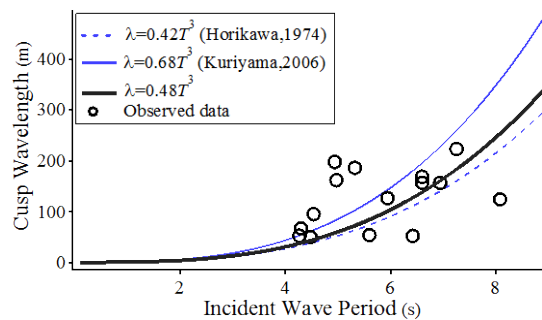


図-10 入射波周期とカusp波長の相関

また、タイムスタック画像により沿岸砂州の移動や汀線に対する傾き、汀線との距離、汀線移動の画像解析を行い、解析例として、汀線移動速度=0.25 m/day を得た。

6. 画像解析による汀線位置推定法

第6章では、画像解析プログラムによる汀線位置推定法について検討した。まず、視認による汀線位置画素1点のRGB値および輝度値を基準として海浜全体の汀線位置を推定する方法について検討した結果、おおむね良好な結果を得た。解析例を[図-11]に示す。また、視認による任意の汀線位置画素を始点として、沿岸方向に輝度値変化の変曲点を探索する方法を検討した結果、良好な結果を得られ、画素輝度値の微分演算を用いた汀線位置推定法を構築した。解析例を[図-12]に示す。また、解析例[図-12]を用いて汀線形状を解析した結果、カuspの振幅 $\eta=6.4$ m、波長 $L=54.0$ m を得た。

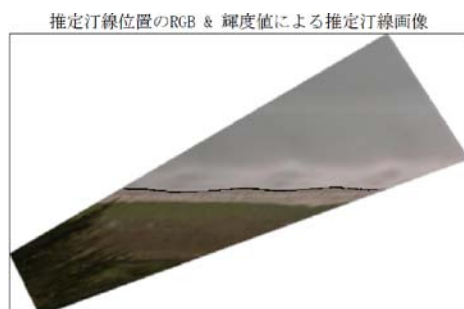


図-11 RGB値・輝度値による
推定汀線 (2010.05.12.16:20)

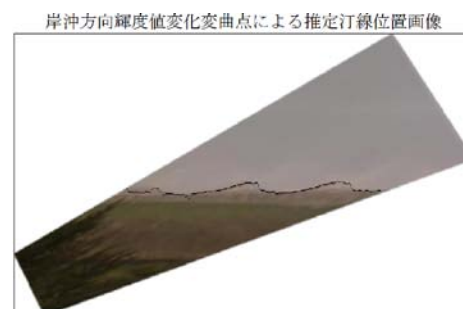


図-12 輝度値変曲点による
推定汀線(2010.05.11.09:20)

7. 内灘海岸への適用

第7章では、機器の固定設置を必要としない、機動性に優れた画像観測システムの構築を指向し、簡易空撮気球による沿岸域画像解析を石川県河北郡内灘海岸で実施した。その結果、汀線近傍で高解像度の画像取得が可能であることを確認し、本研究で構築した地形定量化手法を活用した画像解析および汀線位置推定法が適用可能であることを示した。

学位論文審査結果の要旨

提出学位論文に対して各審査委員が個別に審査を行った後、第1回論文審査委員会を開催し、審査方針を決定するとともに、論文内容の検討を行った。さらに、平成25年7月31日に実施された口頭発表の後に、第2回論文審査委員会を開催し、慎重に審議した結果、以下のように判定した。

本研究は、沿岸地形変化の長期かつ高頻度モニタリングの実現に向けて、ネットワークカメラを活用した画像観測システムの構築と適用を試みたものである。本研究で構築されたシステムは、近年発展の著しいIT技術を有効活用することで、低コストで広域の連続モニタリングを実施可能としている。本システムは基本的にメンテナンスフリーであり、他地域への適用性にも優れている。現地測量との比較から、観測結果は定性的・定量的に十分な精度を有することも本研究により検証されている。合わせて、本システムの適用結果も、汀線近傍におけるメガカस्प地形の形成・発達・消失といった地形変動サイクルや沿岸砂州の移動・変形と外力変動の関係等について有用な知見を与えている。また、画像解析に基づく汀線位置の推定法の構築についても、天候や波浪の多様な状況に対応可能でかつ簡易な半自動的推定法を考案しており、精度と解析時間のバランスの点で評価できる。以上の研究成果は、今後の画像観測手法の高度化・汎用化や沿岸域管理の効果的進展に資する学術的・実務的知見を与えるものであり、その工学的価値も高い。以上のことから、本審査委員会は本論文が博士（工学）に値すると判断した。