

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：15101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K11725

研究課題名（和文）海浜植物群落の安定性とEco-DRR機能検証

研究課題名（英文）Stability of coastal plant communities and Eco-DRR function

研究代表者

永松 大（NAGAMATSU, Dai）

鳥取大学・農学部・教授

研究者番号：20353790

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：海岸砂丘が持つEco-DRR機能解析のために、鳥取砂丘海岸を対象に砂丘と植生の安定性評価を行った。数十年単位の長期には、人間の働きかけによる直接変化が大きかった。10年単位の砂丘内の砂移動量からみると、植物が生育する場所は砂が堆積傾向にあり、外来植物は砂移動量が少ない場所に生育する傾向がみられた。研究期間中に短期の植生変化は認められなかった。海岸砂丘では在来植物が砂を補足して堆積させる機能を持ち、砂丘のEco-DRR機能維持と向上に貢献している可能性が考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本課題では、国立公園鳥取砂丘内に初めて設置された昆虫の保護柵を活用して、人の踏みつけによる海浜植物の生育への影響を解明した。砂丘の植物が踏みつけられることにより枯死が増え、植物の生育状態が悪化する状況を詳細に解析し、論文発表した。砂蓄積など過去数十年間の記録を解析し、Eco-DRR機能を含めた鳥取砂丘の自然生態系に関する学術的知見をとりまとめた英文書籍「Tottori Sand Dunes」を2022年春に出版し、海岸砂丘がもつEco-DRR機能について社会に発信することができた。

研究成果の概要（英文）：To analyze the Eco-DRR function of coastal dunes, we evaluated the stability of dunes and vegetation on the Tottori dune beach. In the long term, the direct changes caused by human influence were significant. Ten years of sand movement within the dune showed that sand tended to accumulate where plants grew, and non-native plants tended to grow in areas where sand movement was small. No short-term vegetation changes were observed during the study period. It was considered that native plants have the function of supplementing and depositing sand in coastal dunes, and may contribute to maintaining and improving the Eco-DRR function of the dunes.

研究分野：植物生態学

キーワード：海岸砂丘 海浜植生 植生保全

### 1. 研究開始当初の背景

日本列島には砂浜海岸が多く、各地に海岸砂丘がよく発達する。海岸砂丘は、温暖湿潤で森林が発達する日本列島のなかで、高山帯とならび自然草原が維持されるユニークな生態環境である。生態的にも陸域と水域の境界域にあって、他生性物質流入への依存度が高い特徴をもつ。しかし海岸砂丘は、古くは飛砂を止めるための人為的な「白砂青松」化、近年は工業利用や宅地化など、ハビタットロスが顕著である。飛砂防止目的で導入された外来植物の増加とも相まって、海浜生態系は危機的な状態にある。国土のランドデザインとして河川・湿原と沿岸域を保全することに加え、森・里・川・海の「つながり」まで踏み込んだ新たな生態系管理が必要である。

他方、生態系サービスを活用したグリーンインフラや Eco-DRR の社会実装を推進していくことが生物多様性の保全や持続可能なインフラ整備の点から今日の社会的要請となっている。自然の動的なプロセスによって成立・維持されているユニークな海岸砂丘とその生態系を再生・管理して津波や高潮などの海岸防災に活用することは、生態系保全と持続可能な社会構築の両面から高い意義をもつ。今後の気候変動に対する地域適応策としても有効である。学術面では人がかかわる中での砂丘と生態系の経年的安定性については知見がないため、本研究では 70 年にわたりその変化が記録されてきた鳥取砂丘海岸を対象に海岸砂丘と生態系の安定性を検証する。

### 2. 研究の目的

2011 年の東日本大震災以降、関心が高まったグリーンインフラの活用には生態系による確実な防災効果発揮が必要であり、生態系サービスの有効性とその安定性に関する科学的知見が求められている。本研究では自然海岸が残る鳥取砂丘海岸を対象に、海浜生態系が持つ Eco-DRR 機能の発揮に向けて、鳥取砂丘海岸のさまざまな立地を対象とした海岸砂丘と海浜植生の安定性評価を行う。海浜生態系は、都市域などに限らず自然豊かとされる地域でも変容が著しい。このことが海浜生態系が持つ Eco-DRR 機能の発揮に向けた課題の一つであり、海岸砂丘と海浜植生の安定性評価が本課題の主題の一つである。

