

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：10101

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K19854

研究課題名（和文）見逃されてきた陸海相互作用：海岸地すべりが沿岸生態系に与える影響の定量的評価

研究課題名（英文）Overlooked process of land-ocean interactions: Quantitative evaluation on the impact of coastal landslide on marine ecosystems

研究代表者

仲岡 雅裕（Nakaoka, Masahiro）

北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・教授

研究者番号：90260520

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、北海道東部沿岸域を対象に、海岸地すべりによる土砂供給が沿岸生態系に与える影響の評価を行った。海岸地すべりの連続観測の結果、多重要因の同時進行に伴う土砂生産・流出の時空間動態の複雑性が明らかになった。また、沿岸海洋生態系における広域かつ連続的な観測の結果、従来の研究で指摘されている河川を通じた水質変化による濁度の増加よりも、強風による海水の混合に加え、波浪による小規模な地すべりが土砂を海表面へ輸送することにより、漂流生態系の特に低次生態系へ影響する可能性が示唆された。さらに、藻場の連続観測および分布推定の結果、海岸地すべりは藻場分布や構成種の生活史まで影響を与えることが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の結果、海洋学的・地質学的プロセスが、海洋生態系や生物多様性の変動に大きな影響を与えることが判明した。このことは、気候変動による極端環境現象が今後多発することが予想される中で、防災と生態系・生物多様性保全という社会的なニーズの高い課題を統合的に扱うことの重要性を示すものである。今後、生態学分野と地質学分野の異分野協働研究による新たな学問領域の創設が期待される。

研究成果の概要（英文）：This study examines the impact of sediment supply by coastal landslides on coastal ecosystems in eastern Hokkaido. Continuous observations of coastal landslides revealed the complexity of spatiotemporal dynamics of sediment production and runoff due to concurrent multiple factors. Furthermore, broad and continuous observations in the coastal marine ecosystem suggested that small-scale landslides induced by wind and waves transport sediment to the sea surface, impacting particularly lower trophic levels of planktonic ecosystems. Continuous observations of seagrass/seaweed beds and species distribution modeling revealed that coastal landslides affect not only the distribution but also the life history of constituent species.

研究分野：海洋生態学

キーワード：陸海相互作用 海岸地すべり 沿岸生態系 土砂流入 漂流生態系 藻場

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

陸上生態系が海洋生態系に与える影響に関する従来の研究では、河川を通じた水質変化や物質供給の効果が着目される一方、海岸斜面における地すべりや崩壊が土砂の直接的供給を通じて海洋に与える影響については、海外において多少あるものの(Shaffer & Parks 1994, Konar & Roberts, 1996)、いずれも特定の地すべりの影響を報告したもので、組織的な研究は行われてこなかった。一方、近年の気候変動に伴う集中豪雨の頻発や、波浪攪乱の増加に伴い、海岸地すべりが頻発するようになり、それに伴う沿岸海水の濁度の増加などを通じた影響が懸念されるようになった。そこで、海岸地すべりが広域かつ頻繁に生じている地域では、海岸地すべりが沿岸生態系に与える影響は広域かつ長期にわたる可能性が高いことを検証するため、海岸地すべりの頻発地域である北海道東部厚岸湾を対象地とした研究を計画した。

### 2. 研究の目的

北海道東部沿岸域を対象に、海岸地すべりによる土砂供給が沿岸生態系に与える影響の評価を行う。この目的を達成するため、広域スケールでの沿岸生態系の定期調査、地すべり発生後の生態系の変化の集中的な観測、地すべり調査定点における連続的な観測を行い、これらの結果を統合した検証を行う。本研究で展開する生態学分野と地質学分野の異分野協働研究は、防災と生態系・生物多様性保全という社会的なニーズの高い課題を統合的に扱うことを通じて、新たな学問分野の創設につながることを期待される。

