



科学の眼

まなこ

発行: 姫路科学館 (〒671-2222 姫路市青山 1470-15 電話: 079-267-3961)
http://www.city.himeji.lg.jp/atom/

地球シリーズ

明日の朝はぐんと気温が下がるでしょう・・・？

放射冷却

Radiative cooling of the Earth

姫路科学館 学芸員 徳重 哲哉

立冬を過ぎ、朝晩はぐんと冷えるようになりました。よく晴れた朝は、特に冷え込みが厳しくなりますが、なぜでしょう？

■地球の熱収支

地球は太陽放射を受けて温められます。温められるだけならば温度が一方的に上がりますが、地球も熱を赤外線形で放射して冷やされるため、地球全体を平均した熱の出入り（熱収支）は釣り合っています。

地表の平均気温を 15℃とした時の地球全体の熱収支は図1のようになります。大気圏外で受け取る太陽放射 100 に対して、大気による散乱や雲及び地表による反射で 31 が地球を温めることなく宇宙

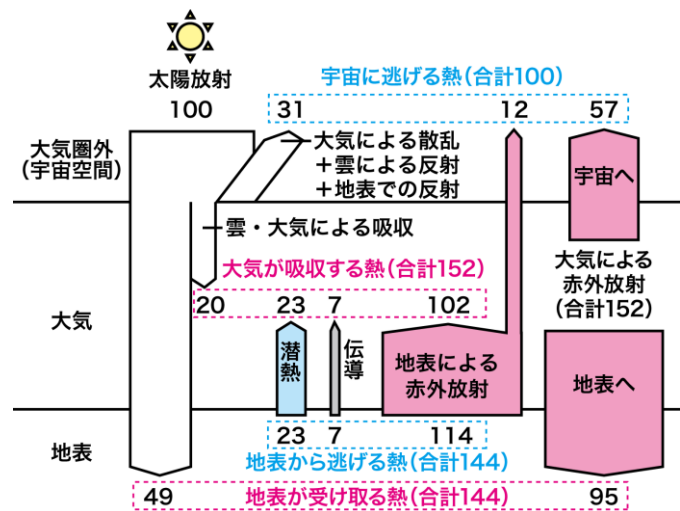


図1 地球の熱収支 (IPCC 1996年に基づき作図)

に戻り、20 が雲や大気で吸収され、残りの 49 が地表に届きます。これに対し、地表からは 144 の熱（赤外線放射 114、潜熱 23、伝導 7）が放出されます。地球が受け取る太陽放射より地表から放出される熱の方が多いため、大気が赤外線を吸収して温められるため、宇宙空間、大気、地表の間で複雑に熱のやり取りが起こり、大気からの赤外放射で地表に大量の熱が戻るからです（図1の 95）。このような大気による地表の保温効果を「温室効果」といいます。なお、大気がない場合、太陽放射に釣り合う量の赤外線を放射して、地表の温度は-19℃程度になると考えられています。

■放射冷却

図1の例は温度や大気の状態を仮定した全地球的なモデルです。しかし、局地的にみると、地表が受け取る太陽放射は季節による太陽高度によって変化し、大気の状態も常に変化するため、その日その日で熱の出入りには増減があります。例えば、地表は1日中赤外線放射しているのに対し太陽放射を受けるのは昼だけなので、夜の長い時期には地表からの赤外放射の割合が増えます。特に秋冬の乾燥した晴れた夜には大気による吸収も少なくなるため、宇宙に逃げる赤外放射の割合が増えて地表の温度が下がります。これが天気予報で言う「放射冷却」です。さらに、風が弱い時には密度の大きい冷たい空気が地表付近にたまるので、地表面の気温はぐっと下がります。このため、天気予報では「今夜は良く晴れて風も弱いため、明日の朝は放射冷却で気温が下がるでしょう」となるのです。

■気温の逆転層

地表と上空の気温を比べると、上空に向かって少しずつ温度が下がるのが普通の温度変化（温度勾配）です。ところが、放射冷却で地表付近に冷たい空気がたまると、上空の方が温度が高い「温度勾配の逆転」が起こります。このような層を逆転層といいます。逆転層の成因は放射冷却以外にも暖気や寒気の流入などがありますが、いずれも、さまざまな気象現象の原因となります。

例えば、風の弱い時、煙は浮力でまっすぐ昇ります。ところが、逆転層が生じ、煙よりも上空の空気の密度が小さい場合、浮力が働かないため煙は逆転層を超えことができず、地表付近に煙が立ち込めることもあります。遠くから見ると、煙の振る舞いで逆転層がはっきりわかります。なお、盆地や谷筋に逆転層が発生し、霧が一面を覆ったとき、これを高いところから見ると「雲海」になります。また、逆転層で光の屈折が起こり、海岸では「浮島」や「だるま夕日」などの蜃気楼現象が見られることもあります。逆転層による現象は、写真家にとっては格好の被写体であることが多いです。

■遠くの汽笛

空気中の音速は温度によって変化します。温度が低いと音速が遅く、温度が高いと音速が速いため、空気中に温度勾配があると、音は温度が低い方向に向かって曲がって進みます。これは、陸上競技場のトラックを行列で行進するとき、曲線部では内側の列がゆっくり進むのと同じことです。通常の温度勾配では上空ほど温度が低いため、音は上に曲がって進みます（図2上）。ところが放射冷却により地表付近に冷気がたまっていると、上に凸のカーブを描いて進むようになり、より遠くまで音が届くようになります。（図2下）。秋冬の夜、遠くの踏切や鉄橋を渡る列車の音、船の汽笛などが聞こえたら、翌朝は冷え込むでしょう。温かくしてお休みください。

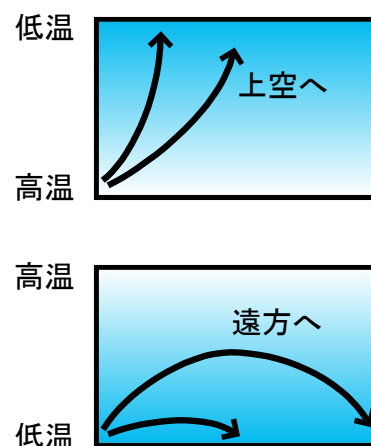


図2 空気中の音の伝わり方
上) 通常、下) 放射冷却時