

南極の歴史を探る②

～氷床の層序学～

木崎 甲子郎

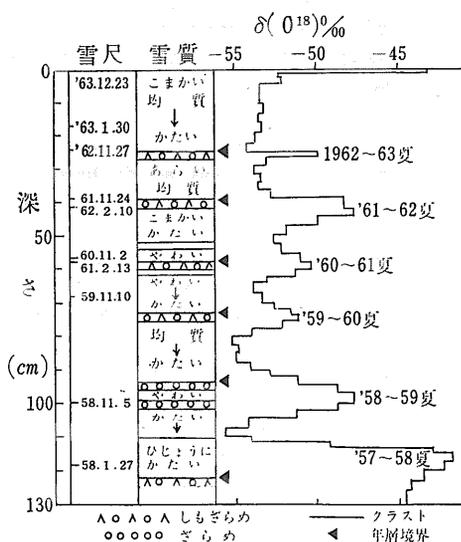
南極大陸の最近の歴史—第四紀から現世—を解明する有力な手段として 特記しなければならないのは この数年来 そのデータが急激に集積されてきた氷床層序学と海底地磁気層序学の進歩である。南極氷床は 平均1880メートルの厚さをもち しかも 一度も融けることなく堆積を続けている。したがって この氷の化学成分や同位元素の変化を追跡すれば 氷床が生成して以来の大気や気候変動が連続的にわかるはずである。

また 技術の進歩によって深海底のボーリングが可能になり 南極大陸周縁の深海底質のコアが採取できるようになった。このコアの残留地磁気の測定と微化石の研究は 500万年以上にさかのぼって 連続的な環境変化を明らかにしはじめている。

人類発生以来 この大陸にはその遺跡を残していない。人間の住むことのできない寒冷な大陸であった。その大陸の氷床層序学やまわりの海底地磁気層序学が当時の気候の状態を 中緯度地方よりむしろ はっきり規定できるというのは興味深い。一見 なんの役に立つかわからない氷床のボーリング コアが 地球上の最近の気候変動の目盛になるのである。科学の研究というのは どこでどうつながるかわからないものである。

I 氷床層序学とはじめ

— 一本のボーリング コアから —



第1図 南極点の積雪の中に刻まれた年層 (EPSTEIN, SHARP, GOW 1965)

積雪に年層があることはよく知られている。中緯度地方では万年雪の断面を削ってみると 冬の間積った雪の表面が夏になると融け 土砂やごみで汚れ つぎの冬の雪でおおわれる。こうして夏の層は汚れた薄層として残っている。だから その万年雪が何年経ったものか数えることができる。たとえば 日本アルプス 立山の剣沢の谷頭にあるいわゆる「はまぐり雪」では 厚さ6メートルの万年雪の最下部年層は15年ほど前のものであると測定されている(吉田 1964)。しかし 立山のような中緯度であり標高の高くないところでは 冬の積雪が異常に少なかったり 夏の融雪が激しかったりすると その年の積雪層はおろか 万年雪自体も消えてしまうこともある。それでなくても 年層が融け水で乱されるおそれがある。ところが 南極やグリーンランドのように 夏でも気温が氷点以下の場所では 融け水による流出はない。しかも 夏冬の気温変化は積雪の堆積構造にじゅうぶん影響を与えている。つまり 夏の雪は比較的高い気温や強い太陽輻射熱の影響で 積雪の粒子は大型になり 氷板を含むことがある。また 秋口の気温の急激な降下によって 弱くもろい「しもざらめ雪」ができる。夏の層は密度や硬度が小さく 冬の積雪は粒子が小さく 密度や硬度が大きいく。だから 年層の区別はむずかしくない。しかし 中緯度の積雪のように 汚れた層をはさんでいるわけではないので 氷化してしまうと年層の区別がむずかしくなる(第1図)。

南極氷床では 大陸の周縁部を除いて 雪は積もる一方である。したがって 積雪はしだいに圧縮され 再結晶して 雪の結晶の間にあった空気が流通しにくくなり 最後には気泡として閉じこめられてしまう。この通気度がゼロになったとき 氷化した という。つまり 通気度のあるものを積雪というのである。氷化したときの密度は0.83である。ちなみに 純氷の密度は0.917である。積雪の氷化する深さは 南極氷床の周縁では40～60メートル パード基地では65メートル 南極点では100メートルである。沿岸にくらべて内陸ほど気温が低いので 積雪の圧密化は温度の高い沿岸ほど生じやすく 内陸に行くほど氷化のレベルが下ってくる。とにかく 積雪の圧密が進み 氷化すると 積雪の年層は区別できなくなってしまふ。グリーンランドの場合

1912年クラカトア火山の爆発による火山灰層がひとつの鍵層になった(中谷 1958)。これは 深さ32メートルぐらいのところだから まだ氷化していない 夏冬の年層が区別できる部分である。また 1954年春 太平洋ビキニ環礁で行なわれた水爆実験は南極氷床の積雪層序の鍵層を作ったのである。というのは 1954~1955年夏の年層は Sr₉₀などの放射能が異常に強いので これを扱えば区別ができるわけである。しかし これらの鍵層だけでは ある特別な年層の決定はできても 氷床層序学を確立することはむずかしい。そこで とりあげられたのが 酸素同位体法 [酸素同位体比は標準海水の酸素同位体比からの偏差値で表わされる。すなわち

$$\delta(O^{18}) = \left\{ \frac{(H_2O^{18}/H_2O^{16})_{\text{試料}}}{(H_2O^{18}/H_2O^{16})_{\text{標準海水}}} - 1 \right\} \times 1,000$$

