

# やまと山脈の地形

吉田 栄夫\*・藤原 健蔵\*\*

## GEOMORPHOLOGY OF THE YAMATO (QUEEN FABIOLA) MOUNTAINS

Yoshio YOSHIDA\* and Kenzo FUJIWARA\*\*

### *Abstract*

The fourth wintering party of JARE made a survey trip to the Yamato (Queen Fabiola) Mountains. The fifth wintering party traversed the inland of Lützow-Holm Bay south to 75° in Latitude, and on the way back to Syowa Station they visited the mountains for the geomorphological survey. A part of the results obtained in 1960 was already reported (YOSHIDA, 1961). In this paper the geomorphology of the mountains is described, based on the observations made in 1960 and in 1961.

The Yamato Mountains consist of seven relatively small massifs and several nunataks and form an arcuate mountain chain which extends over 50 kilometers from north to south. These massifs and nunataks are composed of plutonics and metamorphics such as gneisses and granites, and strikes of their foliations are conformable to the arrangement of the massifs.

The inland ice differs in its elevation on both sides of the mountain arc, being dammed up by the mountains and detected subglacial rises. This difference of ice levels continues in a form of rather gentle ice cliff south to the Belgica Mountains and suggests the existence of a great structural feature such as fault block mountains

under the vast inland ice.

A few reversed faults were found at the foot of the D Massif. These were presumably related to the development of the mountains. Shear zones and joint systems rather perpendicular to the strikes of foliations are also considered to have conditioned the formation of limbs of the massifs. It is quite possible to conceive that the courses of outlet glaciers which drain the inland ice through the mountains from ESE to NW were subsequent to depressions of tectonic origin. That is also suggested by the fact that the geological structures of the massifs slightly differ from each other. Therefore, the mountain is a kind of arcuate fault blocks.

The mountains have been subjected to glacial erosion by inland ice and small detached ice masses. The glaciation of inland ice, however, has produced rather flat and gentle slopes, depositing morainic debris in some places. On the other hand, glacial erosion by outlet glaciers, cirque glaciers, or drift-snow ice has been acting so as to sculpture steep slopes and cirques. The massifs were once covered by the inland ice nearly up to their summits, because erratic boulders and glacially polished

\* お茶の水大学文教育学部地理学教室。第2次南極地域観測隊員。第4次南極地域観測隊越冬隊員。  
~~Department of Geography, Faculty of Literature and Education, Ochanomizu University.~~  
Member of the Japanese Antarctic Research Expedition, 1957-58. Member of the Wintering Party, the Japanese Antarctic Research Expedition, 1959-61.

\*\* 広島大学教養部地理学教室。第5次南極地域観測隊越冬隊員。Institute of Geography, College of General Education, Hiroshima University. Member of the Wintering Party, the Japanese Antarctic Research Expedition, 1960-62.

surfaces are found at and near the summits. It has been often advocated that the formation of cirques in the Antarctic antedates the maximum ice flood period (TAYLOR, 1922; GOULD, 1940). In the Yamato Mountains, however, some cirques were gouged on surfaces eroded by former inland ice or outlets. It is reasonable, therefore, to assume that at least some of them were formed after the retreat of inland ice, though it is impossible to discern preglacial features of the mountains.

The former inland ice, at least by 400 meters on the east side and by 600 meters on the west side of the mountains higher than the present level, commenced to retreat at an unknown time and, then, were transformed into characteristic shapes of outlet glaciers in consequence of cropping out of bare rocks in the mountain region. As stated before, the tectonic depressions might be chosen as the courses of the outlets, and glacial corrasion of the outlets scooped out parts of rather flat surfaces formed by the inland ice, producing precipitous landforms discordant to them. During the shrinking period of the inland ice, ice masses composed of drifting snow and relics of inland ice, occupying locations on mountain slopes favourable to deposition of snow and ice, scooped out cirques. The cirques have not so peculiar features as typical ones in temperate regions, though polished surfaces and ground moraines on their bottoms show that glacial scouring took part in the formation of the cirques. No bergschrund could be found anywhere. This fact appears to indicate that in the Antarctic nivation and sapping are rather weaker in the formation of cirques than glacial corrasion.

Many types of cirque glaciers are found on the mountains. Three cirque glaciers are located at positions favourable to be nourished by drift snow and the accumulations are now exceeding over whole surfaces of the glaciers. But two cirque glaciers composed of blue ice on almost flat surfaces show negative regimen.

The others have both accumulation and ablation areas, but two of them have shrinking ice tongues already detached from the inland ice. The regimen of each ice mass is affected by locations and features of ice masses in such a manner as mentioned above, and might have been changed also with the progress of lowering of the ice level. There are some vacant cirques, surrounded by ragged peaks, where the nourishments of ice have ceased in consequence of the lowering of the ice level. Small outlets have also been abandoned by ice.

Most of the surfaces of the inland ice on the east side of the mountains are covered with drifted snow layer, but on the west—leeward—side there is a rather narrow blue ice area. In other words, snow accumulation exceeds on the windward side of the mountains and the leeward side is the ablation region.

It is not clear whether stagnant stages existed during the shrinking period of the inland ice. The flat surfaces in two different heights, interrupted by steep cliffs, in the D Massifs have been developed apparently by glacial corrasion of the inland ice. Two cirques have been formed in the heights between these two surfaces, and they have slightly scooped out the steep cliffs and the lower flat surface. This fact is explained as follows. The inland ice had receded to some extent after the formation of the upper flat surface and, then, the recession had ceased for a short time. At this interval, cirque glaciers were formed by drifted snow onto the steep cliffs and the cirques were gouged. Then, the inland ice began to recede again and the lower flat surface exposed above the ice level. The cirque glaciers survived a little later after the recession of the inland ice, and slightly scoured the lower surface. Therefore, at least one stagnant stage existed during the shrinking period.

The characteristics of moraines which cover ridges of the mountains differ more or less according to their locations. Thin moraines

which directly cover bed rocks are often found in the northern part of the mountains. Rather thick moraines with ice cores cover ridges of the massifs in the middle part. Patterned grounds have developed on them. The southernmost massif is covered with thin moraines with ice cores. The difference of the development of moraines would be due to the difference of the durations since they have been exposed above ice the level. The fact that landforms are more precipitous in the northern part than in the southern can be attributed to some extent to the difference of time elapsed since the regions have been exposed. It is concluded, therefore, that the deglaciation of the northern part of the mountains advanced slightly previous to the southern.

It is quite difficult to verify whether the

recession of the inland ice has been taking place in the recent decades or not. Difficulty is increased by the lack of lichen on exposed rock surfaces (SWITHINBANK, 1958). But many of the cirque glaciers appear rather inactive. Especially, two of them have receding ice tongues, and freshly polished roches moutonnées are exposed in front of the tongues. The striated bed rocks on bottoms of a glacial trough are also fresh. Dead ice under moraines which cover a ridge of the southernmost massif is now melting. Bare rocks which have rather fresh surfaces are found at several places on foots of the massifs and nunataks. Considering these facts, it is tentatively concluded that the recent ice recession is somewhat conspicuous in this area, apart from the ice budget of more extensive region inland of Prince Harald Land.

### ま え が き

第4次越冬隊は1960年11~12月の大陸調査旅行において、昭和基地南々西約300 km 付近にある山地<sup>1)</sup> (後に“やまと山脈”と命名されたが、ベルギー隊は別に“Queen Fabiola Mts.”なる名称を与えている。本稿では“やまと山脈”と呼ぶ)に到り、23日間にわたって地形、地質の調査を行ない、第5次越冬隊は1961年10~12月の大陸調査旅行において、10日間にわたって地形調査を行なった。この結果の一部はすでに報告した<sup>2)</sup>。

ここでは、第4次隊および第5次隊の得た結果を総合して、やや詳しくやまと山脈の地形と周辺の大陸氷の性状を報告する。調査日数が限られ、加えて厳しい気候条件の下にあって観察し得た事柄は局限される。将来の調査に俟たなければならない点を多く含んでいることをお断わりしておきたい。

### 山地および周辺の大陸氷の概観

やまと山脈は、南緯 $71^{\circ}14'$ 、東経 $35^{\circ}25'$ 付近からほぼ南に約50 km にわたって延びる7群の山塊と、いくつかの小露岩からなる。海拔1900 m ないし1800 m (山地東側) から、1700 m ないし1500 m (山地西側) に達する大陸氷から、海拔2000 m ないし2400 m の山塊が突出し、これらがほぼ南北に並び、間に大小の outlet glacier を介在させて山地を形成する。この

