

「二酸化炭素による地球温暖化」を研究されている皆さま

角皆静男（北大名誉教授）

「大気中二酸化炭素の業務的観測と同様な大気中二酸化炭素の放射性炭素¹⁴Cの連続観測の実施」を提案します。この提案についてのご意見をいただきたく、また、その実施にご協力いただきたくお願い申し上げます。

地球上の平均寿命 8000 年（1 年に 1/8000 が生まれ、無くなる）の放射性炭素¹⁴Cは、大気中に 2%程度存在し、残りの多く（大気の 50 倍量）は海洋に存在する。大気中¹⁴Cの 2-3 倍量存在する海洋表層との交換時間は 5-10 年、また土壌を含む陸の生物圏（2-3 倍量存在する）との交換時間も 5-10 年である。そして、海洋表層水と中深層水との混合時間が約 1000 年である。従って、大気中¹⁴Cは宇宙線によって生成するが、宇宙線の強度の数十年以下の周期的変動は、中深層水の¹⁴C濃度へはもちろん、表層水と生物圏の緩衝作用もあって大気中¹⁴C濃度にもほとんど影響しない。このことは、「放射性炭素年代におよぼす海洋成層化の影響」という演題で 08 年春の日本海洋学会大会で講演する（添付ファイル）。

国際地球観測年 IGY を契機にハワイのマウナロアと南極点で測り始めた大気中二酸化炭素濃度が極めて貴重な情報となっている。これを大気中の¹²C、¹³C、¹⁴Cの 3 核種の濃度に拡張して測り続ける業務的観測を緊急に始めようというのが私の提案である。これは、単にその経年変動変化が重要なだけでなく、季節変動、日変動の結果も有力な情報となる。この結果を解析すれば、二酸化炭素の大気海洋間交換、生物圏との関わりなど地球単位での供給源、除去源の大きさの変動変化、海洋水の混合の状況がわかるだろう。

幸い、核実験など人工起源の¹⁴Cによる攪乱も小康状態にある。また、何より幸運なのは、加速器質量分析計 AMS によって少量の試料で多数のデータを出せるようになったことである。一方、不幸なのは、このような計画の立案、実施にあたって先頭に立つべき、日本学術会議の海洋科学研究連絡委員会がなくなってしまったことである。どうか、これに代わる然るべき立場におられる方々、また研究機関の方々、是非この観測作業の実現に向けて努力していただきたくお願いいたします。もちろん、研究者の方々には、実施方法についてのよいアイデアを出していただきたくお願いいたします。

放射性炭素年代におよぼす海洋成層化の影響

角皆静男 ・ 成田尚史 ・ 中野善之 ・ 杉浦琴
(北海道大学) (東海大学海洋) (JAMSTEC) (JANUS)

キーワード：¹⁴C年代、海洋炭酸系、深層循環、堆積物中炭酸塩、海洋成層化

半減期 5570 年の¹⁴Cによる年代測定が信頼できるのは、3%に減少する 5 半減期程度までである。最終氷期だった 26,000 年前、¹⁴C年代は暦年代より 4600 年も若かった。つまり、大気中¹⁴C濃度は 20 世紀の大気より 2 倍近く高濃度だった。その原因を太陽活動や地磁気の変動など生成過程にのみ求める研究者が多い。

一方、我々は、氷期に高緯度域で生物生産が少なかったことを見つけ、それは、海水形成時に排出された塩水が海底にまで沈み、強く成層化し、下層からの栄養塩の補給量が減ったからだとして説明した(Sato et al., 2002; Narita et al., 2002; Jaccard et al., 2005)。さらに、Shackleton (2000)によれば、気温の高さと大気中CO₂濃度の高さはよく相関するが、高緯度域への日射の多さは極大値のみ重なる。一方で、共に 10 万年周期が卓越する空気中の酸素同位体比やメタンは日射とよく相関している。

寒い氷期に大気中CO₂を下げたのが生物活動でなかったとしたら、何が原因か。我々は、氷期になると、深層循環の型が逆向きになり、間氷期の間に大西洋の海底に貯め込んだCaCO₃が古い酸素を減らした酸性の水に接したために溶けだし、表層にCO₃²⁻濃度の高い水が現れて大気CO₂を溶かしたとする説を発表した。

また、日射が増え、間氷期になると、N と P 濃度が高い浅い層から上下混合が始まり、まず Si 不要の石灰の殻を持つ生物群が増え、底層にまで及び現在の深層循環の型

になると、珪藻が卓越する。氷期の大気CO₂は海底での過程でゆっくり、間氷期は表層での過程で急速に変わる。

間氷期でも大気の 50 倍量の¹⁴Cが海洋に存在する。従って大部分の¹⁴Cの放射壊変は海洋中で起こっており、氷期の成層化によって深層水の滞留時間が長くなれば、¹⁴C量が減り、その放射壊変分は、大気と表・中層水で償われることになる。正確な計算にはモデルが必要だが、少なくとも大気での壊変量、つまり濃度が上がることだけは確かである。定性的には、¹⁴C年齢は寒期に若くなる。

そこで、図に暦年代、¹⁴C年代、両者の差、大気中CO₂濃度を示した。25,000 年前から両者の差は、だんだん縮小するが、著しく寒くなり、拡大する時がある。それは、22,500 年前、19,000 年前、13,000 年前(新ドリラス期)、8000 年前(ペンタゴン報告)、室町江戸時代(小氷期)である。逆に、急速に差が縮まっている暖期がある。それは、18,500 年前からの 4000 年間、12,500 年前からの 3000 年間、7000 年前から 1500 年前までである。

この差と大気CO₂濃度の推移とはほぼ一致していると言える。ただ、氷床が固化する際、気体は移動しているので、若い氷の相対年齢誤差は大きい。

以上をまとめる。寒い氷期には、海洋の成層化がより強まる。その結果、栄養塩の供給が減り、生物生産は減る。深層水中の酸素や栄養塩濃度はほぼ同じだが、¹⁴C濃度は減り、大気中の¹⁴C濃度は増え、¹⁴C年齢は若くなる。

