

粗視化モデルでのバルハン砂丘のサイズ分布

Size distribution of barchan dunes by a simple model

勝木 厚成 [1]

Atsunari Katsuki[1]

[1] 日大理工

[1] Nihon Univ.

<http://www.phys.ge.cst.nihon-u.ac.jp/~katsuki/>

自然界では、構成要素が単純でも、集団で運動すると思いがけない程複雑な振る舞いをする事が多くある。そのひとつの例が粉粒体(砂や砂糖など)である。粉粒体の集まりとして地球上でもっともスケールの大きいものが砂丘である。砂丘は砂漠上はもちろんのこと、海底や火星にも存在することが知られている。また砂丘と類似した形状のものは雪や火山灰でもつくられており、砂丘の形態は粉粒体と流れがあれば普遍的にみられる形であると考えることができる。砂丘は地球規模の砂漠化問題にも深い関わりがあることはもちろんだが、それ以上に数十メートル近くある砂丘自身が移動することで、道路やパイプライン、さらには一つの街ですら飲み込んでしまうという直接的かつ緊急的に解決すべき課題がある。

また、砂丘は砂の量や風向きによって様々な形態パターンを

とることが知られている。地面を覆う砂の量が少なく、風の方向が一方向の時には、バルハンと呼ばれる三日月型砂丘が形成される。以下、砂丘の中でも最もシンプルなものと考えられているバルハンに注目して議論を進めていく。バルハンは風下方向に角を向けた三日月型の砂丘で、その形態を保ちながら風下方向に移動していく。これまでの多くの研究は孤立したバルハンに注目してきた。しかし、実際の砂漠上では、単独ではなく集団で存在している。だが、砂丘集団に関する物理的研究はまだ少ない。そこで今回、計算機シミュレーションを用いて砂丘集団のダイナミクスを調べることにした。

まず、地面空間を2次元格子 (x,y) で組み、それぞれの格子には高さという連続変数 $h(x,y,t)$ を定義した。ここで、 x 、 y 、 t は離散変数である。それぞれの格子のサイズは砂粒より十分に大きく、砂粒が飛ぶというより、砂の塊が飛ぶというイメージになる。この考えにより、砂粒一つ一つを計算するより格段に計算スピードを上げることができる。現実的な砂の移動は様々な要素(砂の粒径や形、飛砂、砂の転がり、雪崩、流れの強さ、境界層の剥離、渦、湿度、植生など)によって決まってくるが、今回使用するモデルでは、計算を簡単化するために、砂丘を構成するのに最も重

要な働きをする2つのプロセス(飛砂 [Saltation] と雪崩 [Avalanche 雪崩])を考慮する。このモデルで形成された単独砂丘のスケージングは、観測と同じく高さと同幅が比例すること速度が反比例することがわかっている。また、風と砂による砂丘形態の変化も再現することが分かっている。

砂丘のサイズ分布をとると、大きいサイズになるにつれて数が少なくなっていく。この分布関数は対数正規分布関数に従うことがわかった。次に、砂丘群同士が接触した場合の境界でのサイズ分布がどうなっているのかを調べてみる。砂丘のサイズ分布を調べたところ、砂丘群の接触にかかわらず、砂丘分布は対数正規

分布に従うことがわかった。また、供給量が多い場合、砂丘のサイズはほぼ同じになっている。これから、砂丘同士の衝突によって、砂丘のサイズが均一化されていることがわかった。