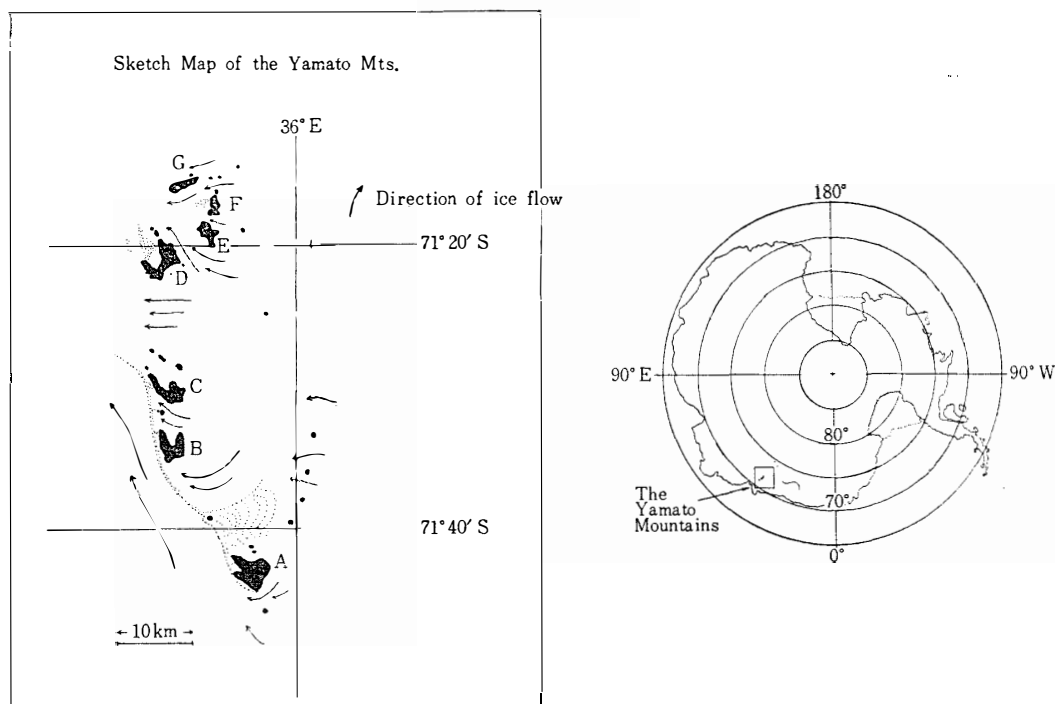


Fig. 1

うち北から 6 群の山塊は僅かに西に張出した弧をなし、約 40 km にわたって連なる。いずれも片麻岩、花崗岩、閃緑岩等からなり、これらは南北方向の片理構造を有して帯状に分布し、その構造は山塊群の配列によく適合している。また山地は多くの構造線に截断され、地形の発達の方を規制している場合が多い (Fig. 2-c)。

この弧の南東側には、これと平行的に 1 山塊と数個の *nunatak*\* からなる山列がある。*nunatak* の間は *outlet glacier* の性質を有する氷河となっていることが多い。これらの氷河はいずれもやや急な傾斜をもち、大陸氷の *sheet flow* が、*nunatak* 列に示される基盤岩石の高まりにさえぎられ、氷崖に近い段を作っているものと解される。この氷崖は山地西南方へ延長し、遙か遠方の幾つかの *nunatak* へと連なる。これはさらに Belgica 山脈へ続くものと推定され、基盤の大構造を表現しているものであろう。

北西側の弧（以下北西弧とする）はその南端で急に消滅ないし収斂しているが、南東側の弧

\* 山塊 (*massif*) と *nunatak*: 通常、大陸氷から弧立して突出している露岩を *nunatak* と呼んでいる (“lonely peak”; Taylor, G.: *The physiography of the McMurdo Sound and Granite Harbour Region*. Harrison and Sons, Ltd. London, 1922). これは規模の大小を問わないことが多い。また、しばしば大陸氷がより厚かった時期にこの大陸氷の被覆をまぬがれていたものを意味することがある (前記 TAYLOR は、かつて大陸氷に覆われたものを *nunakol* として区別するよう提唱した)。しかし、ここではそのような区別をつけず、単に大陸氷中から突出している露岩を *nunatak* とする。ここで言う山塊はそのうちの規模の大きいものを指す。このようなものも *nunatak* と呼ばれることがあるが、ここでは山塊は集合して山群を作っており、これは地質構造および地形からみて弧状山脈をなしていて、且つ小露岩とは規模をかなり異にしているため、便宜的に *massive* な露岩を山塊、小さい露岩を *nunatak* と呼ぶ方がより適当と考える。山塊には付随的な小露岩があるが、氷河によって隔てられていることが多く、ここでは *nunatak* と呼んだ。



(以下南東弧とする)とは雁行的な配置をとり、山塊や **nunatak** に示される基盤の高まりは、雁行構造を有する断層地塊をなしているものと考えられる。なお、最南の山塊およびその南の **nunatak** は、チャーノッカイ片麻岩および閃緑岩からなり、北西弧と南東弧はあるいは地質の構造単位をやや異にするかもしれない。詳細は地質学者によって明らかにされるであろう。

山地は、大陸氷および局地的な氷河によって氷蝕を受け、露岩は典型的な氷蝕地形を示す。

大陸氷は、昭和基地東方沿岸地域では比較的急激に高度を増し、海拔 1000 m 付近に至って緩傾斜となり、ゆるい小起伏を繰返しながら、徐々に内陸に向かって高まっていて、いわゆる **flat dome**<sup>8)</sup> または **dome-shape**<sup>4)</sup> をなしている。大陸氷の現在の消長を左右している気候条件に関する資料は、昭和基地のものと長期自記気象計設置点\*、および調査旅行時のもの<sup>5), 6)</sup> があるのみで、未だ詳しくは判っていない。

山地近傍では、その東方において大陸氷は比較的平坦な雪面をなし、東南東から北西へと流動する。この比較的平坦な雪面は、人工地震探査の結果明らかにされた<sup>7)</sup>、山地近くの台地状の基盤の高まりと関係を有するらしい。山地西側では、山地に沿って北方へ向かうやや強い流れがある。東南東から流下する大陸氷は、山地に堰止められ、停滞的となり、山塊群中を貫流する **outlet glacier** は多く西側のやや強い水流に制約を受けている (Fig. 1)。

一般に、大陸氷は昭和基地近傍では沿岸の急傾斜の部分を除いて、表面は雪面である<sup>8)</sup>。急傾斜部は、氷河氷\*\* および **superimposed ice** よりなる裸氷\*\*\* と、その上にパッチ状に点在する漂堆雪† からなり、夏季には融雪氷水流が沿岸近くで形成される††。やまと山脈付近では、このように活発な融雪氷現象はほとんど見られない。しかし、山地の西側(風下側)では、ほぼ氷河氷からなるかなり広い裸氷帯が形成されている。すなわち、山地東側は少なくとも表層部は大部分積雪域をなすが、西側では山地にそって消耗域が生じている。この消耗域は、山地の風蔭に当たっていて、漂雪が堆積せず、風による昇華と雪片による削剝<sup>9)</sup> が行なわれた結果生じたものとする。この領域は、山地を離れるに従って消滅し、再び積雪域となる<sup>8)</sup>。

内陸および山地周辺では、**outlet glacier** となる部分や、やや著しい水流があると見られる白瀬氷河源頭部を除いて **crevasse** は少ない。山地西方に孤立した **nunatak** があるが、この付近では大きな **crevasse zone** があるのが望見され、漂雪によって巨大な溝 (**scoop**) を作っている。この付近には **nunatak** によってその一部が知られる如き高い基盤があって、北方へ向かうやや強い水流によって著しい **crevasse zone** が形成されているのであろう。

\* 昭和基地南方 120 km, 東南東 30 km, 100 km の 3 地点。

\*\* **true glacial ice**. ここでは雪や氷の融解によって生じた水に由来する氷——南極ではしばしば **superimposed ice** と呼ばれる——を含まないものを指す。

\*\*\* 雪をのせず氷が直接表面に出ているものを指す。 **blue ice** とも呼ばれる。

† 風に吹送される漂雪 **drifted snow** によって生じた吹溜り **snow drift** を仮に漂堆雪と呼ぶ。

†† 南極資料 10 号 (1960) 口絵写真参照。

## 各山塊の地形

やまと山脈には、福島岳を除いては、細部について未だ正式な地名が与えられていない。ここでは従来の報告と同様に、記載の都合上、山地を構成する山塊群に対して南から **A, B, C, D** (福島岳), **E, F, G** の仮称を用いた。

**G 群の地形：**G は山地の北端を占め、東北東の方向に延びる 1 山塊と、4 つの **nunatak** からなり、さらにこれらの延長に近くやや離れて小さな **nunatak** が、僅かに氷から露出する。G は主として侵入片麻岩からなり、G 群の伸長方向はこの片麻岩の片理の方向 (ほぼ **N50°E**) とやや斜交している。**N55°W** 方向には構造線が発達し、G の小枝節の分岐とかなり調和している。

G は極めて急峻な岩峰をなし、山塊北東端の南東に面する小さい **cirque glacier** と、山脚部の小さい漂堆雪を除いてほとんど雪がついていない。山稜はかなりの定高性を有し、ごく一部には平坦面の残存したところがあって、これらを連ねる切峯面を考えれば、後述の他の山塊に認められる平坦面と同様の性質をもつ地形面を想定し得る。山脚部には崖錐があり、大陸氷上に **surface moraine** を供給しているが、山塊南面では少ない。斜面が急なため、他の山塊で見られるような外来礫を交えた **ground moraine** ないしは **stranded moraine** は見られない。しかし **nunatak** の 1 つの南側に小さいやや緩傾斜の部分があって、ここには **outlet glacier** が **stranded moraine** を残しているらしい、

G の北東端の **cirque glacier** は、南東に面する半円形の凹みに生じた漂堆雪で形成され、**cirque glacier** と漂堆雪氷との中間型に近い\*。**crevasse, bergschrund** は認められず、**cirque erosion** は活発でないように思われる。圏谷壁の半ばは著しく低くなっていて、北側からの侵蝕が激しいことを示している。

G 群北側では、大陸氷が東北東から西南西へ流下する顕著な氷流を作り、上流部には多くの **crevasse** を生じた氷河水を露呈していて、明らかにその北方の大陸氷とは示差的な運動を行っているが、大陸氷の **sheet flow** との境界は明瞭でない。G 群南側に比して大陸氷の海拔高度は 100 m ほど低まっている。

**F 群および E 群の地形：**GF 間の **outlet glacier** は東北東から西南西に流れる比較的緩傾斜の氷河である。裸氷を露呈しているところが多いが、G 群に近接したところには漂堆雪が

---

\* 山地には、大陸氷から直接涵養されず、漂雪によって局部的に涵養されている **ice mass** がある。これらは漂堆雪が氷化した規模の小さい流動も認められないものから、**cirque glacier, valley glacier** に至るまでのものを含んでいる。これらは **cliff glacier, avalanche ice** など種々分類され、また名称が与えられているが、本稿では型態の不規則な比較的規模の小さいものを漂堆雪氷 (**drift-snow ice**)、傾斜が急で氷瀑状をなすものを **hanging glacier**、その他を一括して **cirque glacier** と呼んだ。