である。

第1図には南極における積雪年層と酸素同位体との関係がしめしてある。夏の積雪には酸素同位体が多く 冬には少ないことがわかる。この方法を使えば 夏と冬の層が区別できることになる。しかし 氷床の深い部分では 分子拡散が起こり さらに 年層が圧縮されて引き延ばされて薄くなる。それで 季節変化による $\delta(O^{18})$ の増減が不明瞭になってしまう。したがってこの方法が可能なのは せいぜい数千年ぐらいまでである。だが かまわず測定してみると こんどは 積雪堆積当時の長期の大気温度の相対的な変化を示すことがわかった。これがまた 面白い結果を生んだのである。ところで 氷床の深さともなる年代決定の方法は今のところ確立されたものはない。氷のなかの気泡をとり出して その空気中の炭素同位体 (C^{14}) を使って年代を決める方法もあるが 氷の資料を大量に少なくとも1トンを必要とするので ボーリングのコアでいどでもたりるものではない。

そこで 実測した堆積速度(降水量)一定 氷床の厚さも一定と考え 流動パターンも不変とし 流動による薄層化を補正して 理論式によって年代を推定したのである。すると グリーンランドのキャンプ センチュリーでは1,390メートル 南極バード基地では2,164メートルでありながら ともに底は約10万年前という値が出た。そして理論的に算出した年代を基準にした 酸素同位体による気候変動が 意外に世界の最近10万年の事件とよく対比できることがわかったのである。

最近数百年の積雪層序 — 極地雪氷の鉛汚染 —
南極は清潔な汚れていない大陸であるとは 誰でもが思うことである。昭和基地ではビールスがないから

第1表 極地と日本との雨雪 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

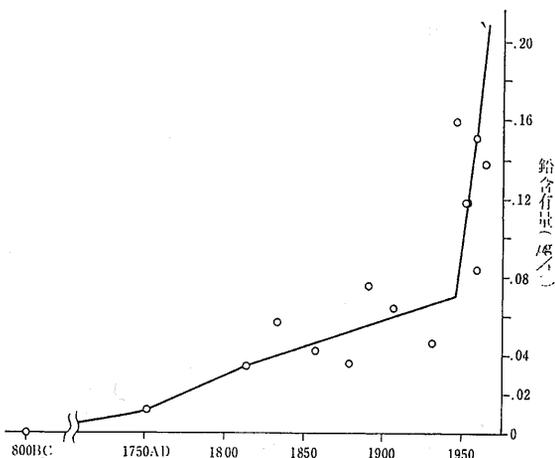
	名古屋	札幌	南極	北極	純水
Na	440	510	31	20	0.9
K	n.d.	10	1.5	2.4	1.0
Mg	80	190	4.0	5.0	n.d.
Ca	130	100	1.5	5.4	0.4
Cl	760	n.d.	60	31	9.2
SO ₄	340	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	菅原				

(室住1959より)

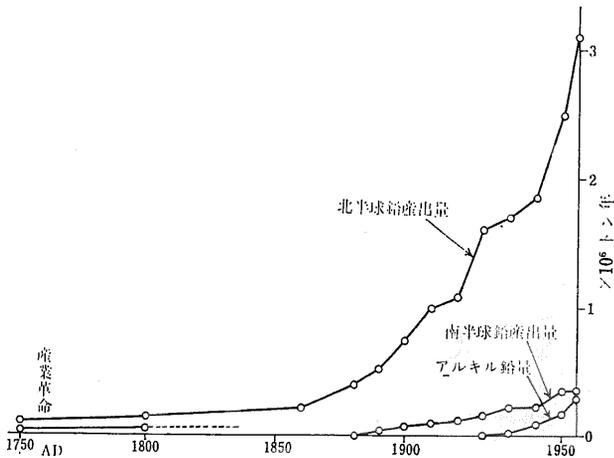
風邪をひかないという話があるくらいだ。だから 先年 東京で開催された国際地球化学シンポジウムで 南極を汚染させないために保護地域を作り 雪上車も禁止 飛行機もその上を飛ばせないようにしましょう という提案があったそうだ。だがその後どうなったか知らない。

では どのくらい清潔かという 鉛の例で 札幌では空気中に $10\sim 20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 東京では $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ を越えるときもある。キャンプ センチュリーでは $0.0005\mu\text{g}/\text{m}^3$ バード基地では $0.0004\mu\text{g}/\text{m}^3$ で 札幌の10万倍以上きれいだということになる。また 日本の都市と両極の雨雪中の成分比較表(第1表)を見ると 極地の雪のイオン濃度がいかに小さいかがわかる。むしろ純水に近い。したがって 極地の積雪や氷の化学分析は高い精度が要求される。そのため 同位体質量分析法や原子吸光法 中性子活性化法などの高度の技術を駆使してなされることが必要なのである。

