

# 天気の一〇〇不思議

東京書籍

村松照男

1章 いろいろな天気不思議

2章 天気を図る

3章 四季の天気野しくみと異常気象

4章 昂目、雪、曇り光からの贈り物

5章 天気予報と気象情報を読む

6章 地球環境の変化と温暖化の行方

7章 気象災害の行方

8章 面白気象コラム

## あとがき

気象現象とは、なんと不思議に満ち溢れているのでしょうか。空に浮かぶ極微な雲の粒が虹をつくり、氷点下になっても凍らない水滴が冬枯れの木々に衝突すれば、繊細なガラス細工を思わせる樹氷となって幻想的な白装束を装わせてくれます。空気のレンズは蜃気楼からグリーンフラッシュ現象など演出するといいたように、天気の世界には不思議さが満ち溢れています。本書では異形な姿を見せる自然の不思議さから始まり、できるだけ多くの天気につわる不思議を知ってもらえるように、いろいろな切り口でさまざまなテーマについて書かせていただきました。1つの「テーマ」を読みながら、どうしてこうなるのか?」なぜだろうか?」と疑問を抱いてもらい、読み終えてぞうだったのか」なるほどと理解していただき、次のテーマに入ってもらいように配慮してみました。

四季折々の気象現象にまつわる話題や、自然から送られてくる光や雲や雨や雪のおりなすドラマを展開することで、気象情報の見方や気象災害の行方などもまとめられています。そしてかけがえない美しい地球の将来を守るために過去、現在、未来の地球環境問題という大きなテーマを展開してみました。地球が誕生してから悠久の時間をかけて作りだされてきた天気の不思議さが、人間がもたらす環境破壊のなかで消えることなく続いていくことに賛同して本書を読み終えていただければ幸いです。

●1章 いろいろな天気の不思議

◆「台風のは目は円くない」

◆ 台風の本当の中心は

台風の目でない？」

◆「台風のは目は1日1回の

またたきをする」

◆ 台風のは目とは引きあい  
ツインサイクロンは生き別れ

◆ 冬雷と異端の雷

◆ かえるが空から降ってくる？)

◆ 渦、限りなく不可思議なもの

◆ ヒマラヤを削れば梅雨がなくなる

◆ 集中豪雨のとは入道雲の群れ」

◆ ヨーロッパの02年の大洪水と03  
年の大熱波

◆ 白い霧、黒い霧の不思議

◆ ダウンバースト(下降噴流)で飛行機  
が墜落・

◆ 魔女の風 フェーン)

◆ サンパチ豪雪は1万年に1回の異常  
気象

◆ エルニーニョと御神渡りの不思議な  
関係

◆ 赤道上空の風の交代と成層圏の春

◆ 地球の自転の効果が気象を左右する  
(

## ◆ 台風の名は円くない

不思議な台風①

台風は巨大な空気の渦ですが、その台風にも、いくつか常識はずれの不思議な姿があります。集中豪雨のときに湿舌が侵入して大雨となった」と擬人化した言葉が多いのですが、台風も中心に「目（眼）」があることもよく知られています。台風の渦巻きの中心付近で激しい暴雨風となっていたのが、目の中に入れば突如として風が弱まり、ときに青い空がのぞきます。目があることすら不思議なのに、そのうえ激しい渦の中心なので当然、台風の名も円いと考えるのが常識なのでしょうが、目が六角形や五角形をしているのがみにつかったのです。

気象衛星ひまわりでとらえた台風19号の最盛期の姿です。直径1500キロメートルを超える雲の渦でらせん状の雲の腕がグルグルとまきついていきます。中心のポツンと凹んだ「へそ」のような点が台風の名です。

この台風の姿を、日本の最も南に位置する宮古島のレーダーで雨雲で観測してみると、中心付近が直径百キロメートルのドーナツ状に厚い雨雲が取り巻いており、その中に雲のないところがある

あります。この雨雲のぐるぐる巻きの環が目の壁雲（アイウォール）とよばれており、その中の雨雲のない所があります。この壁雲の目（眼）です。目の周りの壁雲のなかでは、秒速50メートルの風速を超えた激しい嵐となっていました。

6分間隔で観測したレーダー写真を動画にして廻しますと、この台風では、目の形が正六角形から正五角形、正六角形と変幻自在に形が変わり、それも一瞬ではなく10時間をこえる長い時間続いたのです。さらに詳しく見ると、40数分の周期で時計と反対回りに回転していることもわかりました。一重の驚きです。

すべての台風がこのなるのでありませんが、目が多角形になるのは強い、非常に強い「強さ」となる台風で最盛期か、その直後の時期に起こることが多く、決して稀なことではありません。台風の仲間のハリケーンでも観測されています。このなかで五角形になっていく時間が長く最も安定です。ついで六角形が長く4角形は短い時間しかありません。さすが「目を3角に」という3角形は極めて不安定でもし3角形となっても、カドの角度が大きくなるとすぐ壊れてしまいますので観測されていません。

なぜ円い目が多角形になるかはまだはっきりとはわかっていません。よく見ますと、多角形の目は、目全体が変形しているのではなく、目の中からみるとエベレストより高い雲の壁がそびえたつ「目の壁雲」の、内側のわずかな数キロメートルの皮だけが波を打って変形しているのが観測されています。目の中は風が弱く、目の壁雲のなかで風速50メートル最大風速となっていますので、風速の変化が非常に大きくなっているところを不安定をひきおこしているためと考えられています。

03年秋に大西洋でもスーパーハリケーンが多角形の目が回転しながら北上していく有様がうつっておりまして、日本でも不知火海で大きな高潮被害がでた台風18号で五角形の目が、そして沖縄が24時間以上暴風圏に入った02年の台風16号の直径2000キロメートルの大きな目が六角形で観測された。03年の宮古島で74.1メートルの激しい暴雨風をもたらした台風14号も典型的な六角形の目が観測されていました。強い台風の成熟期にしばしばみられる台風の特徴なのです。

さかのほれば、日本でレーダーの観測が開始されて間もない1961年の第2室戸台風の写真を奄美大島のレーダーで見るとすでに五角形の明瞭な目

がとらえられていました。あの激しい巨大な雲の渦の中心の目が丸いのが常識とみれば、多角形は不思議な姿ですが、常識という言葉の呪縛から離れば、多角形の目の台風自身の個性のひとつにしかすぎないのです。台風の姿もまだまだ限りなくミステリアスなのです。

+++++

\* 台風とは：北西大西洋で発生した熱帯低気圧の中で最大風速が17・2  $\text{m/s}$ 以上となったもの。

\* 湿舌　　むつぜつ　　：梅雨のときや真夏に南の海上から水蒸気の多い気流が天気図の上で、ちょうど人の舌の形をして流れ込んでいるありさま。

\* レーダー観測・・・電波をだして雨を観測する機械)

\* 目の壁雲　かべくも)、アイオール：台風の目の中に入った観測機から見て、目の前に高さ10 kmをこす巨大なくもの壁がそびえている枺。入道雲がギッシリ詰まった台風の心臓部です。

\* スーパーハリケーン：ハリケーンのなかでも特に強いもので、風速60  $\text{m/s}$ を超すもの。

## 台風の本当の中心は

### 台風の目にあらず？

台風は巨大な空気の渦巻きです。その激しい渦巻きの中心に青空が見え、風が突然やむ目があります。白い雲の渦巻きの中心付近にポツンと丸い穴が開いています。が台風の目（眼）ですが、ふつうは台風渦の全体の中心と、台風の目の中心が一致しているのがあたりまえです。しかし、もし台風が目が全体の中心とずれてしまったらどうなってしまうのだろうか？

その答えを出す前に観測事実をみてみます。もし一致していれば、台風の目の動きも台風全体と一緒にスムーズに動くはず。レーダーや気象衛星で台風を目を1時間ごとに追跡すると台風が目が、酔っ払いの千鳥足のごとく、ふらふらと蛇が進むように動いています。よく見ますと数時間から十時間ほどの周期で時には速く弓の形のようには平均の動きの二倍ほどの速さで動き、時にはループを描いて逆行したり止ったりするような、規則的、周期的に動く不思議な運動をしていました。