発達し、積雪面となり、氷河表面の高度を高めている。末端には極めて細かい **transverse crevasse** が発達する。上流部の傾斜がやや急となるところには、氷河氷上に散在する **moraine** がある。これらは、かなり円磨された礫からなり、大陸氷の **ground moraine** が浅い基盤の存在のため **shear moraine** として浮き上がり、氷河の肩に当たって **névé** および氷河水が **ablation** を受けて露出するに至ったものであろうと考えられる。

F 群南部に近く、広い **moraine field**\* が生じている（南極資料 13 号口絵写真）。山地の他の **moraine field** と同様波状の起伏が生じ、この起伏は平面的に流線状の **pattern** を形成している。この起伏は、**moraine** の被覆によって生ずる **ablation** の差——**moraine** の氷に対する保護的役割<sup>9)</sup>——によって 2 次的に誇張されてはいるが、その **pattern** からみて、氷の流動によって生じた一種の **pressure wave**<sup>10)</sup> と考えられる。やまと山脈にみられる **moraine field** は、当然のことながら、一般に基盤が浅く、氷流の流動が極めて緩慢で、且つ **moraine** 構成物質の供給が良い所に形成されている。F 西方のものは、F 山塊の背後にあって GF 間の **outlet glacier** および ED 間の **outlet glacier** に挟まれた三角地帯に当たり、その流線状の **pattern** も他の **moraine field** に比して複雑である。構成物質は巨礫からシルトまでにおよび、円磨された外来礫のほか F 山塊の急崖から供給される崖錐堆積物も多い。南極でも、氷河上の **moraine** が輻射による加熱を受けて沈み、これが埋められていわゆる **cryoconite**<sup>9)</sup> を形成したりするようなことがしばしば観察されているが、この地域ではほとんどこのような現象は観察されなかった。**moraine field** の **moraine** が、その **pattern** から見て、また中に含まれる F 群に由来する崖錐堆積物が、単なる崩落、転動によって到達し得えない箇所にあることから考えて、氷河によって運ばれつつあることは明らかであるが、氷河表面からの消失が、どのような形で行なわれるかは、はっきりしない。後述するように、D 群西側には氷河の内部から浮び上ったとしか考えられない **moraine** もあり、あるいは大陸氷中に押被せに似た運動があって、**surface moraine** を **englacial material** とするのかもしれない。

E および F 群は、主として花崗岩質片麻岩からなり、ほぼ N20~30°E の片理構造であって、山塊の伸長方向によく一致している。E と F を隔てる **outlet glacier** は極めて小さく、停滞的で基盤も浅いらしい。上部に傾斜の変換線があり、ここから下方は漂堆雪氷の性質を有し、かなり傾斜が急である。F 群の一部にも小さい **outlet glacier** があるが、ここでは基盤がところどころ露出し、すでに衰退して下方の大陸氷と分離しかかっている。しかし、この **outlet** の東方では、**crevasse** の発達した裸氷帯がやや広く拡がり、僅かながら流動のあるこ

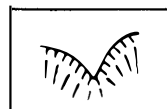
\* **surface moraine** が、かなりの範囲にわたって密集して存在しているものをこう呼ぶことにした。その大部分は **lateral moraine** の集合であり、必ずしもかかる名称を与える必要はないとも考えられるが、かなり特異な景観を作っているので、特記した方が適当と考える。一種の **terminal moraine** や **shear moraine** をも含むものであろう。南極の内陸山地各地に認められる（例えば、Klebelberg, R. v.: *Handbuch der Gletcherkunde und Glazialgeologie*, Band I. Wien, 1948）。

とを示している。これらの outlet glacier の流路の方向は、G 群の構造線の伸長方向とよく一致し、この方向の弱線の存在を暗示している。

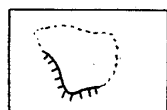
F 群は G 群に比して緩傾斜の斜面を多く残している。山頂付近には角礫が散在するが、そ

### The Geomorphological Maps of the Yamato Mountains.

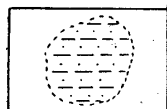
#### Legend



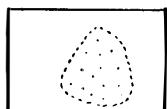
1. Precipitous cliff, almost bare rock.



2. Rather flat surface or gentle slope, with or without thin veneer of moraine and rock debris.



3. Rather flat surface or gentle slope covered with moraine and rock debris.



4. Main drift-snow ice.



5. Surface moraine.



6. Cirque glacier.



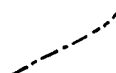
7. Cirque.



8. Conspicuous crevasse.

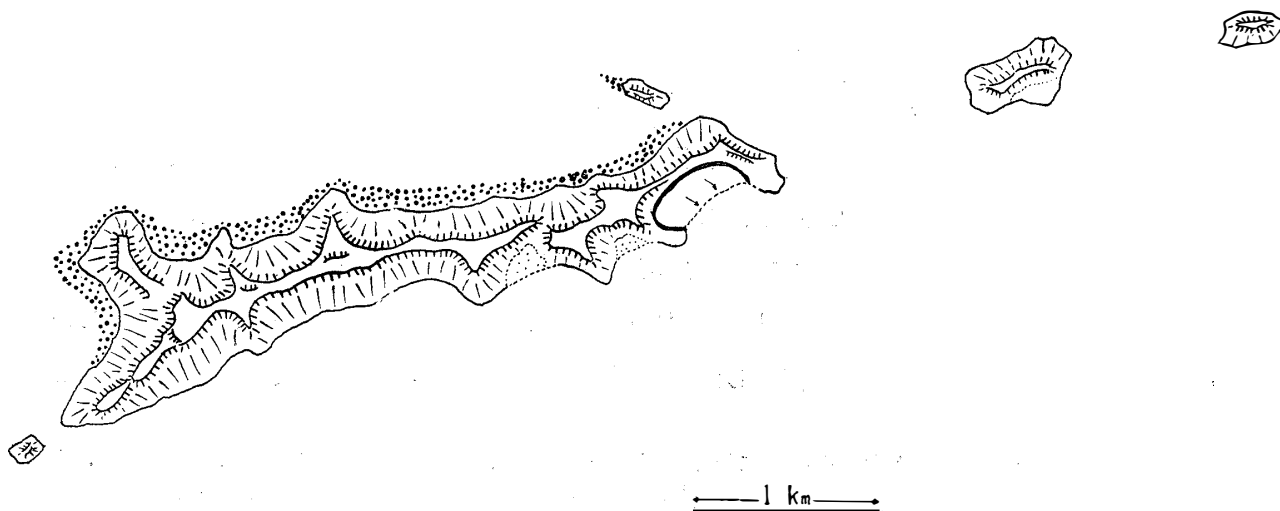
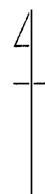


9. Remarkable glacial trough.



10. Fracture zone and main joint development.

Fig. 2-a. The G group.



の中には外来の moraine も混じていて、かつて山頂まで大陸氷に覆われていたことは明らかである。山頂よりやや低く平坦な部分がある。ここでは磨かれた基盤が露出し、また ground moraine が stranded moraine をなしてゐる。この平坦部とその縁辺の急崖とは極めて不協和的に接することが多い。このような関係はこの山地の多くの場所で認められる。南極の山地でかかる地形はしばしば見られるが<sup>11)</sup>、一部では、地質構造の支配——水平的な堆積岩の存在、断層崖ないし断層線崖など——が強いことが認められている。

やまと山脈では傾斜した変成岩、深成岩類からなり、地層面による地形の平坦性の支配は認められない。D 群ではいくつかの断層も発見され、地形の方向性に断層線や節理が影響を与え

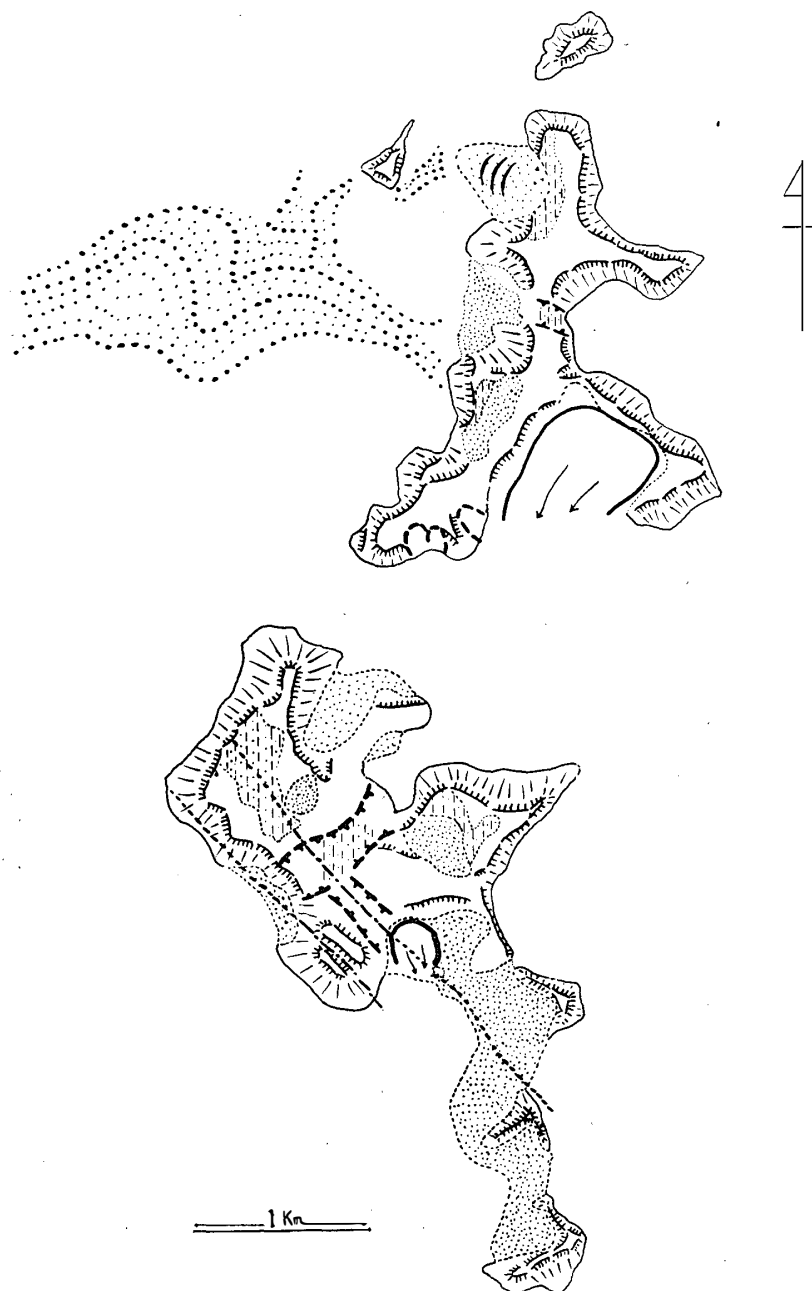


Fig. 2-b. The E and F groups.



