

気象

(The New Weather Book)

創造の不思議シリーズ

02 地球の天候を生成するもの

マイケル・オード著

翻訳：山部悦則、榎尊

02 地球の天候を生成するもの

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 強風を伴った雷雨
- 05 危険な強風を伴った雷雨
- 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。

気象とは、大気の瞬間・瞬間の状態の事です。温度と降雨を除けば、気象には、風向や風速、視界、水蒸気の量、気圧、それに雲の条件や大気の質が含まれます。降雨とは、雨やみぞれ、雪、ひょう、もしくは霧雨と言う形で空から落ちて来る湿気です。大気の質は、大気中にどれだけの埃や靄、あるいは汚染物があるかという事で決定されます。

気候はまた、緯度や大洋にどれだけ近いかという事に左右されます。夏の気温は、北欧の方が南欧よりも涼しいです。北半球では冬は、カナダのサスカチュワン州(Saskatchewan)は寒いですが、その一方でテキサス州では気候は穏やかです。同じ緯度でも、大洋に近いワシントン州のシアトルに住んでいるのか、あるいは、大洋から遠く離れたノースダコダのビスマルク(Bismarck)に住んでいるかによって気候は異なります。シアトルは、太平洋沖からの風の流れのせいで天候は穏やかです。

語彙：

Arid(乾燥した) low-pressure system(低気圧) barometer(気圧計、バロメータ) ice cap(氷冠) condensation(凝縮、結露) meteorologist(気象学者) Dew point(露点) precipitation(降水量) Doppler radar(ドップラー・レーダー) weather balloon(観測気球) equator(赤道)

気候の「エンジン」

太陽は、天候の究極の原因です。何故なら、太陽の位置により地球を照らし暖めるのに違いが生じるからです。この理由から、暖める力に違いを持つ太陽は気候の「エンジン」と呼ばれます。日光が大気圏に入って来ると、太陽光線は大気によって吸収されるか、或いは白い雲によって宇宙に反射して戻されます。大地まで届いた日光は吸収されると同時に反射されます。反射された日光の宇宙の中に戻ります。一方、地表で吸収された日光は、大地を熱します。地表が温まるにつれて、地上の大気が熱せられます。

大地と大気は、赤外線放射（夜間に土地を冷やす見えない光）によって熱を継続的に失います。これらの殆どの赤外線は大気中に吸収されますが、宇宙空間に逃げて行く赤外線は冷却現象を起こします。そこで雲は、夜間に地球の温度を暖かい状態に保つための毛布のような役目を果たします。雲は赤外線放射の大部分を吸収し、その一部の向きを変えて大地に戻します。その結果、雲の下の大地と大気が夜間余り冷え込まないですむのです。

赤外線放射により夜間大地は冷却されます。太陽が上昇すると、日光は大地と空気を暖めます。この事が、空気は夜間に冷え込み、日中に温まる理由です。夏の間、日中が長く夜が長くなると、24時間の赤外線照射によって失われるよ

りも多くの熱が日光によって得られます。そのため夏が近づくと温度は暖かくなります。冬にはこの反対になります。日中が短くなり、夜が長くなると、24時間の熱喪失がより多くなります。そのため冬が近づくと、温度は低くなります。

日中の日光と夜間の赤外線冷却は、また、熱帯地方と極域の温度差を引き起こします。これらの温度差が大気圧の変化を引き起こし、そしてそれが故に地球に風が生じます。大気は、高気圧から低気圧へと吹きます。例を挙げると、タイヤ内部の空気の圧力は大気より高い圧力です。つまり、タイヤの中には立方インチ当たり、あるいは立方センチ当たりの大気分子が大気中より多数あるという事です。そのためタイヤのバルブを緩めると、大気がタイヤから流れ出すのです。これと同じ原理が大気中でも働くのです。

コリオリの力

地球はその軸を中心に回転しているので、大気中の空気の流れはより複雑になってきます。このスピン（回転）は、北半球では空気を右側に動かしますし、南半球では左側に動かします。空気中のこの偏光力はコリオリの力と呼ばれています。空気は高気圧から低気圧に向かって吹きますので、コリオリの力は、空気を低気圧の周りを渦巻き状に回転させます。北半球では、空気は低気圧の周りを反時計回りに渦巻き

