南極における空中写真測量

鍛 治 晃 三*

Report on the Aerial Surveying of Japanese Antarctic Research Expedition

By

Teruzo KUJI

(Abstract)

Aerial photography started on 14th of January and finished on 13th of February and only nine flights could be done in this duration. 750 sheets of vertical photograph by K 17 camera and 450 sheets of oblique photograph by F 24 camera had been taken over approximately of 2,000 flying miles. The average flying altitude for vertical photography was 5,000 feet and that for oblique photography was 3,000 feet. In such ways, the coast of Prince Harald Land and Prince Olav could be photographed.

The author would like to suggest the following equipment and operation procedures from my experience.

Aeroplane; Although the Cessna 180 gave us rather good service, I would not recommend it for aerial photography in Antarctica. I would advocate a bigger aeroplane and if possible, a high wing, and twine engine aeroplane.

Camera; The K 17 C camera with lens of six inches focal length has a heating jacket, magazine heater and heating wires on filter, but these were not necessary for our operation. In the author's opinion, a new instrument should be installed to be automatically operated for recording the number, time, altitude, air speed, and the bearing of the plane at each exposure for vertical photography.

Film; The film used Eastman Kodak super XX Aerographic Film (9.5 inches $\times$ 150 feet roll) and Sakura Aero Film (5.5 inches $\times$ 56 feet roll) These films were quite satisfactory for our photography.

Exposure and Filter; Most of the vertical photographs were exposed at 1/400 second and F: 11 or F: 8 with No. 2 Aero vignetted filter, but the heating wires on the filter were not used.

Development and Printing; Development and Printing had been carried out on our ship in the Antarctic. All rolls of film were developed in D 76 Developer under the condition of 20°C and about 30 minutes in B-5 Developing Kit. Drying Kit was not used for drying.

* 地理調査所, 地学雑誌 Vol. 66 No. 3 (705), 1957

I 序

日本学術会議において国際地球観測年の一事業として南極観測の実施を決定し、その一部門として地図作成の仕事を行うことを計画し始めたのは昭和30年の秋であつた。日本の約37倍もある南極大陸の一角に基地を作り、こゝで各種の観測を行うわけであるが、地図を作るということになるとある程度まとまつた地域の地図を作らなくてはたいして意味のないことである。しかし仕事を行える期間はせいぜい1カ月という短期間であり、この短期間にある地域の測量を行うためにはどうしても空中写真測量を行わなくては他に方法がないといつてもよい。

1928年オーストラリアのウイルクソンによつて行われた南極における初飛行、次いで翌年の1929年バードによつて行われた南極点への飛行成功以来、南極探検は航空機時代に入り空中写真測量が次から次へと行われた。

その主なるものを数えても、1937年のノルウェー隊、1938~39年のドイツ隊、1946年以来の米国隊、1955年の英国隊等各国の探検隊が南極大陸で空中撮影を行つている。

日本隊が基地を建設しようというリュツォホルム湾沿岸も1937年にラルス・クリステンセンに率いられたノルウェー隊のビゴ・ウイドレー(飛行士)とニルス・ロムナス(撮影士)が2月4日から5日まで2回にわたつて飛行を行い、2月5日に空中写真撮影を行つている。

この時、使用した飛行機はスティンソン機で、これは350馬力、速度200 km/h、航続距離1,200 kmであり、空中写真機はツアイスのR. M. K. 21/18を使用して斜写真を1,400~2,000 mの高度で撮つている。これは計画では3,000 mから撮る予定であつたが重装備のため実際は上記のような低い高度から撮らざるを得なかつた。その後、この写真を利用して25万分1の図を作つている。

また次は米国の第68機動部隊が撮影したもので、これはK17空中写真機を使用、トリメトロゴン方式で10,000 ft.の高度で撮影を行つている。

幸いにこの両方の写真は出発前に永田隊長と西堀副隊長の努力によつて入手することができ、出発前及び往路の船上でできるかぎりの調査を行つた。この二つの資料を主として他の記録を調べ、色々と迷いながら南極を想像して準備と計画を行つたのである。

II. 計画と準備

前述のように空中写真測量が各国で行われているのであるが、さて、日本隊が行うとなるとどの程度のことを行うか、またどういう方法で行うかが種々の点から検討された。

地図を作る以上はできるだけ広い範囲の地図を作りたい。しかし、米国が行つているようなスカイマスター、ネプチューン、ビーチクラフト等の大型飛行機を用いて大規模に撮影を行うことは、到底実行不可能である。英国がグラハムランドで行つたカンソー水陸両用飛行艇を用いての測量程度すら実行困難である。そこで一応、1956~57年の予備観測における飛行機の任務を次のように用いると限定して飛行機の機種を決めることにした。

1. 流氷中を通る船の水路の偵察 2. 大陸沿岸の上陸、基地建設に適する地域の調査・偵察 3. 基地を中心とした地域の空中写真測量

このような役割を果たすための条件として、水上機として使用でき、またスキー付飛行機に簡単に換えられること、極地飛行に耐えるような装備をそなえられること、空中写真撮影が行えること、その他種々の条件を考えあわせ、日本航空学会の特別委員会で検討の結果、カナダのD・H・C ビーバー機が推選された。

この飛行機は南極において各国が使用しており、出発前に入手の可能性もあるとのことで決められたも

のである。

ところで、飛行機の選択にあたって非常に重大な影響をもつのは、使用する船が宗谷(2,497 t)であるということ、そしてこの船が11月初旬に日本を出発、そのため準備期間が半年しかないということ、しかも船上では特別の改装や設備を行う人員・設備の準備がなく、船上での改装は不可能であるということ、そして日本から南極まで船に積んで運びすぐ使用できる状態にしておかなければならないということである。

