

気象

(The New Weather Book)

創造の不思議シリーズ

03 大気中の水分

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 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。

03 大気中の水分

皆さんは、雨や雪の水分が一体何処から来ているのかについて考えた事がありますか？その約半分は、植物や湿った大地、川、湖から来ています。残りの降雨量の半分は、大洋から蒸発したものから来る事を知ると皆さんは驚かれるかも知れません。大洋は、地球の70%を覆っています。蒸発が起きるには十分な表面があります。

蒸発は、水分が空気に晒された時はいつでも起こります。一杯のグラスの水を夜間外に置いてみて下さい。そうすれば、翌朝には多少の水が無くなっているのが分かります。蒸発についてのもっとベターな例は、暖かいシャワーを皆さんが浴びている時の場合です。暖かい水滴が冷たい空気の中にスプレーされると、水分が蒸発します。室内の空気が水分で一杯になると、空気が霧になります。そして、この水分は、冷たい鏡や窓の表面で凝結します。凝結が十分に進んだ場合、水分は集まって水滴になり、窓ガラス等を流れ落ちます。皆さんの浴室で起こる事は、水滴が蒸発し、それから凝縮して雲や雨になる過程に似ています。

地球の水循環

天地創造における神の計画において、創造主は創造物を支える科学プロセスを設定しました。これらのプロセスには、地球の水循環も含まれます。

大洋から蒸発した水は、川や小川を通じて大地から戻って来る雨水と常にとって替わられます。これは、水循環あるいは水文学的循環と呼ばれています。

この循環は、水蒸気を含んだ空気が大洋から陸地に運ばれる形で始まります。雨や雪は陸地に降ります。この降水の一部は空気中に再度蒸発していきます。土壌に吸収されない雨水は、せせらぎや川の中に流れます。結局の所、水は一旦空になって大洋に戻ります。もし一つの水分子を追跡できるとしたら、大洋から陸地へ、そしてまた大洋に戻る循環ができるでしょう。

大海に流れて行かない雨水は、大地の深い所に浸み込みます。この水は、帯水層もしくは地下水面と呼ばれる所に水分として供給されます。地下水面が十分に供給されると、その地下水面は、井戸や温泉用に水を供給するには十分な高さがあると言えます。地下水面が、大地の深い所にある場合、陸地は乾燥します。

食物連鎖に必須である流出水

あらしを伴う雨の流出水は、土壌から化学成分を吸い上げてそれらを大海まで運びます。少量の炭素や鉄、リン、窒素、およびその他の化学成分は、海洋生物を維持する栄養物です。ごく小さい海洋植物やプランクトンと呼ばれる海洋動物は、生き残るために、光合成（太陽光の助けを受けて化学成分を合成すること）と併せて、これらの化学成分を必要としています。プランクトンは、多くの海洋生物にとって不可欠の食糧で、また、ヒゲクジラにとっても重要な食糧です。（ヒゲクジラは、歯の代わりに、プランクトンをフィルターでより分ける（鯨の）ヒゲのプレートを持っています。）

水循環を通して神は、人間や動物や植物のために生命を支える水を提供しています。大地から大海に流れる流出水は、海洋プランクトンに必要な栄養物を提供します。これらのプランクトンは、大海での食物連鎖の始まりでもあります。このようにして大海は、大量の魚を育み続けられるのです。

海洋で失われる塩分

大地やその他のプロセスから流出がある間、塩分は、川やせせらぎによって毎年大海に加えられています。この事は

私共が推計できる事です。塩分はまた、風によって大気中に持っていかれる主として海水の波飛沫や水滴等により、取り除かれています。しかし、より多くの塩が大海に残るので、塩分は増えています。

