

CHARACTERISTICS OF MORPHOLOGICAL SYSTEMS ON THE NORTHERN KAETSU COAST, ISHIKAWA, JAPAN

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/2297/42291

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



学 位 論 文 要 旨

北部加越海岸における海浜地形変動に関する研究

CHARACTERISTICS OF MORPHOLOGICAL SYSTEMS ON THE NORTHERN KAETSU
COAST, ISHIKAWA, JAPAN

環 境 科 学 専 攻 環境創成講座

氏 名 松山 正 之

主任指導教員氏名 由比 政 年

学位論文要旨

The characteristics of morphological variation on the northern Kaetsu Coast, Ishikawa, Japan, have been investigated using a set of field surveys collected over 13 years and aerial photographs during 1947 to 2010 for an alongshore stretch of approximately 32 km. Spatial and temporal variation of cross-shore profiles, shoreline location, and sediment volume has been examined for 12 survey lines. The alongshore variability on the study area was substantial. Significant retreat of shoreline was recognized on the middle and north part, while an accelerated accretion occurred on the south end near Kanazawa Port and the north end near Taki Port. The morphological system on the study area, especially on the north and middle areas, is characterized by the presence of cyclic cross-shore migration of sandbars with approximately 4 to 6 years return period. The direction of systematic inter-annual migration is net offshore. The migration features indicate substantial alongshore variability. On the north part the behavior of bar system is quasi two-dimensional. On the middle to south area several three-dimensional configuration and deformation such as bar switching and bifurcation are observed. In addition, the influence of the backshore morphology and the wave run-up on the habitat of coastal tiger beetle has been investigated. It is shown that the beach slope and wave run-up induced by summer typhoons and winter monsoons have significant impact on the larvae of coastal tiger beetles.

1. 研究の背景と目的

石川県北部加越海岸およびその周辺においては、手取川流域開発や金沢港建設に代表される広域流砂系内の人為的改変が直接的・間接的に影響し、海浜地形にも大きな変動が生じている。たとえば、領域南部の内灘海岸南端部では、金沢港建設以降、急速な堆積が局所的に進行している。一方、中央部から北部領域にかけては、汀線後退が進行し、安定な浜幅を確保することが困難な地域も点在する。長期的に健全な形で海浜の維持管理を継続するためにも、現時点での海浜地形の基本変動特性を把握することが必要である。また、陸域と海域の接点である前浜・後浜領域では、海岸侵食・堆砂の地形変動や波浪・潮汐・海岸流等の海象変動、漂着ゴミ等が海岸物理環境に大きな影響を与えている。こうした環境の変化が、そこに生息する小型生物に及ぼすインパクトを解明していくことは生態学と海浜地形学の融合的観点から重要な課題となる。

多岐にわたり複雑な様相を呈する地形変動の中でも、北部加越海岸に発達する大規模な多段砂州は、その組織的移動により外浜の地形変動を特徴づけることに加え、自然の防波堤として、前浜の広大な砂浜を維持する上でも重要な役割を担っている。

このため、当該地域における海浜地形変動の基幹要素として、沿岸砂州の時空間変動特性を解明することはきわめて重要となる。一方、北部加越海岸に隣接する、柴垣・甘田海岸において、環境省レッドリスト絶滅危惧Ⅰ類指定昆虫の1つであるイカリモンハンミョウの生息数が過去20年間で激減し、生息域も柴垣海岸に限定される形で大幅に縮小したことが報告されている。推定される多様な減少要因の中でも後浜地形の変動や波浪遡上がイカリモンハンミョウ幼虫の生息に及ぼす影響は多大であると考えられている。

こうした背景を踏まえ、本研究では、以下の3点を目的として各種の検討を行った。①北部加越海岸における汀線および土砂量の時間変動特性と沿岸方向変動を把握すること、②多段砂州システムの周期移動とその沿岸方向変動特性を明らかにすること、③柴垣・甘田海岸に生息するイカリモンハンミョウの生態環境と海浜地形および海象変動との関係を検討し、個体数減少の原因究明に資する知見を得ること。