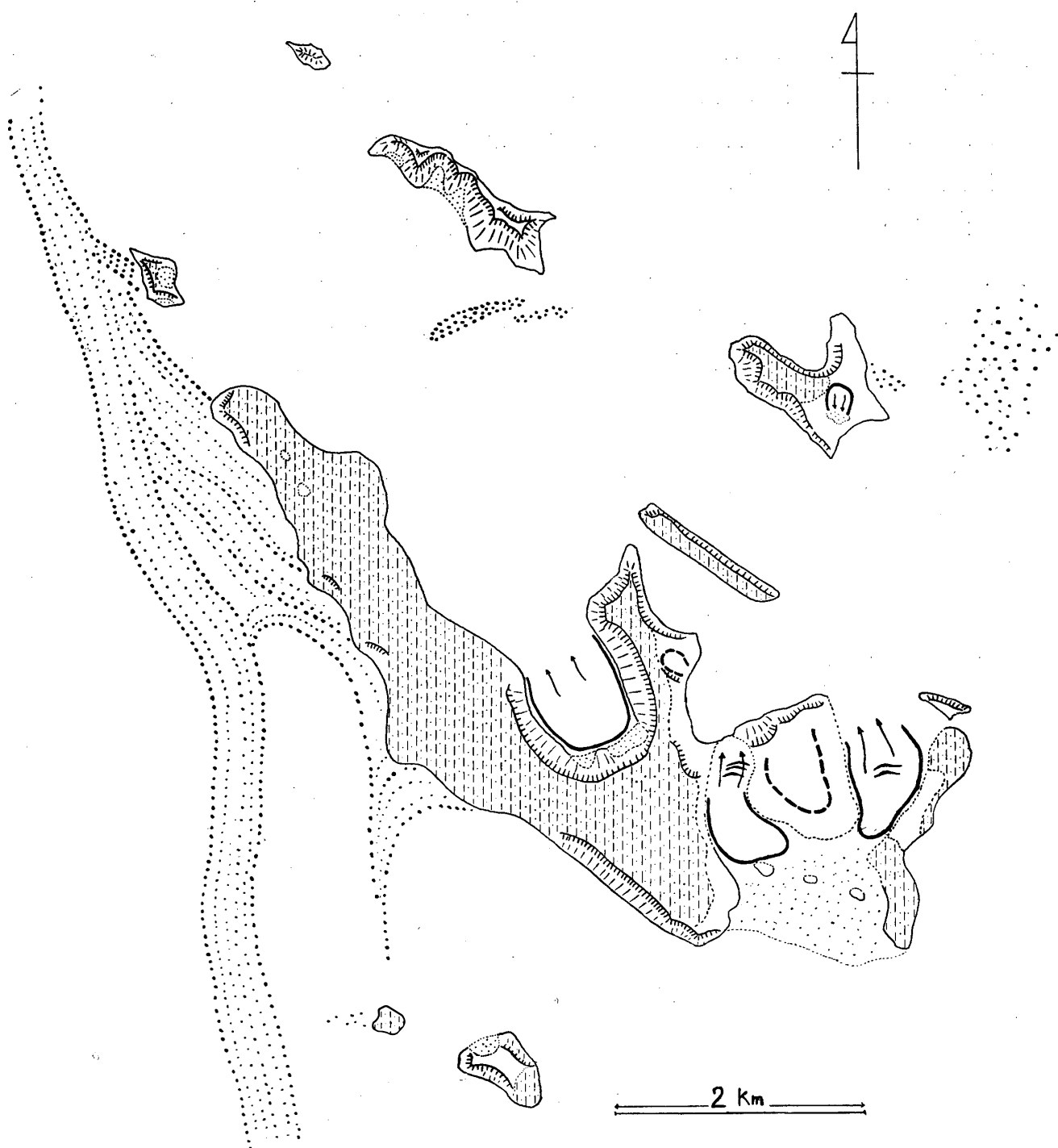


Fig. 2-d. The C group.

ており、また、山地は断層地塊の性格を有し、各山塊の地質もそれぞれ多少差違があつて、Lützow-Holm 湾沿岸地域の如く山塊を分かつ断層系の存在も考えられるが<sup>8)</sup>、急崖の成因をすべて地質構造——特に断層線——に帰することはできない。後述するように、比較的平坦な地形とこれに不協和な急崖の存在は、大陸氷の被覆による侵蝕と、その後の outlet glacier の顕著化による侵蝕および cirque erosion によるところが大きいものと思われる。

山地の一部にはごく小さい U 字谷があり、現在は氷雪がなくいわゆる dry valley となつていて、且つての小さい outlet glacier の流路を示している。山地西南には、山稜の一部に南に面した小さい不完全な型態を有する圈谷があり、内部は ice core をもつ moraine で覆われる (Photo. 1)。且つて漂堆雪氷を貯えてその侵蝕を受け、これが衰退してしまったものであ

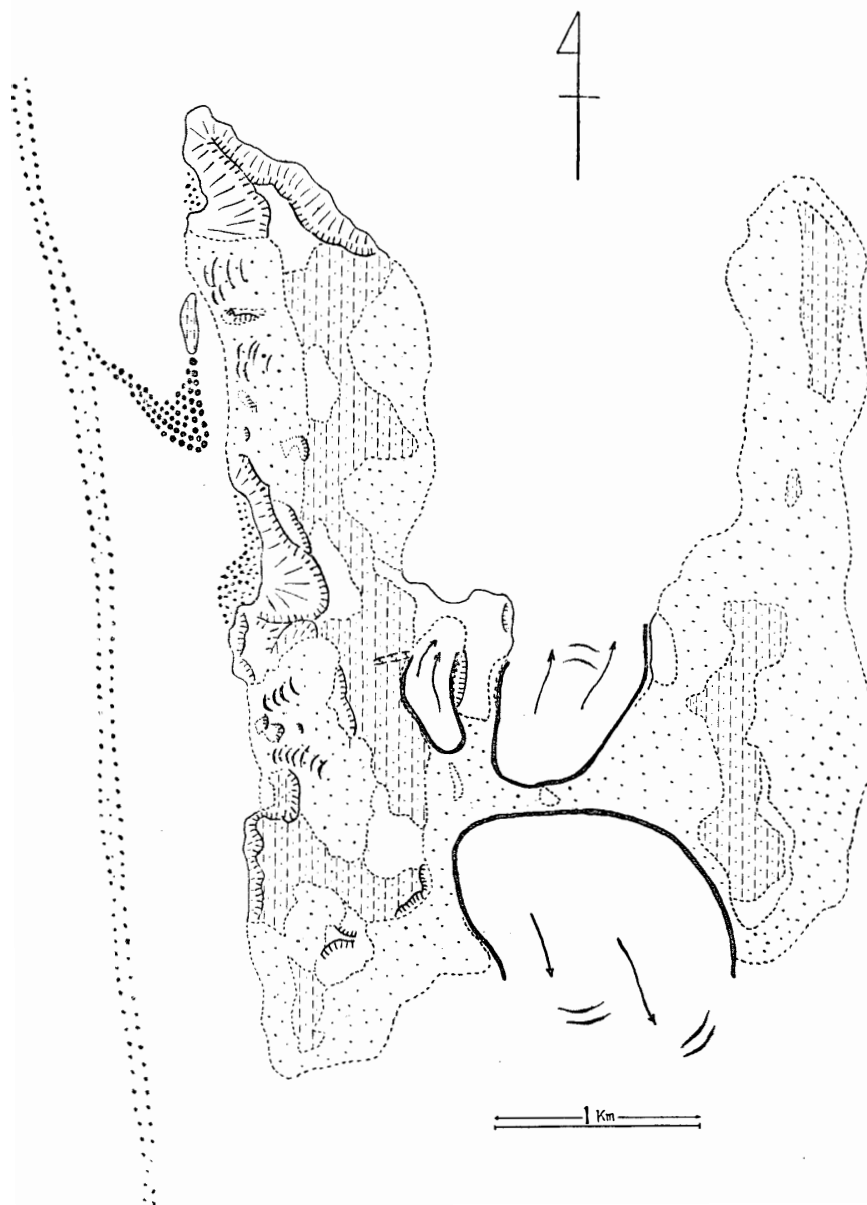


Fig. 2-e. The B group.





Fig. 2-f. The A group.