宗谷で53人の観測隊員とその生活に必要な物資・科学観測器材、および可能ならば、基地をつくり越冬隊を残すための資材・燃料を積み、その上ビーバーを積んで南極まで出かけ、水上機として飛ばすことは、あらゆる方面から検討された結果、船の運航上不可能であるという結論が出された。そこで次の方法として、宗谷に積載可能でしかも出発までに間に合う飛行機ということになったのであるが、もう時間がないために国内にある飛行機で入手可能な飛行機をさがすということになり、二三の機種が話題に上った結果、セスナ180型が選ばれ、新日新聞社の「さち風」を使用することに決定した。この時すでに7月末になっていた。

セスナ180水上機の性能は次の通りである。

最 大 重 量	1,280 kg	空 虚 重 量	798 kg
積 載 重 量	482 kg (1,060 lb)	最 高 速 度	232 km/h
巡 行 速 度	216 km/h	実用上昇限度	6,040 m

写真 1 西オングル島附近に着陸したセスナ180「さち風」

航 続 距 離	1,830 km	航 続 時 間	4 時間 30 分
離 水 距 離	1,830 ft	着 水 距 離	670 ft
燃 料	55 gal	燃 料 消 費 量	11.5 gal/h
積載量の内訳			
乗 員	510 lb	燃 料	330 lb
オ イ ル	23 lb	V・H・F	23 lb
A・D・F	30 lb	H・F	30 lb
カ メ ラ	130 lb		

ところで、朝日新聞社の「さち風」は水上機であり、フロート・スキーを至急米国より輸入するとともに、日本航空整備株式会社で、極地用として、また写真撮影が行えるよう改装に着手した。

宗谷の接岸

オングル島昭和基地附近 (縮尺 約 24,000 分の 1)

大 陸 氷 (縮尺 約 20,000 分の 1)

プリンスオラフ海岸露岩とモレーン (縮尺 約 24,000 分の 1)

この場合、セスナ 180 で極地用に各種計器をつけ、さらに重い空中写真機をつけることは甚だ困難であったが、一応水上機の場合にはウィリアムソン F 24 空中写真機で斜写真、フェアチャイルド K 17 C による垂直写真はフロートをスキーにつけかえた時のみ行うということにして、カメラホールとファインダーホールを作った。

一方、乗員の訓練も、パイパースーパーカブ機を使用して、霞ヶ浦の土浦で行われた。

このように、水上機に習熟する一方、フロートの到着を待つて「さち風」の改装にかゝり、出発前に撮影試験飛行を行うようにと急いだのであるが、準備がまにあわず、遂にたゞ 1 回の F 24 による斜写真撮影を行っただけで出発することになった。この他に、飛行機自体としても、また航法上もいろいろの試験飛行を計画していたのであるが、結局は時間がなく、準備不足のまゝ 11 月になり、飛行機は分解、梱包して宗谷に積込んだ。この積込みの方法についてもいろいろと案がでたのであるが、結局翼・胴体・フロートを分解・梱包して前部甲板左側に積込むことに決定したのである。

このように飛行機の選別が行われているのと平行して地図作成用機材の準備に着手した。

機材準備にあたって考えた条件としては、僅か 2 人の人員で行わなくてはならず、また極地という悪条件のもとに行うのであるから、すべての器材をできるだけ軽く小型にしたいということである。しかも、低温でも完全に作動し操作が簡単なものでなくてはならない。一方出発がせまつており、短期間に準備しなくてはならないので、なるべく既存のものに必要な処置を行つてもつて行くことにした。携行品の主なものは次のとおりである。

南 極 携 行 主 要 機 材 表

基準点測量用		コダック・スーパー XX エアロ	
Wild T ₂	1	グラフィックフィルム	
サブテンス・バー 2 m	1	(9 $\frac{1}{2}$ "×150')	12
ナルダン・クロノグラフ 10001 型	1	同上 赤外フィルム (9 $\frac{1}{2}$ "×75')	
オメガー・スピリットセコンド			2
クロノグラフ MG 1155 型	2	さくら航空フィルム (9 $\frac{1}{2}$ "×150')	2
ナルダン・クロノメーター	1	富士航空フィルム (9 $\frac{1}{2}$ "×150')	2
時刻信号発生装置 S・T・G 1 型	1	さくら航空フィルム (5 $\frac{1}{2}$ "×56')	20
同上 受信装置 H・M 2 型	1	さくら航空印画紙 (9 $\frac{1}{2}$ "×10')	4,000枚
MT テラサーベイング・		同 上 (5 $\frac{1}{2}$ "×5 $\frac{1}{2}$ ")	4,000枚
アルティメーター	3	D 76 (現像剤) 10 l 用	70本
クルタ計算器	2	定着剤 10 l 用	30本
平仮測量用具	一式	コニートン 5 l 用	30
写真測量用		写真経緯儀用フィルム (6×6 版 20 枚)	
K 17 C 空中写真機 (フェアチャイルド)	1		200本
F 24 空中写真機 (ウィリアムソン)	1	空中写真現像器 (フェアチャイルド B-5)	1
	1	同乾燥機	1
地上写真経緯儀 (小西六製)	2	同写真焼付機	1
手持小型航空写真機	1		

基準点測量用のものはそれぞれ必要な低温用の油、グリースを用い、特にウィルド T₂ はウィルド社によつてアンチフリーズグリーセングを行つてもらつた。使用した油類はミネラ AA とアゼエルグリースである。他のものはそれぞれ発注の時にそれぞれの製作会社で低温処理を行つて貰つた。