2. 対象領域の概要

北部加越海岸は、金沢港から能登半島付け根の滝崎までの延長約32kmの海岸であり（図-1）、その大半は背後に砂丘を有する砂浜海岸となっている。海底断面地形と底質粒度分布の対応を見ると、領域北部では砂州が3段に発達し、底質粒度は0.15～0.17mm、南部では砂州が2段配置となり底質粒度は0.20～0.60mmとなっている。すなわち、北部加越海岸では、南部ほど粒径が粗く、北部へ向かうほど細かい。

柴垣・甘田海岸は、能登半島滝崎の北側に位置し、北部加越海岸に隣接する延長約2.5kmの砂浜海岸である（図-2）。柴垣・甘田海岸における底質粒度は0.18mm程度であり、柴垣海岸の方が、粒度組成がより均一となっている。

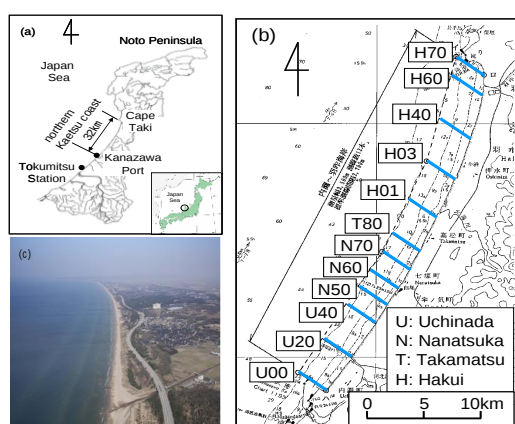


図-1 北部加越海岸



図-2 柴垣・甘田海岸

3. 解析手法

北部加越海岸における地形変動解析においては、過去60年以上に渡る航空写真（石川県土木部提供）と、過去13年間の深浅測量データ（国土交通省金沢河川国道事務所提供）を用いた。まず、航空写真を基に、金沢港東防波堤から滝崎までの汀線および多段砂州の位置を抽出し、汀線の前進・後退や砂州平面形状・規模・段数等に

ついて定性的・定量的検討を行った。続いて、深浅測量データを基に、図-1 に示す 12 測線を対象に断面地形変動解析を行い、地形変化の特徴を明らかにするとともに、その沿岸方向変化の解明を行った。解析にあたっては、砂州移動特性の違いにより、対象領域を北・中央・南の 3 領域に分けて、海底地形変動、最高・最低・平均地盤高、変動の標準偏差、地盤高変化率を比較検討した。また、砂州頂部およびトラフの岸沖位置や地盤高、比高（図-3）の変遷についても解析を行い、定性的・定量的特徴を比較検討した。併せて、経験的固有関数（EOF）法に依り、海浜変形の主要モードを抽出し、その特性の解析を行った。

柴垣・甘田海岸においては、GNSS（Global Navigation Satellite System）および 3D レーザースキャナーを併用して後浜の断面・平面地形測量を行い、断面地形の基本特性とその変動を解析した。また、両海岸における地形特性の相違とイカリモンハンミョウ幼虫の営巣空間分布との比較を行うことで、地形変動と生態環境の関係を検討した。また、過去 10 年間に於ける波浪の全遡上高を潮位、平均水位上昇および遡上の組み合わせにより経験的に推定し、イカリモンハンミョウ生息数の時間変化と比較することで、暴浪イベントが及ぼす影響について検討した。この時、波浪観測データとして、全国港湾海洋波浪情報網（ナウファス）により提供される金沢港の波浪データを用いた。

4. 汀線および土砂量の時間変動特性と沿岸方向変動

北部加越海岸の海浜変動特性解明の一環として、深浅測量データ・航空写真を基にして、平均断面形状、長期変動トレンド、汀線・等深線位置、海浜土砂量の変化、および、沿岸砂州に代表される地形変動の沿岸方向変化に着目して基本変動特性の解析を行った。その主要な解析結果は以下のようにまとめられる。

