

How raindrops fall

雨粒はどうやってできる？

Fiona Tomkinson doi:10.1038/news.2009.705/20 July 2009

1 粒の水滴が破裂して、雨となる。

自然の雨のようにさまざまな大きさの小滴のシャワーが、たった1粒の水滴からできることを、フランスの研究者が簡潔な実験で示した。これまで、地上で見られるさまざまな大きさの雨滴は、雨滴どうしが落下中に互いに衝突することによってできると考えられていた。

エクス・マルセイユ大学（フランス）の流体力学研究者 Emmanuel Villermaux と大学院生の Benjamin Bossa は、小さな水滴が蛇口から滴るようすを撮影し、水滴が落下中にどう変化するのかを観察した。落下につれ水滴は加速し、空気抵抗が水滴の凝集力より大きくなると、水滴は破裂して小滴のシャワーになった。

Villermaux は「こうした実験には通常、10メートルの高さが必要です。これは標準的な実験室で行うには、高すぎます」と話す。このため、Villermaux らは、水滴が落ちるときに受ける空気抵抗を増加させるために、上に向かって流れる空気噴流を利用し、より短い距離で水滴の落下を再現した。実験の結果、静止空気中では1粒の水滴は、初めはホットケーキ型に平たくなり、その後ひっくり返したおわん型に変形し、最後におわんが破裂して小滴になることがわかった。

Villermaux らは、こうした水滴の形の変化などの観察をもとに、1粒の水滴の破裂を地上での雨滴の大きさの分布と結びつけた。彼らのモデルから、雨滴の大きさ

の分布は、水滴が破裂して小滴になることで十分に説明できることが明らかになった。この成果は *Nature Physics* に発表された¹。

100年前の実験がヒント

Villermaux の研究のヒントになったのは、米国バーモント州の農場経営者 Wilson Bentley が100年以上前に行った実験だった²。Bentley は、雨が降っている屋外に小麦粉で覆った板を短時間置き、小麦粉の湿った部分を測定して雨滴の数と大きさを記録した。

「Bentley の時代、我々がもっているような高速度カメラはありません。しかし、Bentley は優れた実験家でした。彼は、調べるべき問題は雨滴の大きさではなく雨滴の大きさがばらつく原因だ、と初めて気づいた人でした」と Villermaux は話す。

雨滴の大きさの分布は、降雨の強さと密接に関係している。マギル大学（カナダ、モントリオール）の Stewart Marshall と Walter Palmer は60年以上前に測定を行い、雨滴の大きさは細かい霧雨よりも強い嵐の場合に、より大ききばらつくことを報告した³。今回 Villermaux と Bossa は、Bentley が問うた問題に答えるために行った実験で、Marshall-Palmer 粒径分布の再現に成功した。

「答え」は研究者たちが考えていたよりも単純だった。小滴の大きさの分布を決めるメカニズムは、1粒の水滴が空気中を落

下する際の動力学を考慮するだけで説明できるのだ。1粒の水滴が雲から落下し小滴に分裂するのにかかる時間は、2つの別の水滴が雲の中で衝突するのにかかるよりも一般的に短かった。

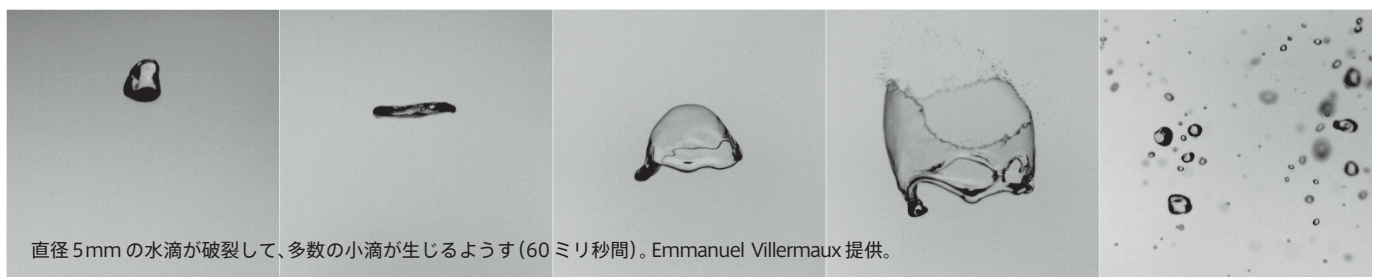
ブリストル大学（英国）の流体力学の専門家 Jens Eggers は、「『答え』は、たくさん経験的な関係式を寄せ集めたもっと複雑なものになるだろう、と私は予想していました。しかし Villermaux らは、ちょっとした物理的なアイデアをもとに、きれいな関係、つまり、単純で普遍的な関係式で雨滴の平均の大きさと雨の強さの相関性を説明することができました」と評価する。

ブルックヘブン国立研究所大気科学部門（米国、ニューヨーク州アプトン）の Yangang Liu も「この研究は確かに新鮮でおもしろいですね」と話す。しかし、「まだ、調べなければならないことがたくさん残っています。例えば、地表で観測される雨の大部分、つまり地表で観測される雨滴の大きさ分布の大部分は、雪片が溶けて生じたものです」と指摘する。「Villermaux と Bossa の理論は、この種の降雨でも矛盾しないのでしょうか」と Liu は語っている。（新庄直樹 訳） ■

1. Villermaux, E. & Bossa, B. *Nature Phys.* doi:10.1038/NPHYS1340 (2009).

2. Bentley, W. *Mon. Weath. Rev.* **10**, 450-456 (1904).

3. Marshall, J. S. & Palmer, W. M. *J. Meteorol.* **5**, 165-166 (1948).



直径5mmの水滴が破裂して、多数の小滴が生じるようす（60ミリ秒間）。Emmanuel Villermaux 提供。