

気象

(The New Weather Book)

創造の不思議シリーズ

04 サンダーストーム (雷を伴う嵐)

マイケル・オード著

翻訳：山部悦則、榎尊

目次

- 01 創造主による創造
- 02 地球の天候を生成するもの
- 03 大気中の水分
- 04 サンダーストーム（雷を伴う嵐）
- 05 危険なサンダーストーム
- 06 ハリケーン
- 07 冬の嵐
- 08 荒れた天気
- 09 過去の気候
- 10 気候変動
- 11 創造主、天地創造と私たち

※ 著作権の関係から、各図の掲載を省略させていただきます。

04 サンダーストーム （雷を伴う嵐）

暗い雲が近づいて来るにつれて、美しい夏の太陽は去ってしまいます。しばらくの間、遠くからゴロゴロ言う音が聞こえたかと思う内に、風が皆さんの方向に嵐を運んできます。すぐに雷が落ちて、ぎざぎざの稲妻の電流が空を貫きます。そして貴方は、土砂降りの雨が落ちて来る直前に隠れ場を求めて走ります。

劇的な太鼓の連打の後、水分で重くなった雲がそのペイロード（＝積荷）を放ちます。大きな雨粒の雨が激しく降り、一時間以内に一億ガロンもの水を（地下に）堆積させます。雨は余りに速く襲って来るので、殆どの雨は道路の脇の排水口に流れ込みます。そして田舎では、小水路を通じて、膨れ上がった小川に流れこみます。ストームは、1時間程度しか続きません。そしてその後、太陽が突然現れます。夏の雷を伴う嵐（サンダーストーム）は移動して行き、大地に湿気と新鮮さを再度残していきます。

サンダーストームはどれ程あるか？

今現在、瞬間瞬間に約1800個のサンダーストーム（雷を伴った嵐）が地球上で発生しています。年ごとに見ると、毎年、1600万個のサンダーストームが発生しています。この内、年間約10万個のサンダーストームが米国で発生しています。米国のストームの大部分は、南東部で生まれています。

世界のサンダーストームの大部分は、熱帯地帯で生じています。例えば、中央アフリカとインドネシアでは、ほぼ毎日ストームが発生しています。ウガンダのカンパラ（=Kampala）に住んでいる事を想像してみてください。そこでは、一年の内、242日はサンダーストームがこの街を襲っています！ 専門家によれば、カンパラは、一年間に生じるサンダーストームの数で世界一の街であると信じられています。

サンダーストームは、約100平方マイルの小さなエリアに膨大な量の電気エネルギーを放出します。僅か20分間で、サンダーストームから得られる電力は、大都市の1週間に匹敵する電力を生み出します。地球上では、毎秒40-50個の稲妻が起こっています。これは合計すると、世界中で14億回の稲妻が生じている事になります。

サンダーストームの形成

サンダーストームは、ふわふわした積雲から発達します。

穏やかな積雲は、突然、巨大なサンダーストームである積乱雲に発展する事があります。この劇的な変化が起きるには3つの条件が必要です。最初の条件は、大地と対流圏上部の間の大きな温度の違いです。二番目の要件は、下層の大気に大量の湿気がある事です。三番目の条件は、引き金です。一サンダーストームを引き起こすプロセスです。そして一旦、そのようなストームを起こす引き金に触れると、湿度と温度の差から、大地から上方に向かって吹く強い風が生じます。この風は、上昇気流と呼ばれます。

普通、早朝よりも午後の方が雲が多いです。これは、午後は上昇気流が発生するために十分なだけ大地が暖められるからです。湿気が非常に少ない場合、水蒸気が凝縮して雲になるには、上昇気流ははるか高くまで上がらなければなりません。時には、目に見えない水蒸気から積雲が凝縮して生まれるには、空気は地上5千フィートから1万フィート（1、524から3、084m）の高さまで上昇します。

サンダーストームのライフサイクル

高所の膨らんだ小さな雲は、大量の湿気が加わるまでは変化しません。この湿気が、上昇気流を強くします。湿気は、潜熱と呼ばれる熱を加えますが、この事は、雲は内側で温まり、そのためより速く上昇するようになる事を意味します。潜熱とは、水分を蒸発させる時に取り込まれる熱で、雲の中

で凝縮が進む時に発散されます。湿気と追加的に熱せられることによって、積雲は上方に拡大し、巨大なタワーのような積雲か積乱雲へと発展します。この雲の内側の風は、非常に強くなることがあります。時には、上昇気流は時速60マイル（時速96キロ）に達します。雲の中の空気と湿気が上昇するにつれて、上層対流圏のより低い圧力が膨張することにより、上方に向かう程冷えていきます。