- (1) 対象領域の南側では汀線が回転する形で変動しており、金沢港隣接地域で局所的な前進、その北側では顕著な汀線後退が確認された。合わせて、対象領域の北部（羽咋地区）においても加速的な汀線後退が見られた（図-4）。
- (2) 海浜土砂量変化の分布は全体に汀線位置変化と対応するが、領域北側にかけては、汀線が後退しているにもかかわらず、土砂量は微増・安定傾向を示すなど、汀線近傍と沖側で地盤高変動の傾向に相違が見られた（図-4）。
- (3) 平均地盤高における断面勾配は北側で 1/180、南側で 1/80 と 2 倍程度急峻になる。等深線位置については、水深 4m までは沿岸方向におよそ一様であるが、水深 6～7m の等深線では沿岸方向変動が明確に現れる（図-5(a)）。
- (4) 地盤高変動幅は、南側で離岸距離 200～400m 付近、中央から北側では 300～600m 付近で、3～4m 程度に達している。これは、活発な砂州移動が見られる領域と対応しており、北側ほど砂州の移動範囲が広いことを示している（図-5(b)）。地盤高変化率については、北部領域で特徴的な変化が確認され、汀線近傍で侵食、沖側で堆積という傾向が見られた（図-5(c)）。沖側の堆積は、微小ではあるが 10 年以上のトレンドとして継続的に現れており、今後も継続的な検討が必要である。

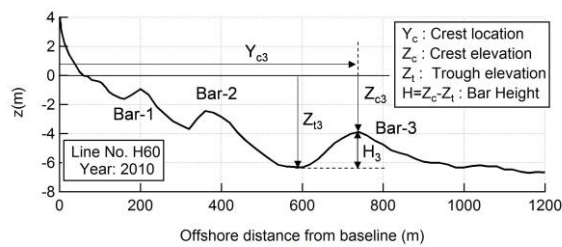


図-3 砂州諸元の定義

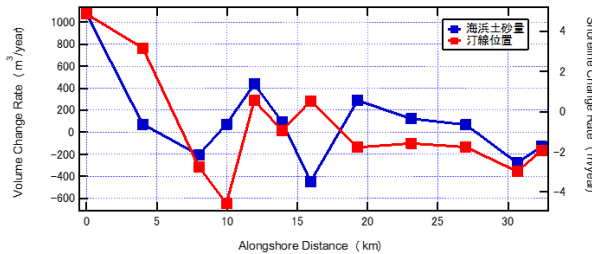
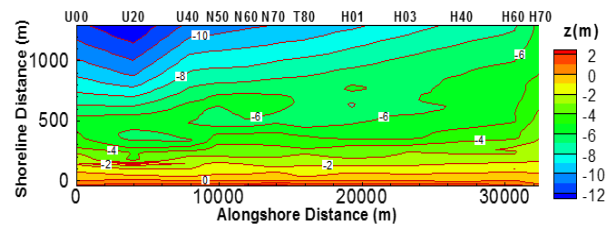
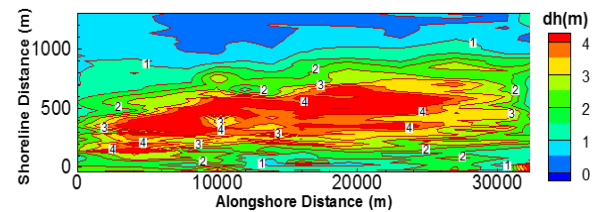


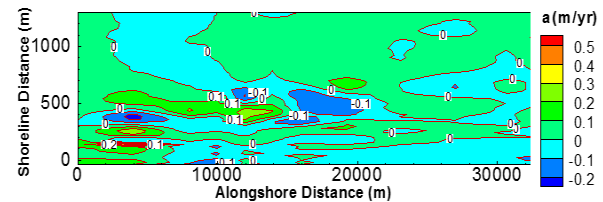
図-4 汀線・土砂量変化速度比較



(a) 平均地盤高



(b) 地盤高変動幅



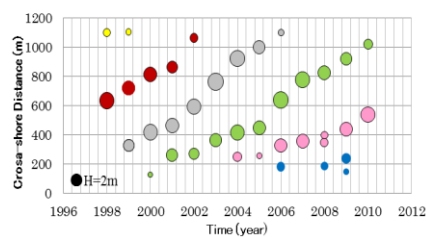
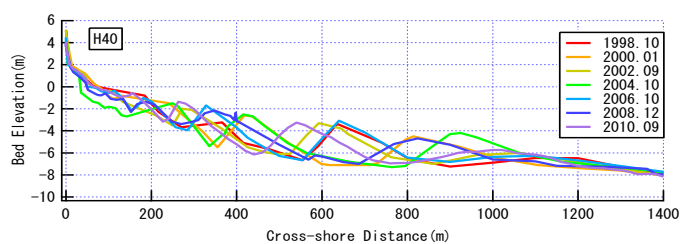
(c) 地盤高変化率

