

## 水文・同位体分析による鳥取砂丘オアシスの発生消滅メカニズム及び涵養源の解明 Clarification of recharge source and emergence/disappearance mechanism of an oasis in Tottori Sand Dune

齊藤 忠臣<sup>1\*</sup>, 糟谷 哲史<sup>1</sup>, 河合 隆行<sup>2</sup>, 猪迫 耕二<sup>1</sup>, 安田 裕<sup>3</sup>, 塩崎 一郎<sup>4</sup>

SAITO, Tadaomi<sup>1\*</sup>, KASUYA Satoshi<sup>1</sup>, KAWAI Takayuki<sup>2</sup>, INOSAKO Koji<sup>1</sup>, YASUDA Hiroshi<sup>3</sup>, SHIOZAKI Ichiro<sup>4</sup>

<sup>1</sup>鳥取大学 農学部, <sup>2</sup>鳥取大学 産学・地域連携推進機構, <sup>3</sup>鳥取大学 乾燥地研究センター, <sup>4</sup>鳥取大学大学院 工学研究科  
<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Tottori University, <sup>2</sup>Regional Industrial Academic Cooperation, Tottori University, <sup>3</sup>Arid Land Research Center, Tottori University, <sup>4</sup>Graduate School of Engineering, Tottori University

### 1. はじめに

鳥取砂丘は山陰海岸国立公園に位置する日本で最も有名な観光砂丘である。この砂丘内には「馬の背」と呼ばれる砂丘内で最大の比高差を有する砂丘列があり、その麓にはオアシスが存在している。オアシスは常に存在しているわけではなく、年間で発生消滅を繰り返す。一方、オアシス発生場所の近くには、年中消滅することのない湧水が存在している。オアシス発生時、湧水はオアシスに流れ込んでいるが、オアシス消滅時は砂に浸透して、尻無川のようになる。この湧水が如何なる水であるか、また、オアシスが如何なるメカニズムで発生消滅を繰り返しているかは、古くからの学術的関心事である。さらに、2010年10月に鳥取砂丘を含む山陰海岸が世界ジオパークネットワークに登録されたことも相まって、それらの解明に対する期待は高まっている。地域の研究者には、オアシスの水が砂丘の南に位置する多鯨ヶ池から流入しているのではないかと考えている者もいるが、未だはっきりとした結論はでていない。そこで本研究では、水文観測と水の安定同位体比分析を用いて、(i) オアシスはどのように発生消滅していくのか、(ii) オアシスの涵養源と思われる湧水は如何なる水なのか、(iii) 多鯨ヶ池の水は湧水へ流入しているのか、(iv) 降水はどれくらいの時間をかけて湧水に到達するか、を解明することを目的とする。

### 2. 研究方法

#### 2.1 オアシス水位観測

オアシス発生場所の地中に水位計を設置した。オアシス水位の年間変動や降水に対する応答を観測した。また、オアシス内部と周辺の測量を行い、オアシスの三次元形状を割り出した。この三次元形状を用いて、水位に対応するオアシスの体積・平面投影面積を推定する近似式を作成した。さらに、この近似式と実測の水位データ、パン蒸発量データを用い、オアシス体積の1日の減少量に対する蒸発量の占める割合を算出した。パン蒸発量及び降水量データには鳥取大学乾燥地研究センターにおける観測値を用いた。

#### 2.2 水の安定同位体比分析

2010/12~2011/11における全ての日降水イベントの降水を採取すると共に、湧水、オアシス、多鯨ヶ池の水を1~3日間隔で採水し、水の酸素同位体比( $^{18}\text{O}$ )と水素同位体比( $\text{D}$ )を同位体比質量分析計(IRMS)を用いて分析した。また、得られた $^{18}\text{O}$ と $\text{D}$ を用いて、天水線からのずれを示す指標であるd-excessを算出した。これらの $^{18}\text{O}$ 、 $\text{D}$ 及びd-excessを用いて、多鯨ヶ池からの流入の有無判定や降水が湧水に到達するまでの時間を推定した。

### 3. 結果・考察

#### 3.1.1 降水に対するオアシス水位の応答

大きな降水があると、オアシス水位は1~2時間以内で上昇しはじめた。また、降水のピークがあった数時間後には、オアシス水位のピークもやってくることから、オアシスの発生には、降ってまもなくの降水が大きく影響しているといえる。

#### 3.1.2 オアシスからの蒸発量

オアシス体積の減少量のうち、蒸発の占める割合は10%前後で、相対的に浸透によって失われる水の割合が大きいといえる。また、蒸発の占める割合はパン蒸発量の変動と似ていることから、その日の気象条件に大きく影響されると考えられる。

#### 3.2.1 酸素安定同位体比( $^{18}\text{O}$ )の年間変動

多鯨ヶ池とオアシスの $^{18}\text{O}$ は、年間通じて交じることなく推移していた。このことから、多鯨ヶ池の水が地中を通してそのまま湧水となっていることはないといえる。また、多鯨ヶ池の $^{18}\text{O}$ はオアシスの $^{18}\text{O}$ より年間通が高い値で推移しており、これは蒸発の影響によるものであると考えられる。

#### 3.2.2 多雨後における湧水の酸素同位体比( $^{18}\text{O}$ )の変動

2011/9/3に $^{18}\text{O}$ の値が高い非常に多量の降水があり、それまで変動の無かった湧水の $^{18}\text{O}$ が数日間かけて上昇した。このことから、少量の降水があった場合には、湧水の $^{18}\text{O}$ に大きな変化はないが、9/3のような非常に多量の降水があった場合、湧水の $^{18}\text{O}$ は、降水の $^{18}\text{O}$ に影響を受けると考えられる。

### 3.2.3 d-excess の年間変動

降水の d-excess は季節変動がはっきり見られ、冬に高く、夏に低かった。湧水は降水の季節変動の振れ幅のほぼ中間に推移しており、長期間地下に溜まった降水が平均化されて湧き出ていると考えられた。しかし、11年9月のように降水量が非常に多い月において、湧水の d-excess は当月の降水の d-excess に大きく影響されていた。

### 4. おわりに

本研究の結果から、以下のことが明らかになった。オアシスの発生には降って数時間後の降水が大きく影響している。一方、オアシスの減少については、蒸発の割合が10%ほどを占めており、相対的に浸透の割合が大きいといえる。湧水と多鯰ヶ池との関係性は低く、湧水の源は主に降水であると推測される。湧水は長期間地下に溜められた降水が平均化されたものである可能性が高いが、非常に多量の降水があった後には、数日間でその降水が湧出してくると考えられる。

キーワード: オアシス, 水文観測, 水の安定同位体比分析, d-excess

Keywords: oasis, hydrological observation, water stable isotope ratio analysis, d-excess