この目の動きは、ちょうど自転車のタイヤに豆電球や反射板をつけて前に進むと、遠くから豆電球の光が車輪と

ともに前に進むときに描いた光の筋と同じ（「トロコイダル運動」と呼んでいます）。動きであることがわかってきました。このことは、自転車の車軸にあたる、台風全体の中心」に対して「台風」の目」がずれてしまい、糸で結ばれているように左巻き回りだすとこの運動となる」という結論になりました。

このように、レーダーや気象衛星ひまわりの写真で、その不思議な現象が観測されており、台風の目のトロコイダル運動」と呼ばれるものとなります。自転車の車の中心の軸あたりに「本当の中心」がどこかにあることになりました。そう考えなければ解決がつかないのです。なぜずれるかは、台風の構造が完全に円ではなく対称的でない形をしているからと考えられています。

最近では、宮古島で猛烈な突風が吹いた03年の台風一四号が、宮古島を通り東シナ海に北上したとき、見事なトロコイダル運動が観測されました。

当然、大西洋のハリケーンでもカリブ海を北上するときによく観測されます。

台風の進路予報をする予報官が、このトロコイダルの運動を理解していませんと、台風が目、あるときはループを描いて止まりあるときは、二倍近い速さで動いてしまいます。めまぐるしい変動で進路予報がまどわされてし

まいます。

一方、目の中に目がある二重まぶたの目、二重眼構造もしばしばあらわれますが、このときも目の中心と台風全体の中心がずれやすくトロコイダル運動をします。また楕円形の目もあり、ふたつの焦点のズレか中心に楕円形をした目が、その一方の焦点を中心にまわりをゴロンゴロンと一、二時間で回転している台風の目も宮古島などを通るのが観測されています。

目の中心と台風全体がずれるなど、常識では考えられませんでしたが、気象衛星の観測やレーダー観測が、それぞれ一時間ごとや六分ごとになり詳しくなってきたらごく普通に見られるようになりまし。常識という先入観で見れば非常識だが、ナゾを解いてみようと、いずれも理に適ったものばかりで、不思議な姿」は常識をはずせば普通の台風となるのです。

\*一般的には、台風の中心付近で、最低気圧が出るところが中心とされ、目の中心となります。しかし、台風は直径2000kmにもおよぶ巨大な渦ですので、目を含む、半径数100kmの範囲で、まったくの円形とならないことが多い、二重眼のように外側の大きな目が楕円形にもなっています。このような目にずれてしまい、全体の中心、重心のような中心ということ推定せざるをえない。

◆台風の目は一日一回の

またたきをする

不思議な台風 3)

気象衛星の何日にもわたる連続写真をみますと、直径千キロも二千キロにもおよぶ台風の巨大な雲の渦巻きが、午後には大きく膨らみ早朝にギュッと縮まりという一日の周期で伸び縮みを繰り返していました。

台風の雲域のこのような一日の変化は、早朝に活発となる雲が、台風の頭の頂きから外に向かって吹き出す流れに乗って、非常に低温な雲、マイナス70℃よりさら低い氷の結晶でできている巻雲の雲域が午後に最大に広がるためです。そこに広がった巻雲は夜になって次第に薄れて消えてしまうために縮まってみえるのです。

台風の気流は、下層の2、3キロの高さまでは左巻き、低気圧まわりに風が吹き込みますが、その空気は高さ10数キロの台風の頂きの上層では逆に右巻き、高気圧まわりで吹き出しています。このことは、気象衛星の三十分ごとに観測した4枚の写真から雲の移動を計算して風向・風速を計算するとわかります。雲の動きから出した風は、北半球でおよそ1000点から200

0点も観測することもできます。台風付近を記入すると、もっと明瞭に高気圧性の風が吹きだしていることがわかります。

また、台風の雲の渦の中心にある目のサイズを時系列に並べてみますと、雲域の変化と逆に午後三時過ぎに最大となつて、早朝四時頃に最小となり、ときにはシヨボシヨボさせて消えることもあります。まるで生き物のように一日の周期で「目をまばたき」しているような不思議な一日の変化の姿があります。このときいずれも見かけ上だけで台風の強さには影響がありません。さらに気象衛星の写真の動画を見ると、中心を取り巻くらせん状の雲の筋が何本も巻きこんでいます。低気圧の渦にしても、豪雪のときの小さな低気圧にしても、ラセン状の腕がぐるぐるまきついており、「ラセン形状」は自然が好む姿といえるようです。

気象の言葉では蚊取り線香のように丸く巻いるラセンの腕、のことを「スパイラルバンド」と呼んでいます。そのスパイラルバンドが折れ曲っているのが見つかったのです。折れ曲がりをさらに詳しくみると、4か所で折れて曲がって長方形になっていたのである。

一番はっきり折れ曲っているのがわ

かります。k1、k2、k3、k4の四点を結ぶと「長方形」となり、いわば中心構造が「四角」になっているのです。そしてその中心が、目とずれて、なにも見えない台風の全体のシステムの中心、重心のような中心に対して左巻きに回転していたのです。4角な不思議な形をしています。大変稀なことです。まだまだこんな姿を見せてくれるのです。

## ◆ 台風の名と目は引きあう

ツインサイクロンは生き別れ

不思議な台風(4)

1枚の天気図に台風が同時に最大何個、記録されたのでしょうか？ 答えは5個です。台風14号から18号までが天気図にところ狭ましと並んだのは、1960年8月23日の15時から24日の3時までわずか半日のことでした。その年はちょうどローマオリンピックの年でした。五輪台風と愛称されました。しそのころは気象衛星ひまわりもなく、飛行機観測をしていた米軍もついに「この5つの台風を全部観測するのは無理」とギブアップの電報を出すほどでした。もちろん5つの台風の予報を全てだす気象庁の予報官も猫の手も借りたいほど大変な忙しさだったのです。

2つの台風の中心がふつう800<sup>キ</sup>以内くらいに距離に近づきますと、2つの惑星が引き合いあうように、台風がともに時計と反対回りに回りだします。台風は強い渦巻きですので、2つ渦の強さを比例配分した重心のようなどころを中心にもとに回りだします。台風が相互にまわりだす相対運動を、発見者の名をとって「藤原効果」とい

われています。宇宙から見ると不思議な運動をしていると驚くことでしよう。

そのうえ3つ台風がありますとさらに複雑な動きとなります。小笠原諸島沿いに北上していたふたつの台風が出会い、12号のオデッサ(女性名)と14号のルビー(女性名)とが引き合い、お互いに左巻きに相互に回転しはじめました。そして勢いをつけられて小さな12号が日本の南海上から九州の南海上に飛ばされたように移動し、そこで北上してきた強い台風13号のバット(男性名)とふたたび出会いました。そして藤原効果で引き合って相互に回転を始め、大型で強い台風13号を中心に回り、14号が東シナ海で停滞するように止ってしまいました。トリプル台風と呼ばれた三つが、洋上の3角関係で迷走と報じられ、14号は東京に上陸し13号は予想外に北上が早く九州に上陸して有明海で漁船遭難の大きな被害をだしてしまいました。複雑な台風の動きに、予想が追いつかなかったためです。現在、スーパーコンピュータで台風の進路予報をしています。台風が2個、3個とありますと予報の精度がやはり落ちてしまいます。台風の渦と渦との引き合いはどの程度ひきあうのが難しいのです。ふたつの渦といえ、赤道をはさん

で北半球側に左巻きの渦の台風、南半球には右巻きの渦のサイクロンが対峙(ついで)で発生することがあります。

気象衛星写真を赤道で折り返しますと見事に重なる珍しさで「ツインサイクロン」と呼ばれています。ともに発生してからは西に進んだ後に、北半球の台風は放物線状にカーブを描いて太平洋を北上し、サイクロンは南に向かつてカーブを切って永久に離ればなれになります。対で生まれて対のように動いた台風とサイクロンなのですが、ともに決して赤道を越えられず、ついには生き別れとなって、それぞれ北と南の冷たい海へ向かって一生を終ります。ツインサイクロンの発生は、北半球は春から初夏に向かい、南半球で秋から初冬に向かう季節の変わり目の五月に多くみられますが、世界でも、中部太平洋だけで見ることができるとい現象です。

