

連載
講座

温室効果

気象予報士（元気象庁） 饒 村 曜

1 太陽からの放射と地球からの放射

太陽からの熱は、主に紫外線や可視光線という比較的短い波長帯（主に可視光線）でエネルギーを放射しています。太陽から届いたエネルギーのうち、約3割は雲や地表面で反射されて、残りの約7割が地球を暖めます。温度をもつあらゆる物体はエネルギーを放射するので、地球から宇宙空間へもエネルギーを放射しています。ただ、地球は太陽よりもずっと温度が低いので、長い波長帯（主に赤外線）でエネルギーを放射していますが、地球が太陽から受け取るエネルギー量と宇宙空間に放射するエネルギーの量は同じで、地球は一定の温度を保っていられるのです。地球の大気は、可視光線を通しますが、赤外線は吸収する性質があります。このため、太陽からの熱の多くは地表に届きますが、地表からの熱は大気中の物質に吸収され、再度赤外線が放射されますので、宇宙空間に逃げていた熱の一部が地表に戻されています。このため、地表付近が温まるのですが、これを温室効果と言います（図1）。

なお、実際の温室（ビニールハウス）は、温められた空気の対流・拡散がビニールシート等で妨げられるために暖かいのですが、大気の温室効果は、大気中の物質が対流・拡散を妨げるビニールシート等の役割をするのではなく、熱を吸収し、それを地表に送り返す性質を持っていることから温



図1 温室効果の概念図

出典：気象庁ホームページ。

まりますので、実際の温室の仕組みとは違います。

大気中の物質により、温室効果の度合いは異なります。温室効果をもたらす物質を温室効果ガスといい、水蒸気、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素、オゾン等があります。ただ、これら温室効果ガスをすべて加えても大気中の気体の1%程度の濃度しかなく、大気中の多くを占める窒素（大気中の78%）と酸素（21%）はほとんど温室効果をもちません。また、水蒸気と二酸化炭素以外の温室効果ガスの量は極めて少なく、地球温暖化に寄与している温室効果ガスは、主に水蒸気と二酸化炭素の2つです。

温室効果ガスとして二酸化炭素が注目されているのは、自然界に存在する二酸化炭素に、人間活動によって放出された二酸化炭素が加わったことで温室効果が強まっているのではないかという懸

念によるものです。人間活動によって放出された分については、工夫により削減できる可能性があります。水蒸気も温室効果が大きいのですが、人間活動で多くなったり、少なくなったりする物質ではないため、地球温暖化対策を考えるときは、水蒸気の影響は省いて考えています。

地球は、温室効果がなかったら地球表面の平均気温が -19°C の氷の星になってしまいます。しかし、温室効果ガスによって温暖化が起こり、平均気温が 14°C という、生活するのに適した星となっています。すでに、 33°C も温暖化しているのですが、これが、さらに 1°C とか、 2°C とかの温暖化が進むというのが問題になっているのです。

2 過去の二酸化炭素濃度

大気中の二酸化炭素が増え、地球温暖化が進むといっても、過去にはもっと二酸化炭素が多い時代がありました。地球誕生後の大気中には二酸化炭素が今よりも大量にあったのですが、その後、海に溶けこみ、石灰石等の岩石になったり、太古に繁栄した植物によって消費されました。これにより二酸化炭素は減ってきましたが、恐竜が生息していた約5億年前の古生代になっても、大気中の二酸化炭素は、現在よりもはるかに多かったの

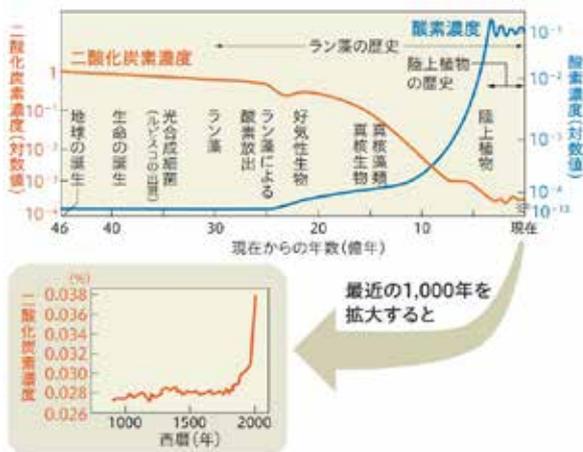


図2 地球上の二酸化炭素濃度の推移 (葛西奈津子著、「植物と地球大気の世界」、化学同人(2007)より)
出典：饒村曜 (2014)、天気と気象100、オーム社。

です (図2)。当時の地球は、温室効果で非常に暖かく、巨大な植物が繁茂していました。

南極大陸の氷は、水が凍ったものではなく降った雪が溶けずに降り積もり、長い年月をかけて自身の重みで押し固められたものです。雪といっしょにそのときの空気や塵、火山灰等も積み重ねられ、氷の中にしっかり封印されます。降った雪の層は、当時の空気を閉じ込めたまま積み重なり深くなればなるほど圧密されていきます。空気には地球環境の情報が込められていることから「南極の氷は地球環境のタイムカプセル」と言われています。南極大陸の氷床を掘削して過去の氷を取り出し、地球環境の変化に関わる情報を得ようとする計画が進み、掘削に最適とされる地点に日本の南極観測基地「ドームふじ基地」(図3)を1994年に建設しました。1996年の第37次越冬隊は、深さ2503メートルまでの氷床掘削に成功し、過去34万年間の氷の分析から、地球は約10万年単位で寒い時と暖かい時の繰り返しがあり、二酸化炭素も増減を繰り返していたこと等がわかりました(図4)。