写真測量用としての写真機の決定は、飛行機と重大な関係があり、飛行機の決定までなかなか決められなかつたが、7月末に漸く飛行機はセスナ 180 を使用することにきまつた。しかし前述のセスナ 180 の性能表の如く、どうも積載能力が足りないの、できるだけ軽量であることが要求され、3 ヶ月で入手可能という点からフェアチャイルド K 17 C が選ばれた。さらに、斜写真用として、また場合によつては垂直撮影用としてウィリアムソン F 24 も携行することにした。南極のような未知の土地で、しかも、小さな飛行機で空中撮影を行う場合に、垂直撮影を行うか、斜写真で行くかは、大分考えたのであるが、とにかく、飛行機の目的が、基地への道や、基地適地の発見にあることになると、やはり垂直写真が欲しいと思い、垂直と斜の両方行えるようにしたのである。

この二つの写真機性能は次の通りである。

フェアチャイルド K 17 C

f=153 mm, 画面の大きさ 23 cm×23 cm

シャッター $1/50$, $1/100$, $1/200$, $1/400$,

絞り 6.3, 8, 11, 16, 22

ウィリアムソン F 24

f=125 mm 画面の大きさ 124 mm×125 mm

シャッター $1/300$, $1/400$, $1/450$, $1/500$

絞り 4, 5.6, 8, 11

このカメラを撰ぶにあつて、広角を考えたのは、なるべく広い範囲をとろうと思うので当然であるが F 24 は、f=3 $\frac{1}{4}$ インチは時間的に間に合わず、5 インチにした。もともと斜写真は、垂直写真の補足であり、また垂直写真では被えないところの作図に用いることにあり、写真機自体としては測量用として充分なものとは考えなかつたので 5 インチでがまんすることにした。

次に写真処理の問題であるが、これは撮影済の写真はできるだけ早く完成して、次の計画への参考資料に使いたいので船内で焼付けまで完了することが望ましい。しかし、せまい船内でこの処理を行い、しかも水が非常に不自由なのであるから、出発前にすでに調合したものを持つて行き、現地では水に溶かせばよいという方法を取り、すべて D 76 で現像を行い、印画紙はコニートンを使うことにした。今までの文献では D 76 を主とし、状況によつて他の現像液を使っている国もあるが、こちらは D 76 のみで行い、念のため増感現像剤として、コニードルスーパーも若干用意した。印画紙も、すべて 24 cm×25 cm, 13.5 cm×13.5 cm とフィルムに合わせて切つたものを持参した。これは人員不足の船上の焼付けにできるだけ手数をはぶこうと考えたからである。

III. 南極における撮影飛行

11 月 8 日東京発、シンガポールに向つて南下した。11 月 15 日フィリピン沖についた頃台風にあい、16 日まで船は大いにゆれた。このため、前部甲板につんであつた飛行機の梱包が壊われ、機体に損傷を受けた。波がしずまつてから調べたところによると、荷物室後壁の円框から尾端の円框まで本が曲り、交換を要するようであり、外板も大分なおさねばならない状況である。

シンガポール入港中、シンガポールの技術者の応援を得て修理にかゝり、結局前記の箇所のほか L 型アングルの交換、リベット交換等を行い、外板や風防の修理も行つた。

整備の人々の努力により、5 日間の入港期間中で修理完了し、再梱包した。12 月 19 日、ケープタウン入港、20 日から 23 日にわたつてセスナを開梱、エンジンの試運転を行い、再び梱包して、12 月 29 日ケープタウン出港、南極大陸へ向つた。

写真2 クック岬沖のパックアイス

1957年1月7日、エンダービ沖に到着、その後パックアイスの外縁に沿って西進してクック岬¹⁾方面へ向った。途中 $66^{\circ}13'S$, $42^{\circ}04'E$ の地点で海鷹丸より燃料を受取った。

エンダービ沖に達した時に、エンダービ西岸の偵察撮影を行いたかつたのであるが、まだ飛行機の組立てが開始されておらず、どうすることもできなかった。

1月10日、いよいよセスナの組立て開始、1月14日、組立て完了、1月14日17時05分²⁾に離水、18時25分、1時間20分の試験飛行を終えて無事着水した。幸いに天気はよいのでクック岬の偵察撮影を行うとのこと、試験撮影のつもりで、F24をもつて飛行機にのる。パックアイスを越えて約30分でシエルファイアの末端に達する。20mから30mの氷崖がずっと続き、やがて明瞭な氷崖がなくなりゆるやかにシーアイスに続いている。途中で、クック岬内陸に露岩を見る。第1図³⁾でもわかるように、こゝは米国68機動部隊が相当多くの写真をとつたところであり、この時の露岩も、米軍の写真にあつたのと同じのものと思われる。

22時05分着水、2時間10分にわたる最初の撮影飛行を終えて宗谷に帰る。直ちに現像D76にて20分、結果は良かったが、この時は始めてでもあり、試験撮影という意味も多分にもつていたので、測量用の写真としては、F24で斜に撮り、しかも手動で行つたために正確な方向を示さず、甚だ不満足なものとなつた。

この時は、さらにもう一度または二度三度と撮影を行いたいと思い、米軍の写真も利用して地上基準点こそ設置できないが、クック岬をはつきりと図化したいと思つたが、天候悪化するとの予報で、宗谷は東に進んだため、こゝはこの一回の偵察飛行で終つてしまった。

この飛行を第1回として次の表の如く9回の撮影飛行を行つたのであるが、さち風はこの他にも、隊長や船長等の偵察に約10回延16時間使用された。

1) クック岬は現在地図ではリーザー・ラルセン半島とされているものが多いが、今回はクック岬と呼んでいたため本文ではこの名称を使った。

2) 時間はすべて東経45度の経帯時を用いてある。

3) この図の経緯度は、今回の観測結果が完全に整理されていないために既刊の地図を用いた。

LEGEND

Date	Name	Flights	Photography	Date	Name	Flights	Photography
1957	J. A. R. E.	————	Vertical K17C	1946-1947	U.S. Naval Task Force 68	-----	Trimetrogon
1957	J. A. R. E.	-----	Oblique F24	1936-1937	Christensen 6th Expedition		Oblique R.M.KP $\frac{2}{18}$