+++++

\*台風は北半球で発生した熱帯低気圧ですので、左巻きで、南半球で発生するサイクロンは右巻きです。ページXで説明する、転向力、コリオリの力が逆にはたらくからです。

## ◆ 冬雷と不思議な雷

零雷（ぜうらい）もしくは 零季雷（ぜうきらい）。北陸地方のローカル版、冬の雷で一風変わった雷があります。ふつうの雷はなんども落雷しますが、ヨロヨロ、ドカン」と一発で終わることが多く、地元では大雪の先触れとなる「雪起し」、「発雷と呼ばれています。ふつうの夏の雷雲に比べて高さも半分くらいで、小ぶりな雷雲ですが、激しい一面と秘められた意外な姿を持っています。ふつうの雷の放電より数倍以上も明るい桁外れな大放電、スーパーボルトと呼ばれる放電が観測され、金沢の小松空港の周辺では自衛隊機への落雷で墜落事故が発生しているなどそのパワーが恐れられています。

イナズマが水平に伸びてなかなか地上に落ちてこないとか、ほぼ同時に何カ所も落雷してしまう離れわざなど独特な姿をみせてくれます。もっとふしぎなことは、冬雷による落雷の8割が、ふつうの雷が、雷雲の底がマイナスとなつてプラスの地上に落雷するしくみとは逆に、雷雲の頭の部分のプラスの電気が落雷するという「ふつうの雷らしくない不思議な雷」となるのです。

北陸の冬の雷雲は、雲の高さ低く、

上空の強い西風で風下がわの東側に傾いていることがおおく、雲の頂き付近のプラスの電気から地上に落雷するからだろうといわれていますが、まだ解明されていないナゾが多いのです。また、竜巻が発生するような大きな雷雲では、竜巻を発生の前で落雷のプラスマイナスがかわるといふ不思議な報告もありまだまだナゾが多いのです。

さらに、大雷雨をもたらす雷に不思議な姿が観測されています。巨大な雷雲の頭上から天空に向かって打ち上げ火花が上がったようだ「雷の光の姿を捕らえた映像が世界に流れました。雷をもたらす積乱雲は圈界面という高さ10数kmにある、頑丈なフタで対流圏に閉じ込められて激しい雨も雷もその世界だけのものと考えられていました。ところが最近になって、巨大な雷雲の頭から、成層圏に向かって打ち上げ火花のように青い閃光のジェットが瞬間的にわき上がり、さらにその上に噴水の先端のようなクラゲ状の形をした鮮やかな赤色の成層圏の上のほうで放電が観測されて雷サマの姿が一変してしました。

青い光は雷雲のすぐ上から成層圏の高さ40kmから50kmにまで達するピーム状に伸びた0.2秒間ほどの発光現象でブルージェットとよばれています。

その上の高さ30kmから90km付近にまでのびた「赤いお化けのダンス」のキノコ型の「レッド スプライト」が千100の1秒間、さらにその上の電離圏に1000分の1秒間、まさにごく一瞬光っているだけの「エルベス」という発光が捕らえられました。オーロラすぐ下あたりの高さまで広がる一瞬の閃光（せんこう）は高さ10数kmの雷雲の頂から発する高さ100kmの電離圏へ向けての大放電なのです。

この現象の発見はまさに偶然だったのです。ロケット搭載用の高感度カメラを検定しようと夜間観測していたところ、雷雨の上に一本の筋となつて伸びる閃光を捕らえたのです。この発見のあとで航空機のパイロットの人たちからは、続々と目撃はしていたが、あまりにも瞬時だったのと、あまりのも常識はずれだった」ので報告しなかったと語っていました。またスペースシャトルからも観測されていました。

大雷雨の雷雲の頭の上からオーロラのすぐ下の高さ100kmにもおおよぶ壮大な大放電の閃光から、小粒で大パワーの冬雷など、雷さまもまだまだ本当の姿を現していないのかもしれないかもしれません。

+++++



## ●カエルが空から

### 降ってくる？

トルネード追跡チームの映画、「ツイスター」のなかでトルネードのすさまじい風で家が壊れて舞う上がり、牛が吹き飛ばされたシーンが印象的でした。トルネードはいろいろミステリアスな出来事が数多く報告されています。激しい雷鳴がとどくなか、何百とも知れない小魚やカエルが豪雨とともに生きたまま降ってきたり、おたまじやくしや小魚がトルネード 竜巻、たつまきによって巻き上げられ雨のようにふる不思議な風景がみられるのです。

最大級の強さのトルネードでは、住居は跡かたなく吹き飛ばされ、自動車も100mも飛び、ミサイルのように突き刺さり破壊してしまします。ときには 麦の茎が吹き矢と化して、豆の粒が卵の殻を壊さず黄身に入り、教会の塔が風見鳥を備えたままはるかかなたに運ばれた」というように、すさまじさと不思議さが満ちあふれています。トルネードも竜巻も同じものです。積乱雲（天道雲）の雲の底に発生する、空に向かって吸い込まれるようなくねる軸を持った激しい空気の渦巻きで、渦の強いところの直径は数10mから

数100mの大きさです。日本では、竜が天に昇っていく姿を重ねて竜巻と呼ぶようになったのです。

トルネードも竜巻も、その発生には、激しい上昇気流をもつ大きな積乱雲（天道雲と、その大きな雲が、何らかの力で回転しはじめるという二つの条件が必要です。回転の方向は北半球ではふつう左巻きに回転しています。竜巻を発生させる大きな積乱雲はスーパーセルと呼ばれ、その中では、秒速100m、時には数十mの激しい上昇気流となつています。周辺から強い上昇気流のある所へ向かって吹く空気が吸い込まれように流れ込んできます。中心から十分遠方で、ゆっくり回転する流れができますと強い上昇気流のところに向かってグルグルとラセン階段を廻るように上昇しながら接線風速を増やしながら吹きあがります。

フィギアスケートの選手が、大きく開いていた腕を縮めて自らの回転速くするしくみと同じです。角運動量保存の法則という。100mの遠方で秒速5mの風速が、中心付近にくれば10倍の秒速50mの猛烈な風速となります。この結果、上昇気流の強いところで、きわめて細い渦、竜巻が発生します。あまりに高速で回転する渦ですので、遠心力で猛烈に気圧が低くなり、15

0Paも下がった観測記録もあります。この気圧の低下は、地上の空気を一気に1500mの上空に空気を上げてしまったことと同じで、空気が膨張して温度が下がり、水蒸気が凝結して雲に変わったことにより白くみえるのです。竜巻は透明な空気の渦で普通は見えないはずですが、ロート雲として見えるのは、水を吸い上げているのではなく、雲や地上から巻き上げた土ホコリなどで、自然が竜巻の存在を知らせてくれるように工夫したのでしょう。

大きな竜巻渦の中心に巻き込まれた人の目撃談では、そこは直径15mから30mの穴が上に向かって900mも延びており、竜巻の内壁には雷がジグザグに走り、巨大な渦がクネクネとうねり、その縁の内壁では小さな竜巻の子供が出来ては消え、渦の中を時計回りと反対方向に回っていました」となり、あまりにも低圧のため、耳がキーンとなつてとても痛かったと付け加えています。

+++++

\*断熱膨張の結果、水蒸気が微水滴雲、霧状の水滴となるので、渦が目で見え、巻き上げられた、砂ほこり、家の残骸物などが回転するの見える。

\*角運動量保存則。半径が半分になれば、接線風速が2倍となる。

## ●渦、限りなく不可思議なもの

宇宙に浮かぶハッブル宇宙望遠鏡で見た銀河系の渦巻きは、無数の星が集まってキリリと締まったラセンの腕を何重にも巻きつけた見事な姿を見せてくれます。星が散りばめられた無限の闇のなかに、手品の道具のように浮かんで見える銀河の渦は、宇宙から太陽系のある銀河を見る想いです。

銀河のひとつに地球が回る太陽系があることは、夜空に横たわる天の川でわかります。回転する円盤状の渦の形をした銀河系の腕のなかに太陽を中心に惑星が円のように回っています。

その地球も宇宙船からみれば漆黒の宇宙を背景に青い地球が浮かび、さまざまな形と大きさを持った白い雲の渦がはりついているように渦まいています。「の」形をしたものや、人の字型の雲の渦である温帯低気圧の発達した姿もあれば、キリリと締まった雲の渦もみえ、その中ではで激しい嵐が吹き荒れています。台風です。