### 3. 研究の方法

#### (1) 海岸地すべりの連続観測および形成機構の解明

調査対象地の沿岸域では、脆弱な地質によって、侵食や崩壊、地すべりなどが多発し、毎年のように汀線が後退し、膨大な土砂が海域に流出していると考えられる。陸域から海域への土砂供給形態は侵食や地すべりなど場所によって多様性を示し、その誘因もスレーキング(乾湿)や凍結・融解、強風、地表流、波浪など多岐に渡ると見られる。そこで、土砂生産の形態が地すべりと侵食がメインのテストサイトを設定し、土砂生産の生産時期や生産量などを定量的に把握することを目的とする観測を実施した。

侵食の形態をとる斜面においては、超音波積雪深計をチューニングし侵食計として開発した。この侵食計を斜面前方から斜面を照射できるように単管で不動点にアンカーを取りながら設置した(図1)。

地すべり性の運動を示す複数の斜面においては、地すべりの変位量を測定する伸縮計を設置した。従来の伸縮計では、長距離(> 1 m)または高速度の地すべりの移動を計測することが困難であったが、本研究では 10 m までの変位が記録できる伸縮計を開発し、時間分解能 0.02 秒で集録することによって地すべりの多様かつ大きな変位の計測を可能にした(大澤ほか、2024)。また、斜面の変位がどのようなタイミングやメカニズムで生じるかを把握するため、雨量計や地震計、傾斜計を設置した。

伸縮計や雨量計などの観測は 2021 年 8 月から、侵食計の観測は 2022 年 6 月から開始し、研究期間終了時まで連続で実施された。



図 1: 開発した侵食計の設置状況

#### (2) 海岸地すべり地域周辺の漂泳生態系の動態

海岸地すべりによる広域スケールでの沿岸生態系への影響を評価するために、係留系設置による高頻度定点観測を実施した。海岸地すべり研究サイトから、東に位置する厚岸湾の中央の観測点(AB8')で観測を行った。係留系にはワイパー式メモリー水温塩分計(INFINITY-CTW、JFE アドバンテック)とワイパー式メモリークロロフィル濁度計(INFINITY-CLW、JFE アドバンテック)を海表面から 1.5 m の深度に設置し、高濁度水塊の時系列変化を 10 分毎に観測した。降雨による淡水流入、風による混合流入も評価するために、太田に設置されているアメダスより毎時の降水量および風速を取得した。

#### (3) 海岸地すべりが底生生態系に与える影響の評価

##### 3-1) 海岸地すべり地域の藻場植生の広域解析

厚岸湾において特に地すべりが頻発している 3 海域(愛冠、アイニンカップ、仙鳳趾)において、ドローン(DJI, Mavic2)を用いた海岸地形および沿岸域の広域撮影を行った。愛冠において、2022 年 3 月~2023 年 3 月までに計 17 回の撮影を行い、季節変動も含めた海岸崖および藻

場の変化を追跡した。一方、アイニカップでは2023年に2回撮影を行うとともに、事業開始前の2019年7月と2021年6月に撮影された画像との比較を行った。仙鳳趾では2022年5月、7月、2023年11月に撮影された画像を利用した。

藻場の分布面積はドローン画像より目視により行った。ただし、撮影した日の海域の透明度により特に藻場の深い部分の判別に大きな誤差が生じることが判明した。これを補うため、2023年に水中カメラによる藻場の有無の判別を行い、水深、海底の斜度および水中の光減衰率の広域空間情報を用いて藻場の分布推定を行った。分布推定は愛冠、アイニカップを含む厚岸湾東部海域を対象として、解像度は400 m<sup>2</sup> (20m x 20m グリッド) で、Maxent を用いて行った。対象海域の海岸線を7区画に分割し、それぞれの区画にて地すべり地帯の割合を求め、その割合と推定された藻場面積 (海岸線当たり) の関係を解析した。

