

# マルチ・スケールでのぞむ鳥取砂丘の草原化対策

小玉 芳 敬\*

## Multi-scale Countermeasures for Meadow Overgrowth at Tottori Sand Dune

KODAMA Yoshinori\*

キーワード：鳥取砂丘 景観保全 草原化対策 サンド・ブラस्टィング 成立史

Key Words: Tottori Sand Dune, environmental preservation, countermeasures for meadow overgrowth, sandblasting, geomorphological development

### 1. はじめに

鳥取砂丘の草原化が問題となり、はや20年近くが過ぎようとしている。機械除草やボランティアによる人力除草などを通して、これまで多くの成果をあげてきた（たとえば、鳥取砂丘景観保全協議会，2004）。一方、大型機械による広域除草では、砂丘を畑地のごとく耕すことで、除草後、数ヶ月にわたり飛砂量が増大し、周辺林地に急激な堆砂をもたらすといった新たな課題が生じている（図1）。天然記念物・鳥取砂丘の在り方を思うに、より自然の摂理に則った人間の働きかけが、のぞまれる。本稿では、今後の草原化対策を考える上で、可能な限り自然のメカニズムに則した、マルチ・スケールでの対策の必要性について論じる。



図1 林縁に生じる堆砂を示す不自然な枝振り  
追後スリバチ東方にて2006.01.21撮影

### 2. マルチ・スケールでのぞむ草原化対策の必要性

砂丘地における植生の進入は、飛砂量との兼ね合いが鍵を握る。つまり飛砂量が多い地域では、無植生となり、飛砂量の低下とともにパイオニアプラントである砂丘植物が進入する。すると森井・

---

\* 鳥取大学 地域学部 地域環境学科

小玉(2006)の飛砂観測が示すように、植生被覆地の飛砂量は裸地の飛砂量の3~1割以下へと急減する。このことは植物(群落)が飛砂を捕捉し、Nebkha(ネブカ・茂み砂丘)と呼ばれる独特なマウンド状地形を形成する景観に見て取れる。

さらに飛砂量が減少すると、砂丘植物以外の植物も進入をはじめ。この状況が、鳥取砂丘で問題となっている狭義の草原化であろう。除草作業で草を抜く対策の他に、いかにして飛砂量を増やし、植生を制御するかが抜本的な課題であることがうかがえる。

この課題を解決するためにはマルチ・スケールでの対策が求められる。すなわち対象とする空間スケールが大きくなれば、必然的に時間スケールも長くなり、効果が目に見えて現れるにはそれなりの時間を要する。ところが、現実の草原化問題は待たなしの状況下にある。そこで当面はマルチ・スケールでの対策を併用しながら、将来的には自然への負荷をより少なくし、低コストで持続可能な草原化対策へと移り変わっていくことが望ましい。

### 3. 新たな除草法の提案

植生と飛砂量との関係を考慮して、植生を制御する新たな方法を提案する。つまり、sandblastingによる植生の管理である。2006年夏に鳥取大学乾燥地研究センターの敷地内で研究を開始した一端を、以下に紹介する。

図2に示すように、市販のプロワー(共立パワープロワー PB650)を利用して、吹き出しパイプの途中に、砂を供給するための簡便な装置を取り付け、乾燥した砂丘砂をこの装置に投入し、植生に向けて砂を吹きつける。プロワーの最大出力状態で、1平方メートルあたり1~2分間のsandblastingにより、図3に示すようにオオフトバムグラが枯死した。3分間のsandblastingではケカモノハシも枯死した(西田有公子, 2006年度卒業研究の一部)。砂丘植物とそれ以外の植物との混在域において、この手法を用いれば、砂丘植物は枯れず、砂丘植物以外のものを枯死させることが可能と思われる。また、この手法は起伏に富んだ砂丘地においても有効に働くばかりか、人力による除草と比較しても、作業効率はむしろ良いのではなからうか。最も大切なことは、この手法がある面で、自然の摂理をうまく利用した点にある。今後、実用化に向けて、さらなる調査研究が望まれる。



図2 sandblasting 実験風景(2006.06.01)



図3 sandblasting 実験によるオオフトバムグラの枯死状況(2006.08.11, 1m x 1mの実験範囲)