いろいろな渦にはそれぞれに水平の広がり（サイズ）とそれに対応した寿命があります。地球規模で吹く偏西風の流れには、10日から一ヶ月の寿命のある1万<sup>キロメートル</sup>規模の渦が重なっており、低気圧は数千<sup>キロメートル</sup>となります。さ

らに竜巻の中も「一番内側で回転する吸い上げ渦がサイズ数十<sup>キロメートル</sup>で数分程度ながくても十分の寿命となる」。規模で寿命は1週間ほどで台風は2千<sup>キロメートル</sup>規模で寿命は平均で数日となっています。集中豪雨をもたらすクラウドクラスタ

ーもときどき2、3hPa程度、気圧が低くなる小低気圧をとまいませんがこのサイズが2、3百<sup>キロメートル</sup>で寿命が数時間から半日ほどになります。

激しい渦としての代表が竜巻ですが、竜巻の親である回転する巨大積乱雲に伴い発生するメソサイクロンの渦のサイズは30から数百<sup>キロメートル</sup>ほどで、寿命は数十分から1時間です。竜巻は台風と同じように中心付近では最大で秒速100<sup>キロメートル</sup>の風速が吹いていますが、渦のサイズは数十<sup>キロメートル</sup>から数百<sup>キロメートル</sup>、さらに竜巻の中も「一番内側で回転する2から4個の「吸い上げ渦」のサイズが数十<sup>キロメートル</sup>数分程度ながくても10分の寿命となっています」。

もっと小さな世界に目を向ければ、稲穂がゆれる「穂波」という現象があるが、これは空気の乱れで10<sup>センチメートル</sup>から1<sup>メートル</sup>くらいの空気の渦が風に乗って稲の穂をうごかしているもので、寿命も数秒から1秒程度となります。もっとミクロの渦は乱流による乱渦という乱流によるごく小さな渦となります。

地球上の気象現象だけをとつても、地球規模の流れの渦から、低気圧、台風、竜巻そして吸い上げ渦から穂波をもたらす小さな渦まで現象の広がり（渦のサイズ）と寿命は比例しています。

北グリーンランドの狩人のなかでは、距離がシニック「眠り」という単位で計られていたという話があります。目的の地までの距離を旅に必要な夜の眠りの回数として数える方法です。途中で嵐に遭って停滞するかもしれませんが、快調にソリを飛ばすことができるかもしれません。季節や目的の地までのコースの選択などにかかる時間が違ってしまはずですが、そこは自然まかせで、距離でもない日数という時間でもない、空間と時間が自然に溶けこんでしまっている「シニック」という時間と空間・サイズが区別できないような単位もある。

従って、かりに全ての現象に共通の時間が流れていたとすれば、マクロの宇宙の銀河から、地球上の気象に関する渦、ミクロの乱渦まで、自然は多層な構造をしており、大きな渦は寿命が長く、小さな渦は寿命が短くなり、寿命とサイズは比例していて、秩序を保っているのです。

+++++

## ◆ヒマラヤを削れば

### 梅雨がなくなる

梅雨は、5月から7月にかけての日本を含む東アジアの雨季です。太平洋高気圧の周辺をめぐる南西の気流と中緯度の西風の気流とが大規模に合流した前線帯が梅雨前線です。日本列島ほどの数百キロの幅で雨と雲が帯状に広がっており、天気図上ではこの雲の帯の南のはじめに梅雨前線が描かれ、熱帯なみの蒸し暑い盛夏と大陸の爽やかな初夏とを分ける季節のさかいとなっています。

地球規模でみた梅雨のメカニズムはこうなります。夏の北半球が暖められ、冬の南半球から南東の風が赤道を超えて吹き込み、インド洋やベンガル湾からモンスーンの気流がユーラシア大陸に吹き込みます。また大陸には東西にそびえたつ世界の尾根、ヒマラヤ山脈と高度4、5千メートルに及ぶ日本の数倍の面積をもつチベット高原が天に突き出していますので、夏の強い日差しで熱せられ、巨大なヒーターとなり、これで暖められた空気が上昇しますので、掃除機のように南風が吸いこまれる巨大ポンプのような役目をしています。

この南よりの風、モンスーンが地球

の回転の力で東よりに曲げられ南西から西南西の流れがつくられ、インドシナ半島から、中国南部を通り日本に伸びる梅雨前線につながっています。

梅雨のときの天気図をみると、夏の太平洋高気圧と、北の冷たいオホーツク高気圧との間に前線が停滞し、前線の少し北側の上空10キロあたりにはヒマラヤ山脈の南側をまわるジェット気流が吹いています。別のジェット気流は巨大なヒマラヤ山脈・チベット高原の北側大きく曲げられています。この2段型のジェット気流で、オホーツク海の上空ではブロッキング高気圧という流れが分離した長い寿命をもつ上空の高気圧ができてしまい、下層では、冷たいオホーツク海高気圧から吹きだす北東の冷たい風「やませ」が北日本の太平洋側の地方に冷たい夏をもたらします。対照的に西日本では太平洋高気圧から「湿舌」と呼ばれている熱帯並みに湿った南西流が流れ込で豪雨となつていきます。両方の高気圧がガツプりと組んで動かなくなり雨が続くのです。

このように、地球をめぐる大気の大きな川のような流れに、ヒマラヤ山脈・チベット高原という大きな岩をおいて流れをせき止めて、変えてしまい、大雨の帯を停滞させているのが梅雨なのです。だから日本の梅雨入りの時期

は、インドモンスーンの始まりと密接に関係しています。モンスーンという言葉は、単に季節風という風系の交代でなく、日本をふくむ東アジアに世界でも、世界でもまれなる豊富な雨を降らせる東アジア特有の雨が主役の循環システムなのです。

ある研究者が「もしヒマラヤ・チベット高原の巨大な山塊を削ってしまつたら」という夢物語をシミュレーションしたところ、その結果は「モンスーンの流れが様変わりして、熱帯の湿った気流はあまり北上せずに、日本付近では本格的な梅雨がはっきりしなくなり、オホーツク海高気圧も居座ることができずにヤませも長続きしない」という予想になりました。ヒマラヤ・チベット高原は、冬の日本海側の豪雪にも大きな豊かの雨も少なくなってしまう。大きな海、ユーラシア大陸と地球をめぐるジェット気流など、国境なき流れの中で生まれた梅雨に大きな影響がでて、梅雨が消えてふつうの国となつてしまいます。

++++++  
+太平洋高気圧・北緯20〜25度付近を中心にして東西に広がる亜熱帯高気圧、北太平洋高気圧。特に夏は勢力が強く暑い夏をもたらします。+モンスーン・・・季節風。おおむね半年ごとに変わる風景で、東南アジアにとっては、雨季のこと。地球規模の流れで吹く。

## ◆集中豪雨と入道雲の群れ

集中豪雨のメカニズム

1982年、梅雨末期の7月23日の夕方から降り始めた雨が長崎地方で一段と強くなり、午後7時を過ぎるころになると雷を伴った土砂降りから雨の天井が抜けたような豪雨となりました。市街地の7割が斜面という「坂の街」長崎のいたるところで濁流が渦巻きたくさんの車が浮き沈みをしながら次々と流されていきました。郊外では大規模な土石流が発生して火花を散らせながら山沿いの住宅を次々と襲い、市の消防局の119番には悲鳴のような助けを求める電話が切れ目なく続き途絶えた。悪夢のような数時間の豪雨のあとには崩れた眼鏡橋、泥にまみれたガレキの山と長崎市だけで死者216人にのぼる悲惨なツメあとが残されました。「長崎豪雨」でした。

このとき長崎市のとなりの長与観測所では、1時間の雨量が187mmの猛烈な雨となり日本における最大の記録となりました。長崎市およびその周辺では5時間ほどで400mmを超す豪雨となりました。この雨の量は、長崎市内だけでも東京ドームの80杯分のおよそ1億<sup>リットル</sup>が坂を流れ下った。この量

