

## 論文の内容の要旨

論文題目 鳥取県における海岸砂丘生態系の復元に向けた目標植生の解明  
(Elucidating target vegetation of coastal sand dunes in Tottori Prefecture, Japan,  
for ecosystem restoration)

氏 名 中田 康隆

かつては日本全国に大小の海岸砂丘が存在した。海岸砂丘は開発により改変されることで縮小した。現在では、海浜と海岸砂丘の一部が残存するのみとなり、原生状態の海岸砂丘を観察できる場所は皆無といえる。そのため、海岸砂丘環境に適応した動植物は絶滅の危機に瀕しており、早急に生態系の保全や復元対策を講じる必要がある。本研究では、海岸砂丘生態系の部分的復元（修復）及び完全復元を想定し、目標生態系を設定した。この際には、対象地域の状況を過去に遡って、健全な状態の生態系を参照する方法（以下、時間型モデル）と、近隣に現存する健全性の高い生態系を参照する方法（以下、空間型モデル）の二つを適用した。一般に、過去の生態系の情報を完全に再現することは困難であり、現存する原生状態の生態系を探すことは日本では不可能に近い。そのため、過去と現在の両者の情報から目標生態系を決定することが必要となる。また、すべての種と物理環境を含む生態系全体の構造を明らかにしようとすることは現実的ではない。本研究では、海岸砂丘生態系の復元に向けて、生態系の一次生産者である植生に着目して、目標植生の解明を目指した。

第1章の序論では上に記した研究の背景と目的を述べた。第2章では、開発が進行した海岸における植生の保全・復元の優先順位を決定するために、比較的容易に取得できるデータから海岸砂丘植生の現況を、主成分分析を用いて評価した。その結果、A-vグループは規模が大きく質も高い最も優れた植生を有していた。しかし海浜・海岸砂丘の奥行を確保するように修復すべきものもあり、海岸侵食が進んでいる海岸では砂の供給量の安定化を図る必要もある。B-vグループは規模は大きいですが質が劣化した植生を有していた。そのため、種の移植などにより、種数を増やして質を高める必要がある。D-vグループは規模は小さいが質の高い植生を有しており、奥行の拡張による修復を図るべきと考えられる。C-vグループは規模が小さく質も劣化した植生を有しており、奥行を拡張した後に植生を移植すべきと考えられる。また、調査対象地域の半数以下しか保護区に指定されておらず、今後は指定箇所を増やすべきである。特に安定帯の希少種を有している箇所への考慮が必要である。

第3章では海岸砂丘植生の時間型モデルを理解するために、開発が進行した海岸を対象に空中写真、旧版地形図、絵図などの時系列地理情報をGISにより統合化し、1818年から2000年までの海岸砂丘の土地被覆の変遷を定量的に把握した。さらに海岸砂丘植生に焦点を置き、動植物の生息・生育地としての海岸砂丘生態系の本来の空間的な広がりを明らかにすることを試みた。その結果、約180年間に砂丘の大部分が他の土地被覆へと転換されたことが明らかとなった。既存研究では、海岸砂丘植生の健全な指標である成帯構造の成立には、海浜・海岸砂丘の奥行きが100m以上必要とされている。約200年前の調査地域では、大半の海岸砂丘でこれが満たされており、砂の移動性もあったため、現在よりもはるかに健全な海岸砂丘植生が成立していたと考えられる。この状況は、1900年頃まではおおそ維持されていたが、2000年までに100m以上の奥行きを持つ場所が激減した。しかし、このような断片的な場所でも安定帯の希少種が確認でき、成帯構造も成立しているため、保護区としての指定や、これらの場所を起点とする植生の復元が重要と判断される。

