

南極における空中写真の利用

鍛 治 晃 三*

面積 1300 万 km²、日本の約 37 倍の南極大陸は、まだその半分は知られざる大陸であり、海岸線さえもはつきりしないところが残っている状態である。

本年 7 月 1 日から始まった国際地球観測年の一事業として、日本もこの南極大陸に基地を作り各種の観測を行うことになり、そのなかに地形部門として地図作成の仕事が含まれていた。南極大陸の地図は、昔は探検船の甲板からの観察で作られたため、その位置の決定は正確に行いがたく、精度についても疑問のものがあつた。

しかし 1928 年のウィルキンスのグラハムランドの飛行、1929 年のバードの南極点の上空飛行以来、飛行機は南極探検のすぐれた技術となつた。

一方、空中写真の発達は、この飛行機を利用して広い未知の地域の地図作成に活躍し始めた。初期の段階では斜写真を撮つて山や谷、氷河や海岸線を明らかにするのみであつた。しかし現在ではこの段階が終つて、精密な空中写真測量を行う段階に達している。

日本が基地を作る第一目標としたリュツオ・ホルム湾沿岸も 1937 年にノルウェーの探検家ラルス・クリステンセンに率いられたピゴ・ウィドレー（飛行士）とニルス・ロムナス（撮影士）が 2 月 4 日に東岸に露岸地帯を発見し、2 月 5 日ツァイスの R.M.K. P 21/18 という空中写真機で、1400 m から 2000 m の高度で斜写真を撮影している。

さらに 10 年後の 1947 年に、米国の第 68 機動部隊が K 17 空中写真機を 1 台の飛行機に 3 台設置して、垂直方向と左右を同時に撮影するトリメトロゴン方式で撮影している。幸いにこの両方の写真は、出発前に永田隊長、西堀副隊長の努力によつて入手することができたので、今回の観測計画の有力な資料となつた。

1. 出発前の準備

南極観測に地図作成の仕事が行われることに決定すると同時に、ただちに準備にとりかかつた。一応地図作成の計画としては、ウィルド T2 セオドライトを使用して、太陽観測を行い、緯度・経度および方位を決定し、この点から 2 m のサブテンスパーを用いて距離測定を行い、基線を設定し、三角測量によつて何点かの基準点を作り、これを使用して帰国後撮影した写真で地図を作る

南極観測隊員（現在本観測に参加中）、建設省地理調査所技官

ると計画した。ここで最も問題になるのは、空中写真撮影のための飛行機である。これについては日本航空学会の南極特別委員会で検討された結果、カナダの D・H・C ビーバー機が適当との結論がだされた。この飛行機は、各国の南極探検隊がすでに使用している飛行機であり、また水上機として使用することも、スキーをつけて氷上から飛びたつことも簡単にできるので、最も適当と考えられたわけである。

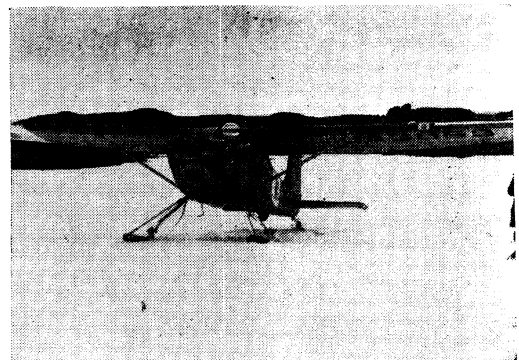
ところで飛行機の撰択にあつて、最も重大な影響をもつのは、船の搭載能力である。今回使用された船は「宗谷」2497 t で、多くの観測器材・設営材料・食糧・燃料等を積み込むと、飛行機は甲板積み以外考えられない。ところが甲板積みでしかも水上機として発着させるためには、宗谷では困難である、いな、不可能であるということであつた。

そこで、飛行機の目的を流水中を航行する船の進路の偵察、上陸基地候補地の空中からの偵察、できれば基地付近の空中写真測量ということに限定して、第二次的の方法を考えた。それで決定したのが、セスナ 180 型「さち風」（朝日新聞社機）である。