第 1 図

セスナ 180 型撮影飛行記録

JA 3059 さち風

回数	月 日	時 間	操 縦	機 関	撮 影	飛行時間	発 位 置
1	1.14	19.55～22.05	佐 藤	森 松	銀 冶	2 時間10分	S 67°55' E 34°50'
2	1.16～1.17	22.00～01.20	佐 藤	森 松	銀 冶	3.20	S 67°21' E 40°20'
3	1.18	12.55～16.10	佐 藤	森 松	銀 冶	3.15	S 68°02' E 40°27'
4	1.26	19.00～21.20	佐 藤	前 田	銀 冶	2.20	S 69°02' E 39°10'
5	1.27	11.06～13.51	佐 藤	前 田	銀 冶	2 45	〃
6	1.30	19.38～21.08	佐 藤	前 田	銀 冶	1.30	〃
7	1.31	13.08～14.58	佐 藤	森 松	銀 冶	1.50	〃
8	1.31	17.59～19.49	佐 藤	森 松	銀 冶	1.50	〃
9	2.1	14.05～19.49	佐 藤	森 松	銀 冶	2.55	〃

第2回の飛行は、プリンス・オラフ沖から行われた。この海岸については、今までほとんど知られていなかったのではないと思う。米軍の飛行機は大陸内部を飛び、丁度その飛行の時は、雲があつたらしく、この海岸についての知識は全然なかった。そこで是非撮影を行いたいと思つていたのである。1月16

日宗谷に積んできていた2台のヘリコプター (ベル 47 G) で水路偵察を行いながら進んでいたところ、バックアイス中にオープンシーを発見した。セスナの離水に充分可能なだけの広さがあるとのことで宗谷はそこへ向つて急いだ。急ぐといつてもバックアイスを割つて進むのでなかなか思うように進まず、今日は仕事なしと思つていたら、21時頃オープンシーに到着予定だから撮影飛行の準備せよとのこと、20時頃には準備完了して宗谷がオープンシーに着くのを待つ。21時予定通りオープンシーに着く。オープンシーは大部狭くなつたらしい。第1回の離水は滑走距離が充分とれず失敗、2回目は無事離水、進路を 150° に取る。時間はすでに22時00分、南極の夏の日はいえ光量は大分不足のようである。高度3000 ft、速度100 mile/h で進む。この海岸もクック岬と同じく氷崖で、シーアイスに接しているだろうとの予想をしていたのであるが、22時40分、前方に露岩が海岸線に沿つて並んでいるのが見えてきた。そして、大陸氷も氷崖をなしておらず、点々と並ぶ露岩で、氷の流れ出すのをせきとめるような形で、だんだんと急になる傾斜でシーアイスに続いている。

写真3 プリンズオラフ海岸

このように思いがけない露岩の出現で、海岸線を $f: 4, \frac{1}{300}$ でシャッターを切りながら西進する。そのうちに、左前方に岩山が見え出した。恐らくラングホヴデの山々だろうとは思ふものの、ノルウェー隊の写真は反対の西側から撮つたものなので、はつきりした結論は下せない。西側に廻つてみることにする。西側から見れば、確かに写真でみなれたラングホヴデの山々である。フィルムが殆んどなくなつていたので、こゝを一廻りしてまづすぐに船に向う。途中氷の状況を見ながら帰船した。ところが船の附近のバックアイスの変化が激しく、オープンシーは大幅狭くなつてゐる。殆んど着水距離ぎりぎりである。17日01時20分着水、直ちに現像にとりかゝる。南極の夏の日はいえ、日没後の薄明の撮影である。D76を2倍の濃度にして、40分現像、充分役に立つ写真ができた。

1月18日、再び偵察飛行に出発、今度は光量も充分な時間である。昨日見つけた水路を更に確実にするために、オラフ海岸から約30 km はなれたところのファストアイスとバックアイスの境界にある水路

上空を、時にはその幅を測定しながら飛ぶ。後にこの水路が利根川下流に似ていることから、大利根リードと呼んだりされたが、その名にふさわしく幅は狭いところで 300 m、広いところは 1,000 m 以上もあった。そしてこの水路が海岸線から 26 km ないし 30 km のところを海岸線の形にリュツオホルム湾口のオープンシーまで続いているのを確認した。その後、プリンスハラルド海岸を、F 24 にて東西から撮影して船に帰る。19 日午後、船はこのリードを進んだが、湾口のオープンシーに出る時は、流水にとざされ難行した。僅か 1 日で流氷が相当変化することがよくわかり、今後の偵察の場合は充分注意せねばならないことだと思う。

1 月 24 日、宗谷は最終地点に到着、こゝで荷下しを開始した。飛行機は直ちにフロートをスキーに交換、26 日から斜写真に代えて K 17 C による垂直写真撮影を開始する。

1 月 26 日、基地建設地と決定したオングル島、宗谷間の輸送路の垂直写真をコース撮影する。高度 5,000 ft、従つて写真縮尺は 1 万分 1 である。これは直ちに現像、焼付を行い、これをモザイクにして、午後の雪上車偵察ならびに輸送に非常に役立った。