### 3-2) 海岸地すべりが海草の分布および形質に与える影響評価

調査地の1つである厚岸湾東部のアイニカップエリアにおいては、2020年冬から2021年春の間に大規模な海岸地すべりが発生し、これまで岩礁海岸であった潮間帯に広く堆積物海岸に変化した。これにより、海岸地すべりが海草類の分布および形質に与える影響を評価する貴重な機会を得た。そこで、地すべり前後に撮影されたドローン画像を比較により植生変化を明らかにするとともに、オオアマモの繁茂期かつ繁殖期である2021年6~8月と2023年6~8月に、主要形質である株密度、繁殖率 (生殖株の割合)、繁殖形質 (成熟段階) を進出した植生と地すべりの影響を受けていない植生部分で比較することにより評価した。

## 4. 研究成果

### (1) 海岸地すべりの連続観測および形成機構の解明

地すべり地形を呈しておらず侵食が卓越する斜面においては、年間400 mmから600 mm程度の侵食が観測された (図2)。侵食は主に冬季に卓越し、夏季は小康状態となる一方、まとまった土砂の崩落によって侵食が進む場合があることが示唆された。さらに2022年、2023年において侵食量が異なり、気象や海象、さらに地質条件が侵食量に影響を及ぼしている可能性が指摘された。砕波によるCa、K類の飛散と斜面への吸着 (補強効果)、降雨による溶脱など化学的な作用も含め、今後の検討課題である。

2021年11月より滑動を始めた地すべりは、主に降雨イベントによって地すべりの運動が開始することが分かった。変位を開始した地すべりは主要な降雨イベントごとに変位や傾斜変化を伴い、土砂が汀線を超えて海域に押し出された。土砂の生産量は降水量だけでなく場所や時期によっても大きく変化し、冬季における土壌間隙水の凍結・融解、および沖合から波浪による侵食攪乱も地すべりの運動に影響を与えていることが示唆された。なお、2022年7月のイベントにおいては、本研究において開発された伸縮計および集録システムによって約4時間で約10 m変位する地すべりの運動を観測することに成功した。

以上の斜面の動態観測によって、多重要因の同時進行に伴う土砂生産・流出の時空間動態の複雑性が明らかになった。



図2: 斜面の侵食量の時間変化

### (2) 海岸地すべり地域周辺の漂泳生態系の動態

2022年6月1日から7月1日までの、厚岸湾中央に設置した係留系の濁度およびアメダスから得られた降水量と風速の結果を図3に示す。設置期間における厚岸湾の濁度は常に変化を繰り返しているが、降水に伴う濁度の増加と同調する様な変動は観測されなかった。一方、風速の増加と濁度は同調しており、特に強風の場合は濁度も顕著に増加する事が確認された。そのため、厚岸湾においては、従来の研究で指摘されている河川を通じた水質変化による濁度の増加よりも、強風による海水の混合に加え、波浪による小規模な地すべりが土砂を海表層へ輸送する事により濁度が高くなること、高濁度水の形成による透明度の低下が漂泳生態系の特に低次生態系へ影響する可能性が示唆された。