ますし、一方南半球では、時計回りに渦巻きます。空気は、低気圧の中心に向かって渦巻きますので、それは上方に向かって押され、雲を作り、そして雨を降らせます。実際に、全ての降雨は上方に動く空気によって形成されます。

北半球におけるコリオリの力は、反時計回りに回転するディスクのようなものです。貴方がディスクの中心にいるものと仮定して下さい。そこで、もしディスクの端にあるターゲットに向かってボールを投げたとすると、ボールは右方向に的を外すでしょう。ボールはあたかも右方向に反射されたかのように現れるでしょう。実際に起こる事は、ボールが端に達した時、ディスクはボールの下を左方向に回転しているのです。地球は回転しているため大気中でも同じように作用します。

(補足の説明)

自転＝スピンの回転で・・・反時計回りになる・・・云々と簡単に書かれていますが、これは、「地球の自転の関係で」南側＝赤道に近いほど、自転の際に地球の動きにつられて移動する(＝動く)空気の層の移動距離が南側の方が長くなるので、結果的に雲の移動速度は相対的に北側(＝上側)に比べて速くなる訳です。そのために、この両者の相対速度の違いから、外側の雲が進行方向に対して左向き(内向き)に曲がる訳です。そのように考えるのが、北半球で台風が左巻き＝反時計回りになる現象です。

ジェット気流とは何か？

地球を熱する程度の違いにより、大気圏上空にリボン状の高速風であるジェット気流を生じさせます。ジェット気流は、標高6－12マイル(10－20キロ)の上空を西側から最大時速250マイル(時速400キロメートル)の速度で流れて来ます。

また中度の標高には、天候エンジンがジェット気流を形成します。ジェット・ストリーム(気流)は蛇のように地球の周りをくねくねと動きます。北半球と南半球にはそれぞれのジェット・ストリームがあります。天候特性の多くがジェット・ストリームに関係しています。

ジェット気流の原因

ジェット気流は、熱帯地域と極地における温度差から生まれます。この南北の温度差が、西風を上方に増大させます。この風は、最大で成層圏の直下(大気の上空層)にまで達します。赤道と極地での温度差が大きければ大きい程、ジェット気流の風も強くなります。この温度差は、冬の間ほど大き

く、夏の間は小さいです。この事が、ジェット気流の平均速度が冬季は時速90マイル（時速144キロ）であるのに対し、夏季の平均は僅か時速35マイル（時速56キロ）である事の理由です。

ジェット気流はジグザグに進む

ジェット気流は、常に変化しています。上の3つの地球は、異なる時期の北半球のジェット気流を示しています。ジェット気流は、波として地球をジグザグに流れています。風が強い時は、ジェット気流はしばしば3つの波を形成します。風が弱い時は、しばしば5つの波が観察されます。しばしばジェット気流は2つに割れ、下降気流を再形成します。更に複雑な事例では、波は静止する事もありますし、あるいは東や西に動くこともあります。ジェット気流の全てのこれらの変化は、天気予報をやりがいのある挑戦的な仕事にしています！

上の3つの地球を見ると、ジェット気流は波状気流から形成されていることが分かります。一つの波の中で、南西の風はより暖かい空気を北に運びます。北西の風は、冷たい空気を南方向に運びます。この相互作用が、嵐を起こしたり、低気圧の中心を作ったりします。ストーム（嵐）は、普通、ジェット気流の南西の風の下に見られます。高気圧帯は、普

通、北西の風の下に位置します。嵐に関連するのが、寒冷前線と温暖前線です。ストームは、ジェット・ストリーム（気流）の風の方向に先導されます。これが、嵐が通常西から東に動く理由です。