海洋の塩分の総量を測定し、塩が増えている増量分を分ける事によって、私達は、大海の年齢を推定することができます。塩分のインプット率だけから考えた場合、海洋は4000万年から6000万年の歴史しかないという事が分かっている。その一方で、非宗教的な科学者は、海洋の歴史は、上より60倍も古い約30億年と主張しています。しかし、ノアの洪水の間に海洋に加えられた全ての塩が含まれた場合、海洋の歴史は数千年を超える程度です。

雲

大気は、常に、少しばかりの目に見えない水蒸気を含んでいます。大気がそれ以上目に見えない水蒸気を全て溜めこめない時に、雲が形成されます。これは、空気の相対湿度が100パーセントに達した時に起こります。この時点で、丁度皆さんがシャワーを浴びている時に浴室で起こるように、いずれの余分の水蒸気も空気中で浮遊する非常に小さな水滴に濃縮されます。暖かい空気は、冷たい空気よりも多くの水蒸気を含みます。そのため、もし暖かい湿った空気が冷却さ

れると、雲を形成するでしょう。

雲が形成される4つの過程

湿り空気が十分に冷却されて雲を形成するには4つの異なる過程があります。湿り空気は、夜間の赤外線放射によって大地により冷伽されます。これがまるで地上の雲のような霧を生む訳です。

三つのタイプの雲

• **積雲 (Cumulus)** : 積雲は、カリフラワーのような真綿の雲のように見えます。通常、明るい晴れた日に、これらのふんわりした白い雲が見えます。雲の底側はフラットな形をしていますが、てっぺんは常に形を変えています。積雲は、空気が浮き沈みの流れによって十分にかき混ぜられている事を意味します。積雲が、雷雲にまで成長すると、積乱雲と呼ばれます。これは、空気が成層圏近くまで上昇している顕われです。

• **層雲 (Stratus)** : 層雲は、低空の灰色の雲で、比較的平らな

底面を持ちます。この名称は、ラテン語の stratus から来ていますが、その語源は伸ばす (stretch) とか延ばす (extend) という意味を持っています。大洋の近くで、厚い雲の毛布のような層雲を見るのが一番でしょう。これらは、時には、「高地霧」 (= "high fogs") と呼ばれることがあります。しばしば小雨や霧雨が、層雲から降ります。層雲からの降雨がある時、それは乱層雲と呼ばれます。

• **巻雲 (Cirrus)** : 巻雲 (sēar-us) は、しばしば 35,000 フィート (10 km 以上) の高さにできる高度の雲で、しばしば薄くて羽のように見えます。これらは、水滴の代わりに氷の水晶から成り立っています。その理由は、上空の気は、地上が温かい時でも約 -50°F (-45°C) の温度しかないからです。巻雲は、馬の尻尾のように見えることから、しばしば「雌馬の尾」と呼ばれます。これは、温暖前線が近づいてきた時に最初に見える雲です。

雲の高度

異なる高度で、様々なタイプの雲が生じます。積乱雲は、低い高さから始まり高い高度に達する背丈の長い雲です。積乱雲の底面は平たく暗い色をしています。てっぺんは巻き状のアンビル (金床) のような形をしています。 (=with a

cirrus anvil top) これらの雷を伴ったストームは、しばしば大雨とヒョウを含み、時に厳しい天候を引き起こすことがあります。

雲の分類

1803年に、英国の薬剤師であるルーク・ハワード (Luke Howard) が、雲の種類とその高度に応じて、雲を10種の別のカテゴリーに分けて、それまでのシステムを修正しました。彼のシステムは、非常に信頼のおける事が分かったので今日でも気象学者は彼の分類法を使用しています。

巻層雲 = Cirrostratus : 巻層雲は、薄いミルクのようにシート状に広がった高い巻き雲です。雲の中の氷の結晶を通じた日光は、しばしば、太陽もしくは月の周りに明るい輪とハロー (= halo) を形成します。

巻積雲 = Cirrocumulus : 巻積雲は、影のない巻き雲の小さな高い高度のかすがいのようなものです。これらの雲は、しばしば波とさざ波を形成し、形が魚の鱗に似ているためサバの空 (=mackerel sky) と呼ばれます。