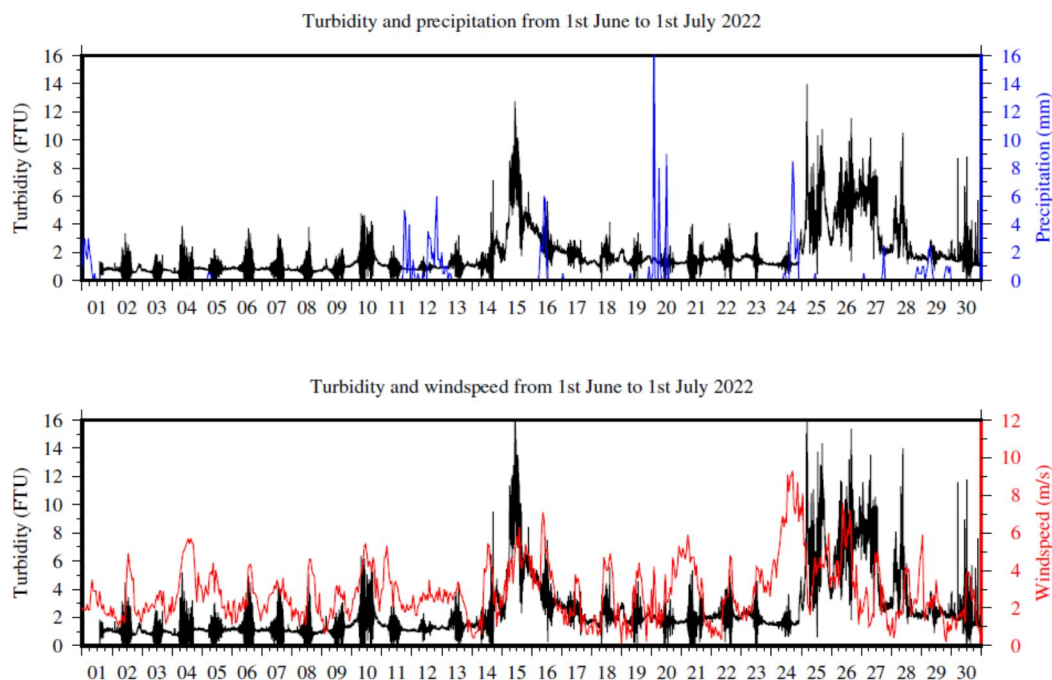


図3：2022年6月1日から7月1日に厚岸湾中央に設置した係留系から得られた（上図）濁度と太田アメダスから得られた降水量、および（下図）濁度と太田アメダスから得られた風速の時系列変化

### (3) 海岸地すべりが底生生態系に与える影響の評価

#### 3-1) 海岸地すべり地域の藻場植生の広域解析

厚岸湾に選定した3エリアでの解析の結果、地すべり地点の数や広さと、藻場の分布やその時間的変化の間には明確な関係性は検出されなかった。これは前述の通り、撮影日の海況により透明度が異なり、藻場の判別範囲が大きく影響を受けることに起因すると判断された。

種分布推定モデルを用いてドローンによる判別が難しい藻場の深い部分を含めた分布推定を行ったところ、藻場の面積は対象海域全体で12.8 km<sup>2</sup>と推定された（図4左）。なお、衛星画像より判別された当該海域の藻場面積は7.5 km<sup>2</sup>であり（環境省 2021）、空中からは見えない潮下帯の深い部分に藻場が広がっていることが明らかになった。区画別の海岸線当たりの藻場分布面積は、海岸地すべり地帯が多い区画ほど小さい傾向が認められたが（図4右）、有意な相関はなかった（ $t = -2.24$ ,  $p = 0.076$ ）。藻場面積に影響を与える要因には、地すべりに伴う透明度・光減衰率の変化の他に、水深や地形などが複雑に関与しているため、地すべりの影響を検出するためにはより広い地域での比較解析が必要である。