は東京都の水ガメである奥多摩湖の半分にあたる膨大な量です。

なぜ、集中豪雨で短時間で400mmもの猛烈な雨が降るのだろうか？』という疑問がわきます。最も湿っている状態の豪雨の時でも、1平方cmあたり、高さ10kmまで空気柱で平均6gの水蒸気しか含んでいません。空気柱から水蒸気を全部を雨として降らせても、60mmの雨量にしかありません。400mmの豪雨ともなれば水蒸気をたくさん含んだ空気が7回も入れ変わらなくてはなりません。すなわち集中豪雨は、①短時間に効率よく水蒸気を集め降らせなければならぬことと、②周辺から水蒸気を大量に含んだ気流を供給し続けなければならない2つ仕事が必要です。②は太平洋高気圧の縁を回って流れ込む熱帯なみの湿った気流の「湿舌」です。

水蒸気をたくさん含んだ空気が対流雲となって上昇、凝結し雨となり集中的に雨としてまとめる役割が、数十kmから2、300kmの水平のサイズで、寿命が1時間から数時間、ながくて半日程度寿命を持つ巨大な雲のシステム、クラウドクラスタ<sup>クラウドクラスタ</sup>なのです。

長崎豪雨のときの気象衛星の写真を見ると、日本列島の真上に停滞する梅雨前線の雲の帯に、ところどころひと

きわ白く輝いている100kmサイズのクラウドクラスタと呼ばれている雲の塊が並んでおり、そのクラスタのひとつが東シナ海から長崎上空に襲来して来ているのがわかります。

このクラスタのなかには積乱雲がたくさん詰まっており、その中で10分から数十分の寿命の対流雲が生成・消滅しながら激しい雨をもたらします。サイズが小さいほど、雨は激しく狭い範囲に降りますが寿命は短く、サイズが大きくなるほど、広い範囲に長く降ります。サイズに応じて寿命が決まり、次ぎのサイズの現象にバトンタッチをして激しい雨が続いて豪雨となります。

動物の世界にも、ゾウにはゾウの時の流れがありネズミにはネズミの時間があり、寿命は代表的な大きさに比例しています。豪雨も生き物で寿命がサイズに比例し、短い命は激しく速く燃え尽き、雲の塊が秩序を保つように役割分担して豪雨となって一生をおえます。動物も豪雨も共に自然の秩序摂理として通ずるものがあるように思えます。

+++++

\*集中豪雨の語源・・・60年代に京都の十津川の豪雨を報道用語として使い出したのが始まりである。「七夕豪雨」から「長崎豪雨」の頃までが梅雨の末期の集中豪雨、いわゆる梅雨出水の季節となり、00年の那須豪雨、新潟豪雨、高知豪雨。

## ◆ヨーロッパの02年の大洪水と 03年の大熱波

2002年、ヨーロッパでは中部から東部にかけて広い範囲に100年に1度といわれるような異常な多雨・豪雨に見舞われました。この大雨でドイツからルーマニアにかけて広い範囲で洪水や土砂崩れが発生し、ロシアの黒海沿岸のノボロシースク周辺が珍しく暴風雨に見舞われ、各地の死者は110人にも上りました。

もともと夏の雨量が少ないヨーロッパですが、この年はチェコ首都プラハでは8月1日から13日の合計の降水量が平年に比べて4.5倍の122㎜となり、ドイツ・ドレスデンではエルベ川の水位が通常の5倍にあたる9mを超えて、155年前に記録した水位を上回る過去最高を記録しました。洪水は長く続き、歴史的な建造物にも浸水被害がおよび、損害は6兆円以上といわれ「100年に1度」洪水の水位は歴史的な高さ」と連日報道されていました。

このヨーロッパの大雨が続いた原因は、上空に吹く西よりの風、偏西風が例年になく大きく北側の南側にわかれるように蛇行してしまい、停滞してし

まったからです。南ヨーロッパでは上空の低気圧が停滞して、その南側を低気圧が次々と通過して、記録的な大雨が続きました。流れが緩やかなヨーロッパの河川は、洪水のピークが長く続き、水位がなかなか下がらないところに次の豪雨での増水の追い討ちがかかり、水位がさらに上がって歴史的な洪水が長引いてしまったのです。この年は、中国、洞庭湖の氾濫、日本の猛暑など、異常気象が世界同時多発となっていました。

続く2003年も異常気象が続き、インドで冬に寒波、夏には45℃49℃の熱波、アメリカは5月に記録的なトルネードの発生数となり、夏にヨーロッパ西部では6月以降広い範囲で記録的な高温が続きました。とくにロンドンやパリは8月に入ってから高温となり「フランス気象局が始まって以来の熱波」と、ロンドンで最高気温が37.9℃と平均の最高気温を8度上回り観測史上最高を記録し、ドイツで40.2℃を記録しました。スイスでもベルンで35.4度の観測史上最高を記録して、氷河がいたるところで急速に溶け出しました。

この熱波の原因は、例年にないほどの偏西風が大きく蛇行して、高気圧がフランスからスカンジナビア半島にか

けて張り出し停滞したためで、サハラ砂漠がヨーロッパに引越してきてしまった」という亜熱帯並みの暑い気候が続いて異常高温となりました。この熱波により、大規模な停電、山火事そしてフランスでは約1万5千人の死者がでてしまいました。

一方、この偏西風の大蛇行は世界をめぐる、日本付近では、オホーツク海付近にプロッキング高気圧ができて、93年の大冷夏以来、日本列島が冷害となりました。とくに北東気流のヤマセがつづいた仙台では、7月の平均気温が過去百年余の記録の中で最低を記録しました。

2002、03年にわたる異常気象は、ヒマラヤ、カラコルム山脈でも続き、パキスタンと中国国境にある世界第二の高峰K2にも及び一年続けて登頂がゼロとなっていました。天につぎだしている高い峰々が敏感なセンサーの役割を演じて、いち早く異常の厳しいシグナルを出し続けていたのです。いかに異常気象が世界に影響をしていたかがわかります。

\*「プロッキング高気圧」とは、上空の偏西風の流れが大きく蛇行して、北極側に大きく振れ過ぎて流れから切り離されてしまった高気圧の流れで、川の流れのよどみのごとく、流れを「プロック」して止めてしまう「プロッキング現象」によってできた高気圧。

## ◆ 白い霧、黒い霧の不思議

山越えのハイウエーで濃霧に出会ってしまい視界がきかず苦労したあとで下界に下りてくるとウソのように霧が晴れてしまったといった経験をしたことがあるでしょうか？じつは霧と雲は同じもので、観測者が雲の中にいれば霧を観測し、上空に見えれば雲となります。霧は水平の視程（視界）が1km未満のものをいい、それを越えれば靄（もや）と定義されます。

濃霧の時は、数ミクロンから数十ミクロンの霧ツブにあたる微水滴が、10の牛乳パックのなかに、数十万個がギッシリ詰まって浮んでいる状態なので視界を悪くしています。正確には、毎秒1mmから数mmという速さでゆっくり落下しているのですが、あまり落下が遅いので霧が晴れないのです。逆に霧雨のように霧ツブのサイズが一桁大きくなりまると、同じ体積あたりの個数が1000分の1となり、視界は急速によくなるのです。

この霧が歴史をもう一歩で変える寸前までいきました。1961年の10月28日の明け方、戦国時代の両雄、上杉謙信と武田信玄が激突した川中島の戦いです。川中島は、北アルプスに

源に流れ下る犀川と千曲川との合流点に位置していますが、秋になると昼夜の気温の差が大きくなり、日没後は盆地特有の放射冷却によって地面近くが冷やされ水蒸気が凝結して放射霧の濃い霧が発生するのです。さらに周辺の冷気が川面に流れ込んで霧を発生させる蒸気霧も加わり夜明け前からしばしば白い闇の濃霧となっていました。

夜の暗闇を隠れ蓑にして武田軍の一部が奇襲をかけ、裏をかった上杉軍が早朝の濃霧の白い闇を味方にして正面決戦を挑みました。両陣営とも長い戦いで川霧が遅くとも十時頃までには霧が晴れることを熟知しており、上杉軍は霧の中の短期決戦を挑みましたが、武田軍は霧の晴れるまでの辛抱と必死に防戦を図りました。濃霧の間は上杉軍の優勢で、霧が晴れた10時頃から形勢は逆転して武田側の優勢で戦いは終わりました。昔から繰り返されてきた天気のひとつの朝霧が戦国時代の戦いの舞台で主役となったのです。