ろう。

現在 F 山塊に形成されている主要な ice mass は、1つの南面する cirque glacier と 3つの漂堆雪氷およびその衰退型である。漂堆雪氷の 1つは尾根状に張出して大陸氷に連なり crevasse も生じ、下方への移動があることを示している。衰退型は不完全な cirque glacier 状を呈し、lateral moraine をも生じている。この moraine は上方の尾根へと連続し、且つての大陸氷の ground moraine の一部であったらしい。この漂堆雪氷の下方には bastion 状に張出す基盤があってその表面は磨かれ、且つての outlet glacier による hanging valley の形成があったことが推定される。

cirque glacier は上部に小さい涵養域を有し、下部は裸氷の消耗域となって流理構造状の成層を示しながら小さい氷舌を EF 間の outlet glacier へと延ばしている。crevasse の発達はごく僅かであり、bergschrund は全く存在していない。南東側の圈谷壁近くに、ごく小さい lateral moraine を生じているほかは moraine は認められない。

F の西方、moraine field の東端近くに、氷河表面よりの比高 20 m ほどの小丘がある。頂部は平坦で上に僅かに凸面を向け moraine をかぶり、周辺は急崖で取巻かれている。このような形態は、C 群中の小丘、A 群北方の moraine field 中の小丘など、現在の outlet glacier の表面から僅かに頂部をのぞかせている小露岩のいずれにも共通し、さきに述べた緩斜面と急崖の組合せの関係を考慮する上に 1つの示唆を与えている。

E 山塊の北部は緩傾斜の斜面がやや広く、この上にいくつかの peak が突出する (Photo. 1)。緩斜面から peak へは、連続的に傾斜を増す場合と、かなり不連続的に接する場合とがある。この緩斜面上は、外来礫を交えた moraine と風化砂礫で覆われる。不完全な緩い圈谷の集合形を示し、平坦面に依拠して生じた cirque glacier 又は漂堆雪氷による侵蝕が行なわれたものと考えられる。

山塊中央には且つての outlet glacier によって形成された氷蝕谷があり、緩い U 字谷を作っていて、F のものと同様上流部はすでに大陸氷と切離され dry valley をなす (Photo. 3)。谷底は ground moraine や崖錐に覆われる部分が多いが、ところどころに基盤も露出して roche moutonnée をなし、谷の伸長方向に一致する擦痕が発達している。谷底には著しい逆傾斜を呈するところがある。西端は ED 間の outlet glacier の侵蝕によって切られ、hanging valley を作っている。谷底の堆積物のうち細粒物質は僅かに分級を受け、径 50 cm~1 m 程度の不明瞭な環状砂礫、polygonal pattern が生じているところもある。

この氷蝕谷から南は平坦面の発達が悪い。最高所の北には漂堆雪氷が後退して露出したごく浅い圈谷状の凹みが認められ、また中央の氷蝕谷に直交する小氷蝕谷があって、その下部には小さい cirque glacier が形成されている。この小氷蝕谷およびその西側の peak の階段状の

地形は、ほぼ  $N 50^{\circ}W$  方向の節理系に支配されているらしい (Fig. 2-b).

山塊南部は著しいヤセ尾根をなして南へ張出し、東側は垂直に近い急崖、西側は急傾斜の漂堆雪氷の付着する岩峰となっている。

山地周辺に卓越する東南東の強風は多くの漂雪を運搬し、山地におつかつて東側に緩傾斜の大きな漂堆雪を作る。従って大陸氷表面は、基盤の高低に拘らず山地東側に接して高まっているのが普通である。この場合、山地の風衝面が急であると、気流の関係で山地斜面と漂堆雪との間には比高 30~50 m に達する溝が形成される (Photo. 4)。露岩地域で輻射によって生じたとされているものも<sup>9)</sup>、一部にはこのような成因によるものがある。E 群ではこの型式が典型的に現われている。この溝に露出する断面では、漂堆雪の上部 20 m ほどが *névé* であり、下部は氷化して *crevasse* の生じているところもある。山地の風衝斜面が緩傾斜の場合、B 群、C 群などの如く漂雪は斜面に這い上がり、緩傾斜の堆雪面を作っている。

**D 群の地形：** ED 間を東から北西方へと流れる *outlet glacier* はやや大きく、表面の傾斜は緩やかで周辺部に著しい *crevasse zone* を形成し、一部はD群の北西端を破って2つの小さな急傾斜の *outlet glacier* を作っている。氷河中央部にも流動方向に斜交する *crevasse* 群が生じ、また周縁部の *crevasse* は、比較的新しい細粒の崩落および風送された氷河上の岩屑を切っているところもあって、その流動は比較的活発である。

D 山塊はかなり *massive* で、肢節の発達が著しく、複雑な地形を有している。

北部では周辺を急崖で限られた平坦な部分が各所にあつて、これらが高度を異にして発達しているのが明らかに識別できる。山頂およびその周辺は角礫が散在しているが、明瞭な外来礫は発見しておらず、*glacial corrasion* の跡も明らかでなく、大陸氷の氷蝕を受けた積極的な証拠は見出せなかった。従って且つてこの部分が大陸氷に覆われたか否かは明らかにし得ない。しかし、ここに連続的に接し、やや高度を低めている平坦部は磨かれ、その上には外来礫と推定される礫も存在していて、かつて大陸氷による氷河作用を受けたことは明らかである。

この平坦面の下方にある平坦部は、上位の面と不連続的に急崖を介して位置し、この急崖を圏谷壁とするやや大きな圏谷が存在し、内部は *moraine* および風化砂礫で覆われる。大陸氷が上位の面から下位の面まで衰退し、ここに *cirque glacier* が形成され、氷蝕を行なったものであろう。山塊南部の西方に派出する岩峰からなる山稜上にも、これらに対比されるらしい平坦部が僅かに残存している。

山塊西側には西に向かって開く特異な *cirque glacier* がある。北側は最大比高 800 m に達する著しい急崖に限られ、東側および南側は、尖鋭な岩峰が連続した山稜によって囲まれる。氷河の頂部上方には、漂雪によって生じた小さい *hanging glacier* があつて、その下端は氷河水へと連なっている。この *hanging glacier* と漂雪による涵養は僅かに認められるが、氷河

表面の大部分は裸氷となり、概ね氷河氷からなっている。この氷上に **surface moraine** がのり、波状の模様を作っていて、あたかも衰退しつつある氷河末端に形成される **terminal moraine** の如き形態を示している（南極資料 13 号口絵写真および Fig. 2-c）。この **moraine** は D 山塊の崖錐堆積物（この中には **stranded moraine** を多く含む）から由来するものが多く、巨礫からシルトに至るまでのものからなっていて、円磨された外来礫を含んでいる（Photo. 6）。**moraine** が散在するところでは、**moraine** の風上側の氷が低まり、風下側に漂堆雪に似た形態をもつ氷がある（Photo. 7）。この氷は氷河氷であり、ここでは太陽輻射の強い方向は風下側に当たっていて、輻射による消耗の著しい地域で見られる **glacier table**<sup>9)</sup> とは多少成因が異なる。すなわちここでは礫下の氷は輻射や風の削剝から保護され、礫の風下側では風の削剝から保護されて周辺部が削られ、礫は、ときに風上に転動するに至る。この現象は、この地域において、氷の消耗に対して風の削剝が輻射よりも重要な役割を演ずることを示している。

**moraine** の **pattern** は流向に対して直角に近く、下流へ向けてやや凸な波状を呈し、振幅（比高）30~5 m、波長 50~10 m の起伏を有している。**moraine** の厚さは部分的には 1 m を越えるが多くはそれ以下で、礫が大きい場合直接氷の上に乗っていることが多い。起伏を有するため場所によっては粗大な物質と細粒物質が、やや重力および風による分級を受けていることもある。波状の起伏は上流部ほど振幅、波長ともに大きい、これが **PRIESTLEY** の言う<sup>9)</sup> **moraine** の **slip down** による氷の消耗によって生じたのか、波が収斂するのかを判定することはできなかった。ここでも F 群西方と同様、**pattern** および谷壁から供給された崖錐堆積物が運搬されていることから、氷河の流動があることがわかる。しかし、南稜に付着する崖錐の多さは、この運動が極めて僅かなものであることを物語る。一般に、われわれが調査した露岩地域では、急斜面が多いにも拘らず崖錐堆積物が意外に少ない場合が多い。これには生産される岩屑の量と\*、崩落した物質の氷河による運搬が関係していると考えられる。**RAPP**<sup>12)</sup> によれば、かつて氷蝕を受けた地域の U 字谷内の崖錐の匍行は、0.01 m/year であり、通常の大陸氷の **sheet flow** は縁辺部で平均して 4 cm/day<sup>13)</sup>、遅いところでも 1~1.5 m/year\*\* とされることから考えて、その移動の速さの差（氷の流動の速さが崖錐の移動の速さに等しくないにしても）はかなり大きい。これらの点を考慮すれば、この氷河は山地の他の氷河に比してかなり例外的である。

\* 一般に、極地では激しい機械的風化が行なわれることが強調される。南極の露岩地域では確かに機械的風化の卓越が認められる。しかしながら、生産される岩屑の量に関してはよくわかっていない。機械的風化の強さを支配するものは主として気温の昇降の激しさ、とくに氷点付近における水分の凍結、融解の激しさである。現在の気候の下で、南極における岩屑生産が中緯度の山地、たとえば日本の高山地域に比してより盛んであるか否かは疑問である。

\*\* 9) および **Byrd Station** の流動に関する鳥居鉄也の個人的談話による。

D 群は主として N30~40°E の **foliation** を有する花崗岩質片麻岩、石英閃緑岩等よりなるが、山塊の形成に関係をもつと考えられる東からの逆断層が見出され、またこれに直交する如き多くの小断層が発達し、同方向の節理系とともに小地形の方向性を直接支配している (Fig. 2-c). 西面の氷河を囲む山稜もまたこれらの断層系に支配されている可能性が大きい。圈谷壁に相当する氷河頂部の山稜上にある岩峰は、この氷河がかつての **outlet glacier** に起因するという可能性を否定している。その運動が停滞的であることと、ほぼ全面が裸氷からなることは、この氷河の涵養が極めて小さく、衰退しつつあることを示している。恐らく断層運動および断層線の存在が主要な形態を決定し、これに依拠して残存した大陸氷の氷蝕と、漂堆雪の **cirque erosion** とによってこの特異な氷河が形成されたのであろう。