このときはすでに 7 月末であり、3 カ月ですべての準備を完了せねばならない状態になつていた。フロート、スキーの輸入、取り付け、カメラホルルの設置、極地用計器の取付け等が日本航空整備会社で行われた。

一方、空中写真機もこの飛行機に積むために、できるだけ軽いものをとる点から、K 17 C 空中写真機が撰ばれるとともに、予備として、また、斜写真撮影用として

写真—1 南極における「さち風」
(符後の露岸は西オンゲル島)



ウィリアムソン F 24 も持参することにした。K 17 C は、焦点距離 153 mm、画面の大きさ 23×23 cm であり、F 24 は焦点距離 125 mm 画面の大きさ 125×125 mm である。後者は測量用としてはちよつと問題があるが、斜写真は垂直写真の補備に使うものであり、偵察用を主とするのであるからとの結論で、これに決めたものである。

このほかに、撮影した写真はただちに船上で現像・焼付けを行つて、次の行動に役立たせるために、現像器・乾燥器・焼付け器を準備した。

船上で写真処理を行うための条件、狭い暗室、水の不足、人員の不足を考えて、できるだけ簡単にできるように、印画紙を所定の大きさに切り、薬品は D 76 現像剤、定着剤等は 10 l 用に調合して缶に入れて持参した。

フィルムはコダックの空中写真フィルムと、他に国産をいくらかもつていつたが、K 17 C で使用したのはコダックのもののみであり、F 24 ではさくら航空フィルムを使用した。このような器材の準備とともに、作業法の訓練、とくに航法、撮影の練習を行いたいと思つたのであるが、残念ながらその時間なく、いきなり南極の本作業に入つたような状況であり、また偵察に最も大切な、写真判読の練習は、米軍の南極の判読資料を一通り見ただけで出発ということになつた。

この計画・準備期間を通じていえることは、もう少し時間の余裕があればということである。

2. 南極における撮影飛行

11 月 8 日、東京出港、2 カ月後の翌年 1 月 7 日、南極大陸エンダービー沖に到着した。この間、出港早々の 11 月 15 日から 16 日にかけて、フィリピン沖で台風にあつて飛行機の梱包が壊され、機体に損傷をうけたが、シンガポール入港中、そこの技術者の援助をうけて、どうにか修理することができた。

その後は、心配した暴風圏も無事に通過、1 月 7 日はじめて南極大陸の一角を見たわけである。

ここでエンダービーランドの偵察飛行を行いたかつたのであるが、このころはまだ飛行機が組立てられておらず、船は流水の外縁に沿つて西の方へ進んだ。

1 月 10 日より、飛行機の組立開始、1 月 14 日に完了、17 時 05 分に試験飛行に飛び立つた。1 時間半たらずの飛行ののち着水したのであるが、この日は天気がよかつたので引き続きクック岬の偵察を行うとのこと、試験撮影のつもりで F 24 をもつて飛行機に乗つた。約 30 分間、写真-2 のようなバックアイス地帯を飛ぶと、シェルファイスの末端に達した。写真-3 のように 20 m から 30 m の氷涯がずつと続き、やがて写真-4 のような氷原に変つている。内陸の方へは、ゆるやかに高まつており、白一色でわずかに 3 コの小さな露岩を内陸にしみのごとく散在しているのを見つけただけであつた。

写真-2 クック岬沖のバックアイス



写真-3 クック岬のシェルファイス末端
(手前がシャーアイスでシェルファイスは内陸に向つてゆるやかに高くなつている)