このモザイク完成前に、或いは犬ぞりで、またヘリコプターで、一部は雪上車で地上から偵察を行つていたのであるが、飛行機のように上から広範囲に見ることができないので方向をあやまつたり、場所を違えたりして位置を確実に知るのに苦心していた。たゞ、この海水は、はじめのうちは判読をあやまつて堅い青氷の上に雪がつもつたと判断していたのであるが、パドル(氷中の水たまり)が、その状況は写真にも示されているように、非常に多い。こゝに雪上車が落ちると脱出に非常に苦勞するので、これをできるだけさせて通らなければならない。

この附近の主風は北東方向であり、氷山の北西側から南西側は雪の吹きだまりができていて割合にパドルが少いことは写真を見ると明瞭であり、このような場所を写真上で調べて雪上車の進行方向を決定した。

1 月 27 日、再びオングル島およびプリンスハラルド露岩地帯東縁の撮影を行つた。すなわち、今までノルウェーの写真では、わからない露岩地帯の東部の大陸氷と接する部分の撮影を行つたわけであるが、この時は気流が悪く、飛行機が前後左右に揺れとても撮影を続行できる状態でなかつたので、途中 69°35'S 39°20' の Hjartoy 島上空で引返した。この日は晴天ではあつたが、前述のように気流悪く途中で撮影を中止した。これが南極における全飛行中唯一の天候障害であつた。

この 2 回の撮影は、もともとセスナに K 17 を積むのは大分無理をしており、カメラホルダーは全然余裕のない大きさであつたのと、全然試験撮影を行つていながつたので、写真機の位置高く、周囲はけられて測量用としては、一寸不十分なものとなつた。これは、第 1 回の撮影で気がついたのであるが、連続しての偵察撮影のため、なおす時間的余裕なく、そのまま、第 2 回の撮影を行つた。

1 月 30 日、今度はカメラの位置を下げる工作も完了し、すでに 2 回の偵察撮影も終えているので、明年の本観測の計画用にオングル島の面積撮影を行い、更に、宗谷の東南方 5 km にある新発見の島の撮影を行う。オングル島はコース東西に飛び、更に、念のために南北に 3 コース飛んだ。

1 月 31 日、この日は前々から狙つていたプリンスオラフ海岸の海岸線の垂直写真撮影を行う。13 時過ぎに出発、1 時間ばかり海岸線に沿つて東へ飛んだが、カメラの具合悪く帰つて 18 時再び飛行する。今度は高度 6,000 ft にし、帰路撮影を行い、そのまま南へ飛んでラングホヴデまで往復して、オングル島、ラングホヴデ北端を結んだ。このオラフの海岸は、先にも述べたように、海岸線の状況は今まではつきりしておらず、斜写真では 16 日の撮影で一応撮つたのであるが、これのみでは図化するのが面倒なので、垂直で海岸線に沿つて撮影したわけである。この写真と斜写真によつて、未測の海岸約 100 km が明らかになる筈である。この後のオングル島とラングホヴデ北端を往復撮影した。更にオングル島対岸の大陸海岸線の南北の撮影も行つてオングル島附近の大陸の位置を確実に測れるようにしたかつたのであるが、東風が強くなつて、飛行機が激しく流されるために中止した。

2月1日、昨日隊長より今後総員で輸送および建設にあたるとの命令があり、これが恐らく最後の撮影になるかも知れないと思い、プリンスハラルド海岸を湾奥まで海岸沿いに垂直撮影を行い、その後、湾の西南部の斜撮影を行った。これはノルウェー隊の斜写真もあり、また湾奥からクック岬にかけて米軍のトリメトロゴンの写真もあるので、一応オングル島からこの米軍の写真までつなぐつもりで行った。K 17とF 24の2台の写真機を積むのは飛行機の搭載量を考えると、ほとんど最大許容量に近く、また機内はそれこそ足のふみ場もない位であつた。この時は、先の露岸地帯東部の写真は、一応途中まで撮っていたので、西部の海岸線に沿って飛んだ。この2回の垂直撮影と偵察の時に撮った斜写真とで、この露岸地帯の状況をはつきりさせ、本観測の撮影計画に有力な資料とする計画だつたのである。この撮影で湾奥 70°S まで入り、その後リュツオホルム湾西岸に沿って、F 24 で斜撮影を行って帰った。

この撮影でもつて一時撮影飛行を中止して、基地建设および基準点測量にとりかゝつたが、これはなかなか時間がかゝり、再び撮影を行う機会がなかつた。これまでの撮影飛行のうち、K 17C による垂直撮影は途中で写真機の調子悪くほとんど手動で行つたのであるが、写真は全然支障なくとれた。

基準点測量

空中写真は、いろいろの点で危ぶまれながらも好天候に恵まれて何とか続けられたが、基準点測量もまた、いろいろの難問題を含んでいた。24日宗谷接岸と同時に、氷上で器材の点検という意味もあつて天測を行つたが、氷上ではセオドライトが固定せず、時に時間がかゝると脚のところの氷が溶けて沈下し、測定が行いがたく、結果は良くなかつた。

2月1日、基地への輸送が始まるとともに印部隊員が基地へ向い、2月2日建設予定地の南方 200 m の丘の上で、太陽観測を開始した。その後、3日、4日と3日間にわたり観測を行つた。観測は、垂直角は延 30 対回、方位角は 10 対回行つた。計算は 2 高度法によつてまず概略位置を求め、それから単高度法で経緯度の漸近計算を行つた。

この時の時刻は、宗谷通信室内の電気接点つきクロノメーターを、各地の報時信号中、受信状況のよいもので校正し、これを時刻信号発生装置により発信し、現地の携帯用小型受信機で受信した。

かくて、天測点の緯度 $69^{\circ}0'22''S \pm 4''$ 、経度 $39^{\circ}35'24''E \pm 12''$ 方位角は、方位標に対して $100^{\circ}18'12'' \pm 7''$ を得た。

