

南極から見た地球環境

元山口東京理科大学教授 菊地 正

1. はじめに

私の略歴を簡単に述べる。私は1967年、工学院大学工業化学科、宗宮研究室を卒業し、東京大学工学部工業分析化学教室鎌田研究室で研究生を経て1974年に東京理科大学理学応用化学科の助手、1995年に東京理科大学が山口県山陽小野田市に開校しました山口東京理科大学に行き、2009年に退職し現在に至っております。専門は卒業研究以来、機器分析化学で新規な高感度分析法の開発や応用を行ってきました。

この度は、名誉ある母校、応化会での講演に招待して頂きまして光栄に存じます。

有り難うございます。

今回は、私が長年携わってきました極域環境に関しまして何故、南極大陸での観測が重要なのかを中心に「南極から見た地球環境」との演題で話をさせていただきます。

2. 地球温暖化

近年の地球環境を考える場合、①一番大きな問題は温暖化が挙げられます。②次に天然化学物質以外の合成化学物質による汚染である。

温暖化は季候変動をもたらした大きな環境問題となっている。その温暖化に大きく寄与していると云われる物質は主に二酸化炭酸（炭酸ガス）、メタン及び人工化学合成物質のフロン [ハイドロフルオロカーボン(HFC), パーフルオロカーボン(PFC), 六フッ化硫黄(SF₆)] 等ガスが挙げられる。特に産業革命以降、化石燃料の膨大な消費により炭酸ガス排出量が指数関数的に増大している。これら温暖化ガスの増大に伴い、大気的气温上昇、降雨量の増加、海面上昇の要因とされており台風、熱波、エルニーニョの異常現象が増大している。そのため地球環境に関し、過去の気象データや現状の季候を十分に把握し、これら現象を踏まえた上で今後の抑止対策を講ずる必要がある。

表1に種々の温室効果ガスが気温上昇への寄与率について炭酸ガスを基準に表したものを示した。また、表2には地球温暖化に影響を与える部門別寄与度を示した。では、炭酸ガスの排出量が本当に増加しているのかについて実際の観測を約半世紀前からの観測を継続的に行っている米国、ハワイ州のマウナロア山頂での結果を図1に示した。マウナロアの結果（赤線）併せて南極点（青線）及び岩手県綾瀬市で観測結果（緑線）を示してある。これで明らかな様にマウナロア、南極点、綾瀬市での炭酸ガス濃度の増加傾向は一致している事が

わかる。尚、産業革命以前の炭酸ガスは排出と植物や海に吸収されバランスが
取れ、280ppmv で安定していた。しかし、産業革命以降、化石燃料の利用が始
めると大気中の炭酸ガス濃度が顕著に増加してきた。

表1 温室効果ガスの気温上昇への寄与度

	温室効果*	濃度(ppmv)	気温上昇への寄与度(%)**
二酸化炭素	1	360	55(50~65)
メタン	20	1.7	17(15~20)
亜酸化窒素	100	0.3	6(3~6)
オゾン	2,000	0.05	8(~8)
フロン	10,000~20,000	0.0006	17(12~20)

* 二酸化炭素に対する相対値

** 年代、研究者によって評価に幅がある

表2 地球温暖化に影響する部門別寄与度

エネルギー消費に伴うガス(CO ₂ , NO _x など)	46~49%
産業活動に関連するガス(フロンなど)	24%
森林破壊の影響(メタン, CO ₂)	14~18%
農業関連、その他(メタン, CO ₂ など)	9~13%

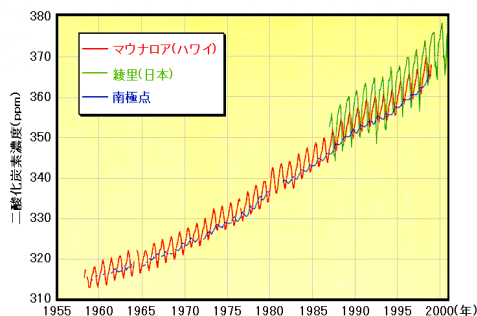


図1 大気中二酸化炭素の経年変化

次に天然化学物質以外の合成化学物質は人類が発生してから莫大な量合成されてきた。殆どの物質は人類に大いに貢献してきたが、一部の化合物は仁に貢献した反面、考えも思わなかった害を与えるものも出現した。例えば、代表的な物を挙げると化学農薬や殺虫剤（有機塩素系）、工業系化学薬品（PCB, フロン, ハロン, 有機金属類）、自然に発生化合物（ダイオキシン類ダ PCDD(5), PCDF(9), コプラナーPCB(12)）等が有る。この様に人類に有用な化合物であるが一つ間違えると有害物質になってしまう諸刃の剣である。

本題については次の機会には話させていただきます。

3. なぜ南極観測が必要なのか

南極大陸は「氷の大陸」と呼ばれている。大陸上には厚い氷が覆っており、これを氷床と呼んでいる。その氷の厚さは最も厚いところでは4,000m 以上もあり、富士山（3,776m）よりも厚い氷が大陸を覆っている。また、面積は日本の大きさの36倍、約1,300万 km²でオーストラリア大陸よりも大きい。この広い

場所に平均約 2,500m の厚さの氷があり、地球にある氷のほとんどが南極にあることになる。この氷床は、過去に降った雪が積もり積もり、その時代の大気中に含まれている塵および大気中のガス成分を一緒に閉じ込められている。この氷床中には過去の大気中の成分が詰まった缶詰であり、氷床表面から深さ方向の氷中には雪が降った当時の大気成分全てが含まれている事になる。