D 群東側には、南東に面するやや大きい 3 つの表面傾斜の極めて緩い **cirque glacier** が存在する (南極資料 13 号口絵写真および Fig. 2-c). ここは風衝面に当たり、山塊の肢節および **nunatak** の配列が **cirque glacier** の形成に好都合で、山地風上側に普通に見られる漂堆雪氷が **cirque** の形態をとったものである。積雪が卓越し、全域が涵養域となっている。中央付近には **sastrugi** の発達認められず、風の弱まりと堆雪の著しさを示す。末端には傾斜の急な部分があって、顕著な **crevasse zone** を作り、流動がやや活発であることを物語っている。

以上の他、山塊北面や西方の **nunatak** には、小さい **cirque glacier** があり、これらは急な表面傾斜を有していて **crevasse** を生じることもあるが、**bergschrand** は認められない。一般にこのような **cirque glacier** は、上部で積雪層が薄く氷化が進み、下部ほど積雪の厚さが厚いことが多い。従って通常の **cirque glacier** は、が上部に涵養域、下部に消耗域を作っているのと逆の関係にある。

D 群西方には裸氷中に小さい **moraine field** が広がっているところがある。この地域に見られる **surface moraine** は通常基盤の露岩に連続しているが、ここでは露岩およびこれと連なる他の **surface moraine** と切離されている。これを構成する礫も円みを帯びたものが多く、大陸氷内部の **moraine** が **shear moraine** として浮かび上がったものと考えられる。

**C 群の地形：** DC 間の **outlet glacier** は傾斜が緩く、かなり大きい。A 群から連続して山地西側を山地と平行に走る **lateral moraine** は、DC 間の **outlet glacier** の流入によって西方へ大きく曲げられ、やがて消滅してしまう。このことは、この **outlet** の流動がやや活発で、山地東側の氷の排出に大きな役割を果たしていることを示している。山地西側の裸氷帯は、調査した時期には、**outlet glacier** の下流に当たるところで乱され、東方から吹きおろす風による漂雪によって、積雪面 (雪層は薄い) を形成していた。この **outlet** の南縁、C 群北東部に近く、小さい比較的礫の散在する **moraine field** が広がっている (南極資料 13 号口絵写真)。礫は、多かれ少なかれ円磨を受けていて、**ablation moraine** と考えられる。

C 群は、主として斑状閃緑岩、花崗岩等からなる。山塊北部は、DC 間の **outlet glacier** か

ら分岐した小さい *outlet glacier* によって切断された 3 つの *nunatak* からなり、うち 2 つは尖鋭な岩峰をなす。東端の *nunatak* は、周辺を急斜面に切られ、*moraine* をのせた平坦な山頂を有し、衰退しつつある小さい *cirque glacier* も存在しているのが遠望されたが、詳しくはわかっていない。これらの *nunatak* の延長方向は、D 群肢節の発達方向と似ていて、ここでもこの方向の弱線の存在が推定される。

C 山塊南部は、斜面傾斜が緩いところが多く、山塊東側の漂堆雪は山腹を覆っている。ここでは雪層が比較的薄く、場所によっては氷河水が露出し、*crevasse* を生じている。基盤の緩斜面の大部分は、*moraine* および風化産物で覆われている。この中には外来の礫も含まれ、ここでも且つて大陸氷は山頂にまで達していたことが明瞭である。

ここには頂部の融合した 2 つの *cirque glacier* と、表面傾斜のほとんどない氷河水からなる氷河があって、いずれも北方に面し、これらに分かたれて南北方向に近い肢節が発達する。中央の山稜上には 1 つの圏谷があり、その西側の山稜には小さい凹みがあって、*ground moraine* および *roche moutonnée* が認められ、形態的には極めて不完全ではあるが、圏谷と認定できる。山塊西端にある山稜は、他の部分に比して著しく低く、山稜北端近くにある小さい *peak* を除いては平坦であって、ほとんど全面が *moraine* で覆われ、基盤は山稜の中腹にところどころ露出しているに過ぎない。この *moraine* は一部で構造土 *patterned ground* を作っているが、後述の B 群のものほど明瞭でない。

2 つの顕著な *cirque glacier* はいずれも上部に涵養域を有し、中流部から下方は裸氷を露呈し、傾斜の変換線付近に *crevasse zone* を作りつつ大陸氷中へ流下する。一方は大陸氷と連続するが、他方は、その末端で大陸氷と分離しかかった氷舌を形成し、僅かながら *terminal moraine* を大陸氷上にのせ、周辺の基盤上には流路と平行的な *stranded moraine* を残している（南極資料 13 号口絵写真）。この氷舌および前述の不完全な圏谷の近辺には、現在の氷舌末端より比高 30 m ほどの高所に *roche moutonnée* があり、擦痕の方向は *cirque glacier* の流動方向に平行的で、*outlet glacier* の流動方向に対して直角に近い。大陸氷後退とともに *cirque glacier* が形成されたが、これはその後現在までに少なくとも高さにして 30 m ほど衰退しているのである。氷河に接する基盤と *moraine* の新鮮さ、および氷舌末端の *terminal moraine* 状の岩屑が乱れていないことからみて、現在も後退を行なっているのではないかと考えられる。

この *cirque glacier* の西にある氷河は、D 群西側の氷河と同様全面がほぼ氷河水からなり、平坦で、北方の大陸氷と連続的である。ここでも D 群で述べた成因が当てはまるように思われるが、詳しくは調査していない。

**B 群の地形：** B 群と C 群間には、小 *nunatak* があり、比較的小さい CB 間の *outlet glacier* は、これによって分かたれている。表面の傾斜は比較的急で、末端は A 群より延びる

lateral moraine の形状に影響を与えるに到らず、北方へと曲げられ、Cの西側で眉状の *terminal surface moraine* を形成し、その流動は停滞的である。

B群は、主として、花崗岩、花崗片麻岩よりなり、中央部にやや広い低地をなす北方に開く積雪帯をかかえ、これを取り巻くようにして肢節が発達している。

西を占める主山稜は、幅広く比較的平坦な稜線で特徴づけられるが、西面はこれと不協和な急崖によって切られている。東側は緩やかに下がり、山脚は漂雪によって覆われる。平坦山稜上の基盤岩は *roche moutonnée* をなしているが、風化を受けて擦痕は明らかでない。稜線から山腹にかけては、広く *moraine* および風化砂礫で覆われている。風化砂礫は突出する基盤から供給されているが、*moraine* 中には外来礫もあって、他の山塊と同様、山頂まで、且つて大陸氷の侵蝕を受けた。

この *moraine* および風化砂礫には、構造土が発達している (Photo. 8)。これは環状砂礫および条線砂礫であって、斜面傾斜の大小に従って多少分布が分かれるように見え、傾斜が  $13\sim 15^\circ$  を越すと条線砂礫が卓越するが、詳しくは測定していない。環状砂礫は直径  $1\sim 3.5\text{ m}$  の不明瞭な *ring* を形成し、やや大きな礫の多い中央部が盛り上がって  $10\sim 30\text{ cm}$  の比高をもつ。条線砂礫は幅  $1.5\sim 4\text{ m}$ 、比高  $20\sim 50\text{ cm}$  の緩い波状の起伏を作っている。構成物質は極めて粗鬆な堆積状況を示し、円礫を交えた径  $20\text{ cm}$  大の角礫、亜角礫から砂、シルト、粘土に至るまでを含み、定性的にはやや上層部に大きな礫が多く、下層部に細かいものが多い (Photo. 9)。堆積物の厚さは薄く、 $15\sim 35\text{ cm}$ 、大きいところで数十  $\text{cm}$  程度らしい。この層の下位には、比高  $10\text{ cm}$  程度のなめらかな細かい凹凸を有する氷河水、および粘土、砂を交えた氷が存在する。この氷の凹凸は構造土の微起伏に直接の影響を及ぼしていないようである。

調査時には堆積物は全く乾燥していたが、シルトないしは細礫の一部には、白い縞状に塩分が付着しているところがあり、下位からの水分の滲出を示している。夏季には融雪氷水が、さして多くない漂堆雪から供給されるのであろう。

このような周氷河現象は、沿岸地域に多くみられるが<sup>14)</sup>、内陸山地からも報告され<sup>11)</sup>、露岩地域では雪線よりかなり高いところで局部的に、また年間の短期間、周氷河気候下におかれることを示している。しかし、沿岸、内陸いずれもその発達が著しくないのは、周氷河の営力の働く期間の短いことや、その作用を受ける層の薄いことによるものであろう。

また、構造土の生じていることは、*moraine* が大陸氷中から露出して後、或る程度の時間を経ていること<sup>15)</sup>をも示している。

なお、B群でこの *moraine* および風化砂礫の分布するところは、比較的平坦であるという以外に何ら地形的特徴はなく、内部の *ice core* の大部分は、且つてここを乗越えていた大陸氷の遺物であらう。

この比較的平坦な部分の一部を切って、長さ 150~200 m、比高数 m の小さい U 字谷が発達する。これは、全く特異なもので、山腹の凹みにあるが稜線にまで到達してはず、どのようにして形成されたかは不明である。しかし、その南側の山腹を覆う moraine には、一段低まった、構造土の発達の極めて悪い部分があり (Photo. 8)、ここは比較的新しく氷から解放されたと見られるので、この部分にあった cirque glacier の一部が、最も厚いところで都合よく削磨を行なって U 字谷を形成したのかもしれない。

主山稜西側の急崖には、漂堆雪が付着しているところがあり、著しい crevasse を生じていて hanging glacier をなしている (Photo. 10)。

