

ガリレオ爺さんのお天気談義



工学博士 **西尾 宣明**

元・東京ガス(株) 基礎技術研究所

6月中はほとんど雨が降らず、今年は空梅雨かと思っていたら、7月に入って連日の雨。このところ外の仕事が続いていた与太郎さん、開店休業を余儀なくされています。

そこで久しぶりに大家のガリレオ爺さんの話を聞こうとやって参りました。

湿った空気は軽い

与太郎 大家さん、どうも。しばらくご無沙汰しました。お元気ですか？

大 家 お蔭様で、すこぶる元気ですよ。与太さんも元気そうですね。雨で仕事ができなくて困ってるんじゃないですか？

与太郎 いやあ、そうなんです。今年は空梅雨になるかと思ったらとんでもない話で、毎日の雨だ。でも、この辺はいいほうですね。北陸や九州じゃあものすごい豪雨で、崖崩れや床上浸水で避難騒ぎでしょう？ それにしても、天気予報って当たらないもんですね。明日の天気はまあまあでも、1週間先になると信用できないですね。

大 家 天気の予測というのはそれだけ難しいということですよ。気象衛星で雲の動きを見たり、コン

ピューターで難しい計算をして、何でもわかったつもりになってるかもしれませんが、人間の知恵などまだまだ自然の奥深さには届きませんね。

与太郎 それにしても、テレビに出てくる気象予報士の人たちは皆自信満々で話してるじゃないですか。あれってみんな気象庁からデータをもらってるんでしょう？

大 家 そういことですね。しかし、正直に自分から半信半疑で予報を出してたら視聴者のほうが困ってしまいますからね。それはある程度我慢しなければなりませんね。

与太郎 それはそうと、今朝はうちの近くの川のまわりは霧だか靄だかで地面が見えないぐらいでした。橋を渡る車は皆徐行してましたね。

あれは空気が湿っていて重いんで靄が下のほうにたまるんですかね。

大 家 ああ、皆そう思うんですね。そう言えば、今読んでるイギリスを舞台にした推理小説に同じ間違いが書いてありましたよ。「どこかで薪（たきぎ）が燃えている。空気が湿って重いせいか、煙は低くよどんでいる。」というんです。

恐らく気象予報士の皆さんもこの文章の間違いに気がつかないと思いますよ。



空には大きな水槽が（本文参照）

実際には湿った空気は乾いた空気より軽いんです。だから、空気のほうが上になって、重い煙や霧が低くよどんでしまうんです。

与太郎 ええ？ほんとですか？ガリレオ爺さんの言うことだから間違いはないと思うけど――。

大 家 これは私が言ってるんじゃないくて、アヴォガドロという19世紀のイタリアの偉い人が発見した法則からそれがわかるんですよ。「No-Dig Today」という機関誌（No.44号）に私が書いた『不思議の雲』という文に少し詳しく説明していますから、後で見せて上げますね。

いずれにしても、湿った、水蒸気を沢山含む空気は軽いので低気圧を作りやすくなります。

与太郎 温度が高いときも膨張するから軽くなるんじゃないですか？

大 家 与太さん、今日はやけに頭が冴えていますね。おそらく、気象予報士の皆さんも同じ考えの人が多いと思います。

水蒸気を同じ量だけ含んでいても温度が高い大気と低い大気を比べてご覧なさい。温度の高いほうが軽くて低気圧になる理屈ですが、相対湿度が低くなる――つまり乾燥した空気になるので雨が降りにくくなります。逆に温度の低い高気圧のほうが相対湿度が高いので雨が降りやすいことになる。実際はどうですか？その反対でしょう。

台風の気圧が低いわけ

与太郎 なるほど。たしかに、衛星写真を使った天気図を見てると、強い低気圧の中心にはいつでも雲があるけど、高気圧のところにはあまりないですね。

ところで、湿度が高いと気圧はどのくらい下がるものなんですか？台風の中心は950ヘクトパスカルぐらいまで下がってますよね。

大 家 今日の与太郎さんはほんとに鋭いですね。的を射た質問で、私もたじたじですよ。

空気が水蒸気を含むことができる能力は温度によって大きく変わります。たとえば、高さ10キロメートルの空気が30℃で湿度100%だったとすると、地球上の平均気圧1013ヘクトパスカルに比べて15ヘクトパスカルぐらい低くなる計算です。これは普通の低気圧としてはかなり低いうちにはいります。40℃なら25ヘクトパスカルも低くなります。

実際には大気が10キロメートルの高さまで同じ温度ということはありませんから、その数字ほどは低くなりませんが、湿度が高いだけでも結構気圧は低くなるんですね。

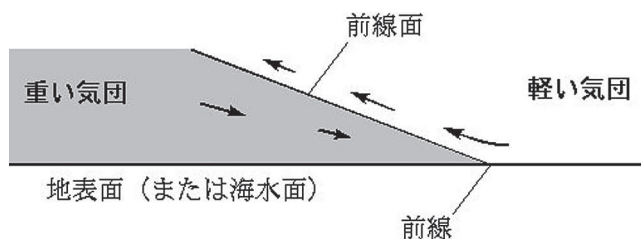
与太郎 でも、今の説明だと台風の中心の950ヘクトパスカルといった低気圧はどうなるんですか？