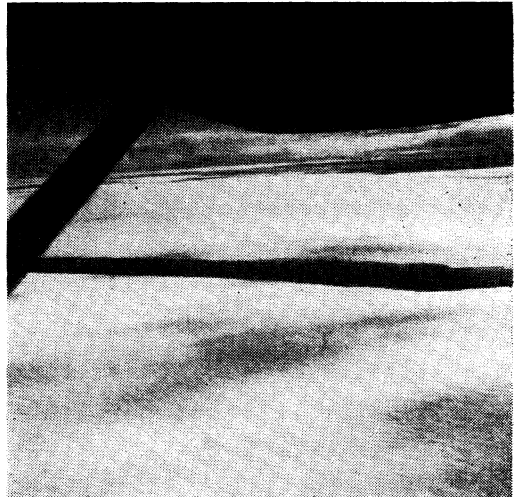


写真-4 クック岬東海岸

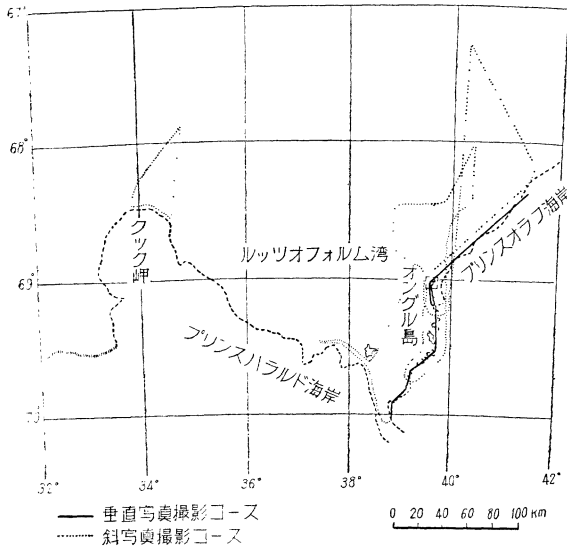


この偵察の結果、写真-3と4でもわかるように、かりに船が流水帯をわけて入ってきて、とても荷物は揚陸できそうもなく、揚陸できそうなところは写真-4のように凹凸がはげしく、とても輸送は困難と思われるので、この地域はこの1回の偵察撮影飛行で中止した。このときは先述したように、試験撮影といった意味もあり、手持ち手動で行ったために正確な方向もわからず、測量用としては価値の少ない写真となつた。この飛行を第1回として表-1のごとく9回撮影飛行を行った。

表-1

回数	月日	時 間	操縦士	機 士	撮影士	飛行時間	発進位置	地 域
1	1.14	時分 19.55~22.05	佐藤	森松	鍛冶	時間分 2.10	67°55' S 2.10/34°50' E	クック岬
2	1.16 ~1.17	22.00~01.20	-	-	-	3.20	67°21' S 40°20' E	オラフ海岸
3	1.18	12.55~16.10	-	-	-	3.15	68°02' S 40°27' E	リュツオ・ホルム東岸
4	1.26	19.00~21.20	-	前田	-	2.20	69°02' S 39°10' E	オングル島
5	1.27	11.06~13.51	-	-	-	2.45	-	オングル島, リュツオ・ホルム東岸
6	1.30	19.38~21.08	-	-	-	1.30	-	-
7	1.31	13.08~14.58	森松	-	-	1.50	-	オラフ海岸
8	1.31	17.59~19.49	-	-	-	1.50	-	-
9	2.1	14.05~19.49	-	-	-	2.55	-	リュツオ・ホルム東南岸

図-1 「さち風」飛行コース



第2回と第3回の飛行は、プリンスオラフ沖から行われたのであるが、このときは、水路偵察と上陸地点偵察の目的であつた。2回とも F24 による斜写真撮影を行ったのであるが、第2回の飛行でリュツオ・ホルム湾口のオープンシーに続いている、海岸から 30 km から 50 km の沖に東西に延びている水路を発見し、またいまままで全然知られていなかったオラフ海岸の状況を斜写真に撮ることに成功した。このときは出発時間が午後10時であり、帰つた時間が翌日の1時20分という深夜の仕事であつた。南極の夜は明るいとはいえ、ちょうど日没