第2図は キャンプ センチュリーにおける積雪の年令と鉛の量との相関図である。鉛の含有量は産業革命以来年とともに増加し 1900年前半から急上昇している。これは 第3図の世界における鉛の生産量の傾向とよく一致している。北極の積雪や氷の中の鉛量は人類文化圏における生産活動の発展と対応していると考えられる。とくに 積雪中の鉛の急増は 1924年以来 自動車ガソリンのアンチノック剤として4アルキル鉛が使用され その消費量の増加を反映している(室住 1969)。つまり 自動車の排気ガスが グリーンランドの雪氷の汚染にもつながっているという現実を見逃すことはできない。南極バード基地の雪氷中の鉛含有量は キャンプ センチュリーのその百分の一にすぎず グリーンランドの5000年前の雪の鉛含有量に均しい。第2図に記入することができないほど微量である。これは 南北両半球の生産活動の差によるものだろうと考えられる。



第2図 キャンプセンチュリーにおける積雪の年代と鉛含有量 (室住 1969)



第3図 世界における鉛産出量 (室住 1969)

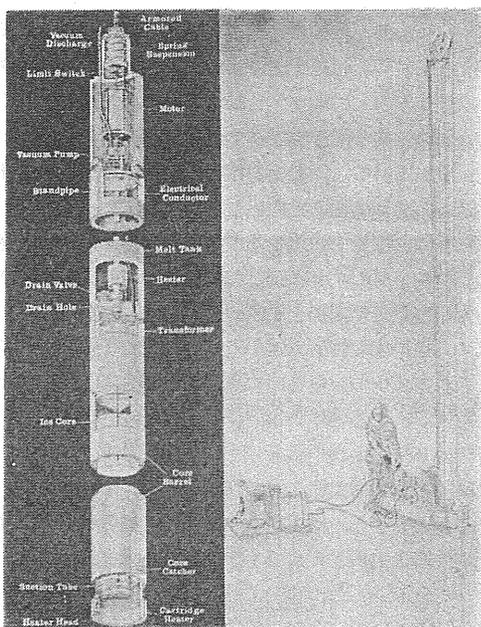
ボーリング機械の開発

氷床層序学といっても 海岸の氷崖では たかだか数十メートルまでであり それも長らく大気に曝されて再結晶したりしていることがおおい。ボーリングならば 深層の氷試料がそのまま引き上げられるわけである。こうして 深層ボーリングが計画された。

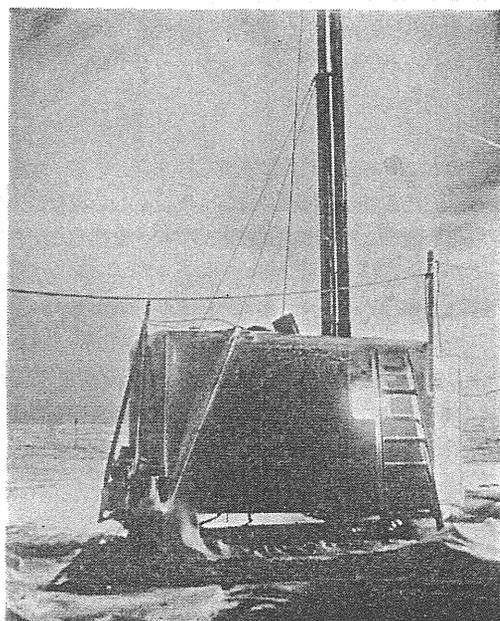
ところが 氷のボーリングは岩石のそれとは勝手のちがうことがおおい。まず 岩石ボーリングでは 切り屑を除くためと冷却をかねて 水を循環させている。ところが 氷では水を使うわけにはいかない。まして 気温がマイナス20℃以下のところである。で 最初は 圧縮空気を使って切り屑を吹きあげようとした。しか

し 積雪部の数十メートルの間 空気洩れを防ぐためケーシングをしなければならない。ロッドの重さや櫓の問題など 大がかりなボーリングは 極地のような気候条件の悪いところではどうしても無理であった。そこで考えられたのが 電熱ドリルである。氷に穴をあけるのだから電熱で融かしていけばよい。

電熱といえば ソビエト隊のミルヌイ基地を訪れたとき 電熱井戸を見せられた。彼らの自慢のひとつであった。基地から500メートルもはなれたところに ソリ付きの小屋が置いてあった。ドアを開いてのぞき込むと 床が大きく切りとってあり その下は堅穴になっ



電熱ドリルの構造と装置



エメリー棚氷での電熱ボーリング (オーストラリア隊)

ていて底に水が溜っていた。電燈がぶら下げてありまわりの氷の壁に反射して明るいが なにしる深さ20メートルもある大きな井戸なので凄味がある。20キロワットのヒーターをぶら下げて 氷を融かしながら自動的に掘り下げていく。水はポンプで汲みあげて タンク車で基地に運び 給水してまわるのである。深さが40メートルぐらいまでになると 小屋を動かして また新しいところに井戸を掘るのだが 井戸を掘ることが水を作ることになるわけだ。南極では水の問題にいつも悩まされている。雪や氷を融かせばいいようなものが大量に入要なときは 雪や氷を運んで融かすのは効率の悪い作業であった。この電熱井戸はアイディア抜群という感じである。