一方、霧で恐れられているのが、瀬戸内海の「曙霧」というゲリラ霧です。春から夏にかけて、海はまだ季節の進みほど暖まっていらないところに、南よりの湿った暖かい気流が流れ込むと濃霧となります。修学旅行の生徒を中心に186人の死者を出した 紫雲丸遭

難」は、5月11日の朝、濃霧のなかでの海難事故でした。瀬戸内海は潮の流れも複雑で霧も団塊状に出現するゲリラ濃霧が発生しやすくなります。船は見えないがマストは見える」と霧は低く海上を覆い、晴れているところから突然に白い闇に放り込まれてしまいます。予測が難しく危険きわまりませんので、「曙霧」と呼んで怖れてられています。現在ではほとんどの船で船の位置を知るレーダーを積んでいますので、安心ですが、油断は大敵です。

また霧は衛星写真で、もうひとつ変わった姿も見せてくれます。人の目で見ると同じ可視光線の写真では、霧はまっ白なベールをかけたように写っています。ところがガラガラヘビなども赤外線で見ると観測しますと「黒い霧」がみえます。冷たい温度には白を、暖かい温度ほど黒の黒い色調を与えていますので、盆地の底などで、地面近くで発生する霧は、その雲頂の温度が高く赤外線で見ると黒い色となります。一方、霧が発生していない周辺の陸地や山では早朝に気温が下がり相対的に霧より白っぽくなりますので、霧が黒色となり、あぶりだされて浮かんできます。この霧を衛星写真では、「黒い霧」「黒い層雲」と呼んでいるのです。

## ● ダウンバースト（下降噴流）で飛行機が墜落

竜巻と同じように短時間に極めて強い突風が吹いて大きな被害を起こすダウンバースト（下降噴流）という現象があります。竜巻もダウンバーストも積乱雲から生ずる現象なのですが、竜巻は風が中心に向かって吹き込み上昇しながら収束するという渦巻現象となるのに対し、ダウンバーストは積乱雲からの激しい下降流が地面にまで吹き降りて、地面に達した空気は四方に散るよう発散して突風が吹きぬけると現象なのです。

とくに航空機の離着陸時にこのダウンバーストに出会うと墜落事故にもつながりかねないほど非常に危険です。実際にアメリカではダウンバーストによって墜落事故が発生し、日本でも沖縄で、あわや墜落という事態が報告されています。

ダウンバーストが広く認知されたのは、1975年ニューヨーク・ケネディ国際空港でイースタン航空が墜落した航空機事故の調査がきっかけです。トルネード研究の第一人者であった故シカゴ大学の藤田教授が、前年の歴

史的なトルネードの大発生」の調査の中で発見した「下降気流のミステリアスな噴流」に巻き込まれたのが原因ということ突き止め、この現象を世界で初めて「ダウンバースト」と命名しました。透明な空気の下降気流の流れなので、パイロットは身構えることなしに、もし遭遇してしまうと、次のようなシナリオで墜落の危機となってしまふのです。

仮りに航空機が滑走路の左方向から予定高度に従って着陸しようと機首を下げて侵入してきたとします。飛行場付近で発生したダウンバーストによって外向きに吹き出した向かい風を受けた機体は、予想外に機体を浮き上がらせる力、揚力が増して機首が上がってしまいます。するとパイロットはダウンバーストに出会っていたとは知らずに、正常な侵入コースに戻ろうとして機体の推力を落として機首を下げることに懸命となります。そのうちにダウンバーストの中心部の下降気流の強いところにさしかかり、機体押し下げられ高度が下がります。さらに機体は下降流の中心を越えてしまふため、今度は向かい風から追い風の領域に入り、さらに揚力が落ちて空港の手前で機体が地面に接触してしまいます。つまり着陸失敗の墜落事故と

なるのです。離陸の場合は、逆に失速をして墜落に至ります。いずれにしてもパイロットとして、透明な空気の中を見えない魔の手で機体の自由が利かず大事故となる恐ろしい現象なのです。

このイースタン航空の墜落までに1機の航空機が、離着陸を行っていました。その間、500mから5kmサイズの3個のダウンバーストが発生していたのです。他の飛行機が辛くも逃れることができたが、イースタン航空66便だけが3つ目のダウンバーストに巻き込まれ墜落しました。10秒か20秒の時間の差が、墜落と生還という生死の境を分けたのです。そのくらい短時間の情報の差が勝負となる現象なのです。

ダウンバーストのサイズは1km以下から数十kmにいたるまで様々です。水平方向の広がり4km以下の小型のダウンバーストをマイクロバーストと呼び、高度91mで3.6m/sの強い下降気流を目安とすることもあります。

離着陸時の飛行機に対して「ウインドシアアラート」という、飛行場付近で風速が急変しているところがあります」という緊急危険情報をだして航空機に伝えています。危険情報をいかに短時間で発見して伝え、逃れられる

かが、安全運行へのカギとなっている  
のです。

++++++  
+竜巻のしくみ

+ダウンバースト・・・積乱雲からの下降気  
流が地表付近まで下降して外向きに爆発的  
に外向きに吹き出しは激しい突風となる現  
象。水平規模で4 km以上に広がるのをマクロ  
バースト、それ以下をミクロバーストとわけ  
る。強風の風速は75 m/s に達するもの  
がある。

+推力と揚力・・・  
水力は飛行機を加速する力、揚力は翼に風が  
当たることによって飛行機を浮き上がらせ  
る浮力。

+ドップラーレーダー（ページXX参照）  
き気象レーダーのかで、雨や雪の動きを観測  
できて風向風速の分布がわかる。



## ◆ 魔女の風 フェーン

例年、4月から5月は空気が乾燥していることが多く、フェーンの強風にあおられて日本海側の地方で大火や大規模山火事など起りやすく、フェーンの魔の熱風が吹き抜け、紅蓮の炎とともに一気に街をなめ尽くす」大火の季節となるのです。

フェーンとは、山脈の風上側で湿った空気が上昇しながら雨を降らせ、そのときに水蒸気が雨に変わった潜熱をもらった気流が山頂から駆け下りながら昇温して乾いた熱風として吹く現象です。

湿った空気の上昇のときは1kmにつき6度の気温の低下となりますが、山頂付近からの下降する気流は9度の上昇となりますので、高さ2kmの山を越えた場合は風上側より気温が6度も高くなることになります。雨を降らせるので「湿ったフェーン」とよばれています。言い換えれば水蒸気を燃やした熱で加熱された気流が、気圧の低い山頂から気圧の高い山麓に下るので、空気が断熱圧縮され乾いて気温が上がることとなります。ちょうど自転車のタイヤにポンプで空気を押し込むときにポンプが熱くなると同じ原理です。

湿度が10%にすらなるカラカラに乾いた風の炎となり、日本の最高気温の記録、山形の42℃は、フェーンのさなかの記録でした。

一方、不思議なことに山の風上側で雨が降っていないのにフーンも起こっています。「乾いたフーン」と呼んでいます。山頂とほぼ同じレベルの空気の塊が、山の風下側の山麓にうまく下降することができると、昇温と乾燥が同時におこります。ふつう山頂の少し上に安定層・逆転層がある場合で風上側の風速の鉛直の分布がよい条件になるとおこります。

フェーンは、もともとアルプス越えの谷筋を吹き下る、乾いた南よりの熱風のことで、ロッキーマウンテンの「ユヌーク」はその季節としては熱風の炎となり、1時間に2cmも融かす雪食い風となります。風炎がぴたりです。

富山平野がちょうど山あいにはしかかるところの越中八尾という街で、二百十日にあたる9月1日から3日間、「風の盆」という、おわら節で踊りを練り歩く祭りがあります。このころ台風が大回りで日本海を北東に進むと、北陸地方では山脈越えのフェーンによる乾いた熱風で稲穂から水分を奪い奪って実らない「百穂」をもたらします。この台風の厄除けと豊作祈願の祭りと

なつたのです。

風は天気とともに人それぞれ感じ方が違います。急変するフェーンの乾いた熱風であおられ、不安がストレスとなって身体に影響を与えるといわれています。ドイツでは交通事故が5割も増え、フェーンのさなかに手術すると術後の経過が予想外に悪くなるので手術を延期するというドイツの医学気象の予報分野の報告があるほどで「魔女の風」と呼ばれています。