ジェット気流内の風速も変化します。風は、時速75マイル（時速120キロ）で吹くエリアもありますし、更には時速200マイル（時速320キロ）で吹く場合もあります。気象学者は、ジェット気流を厚いリボンもしくは空気のチューブとして考えています。学者は、風速を世界地図上に描きます。チューブ内の線が多くなるほど、空気も速くなります。

ジェット気流のチャートは、天候関係の人には重要です。と言うのも、嵐を伴う天候は通常ある最大風速の箇所で見つかるからです。もし、風船をジェット気流内に置いたとすると、その風船は南北にジグザグに流されますし、また、突然スロー・ダウンしたり、スピード・アップしたりします。このつむじ風の中に、風船は、約14日間で世界を一周するでしょう。

天気図

テレビを見ているか、あるいは、天気図を使用していると、通常、表示される天候マップを見ることがあるでしょう。

このマップには、高気圧と低気圧、そしてそれらの周りに等圧線が描かれています。しかし、天気図が描かれる前に、世界中に天候の観察が行われなければなりません。

メモリー・チップ：南カリフォルニアのある科学の先生が、寒冷前線と温暖前線の違いを思い出す方法を教えてくださいました。それは、三角形を氷柱と考え、そして半円を水ぶくれと考えることです。

天候観察には2つのタイプがあります。一つのタイプは、地上観測です。各天気ステーションが、温度や露点、雲、降雨量、圧力、および風速と風向を計測します。これらの計測値は、少なくとも1時間に1回別のステーションにコンピュータで送られます。天候に重大な異変が起きた場合は、地上観測は定刻時間の合間にも送られます。

2番目の観測タイプは、高層気象観測です。これは観測気球（weather balloon）によって行われ、英国のグリニッジ時間の正午と夜中の一日2回データが観測されます。気球に取り付けられている器具が、最高10万フィート（30,500m）までの高さの大気中の温度と露点、及び圧力を計測します。その際、特別なレーダーが気球を追跡し、風向と風速を提供します。それから全てのこれらの観測（値）は、地図上にプロットされます。天気図は、以前は手書きでしたが、今はコンピュータで作成されます。

地上天気図上には、圧力が等しいステーションを結ぶ線

が描かれ、これを等圧線と呼びます。これらの線から何処に低気圧や高気圧の中心があるのかが分かります。地図上では、「L」とマークされた低気圧の中心の位置が分かるでしょう。低気圧帯は、通常、天気が荒れている場所です。一方で、「H」とマークされた高気圧帯は、通常、天候が良好なエリアです。しかしながら、高気圧の下では空は晴れるでしょうが、中緯度から高緯度地帯では、カナダかアラスカから南方向に動く北極高気圧の下にあるように冬は寒いです。

地図では、また、天気前線が表示されているのが分かるでしょう。前線とは、異なる温度と湿度の空気の境界の事です。前線が動いていない場合は、それは停滞前線と呼ばれ、交互の三角形と半円形のついた線で描かれます。通常、北側か西側にある冷たい空気が暖かい空気にとって代わると、寒冷前線になり、三角形のついた線で表示されます。三角形は、冷たい空気が動いている方向を指して描かれます。暖かい空気が冷たい空気を追い出すと、それは温暖前線になります。温暖前線は、半円のついた線で示されますが、丸い部分は前線の動きの方向を指しており、通常、北側を向いています。

天気予報の方法

気象観測と天気図上の全ての前線の位置、およびジェット気流の観測結果を用いて、気象予報官は、予報を立てるこ

とができます。大気の研究や天気現象についての多くの科学的プロセスの研究から、気象学者は、方程式を発展させてきました。これらの方程式は、世界で最も速いコンピュータの一つに組み込まれ、そして将来に反映されます。何百万回ものコンピュータ計算の後、ジェット気流や前線、それに気圧の中心の位置が、将来に向かって推測されます。この情報は、大きな天候センターの天気マップにプロットされ、それから世界中の小さな予報ステーションに送られます。