図3 南極での日本の基地
出典：饒村曜 (2014)、天気と気象100、オーム社。

3 地球温暖化とデメリットメリット

北極の氷のほとんどは海に浮いているので、溶けたとしても海水面はたいして上昇しません。しかし、南極大陸やグリーンランドの陸上にある氷は、溶けると海水面が大きく上昇します。また、海水温が現在よりも高くなると海水は膨張し、こ

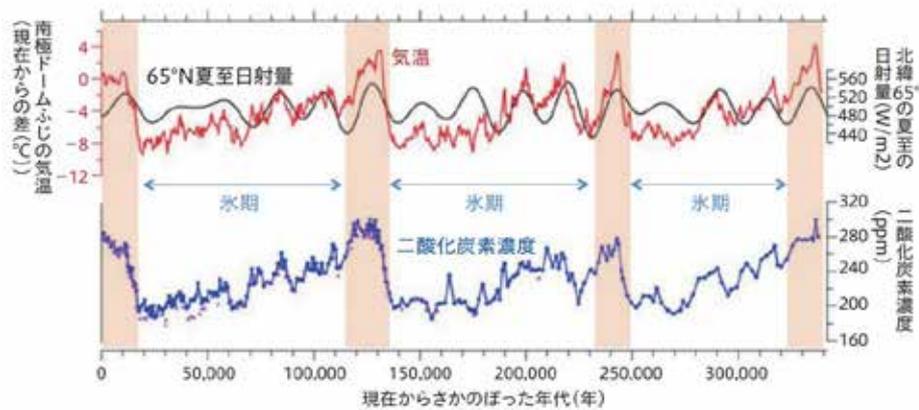


図4 南極大陸ドームふじ基地の氷床コアから再現した過去34万年間の気温と二酸化炭素の濃度

出典：饒村曜（2014）、天気と気象100、オーム社。

れによっても海水面が上昇することになります。海水面が上昇すると、珊瑚礁でできた高度が低い島国では、生活そのものが奪われる深刻な事態となりますし、日本も、低い土地が水没したり、高潮被害が大きくなることが懸念されています

地球温暖化による海面上昇が起こったり、農作物が撮れなくなったりするなどのデメリットが強調されています。その通りなのですが、逆に地球温暖化によって住みやすくなる地域もあると考えられています。気温が低いために穀物ができない地域では、地球温暖化によって穀物がとれるようになりますし、地球温暖化により雨が極端に少なかった地方で降水が増え、農作物がとれるようになることもあるでしょう。また、夏の間だけでも北極海の氷が溶けてくれれば、地下資源の発掘が可能となり、加えて従来の中東まわりの航路より早くヨーロッパとを結ぶ北極海航路が可能となります（図5）。

このように、地球温暖化によって非常に困る地域だけでなく、逆に住みやすくなるというメリットを受ける地域もたくさんあります。ただ、マイナスの分だけ、プラスの地域もあると単純に考えることはできません。デメリットを受ける地域が出る一方、メリットを受けることが可能な地域でも、そのメリットを受けることができるように体制を整えるには時間がかかり、メリットを受けな

いうちに、さらに温暖化が進んでしまうということも起こりうるからです。

つまり、二酸化炭素が多いこと自体は大きな問題ではありません。問題は、二酸化炭素が増えるペースです。長い時間をかけて二酸化炭素が増えるなら、私たちも含めた生物はそれに対応していけます。しかし、現在の増加速度は、地球誕生以来、かつてないほどのスピードですので、生物がそれに対応できないのではないかという懸念から、大問題となっているのです。私達に対応できる範囲での地球温暖化でないと、地球上に住みやすい地域はなくなってくるからです。地球温暖化を止めるというより、少しでも地球温暖化を遅らせて、対応するための時間を確保するというのが現実的な地球温暖化対策と思われます。

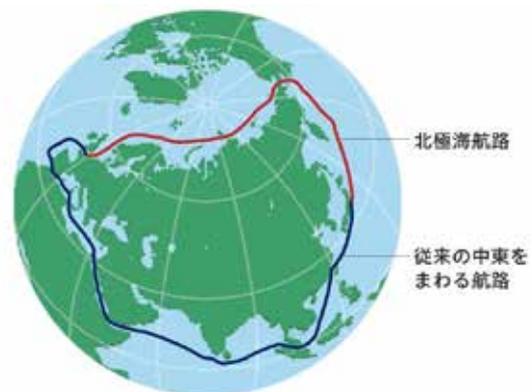


図5 北極海航路

出典：饒村曜（2014）、天気と気象100、オーム社。