と日の出の間の撮影で心配したが、f:4 で 1/300 秒でシャッターを切り、現像は普通の2倍の濃度のものを用いて40分かかりなんとか使用可能な写真ができた。

第3回はいくらか南に進んだ地点から発進し、リュツオ・ホルム湾の東岸を、ノルウェーの写真と同じく西側からさらに反対の東側からと往復撮影して帰つた。ここで問題になるのは、偵察の目的には広い範囲を調べなければならぬから、斜写真でない1回のフィルム量、飛行時間等からとても広い範囲は撮影できない。しかしいざ実際に輸送路、基地建設の具体的な検討になると、これは斜写真でははなはだわかりにくく、垂直写真があつたならばと考えるようになる。これは他の種々の条件さえ許せば、まず斜写真で概況を知り、ついでそのうちの適当と思われる地点を垂直写真で撮影すれば最もよいのであるが、残念ながら今回の場合は、その能力が飛行機になく、また人員の余裕もなく実行できなかった。しかし、F24による斜写真のみでも、その地域の概況を知るには大いに役立ち、特に水路の発見は、ヘリコプターによつてまず水上機の離水できるような開水面を発見、ついでそこから長距離を飛べる飛行機で水路をみつけないという、まことに有効な手段をとることができたために、可能だつたものである。2日後に流水でこの水路がふさがれて、船が難行したことを思えば、この発見がもう1日か2日遅ければ、はたして見つかったかどうかもあぶなかつたのではなからうかと思われる。このような概況の偵察をすませて、船は1月24日、最後の揚陸地点に到着した。これ以上は宗谷の能力では前進は不可能であるところまで氷を割って入つたわけである。

飛行機はただちにフロートをはずしてスキーをとりつけ、26日から斜写真に代つて K17C による垂直写真撮影を開始した。一方、この交換をしている間に、地上を犬ゾリ隊、雪上車隊が偵察に出発したが、ここは氷上にあるパドルと呼ばれる水たまりで、どの隊も難行を続けているらしい。しかも始めての土地で、島や氷山があつてもなかなか目標になりやすく、自分等の位置を確認するのに、また調査した地点、どこをどう通つて進んだらよいか、通つてはいけないところはどこか等を知るのに苦労している。そこで26日はまず、宗谷・オングル島間を2コース飛んで垂直撮影を行い、これをつなぎ合わせてルートマップに使用した。これでパドルの状況や、クラックの状況を知り、またこの付近の主風方向は北東から南西に吹くらしく、氷山の北西側と南西側は吹きだまりになり、パドルが少ないことがわかり、これを利用して進めばよいということもわかつた。この写真は 5000 ft の高度で、写真縮尺は 1/10000 であつたのであるが、輸送路の検討にはこれくらいのスケールが必要のような気がする。しかしこれでは写真枚数

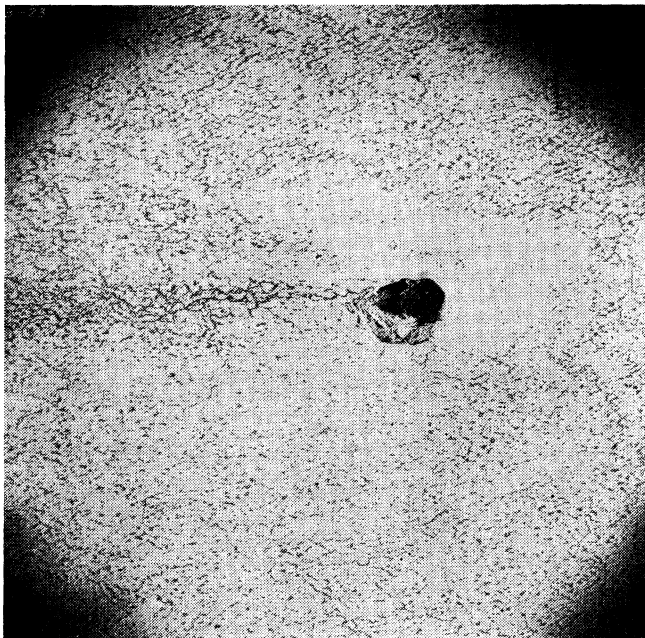
写真—5 接岸地点の宗谷丸

(揚陸された荷物が黒く点在しその間を走つた)
雪上車の跡が二本線になつて写っている



写真—6 パドル

(中央の島は弁天島と呼ばれる新発見の島である。写真の黒い所
がパドルという水中の水溜りで輸送の非常な障害となつた)



が多くなり、取り扱いに不便なのであるが、これに関しては、まだ研究の余地があるのではなからうか。それと写真処理の人員がないので、この写真を必要な人々に十分渡せず、有効に利用できなかったような気がする。

