

# 今年の夏はなぜ暑いのか セラミックスと植物と機構の関わりのお話(その1)

作・光藤 裕之 岡山理科大学 理学部応用物理学科 教授  
〒700-0005 岡山市理大町1番1号 TEL/086-252-3161 FAX/086-255-7700



1999年8月6日現在、この夏の特徴は、日本列島の東部と北部の気温が平年を3~5 上回っていること、8月初旬までに台風が8号まで発生したことである。しかも熱帯性低気圧が台風に発達する位置が北寄りである。これらは日本の南方の海水温度が例年より高いことを意味する。昨年は台風の少ない異常年であった。これらは日々の生活に密接なことなので、ついつい自動的に心が関わってしまう。そこで、ある考えが浮かぶと、その正否をチェックしたくなる。しかし、それを専門的に実行できる立場にはない。できるのは空想的思考実験のみである。

地球は巨大セラミック球であるが、その表層部分、水圏および気圏は、光合成植物の登場によって質的な変革を遂げ、今日の地球環境が生まれてきた。このとき、地球表面の2/3を占める海洋の植物性プランクトンの働きを重視せざるを得ない。この変革の主役が、気候の議論の中で軽視され過ぎているのではないかと、植物の役割を考えるのであれば、その核心を担う葉緑体生成のカギを握る鉄を、地中の鉱物から分離し、海洋に届ける植物性鉄運搬体に着目しなければならない。この仮説が、果たして今年の夏の暑さに結びつくであろうか。

## 1 全地球の熱収支とその要素過程

約6000 の表面温度の太陽が放射するエネルギーが、真空を隔てて地球に入射する。このエネルギーが地球に入る一方であるならば、地球の熱容量に貯まる熱は増し続け、温度は上昇し続ける。地球が、水の惑星として生命を存在させ得る温度を保っているのは、放射平衡つまり単位時間当たり入射エネルギーに等しいエネルギーを宇宙に放射つまり棄てているからである。太陽光強度は可視域にピークをもつプランク放射分布をしている。このうち遠紫外光は主として大気高層の酸素に吸収され、熱に変換されると同時にオゾンを生み、対流のない成層圏を形成させる。残りの可視光と近赤外光342W/m<sup>2</sup>のうちの約30%が宇宙へ反射され、残りの240W/m<sup>2</sup>が吸収され熱に変換される。これは、地熱の0.06W/m<sup>2</sup>より遥かに大きい。吸収は主として地球表面でなされるから大気は下から暖められ、対流圏をつくる。暖められた地球表面と大気は、その温度の関数として与えられるプランク放射公式に従って赤外線を宇宙へ放出する。反射と赤外線放出が減ると、地表温度は上昇する<sup>1)</sup>。

太陽と宇宙は、このような地球の事情に影響されないから、フィードバック過程を考えないで済む。安定な定電流電源(6000Kの定エネルギー流出源)と“アース”(温度0Kの流れ込み口)に繋がれた負荷としての地球は複雑系回路である。この回路内の熱循環、大気循環、水循環(相転移を含む)等には、できるだけ関わらない過程を考えることにする。

## 大気と陸の反射

雲、雪氷のような白ものは可視光に対して大きい反射率をもつ。雲は地球表面の半分以上を覆う巨大な反射体である。黄砂、火山爆発によって吹き上げられた塵、燃焼排ガス中のSO<sub>2</sub>が凝縮核になってつくられる塵などのエアロゾルも反射能力をもつ。反射されずに大気中を透過する光の一部は吸収される。水蒸気、二酸化炭素、メタン等は赤外光を吸収し励起状態になるが再び赤外光を四方に放出する。

スキー場の雪は日焼けさせるほど日光を反射する。チベット高原の積雪が多いと反射のため太陽エネルギーの吸収が減る上に大量の融解熱を要し、高原とその上空の温度上昇が遅れ、夏のインドモンスーンを起こす大気循環が遅れる。

月の砂漠は太陽光を反射して月見をさせてくれる。反射率が高いにも拘らず砂漠が暑いのは、気化熱を奪う水の蒸発が乏しいためである。「漠」は水のないことを表す。

## 植生域の反射

葉緑体は可視光の中央部(緑・黄・橙)光と近赤外光を殆ど吸収せず、一部透過するもの、大部分を反射する。特に緑色植物の活性が高いほど近赤外光の反射率が高いので、人工衛星からの植生診断に使われている。陸地の植物は、真夏の暑さでも茹だってしまわないように、葉から水分を蒸散させて気化熱を消費して温度調節し、その反射率を保持する。森の温度は市街地より数度低い。

葉緑体は赤色と青紫色の光を吸収して化学結合エネルギーに変える。しかし、それが太陽光エネルギーが熱に変わる割合を減じる効果は小さい。陸上と海上の植物の光合成による年間生産エネルギーは、地表に届いた年間エネルギーの0.072%に過ぎない<sup>2)</sup>。

緑地の反射率は砂漠や雪原より小さいので、陸上の砂漠が緑化されると陸地全体の反射率は減ることになる。一方、地球表面の2/3を占める海洋の“緑”すなわち植物プランクトンが増

すと、陸地とは逆に反射率が増すことになる。これは、私見を構成する仮説の一つであり、追って述べる。

## プランク放射

地球自体は太陽光の遮蔽体であり、夜の半球が生じる。赤外光放出は昼も夜も行われる。「放射冷却」は冬の明け方の冷え込みをもたらす。地球表面の熱がスナリ宇宙に棄てられた結果である。夏でも晴れた夜明けは比較的涼しい。昼も夜も、雲と水蒸気、霧や雨は、地表からの放射を妨げるだけでなく、自らの出す放射の一部を地表へも向けるから、温室効果を生む。H<sub>2</sub>Oの他、CO<sub>2</sub>やメタン等赤外部に吸収をもつ気体が温室効果に加勢する。

## 2 微生物と地球

### ～酸素の遊離と化石燃料の生成～

太古の昔、原始的な光合成植物は、その還元作用によって有機物と遊離した酸素(O<sub>2</sub>)をつくった。それらは再結合しないように、有機物は地下に、酸素は大気中に棲み分けさせられて、今日の地球環境が創出された。人間は、太古の埋蔵有機物を発掘し、再び酸化させて得られるエネルギーを使って、工業化を推進させた。地球温暖化を防ぐために、酸化生成物たるCO<sub>2</sub>ガスの排出抑制が国際的な課題になっている。

一方、自らが作り出した遊離の酸素が、水溶性の鉄を酸化し沈澱させてしまうので、水面近くに棲む水生植物は窮地に追い込まれる。これは植物も行う酸素呼吸とは別のことであって、私見を構成する仮説の一つである。

### マンガンジュールと鉄鉱脈の由来

光合成植物の葉には、FeとMnが多量に含まれる。Feは葉緑体の合成過程に、Mnは光合成過程に触媒的な働きをしていて、あたかもビタミンのように植物の活性を制御する。太古からプランクトンの死骸がマリンスノーとなって降りそそぎ堆積した海底には、大量のFeとMnの酸化物、水酸化物を主とする直径数cmの黒色団塊状の沈澱物(マンガンジュール)が層をなしている。

遊離した酸素に満ちた地球は、死んだ植物を酸化させる環境でもある。海溝に堆積したマリンスノーの酸化物が、大陸移動に伴う地殻変動の末、鉄鉱脈という古墳を残した。鉄鉱石の主成分は酸化鉄であり、これから酸素を剥ぎ取るのが製鉄である。ここで、微生物とその遺産の量と時間スケールの壮さに、改めて敬意を表したい。