

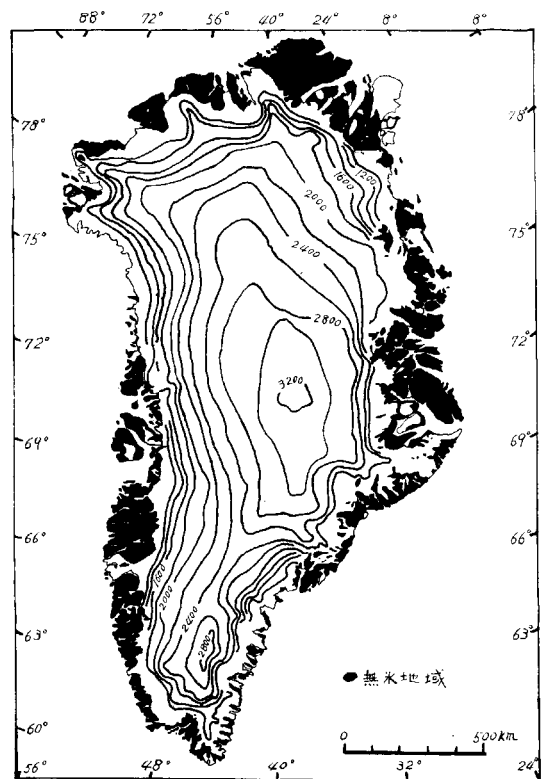
グリーンランドの 氷河と地形に関する 若干の問題

林 原 陽 子

1. まえがき

世界最大の島グリーンランドほど名前とその景観の異なる土地も他にはないと思われる。“緑の島”ではなく、大部分を占めているのは広大な氷であり、むしろ“白い島”と呼ばれるのがふさわしいほどである。

このグリーンランドは、日本の6倍というその面積(217.6万Km²)の大いさにも拘らず、85%が北極圏内にあり、83%が氷河に覆われるという自然環境の為に、様々な意味での開発から残されてきた。グリーンランドの調査は古くは、Scoresby父子(1822)、F.Nansen(1886-8)、或いは調査途中この地で亡くなったA.Wegener(1913,1929-31)などによって行われて海岸線の状態が明らかにされてきたが、内陸部の調査が本格的に始まったのは第二次大戦後である。特に北半球唯一の巨大な大陸氷床としての学術的価値、及び航空基地としての重要性が増したことがその理由と言える。1949-51年のフランス探検隊をはじめとして本国デンマーク、イギリス、及びThuleをはじめいくつかの航空基地を持つアメリカなどの調査によって、その氷床の表面形

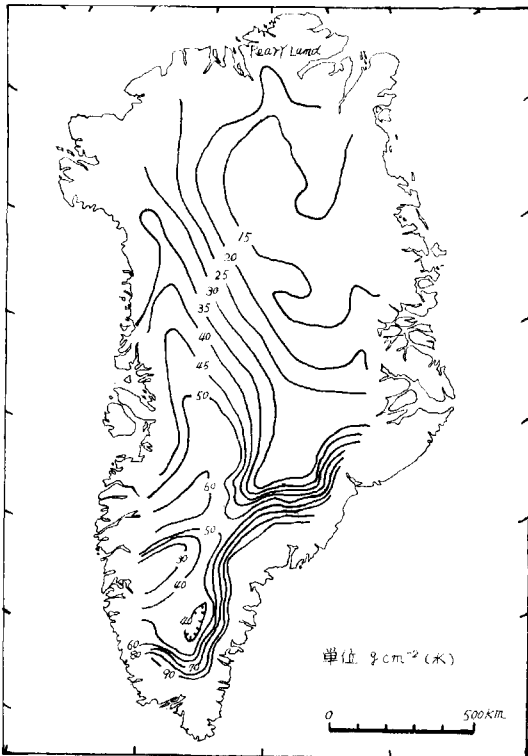


第1図 グリーンランド氷床等高線図
(Mock, 1967)

態、気象状況、或いは基盤地形などが明らかにされてきつゝある。しかし日本では南極に比べ、その位置などから比較的知られていない面が多いと思われるので、最近の問題点を中心に、グリーンランドの自然環境について紹介を試みたい。

2. 氷床について

前述のように面積の約83%、^①180.2万 Km^2 が氷河に覆われているが、そのうち172.6万 Km^2 がGreenland Ice Sheet といわれる大氷床である。この氷床は最高所で3000m以上にも達し、周縁部を除いて殆んど全土を覆う巨大なドーム状を呈している。その表面は第1図に示すように、ほぼ北極圏を境にして大小2つに分けられる。しかもそれぞれの形は対称的ではなく、北側の大面積の方は最高点が南東方に偏し、71°N、38°W付近で3300mを示し、南側のものはやや東に偏して
(第3図)
64°N、45°W付近で2900mに達する。氷床は中央部で厚く次第に薄くなって、幅数Kmの巨大なOutlet glacier、谷氷河、ice cliff、或いはramp と呼ばれる45°までの斜面で終って
^②いる。氷床が海岸に達している所では、冰山として海面に分離流出され、これがラブラドル海流、グリーンランド海流によって南下し、時に北大西洋航路の船を脅やかしている。