高層雲 = Altostratus : (積雲の上にある) 高層雲は、中程度

の高さにある薄いシートの雲です。これらは、しばしば太陽が霧がかかった窓を通して輝いているかの如く見えるように空を覆います。

高積雲 = Altocumulus : 高積雲は、中程度の高さにあるふわりとしたロールのような雲で、しばしば暗い影を持っています。

レンズ状の（雲） = Lenticular : レンズ状の（レンズの形をした）雲は、高積雲の一つのタイプです。これらの雲は、（風から離れた）山の風下側における中程度から強い風の波によって形成されます。

乱層雲 = Nimbostratus : 乱層雲は、低い灰色の雨を伴う層状の雲です。

層積雲 = Stratocumulus : 層積雲は、水平に広がって幅広いシートを形成する積雲です。

温暖前線

創造主はいくつかのプロセスを用意して、大気中の水蒸気が凝固して雲が形成されるようにしました。温暖前線が、

これらのプロセスの一つです。温暖前線は、暖かい空気が冷たい空気を押し戻す低気圧の一環です。北半球の温暖前線は、殆ど南方や西方から動きます。暖かい空気は、冷たい空気より濃さが薄いです。暖かい空気は、冷たい空気を押す度に、暖かい空気は、冷たい空気の上を昇っていきます。

殆どの場合、雲や降雨現象は大気の上昇気流の起きる処で形成されます。空気が上昇するにつれ、空気は冷却されますが、水蒸気の量は決まった量のままです。結局、温度は、水蒸気が凝縮して雲を形成する閾値の温度まで冷えて行きます。空気中に大量の水蒸気がある時、晴れた夜に同じような現象を見つける事ができます。温度が下がるにつれて、水蒸気は、車や雑草のような物質の表面で凝縮します。雲も同じような理屈で形成されます。雲が上昇し続けるにつれて、水滴はより大きく成長し、終には、水滴は十分に重くなって大地に引っ張られる重力に逆らえなくなります。温暖前線は空気をその角度まで上昇させ、そして上昇気流が雨や雪を形成するのです。

そうして私たちは、温暖前線がいつ雲を伴うようになるのかを予測できるのです。温暖前線は斜めに傾斜しているために、最初に私達が見る雲は、高度が高い雲です。温暖前線がより近づいてくるに連れ、雲は一層厚くなり、またより低くなります。そして終には、温暖前線の近づくに連れ、雲は低くなり雨が降ります。温暖前線が通過すると、普通は雲は消えてなくなり、降雨は止みます。

殆どの温暖前線は西から東へと動くので、航海士や農業従事者、その他天気によって生活している人達は、この雲と降雨の繰り返しパターンに気づいていました。そのため彼らがコインを投げて天気を占う時に、「夜空が赤いのは航海士の喜び、朝の空が赤いのは、航海士の警告」と言うのです。彼らは、朝日が赤い事は、温暖前線が西から近づいている事を示し、そのために美しい朝日になる事を経験的に学びました。夕刻の輝くような日没は、温暖前線が東側に過ぎ去ってしまった事を意味します。

寒冷前線

創造主は、また、雨や雪をもたらす低気圧領域において2番目のシステムを提供しました。これは寒冷前線で、ここでは冷たい空気が暖かい空気にとって替わります。冷たい空気は、通常、低気圧の中心の北か北西にありますから、寒冷前線は、殆どの場合北か西からやって来ます。冷たい空気は、重くなって暖かい空気の下側に潜り込みます。軽い暖かい空気は、鋭い角度で上部方向に押し上げられます。この上昇気流が凝縮して、雨や雪を形成します。