山塊東部は、傾斜が比較的緩く、漂堆雪に覆われる部分が多い。東側の上部には条線砂礫を生じた moraine が露出している。

主山稜および東側の山稜が U 字型に連なるところには、南と北に面する cirque glacier がある。南向きのものは BA 間の outlet glacier に連なり、その接合部で一部に顕著な crevasse zone を作り、急傾斜を呈するところがあって、基盤の高まりがあることを示している。

北に面する 2 つの cirque glacier の 1 つは、山塊中央の積雪帯（ごく緩傾斜の cirque glacier と考えられるが、その形態、流動は明確でない）に流入するが、他方は氷舌の前面に基盤を露呈し、C 群の 1 つと同様、衰退しつつある状況を示す (Photo. 11)。

**A 群の地形：** 調査した範囲で最南端を占める山塊である。BA 間の outlet glacier は、北東方および東方から西南に向かって流下するが、A 群および山地西側の北へ向かう氷流に妨げられて北へ曲げられ、停滞的な流動を行なっている。

A 山塊北方には、広い moraine field があって、BA 間の outlet glacier, A 群の cirque glacier, nunatak 群背後からの氷流、山地西側の氷流が組み合わさって、複雑な pattern を形作っている。基盤も浅いらしく、ところどころに、露岩がその急崖をともなう平坦な頂部を露出し、moraine field の形成に関与するところが多い。

A 山塊はチャーノックイト片麻岩、閃緑岩等からなる。各山群のうち最も多く雪をかぶり、氷河を懸けている部分が多い。氷雪から解放されたところも、多くは moraine で覆われている。山頂付近にも外来の moraine が散在し、ここでも頂部まで大陸氷に覆われていたことは明らかである。

A を覆う moraine は、その多くが円磨されており、基盤からその場で生じた岩屑は極めて少ない。moraine は基盤を直接に覆う場合もあるが、大部分はその下に ice core を有する。B 群のものと異なって、この moraine は層が極めて薄く、3~5 cm 程度の、粘土、シルト、細礫が氷を覆い、巨礫はその上にまたは直接氷の上に乗っている。従って、moraine の小起伏は、この氷の起伏を表現している。この氷河氷の遺物が、次第に消耗しつつある現象が観察された (Photo. 16)。



A 山塊には、北西に面する2つのかなり大きな *cirque glacier* が発達する。1 つは上部が拡がり、大きな涵養域を作り、下部では基盤に制約されて袋状の平面形をなし、裸氷となって *moraine field* 中に流入する。

西側のものは、上部の平坦な涵養域から急傾斜部を経て、下部の裸氷となっている平坦な消耗域へ移るが、傾斜の変換部にはやや顕著な *crevasse* を生じている。氷舌は *moraine field* 中へ突出し、周辺の *surface moraine* を排除していて、他の山塊の *cirque glacier* よりはやや活発な流動があることを示している。この *cirque glacier* には東側から合流する小さい *cirque glacier* があるが、すでに衰退して *hanging valley* を作り、接合部は *terminal moraine* 状の *surface moraine* をのせた急斜面となっている (Photo. 12)。

この *cirque glacier* の西南に、さらに北に面する小さい *cirque glacier* がある。 *crevasse* を生じ、裸氷を露呈している部分もあるが、西端に沿っては基盤の圈谷壁が見られず (Photo. 13), *cirque* の地形は明瞭でなく、漂堆雪氷と *cirque glacier* の中間型であり、西側の部分では、いわゆる *wall-sided glacier*<sup>9)</sup> に近い性質を有している。

A 山塊南の *nunatak* との間にある *outlet glacier* は、 *crevasse zone* が広く生じ、流下に際して形成する氷河表面の *pressure wave* が著しい。

この *nunatak* の西斜面では、S75°E → N75°W の擦痕が認められ、山地東南から北西へと向かう氷流の *glacial corrasion* によって、急崖が形成されていることが明らかで、且つての東からの大陸氷の流下による *plucking* によって *stoss-and-lee topography*<sup>16)</sup> として急崖が生長したものでないことを示している。

すでに述べたように、山地の西側には A 群に始まって、山地に近接しこれと平行に C 群の北西方に達する長大な1種の *lateral moraine* が存在する。その大部分はA群を覆う *moraine—ground moraine—* から由来し、これに B および C 群の *moraine* が一部付加されたものである。すなわち、且つて A 群を覆っていた大陸氷は、衰退するに伴って A に *moraine* を残し、A 群が氷から解放されるにつれて、しだいに *moraine* は北へと運ばれ、現在の形態をとるに至った。比高 8~5 m に達する *moraine* の周辺は、消耗してやや低まった大陸氷となり、A の周辺では、*moraine* をその伸長方向と直角に切る割目 (*crevasse* の一種, Photo. 14) が生じ、氷が運動を行なっていることを示している。

*lateral moraine* の先端は、しだいにまばらとなり、遂には消失してしまう。このような所では、太陽輻射を受けて沈下したり、周囲の氷が風により削剝を受けて氷中に沈むこともあり得るが、このような現象がここでは活発とは考えられないことはすでに述べた。この *moraine* は、A 群が露出して以来運ばれ続け、その先端が、37 km 離れた地点まで現在達しているのではないかと考えられる。

## 大陸氷の衰退とやまと山脈の地形発達

前節までに記載した露岩地域の地形と大陸氷に関する概観から、南極大陸内部の氷河作用に関して 2・3 の問題を指摘し得る。

**大陸氷の衰退：** 繰り返し述べたように、やまと山脈はほぼその頂上まで且つて大陸氷に覆われていたことは、地形的証拠によって明らかである。その量は少なくとも山地西側で 600 ないし 800 m, 山地東側で 200 ないし 400 m に達している。山地の氷からの解放がいつ頃始まったかは不明である。その後しだいに大陸氷表面の高度は低下して、現在に至った。この間、McMurdo Sound 付近で明らかにされた如き、3 回の停滞期<sup>11)</sup> に対応される時期を挟んでいたか否かを判定する資料は得られていない。しかし、後述の如く、山地に残存する平坦面の一部の形成に対応する停滞期が、少なくとも 1 回はあったらしいことが推定される。

一方、最近の氷床の後退に関しては、Queen Maud Land の山地で、基盤岩石が大陸氷表面まで地衣類に覆われていることから、否定的な結論が得られているが<sup>12)</sup>、やまと山脈では地衣類が見られないためこの方法は適用し得ない。

氷床が上昇した場合、これを識別することは極めて困難と考えられるので、ここで結論を急ぐことは誤りを生ずる恐れがあろう。しかし、ここであえて調査期間中の僅かな観察からこの点に触れれば、次の如くである。

山地にある大陸氷と離れた小氷河は、D 群東側のもののように特殊な形態と位置を有していて、漂雪による涵養の著しいものもあるが、これは例外的で、多くは停滞的な氷の収支を示している。ことに C 群および B 群の氷河の衰退した氷舌に近接する極めて新鮮な *roche moutonnée* は、比較的新しい氷からの解放を物語るようである。E 群に見られる U 字谷底の *roche moutonnée* も同様であり、さらに A 群の山腹を覆う *moraine* の下位にある氷河水は、まさに衰退しつつある状況を呈している。

他方、多くの *nunatak* や山塊の山脚では判定が難しいが、比較的新鮮な表面を有する基盤岩石がところどころ認められ、割合最近に氷から露出したところがあるらしい。

以上のような事実を考慮すれば、南極大陸ないしは Prince Harald 奥地の氷の全般的収支は別として、やまと山脈周辺は最近の氷の衰退がやや目立つ地域であると推定される。

**氷蝕作用と地形の発達：** かつて山地をほぼ被覆し、氷河作用を及ぼしていた大陸氷はしだいに衰退し、山地は、その頂部を氷から解放され、それとともに *outlet glacier* の形態をとるようになった大陸氷と、漂雪により形成された小氷河の氷河作用および地表の風化に曝されるようになった。大陸氷表面の高度の低下に従って、これらの地形営力の山地に対する作用は変化しつつ現在に至っている。ここでこの山地の地形の発達を辿り、極地における氷蝕作用につ

いて若干の考察を試みる。

すでに述べたように、山地は弧状山脈の性質を有し、東方から西方へ向う弧状の衝上断層と、これに直角方向に交わる小断層群が、山地の形成に大きな役割を果しているらしいことが推定される。しかし、氷に被覆された周辺の基盤との関係を直接確かめることはできない。ただ地震探査や重力測定の結果得られた資料は、少なくとも山地はその西方の基盤に対して 1500 m を越える比高を有すること<sup>7)</sup>、また内陸へ向かって基盤はかなり低まっていっらしいこと<sup>6)</sup>が知られているのみである。

大陸氷の被覆前の地形についても全く不明である。しかし、**South Victoria Land** では、大陸氷の発達 **middle Tertiary** に始まり<sup>9)</sup>、断層運動は **Tertiary** 以後も引続いた<sup>10)</sup>と考えられているが、このことがここでも成立つと仮定すれば、この山地の **preglacial landscape** は、後の氷河作用によりかなりの変形を受けていると考えられる。

大陸氷が山地を被覆していた時期には、基盤の高まりのため、この付近での大陸氷の流動はかなり緩慢であつたであろう。しかしながら、山頂近くの平坦な部分に認められる磨かれた **roche moutonnée** は、微弱ではあつたかもしれないが、大陸氷の **sheet flow** が **glacial scouring** を行なつたことを示している。一般に大陸氷の **sheet flow** は適從的な侵蝕を行ない、また小起伏の鈍頂な地形を作り出す。このことは、やまと山脈や **Lützow-Holm** 湾沿岸の露岩で広く認められる。やまと山脈の山頂部近くの平坦面一肩一が、**cirque glacier** の集合によって形成された可能性は、地形的痕跡が認め難く、否定される。