図-5 海浜地形変動

5. 砂州の周期移動特性とその沿岸方向変動

北部加越海岸における沿岸砂州の周期変動特性とその沿岸方向変動特性解明の一環として、深浅測量データと航空写真を基にして、砂州の平面形状・発達規模、移動速度・沿岸方向の変動特性の解析を行った。そして、対象領域の砂州移動形態とオランダ・ニュージーランド・米国など世界各地で報告されている NOM 移動形態と比較検討を行った。その主要な解析結果は以下のようにまとめられる。

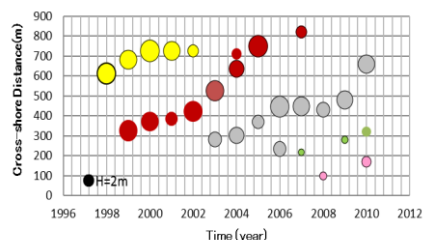
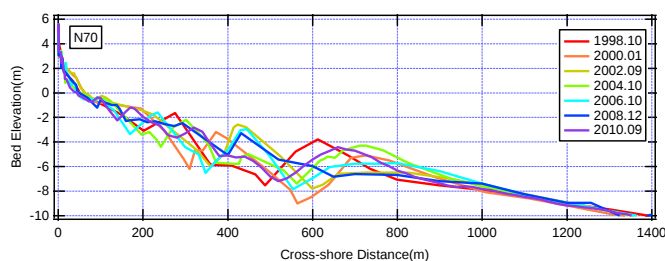
- (1) 北部領域では、沿岸砂州が 3～4 段に発達する。周期的冲向き移動が 4～5 年前後で繰り返され、岸沖存在範囲が 1000m 程度に達する (図-6)。中央部領域では沿岸砂州が 2～3 段に発達し、周期的冲向き移動が 5～6 年前後で繰り返される。岸沖存在範囲は 700m 程度である (図-7)。南部領域では沿岸砂州が 2 段に発達する。周期的冲向き移動は不明瞭であり、岸沖存在範囲は 600m 程度に限定される (図-8)。
- (2) 北部領域の砂州は、周期移動が組織的かつ 2 次元的となる傾向を示した (図-9)。砂州の周期移動に関する再現周期は領域により異なるが、中央部領域では再現周期が長くなる傾向にある (図-7(b))。
- (3) 国内外諸地域における観測例との比較では、形成・移動・消失のサイクル構成は既往の報告と一致するが、海底勾配が緩やかで砂州の移動距離が長くなる北部領域で再現周期が短くなる点で既往報告と異なる結果となった。
- (4) 砂州峯の岸沖方向の砂州間隔は沖側ほど広くなる。岸から 2 番目に位置する砂州峯の離岸距離 (Y_{c2}) は、最も岸寄りの砂州峯の値 (Y_{c1}) と比較して約 2 倍となっている。2, 3 段目の砂州についても同様である (図-10)。



(a) 断面地形の経年変化

(b) 砂州峯位置および比高の変化

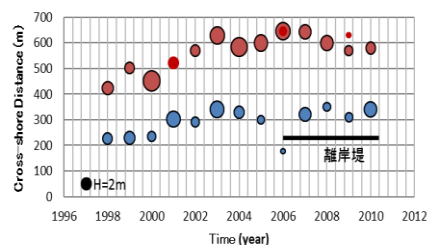
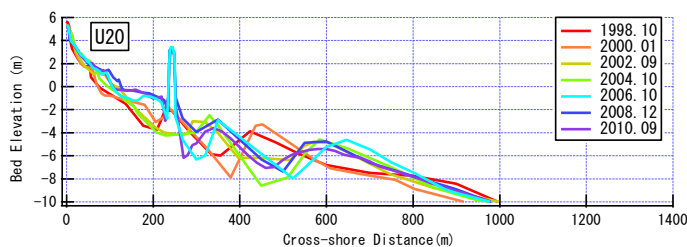
図-6 北部領域における砂州移動例 (測線 H40)