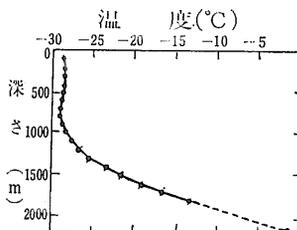
ボーリングの場合は コアを引きあげなければならないので ただ融かしてしまうわけにはいかない。頭部のビットの部分にシーズ ヒーターにして まるく融かして中心部をコアにして残るようにする。ところが こうしても融け水ができる。これを小さなポンプでバレルの上部にあるタンクに吸い上げるのである。この方法は バレルと頭部と機械室を組みこんだ一本の筒を 電線を通したワイヤで釣り下げればよいのだから重量はだんぜん軽くなった。しかし これにも欠陥があり 400メートルぐらいが限度であることがわかった。メカニカル ドリルにくらべて 掘さく速度が遅い(電熱ドリルは2メートル/時だが メカニカル ドリルは7メートル/時)。深層ボーリングのときは 氷圧で穴が変形しないように 北極用ディーゼルオイルとトリクロール エチレンを混ぜた液を氷と同じ密度にして注入する。ところが この液がワイヤの被覆を溶かしそれが底に溜って熱伝導度が悪くなる。融け水を吸いあげるパイプが凍る などの欠陥があることがわかったのである。

そして 最後に登場したのが 電動メカニカル ドリルである。これは バレルや機械部をワイヤで釣り下げて掘ることには変わらないが 掘さく部は刃をつけて回転させながらけずりこんでいくのである。モーターは機械室に組みこまれてあり けずり屑は注入液に溶かしこんでしまう。

1966年はじめて グリンランドのキャンプ センチュ

エレクトロ メカニカル ロータリー ドリルの諸元

17.5馬力 長さ:26.5メートル 重さ:1,100キログラム
 コアの長さ:3~6メートル 径:10.8センチ
 穴の径:16.2センチ 速度20メートル/日
 穴の傾斜:15°(2,164メートルの底で)



第4図
 バード基地における氷床の温度
 断面 氷床の底では圧力融点
 (-1.6°C)に達している。
 (Gow et al 1968)

リーで 氷床の底に達した。1968年1月 南極のバード基地で 最初の南極氷床の底の氷を引きあげることに成功したのである。

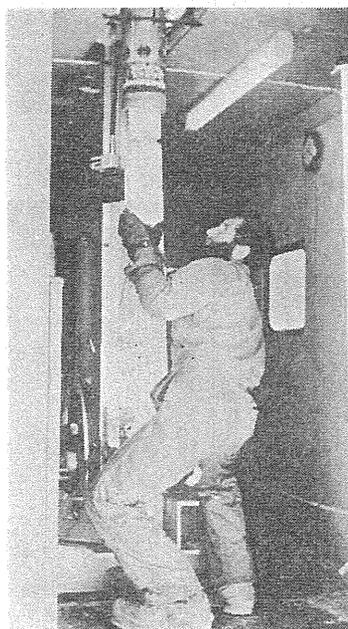
II ボーリング コアから得られたもの

— 過去の気候変動 —

バード基地のコア:

貴重なボーリングである。あらゆる情報をこれからとり出さなければならない。まず 温度を測ってみる。800メートル下で 最低のマイナス28.8°Cになり それから下へどんどん上昇した。1,800メートルではマイナス13°C 底ではマイナス1.6°Cであることがわかった(第4図)。

このときの氷圧は197バールで 圧力融解点に達していることをしめしていた。その証拠になるかのようにボーリングが底に達したとき 水が穴に50メートルも上昇してきたのである。計算によると 氷と基盤との間に少なくとも1ミリの水層があることになる。さらに基盤に1.3メートル掘り進んだが なにもあがつてこなかった。たぶん 氷河作用による軟い漂礫土があった



氷のコアをあげる
 (オーストラリア
 隊)

ためであらう。底から4~5メートル上の氷中にはシルト 砂 礫(最大5センチの花崗岩片)を夾んだ層があった。また1,300~1,700メートルの深さのところには6層のたぶん火山灰と思われる薄層が見られた。それは北方にあるエクゼキューティブ コミティー山脈の火山の爆発のとき飛んできたものと思われる。約15,000 B P (BPとは Before Present の略で一年前という意味である)から25,000 B P のことである。

このコアから100個以上の試料をとり酸素と水素の同位体の分析を行なった。それが第5, 6図である。 $\delta(O^{18})$ と δD の値がほとんど平行して変化している。 $\delta(O^{18})$ の減少は温度が相対的に低いことをしめすのだから現在から約10万年にさかのぼって大気温の変化をしめしていることは見るからに明瞭である。

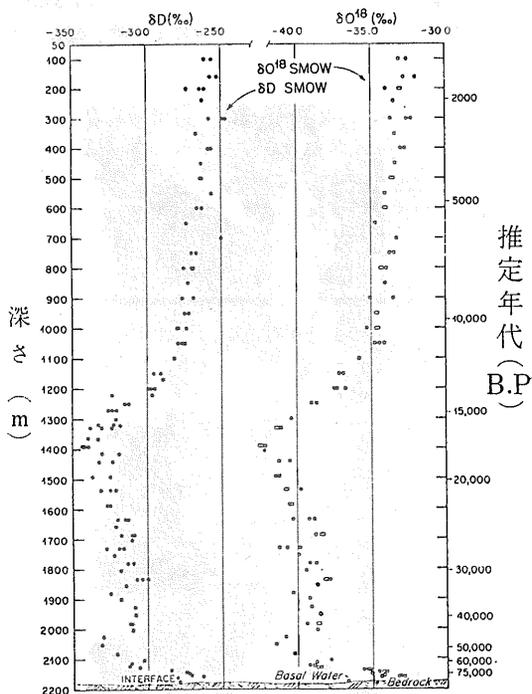
まず100メートルから1,050メートルまでの $\delta(O^{18})$ の漸減は内陸からの冷たい氷の流入を反映していると考えられる。しかし1,050~1,400メートルの急激な減少は気候変化以外には考えられない。最下部の氷は海面下600メートルのところになるが塩水の凍ったものではない。1,050~1,400メートルで寒冷化と2,080~2,160メートルでの温暖化はウィスコンシン(ウルム)氷期の終わりとはじまりをしめしている。したがってバード基地のコアはウィスコンシン氷期から後氷期(沖積世)にかけてのすべてを含んでいることになる。