第4章と第5章では、自然状態に近い海岸砂丘である鳥取砂丘を対象とした。第4章では、Maxentを用いて砂丘の全域における群落の環境要因の寄与率と潜在分布域を解析した。モデルの適合度を示すAUCは、ほとんどの群落で0.8以上となり、適合度が高いと判断された。環境要因の寄与率を解析した結果、海岸砂丘植生の生育に傾斜角と標高が寄与することが判明した。これらは傾斜と関連した堆砂量の違いや海からの距離に応じた環境勾配の影響を反映すると考えられる。特に砂丘内での分布に偏りがある群落では、標高の寄与率が高くなる傾向があった。一方、一つの種が優占する純群落では、傾斜角の寄与率が高い傾向が見られた。さらに方位の寄与率が高い群落もあり、傾斜方位が卓越風向との関連で堆砂量に影響を与えることが原因と推定された。既存研究によると、山陰地方の海岸砂丘植生の成帯構造は、一年生草本からなる打ち上げ帯、次に優占種の特徴からコウボウムギ帯、ケカモノハシ帯、さらにハマゴウ帯と変化するが、鳥取砂丘においては確認できなかった。これは、砂丘に奥行と比高があり、さらに砂の移動が動的環境を形成しているため、よりローカルで複雑な環境条件を各植生が選択しているためと思われる。

第5章ではUAV-SfM手法を用いて、前章よりもマイクロなスケールでの海岸砂丘植生の分布と環境要因との対応関係を解析した。その結果によると、群落が存在する場所ではどこでも標高が上昇傾向にあり、植生による砂の捕捉が重要なことが判明した。鳥取砂丘では南からの恒常風と西から北の冬期の季節風が卓越する。特に植生高と植被率が高い群落は空間に占める枝葉量が多く、砂を効率的に捕捉でき、標高の上昇と砂丘の発達に貢献する。このような植物は斜面下部では埋没する場合もあるが、多くは砂の堆積以上に生長し、多くの砂を捕捉する状況が維持できると考えられる。また、植生の構成種数が多く草丈が高い植物と低い植物が混在している場合には、草丈が高い植物がナース植物として低い植物を保護している可能性が示唆された。特にケカモ

ノハシは調査対象種の中で草丈が高く、ナース植物として重要である。一方、砂丘と陸側との境界で見られるハイネズのような低木やクロマツのような高木は、より進んだ植生遷移を示す。ただしこのような遷移と安定化が進むと、動的な環境としての砂丘は失われる。現在の鳥取砂丘では、定期的な除草により適度な攪乱が飛砂を発生させ、植生遷移による安定化が防がれている。したがって、海岸砂丘植生並びに海岸砂丘の動的環境を維持するためには適度な攪乱が必須である。

第6章の総合考察では、目標植生の時間型モデルと空間型モデルを総括した議論を行った。対象地域では、開発前の状態である潜在的な砂丘の分布範囲が3,070haあり、奥行きは最大で2km以上、小規模な砂丘でも0.4km以上だったことがわかった。将来、人口が減少し、後背の人為的な土地利用が衰退した場合には、砂丘の奥行をかつての規模に近づけ、復元を実施できる可能性がある。また、第5章の結果を踏まえ、群落の堆砂能力をIa、Ib、II、IIIの4タイプに分類し、これと第4章で予測した植生の分布位置を組み合わせて、総合的な空間型モデルを構築した。これは、奥行のある動的な海岸砂丘の復元を実施する際の植栽植物の選定や、植生回復過程のモニタリング指標として利用できる。また、本モデルの適用時には各対象となる海岸砂丘の環境条件を詳しく調べるのが望ましいが、モデルに示された傾向は汎用性が高いと判断される。

既存研究では、開発が進行した地域の海岸砂丘生態系の復元を論じる際に、かつての海岸砂丘の奥行や広がりやが考慮されない傾向があり、奥行のある動的な海岸砂丘の復元を対象とする例はほとんどなかった。本研究では、過去の様々な地理情報から健全な状態の生態系を把握し、海岸砂丘植生の生育と動的な海岸砂丘に特有の砂面の変動性の関係を解析した。その結果に基づき、海岸砂丘生態系の復元に向けた目標植生を明らかにした。