各々の気候ステーションの気象予報官は、将来の天気パターンを示す天気図上の等圧線を受け取ります。そこで天気予報官は、自分の担当エリアのこれらの等圧線について解釈しなければなりません。この何年にも渡って、天気図は進歩してきました。しかし、それらは完璧ではありません。気象学者は、大気について十分に知っている訳ではありませんし、また、十分な観測情報を持っている訳でもありません。そのためより大きくて計算速度の速いコンピュータを必要としています。そのため、天気図は、未だに多くの解釈を必要としています。たとえ天気図が完璧なものになったとしても、特定の地域における正確な天気を予報する事は難しいでしょう。気象予報官は、天気図上の等圧線や、衛星画像、ドップラー・レーダー、稲妻の方向チャート、およびその他のツールを使って作業をし、気温や降雨量、風、雲の状態を予測します。そして、必要な時は、悪い気象に対するアドバイスや注意、あるいは警告を発表します。多くの場合、予報は簡単

ですが、時には難しいものです。この事が、何故、天気予報が時々間違うのかを説明しています。

ドップラーレーダー：

天気予報で共通して使用される道具が、ドップラーレーダーです。ドップラー・レーダーは、ラジオ波の反射によって計測します。これは、雲の雨滴や降雨の反射を計測するだけでなく、雲のスピードやストームの展開を示してくれます。ドップラー・レーダーは、レーダーから外に離れて動いていく物体は低減された周波数で音波を反射して返すという原理の上に働いています。一方、レーダーに向かって動いてくる物体の場合、周波数が増大します。Christian Doppler が、1842年にこの効果を発見しましたので、彼の名前にちなんでこの原理が命名された次第です。

稲妻の方向チャート：

稲妻方向チャートは、気象予報官によって日常的に利用されるもう一つのツールです。大きな音を抽出する機器やいくつかの探知機から入手される情報の三角法を用いて、雲から地上に落ちる稲妻をリアル・タイムで地図上にプロットする事ができます。この手法で、気象官は、稲妻を追跡し、その強度の変化を書き留めることができます。

1870年代以降、アメリカ連邦政府は気象データの収集

に関わってきました。20世紀において様々な機関の名称は変わりましたが、彼らの使命は残りました。

アメリカ海洋大気庁（NOAA：the National Oceanic and Atmosphere Administration）は、アメリカ商務省によって監督されていますが、天候や気候、保全、海洋商業、および海洋のような科学分野に活動の焦点を絞っています。

アメリカ気象局（National Weather service）は、NOAAの一部門でデータの集配、気象予報、および気象関連の警告に責任を持っています。

ストーム予測センター（The Storm Prediction Center）は、厳しい気象を評価しその事前警告を発表する事が仕事ですが、この予測センターもアメリカ気象局の一部門であります。

国立ハリケーン・センター（National Hurricane Center）は、国立環境予測センター（National Center for Environmental Prediction）内の一部局です。

大気大循環

地球のエリアにまたがる熱伝搬の違いが、大気大循環と呼ばれる平均的な大気の流れを生み出します。大気は普通赤道で上昇し、そこから南北に広がります。大気は、約30°の緯度の所で沈みます。その緯度で、大気は大地に降りて南

北に押され、そして貿易風を形成します。高い上空で赤道に向かって押し戻されて来る大気は、閉じた循環を形成します。各半球の中程度の上空と高度の上空で2つの閉鎖循環がある事が分かっています。中程度の上空の循環は地表で西風を起こし、一方で高い上空の循環は地表で東風を起こします。地球には、全体で6つの平均的な循環があります。

大気大循環による気候の形成

大気大循環は、地球のある特定の地域の気候を決定する上で重要な働きをします。気候と気象には相違点があります。気候とは、通常、いずれの場所でも我々が想定する気象の事を言います。それは、特定の場所における特定の時刻の平均的な気象条件です。例えば、カリフォルニアのデス・バレー（Death Valley）では、夏の間、気候は非常に暑くて乾燥しています。一方、アラスカのフェアバンクス（Fairbanks）では、冬は非常に寒く、夏には快適な暖かさです。気候を知ることによって、我々は自分の生活をより快適なものに計画することができます。気候がどうなるかを知っていれば、厳しい気候の下でも我々は安全で快適に過ごせるという事です。