すこし詳しくみると700メートルのところを温暖期

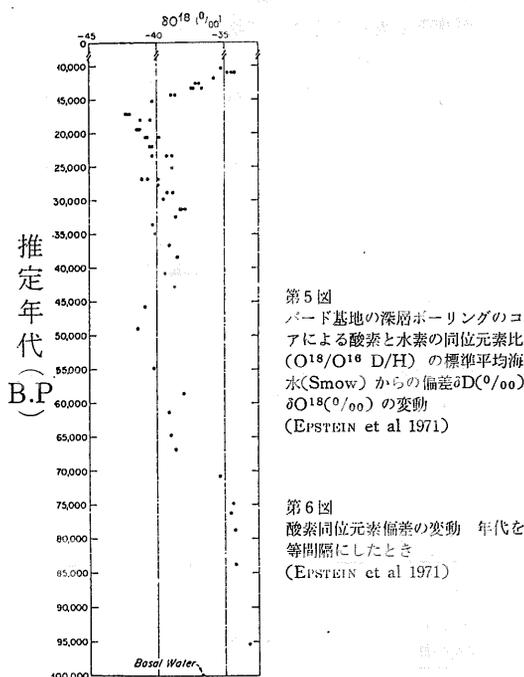
がある。これは6,500 B P のアトランド期のものであらう。しかし北半球のアトランド期は5,300~8,200 B P にあり顕著な温暖期であったがそれがあまりよく現われていない。グリーンランドのコアでははっきり認められるのだが。ウィスコンシン氷期にさかのぼると氷期のなかにいくつかの温暖期と寒冷期が見られる。温暖期は23,000 B P 32,000 B P 39,000 B P 59,000 B P に現われ寒冷期は17,000 B P 27,000 B P 34,000 B P 49,000 B P にそれぞれ見られる。なかでも17,000 B P はもっとも寒冷な時期である。

14,000 B P から17,000 B P にかけてオーストラリア東海岸の大裾礁の東側に175メートルも海面の下に平坦面が発見されている。そこで採取されるサンゴは海面下25メートルぐらい以下では生息できないものであった。この時期の海面降下は世界中でよく知られている。これはウィスコンシン氷期の終末期の南極がもっとも寒冷だったところと一致する。

この氷期の間では温暖期とはいっても後氷期よりはずっと寒く真の間氷期ではないことをはっきりしめている。氷床の底の氷は現在の $\delta(O^{18})$ でも地表の気温に近いが実際には内陸の数度寒い場所から流れこんでいるので現在地のであるべき温度はもっと高い値をしめすはずである。つまり当時は現在より高い気温であったと信じられる。いいかえればこの時



第 5 図



第 5 図
バード基地の深層ボーリングのコアによる酸素と水素の同位元素比(O^{18}/O^{16} D/H)の標準平均海水(Smow)からの偏差 $\delta D(‰)$ の変動 (EPSTEIN et al 1971)

第 6 図
酸素同位元素偏差の変動 年代を等間隔にしたとき (EPSTEIN et al 1971)

第 6 図

期は75,000 B P以前の間氷期（サンガモンあるいはリス・ウルム間氷期）になる。かくて ウィスコンシン（ウルム）氷期は75,000 B Pから11,000 B Pまでの64,000年間ということになった。

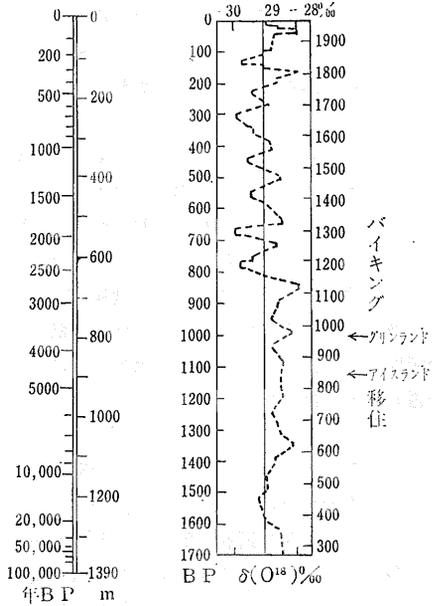
$\delta(O^{18})$ 値をグリーンランドのコアのそれとくらべると寒冷期ではそれほどちがいはないが 温暖期にはかなり $\delta(O^{18})$ が南極のほうで小さく より低温である。バード基地のほうがキャンプ センチュリーより寒冷であったことを意味する。 コアの分析に南極では北極ほど温度変化がはっきり現われていないのは このためであるのかもしれない。だが ぜんたいとして 相対的な気候変動は 北極と南極で同時に生じている というのは重要な発見であった。もちろん こまかい点でのピークのずれや欠除はあるが いずれにせよ今後研究が進むにつれてははっきりしてくるであろう。