この後、この点の南の谷で、サブテンスパー (2 m) を用いて距離測定を行い、2 区間で 235 m 71 を得た。

この二つの観測結果から、三角測量によつて、東オングル島の主なる丘の上を撰び、9 点の基準点を設置した。観測方法は、各点で 3 対回の観測を行い、また前方点として、大陸の露岩を 4 か所観測した。

高さは、東オングル島西南部の開水面を基準にして測つたのであるが、この附近の汀線の状況を見ると、0.5 m ~ 1 m 内外の海面の変化があるらしいので、驗潮を行う必要があるようである。

これ等の基準点はいずれも露岩上に設け、天測点は岩に十字を刻んだのであるが、その他の点は時間なく、マジックインキで十字を描いたに過ぎない略式なもので復元困難ではないかと思われる。

この基準点は、測定後いずれも空中写真に刺針して帰国後の図化に用いた。

この他、国内への連絡用として 10 日、基地の 2 千分の 1 の平板測量を行つた。

また、刺針と同時に各基準点より、地上写真経緯儀で、周囲の撮影、特に大陸および西オングル島を主として、実体写真撮影を行つた。これは、帰国後の空中写真の図化に際し参考に用いる目的、時に高さの点検に用いる予定で行つたものである。

IV. 調査地域の概況

東はプリンスオラフ海岸 $41^{\circ}40'E$ より、西は $34^{\circ}E$ のクック岬までの海岸線中 $35^{\circ}E$ より $37^{\circ}E$ に至るクック岬東岸の西北より東南へ走る約 100 km の海岸線の部分を除き、約 300 km の海岸線の撮影を行った。

この地域の東部プリンスオラフ海岸は、先にも述べた如く、今までは様子がよく知られていなかったが、海岸線はあたかも大陸氷をせきとめる如く、露岩が点々と並び、海岸線はあまり激しい出入がなく、割合に単調な形である。この海岸線の形をそのままに、定着氷が 30 km~50 km 続きその北方にバックアイスが 100 km 以上も全般に北に行くに従って密度が小さくなつて続いている。

大陸氷はゆるやかに内陸に向つて高くなり、2,000 m の高度で飛行したのであるが、内陸には、露岩、或いは山脈は全然みられなかった。海岸線より内陸へ 200 km までには大きな山脈または露岩は氷上には出ていないものと思われる。

一方、この大陸氷が海岸の定着氷になるところはだんだんと傾斜が急になつていくが、クック岬のように氷崖をなしていない。そして露岩を囲むように小さな氷河となつて海に落ちているところもあり、氷山が多い。しかもこの海岸の氷山は、大陸より押出されて来る途中、海岸線附近の露岩地帯をのりこえる時の歪で、氷に格子状の割目ができ、これがそのまま大陸氷とはなれて氷山になるためか、或いは別の原因かはつきりしないが写真のような氷山が多い。全体としてはテーブル状なのであるが、それよりも、平板を両端をもつて曲げ割目が入った形といった方が良いかも知れない。しかもこの割目が比較的規則正しい形を示しているのは、何か原因があるのだらうと思われるが、未だその原因についてははつきりしたことがわからない。

この海岸は、別に比較する写真もないので本観測で更に多くの写真を取り、できれば、エンダービランド ($55^{\circ}E 66^{\circ}S$) まで 700 km を結びたいものである。

次にノルウエーですでに 25 万分の 1 の地図のできているリュツォウ・ホルム湾岸であるが、この海岸は F 24 による斜写真では、ノルウエー隊の写真と同じところを撮影した。更に東岸は、垂直で 2 コース、および斜で大陸側より撮影したのであるが、20 年前の 2 月と、1957 年の 1 月末と比較してみると、今回は氷の状況が若干変つているのに気がつく。そのもつとも顕著なのはホノールブリュッガの氷舌が殆んどなくなり両側の露岩を結ぶ線まで海岸線が後退していることである。この傾向は他の氷舌でも若干見られる。

しかし、これでもつて最近の大陸氷の後退、南極の暖化説に直接結びつけるのは疑問であるが、注目すべき現象の一つで、これが今年だけのものか、或いは来年もまた同様であるか、本観測の撮影は是非行つてみたいものである。

・露岩地帯については特に述べることはないが、たゞこの地域の露岩地帯、いや大陸氷を含めて、非常に湖沼が多いということである。

ノルウエーの地図は、細部では若干のまちがいがあるとはいえ、非常に良くできている。たしかに今回の観測と緯度では約 $2'$ 、経度は約 $10'$ 違つてはいるが、これは地上基準点を設けずに作つたものとしては仕方がないものといえよう。

この他、斜写真で図化したために、写真上で、島と岬を見あやまつたり、また、二つの島、或いはそれ以上三つの島を一つにしつたりしたところはあるが、いずれも小さなあやまりであり、また沖合の小島は、斜写真で一方の側だけ撮つたために、写真にうつらなくて、図化されていないという点もあつたが、これも避けられないあやまりであろう。

次に海水であるが、1 月中旬には、 $69^{\circ}S 39^{\circ}20'E$ 附近は写真にみられるように 4 種類の定着氷に被わ

ブリンスオラフ海岸 氷河と露岩 (縮尺 約24,000分の1)

リエツオホルム湾東部の露岩 縮尺約1万分の1 39°40'E 69°28'S 附近で露岩上の
黒いところは潮沼である (縮尺 約22,000分の1)

大陸氷上の湖水

ラングホヰデ附近 海水はバックアイスとなっている

写真4 パドル 黒灰色のところがパドルである(縮尺 約7000分の1)

写真5 格子状の亀裂の入った冰山(縮尺 約28,000分の1)

写真 6 ノルウェー隊の撮影した氷舌の写真 (1957)