雷と稲妻は、普通、雲の一番上の部分が2万5千フィート（7,620m）に達した時に始まります。この時迄には雲の内部は十分に冷やされて、水滴は氷晶に変化しています。

積雲は上昇速度を落としていき、大気上部の暖かい空気の層である成層圏に突き当たると最後は成長を止めます。一部のサンダーstormは、エベレストの高さで2度大きくなります。対流圏上部と成層圏にある強い高層風は、雲の頭をこすり落ちて、そして雲を拡げます。これにより、雲の形はきのこかアンビル(= anvil)のてっぺんに似た形になります。アンビルとは、蹄鉄工が蹄鉄の形を取る時に、ハンマーで叩く金属の塊りの事です。アンビルの形をした雲の中にある氷晶により、雲はぼやけて見えます。

サンダーstormが発達するにつれ、雲の内部の雨滴や氷晶は互いに衝突したり重なり合ったりすることにより成長していきます。そして雲の底部は、降雨前の水分で暗くなります。雨滴が余りに重くなって、雲の中の上昇気流がそれ以上掃き上げることができなくなると、重力によって雲から雨

や雹として落ちていきます。それらの雨滴は落ちる時も、小さな雨滴を吸収して大きくなります。これにより、巨大な跳ね散るような雨滴が生まれるのです。一方、雹は雲の内部で大きさが決まります。落下していく雹や雨滴は下降気流を生じさせ、それが結果的に湿った上昇気流と干渉し合い、サンダーstormを弱めることになります。一つのサンダーstormの雲は、普通、30分から50分でエネルギーを使い果たします。

普通、サンダーstormは、大きな群を成して到来します。一つのstormが他のstormの後に続いて来るのです。そのため、グループの中で一つのサンダーstormが勢力を弱くしても、もう一つのstormが大きく成長します。大地は、通常、夜中に冷え込みますので、サンダーstormが日没の後も続く事は稀にしか起こりません。しかしたまに、大地の温度が夜を通して暖かいままの時があります。暑い夏の夕方には、stormは大地が冷え始める迄夜中まで活動し続ける場合があります。また、低気圧がエリアにある場合、サンダーstormが夜中に発生する事もあります。

恵み

全体として、サンダーstormは人類やその他の全ての生物にとって大きな恵みであります。それらは、中緯度の大陸内部においては夏の間の主たる水資源であります。植物は、

水が一番必要な時に豊富な生命を支える雨水を得られます。もしサンダーストームがなかったならば、これらの大陸は干上がって乾燥してしまうでしょう。魚は死に、穀物は枯れ、そして動物は死に絶えるでしょう。サンダーストームは、世界の食糧の大部分に水を供給しているのです。

サンダーストームは、我々がしばしば当たり前と思い込んでいるその他の便益を与えてくれます。それらは、自然のエア・コンディショナーでもあるからです。表面で熱せられた空気は、空高い大気中に上昇し、そこで熱は宇宙に放出されます。雲の生成によって、陰ができます。雨と雹は、暑い日の後に新鮮な冷気をもたらしてくれます。サンダーストームは、地球が全体的に暑くならないようにするサーモスタット (= thermostat) のような役割を集合的に果たしています。もしこの上方に向かうヒートポンプ (= heat pump) がなかったならば、地球は、20°F (11°C) も暖かくなっていた事でしょう。

サンダーストームは、また、神の作った空気清浄器の一つでもあります。夏の間は、ほこりや煙霧およびその他の汚染物質が大気の下層部に集まります。積雲やサンダーストーム中の上昇気流が、汚染を大気上層部に拡散し、上空で汚染は立ち消えます。サンダーストームから落ちて来る雨は、空気中から多くのこれらの微粒子を洗い流してくれます。

サンダーストームの稲妻は、また役にも立っています。稲妻は、地球と大気の電氣的バランスを維持する事を助けて

います。稲妻は、また肥料も生成しています。それが空を裂いた時、稲妻は、窒素ガスを窒素化合物に変化させます。そして、これらの窒素化合物は、大地に落ちてきて土壌に加えられます。窒素は、肥料の主要成分の一つです。農業に必要な窒素肥料の10%は稲妻により提供されます。

そのため稲妻の危険性にも拘わらず、サンダーストームは我々にとってある意味では恵みでもあるのです。それらは、夏に水を提供してくれますし、地球を冷やしてくれますし、また空気を浄化してくれます。稲妻は、地球の電荷のバランスを保ちますし、土壌に肥料を提供する手助けをしてくれます。稲妻とサンダーストームは、地上の生き物を支えるための神の計画の一環である訳です。

時々、サンダーストーム (= 雷を伴った嵐) と共に虹が見える事があります。降り落ちる雨滴を通して太陽は輝き、光を各色のスペクトル (= spectrum) に分割します。この現象は、ノアの時代の時のように2度と地球全体を洪水で覆わないという神の約束の合図でもあるのです。