ウィスコンシン氷期の気温は南極でも現在より7~8℃ぐらい低かったということになる。 エミリアニ(1970)はいろんなデータから 大西洋赤道付近で 氷期と後氷期の温度差は6℃である とのべている。 それからみてこの値はもっともらしい。

グリーンランドのコア解析:

氷床のボーリングを行なったのは グリーンランドのほうがはやく キャンプ センチュリーでは1966年に完成した。このコアについてはすでに1,600個の試料について酸素同位体の分析がなされ バード基地のそれよりもっと詳しい興味ある結果が報告されている。

第7図は現在から1,700年前 つまり西暦300年ごろまでの気候変化をしめしている。コアの長さにすれば表面下470メートルまでのところになる。新しいところでは 1920~30年ごろに温暖期があり 現在まで寒くなっていることがわかる。また寒冷期が19世紀 17世紀 16世紀と周期的にやってきている。そして1150年ごろになると $\delta(O^{18})$ は-29パーミルより大きくなり 550年ごろまでの間 ずっと温暖期が続いている。この間はパイキングが



第7図 左はキャンプセンチュリー コアの深さと年代の関係 右は表面から470mまでの $\delta(O^{18})$ の変化と対応する年代 120年ごとの気候周期が認められる。(DANSGAARD 1969)

アイスランドやグリーンランドに移住していった時期に一致する。アイスランドの歴史と比較しても この時期は20年とはちがわない。12世紀後半に寒冷期がやってきて もっともその影響を受けやすいグリーンランドに住んでいたパイキング達が滅亡への道を歩んでいったのもこの気候変動の影響が大きかったにちがいない。



旅行中一定の距離をおいて 手廻しボーリングで10m位のコアをとり 温度 密度 硬度 層状構造などを調べる (安藤久男氏写)

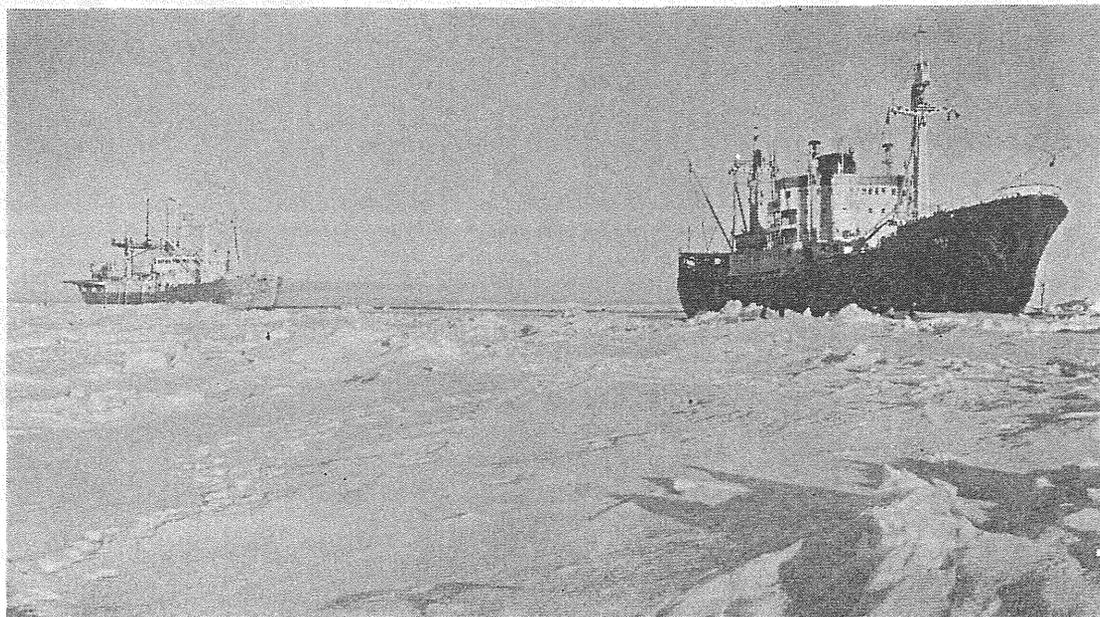
バイキングの族長 赤毛のエリックが10世紀の末 グリンランドの南西海岸の深いフィヨルドに移住したころは ノルウェーやアイスランドから新しい植民がつくたばに 石や泥炭の家がふえていった。気候は今日よりずっと温暖で 夏には家畜のための青草が茂り ウサギやキツネやトナカイを狩り エスキモーと交易をはじめ植民地は栄えていたのである。文字通りのグリンランド(緑の国)であった。ところが13世紀になると 農耕のできた温和な気候はどうしたわけか じだいに寒くなってきた。同時に母国ノルウェーの制海権はハンザ同盟の圧力に押されて衰退しはじめた。寒気に襲われ母国からの援助を失ったグリンランドの農民たちはみじめな衰亡の道をたどりはじめたのである。

後年 南グリンランドのスカンジナビア人の墓をほりおこしてみると 氷のなかにミイラになった遺体は やせ衰え 病にかかり 永年の近親結婚でかたわになっていることが発見された。孤立無援の彼らをエスキモーが襲撃して殺りくしたこともわかった。氷の下に埋められてあった木製の棺は 祖先の初期植民たちが暖い気候のもとで楽しく暮っていたことを偲ばせた。何人かの生き残りが16世紀のはじめまでは生きていたらしい。というのは1550年ころアイスランドにむかった一隻の船が吹き流されて 600年も昔にバイキングが発見したグリンランド沖の小島に着き上陸した。船長は古い石づくりの農家にはいあがったところ だしぬけに粗末なウールとアザラシ皮のガイトウをきた1人のスカンジナビ