写真 7 予備観測で撮影した写真 6 と同じ場所の写真 氷舌が非常に少くなっている。(1957)

写真 8 1月16日撮影のオングル島西方の海氷の状況右上方の黒いところはオングル島

れていたが、これがだんだんと沖合からとけて、接岸中に写真手前の2種類がなくなつてオープンシーとなり、その後、越冬隊の報告によれば、第3番目の氷まで溶けた様子である。

この定着氷はパドルが写真のように点在し、輸送にはまことに障害を与えた。このパドルも写真上では二種類判読され、割合に形がはつきりと黒く写るのは深さも深く、縁が垂直になつているものであり、写真上でその一つ一つのパドルの縁の線がはつきりしないのは、パドルが比較的浅くゆるやかになつているものである。これは、前者は非常に輸送の障害になり、後者はそれほどでもなかった。

またラングホヴデの海岸線近く、或いは散在する島の南西側はオープンシー、またはバックアイス地帯となつているが、ノルウェーの写真ではこれほど水面が出ていない。同じ時期、否、今年の場合はいえつて少し早いにもかかわらず、このように広い水面があることは、先の氷舌の消滅と共に、今年だけのことか、またはだんだんとこのようになつているのか興味のある問題である。しかし湾奥のバッド島附近はノルウェーの写真と殆んど同じようにみられ、リードの状況も実に良く似ているように思える。

次にクック岬であるが、これは、1947年の米軍の写真が詳しく、今回は僅かに一度の飛行のみであつたため、しかも第1回の飛行であまり状況ははつきりしなかつたが、岬の北端は20~40mの氷の崖が続きオラフ海岸とちがつて非常にゆるやかな傾斜で内部へ続いている。海岸には露岩なく、僅かに内陸に数個の露岩を見ただけである。この露岩は米軍の写真に写つていたものと同一のものと思われるが、はつきりせず、またノルウェー隊の報告では、こゝは氷に被われており、海岸からはなれて一對の露岩があるように書いているが、果して同一のものかどうかははつきりしない。

この海岸は、前述の如く氷崖で、海氷またはオープンシーに接しているが、東のリュツオホルム湾に面したところは、だんだんに氷崖が低くなり、その先は写真の如くかまぼこ型の氷が並んで海になつている。この先とリュツオホルム湾奥北東部のフレッタ湾との間には残念ながら飛ぶ時間がなかつたために今回はその状況が調べられていない。

写真 9 クツク岬東岸の大陸氷の状態

1. 南極における写真測量の諸問題

1) 飛行機: セスナ 180 型「さち風」は非常に良く働いた。しかし、本格的な地図作成となると、このような小型飛行機では非常に不経済な使用方法をとらざるを得なくなる。

連絡用とか、単に目で見えるのみは偵察用として、このような飛行機は是非必要であるが、空中写真測量用としては、もつと大型の飛行機で、双発以上の飛行機が欲しい。もちろん、大型飛行機となれば、それに応じた人員、および燃料その他が必要になり、いろいろの問題がからんでくることになるが、写真測量の立場からいえば、少なくとも 2 台の写真機、できれば 3 台の写真機を設置できる。すなわち、ビイカメラ、またはトリカメラシステムのとれる飛行機が欲しいのである。

1,300 万平方呎の南極大陸で一地方の測量を行うといつても、相当な面積になる。しかもこれを非常に限られた時間内に行うとなれば、どうしても上記のような方法をとらざるを得ないのである。しかも飛行機はこの他に少なくとも 3 人の乗員、パイロット・ナビゲーター・撮影士を乗せ、この 3 人の非常用の食糧・装備をつんで飛ぶことが必要である。特に大陸内部に入るとなれば、非常の場合を考えても 3 人の人員というのは絶対必要で、この 3 人の 3 週間位の生活物資を必要とするだろうと思われる。

また、短い時間で仕事を行うということを考えれば、高速度・長い航続距離をもち、さらに内陸へ向つてどんどん高くなっている大陸氷を考えれば、実用上昇限度の高いものでなくてはならない。

こう考えると、単発の飛行機で行える限界というものはおのずから定まり、せいぜい 250 km の範囲まで、この限界を越すことは仮りにそれ以上の性能をもつていても、心理的な問題も含めて一寸無理なのではないだろうか。250 km といえばこれは昭和基地から南極点までの距離の約 10 分の 1 でしかないのである。

この他に飛行機については、たとえば低翼はブリザードの時に困るとか、色は赤や黄色に塗つた方が良くとか、エンジン始動の問題等について各国の報告があるが、幸いにセスナ 180 は高翼であり、機体や翼は赤に塗つてあつた。またエンジンの始動については、2, 3 回熱風送風機で暖めたことがあるが、大体夏

のもつとも気温の高い時期であつたためか、普通に行つて別に支障がなかつたようである。

2) カメラ: 使用した主なるカメラは K 17 C と F 24 であるが、K 17 C が一寸電気部分が具合が悪くなつただけで、別に支障なく使えた。

特に低温を予想して、カメラ用電気ヒータージャケットまで用意したのであるが、2,000 m の高度で -7°C であり、別に用いるほどのこともなかつた。

たゞ F 24 は最初の計画では $3\frac{1}{4}''$ の焦点距離の広角レンズを入手しようとしたのであるが、時間がなくて入手できず $5''$ のものを用いたが、これは広角であつたらもつと効果があつたのではないかと思われる。

たゞこの二つのカメラに共通していえる欠点は、時間・高度・写真番号等が自動的に記録されないということである。この他に飛行機の針路・速度等も別の 35 mm または 16 mm の撮影機を使用しても良いから記録されたら非常に便利だろうと思われる。