#### 4．砂の小規模循環系の支援による対策

砂丘での飛砂量が減少した原因のひとつに、千代川から運ばれてくる砂の量が減少したことを指摘できる（小玉，2002；小玉，2005）。その様子は、鳥取県博物館所有の鳥取県郷土視覚定点資料（空中写真）に記録されている（図4）。つまり、浅海底に発達した沿岸砂州が1968年以来30年間にわたり、縮小化の一途をたどってきた様子が、5年おきに撮影された空中写真に示されている。この原因は、千代川から運ばれてくる砂量の減少と共に、港湾部・河口部で砂が浚渫・除去されたことにある。ただし千代川での河床砂礫の経年調査によると（たとえば清川・小玉，2006），2004年あたりから再び多量の砂が千代川河口から運び出されている状況にある。これは1998年と2004年におきた2つの大規模出水による。従って、鳥取砂丘沿岸において沿岸砂州の形態変化、ならびに砂浜堆積物の質的变化を記録することが急務であろう。

さて沿岸砂州の規模縮小は、砂浜海岸が本来持っているbeach cycleのメカニズムを通して、砂浜の規模縮小ならびに砂浜構成粒子の粗粒化へとつながる。海岸堆積物が粗粒化すれば、あるしきい値を境にして砂浜からの飛砂量は激減する。このことが、砂丘地内での飛砂の不活発化をまねいたと考えられる。なぜなら飛砂の特性は、風の強さばかりか、風上から運ばれてくる砂粒の有無に大きく依存するためである。

鳥取砂丘の草原化を食い止め、砂丘本来の姿に戻す中規模スケールでの対策としては、サンド・リサイクルによる砂循環系の支援があげられる（小玉，2002）。つまり大型機械除草で問題となっている砂丘内陸側の堆砂を、10tトラックで年間、数千台分搬出し、鳥取砂丘の海岸に投入（養浜）することである。沿岸漂砂量は年間2～3万m<sup>3</sup>と見積もられている（鳥取県，2005）ことから、トラック100台（600m<sup>3</sup>）程度の養浜では、影響評価が難しいと判断される。千代川 浅海底・砂浜砂丘、と運ばれてくる自然界の砂の流れを利用して、浅海底・砂浜と砂丘との間で小さな砂の循環系を作り出すことを人が支援する発想である。このような自然のメカニズムを利用した人間の働きかけにより、砂丘内での飛砂量が増えれば、草原化も軽減すると予想される。

この対策を講ずるにあたり、大切なことが2点ある。まず、10年間単位で毎年やり続ける覚悟を持つこと。次に、毎年、流砂に関連する現象を総合的にモニタリングし、翌年の養浜量を見直す地道な努力を続けることである。特に、のモニタリング項目を考えると、多くの研究者が協働して実施する徹底的な総合調査を必要とする。浅海底の地形変化、特に沿岸砂州の形態・規模の変化や、砂浜海岸の地形変化ならびに堆積物の質的な変化、砂浜・砂丘地における飛砂観測の経年変化、砂丘の地形変化、そして自然植生の分布状況変化などは、最低限必要なモニタリング項目であ

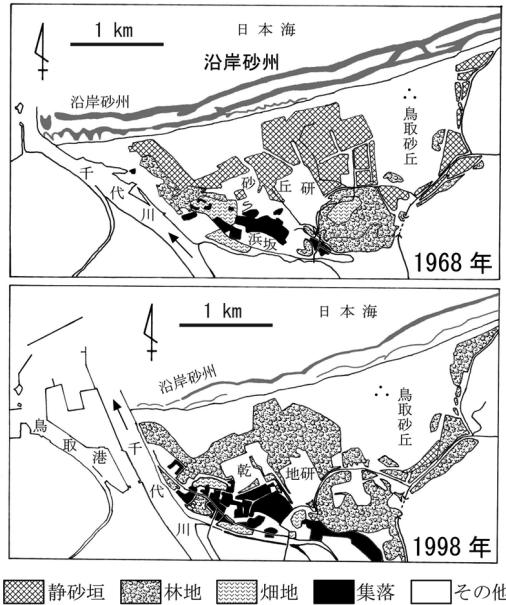


図4 浜坂砂丘の土地利用変遷および沿岸砂州の規模縮小（小玉，2006より）

る。さらに言えば、昆虫・魚類の調査も加われば、なお望ましい。これはまさに「天然記念物・鳥取砂丘の自然再生総合プロジェクト」である。このプロジェクトは 環境省・文化庁・国土交通省・水産庁・鳥取県・鳥取市・大学・研究所・コンサルタントの協力なしには実現しえない大型プロジェクトとなる。

## 5. 千代川流域単位での流砂系からみた対策

大規模スケールでの対策となると、鳥取砂丘の背後に広がる千代川流域を対象とすべきであろう。流域土砂管理の発想が次第に普及しつつあるものの、具体的事象に関して我々が現在有している知見はあまりに貧弱な段階にあると認めざるを得ない。