世界の気候

熱帯 (=Tropical)

熱帯雨林気候

熱帯サバンナ気候 (= Tropical wet and dry)

乾燥 (Dry)

半乾燥気候 (= Semiarid)

乾燥気候 (= Arid)

温帯 (=Mild)

西岸海洋性気候 (=Marine West Coast)

地中海性気候

温帯湿潤気候 (=Humid Subtropical)

大陸性 (=Continental)

温暖な夏 (=Warm summer)

涼しい夏 (=Cool summer)

亜極性 (=Subarctic)

極地気候 (=Polar)

ツンドラ

氷冠 (=Ice cap)

高地帯 (= High elevations)

高地 (= Highlands)

高台 (=Uplands)

気候の違い

大気大循環のせいで、地球上の場所では異なる気候を持ちます。普通、大気が上昇する所では、多くの降水量が認められます。一方で、沈んで行く空気は、大気の高所から乾燥した空気を下側に向かって吹き降ろします。その結果、空気が上昇する赤道付近では非常に湿気が多いです。これらの地域が熱帯雨林です。地球の砂漠は、空気が沈み込む緯度が30°付近に多く集中しています。この事が、あの大サハラ砂漠で殆ど雨が降らない理由です。中緯度地帯は、緯度が30°地帯より、はるかに湿気を帯びており、極地は寒くて殆どの場合乾燥しています。

大気大循環に加えてその他の変数が、気候を決定する上で重要です。一つの主要な変数は、大洋からの距離です。特に中緯度地帯では、大洋に近ければ近い程、気候もより湿ったものになります。一方で、大洋から遠くなればなるほど、気候も乾燥します。山の存在ももう一つの変数となります。山は、より涼しくて湿り気がありますが、下に吹く風はより乾燥したものとなります。大気大循環と、大陸—海洋の分布、それと山々の存在によって複雑な気候パターンが生まれます。

<最低気温 = Coldest >

世界で記録した最低気温は、 -129°F (-89°C) です。これは、1983年7月21日に南極の氷床地帯である標高11、200フィート (3,400m) にあるボストーク (=Vostok) で観測されました。この気温では、二酸化炭素は凍ってドライ・アイスになります。

シベリアでは、2番目に寒い記録が残っています。その記録は、 -90°F (-68°C) です。また、北アメリカで記録された最低気温は、カナダのユーコン準州 (= Yukon territory)、Snag 地方の -81°F (-63°C) です。

新雪は、太陽放射 (熱や光エネルギー) の約90%を大気中に反射します。雪の表面は、僅かしか熱を受け取らないため雪のすぐ上の空気は冷たいままです。

<最高気温 = Hottest >

世界でこれまで記録された最高気温は、カリフォルニアのデス・バレー (=Death Valley) で1913年7月10日に測定された 134°F (56.7°C) です。最高記録は、以前は、1922年9月13日に記録したとされるリビアの El 'Azizia での 136.4°F (58°C) と考えられていました。しかし、世界気象機構の再検討でこの温度は今では無効と見做されています。

1960年1月サウスオーストラリア州のウッドナダッタ (=Oodnadatta) では、 123.3°F (50.7°C) まで上

がりました。

世界で年間の平均気温が最も高い場所は、エチオピアのダロール (=Dallol) です。ここはサハラ砂漠の端にあり、年間平均気温は 94°F (34.4°C) です。

<最も風速があった事例 = Windiest >

これまで記録された地上での最高風速は、1999年3月3日のオクラホマ州における竜巻の時でした。それは、ポータブル式のドップラー・レーダーで時速302マイル (時速486キロ) と観測されました。

風速計で計られたこれまで最も速い突風は、1996年のオリビア (= Olivia) 台風の時でオーストラリアのバロー島 (=Barrow island) で記録されています。台風とは、ハリケーンの別な名称です。

1934年には、ニューハンプシャー州のワシントン山 (Mount Washington) で時速231マイル (時速371キロ) の突風を観測しました。

<最も雪が降った事例 = Snowiest >

1年間に最高に雪が降ったのは、1971年2月19日から1972年2月18日にかけてワシントン州のレーニア山 (Mount Rainier) で降雪量は102フィート (3,150cm) を記録しています。