稲妻は電気

皆さんは、何が強い電気の放出現象である稲妻を引き起こしているかと考えられた事があるかも知れません。1772年に、ベンジャミン・フランクリン (= Benjamin Franklin) は初めてサンダーストームが電気を発生させる事

を実演してみせました。稲妻は静電気のようなもので、この静電気については、皆さんも敷物の上で足をこすったりドアのノブに触ったりした時によく経験します。皆さんの足が敷物から来た電子をこすり、その電子が皆さんの体を通して指先まで伝わる訳です。電気のスパークが、皆さんの指からドアのノブに向けて生じます。サンダーストームの場合、下側の雲は1億ボルトの電気を帯びるようになります。この電気は、雲の内部に放電されるか、または、地上、あるいは別の雲に向かって放電される事もありますし、或いは、空気中に放電される事もあります。稲妻は、大地から上方の雲に向かって伝わる事も知られています。1993年、科学者達は、積乱雲のてっぺんから稲妻が上方に向かって放電されるのを発見しました。

稲妻と雷の始まり

科学者は、未だ稲妻の仕組みを理解しようと努めています。多くの科学者が考えている事は、氷の粒子の衝突の結果、雲の中で電気が生じる時に稲妻ができるという考え方です。マイナスの電子がこすり落ちてより大きな氷の粒の上で帯電して行きます。これらの結晶は余りに重いので、雲の下側に落ちて行きます。より小さな氷晶がプラスの電荷を帯び、強い上昇気流のせいで雲の上に上がっていきます。このプロセスによって、プラスの電荷とマイナスの電荷は別々にされま

す。この分離により、雲の底部と上部との間で、また、大地と雲の底部との間で電圧に大きな違いが生じます。相反する電荷は引き合うので、電圧の違いが余りに大きくなると、巨大なスパークが空気を貫きます。電子は正の電荷を帯びた所に飛び出しますが、それは大地に対してか、あるいは上方の雲に対してだったり、もしくは空気中や別な雲に対して向かいます。

しかし、この理論には多くの問題点があります。科学者は、小さな積雲ですら電気を生成できる事を既に示しています。また、電気は氷晶がなくても生成できることを発見しています。時には、大量の電気が空気中から雲に流れる事があります。殆どの場合、雲の底部は電子により負に帯電していますので、雲から大地への稲妻は、普通、負の放電現象であります。しかし、これらの稲妻の内の2-3%は、負の電子ではなく、正の電荷の放電なのです。正の電荷を帯びた放電は最も危険です。科学者は、稲妻がどのようにして正の放電を行うのか説明できていません。自然は非常に複雑で、まだ我々が自然から学ばなければならない事は沢山あるのです。

撮影スピードの速いカメラが、稲妻のプロセスをより良く説明しています。雲の底部が負に帯電して大地が正になる程、目に見えないイオン化された空気の通路である「リーダー (= leader)」が、雲の底部から大地へ向けて発達します。このリーダーが大地に達するや否や、稲妻が競って大地に向けて放電します。実際、大地への多数の放電現象が連続的に

素早く起きるのです。

雷は、稲妻の放電で空気が分割される時に生成されます。雷によって、数百万分の1秒以内に周囲の大気分子を5万°F（2万8千°C）熱します。これは太陽表面の5倍の温度です。大きな放電に続くこの爆発的な温度上昇によって、空気は暴力的なまでに膨張します。この膨張が雷を発生させるのです。雷の音は、皆さんの耳が拾う空気のバイブレーションや波によって起こされます。音を実演する方法は、「サブウーファー」スピーカーを通じて出るより低域のサウンドのバイブレーションを感じてみることです。この音で、部屋はガラガラと鳴ります。

エコー

稲妻の時エコーがしますが、そのため近い時の方が離れている時よりも違って聞こえます。稲妻が近い時は、鋭い亀裂のような音がします。しかし、稲妻が離れている時は、ゴロゴロと言うノイズのように聞こえます。ゴロゴロと鳴る音は、物体から跳ね返る音波によって引き起こされますが、その時エコーを生じます。

距離

皆さんは、稲妻の放電と同時に音波も爆発的に聞こえますので、雷と稲妻は同時に起きると考えられるかも知れませんが、それは違います。雷は音の速度で進みますので、その速度は時速750マイル（=時速1200キロ）です。稲妻は、光速で進みますので、音速よりも100万倍も速いです。稲妻と雷との間隔を秒数でカウントする事によって、サンダーストームが何マイル離れているかを計算する事ができます。それから、秒数を5で割って下さい。雷は、通常、7マイル（=11km）先まで聞こえます。静かな日には、人は微かなゴロゴロ音を20マイル（=32km）先まで聞ける場合があります。