その他、レーダーアルティメーターや電波によつて飛行機の位置がわかり、それが一緒に記録されれば非常に図化の際に役立つものと思われる。

3) 露出と写真処理: K 17 C の平均露出は、使用したフィルムの感光度が ASA 100 であるが、F 11 で $\frac{1}{400}$ 、フィルターはマイナスブルーである。しかし露岸地帯と氷雪のところでは露出はかなり違い、相当に変えざるを得なかつた。このため F 11 で $\frac{1}{400}$ から F 6.3 で $\frac{1}{100}$ までの露出を撮影時間・天候によつて適当に使用した。露出計も使用したが、これは決定的なものとして使用せず、単に試験的に用いたのみであるが、少し工夫をすれば、充分使えるようになるのではないかと思われる。

F 24 では F 8, $\frac{1}{400}$ が平均露出であつたが、F 4 で $\frac{1}{300}$ というのも大分用いた。これは斜写真で非常に太陽の低い時にとつたことがあるからで、この時は現像液を濃くして用いた。

現像は、国内で D 76 液 10 l 用に調査したものを持つて行き、すべて船内で行つたが、これは狭い船内で行うのに非常に有効であつた。水はすべて、イオン交換を行つたものを用い、水洗はハイポ駆除剤を用いて水を節約した。時に氷の中のバドルの水はそのままは使わず必ずイオン交換を行う必要があるようである。現像時間は 20~30 分であつたが、先に述べた F 24 の夜の撮影の時は 2 倍の濃度で 40 分行つた。

この写真処理は偵察用の写真の焼付けを含めて、船内で行つた量は相当多いのであるが、宗谷の暗室は狭く、空中写真の処理には不充分だつたので、適当な場所を見つけては或いは浴場で、或いは医務室で行つた。もつとも困つたのは乾燥で、これは乾燥機が積荷の都合と、適当な場所がないので使用できず、夜の隊員の睡眠時間を利用して、隊員食堂で自然乾燥を行つた。しかし、K 17 のフィルムは 4 kg もあり一寸取扱いに不便だつた。これも是非専門の写真処理を行う人が欲しいものであるが、現像しないで国内へもちかえることも本観測では当然考えなくてはならない問題である。

4) フィルム: K 17 C にはコダックススーパー XX を用い、国産の富士、さくらの航空フィルムをそれぞれ 2 本ずつもつていつたのであるが使用する時間なく、そのまゝもち帰つた。これは是非試験的に使用したいと思つていたのであるが、残念ながらその機会にめぐまれなかつた。

F 24 はすべてさくら航空フィルムを用いた。カラーフィルムを使用してみるのも、氷河や地理・地質の部門からみると面白い結果が得られるのではないかと思われる。

基準点測量についてはヘリコプター使用によつて基準点間隔を増すことを考えると共に飛行機自体の位置を正確に知る方法を考える必要があるのではないかと思う。特にソーラートリアングレーションと電波による方法は充分考慮する価値があると思われる。これは大型機を使つた場合に当然起る問題で、写真撮影にくらべて、地上基準点の設置は非常に時間がかかるために、是非、飛行機上でその位置を記録することを考えなくてはならないと思う。

V. 帰 国 後 の 図 化

今回の観測で得た結果は、K 17 C による垂直写真 791 枚、F 24 による斜写真 463 枚、基準点は天測点を含めて 9 点である。

とりあえず、本観測の計画用に、基地附近の千分の 1 と東オングル島の 5 千分の 1 の地図をウィルド・ステレオプロッター A 8 で作つた。この図化はすべて基準点があるところであり、精度は非常に高いものである。

この他に、ツアイスのステレオプラニグラフ C 8 による空中三角測量もニコース西オングル島で行つたが、これは、終端に基準点がないために若干精度が劣ると思われる。

幸いに、水面がところどころにあり、これで高さの点検は行えた。この空中三角測量は、まだ作業中であり、今のところは、はつきりした結果がでていないが、南極の地図としては充分な精度をもっていると思われる。

図化にあつては、植生がなく、等高線は描きやすいが、海岸線のとり方には悩まされる。そこで、今回は、海氷に続く部分は、タイドクラックが写真上に明瞭にあらわれているので、この線をとつて、海岸線の代用にした。また、露岩は、褐色の等高線で描き、氷の地域は、青色の点線で囲み、この部分の等高線は青色にした。この他、註記等は黒色と三色刷にしたのであるが、附図は、これを、7 千 5 百分の 1 に縮め、一色にしたものである。

VI. 結 論

今回の予備観測では、撮影飛行は、1 月 14 日から行い、2 月 1 日に終るまで、僅かに 9 回、飛行時間は、延 21 時間 55 分に過ぎなかつたが、天候が、予想したよりもずっと良かったので、目的の仕事は充分行えた。

しかし、南極大陸全体からみれば、非常に狭い範囲であり、今回の経験を生かして、本観測では、昭和基地から、エンダービランドにいたるプリンスオラフ海岸、さらにプリンスハラルド海岸の米軍の写真のある地域までを、垂直写真撮影を行つて図化したいのであるが、地図を作るために、専用の空中写真撮影用飛行機と、これにともなう、人員がなければ困難であろう。

また、もつとも、時間がかかる基準点測量については、ヘリコプターを基準点測量の輸送に用いても、写真撮影に应ずるだけの基準点設置は、困難だろうと思われ、先に述べたような電波や、ソーラートリアンギュレーションも、現状では、実現困難であろうから、撮影コースで三角形、または、四辺形を描き、これで、空中三角測量を行つて、閉塞点で点検を行なうという方法をとるのが、もつとも良いように思える。

このような方法が行えれば、南極大陸の地図としては充分満足のできるものが作れるだろう。

東オングル島 EAST ONGUL I.