鳥取砂丘を構成する砂は、千代川流域のなかで、どの流域からの寄与率が高いものか？このような質の議論に関しては、地質・地形・水文の理解が不可欠である。国土交通省や鳥取県土整備部が実施している河川管理の在り方で、流域一貫した流砂系の観点から改善すべき点はないものか？100年先を見据えた長期にわたる流域管理の構想が求められる。

そのためには、千代川や各支川の土砂移動特性、土砂礫の供給源となる山地斜面の挙動などを野外調査で明らかにしていく実態解明研究が、これからも不断に続けられなければならない。同時に、流域一貫の思想のもと、個々の研究内容が十分に情報交換され、現地での討論を繰り返し、流域流砂系の全体像を把握する努力を続けることが求められる。

## 6. 「鳥取砂丘の成立史」を踏まえた砂丘景観保全の長期ビジョン構築

鳥取砂丘の景観を保全するにあたり、そもそも鳥取砂丘はどのようにして成立したものか？鳥取砂丘はなぜ、あの位置に存在するのか？砂丘の形態はどのようにして決まっているのか？将来的に鳥取砂丘はどのように変化するのか？などの基礎的な情報を関連機関が共有したうえで、後世にどのような景観を保全する価値があるのかを議論すべきではなからうか。

たとえば、鳥取砂丘への砂の供給源である砂浜は、砂丘の規模と比べ驚くほどに狭い。現在ではせいぜい50m以下の奥行きしかない。昔は倍ほど奥行きがあったと聞かすが、それでも100m足らずの広がりである。このことをどのように理解すべきか？他の地域との比較研究により、ヒントが得られている。

静岡県遠州灘の海岸には、砂丘が発達している(その多くが現在では、人工砂丘列に改変された)。天竜川河口から東側における砂丘と砂浜の調査から、次のことが明らかになった。つまり、海岸砂丘が発達する砂浜においては、後浜の空間に砂丘が形成されることで、結果として砂浜の奥行きは狭くならざるをえない(田代・小玉, 2004)といった見方である。このように海岸砂丘の発達する砂浜には、広くなれないメカニズムが働いていたのである。鳥取砂丘も例外ではない。狭い砂浜に広大な砂丘の組み合わせが、当然であると感じられるよう知見を深めたい。

鳥取砂丘の学術的な価値を高めているひとつに、火山灰層の存在がある。つまり、大山が約5万年前に大爆発を起こし、それに伴う噴出物(大山倉吉軽石層:DKP)が、ローム層に挟まれて砂丘地に観察される。火山灰層の下位には古砂丘(約12万年前の形成)があり、鳥取砂丘の2階建て構造が明確に認識できる。鳥取砂丘においては、火山灰層の露頭断面のみならず砂丘地における平面分布としても火山灰層が観察される点に、大きな意義がある。

