

風成砂丘から探る異なる海陸分布における大気循環パターン： 地球・火星・タイタンの比較

How does the Land-Ocean distribution affect atmospheric circulation
on the planet? Evidence from eolian dune records on Earth, Mars, and
Titan

*庄崎 弘基¹、長谷川 精¹

*Hiroki Shozaki¹, Hitoshi Hasegawa¹

1. 高知大学理工学部

1. Faculty of Science and Technology, Kochi University

惑星表層における水の存在量や海陸分布は、季節的な南北両半球の温度勾配の度合いを変えるため、大気循環パターンに大きく影響を及ぼすと考えられる。しかし海陸分布の違いや海-陸比率によって、惑星・衛星の大気循環がどのように振る舞うかを実測データに基いて示した研究はない。風成砂丘は、地球以外の惑星や衛星の表層にも普遍的に見られ、その分布や形態・配列方向は、地表風系や大気循環に関する重要な情報を提供する（長谷川, 2012）。そこで本研究では、現在と過去の地球、現在と過去の火星、そして現在のタイタンの表層に見られる風成砂丘記録と、GCMによる風系の復元結果とを比較検討することで、惑星・衛星に関わらず、海陸分布と大気循環パターンの関係性を統一的に説明できるかどうかを考察した。

現在の地球（大陸分散型の海惑星と呼ぶ）では、赤道対称な帯状の大気循環（ハドレー循環など）が発達し、風成砂丘もその風系を反映する。一方、約250Maの超大陸パンゲア時代の地球（大陸集合型の海惑星）では、赤道を跨ぐ超大陸の存在により、季節毎に南北に反転するハドレー循環が発達すると推定されている

(Rowe et al., 2007; Tabor & Poulsen, 2008)。同時代の風成砂丘（Navajo sandstoneなど）を調査した結果、季節的に反転する風系（北東風と南西風）によって縦列砂丘が形成されており、GCMの結果と整合的だった。また、タイタン（湖惑星）の風系および風成砂丘記録を見ると、パンゲア時代と類似しており、季節毎に赤道を跨いで南北に反転するハドレー循環によって、縦列砂丘が赤道～低緯度域に発達する (Tokano, 2010)。

次に現在の火星（陸惑星）では、表層に水が存在しないため南北温度勾配は更に大きくなり、季節毎に大きく反転するハドレー循環が発達する (Forget et al., 1999)。現在の火星では縦列砂丘があまり発達しないが、赤道域の砂丘の配列方向は南北に反転する風系の傾向を示す (Gardin et al., 2012)。一方で約40億年前の火星では、北半球に超海洋が、南半球に超大陸が発達していたと考えられ（南北非対称な大陸集合型の海惑星），その比熱差から季節毎に大きく南北反転するモンスーン循環が発達していた可能性がある。Opportunityにより調査された赤道域の風成層記録を見ても、南北に反転する風系がはっきり認められる (Hayes et al., 2011)。同じような大陸配置をしていた超大陸ロディニア時代の風系では、Giant wave rippleによって同様に南北で大きく反転する風系が推定されている (Hoffman & Li, 2009)。

以上をまとめると、大陸分散型の海惑星（現在の地球）では南北両半球の季節変化が小さいため赤道対称にハドレー循環が発達するのに対し、大陸集合型の海惑星（パンゲア時代の地球）や湖惑星（タイタン）、陸惑星（現在の火星）のように海-陸比率が減少していくと、赤道を跨いだ南北非対称なハドレー循環が卓越する、という明確な傾向が明らかになった。ただし、南北非対称な大陸集合型の海惑星（40億年前の火星やロディニア時代の地球）では、季節毎に大きく南北反転するモンスーン循環が卓越するという例外も明らかになった。

キーワード：風成砂丘、海陸分布、大気循環、超大陸

Keywords: Eolian dune, Land-Ocean distribution, Atmospheric circulation, Supercontinent