第2図 等降水量線図 (Mock, 1967)

氷床の体積の測定は次節で述べるように基盤の地形と密接に関連し、観測点の不足から推定の域を出ないが、フランス隊のBauer (1955)^③は、弾性波や重力測定によって、氷床表面の平均高度を2135m、基盤の平均高度を620m、氷床の平均の厚さを1515mと測定し、総体積を $2.59 \times 10^6 Km^3$ と推計した。これは融解した場合、海面を6.5m上昇させる量であり、現存の世界の氷河体積の約9.7%に相当する。

現在の氷河は、基盤高度が雪線以下である点から洪積世の氷期の産物であり、当時のグリーンランド氷床の規模は当然現在より大きかったと考えられるが、Flint (1957)^④は、最拡大期の面積を2160000 Km^2 と推計している。氷床の拡大の範囲が

* Cailleux (1949) の測定によれば $31.3 \sim 36.3 \times 10^6 Km^3$

** この数値をもとにして戸谷洋 (1966)^④ は体積を $3.46 \times 10^6 Km^3$ と推定している。

どの程度のものであったかはっきりはわからないが、D. I. Smith (1961)によれば、Ellesmere 島はグリーンランド氷床ではなく局地的な氷冠に覆われたという。W. Davis (1963)はPeary Landについても同様のことを述べているが、Krinley (1961)は後者はグリーンランド氷床に1度は覆われたと述べており、グリーンランド氷床の北方への拡大の範囲はまだ確定出来ない。

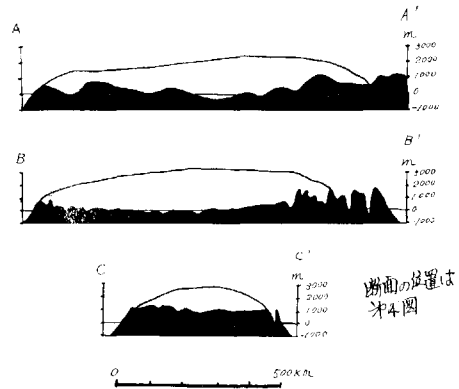
氷床の収支は、収入としての降雪量(降水量)と支出としての氷床表面での融解・昇華・蒸発、周辺での分離流出、風による雪の輸送など諸要素のバランスであり、測定が困難である。

現在、谷氷河や氷帽においては汎世界的に縮少傾向にあるが、データ不足から氷床の収支については意見が分れており、定説はない。最初に氷の収支を推測したF. Loewe (1936)及び、C. S. Benson (1961, 62)は、均衡説を主張し、A. Bauer (1955)は大幅に縮少していると考えた。H. Bader (1961)は、氷床の北半は増加の傾向にあり、南半は減少の傾向にあると述べている。以上は主に降水量に基づく推定であるが、B. Fristrup (1964)によれば、氷山による損失と氷河の消耗は非常に大きいので、収支についての推算は現在のところ不可能であるという。

年平均降水量は氷の収支を決定する最も基礎的要素であるが、広い大陸氷床上では風の影響が強く正確な測定は難しい。第2図によれば等降水量線は非対称形を示しており、これは氷床の表面形、大気循環のパターン、湿潤気団の分布などに関係しているという。北へいくほど減少しているのは、大西洋の湿潤気団から遠ざかる為であり、最大値が氷床の中心の西側にあることは、高圧部としてのグリーンランドから周囲への吹き出しが西側でより強い理由となっている。