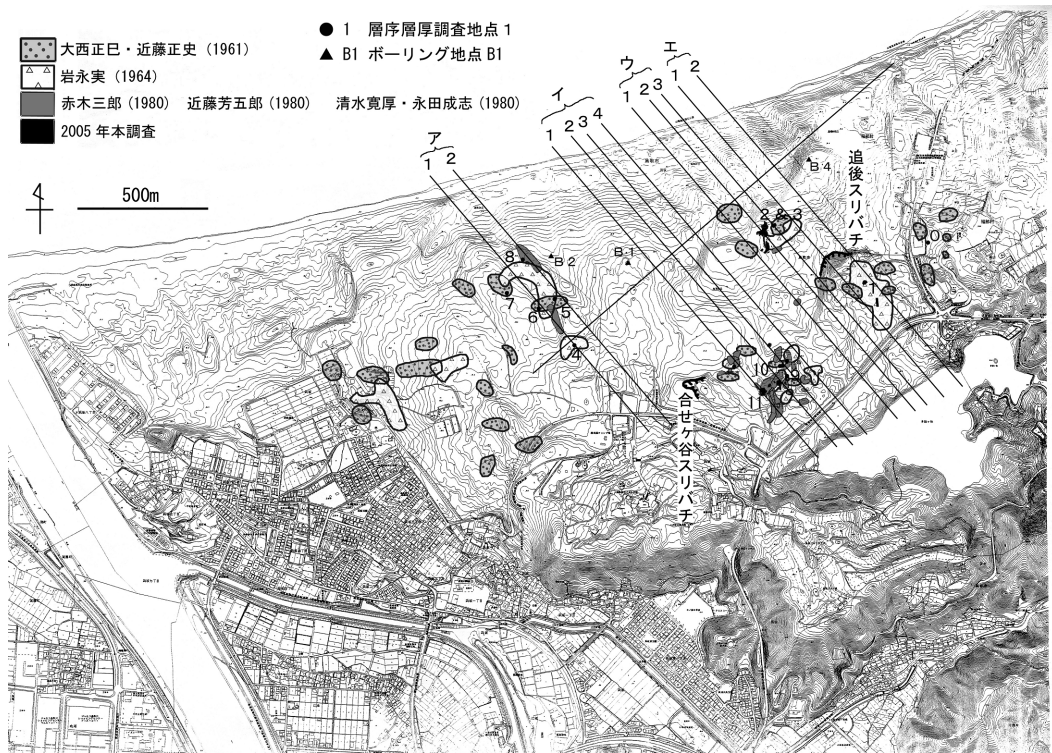


図5 火山灰層露出域の分布集成図  
平成12(2000)年鳥取都市計画図(縮尺1:10,000)を基図にして加筆(榎本, 2006より)

鳥取砂丘における火山灰層露出域を分布で示した先行研究(大西・近藤, 1961; 岩永, 1964; 赤木, 1980; 近藤, 1980; 清水・永田, 1980)を統合して, 榎本(2006)がひとつの分布図にまとめた。図5によると, 第3砂丘列と西側の砂防林地には火山灰層が多くの箇所に確認される。特に西側砂防林の地形の異質性を考えあわせると, 西側砂防林の地下には基盤岩が浅いところに埋没し, 岬状に突出した地形となっている可能性を指摘できる。2006年夏に実施した微動探査で, その裏付けが得られつつある(有田ちえみ, 2006年度卒業研究の一部)。

鳥取砂丘はどのようにして形成されてきたのか? このことを探る目的で, 砂丘の地下構造を調べる様々な調査が続けられている。たとえば小玉ほか(2001)では, 4本のボーリング調査に基づき, 図6のような鳥取砂丘の成立史モデルが提示された。砂丘が形成されていなかった時代から, なぜ砂丘が形成されるように変わったのか? との疑問に対し, 千代川流域に露出する地質分布の変化に原因を求めている。地形構成材料の有無が鳥取砂丘成立の鍵を握るとする基本的な考え方である。千代川流域での総合土砂管理と絡めて, 鳥取砂丘の保全を考えるには, 「地形構成材料の有無」といった考え方はひとつの鍵を握るであろう。

2004年以降に実施された5本のボーリング調査(2004年: B5 #0~#3, 2006年B6), ならびに微動調査により, 成立史に描かれた千代川の峡谷については, 再検討が必要な段階にある(榎本・小玉・有田, 2006)。このように鳥取砂丘の成立史は, 今まさに構築段階にあり, 研究の進展に伴い新たな知見の蓄積がなされている。

鳥取砂丘の景観を保全するための長期ビジョン策定において、なぜ千代川流域にまで対象を広げるべきかを理解するには、鳥取砂丘の成立において千代川流域が果たした役割を正に評価することが必要とされている。

## 7. おわりに

鳥取砂丘における最大の景観保全課題である草原化対策について、今後の在り方に対する私見を述べた。マルチ・スケールでの草原化対策を併用することで、将来的には自然の摂理に則った草原化対策へ移行することをめざして、模索すべき段階にきている。自然への負荷がより少なく、低コストで持続可能な景観保全にするには、結局のところ、「自然のメカニズムをどれほど深く理解し、それを適切に利用できるかに尽きる」と考える。4章で述べたような「鳥取砂丘の自然再生総合プロジェクト」を産官学の協働のものに推進することが、ひとつの道ではなかろうか。このプロジェクトにおいて、毎年、試行錯誤を真摯に繰り返すことで、多くの知見が得られるものと確信する。それらを統合して鳥取砂丘の再生をはかる。これは21世紀をリードする自然環境保全のための公共事業にふさわしく、天然記念物・鳥取砂丘で実施する価値が大いにある。

## 謝辞

本稿をまとめるにあたり、鳥取大学教育地域科学部2005年度・2006年度卒業研究の成果の一部を使用した。卒業生の榎本夕華さん、研究室4年の西田有公子さん、有田ちえみさんに感謝申し上げます。2004年度以降の鳥取砂丘ボーリング調査には、科学研究費補助金 基盤研究(C) No.16500646の一部を使用した。ここに記して、御礼申し上げます。