上陸地点の偵察も、一応 1/10 000 でオングル島全島を撮影したのであるが、これは実際の建設予定を計画す

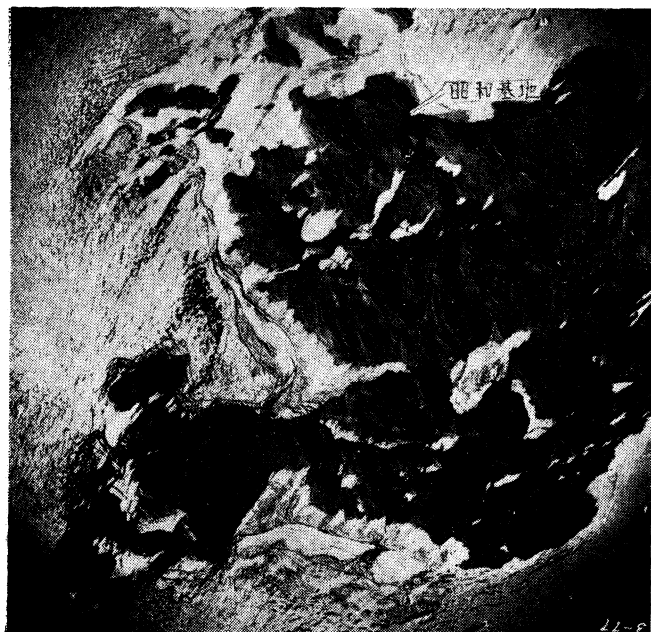
るのにはもつとスケールの大きい、1/5 000 あるいは 1/3 000 といったものがあればもつとよいように思われる。引伸しが船上で不可能なために、どうしても直接飛行機の高度を下げたて振らねばならないことになるのであるが、ときにこういうのを撮つておけば、現地ですぐに役立つばかりでなく、帰国後の本観測の計画にも非常に役立つたろうと思われ

る。一方、写真判読の問題であるが、これは今度の南極観測前にあつた資料としては、米国の判読資料シリーズの南極編のみで、全然想像以外に、写真上に写つたものについての判読の資料はなかつた。始めて氷をみたものばかりであり、いきなり写真にうつた氷をみて氷の状態を知るといふのは不可能だつた。パドルの写真をみて、これは固い氷の上に雪がこんな模様になつたものと思ひ、また流水群にしても、どの程度のものまでか、船の航行が可能かどうかもわからなかつた。これは上述の判読集をみればいろいろと解説はしてあるが、どうしても推定できないものも多く、また誤読の可能性もあるので、なかなか結論は下せなかつた。北氷洋では空中写真による氷の調査が大いに進んでおり、これは南極においても十分活用される方法ではないかと思われる。ただここまでいくには、さらに経験をつまなくてはならないであらう。

また露岩地帯にしても、単に岩の凹凸を知るのみでなく、もつと地質上の調査も、植生がないためにやりやすいのではないかと思われる。2回の偵察を主とした撮影を終えた後に、1月30日からこの付近の地図を作るための撮影を開始した。

1月30日は、オングル島全島の 1/10 000 の写真を東西3コース、および南北3コースをとり、ここを基準にして、1月31日は先に斜写真をとつたプリンスオラフ海岸を約 100 km、1/10 000 で撮影、その後2月1日には、リュツォホルム湾東岸をやはり 1/10 000 で、海岸線に沿つて撮影し、湾奥の水河 70°S のところまで飛行し、湾の南岸を F 24 によつて斜写真でとつてきた。これはこの写真自体としては、地図を作るためのものであり、もつと小さいスケール、1/20 000 とか 1/25 000 で撮影したかつたのであるが、飛行機がいろいろの設備をしたために重量が重く、また上昇するとカメラを水平に保てなくなるために 6 000 ft の高度で行つた。もともと無理をして積んだカ

写真一七 昭和基地付近
(東オングル島の中央部が写っている)



写真一八 プリンスオラフ海岸
(上方が海で、ところどころ黒く海水が見える。下方は大陸水で大小の露岸地帯が海岸線に並んでいる。写真に見えるのは小さな露岸地帯である。)