モーツァルトもフェーンをきっかけに間接リユウマチが悪化して病の床に伏したとも言われており、よこしまな風が感覚の鋭い芸術家を狂わしてしまったのでしよう。風炎やその後の北風での寒冷前線の通過などで「気象病」といわれるリユウマチや心臓発作など天候の急変が身体に変調をきたすことが多いのです。7月の猛暑の後の寒冷前線の通過で気温が10度も下がった朝、芥川龍之介が玉川上水に入水自殺したといわれています。よこしまな風と気温の変化が身体を狂わしているのでしょうか。

+++++フェーンの語源・・・ゴート語の火を表す「フオン」を語源としているといわれ、中国では楚風、日本でフェーンを風炎とあてたのは元中央気象台長の岡田武松で昭和の初めの頃です。

## ◆サンパチ豪雪は1万年に

### 1回の異常気象

昭和38年（1963）の1月は世界中を巻き込んだ最大クラスの異常気象となり、常夏のフロリダに大寒波が襲来、ヨーロッパのライン川やテムズ河が凍結、旧ソ連が冬小麦の大凶作、一方アラスカやカムチャッカで異常な高温となりました。日本でも異常寒波と北陸地方を中心に、のちに「サンパチ豪雪」と呼ばれる大変な豪雪と低温となり、世界的な異常気象によって地球の自転がわずかに速くなり、自転の軸がわずかにずれてしまうほどの異常な冬となりました。

前年の年末から本格的となった日本海側の大雪が63年に入って勢いをまし、1月20日頃には最大クラスの大陸の寒気団が日本列島に南下して停滞しました。厳しい寒波が日本海を渡る時に暖かな海面から豊富な水蒸気をもらい、積雲、積乱雲の雪雲ができて次々と日本列島に押し寄せて大雪を降らせ続け豪雪となるのです。

この年の冬は、北陸地方、新潟県長岡など平地の地方でも1日50cm以上の大雪が連日続きなど空前の豪雪となり、長岡では30日にはついに積雪の

深さが3m18cmの観測史上第1位となりました。金沢、福井など軒並みに記録を塗り替え、北陸地方の山沿いでは1カ月も交通途絶となった町や村がでてしまいました。このため長岡付近での雪害で国鉄「現在のJR」の上りの新潟駅発「越路」が4日と10時間遅れで上野駅に到着したという未曾有の豪雪との戦いとなりました。なだれや重い雪で家が押しつぶされるなどして、この「白い悪魔」と呼ばれた豪雪によって死者が231人となり、雪による災害で過去および現在までも最大の犠牲者をだしたのです。

このときは、北半球では偏西風帯のジェット気流が大きく蛇行して例年に比べて大きく南下してしまい、第x x図のように、北極を中心に気圧の谷がタコの足が3本突き出るパターンとなつて停滞しました。このパターンは安定で1ヶ月以上も続きました。日本から北太平洋や大西洋北部で長期にわたつて非常に発達した低気圧が停滞し、地球全体の大気の流れに偏りを作りだしました。

その結果、地球の周りを回る空気の回転する力、角運動量が増えてひきずられるように、自転の速さがこの時だけ100万分の3.5秒ほど速くなつてしまいました。また少しずつ移動

する自転の軸が、北極付近の予定されたところからわずかにずれてしまいました。このとき東京の1月の月平均気圧が平年から約10hPaも低く、ズレの大きさから統計計算すると、およそ1万年に1回あるかないかの歴史的な異常気象だったのです。

また昭和20年（1945年）も38年と同じくらい歴史的な豪雪でした。この年は全国の気象官署のなかでの最深積雪の日本一の記録である、高田測候所「現在の上越市」における3m77cmが記録された。また当時の中央気象台の委託観測所だった富山県真川では7m50cmという大記録もこの年の記録です。多雪地帯での雪の深さの観測は、ふつう3尺の雪尺というポールをたてて測かります。真川の大記録の時には、雪尺の竿を3本つなぎ、家の2階から雪の面に這い上がって測ったと報告されています。棒高跳びの世界記録が6m14cmですので、さらに1m以上を加えた高さを想像して下さい。いずれの記録も現在においても破られていません。

昭和2年も豪雪で20年、38年のあと56豪雪（81年）が、暖冬少雪に慣れた北陸地方を直撃しましたが、原因は不明ですが豪雪が奇妙に18年ごと現れています。しかし18年後の

99年は豪雪となりませんでした。1980年代半ばからは地球温暖化によるとみられる気温上昇が顕著となりシベリヤ大陸の寒気そのものが弱まり、豪雪自体が姿を消しつつあります。

+++++

昭和20年の豪雪・・・太平洋側の地方でも記録的な大雪が降っていた。横浜で42cmの大雪が降り第2次世界大戦の日本空襲のB29が、雪一色の日本列島に焼夷弾を落とした。

角運動量・・・地球上では、緯度で変わる地球の半径) x 自転の角速度)、で表す量。緯度のより低いところ運動量の大きな空気 風が強い) が北上すれば角運動量が増える。

1万年に1回・・・月平均気圧からの約10hPaが、標準偏差の5倍となったために再現の年数を比較した結果です。

昭和2年 1929)、昭和20年 1945)、昭和38年 1963)、昭和56年 1981)

## ◆ エルニーニョと御神渡り

諏訪湖)の不思議な関係)

信州諏訪湖には『御神渡り』という不思議な現象があります。冬の厳しい寒さで全面結氷した湖面にできた割れ目沿いに、鋭くせり上がった氷列がジグザグに走るものです。長野県の諏訪湖のほとりの諏訪大社の上社の男神が下社の女神のもとに通った跡との言い伝えがあります。御神渡りの造形の妙は自然からのお告げとして豊作凶作を占う神事となり、15世紀の室町時代から5百年余りの記録が残されています。

そのできるしくみは、第x図のように、全面に結氷した湖の氷盤が、昼と夜の寒暖の差で膨張したり、縮まったりして押し合ってジグザグに壊れ、盛り上がります。かりに湖面の気温がマイナス10度で氷板が10kmなら5mも伸び縮みます。その裂けたところから湖水が滲み出して凍りというところを何度か繰り返すと氷列が盛り上がり、立派な御神渡りができあがります。諏訪湖では、最低気温がマイナス10度以下にならないと全面結氷せず、凍った湖面の氷の厚さが10cm前後ま

で厚くなり、さらに数日厳しい寒さが続くと御神渡りが出来ます。水深が10m以下と浅く積雪が少ないほうができやすく、北海道の屈斜路湖が最大の御神渡りが出来ることで知られています。

諏訪湖の記録は、長期にわたる日本の冬の寒さの変動を同じ基準で正確に記録としており、気候変動を知る資料として第一級品の貴重な古文書なのです。60年ほどまえ当時の中央気象台の藤原咲平台長が御神渡りと黒点、豊作、凶作との関係で調査し、さらに元気象研究所の荒川秀俊所長がその遺稿を整理して、結氷日、第一御神渡り、第二御神渡りなど記録から気候変動の視点での研究がされました。最近はとくに地球温暖化との関連での研究に引き継がれています。湖水の汚れの進みとともに、温暖化による気温の上昇で御神渡りが遅れ、発生しなくなっています。

一方、厳しい寒さとの関連で見ますと、1783年の天明の浅間山大噴火に続く世界の異常気象で、84年の12月12日に過去500年余の記録で2番目に早い御神渡りが認められ、当時の寒さがいかにすさまじかったかわかります。ナポレオンが冬将軍に敗れた1812年はヨーロッパの気象台の

記録で、小氷期と呼ばれている寒冷な時代のなかでもとくに厳しい寒さが記録され、日本でも御神渡りが12月の記録と、それ以来の200年間で2、3位の早い厳しい寒さでした。

逆に世界的に温暖な気候となった16世紀始めの頃は、湖面が全面結氷しない『明け海』と呼ばれる年が8年も続き、結氷しても遅く、日本の冬も温暖だったことがわかります。

さらにこの御神渡りの500年を超える記録と、遠く1万km離れた南半球のペルーの400年を超える降雨量の記録を比較するという研究がおこなわれ、エルニーニョで結ばれていることがわかりました。