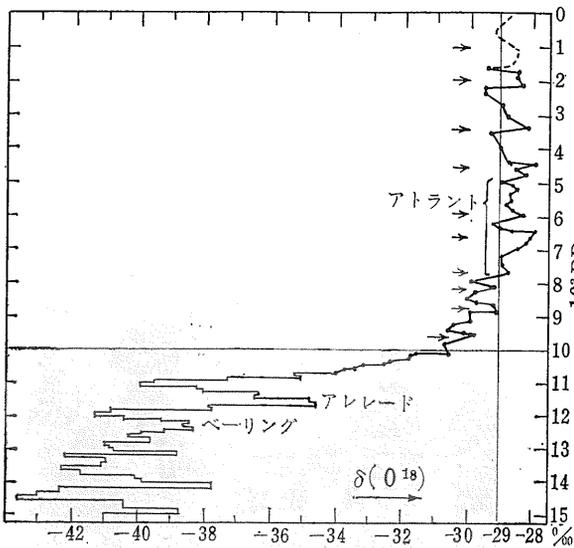
ア人にぶつかった。これがグリンランドに植民したバイキングの末えいが ヨーロッパ人の目にうつった最後の1人であった。

最近1,000年ぐらいた通してみると 約120年を周期にして $\delta(O^{18})$ の量が振幅していることに気がつく。これを外挿して将来を予測すると 20~30年後の21世紀のはじめ頃に 寒冷期がやってくることになる。現在 はじだいに寒くなっているのである。

このような気候変動の周期性についてはいろいろの議論がある。さきへのべた 南極氷床サージ説も最近の有力な説のひとつである。そのほかに 太陽輻射変動説がある。太陽輻射の変化は大気中の C^{14} 量の変動をひき起こすと考えられる。というのは 太陽黒点の活動期には短波の輻射量が増加し 同時に太陽から放出されるプラズマの磁場は宇宙線の通過を妨げる。これが C^{14} の生産量を低下させるのである。なぜなら C^{14} は N^{14} に宇宙線が衝突して生成されるのだから 宇宙線の量が減少すれば C^{14} の量もそれにしたがう。これが温暖期に C^{14} の少ない理由であり それにともなって $\delta(O^{18})$ が大きくなる。この影響は植物への C^{14} の吸収を変化させる。植物中の C^{14} 量を調べてみると 過去1,000年の間に 5回の C^{14} の減少期があった(1,790 1,600 1,460 1,110 980 AD)。これは 第7図の $\delta(O^{18})$ の最大期によく一致する。



オヤマトウ連隊砕氷船オビ号(手前)と奥谷(1960年)



第8図 15,000BPまでの $\delta(O^{18})$ の変動 ウィスコンシン(ウルム)氷期以後の温暖化がはっきりしている。図下部の階段状カーブのひとつの階段は約100年以上同じ値が連続していることをしめす。気候変動はほぼ940年周期になる(上部の矢印と下部のピーク)。(DANSGAARD et al 1969)

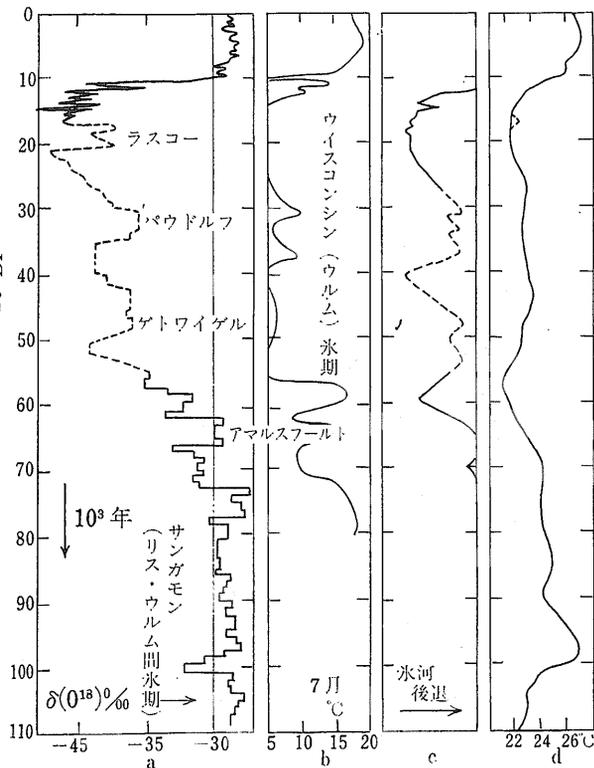
つぎに 第8図はここ15,000年の間の $\delta(O^{18})$ の変動図である。深さにすると1,218メートルまでの部分にあたる。2,100BPと2,500BPの間に寒冷期がある。この時期には 氷河がいちじるしく前進したという証拠がある。顕著なのは4,400BPから7,000BPまで ずっと温暖期が続いていることである。これは 沖積世のアトラント期にちょうど対比できる。

1万年から昔になると 急激に $\delta(O^{18})$ が減少し それ以前はウィスコンシン(ウルム)氷期であることにまちがいはない。これは他の基準の年代区分と一致し 沖積世と洪積世の境界を気温変動からしめている。