即ち、氷床コア中には、過去の気象データが蓄積されており、氷床表面から深さ方向に成分分析をすることにより過去の地球環境を明らかにすることが出来る。次に重要な事は、南極域が地球上で大気が最も清浄な地域であり、地球環境物質の最清浄度（ブランク値）である。反面、北極域は大陸及び氷床が無いことと産業革命後の汚染がひどい事から地球環境物質の最清浄度地域には成し得ない。以上の事から南極行きでのモニタリングは現地球環境の汚染度合いを把握上で最も重要な観測地点である。

4. 南極ドームふじ氷床コアから何がわかるのか

氷床コア中に含有するチリ成分は Si, Al が火山噴火起因、Ni, Fe が隕石起因でこれらの沈着量、粒径分布、対流時間との関係から過去の地球において氷河期、間氷期を繰り返した原因、即ち、過去の地球の気候変動メカニズムの究明が可能でこのデータより未来の気候変動予測が可能なる。

日本隊が掘削したドームふじ基地は、昭和基地より南に 1000Km, 標高が 4000m、年間平均気温が -55°C、平均気圧が 600hP の台地で年間降雪量が数センチメートル、堆積した雪（氷）が鉛直に積もっている事、氷床の厚さが 4000m 弱ありである事から少なくとも 80 万年前の雪（氷）が採取できることから、掘削を行った。図 2 に第 1 回掘削氷床コアの写真を示した。573.88m、2268.48m に大きな火山灰の堆積物が観察されている。この結果より 35 万年間に大小合わせた氷河期、間氷期が 27 回あった事がわかった。

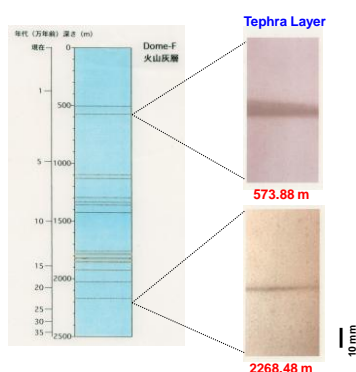


図 2 南極ドームふじ氷床コア

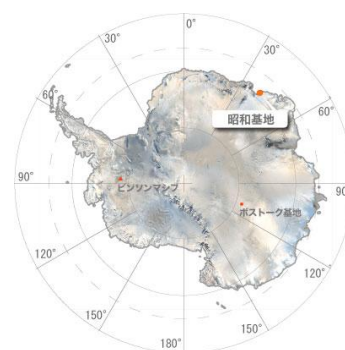


図 3 南極大陸

5. 南極大陸の不思議

フランス隊がロシアのボストーク基地の氷の下、約 4000m に長さ 240km、幅 50km のボストーク湖（カナダのオンタリー湖と同程度）があることを発見しました。この湖には古代の生物（少なくともバクテリア）が居る可能性がある為、南極条約により掘削技術が完成されるまで手を付けない事になっている。しかしながら、現在では同様な湖は南極で 70 個以上発見されている。

図 3 に南極の地図、図 4 にレーザーサット衛星でのボストーク湖写真を示した。

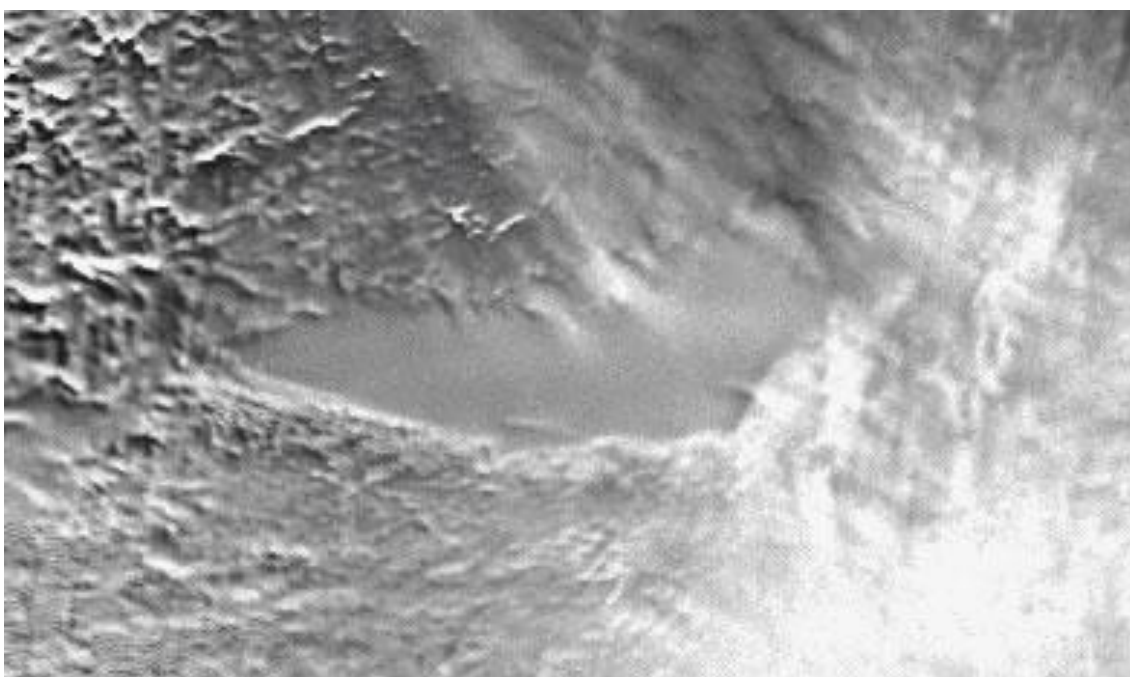


図 4 レーザーサットによるボストーク湖の衛星写真