大 家 熱帯地方ではいくら気温が高くなると言っても湿度だけで950ヘクトパスカルというわけには行きませんね。

これにはコリオリの力というものが関係してきます。これについても、私が「No-Dig Today」（No.49号）に書いた『コリオリの力』というのを後で見せますから、読んで下さい。

天気図を見ると、ちょっとした低気圧でも中心の近くでは等圧線が同心円状になっていますね。大気は圧力が高いところから低いほうに向かって流れますから、等圧線をつっ切るようにして中心に向かって行こうとします。しかし、地球が丸くて、北に行くほど半径が小さくなって、しかも東向きに回転しています。そのために、大気の流れはいつでも右向きに曲げられます。そのため、ほとんど同心円に沿うようにして反時計回りにぐるぐる回りながら中心に近づきます。そして同時に上昇して行くわけです。

お風呂の栓を抜いたときに排水口のところに渦巻きができることがありますね。あれを逆さまにしたような流れが低気圧のまわりにできると思えばいいわけ



前線の定義

す。

ところが、ぐるぐる回るものには遠心力が働きます。その遠心力の分だけ中心部では圧力が下がります。お風呂の渦巻きでも中心部で水面が凹みますね。あれは圧力が低くなっている証拠です。

台風の場合は風速毎秒50メートルなどという大変な速さで渦を巻いています。渦の半径が小さくて半径50キロメートルぐらいしかなければ、中心は容易に920ヘクトパスカルといった超低気圧になることができます。

与太郎 ふうん。そうなのか。そんな理屈は気象予報士だって絶対知らないですね。

大 家 私もそう思いますね。ちょっと厳しい言い方をしますが、大抵の気象予報士は、気象台から発表されるお天気のことを気象の専門用語を使って読むことができるといった程度だと思います。物理的な原理などは知らなくても済んでいるわけです。その一例が前線という奴です。

梅雨前線もコリオリの力で

与太郎 梅雨前線とか寒冷前線とかいうのですか？

あれは雲が繋がってるところに線を引いただけじゃないんですか？ もしそうだったら、「雨が降る日は天気が悪い」なんていうのとあんまり変わりませんよね。

大 家 いやいや。今日の与太郎さんは実に頭が冴えていて、しかも厳しいですね。

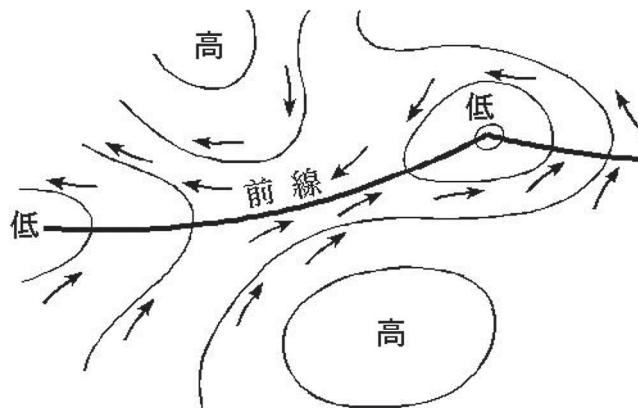
その前線というのがコリオリの力と関係があるのですよ。

百科事典などを見ると、「異なった気団の境界の面（前線面）と水平面（地面）の交線」なんて書いてありますが、そういう線がどのようにしてできるかの説明は全然ありません。まさに「雨の降る日は天気が悪い」という言い方と同じですね。