3. 基盤地形について

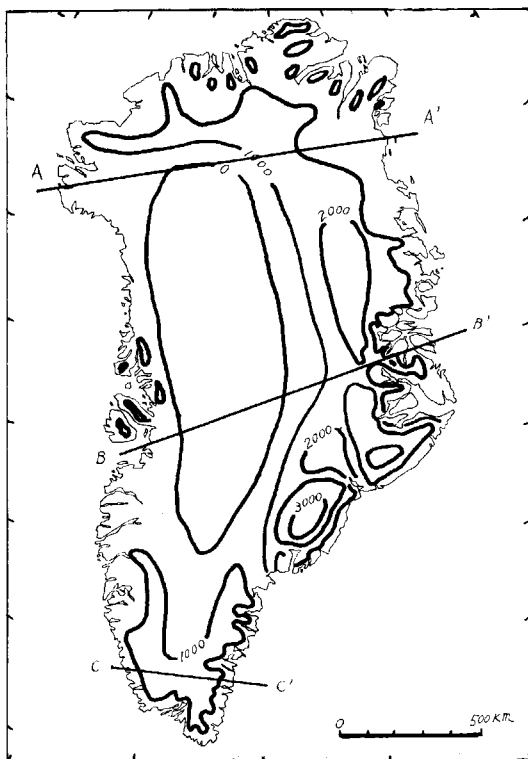
氷床下の基盤地形に関する知識は従来殆んど欠け、単に卓状であろうと考えられてきた。しかしフランス隊の調査によって、周縁部の山脈に囲まれた盆状の楕状地 (shield) であることが判明して以来、次第に詳細が明らかとなってきた。(第3図)しかも、その約30%は海面下の深度を持ち、アイススタティックな上昇を考慮しても、氷河のなかった第三紀にはグリーンランドは一つの大きな島ではなく、三つの島に分れていたであろうとまで言われている。第4図のように最深部は氷床表面とは逆にやゝ北西に偏しており、氷床をとりまく山脈も対称形ではなく東の方が高い。中央を広く占める楕状地の表面も第3図のようにかなり起伏があると考えられている。



第3図 グリーンランド氷床断面図
(Fristrup, 1964)

楕状地と氷床の関係についてCailleux(1952)はもともとある程度盆状の土地に氷床は発達しやすいと考え、周辺山地の谷氷河の末端が前進して盆地床を埋めて、表面が雪線を越えると以後急速に氷床として発達すると考えた。同様な例はアイスランドの氷帽 Vatna-Jökull(730m)にもみられるという。これに対してFristrup(1963)は第5図のような独自の説を述べている。彼によれば、周辺の山地上の万年雪や谷氷河が拡大して低地に至り、合体して一つの氷田をつくる点は同じであるが、中央の低地は、はじめから楕状地ではなく、第5図Iのようにかなり起伏に富んだ地形であった。やがて、氷田が厚くなり、アイソスタティックな運動が起ると中央部は下降し、盆状の楕状地が形成されたという。グリーンランドの基盤は北縁を除いて大部分先カンブリアの片麻岩、花崗岩からなっており、ローレンシア楕状地の延長であると考えられている。Fristrupのような大胆な仮説は、まだ多くの支持を得ていないが、もし氷床の形成が楕状地を形成したとするならば、同様に洪積世に大規模な氷床に覆われた、ローレンシア、フェノスカンジヤについても再考される必要があろう。

しかし、氷床の形成は、はじめから核として氷冠状のものがあってそれが周囲に拡大したのではなく、氷冠や谷氷河などの山地氷河の延長、合体によって一つの大きな氷床が形成されたという点ではほぼ一致している。



第4図 基盤地形等高線図
(Flint, 1957)

4. まとめ— 今後の問題—

本報告では、グリーンランド氷床とその基盤地形に関して、最近のマクロ的問題について触れた。この他周辺部の氷河の状態、氷河水の物理的性質に関する研究はかなり行なわれており、報告も多い。

氷床については、現在その体積の測定と、収支のバランスが最も重要な課題である。さらにそこまで言及出来なかったが、洪積世の気候、及び現在の気候との関連を追求することが、氷床の水分の供給源等氷床形成のメカニズムの解明に不可欠の要素であろう。氷床の厚さや形状については谷氷河等と違って形が単純なので力学的計算によって断面を求めようとする試みが古くはNye(1952)やHaeferi などによって行われているが、最近、空中レーダーによる測定方法も行われており、この方法は

従来の人工地震による方法に比べはゞ連続的
 といえる断面をしかも迅速に得られる点で勝
 れているという、現在氷上及び周辺の観測点
 の増加が最も望まれるところであるが、それ
 と共に空中観測の増大によって今後明らかと
 なってくる点も多いと思われる。