(a) 断面地形の経年変化

(b) 砂州峯位置および比高の変化

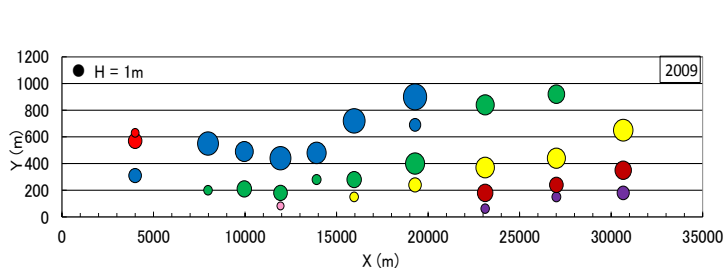
図-7 中央部領域における砂州移動例 (測線 N70)



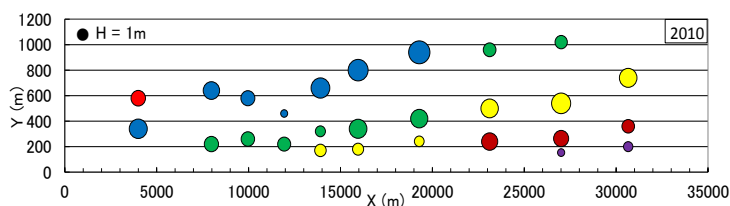
(a) 断面地形の経年変化

(b) 砂州峯位置および比高の変化

図-8 南部領域における砂州移動例 (測線 U20)

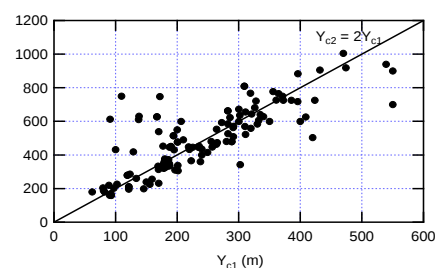


(a) 2009 年

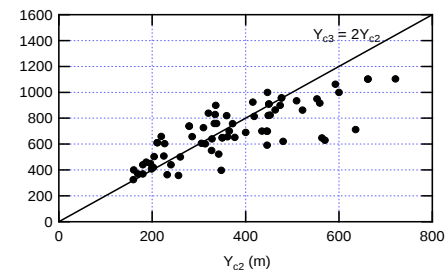


(b) 2010 年

図-9 砂州平面配置の変遷例



(a) 1 段目, 2 段目砂州



(b) 2 段目, 3 段目砂州

図-10 砂州峯の岸沖位置

6. 海象・後浜地形変動とイカリモンハンミョウの生態環境の関係

柴垣・甘田海岸におけるイカリモンハンミョウの生息に大きな影響を及ぼす海岸地形変動、波浪遡上、および、漂流堆積物について調査・検討を行った。

- (1) 甘田海岸は平均 7.8%と急峻で平坦地形が少ない。2013 年夏季から秋季にかけての観測期間中における断面地形変動は大きく、侵食傾向にあることが確認された。これに対し、柴垣海岸は平均 2.5%と緩やかで平坦地形が広く分布する(図-11)。断面地形の変動幅も小さく、観測期間中は堆積傾向が見られた。甘田海岸の後浜勾配が近年急峻な勾配へと変化し、その変動も強くなったことで、幼虫営巣に適する砂浜の範囲が狭小となり、甘田地域でのイカリモンハンミョウの個体数減少へとつながったものと考えられる。
- (2) 柴垣海岸の漂流物分布域は幼虫営巣分布域にオーバーラップする状況である(図-12)。甘田海岸の漂流物分布域は幼虫(ただし異種のハラビロハンミョウ)分布域の近くまで広がっているが、幼虫営巣分布域とのオーバーラップは比較的小さいことが確認された。
- (3) 本種の生息は、波浪遡上と営巣適地の微妙なバランスの中に成りたっていることが推定される。特に、2004 年夏季および 2005 年の暴浪時には、幼虫の営巣地を越える形で波浪遡上が繰り返され(図-13)、2004 年、2005 年に孵化した幼虫(2006 年、2007 年に成虫になる)にとっては生息にきわめて厳しい条件がもたらされた。これらのイベントが、急激な個体数減少をもたらした大きな要因の 1 つと推定される。