通常、寒冷前線を後方から押す冷たい風は、温暖前線における場合よりもはるかに強いです。従って、普通、寒冷前線は動きの遅い温暖前線より速く動きます。動きが速いと、

空気が上昇する速度も速くなります。そのため暖かい季節には、急速に上昇する空気は、寒冷前線により、雷を伴ったストームを起こします。寒冷前線が去った後には、小雨やしゅう雪が後に残ります。寒冷前線が完全に去ってしまうと、普通、空は晴れます。

より速く動く寒暖前線が温暖前線に追いついた場合、それは閉塞前線と呼ばれます。それが天気図に表示される時、三角形と進行方向を指す半円が交互に前線の図に並びます。閉塞前線は、寒冷前線と全く同じように動きます。

寒冷前線の最も恐ろしいタイプは、米国中部から東部にかけて通過するアルバータ・クリッパー (Alberta Clipper) と呼ばれるものです。これは北極の寒冷前線で、そこでは冷たいアラスカやカナダの空気が南や南東部に吹き荒れ、低気圧の中心が東に移動する際に合衆国に入って来ます。時には、数時間の内に天気は温暖な状態から氷点下にまで下がります。70°F (40°C) を超える温度の降下が24時間以内に起こる事があります。この寒冷前線がアルバータ・クリッパーと呼ばれるのは、前線が通常カナダのアルバータ州から始まるからです。

露点

空気が冷えるにつれて、目に見えない水蒸気を保てる能

力はますます小さくなります。空気がそれ以上蒸気を保てなくなった時(飽和点)、露点の気温に達しています。そこでは、空気中の湿気は凝固して雲や霧を形成します。水蒸気が露点に達する前でも、水蒸気が何かの冷たい表面に接すると凝縮されて雨滴になります。

霧

霧は本質的には地上にできる雲のことです。霧が形成されるには、いくつかのパターンがあります。最も良く見られるパターンは、晴れた夜に気温が下がり、相対湿度が100パーセントまで上がる場合です。この場合、温度が露点温度まで下がり、空気中の水蒸気が凝縮して液体の水滴となります。このタイプの霧は、世界の多くの山や渓谷において冬季によく見られる現象です。これは一年の殆どを通じて、合衆国中部から東部にかけて起こる事があります。これらの地域では、夏でも極めて湿度が高いので、夜間の大きな温度低下に耐えられず、そのため霧が生じやすいのです。

霧は、通常夜間に水上でも形成されます。空気中への蒸発が空気の湿気を高め、それにより霧が生じるパターンです。これは蒸発霧と呼ばれます。このケースでは、空気中の水蒸気の増加が、露点温度と相対湿度を上げている訳です。そのため空気の温度が露点温度に下がり易く、また逆に、露点温

度が容易く大気温度まで上がりやすくなるのです。

霧が形成されるもう一つのパターンは、湿った空気が冷たい空気の中に吹き込まれる場合です。この場合、冷たい空気の湿気は上昇し、その結果相対湿度は霧が生成される所まで上昇します。

霧が生成される3番目のメカニズムは、山や丘の多い地形で起こります。高度の低い雲が高い地形を超えようとして大地と交差する時に霧が生じます。また時には、湿った空気が山越しに持ち上げられる場合にも、霧が生じます。雲は山々のより高い部分の近くでも生じます。もし皆さんが、山のその高さまで登られたとしたら、霧に直面する事でしょう。

米国西部では、冬の間、多くの山岳渓谷で反転現象(=inversion)が普通に見られます。反転とは、大地表面の温度が上空の空気より冷たくなる場合の事です。もし停滞高気圧がこの上空にある場合、霧は反転化の下で数日間持続することがあります。この事が、カリフォルニア州のサンワーキン(=San Joaquin) 渓谷やサクラメント(=Sacramento) 渓谷で、時々霧が何週間も続く理由です。これらの渓谷での霧は、"Tule fog (チューリ霧)" と呼ばれています。この霧は、通常、低気圧が当該地域に移動してきた場合や、寒冷前線が通過した後に消散します。