基盤地形は、最も推測的要素の多い問題で
 あるが、中でも、楯状地と氷床形成の因果関
 係は、興味をひく問題であり、Fristrup
 の投げた波紋は大きい。

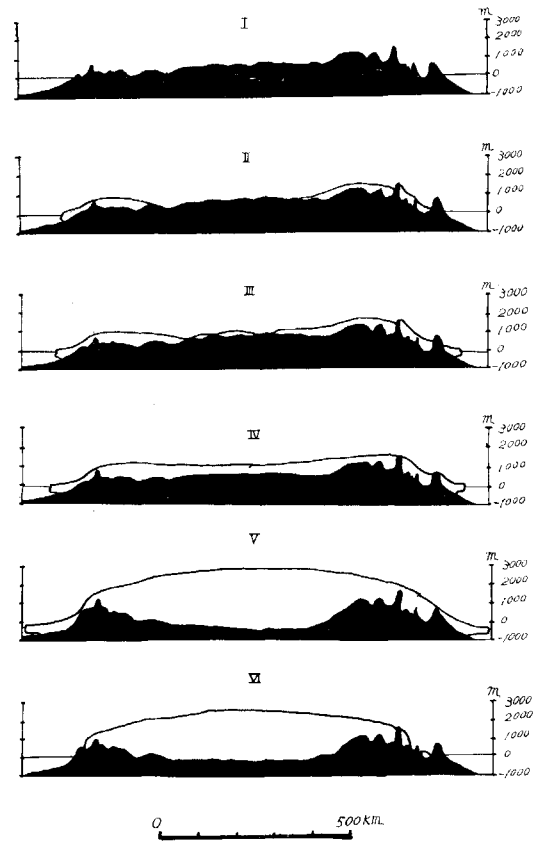
以上のような問題は、単にグリーンランド
 氷床に限らず、南極を含めて大陸氷床全体に
 かゝる問題である。現在、山地氷河の研究
 はかなり進んでおり、今後、氷床に対する氷
 河学的、地形学的研究が、過去の氷期の解明
 の為にも進められていかねばならない。

付 記

この小稿は渡辺先生の膝下において氷河関
 係の文献を蒐集整理させて頂いたものゝ一部
 をまとめた。拙いながら先生の学恩に深謝し、
 謹しんで捧げます。

引用文献

- ① Flint, R.F. (1957): Glacial and Pleistocene Geology, New York.
- ② Nobles, L.H. (1961): Surface Features of the Ice Cap Margin, Northwest Greenland, Geology of the Arctic Vol. II, P. 752-767
- ③ Bauer, A. (1955): The Balance of Greenland Ice Sheet, Jour. Glaciol. Vol. 2 No. 17 P. 456-462
- ④ 戸谷洋 (1966): 氷河の消長に関する若干の問題, 地理 Vol. 11 No. 3 P. 18-23
- ⑤ Krinsley, D.B. (1961): Late Pleistocene Glaciation in Northeast Greenland, Geology of the Arctic, Vol. II, P. 747-751
- ⑥ Fristrup, B. (1964): Further Investigations of the Greenland



第5図 Fristrup による氷床形成 (1964)

- Ice Cap, Collected Papers of Denmark for 20th I.G.C.P. 59-67
- ⑦ Mock, S.J. (1967): Calculated Patterns of Accumulation on the Greenland Ice Sheet, *Jour. Glaciol.* Vol. 6, No. 48 P. 795-803
- ⑧ Walker, J.W., Pearce, D.C. & Zenella A.H. (1968): Airborne Radar Sounding of the Green Icecap: Flight I, *Geol. Soc. Amer. Bull.* Vol. 79 P. 1639-1646

参考文献

- 戸谷洋 (1952): グリーンランドの氷河地形, *科学* Vol. 22 No. 11
- Bull, C. (1957): Observations in North Greenland relating to Theories of the Properties of Ice, *Jour. Glaciol.* Vol. 3 No. 21, P. 67-72
- Wallerstein, G. (1958): Movement Observations on the Greenland Ice Sheet, *Jour. Glaciol.* Vol. 3 No. 23 P. 207-210
- Langway, C. (1958): A 400 Meter Deep Ice Core in Greenland—Preliminary Report, *Jour. Glaciol.* Vol. 3 No. 23 P. 217
- Diamond, M. (1958) Precipitation Trends in Greenland during the Past Thirty Years, *Jour. Glacio.* Vol. 3. No. 23 P. 177-180
- Bull, C. (1958): Snow Accumulation in North Greenland, *Jour. Glaciol.* Vol. 3. No. 24 P. 237-248
- Diamond, M. (1960): Air Temperature and Precipitation on the Greenland Ice Sheet, *Jour. Glaciol.* Vol. 3. No. 27 P. 558-567
- Fristrup, B. (1961): Danish Glaciological Investigations in Greenland, *Geology of the Arctic* Vol. II, P. 735-746
- Baird, p. D. (1964): *The Polar World*, London
- Langway, C. C. (1961): Accumulation and Temperature on the Inland Ice of North Greenland, 1959, *Jour. Glaciol.* Vol. 3. No. 30 P. 1017-1044
- George, F. (1969): Notes on Some Glaciation Features of Ubekendt Ejland: West Greenland, *Geogr.* Vol. 135 No. 1 P. 61-65
- 大浦浩文 (1968): 第8章 氷雪, *地球科学講座9陸水*, 共立出版