一シーズンに最高に雪が降ったのは、同じくワシントン

州のベーカー山 (Mount Baker) で1998年7月1日から1999年6月30日までの間に記録した95フィート(2、900cm)です。

世界での最高積雪は、1927年2月14日に日本の滋賀県、伊吹山の斜面で39フィート(1、182cm)を記録しています。

<最も乾燥した事例 = Driest >

世界で最も乾燥している場所の2つは、北部チリのアタカマ砂漠とアフリカの東サハラ砂漠です。何年もの間、これらの地域では雨が降りません。実際、チリのカラマ(=Calama)では、1570年から1971年まで一滴も雨が降りませんでした。つまり、400年も雨が降らなかったのです！

南極地方の氷床の最上部では、毎年雪という形で通常は僅か1インチ(2.5cm)しか水分が得られないことを知っていますか？これを極地砂漠と呼びます。南極は氷で覆われた大地の大陸である事を思い出して下さい。その一万フィート(3,050m)の氷は、降雨量が少ない場合一体何処から来るのかを考えた事はありますか？

<最低気圧>

地球上で最も気圧が低い状態は、恐らく竜巻の中心で生じるでしょう。しかし、果たしてその測定が可能かは疑わしいです。中心部に気圧計を置く事は極めて難しいでしょうし、

仮にそれができても、風が間違いなく気圧計を壊してしまうでしょう。

史上最大の台風である昭和54年台風20号の場合、これまで地上で観測された中で最低の海面気圧を記録しました。それは、1979年10月12日に示した25.69インチ(=65.3cm)です。

<最も激しい温度変化の事例 = Fastest >

恐らく最も激しい温度変化の内の一例は、1943年1月22日、サウスダコタ州のスピーアフィッシュ(Spearfish)で起こりました。午前7時半に、僅か2分間で気温が49°F(27°C)も変化しました。

同じくサウスダコタ州のラピッドシティ(Rapid City)では、1911年1月10日に僅か15分間で気温が49°F(27.2°C)も下がったという記録があります。

<最も不思議な事例>

「雨が(犬・猫のように)どしゃぶりだ。(=It's raining cats and dogs)」という表現をよく聞くことがあります。1939年6月16日、イングランドのトロウブリッジ(Trowbrisse)で、雨が実際に小さなカエルを空から降らせました。強風が池の近くからカエルをつかみ上げて、そして、カエルは雨と共に地上に戻って来たのです。

13.80インチ (= 30 cm) と思われています。

<最も湿度が高い事例>

ハワイのカウアイ島 (= Kauai Island) のワイアレアレ山 (Mt.Waialeale) は、年間平均降水量が世界で一番高い所の一つで、降水量は460インチ (1,168 cm) ありますが、今では、年間平均降水量が世界一の場所は、インドのマウシンラム (= Mawsynram) へと変わり、そこでは年間平均は467.4インチ(1.187cm)にも及びます。インドのチェラプンジ (= Cherrapunji) は通年の降水量の記録を持っています。チェラプンジは、モンスーンの影響を大きく受けまますので、夏場の降雨量は非常に多いですが、冬は僅かしかありません。1年間の記録としては、1860年から1861年の間に、非常に多い1042インチ (= 2,467cm) を記録しました。

1日に記録した最高降雨量は、熱帯性サイクロン・デニス (=Denise) が来た時に、1966年1月7日と8日にマダガスカル島の真西にあるインド洋のリユニオン (Reunion) 島の Foc-Foc で降った71.9インチ (= 183センチ) です。合衆国では、テキサス州のアルビン (Alvin) で一日に43インチ (= 109 cm) の降雨を記録しています。これは、北米では他のどの地域よりも多い降水量であります。また、次については諸説がありますが、合衆国で一日間に記録した最高雨量は、1943年8月4日ー5日の午後11時半から12時半の間にウエスト・バージニア州中部で降った