「天然記念物鳥取砂丘(以下、鳥取砂丘)」(図 1)は観光可能な日本最大の砂丘として有名で、1950 年の天然記念物指定以来、さまざまな管理が行われ、植生変化など経年的な変化の記録が残っている。鳥取砂丘は年間の来訪者数が 100 万人を越え、多くの人の出入りにもなっており、植生が踏みつけられることなどにより、砂丘の生態系に短期～長期的な影響を与えていることが考えられる。これらから、本研究では砂丘と海浜植生の安定性を年単位、10 年単位、数十年単位のそれぞれで評価することを目指した。

(1)現在の鳥取砂丘を含む、鳥取砂丘海岸全体(図 1)における過去 100 年にわたる長期の土地利用の安定性を、旧版地形図や過去の空中写真を基に検討した。

(2)鳥取砂丘の中では、例えば丘間低地には数十年スケールで安定して海浜植生の密な群落ができており、長期にわたる植物の繁茂が砂丘に与える影響を検討するため、天然記念物鳥取砂丘全域に設定した調査区において、海浜植生による表層砂への窒素と炭素の蓄積状況を計測した。

(3)10 年単位での鳥取砂丘内の砂移動量と植物の分布との関係を比較し、植生の安定性について検討を行った。

(4)本研究では数年程度の短期的な影響として、鳥取砂丘内で初めて設けられた希少昆虫、エリザハンミョウの生息地保護柵(立ち入り禁止柵)を利用し、砂丘地の踏みつけの有無による植物への影響を検討した。

(5)年変化ともいえる短期の海浜植生変化について、2016 年から 2018 年の 2 年間を対象に検討した。

これらから、海岸砂丘が持つ Eco-DRR 機能の発揮に向けて、鳥取砂丘海岸(主には「鳥取砂丘」)を対象に砂丘と植生の安定性評価を行った。

### 3. 研究の方法

(1)空中写真と測量に基づく地形図が残る過去 100 年間の経年変化から、鳥取砂丘海岸の土地利用変化と土地利用の時間的安定性を検討した。1947 年の米軍と 1968 年以降に鳥取県立博物館が定期的に撮影してきた空中写真をもとに、鳥取砂丘海岸全域の土地利用変化を定量的に評価することを目指した。鳥取砂丘海岸を撮影した過去の空中写真をオルソ化し、その変化を解析した。最も古い旧

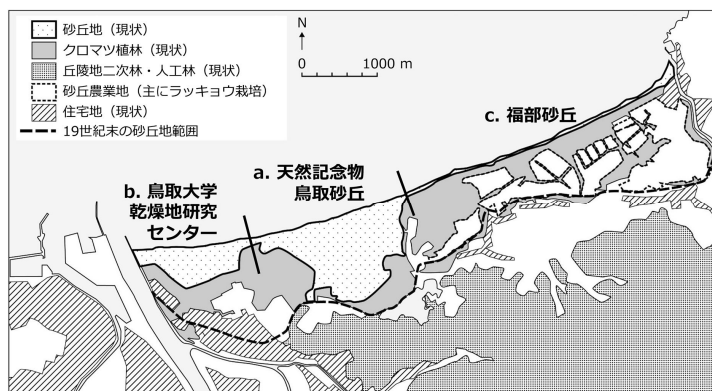


図 1 鳥取市東部の「鳥取砂丘海岸」と現在の土地利用

版地形図である 1897 年測量図も解析に使用した。

(2) 鳥取砂丘内に 100 m 間隔で 139 か所の調査点を設置し、夏季に植生調査と砂採取を行った。表層の砂試料中に含まれる全窒素と、態別炭素として有機炭素、元素炭素、炭酸塩炭素の含有率を測定した。塩分指標として電気伝導度も測定し、植被率との関係を解析した。

