

海と気候変動

桑本 融*

平成16年末のスマトラ沖地震、津波、本年8月には、アメリカ南部を襲い、大きい被害をだしたハリケーン・カトリーナ、これらを見れば、地球表面の平衡状態は、どのように変化したのか、海は、原因ではないにしても、緩衝作用どころか直接に研ぎすまされた刃を陸に向けたのではなからうか。ここで、海と気候変動について考察してみたい。

気候変動の原因はいまだよく解明されているとはいいがたいが、海が気候変動に関与するとして、いくつかの説が提起されている。その一つは、深層循環海流に起因するものである。大西洋の表面海水は、かなりの熱を低緯度から高緯度まで運び、高緯度で冷却された海水は、重くなりグリーンランド沖で沈降する。深層海水の年代決定から太平洋の深層海水が古いことが分かり、インド洋、南極周辺海域を経て、太平洋で湧昇し表面海水に合流するなど、地球上の表面と深層の海流の大循環が確かめられている。若し、北方大西洋の気候が温暖化すれば、グリーンランドの氷が溶解し海水は薄くなり比重の低い海水の沈降は阻害され、その結果として、深層循環海流の流れは止まり、南から北への熱移動はなくなり北欧は冷却化し、それにつれて、地球もまた、冷却すると考えられる。

さらに、海洋とは直接関係はないが、人の手を借りることなく、自然に、気候変動が起こることが推測できる。太陽と地球の位置関係から気候変動が発生する。太陽は一定の熱エネルギーを地球に供給しているが、太陽を中心とする地球の公転の周回軌道は楕円で長い周期で変化し、地球の北極と南極を結ぶ地軸は太陽に対し、約4万年をかけて22.1～24.5度の間を、23.5度の傾きをもち自転するので、地球が太陽から受ける熱エネルギーは時間とともに刻々と変化している。このことから、定常的であれば、夏の太陽は高く、冬の太陽は低くなり北半球と南半球の季節は逆となる。過去30年間の大気平均温度が大きくはずれたとき異常気象とよび、長い時間をかけて変化した時、気候変動といわれているが、ここで問題なのは、気候変動の原因が確認できるかどうかにある。簡単に考えれば、地球が温暖化すれば水蒸気が増加し、雨、雪の量の増加が見込まれる。雪、氷が増えれば当然のことながら気候は冷却化する。逆に、地球が冷却化すると水蒸気は減少し、雨、雪の量は少なくなり太陽の熱エネルギーの吸収は大きくなり温暖化するであろう。他の力が働かない限り自然界の温度は平衡化すると考えてよいが、科学的には例証する必要がある。

自然界での気温の変動は、大気、海洋、大陸、生物圏の間で、バランスをとるように働いていると考えてよいが、人為的にバランスをくずすような働きがあれば、深刻な問題を引き起こす。例えば、化石燃料を使用したとき、地球の気候に対し、排出した二酸化炭素は、温室効果による温暖化を、二酸化イオウ、硫酸エロゾルなどでは、大気への反射率を増大させ冷却化をする。硫酸エロゾ

*財海洋化学研究所所長

ルの規制によっては、逆に、温暖化に寄与していると思われる。いうまでもなく温室効果は、太陽光が、水蒸気（二酸化炭素に比べ、10倍量程度多いが、量が不定なので後述）、二酸化炭素、メタン、フロンなどを、透過し、地上でエネルギーを失い赤外線となり再放射、これら大気ガスに吸収され、気体雲の下層では温度が上昇、上層では下降する。気温と二酸化炭素量の間には極めてよい相関があることが知られているが、両者が同様に変化する場合もあり、必ずしも因果関係を示すとは言い難い。二酸化炭素量の事前評価、量に関しては気候変動に関する政府間パネルによって京都議定書で二酸化炭素の削減が策定されている。一般に、温室効果は水蒸気量に変化がないとして議論されているが、若し、大気中に0.4%程度存在する水蒸気量が少なくなり乾燥すれば、大気による赤外線の吸収は減少し降温に向かうであろう。もともと積雲対流の活発な熱帯域では、水蒸気量が増大すれば、熱を吸収、温度が高くなり、上昇気流が発生する。上昇した水蒸気は凝縮するので、周辺では乾燥した下降流ができ降温すると考えられる。

観測では重要な項目の温度測定は、定常的な陸地観測点と数少ない海上の非定常的な船上バケツあるいは海水インテイク測温が行われており、データとして取り込むことができるのかという初步的な問題もあり気にかかるところである。北半球の各地点での気温の20年間の平均変化量を見ると、寒冷化している地域があり、全般的な温暖化を肯定することはできないなど、これまた気にかかるところである。その他、気温と関係のある太陽活動度（黒点）の変化、フロンによる上層大気中のオゾン量の破壊にもとづく変化などが検討されているが、温度の変化量の見積りは困難である上に、熱容量の大きい海洋環境、雪氷の取り扱いを疎外することができないので複雑となり議論は進んではいない。

海流が変動すれば大気の状態は大きく変動し、大気温度や風の動きが変われば海流に大きく影響する。地球の気候変動は、すでに述べたように、大陸、海洋、大気、生物の間で密接に関係しながら進行する。従って、海洋科学あるいは地球科学の研究の目的を達成するには、自分の専門分野に固執することなく他の分野の協力が必要となる。同時に、自然現象は複雑に絡みあっているので、丹念に解きほぐすことが必要である。特に、地球温暖化の問題では、多くの見解が提起されていて、それぞれの結論が得られた研究過程の中に、真の原因とされる因子が含まれていると思わざるをえない。