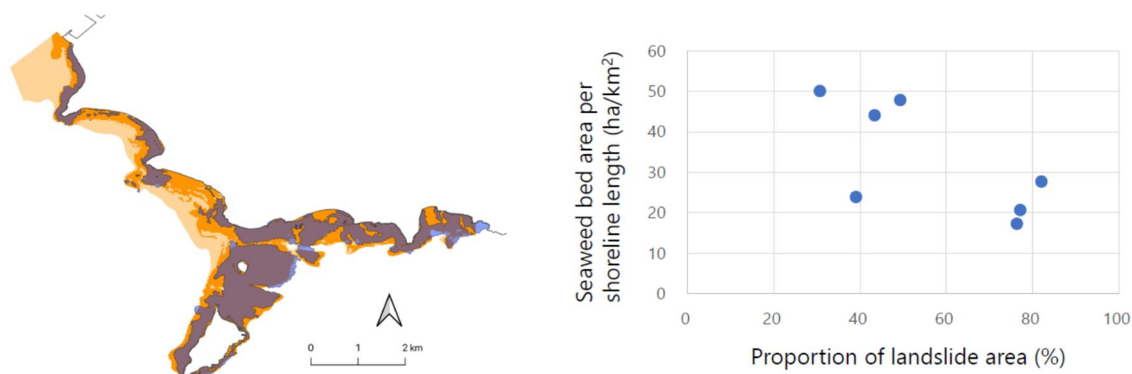


図4：（左）種分布推定モデルにより推定された厚岸湾東部沿岸の海藻藻場の分布。薄いオレンジは推定対象エリア、濃いオレンジは推定された藻場分布エリア、青色は衛星画像による藻場分布エリア（環境省 2021）、濃い紫色は両方法により分布が推定されたエリアを示す。（右）海岸線における海岸地すべりエリアの割合（横軸）と海岸線当たりの藻場面積の関係

#### 3-2) 海岸地すべりが海草の分布および形質に与える影響評価

2020-2021年に生じた地すべりにより岩礁潮間帯が堆積物で覆われたことにより、これまでスガモおよび海藻類から構成されていた植生が消失する一方、オオアマモの分布が拡大したことが確認された。しかし、2021年から2023年にかけて地すべりがさらに進行すると、拡大したオ

オオアマモ植生が消失したことも判明した。一方、地すべりから遠い地点では、藻場の分布に変化はなかった。

2021年に分布拡大したオオアマモのシュート密度と繁殖形質を、地すべりの影響を受けていない場所に生育するものと比較したところ、シュート密度は拡大したサイトは安定サイトの半分程度である一方、繁殖率は5倍以上高く、いずれも有意な差が検出された(図5)。また、成熟度については、拡大区で有意に遅い時期もあったが、全体では有意差はなかった。他の形質(葉長、葉幅、花序数、花序のサイズ)には2区間で有意差はなかった。

以上より、地すべりによる沿岸生態系の変化は、優占植物種の交代をもたらすものの、その影響は経時的に変化することが判明した。新たに拡大したオオアマモが高い繁殖率を示すのは、不安定な環境での生活史戦略として適していると考えられるが、その変化をもたらす至近的な機構の解明が今後必要である。

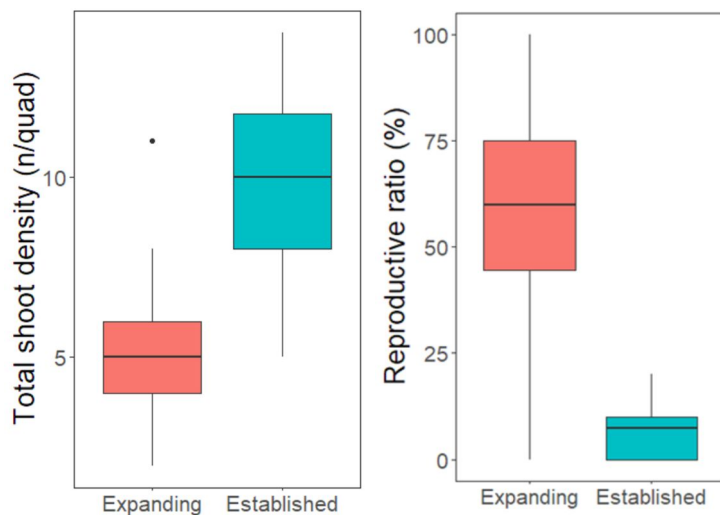


図5：海岸地すべりにより拡大したサイト(Expanding)と地すべりの影響を受けなかった安定したサイト(Established)におけるオオアマモのシュート密度と繁殖率の変異