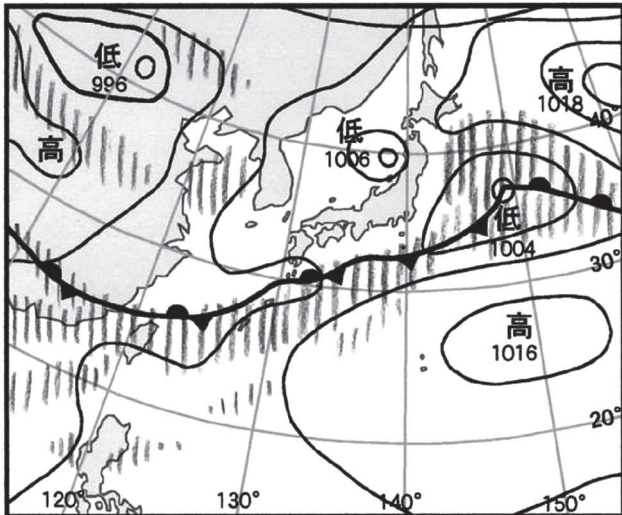
与太郎 それはそうと、コリオリの力とどんな関係があるんですか？

大 家 梅雨前線のまわりの天気図を見ると、前線は低気圧の中心と中心を結ぶような気圧の谷に沿ってできていることがわかります。その谷に向かって大気が流れ込もうとします。北からは当然温度の低い大気が、南からは温度の高い大気が流れ込みます。しかし、両方の大気が必ずしも正面衝突するわけじゃありません。コリオリの力のために北からの大気の流れは西に、南からの大気は東に曲げられます。つまり、両方がすれ違うような感じになります。すれ違いながらも温度が低い分密度が大きい北側の大気は南側の大気の下に潜り込もうとします。潜り込む北側の大気——これを百科事典では北からの「気団」と呼んでいるんですが——その断面図を描けば、南からの気団の下に楔のような形で潜っているわけです。逆に南からの暖かい気団は楔の斜面を這い上がって行く。暖かい気団は水蒸気も沢山含んでいますが、上昇して気圧が減ると膨張して気温も下がるので、水蒸気が氷の粒になって雲ができます。こうして梅雨前線には雲が付き物ということになります。氷の粒が大きく成長すると——これは当然空気より比重がうんと大きいですから、だんだん下に沈んで行きます。沈んで行けば、まわりの大気の温度も上がりますから、氷は溶けて、水になります。小さな水滴がぶつかり合って大きく成長すると、大気の中に浮かんでいることができなくなって、地上に落ちて行きます。つまり、雨が降るわけです。

与太郎 ふうーん。そんな風に説明されると何となくわかるような気がしてきたなあ。たしかに、テレビ



前線の周りの大気の流れ（模式図）



梅雨前線と雲の分布（ある日の例）

縦の縞模様が雲を示す

の解説を見てると、南からの暖かい空気——気団って言ったっけ？——それが前線に沿って東に動いて行くような絵が出てきますね。本当は北の気団だって西のほうに動いてるんだ。それがコリオリの力か。

これから天気図を見るのがちょっとばかり楽しみになってきたぞ。

ところで、低気圧の固まりが次々に西からやってきますね。あれはどうしてですか？

大 家 百科事典によれば、その元はベンガル湾にあるようですね。

インド半島の東側の海岸とミャンマー、マレー半島に囲まれた海域で、そこで蒸発した水蒸気をたっぷり含む低気圧が次々に東のほうに送り出されるようです。偏西風の影響ですかね。その低気圧と低気圧の間をつなぐように気圧の谷ができて梅雨前線が生まれる。夏になって、北半球が暖まってくると前線も北に押し上げられて日本は梅雨明けになる——と、ざっとそんな寸法です。

与太郎 そうか。あの辺は熱いところだから、暖められた空気が軽くなるってということもあるけど、肝心なのは水蒸気をたっぷり含んでるってことなんだな。これで私もお天気の理屈が気象予報士よりもよくわかったことになるわけだ。

大気は大きな水槽

大 家 今話したことだけで気象のことが全部わかるわけではありませんから、そう威張ることもできませんよ。奥は深いです。私が今考えているのは、冬によく聞く「上空の寒気」のことです。地上の気圧配置とは関係なしに日本上空に張り出してきたりする。寒気が3000メートルより高いところにあるのに、なぜ地上まで寒くなるのか。気象予報士は教えてくれません。多分その理屈はわかっていないでしょう。「寒気が張り出してくれば寒くなる」と覚えているだけだと思います。「雨の降る日は天気が悪い」というのとあまり変わりませんね。

与太郎 そう言えば私もまだ聞きたいことが沢山ありますよ。空にはなんであんなに水があるんだろう、なんてね。1時間に100ミリの集中豪雨なんて信じられませんよ。空には目に見えないけどでっかい水槽でもあるんじゃないかって思っちゃいますよ。

大 家 ところが、大気そのものが大きな水槽なんです。たとえば、厚さ約10キロメートルの対流圏——その中で雲ができたり、いろいろなお天気の現象が起きている大気の層ですが——その上から下まで温度が20℃で水蒸気が飽和しているとすれば、空には地面の面積1平方センチあたり約15グラムの水が含まれていることになります。それが全部水になって落ちてきたら、約150ミリの降雨量ということになります。実際には25℃とか30℃という、水蒸気をもっと沢山含んだ空気が低気圧の上昇気流に吸い込まれるように次々と供給されますから、150ミリ降っておしまいということではなく、一晩で1000ミリ降るということも起きるわけです。

とにかく、大気そのものがでっかい水槽と思えばいい。

与太郎 そうなのか。今日はいろいろ勉強になったなあ。

大 家 ついでに与太郎さん。簡単な宿題を一つ出しますから考えておいて下さい。「台風の東側では、なぜ西側よりも雲の範囲——降雨の範囲と言ってもいいと思いますが——それが広がるのか？」ということです。

今日の話全部思い出せば、わかるはずですよ。