そして この氷期のなかに アレレード(11,800~11,000BP)とペーリング(12,400~12,000BP)の2つの間氷期が認められる。これは 氷床深層における鍵層として C^{14} 法による直接の年代測定よりも確実なものとなった。こうして 理論式で得られた時間スケールは 他の方法で得られた実際の年代とよく一致していることがわかった。

第9図aは 11万年前までの気候変動をまとめたものである。13,000~17,000BPはウィスコンシン氷期のなかで もっとも寒かった時期である(ウルムIV氷期)。

- 17,000~20,000BPはラスコー間氷期
- 21,000~25,000BPはウルムIII氷期
- 29,000~35,000BPはパウドルフ間氷期
- 42,000~49,000BPはゲトワイゲル間氷期



第9図 各種の方法による最近10万年の気候変動 (DANSGAARD et al 1969)

- a. キャンプ センチュリーの氷床コア $\delta(O^{18})$ の変化
- b. オランダの花粉分析と C^{14} 年代による変化
- c. 北米オンタリオにおけるローレンシアン氷床の変動(年代は C^{14} 法による)
- d. カリブ海における深海底質コアの酸素同位元素による海面の温度変化

63,000~66,000BPはアムスフェルト間氷期

そして 73,000BP以前は後氷期と同じか より温暖な気候をしめている。つまり サンガモン(リス・ウルム)間氷期にあたる。

100,000BP のところに小さな寒冷期があるが これはほぼ40センチぐらいの氷の試料で これがイリノイ期(リス氷期)の名残りであるとは考えられない。

第9図bはオランダで採取された花粉による気候変化と C^{14} による年代を組みあわせて図示したものである。また第9図cは北米オンタリオ地方の更新世の地層の調査と C^{14} 法による年代によってきめたローレンシアン氷床(北米やカナダをおおっていた大氷床)の消長のカーブである。第9図dはカリブ海の高深海底質の酸素同位体进行分析して 海面における温度変化の傾向をあらわしたものである。

以上4つの気候変動図を並べてみると 氷床のコアか

ら得られた結果と多少のずれはあっても 異なった地域で 異なった調査法で得られた傾向とよく一致しているのに驚くのである。むしろ 氷床のコア解析のデータのほうがより精度がいいようにさえ見える。ただ年代の正確な決定が残された問題になっている。

それにしても 極地の氷床の深層ボーリングのコア解析によって得られた結果には 最近10万年の地球の気候変動の記録が より直接的に詳細に残されていることがわかったのである。とくに大切な点は この記録が陸の堆積物とちがって 完全に連続的な層序になって保存されているという事実である。これはなにもものにもかえがたい貴重な記録といわなければならない。

バード基地で2,164メートルのコアが10万年の記録を残しているとすれば 東南極の中央部に近いところでは氷厚4,000メートル以上もあるのだから 数十万年うまくいけば数百万年にわたる連続的な気候変動の記録が得られるかもしれない。

日本隊では 最近ようやく内陸基地をつくりはじめた。ボーリング計画はまだはじまったばかりである。氷床の底まで到達したしボーリングは いまのところ グリーンランドのキャンプ センチュリーと南極ではバード基地だけである。それぞれ 1本ずつにすぎない。氷

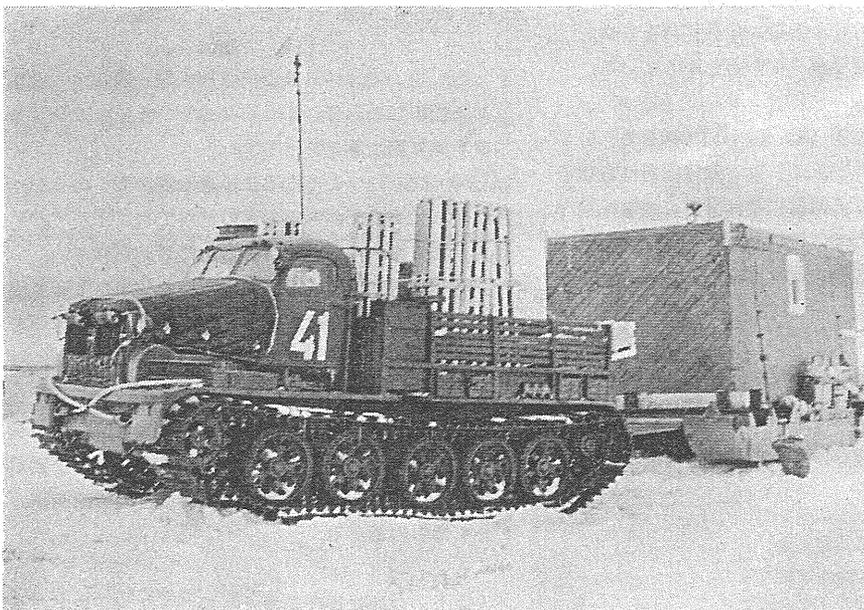
床層序学はその緒についたばかりである。西南極と東南極ではその層序がどうちがっているか もっと深いところでは どうなっているか 疑問と興味は深まるばかりである。

(筆者は北海道大学理学部地質学鉱物学教室)

後記：この項については 北大低温科学研究所 鈴木義男教授 および遠藤八十一氏にご教示をいただいた。



ソ連隊エストニア号で防寒靴をはく婦人船員



ソ連ミルヌイ基地で調査隊の出發