## 文献

- 赤木三郎(1980)鳥取砂丘の形成と保全．鳥取市教育委員会編『天然記念物鳥取砂丘特別調査報告書 昭和54年度』, 28-39
- 岩永 実(1964)地形および地質から見た鳥取砂丘の学術的価値．鳥取市教育委員会編『鳥取砂丘調査報告書第二集』, 1-16

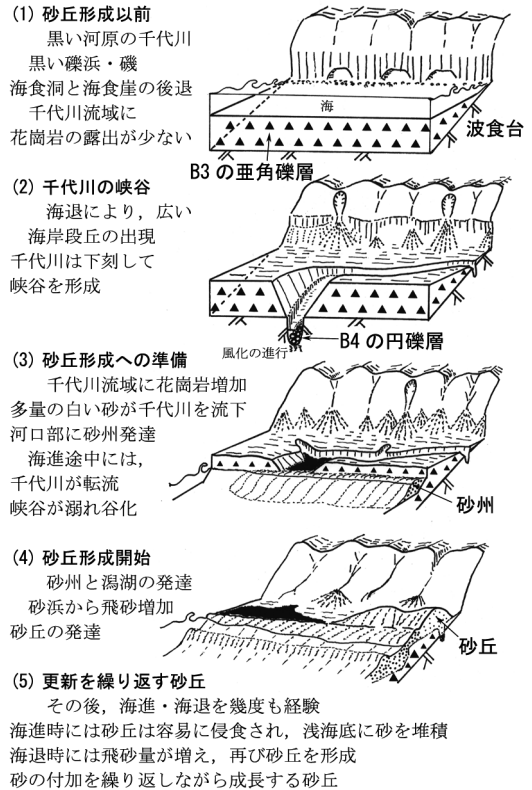


図6 鳥取砂丘の成立史モデル  
小玉ほか(2001)より

天然記念物・鳥取砂丘で実施する価値が大いにある。

- 榎本夕華（2006）鳥取砂丘における火山灰露出域の分布．鳥取大学教育地域科学部 平成17年度卒業論文，49pp.
- 榎本夕華・小玉芳敬・有田ちえみ（2006）鳥取砂丘における火山灰層露出域の分布と古千代川の埋没谷[続報]．鳥取地学会2006年度研究発表会要旨集，9-10
- 大西正巳・近藤正史（1961）『砂丘の生いたち 山陰の海岸砂丘』大明堂，268pp.
- 清川浩之・小玉芳敬（2006）千代川における礫の運搬特性に及ぼす河床表面砂礫の堆積状況．鳥取地学会2006年度研究発表会要旨集，13-14
- 小玉芳敬・岡田昭明・甲本賢司・山根純子・中村 悟（2001）ボーリング試料分析に基づく新たな鳥取砂丘形成史の構築 鳥取砂丘はなぜ形成されはじめたのか？ ．鳥取地学会誌，第5号，49-58
- 小玉芳敬（2002）鳥取県郷土視覚定点資料（県博の空中写真）は語る その3 沿岸砂州の規模縮小と鳥取砂丘の草原化 ．鳥取地学会誌，第6号，35-42
- 小玉芳敬（2005）砂丘開発．森川洋・篠原重則・奥野隆史編『日本の地誌9 中国・四国』朝倉書店，135-137
- 近藤芳五郎（1980）造林と砂丘の保存管理のめざすべき方向．鳥取市教育委員会編『天然記念物鳥取砂丘特別調査報告書 昭和54年度』，78-87
- 清水寛厚・永田成志（1980）鳥取砂丘の植生とその保全について．鳥取市教育委員会編『天然記念物鳥取砂丘特別調査報告書 昭和54年度』，48-64
- 田代圭佑・小玉芳敬（2004）海岸縦断形と堆積物からみた遠州灘砂丘の平面形態．鳥取地学会2004年度研究発表会要旨集，15-16
- 鳥取県（2005）『みんなで守り・創り・育てる海辺 鳥取県沿岸の総合的な土砂管理ガイドライン』鳥取県県土整備部，198pp.
- 鳥取砂丘景観保全協議会（2004）『山陰海岸国立公園 鳥取砂丘景観保全調査報告書』78pp.
- 森井 愛・小玉芳敬（2006）鳥取砂丘における植生被覆に伴う飛砂量の減少．地域学論集（鳥取大学地域学部紀要），第3巻，123-133

（2006年10月6日受付，2006年10月10日受理）