(3) 鳥取砂丘内に 100 m 間隔で設置した 139 か所の調査点において、毎月、砂移動量調査を継続的におこない、夏季に植生調査と足跡数調査を行った。これらをつまみあわせて砂移動量と植物の関係を解析した。

(4) 鳥取砂丘内に設けられた保護柵（立ち入り禁止柵）周辺の 10 地点、柵内外合計 20 の調査点でコウボウシバの草高、葉長、健全度の調査を行い、柵内と柵外のコウボウシバの状態の比較を行った。

(5) 鳥取砂丘では 2017 年 11 月にスマートフォン位置情報ゲームのイベントが開催され、3 日間で 9 万人の観光客が集中的に訪れた。多数の観光客による鳥取砂丘内への攪乱強度をかつ簡易に評価した。この前後、2016 年と 2018 年にドローンで上空から撮影した画像と砂丘での植生調査により、2 年間の鳥取砂丘の植物群落の変化を解析した。

#### 4. 研究成果

(1) 鳥取砂丘海岸では 100 年前には砂れき地が海岸地帯の半分を占めていた。これが 1947 年までに西側を中心に田畑や樹林へと変化し、特に田畑が増加した。1968 年までに西側では砂れき地がほぼ消失し、東側でも植林がすすんだ。その後は東西ともに住宅地その他施設が占める割合が増加し続け、今日に至っている。これらの変化は人口増加と農業振興、その後の社会構造の変化による影響を大きく受けた結果と考えられる。土地利用変化により、海岸の生態系には大きな影響があったことが示唆された。今後より詳細に Eco-DRR 機能の変化について検討する必要がある。

(2) 鳥取砂丘内では全窒素濃度は全地点で極端に低く、砂丘内の蓄積はごく少なかった。全炭素濃度の平均値も同様に低かった。植物群落は、被度 20% 以下が全調査点の 7 割を占めたが、周囲のクロマツ林では、他より 2 倍以上高い地点があった。有機炭素の空間分布は全炭素に類似していた。炭酸塩炭素濃度と電気伝導度は海岸で高かった。植生被度が高い地点では炭素/窒素が相対的に高い傾向はあったが相関は弱く、砂丘内には著しく蓄積が進んでいる場所は見られなかった。

(3) 植物が生育している場所は砂が堆積傾向にあることが明らかとなった。相対的に砂移動量が多い場所に生育している植物はコウボウムギであった。外来植物は砂移動量が少ない場所に生育する傾向がみられた。これらのことから、海岸砂丘では特に在来植物が砂を補足して堆積させる機能を持ち、砂丘の Eco-DRR 機能維持と向上に貢献している可能性が考えられた。

(4) 7 月、9 月ともにコウボウシバは柵外で草高が低くなり、葉長が短くなった（図 2）。健全度、葉についても柵外のほうが悪い結果だった。踏みつけは植物の生育状態に大きな影響をもたらしているといえる。植生が踏みつけられることにより枯死が増え、植物の生育状態に影響を与えている状況をまとめて論文発表した。

(5) 2017 年 11 月のゲームイベントにより、一時的ではあるが鳥取砂丘全体にこれまでになく踏圧が増加したことが確認された。しかし、2016 年から 2018 年にかけて、砂丘内の植物出現頻度や全体面積に顕著な変化はみられなかった。在来の砂丘植物に比べて除草対象種の植物出現頻度の減少幅が大きい傾向がみられ、継続的な除草が影響していることが考えられた。砂丘の植物群落は全体としてはゆるやかな減少傾向であり、ひきつづき国の天然記念物に指定時のすがたに近づきつつあると思われた。2016 年から 2018 年にかけて砂丘内から見られなくなった植物種はなく、短期的には植生変化は確認されなかった。

本課題では、砂丘内に始めて設置された昆虫の保護柵を活用した年変化研究を推進し、砂丘の植物が踏みつけられることにより枯死が増え、植物の生育状態が影響を受けている状況を詳細に解析することができた。砂蓄積など過去数十年間の記録を解析し、Eco-DRR 機能を含めた鳥取砂丘の自然生態系に関する学術的知見をとりまとめて海外向けに紹介する書籍「Tottori Sand Dunes」を編集し、2022 年春に出版することができた。機能検証にはまだ不十分な点が残りに、Eco-DRR と生物多様性保全を両立する海岸砂丘の土地管理のあり方提言には不足があるものの、当課題では海岸砂丘がもつ Eco-DRR 機能の検証をすすめ、この成果を社会に発信することができた。