メラであり、本観測に備えて付近の偵察だけを考えていたのであるから、オラフ海岸を行えたことは幸いともいえるが、もう少し欲をいえば湾の東岸をもつと撮影を行いたかったということである。

3. 基準点測量

いくら撮影が行われても、基準点がないと正確な地図は作れない。現在各国とも困っているものは、南極における基準点の問題で、これはなかなか広い範囲に作るということは困難である。2月1日から基地の建設が始まるとともに、印部氏とともに基地の建設を行うかわら、ウィルド T2 による基準点測量を行つた。1月24日に氷上で一度器材の点検をかねて行つたのであるが、氷がとけて三脚が沈下移動して結果はよくなかつたために、どうしても露岩上で行いたかつた。

2月2日から太陽観測を開始、4日までに延30対回、方位角観測は延10対回行つた。時刻は宗谷内にクロノメーターをおき、これを各地の時報で規正し、これから発信した時報を現地を受信して行つた。結果は $69^{\circ}0'22''S \pm 4'' \cdot 39^{\circ}35'24''E \pm 12''$ である。

この点を基準にして、サブテンスバーによつて測距を行い、235.71 m の基線長を得て、これから東オングル島に9点の基準点を設けた。また前方点として、大陸に数点求めたが、これは目標の確認が困難で非常にやりにくかつた。高さは島の北岸の開水面を基準にしたが、その付近の汀線の状況から、60 m から1 m 近くの海面の変化があるので、驗潮を行う必要があるように思われた。

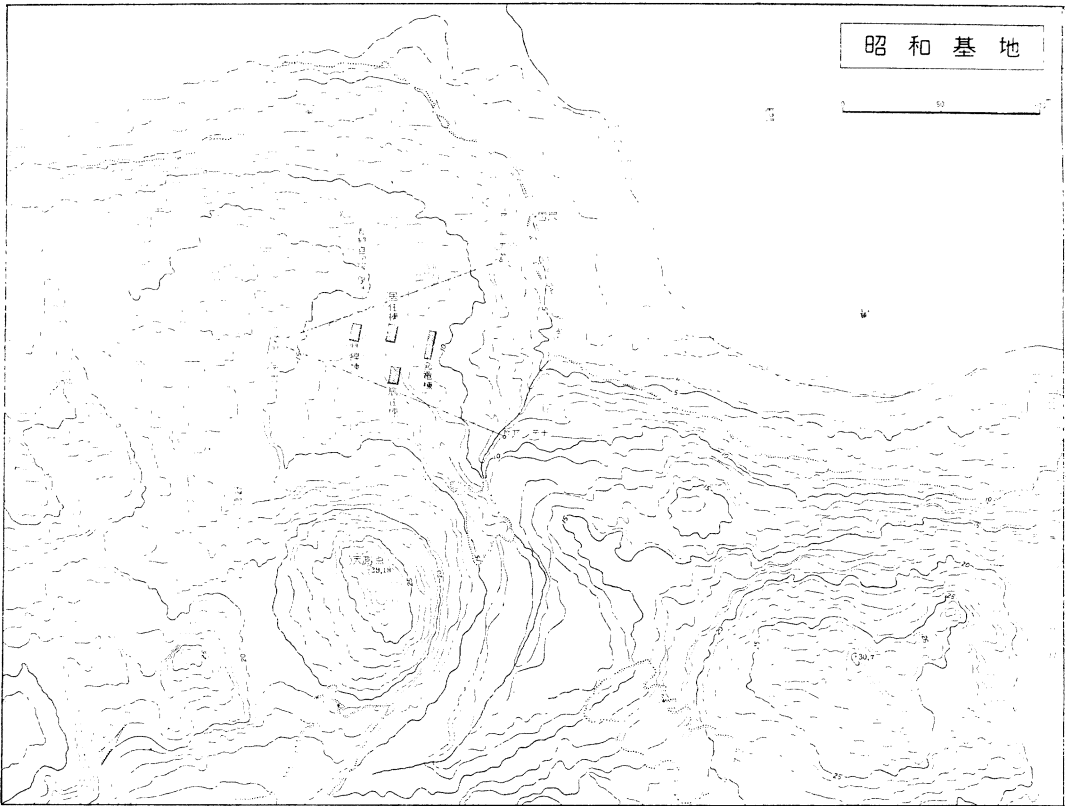
このように基準点はわずか数 km の範囲で行つたにすぎず、これはぜひヘリコプターを利用した基準点設置を考えるべきだと思われる。このほかに、補助として各基準点から地上写真経緯儀で地上写真撮影を行つたが、すべて建設の間を利用して行つたために、なかなか広範囲を行えなかつた。