#### <引用文献>

- 環境省(2021)藻場調査(2018~2020年度)。環境省自然環境局生物多様性センター <https://www.biodic.go.jp/moba/>
- Konar, B. and Roberts, C. (1996) Large Scale Landslide Effects on Two Exposed Rocky Subtidal Areas in California. *Botanica Marina* 39: 517-524. <https://doi.org/10.1515/botm.1996.39.1-6.517>
- 大澤光・土佐信一・松浦純生・柴崎達也・土井一生・岡本隆(2024)大変位高速地すべりのための高分解観測システムの開発とその観測事例。日本地すべり学会誌(印刷中)
- Shaffer, J. A. and Parks, D. S. (1994) Seasonal Variations in and Observations of Landslide Impacts on the Algal Composition of a Puget Sound Nearshore Kelp Forest. *Botanica Marina* 37: 315-324. <https://doi.org/10.1515/botm.1994.37.4.315>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Abe Hiroya, Ito Minako Abe, Ahn Hyojin, Nakaoka Masahiro	4. 巻 173
2. 論文標題 Eelgrass beds can mitigate local acidification and reduce oyster malformation risk in a subarctic lagoon, Japan: A three-dimensional ecosystem model study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Ocean Modelling	6. 最初と最後の頁 101992 ~ 101992
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ocemod.2022.101992	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ahn Hyojin, Ito Miho, Kouchi Naoko, Watanabe Kentaro, Abe Hiroya, Isada Tomonori, Nakaoka Masahiro	4. 巻 10
2. 論文標題 Spatial variation in diatom abundance and composition in Biwase Bay and Hamanaka Bay (Eastern Hokkaido, Japan), with reference to environmental features	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PeerJ	6. 最初と最後の頁 e13705 ~ e13705
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7717/peerj.13705	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Tahara Satoru, Sudo Kenji, Yamakita Takehisa, Nakaoka Masahiro	4. 巻 10
2. 論文標題 Species level mapping of a seagrass bed using an unmanned aerial vehicle and deep learning technique	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PeerJ	6. 最初と最後の頁 e14017 ~ e14017
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7717/peerj.14017	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Nakazumi Naoki, Inoue Takahiro, Nakaoka Masahiro, Fukuzawa Karibu, Shibata Hideaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Dissolved nitrogen concentration in river water and its impacts on downstream brackish-estuary lakes in the Bekanbeushi River and Lake Akkeshi catchment, northern Japan	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Research Square	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21203/rs.3.rs-2505220/v1	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Balch WM, Isada T, et al.	4. 巻 7
2. 論文標題 IOCCG (2022) Ocean Optics and Biogeochemistry Protocols for Satellite Ocean Colour Sensor Validation Volume 7.0. Aquatic Primary Productivity Field Protocols for Satellite Validation and Model Synthesis.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 (eds. Vandermeulen, R.A., Chaves, J. E.). Dartmouth, NS, Canada, International Ocean-Colour Coordinating Group (IOCCG), 201pp. (IOCCG Protocols Series, Volume 7.0).	6. 最初と最後の頁 1-201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.25607/OBP-1835	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Doi Issei, Matsuura Sumio, Osawa Hikaru, Shibasaki Tatsuya, Tosa Shinichi	4. 巻 81
2. 論文標題 Effects of slope instability on coseismic landslide susceptibility during earthquakes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Bulletin of Engineering Geology and the Environment	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10064-022-03015-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Isada Tomonori, Hooker Stanford B., Taniuchi Yukiko, Suzuki Koji	4. 巻 78