山地が氷から解放されるにつれ、大陸氷はこれらの間を **outlet glacier** となって流出し始め、この下刻が著しくなつた。**outlet glacier** の流路はすでにあつた低地を選んだもので、山塊の **block** 化はすでに行なわれていたと考えられる。北西弧の氷からの露出の初期の状況は、現在山地の南東弧を形成する **nunatak** 群と氷崖に似たものであつたであろう。**outlet glacier** の下刻によって、山地の各所に平頂部と不協和的な急崖が形成されるようになった。これらの急崖は、すでに大陸氷被覆前の地形や断層運動によって与えられていたものもあろうが、**E** 群西面の小 **outlet** の末端を切つたもののよう、明瞭な **glacial corrasion** によって生じたものが卓越している。**outlet glacier** 中に僅かに露出する小露岩の、鈍頂とその周囲を限る **outlet glacier** に切られた急崖の関係は、山塊に発達する急崖と平坦部との関係を表わすものと考えられ、急崖の形成には、**outlet glacier** の如き大陸氷中の著しい氷流の発達による **vertical** および **lateral corrasion** と、基盤が地表に露出したために受ける機械的風化が、ともに作用することが必要であることを予想させる。この点の細かい検討には氷下の地形を知ることが必要であるが、今のところ資料は得られていない。少なくともこれらの急崖は、**stoss-and-lee topography** では説明できそうにない。

山地の露出が拡大するにつれて漂雪が各所に堆積し、大陸氷が供給されなくなつて、局部的

に残存した大陸氷遺物の氷塊とともに、小氷河を形成するようになった。これらの小氷河によって山地の地形はさらに **cirque erosion** を受け、著しい場合には G 群の岩峰や D 群の岩峰が形成された。南極の **cirque glacier** には **bergschrund** が認められず、**moraine** もほとんどなく、運動は停滞的で、現在の気候下ではその氷蝕営力は不活発であり、主要な **cirque** の形成は大陸氷の増大による被覆以前に行なわれたと考えられている<sup>9)</sup> (後の大陸氷の被覆がこの圏谷地形の拡大をもたらすか<sup>9)</sup>, 縮小をもたらすか<sup>19)</sup> についての意見の相違はあるが)。やまと山脈でもこのようなことが当てはまるかもしれない。しかしここでは、**cirque glacier** には **bergschrund** は認められないが、かなり著しい **crevasse** を生じているところがあり、また、衰退しつつある氷舌の前方に生じた新鮮な削磨面や、周辺に生じた **stranded moraine** は、これらの氷河が少なくともごく最近まで氷蝕を行っていたことを明瞭に示している。D 山塊北部の圏谷の、周辺の平坦面との関係 (Fig. 2-c) は、平坦面形成以後にかなりの **cirque erosion** のあったことを示し、C 群の圏谷もまた大陸氷の侵蝕後に主要部が形成されたことを物語る。大陸氷被覆前の地形が、大陸氷衰退後の氷河の形成に好都合な場所を提供していることはあっても、現在見られる圏谷または類似の地形は、大陸氷衰退後の **cirque erosion** に大きな影響を受けていると考えられる。LEWIS は、ごく小さな **cirque glacier** ですら廻転運動を行なうことを示している<sup>20)</sup>。この地域の気候条件の厳しさと **bergschrund** の欠除とは、**nivation** や **sapping** をほとんど許さず、これが典型的な圏谷底の逆傾斜を示さない不完全な形態の圏谷を生ぜしめた原因であろう。

大陸氷の低下が進行するにつれて、**cirque glacier** の中には涵養の充分行なわれないものが生じ、圏風内の氷は消滅するに至った。さらに山地東側には一般に堆雪が著しくなり、山地西側は堆雪の減少と風による削剝のため消耗域が拡がり、氷の山地による阻止によって生じている大陸氷表面の高度差を、さらに増大せしめる方向に働くようになった。これは恐らく **outlet glacier** の流動を強める結果をもたらしたと思われる。

また、南東弧の存在は東南方からの氷の流下に影響を及ぼし、南東弧の消滅する山地北部は南部に比して流動がやや激しかったであろう。これは D, E, F, G 群の急斜面の多い地形と、B, C 群の比較的緩傾斜の多い地形との差を生ぜしめる 1 つの要因となっている。なお、北西弧が収斂するため、A 群南方の北へ向かう氷流も強く、これは A 群南部や B 群西面の急崖の形成に効果をもたらしたと考えられる。

大陸氷の衰退は山地の各所に氷の残存遺物を残しながら進行し、遂には E 群や F 群の小 **outlet glacier** も大陸氷から切離されて **dry valley** となり、**cirque glacier** の一部も衰退しかかって現在に至った。

なお、この衰退の遂次、停滞期を挟んだか否かを知ることは困難であるが、前述のように D 群の最上位の平坦面 (2200~2300 m) を切って生じた中位の平坦面 (1900 m) がやや明瞭で、

これを生じた一時期が停滞期であったのではないかと推定される。少なくとも outlet glacier の流動に著しい変化があったのであろう。最上位面を切る急崖を圏谷壁として生じている圏谷地形は、このことを示唆するように思われる。

以上の如き経過を辿った山地の地形は、北部ほど破壊が進み、急斜面や尖鋭な岩峰が多い。前述した outlet glacier の氷蝕の差に加うるに、cirque erosion による変形を受けた時間の差があるのであろう。山地に見られる ground moraine にも、山地北部の D, E, F 群の基盤の上に直接のっている比較的細粒物質の少ない moraine, B 群の ice core を有するやや厚い構造土の生じた moraine, A 群の ice core を有する極めて薄い moraine の順序で、時間的分化が表われている。C 群には B と A の中間および B と D, E, F の中間のものがある。これらの事実は、やまと山脈では北部ほどやや早く氷から解放されたことを示している\*。

### あ と が き

第4次隊および第5次隊の測定したやまと山脈の海拔高度は多少異なっている。これらは気圧高度計によって得たものであり、いずれの値を取るべきかは、いま直ちに決定し難い。従って海拔高度に関しては多少統一を欠いているし、またこの程度の誤差を含んでいるものである。

これらの調査に当って御支援を惜しまなかった第4次および第5次越冬隊の諸氏、特に野外で直接御協力頂いた方々に厚く御礼申上げる。とくに第4次越冬隊隊員石田完、木崎甲子郎両氏には現地で種々御討議頂いた。また東京大学地理学教室の吉川教授には御一読頂き御批判を得た。記して感謝の意を表する。

### 文 献

- 1) Christensen, L. (1939): Recent reconnaissance flights in the Antarctic. Geogr. Jour., 94, 192-203.
- 2) Yoshida, Y. (1961): Preliminary report on geomorphological survey of the Yamato Mountains, East Antarctica. Antarctic Record, No. 13, 3-6.
- 3) Hobbs, W. H. (1922): Characteristics of existing glaciers. Macmillan Co., New York.
- 4) Robin, G. de Q. (1960): Progress report on the Antarctic ice sheet. Polar Rec., 10, 64, 3-10.
- 5) 吉田栄夫・村越 望・矢田 明 (1962): 第4次南極地域観測隊越冬隊の調査旅行における気象観測について。南極資料, No. 15, 12-24.
- 6) 南極地域観測統合推進本部 (1962): 南極観測第5次越冬隊報告。
- 7) 石田 完 (1962): やまと山脈調査旅行の途次における人工地震探査。南極資料, No. 14, 36-43.
- 8) 立見辰雄・菊池 徹 (1959): 南極昭和基地付近の地学的観察(その 2)。南極資料, No. 8, 1-21. および筆者等の観察。

\* 但し、このことは、必ずしも大陸氷が北から南へ後退する如く衰退したことを意味するわけではない。大陸氷は現在南方へとやや高度を高めており、山頂の高度も多少差があって、それぞれの高度に応じて氷から姿を現わしたものであろうが、総体的にみて、この氷からの解放が北部がやや早く進行したということである。

- 9) Wright, C. S. and Priestley, R. E. (1922): *Glaciology, British (Terra Nova) Antarctic Expedition, 1910-13.* Harrison and Sons Ltd., London.
- 10) Macdonald, W. J. P. and Hatherton, T.: Movement of the Ross Ice Shelf near Scott Base. *Jour. Glacio.*, 3, 29, 859-866.
- 11) 例えば Reports of Antarctic geological observations, 1956-1960. IGY Glaciological Report, No. 4, 1961.
- 12) Rapp, A. (1960): Recent development of mountain slopes in Kärkevagge and surroundings, northern Scandinavia. *Geogr. Ann.*, 42, 71-200.
- 13) Mellor, M. (1959): Ice flow in Antarctica. *Jour. Glacio.*, 3, 25, 377-384.
- 14) 例えば 吉川虎雄・戸谷 洋 (1957): 第1次南極地域観測隊地理部門報告. 南極資料, No. 1, 1-16.
- 15) Holland, M. (1961): Glaciological observations around Mount Atter, West Greenland. *Jour. Glacio.*, 3, 29, 804-812.
- 16) Flint, R. F. (1957): *Glacial and Pleistocene geology.* John Willey & Sons, New York.
- 17) Swithinbank, C. (1958): The morphology of the inland ice sheet and nunatak areas of Western Dronning Maud Land. *Norwegian-British-Swedish Antarctic Expedition, 1949-52. Scientific Results, III*, 106-117.
- 18) Taylor, G. (1922): *The physiography of the McMurdo Sound and Granite Harbour Region.* Harrison & Sons Ltd., London.
- 19) Gould, L. M. (1940): *Glaciers of Antarctica.* *Proc. Amer. Philos. Soc.*, 82, 5, 835-877.
- 20) Lewis, W. V. (Edi.) (1960): *Norwegian cirque glaciers.* John Murray Ltd., London.

(1962 年 12 月 14 日受理)