エルニーニョとは、ペルー沖から中部赤道海域までの広い範囲の海面の温度が異常に高くなる現象で、地球規模大気の流れが変わりペルーでは大雨となります。エルニーニョの年は日本では暖冬となり易く、諏訪湖の御神渡りが遅れます。日本とペルーのちょうど間にある赤道太平洋越しにペルーの大雨と結びついていたのです。信州の冬の風物詩『御神渡り』が、スペイン語で神の子と呼ばれているエルニーニョの絆(きづな)で南米ペルーと結ばれているという、何か因縁めいた妙な組合せとなっています。

+++++

＋氷丘列、プレッシャーリッジともいいます。

＋諏訪湖の御神渡りの記録。

全面結氷の日時、最初に御神渡りが記録された日が第1御神渡し、次の寒波で起ったのが第2御神渡し、前面結氷しない年が明け海となります。

なお、500年間でまったく記録が取れなかったのは5回（年）だけだった。

＋ナポレオンのモスクワ遠征で、冬將軍に負け

たといわれている戦い。（ページ x 参照）

＋中世の小氷期

＋エルニーニョ（ページ x 参照）

## ◆赤道上空の風の交代の

### 不思議と成層圏の春

成層圏に吹く不思議な風)

1883年、赤道に近いジャワ島のクレカトア火山が歴史的な大噴火をしました。巨大な噴煙は、圏界面を突き破り高さおよそ20kmの成層圏に達しました。そして噴煙は秒速300mほどの東風に流され地球を一周したのです。この噴火によって赤道上空の成層圏では世界を一周する規模の東風が吹いていることが明らかとなり、『クレカトアの東風』と呼ばれました。

東に向かって回る地球の自転から赤道上空では東風が吹いている事実は長らく疑われませんでした。ところが1908年にベルソンという科学者が、当時としては最先端の技術である観測気球を成層圏まで飛ばしたところ、何回測っても赤道上空でクレカトア東風とは逆に西風が吹いていました。発見した人の名をつけて『ベルソン西風』と名づけられた西風のナゾは長い間にわたって科学者を悩ませ続けました。西風なのか東風なのかという問題は、高層観測が充実した1960年代にはいって解決しました。数年間の記録を並べたところ、赤道上空の成層圏には

26ヶ月というおよそ2年という半端な周期で西風と東風が交代しているということが発見されました。東風も西風も本当だったのです。

しかしあらたなナゾがでてきました。西風と東風の交代は上空から起こり次第に下方に向かって下がってくることで、1年でもなくおよそ2年という準2年振動と名付けられた奇妙な周期で交代していたのです。しくみは少し難しいのですが、赤道上空の成層圏、高さ25kmと中心に、西に進む波長1万kmの波と、東に進む3万kmの波の二つの地球規模の不思議な波をつくられておよそ26カ月で交代するようになったのです。

赤道上空の成層圏の流れが2年で変わりますので、ここ付近でたくさん発生して極側に運ばれているオゾンの移動に影響を与えています。そのためフロンガスによるオゾン層の破壊となるオゾンホールの大きさにも影響を与えています。

一方、北極の上空でも不思議な現象があります。真冬の季節に突然の春がやってくるという「成層圏の突然昇温」と呼ばれる現象です。真冬の季節、高さおよそ25kmを中心に、気温マイナス80度の冷たい気流が北極付近を中心に偏西風の強い流れとなってグルグ

ルと回っていますが、その渦が1週間くらいで崩れ去ってしまい、冬の気温から夏の気温へ30度も40度も急上昇してしまうのです。1957年にベリン上空で始めて観測されたのです。

ふつうの年は階段を一段一段とあがるように、何か月もかけて、冬の強い西風から夏の弱い高気圧の流れに変わるのですが、大雪やエルニーニョ現象など世界中で異常気象が続くと、そのエネルギーが成層圏に伝わり、突然昇温の引き金になるのです。異常気象中の異常気象といわれた1963年にも、特に有名な突然昇温が起っていました。

また南半球ではあまり起きませんが、2002年の春(南半球の春は9月に史上最大規模のものが起り、このときオゾンホールが二つに分裂してしまっているという珍しいことが起きてしまいました。赤道でも南極・北極の上空でも想像を超える不思議な風にまつわり現象が起っているのです。

+++++

＋圏界面・・・雨や低気圧がある対流圏ときわめて安定な成層圏を分ける境界で、積乱雲の激しい上昇気流も抑えてしまう空気の見えないフタのような面。

＋高層気象観測・・・気球に観測器械を載せて高さ30km以上の高さまでの気温、風、湿度、気圧を観測するラジオゾンデ観測。普通1日2回、日本では輪島をはじめ18箇所。

## 地球の自転の効果が気象を左右する。

転向力・コリオリの力

地球は24時間で1回転、北極ではゼロですが、赤道上の人は、秒速463 m ジェット機の速さの2倍の猛スピードで動いていますが、それを感じている人はいません。なぜなら地球表面に住む人類はと地球と一緒に回っているからです。

しかし地面を離れて飛行機で北極から赤道に向かうとどうなるでしょうか。南に進んでいるはずですが、時間にたつにつれて地球が回転してしまいますので、右へ右へとずれてしまいます。話を少し簡単にしますと、左巻き（東向き）に回転している大きな円盤の中心（北極）から向かい側の相手（赤道向かって）ボールを投げると、何回投げてもボールが右側にずれて飛んでしまいます。

なぜなら、ボールが運動しているあいだに円盤が回転しているためにずれるのです。自分の乗っている円盤が動いていることを気づかなければ、ボールが何か見えない力、見かけ上の力<sup>1</sup>で右に曲げられてしまったと考えられることになります。

空気でもボールとも飛行機でも等速

で動く（運動している）ものには必ず見かけ上の力が働き、北半球では右へ、南半球では左の方向に力が働きます。地球のようなまわるい球が回転するとき、働く見かけ上の力を、進路を曲げていくので「転向力<sup>2</sup>」、発見者の名をとって「コリオリの力<sup>3</sup>」と呼んでいます。この力は緯度とともに大きくなり、赤道では緯度ゼロなのでコリオリの力はゼロとなります。

風も空気の運動ですので転向力が働きます。気圧の等しい線を結んだのが等圧線です。閉じた等圧線の気圧の高低とところが高気圧、低いところが低気圧で、この圧力の差が気圧の傾きの力<sup>4</sup>という、空気は高気圧から低気圧に向かって等圧線に直角の力が働きます。その気圧傾度の力に対してコリオリの力が働いてバランス（平衡）して吹く風が「地衝風（ちこうふう）」と呼ばれたものになります。第x図のように、等圧線に沿って、気圧傾度に比例した大きさで、北半球では低気圧（低温側）を左に見て吹く風となります。中緯度では、温度の傾きが急ですので、それに比例して風速が強くなり、西よりの風となります。中緯度はよく台風が上空の偏西風に流されて日本に上陸などとニュースで流れますが、この流れです。

上空の風はほぼ等圧線に平行な風が吹いていますが、地上付近では、等圧線と30度くらいの角度で吹き込んでいます。昔から船乗りの人たちが使われてきました。背中に風を受けて、左斜め前方に台風や低気圧の中心がある<sup>5</sup>というボイスバロットの法則がそれです。地面付近では、木々や建物そして地面のデコボコなどで風が吹くと、その方向とは逆に摩擦力が働きます。そうしますと、図のように摩擦力と気圧傾度力とコリオリ力がバランスします<sup>6</sup>ので、30度くらいの角度で等圧線を斜めに横切るように吹き込むようになります。等圧線を横切って低気圧や台風が風が吹き込み、上昇気流が起きますと、雲ができ雨がふります。

北半球では低気圧が左巻き、高気圧が右巻きで吹き出し、南半球では逆となります。低気圧は時計回り、右巻きとなります。上空、1kmくらいになると地面による摩擦の影響がなくなりますので、等圧線に平行に吹く地衝風となります。

+++++  
\* 転向力<sup>2</sup>「コリオリの力」<sup>3</sup>・

|| 2 x Ω x V x SIN φ

Ω・地球の回転角速度、V・速度、φ・緯度  
地球の回転（自転）の角速度の2倍に、緯度のサイン、水平速度Vの積で、表された力を受けます