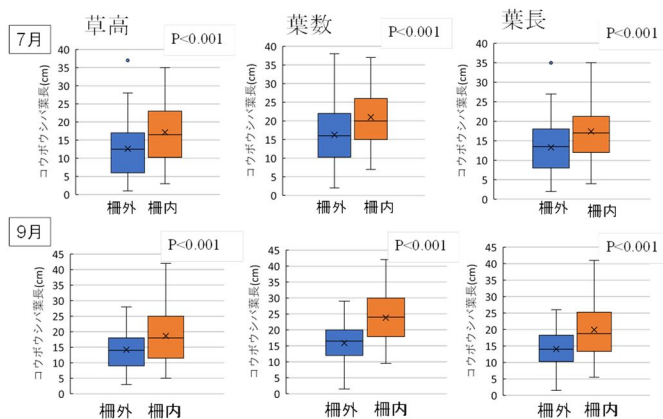


図 2 柵内外（踏みつけ有無）によるコウボウシバの形態変化  
7 月、9 月とも踏みつけにより草高、葉数、葉長が減少した

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 永松 大, 道脇加奈	4. 巻 47
2. 論文標題 人の踏みつけと川からの距離が海浜植物コウボウシバの生育に与える影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本緑化工学会誌	6. 最初と最後の頁 87~92
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7211/jjsrt.47.87	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 中田康隆, 日置佳之, 永松大, 小口高	4. 巻 26
2. 論文標題 鳥取県における海岸砂丘の歴史的変遷の解明-海岸砂丘植生の保全と復元を目指して-	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 景観生態学	6. 最初と最後の頁 23~33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5738/jale.26.23	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 永松 大・山中雪愛	4. 巻 44
2. 論文標題 分布南限地帯におけるハマナス群落の構造変化と保全管理	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本緑化工学会誌	6. 最初と最後の頁 57-62
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 永田彩美・永松大
2. 発表標題 海浜植物群落の組成と地形, 砂の粒度との関係
3. 学会等名 日本生態学会中国四国地区会第64回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永松大・道脇加奈
2. 発表標題 人の踏みつけと川からの距離が海浜植物コウボウシバの生育に与える影響
3. 学会等名 日本緑化工学会第52回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中陽南・永松大
2. 発表標題 海岸砂丘内の植生分布と表層含有炭窒素の関係
3. 学会等名 第69回日本生態学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 永松 大
2. 発表標題 12万年前のグリーンインフラ：インフラとしての海浜エコトーン
3. 学会等名 グリーンインフラ・ネットワーク・ジャパン全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 道脇加奈・永松 大
2. 発表標題 鳥取砂丘に設置された生物保護柵がコウボウシバの生育に与えた影響
3. 学会等名 第68回日本生態学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永松 大・赤松幹久
2. 発表標題 空中写真に基づく鳥取砂丘海岸植生の歴史的変遷
3. 学会等名 植生学会第24回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 永松 大・朝子郷介
2. 発表標題 UAVによる海浜植生の踏みつけと植物群落変化の解析
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 永松 大・村井大航
2. 発表標題 UAV空中写真を用いた主要海浜植物の分布構造解析
3. 学会等名 日本景観生態学会第28回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永松 大
2. 発表標題 鳥取砂丘における海浜の生態系保全と観光振興のせめぎあい
3. 学会等名 日本生態学会第66回大会・自由集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 永松 大・村井大航
2. 発表標題 空中写真に基づく鳥取砂丘海浜植生の分布特性解明
3. 学会等名 日本生態学会第66回大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Dai Nagamatsu	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Imai Print	5. 総ページ数 157
3. 書名 Tottori Sand Dunes -Nature and history of Japan's most famous coastal dunes	

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------