この基準点は、すべて先に撮影した写真に刺針して、帰国後の図化に使用した。

4. 結 論

南極における1月14日の初飛行以来、約1カ月間に得た作業成果は K17 による垂直写真 (23×23 cm) 791 枚、F24 による斜写真 (12.5×12.5 cm) 460 枚、基準点9点であるが、想像していたよりも、ずつとよい天候に恵まれ、寒さも最低で $-10^{\circ}C$ 前後という気温で順調に仕事ができたと見える。4月末に東京に帰つてから、ただちに本観測のための図化にかかつたが、現在は基地付近の1/1000図(1 m 間隔等高線)および1/5000東オングル島図(2.5 m 等高線間隔)を完成した。ここは基準点があるために、ウィルドのステレオプロッター A8

図-2 昭和基地



天測緯 33° 39' 04" E 69° 0' 22" 西

大正 14 年

昭和 32 年 5 月 地理調査所

を使つた。途中のフィルムの変化等を心配したが、別に
なんということもなく、精度は 9 点の基準点中でもつと
も悪いところで図上 0.3 mm である。

ただこのような図を作る場合に、もつと地質、土壤を
調査してきていれば、次の本観測の建設計画に非常に役
立つたと思われるが、時間がないために行えず、これは
帰国後の建築設計担当者との打合せで、ぜひ行ふべきだ
つたと痛感した。さらに、写真測量のみの立場からいえ
ば、飛行機セスナ 180「さち風」は非常によく働いてく
れたが、本格的な測量を行うとすれば、どうしてももつ
と大きい飛行機、そして双発以上の飛行機が欲しい。基
準点測量は、撮影にくらべてどうしても時間がかかるの
で、これはヘリコプターを輸送面に大いに活用するとと
もに、飛行機で撮影を行いながら、その位置を記録でき
る方法、たとえば電波によるか、太陽観測によるか、そ
の方法を研究すべきであろう。そして少い基準点を有効
に利用し、撮影計画も骨格になる撮影を行つて、空中三
角測量の点検ができるように三角形を作るように飛行す
れば、これだけでも南極の地図としては十分役立つ地図
ができると思われる。

先に述べたノルウェーの地図は、いまから 20 年も前
に図化に不便な斜撮影で、しかも地上基準点なしに作つ

たものとしては非常に優れたものであり、経度で約 10′、
緯度で約 2′ 違つているが、これは仕方のないことであ
ろう。また斜写真であるために、飛行機の反対側が細部
を画くときにまちがつているのも、さけられないところ
で、全体としてはよくできているといつてよいのではな
かろうか。とにかく今回の南極観測で、輸送路・水路の
偵察に飛行機は非常に役立つたが、人員が限られていた
ために最高度に利用できなかつた感もある。

しかし宗谷というきまつた船でゆく以上、本観測もほ
んど同様の状態であろうと思われるから、この点を考
えて、もつと簡単に写真処理を行える方法を考えなけれ
ばならない。さらに判読についても、十分写真で研究し
て行く必要があると思われる。

本観測では、地図作成の目的のためには、もつと広い
範囲、特にオラフ海岸を東の方へ、またリュツオ・ホル
ム湾を南へ、垂直撮影を行い、いままでに図化されてい
ない地域、あるいは空中写真のない地域をなくすること
を目標に行わなければならないだろう。

また、空中三角測量を行う場合にも、この三角網自体
が閉塞点検できるように撮影して、少い基準点で、精度
をあげるようにしなければならぬと思われる。

以上で報告を終るが参考になる点があれば幸いである。