2. 論文標題 Evaluation of retrieving chlorophyll a concentration and colored dissolved organic matter absorption from satellite ocean color remote sensing in the coastal waters of Hokkaido, Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Oceanography	6. 最初と最後の頁 263 ~ 276
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10872-022-00633-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大澤光・土佐信一・松浦純生・柴崎達也・土井一生・岡本隆	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 大変位高速地すべりのための高分解観測システムの開発とその観測事例	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 日本地すべり学会誌	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 堀正和・須藤健二・島袋寛盛・仲岡雅裕	4. 巻 816
2. 論文標題 藻場のCO2 吸収量の算定に向けた海草・海藻類の分布面積推定	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 国立公園	6. 最初と最後の頁 16-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計15件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 土井一生・松浦純生・大澤光・岡本隆・柴崎達也・土佐信一
2. 発表標題 稠密地震観測から推定される地すべり内の地震波伝播の不均質性
3. 学会等名 日本地すべり学会第61回 (2022年度) 研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松浦純生・土井一生・大澤光・岡本隆・柴崎達也・土佐信一
2. 発表標題 地すべり変位時における帰還不能点の検出
3. 学会等名 日本地すべり学会第61回 (2022年度) 研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masahiro Nakaoka, Minako Abe Ito & Hiroya Abe
2. 発表標題 Multiple plant-animal interactions in an eelgrass bed: modelling the impact of eelgrass on shellfish
3. 学会等名 World Seagrass Congress 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 仲岡雅裕
2. 発表標題 海の環境を「見える化」し、地域の産業や暮らしに役立てる
3. 学会等名 生態系サービスの価値創造と地域創生シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Masahiro Nakaoka & Angela Quiros
2. 発表標題 Monitoring and mapping blue carbon ecosystem: CNS Monitoring Guidelines
3. 学会等名 Blue Carbon Regional Symposium (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 伊藤美菜子, 田原聖, 仲岡雅裕
2. 発表標題 崖崩れに伴い拡大したアマモ場における海草オオアマモの繁殖形質の急激な変化
3. 学会等名 日本生態学会第69回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 土井一生
2. 発表標題 斜面地震学 - 地震学からの土砂災害へのアプローチ -
3. 学会等名 日本地震学会強震動委員会第38回研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 土井一生・松浦純生・大澤光・岡本隆・柴崎達也・土佐信一
2. 発表標題 不安定化 が促進した海岸地すべりにおける地すべり土塊の変形特性
3. 学会等名 日本地すべり学会第 60回研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大澤光・土井一生・松浦純生・平石哲也・柴崎達也・土佐信一・岡本隆
2. 発表標題 潮位の変化に伴う地すべり移動
3. 学会等名 日本地すべり学会第60回研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡本隆・大澤光・松浦純生・土井一生・柴崎達也・土佐信一
2. 発表標題 汀線に接続した再活動型地すべりの長大変位時における運動特性
3. 学会等名 日本地すべり学会第60回研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阿部博哉・仲岡雅裕
2. 発表標題 北海道東部汽水湖における環境・生態系・漁業資源に関する近年のイベントと気候変動影響
3. 学会等名 第58回日本水環境学会年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 伊藤美菜子・田中法生・仲岡雅裕
2. 発表標題 地すべり後に生じたアマモ場の追跡調査：潮間帯オオアマモの由来と推移を探る
3. 学会等名 第71回日本生態学会大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 土井一生・松浦純生・大澤光・岡本隆・柴崎達也・土佐信一
2. 発表標題 稠密地震観測から推定される地すべり内の地震波伝播の不均質性（その2）
3. 学会等名 Geoscience Union Meeting 2023（国際学会）（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松浦純生・土井一生・大澤光・岡本隆・柴崎達也・土佐信一
2. 発表標題 最大速度までの地すべりの変位特性
3. 学会等名 日本地すべり学会第62回（2023年度）研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 土井一生
2. 発表標題 現場での地震・斜面観測から見る地震時の斜面安定性評価の高度化
3. 学会等名 日本応用地質学会第5回先端技術ワークショップ（招待講演）
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 仲岡雅裕	4. 発行年 2024年
2. 出版社 森林文化協会	5. 総ページ数 164
3. 書名 生物多様性が豊かな場所：沿岸生態系の過去、現在、未来 .In: 森林環境研究会編著，森林環境2024：人新世の生物多様性、pp. 32-42	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	伊佐田 智規 (Isada Tomonori) (80725359)	北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・准教授  (10101)	
研究分担者	土井 一生 (Doi Issei) (00572976)	京都大学・防災研究所・准教授  (14301)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	伊藤 美菜子 (Ito Abe Minako)	国立科学博物館・標本資料センター・特定非常勤研究員  (82617)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------