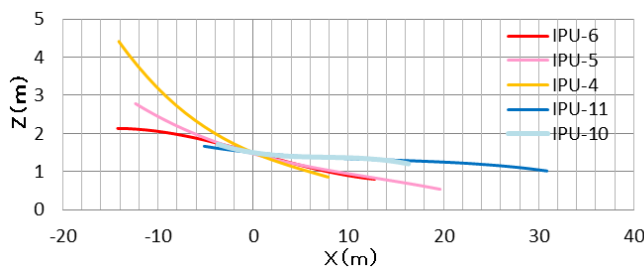


図-11 両海岸の平均断面比較

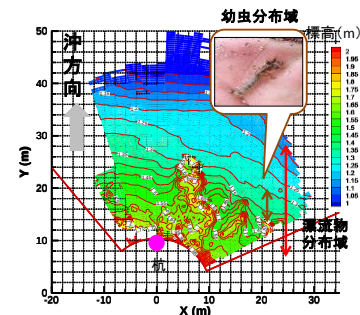


図-12 平面地形の観測例

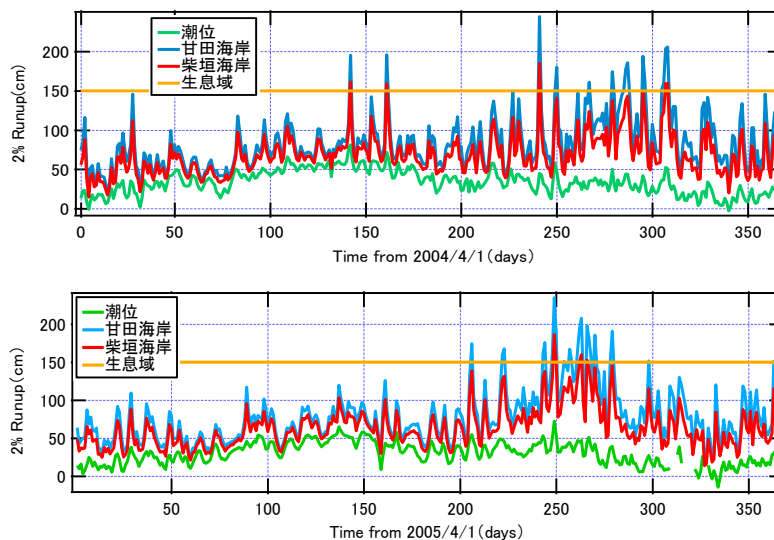


図-13 波浪遡上高の推定例

学位論文審査報告書（甲）

1. 学位論文題目（外国語の場合は和訳を付けること。）

..... 北部加越海岸における海浜地形変動に関する研究

2. 論文提出者 (1) 所 属 環境科学 専攻

(2) 氏 名 まつやま まさゆき
松山 正之

3. 審査結果の要旨（600～650 字）

..... 本学位申請論文に対して審査員全員で面接および試問を行うとともに、論文の内容を検討し、第 1 回審査委員会にて審査方針を決定した。さらに、平成 27 年 1 月 30 日に行われた口頭発表後に第 2 回審査委員会を開催し、協議の結果、以下のように判定した。

..... 本研究は、石川県北部加越海岸における海浜地形変動の特性とその影響について、現地観測結果に基づく解析を実施したものである。本研究では、当該領域における汀線位置、地盤高変動、さらには、海浜土砂量や多段砂州の組織的移動特性の沿岸方向変化に着目して、多角的な検討を実施し、汀線及び海浜土砂量変動の大局的傾向と両者の相関、沿岸方向位置及び基本海底勾配の違いによる砂州形成・発達・消失特性の変化などを定性的・定量的に明らかにしている。また、多段砂州の平面的な位置・形状変化を解析し、対象領域の中央部においては沿岸砂州の世代交代位相が北側と比較して遅れること、その結果、砂州の分断や再接続の発現が推定されることを新たに示した。さらに、海浜性昆虫で絶滅危惧種であるイカリモンハンミョウの幼虫生態に着目し、後浜の地形変動観測および波浪遡上特性の追算を通じて、その生息分布の時空間変動の要因について有用な知見を提示している。以上の研究成果は、北部加越海岸における海浜地形変動特性の解明や保全対策の立案に資する重要な学術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。

4. 審査結果 (1) 判 定（いずれかに○印） 合 格 ・ 不合格

(2) 授与学位 博 士（ 工 学 ）