

タイロス III から寫された雲*

鈴木 彌 幸**

TIROS I, II に続いて打ち上げられた TIROS III は丁度台風の季節にあたり、多数の熱帯低気圧の写真が得られた。日本付近のものが始めてうつされたのは8月17日で、第1図はその日の一連32枚の写真(30秒、すなわち衛星が約20km 移動するごとに一枚撮影している)のうちの一枚である。写真の説明に示した撮影日時は日本の標準時に換算してある。衛星の位置と撮影中心地点の緯度経度は、2分毎に与えられている値を内挿して求めたものである。ここで撮影中心地点については一寸説明を要する。写真のほぼ中央に示されている十字の交点は撮影中心地点ではない。第2図に示したものは衛星を打ち上げる前に衛星に積まれているカメラの正面に極座標を置いて写したもので、fiducial grid と呼ばれている。正確な極座標がテレビカメラのレンズのひずみのためにひずんで写っているし、また極座標の中心は十字の交

点からはずれている。fiducial grid の十字と四隅のL字を衛星から写した写真の十字とL字に合せておけば、極座標の中心が撮影の中心地点に当り、また写真上の任意の地点とカメラを結ぶ線がカメラの光軸となす角、および、カメラの光軸についての方位角を読み取ることができる。

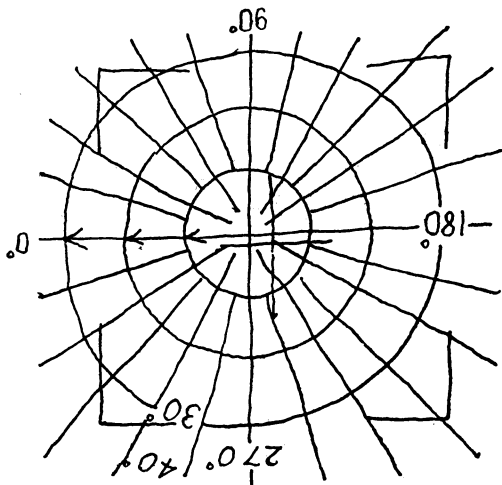
写真には、衛星からテレビカメラによって写真をうつして行くかわら、それを地上で受像して写真に写したものと、衛星から写した写真を衛星内の磁気テープに記録させておき、それを後に巻きもどして受像して写真に写したものの2種類ある。日本付近の写真は後者で、この場合は fiducial grid の下の“TAPE”という字が、衛星から写した写真フィルム上の字と向きが合うように fiducial grid を合せる。前者の場合は逆に合せる。

第1図の地平線近くに見える円形の雲は九州に接近しつつある台風第15号である。地上の気圧傾度は非常にゆるやかではっきりした傾向はわからないが、写真の上には明かな cloud street が認められ、洋上の流線を示しているように見える。しかし地上で見掛けるものとは全く規模が異なる。これらの雲の一つ一つはかなり大きな積乱雲である。地上天気図を見るとこの付近には時々しゅう雨が降っている。

カメラが真下を向いた時に入る範囲は1200km 四方であって、1こまの走査線の数は500本である。この走査線の幅よりも大きい雲のかたまりは識別できるが、小さい雲のかたまりは識別できない。積乱雲でも小さなものになると識別が困難になる。中程度に発達した積雲またはそれよりも小さい積雲は単に灰色のベイルのように見える。積雲がまばらなほどよく見える。層積雲、高積雲、巻積雲を形作っている小さな団塊を識別することは勿論できないが、これらの雲の大きな団塊や、レンズ雲は識別することができる場合がある。

積雲系の雲は非常に輝いて見え、輪廓のはつきりしているのが特徴である。層状の雲の輝きは積雲系の雲よりよく、また一様に見える。

第3図はほぼ同じ場所の翌日の写真である。台風15号は長崎付近で消滅したが写真の上ではなおその名残が見



CAMERA 2

TAPE

第2図 fiducial grid (基準格子)

* Cloud Photographed by TIROS III.

** Yakō Suzuki 気象庁測候課
—1962年4月10日受理—

える。南に長く伸びた雲は frontal cloud と解釈されている。九州南部では雷雨、九州の大部分とそれに隣接した四国と中国の一部ではしゅう雨である。この時巖原では全天積雲であり、富江では “8 As, 3 Cu, 2 Ac, 1 Cu” 広島では “6 As, 3 Ac, 2 Cu” で、これらは衰弱しつつある熱帯低気圧の周辺の模様を代表しているようである。

熱帯低気圧の向うに幾分本州の形をしたかなり白い雲が見える。この日関東から中部の山岳地帯は幾分低圧になっており、甲信越地方では大規模な雷雨になっている。地上の風とは逆に上層では北寄りの風が吹いており、この日爆発した浅間山の火山灰のために、伊豆半島では黒い雨が降った。雲も伊豆半島付近で海上まではり出している。

この日から東京では毎晩のように雷雨がやってくるようになり、暑さもしのぎ易くなった。

8月31日北半球回線を通じて次のような電文が入った
“FOR YOUR INFORMATION 3 TIROS PHOTOGRAPHS SHOW AT 31/0055 GMT A WELL DEFINED VORTEX AT 30.5 NORTH AND 135.5 EAST THIS IS APPARENTLY THE SAME VORTEX OBSERVED LAST NIGHT AT 30.0 NORTH AND 140.2 EAST THE APPEARANCE OF THE VORTEX ON THE PHOTOGRAPHS INDICATES TROPICAL CHARACTERISTICS THE OVERCAST AREA IS ABOUT THREE DEGREE IN DIAMETER”

第4、5図はその写真である。第4図の右下の雲系は台風第17号であり、右上のまるい雲は小さな熱帯低気圧である。渦が2つある場合の流れの様子が明瞭なので特にかかげた。第5図の左方に見える雲系は台風第17号である。まだ大して発達してはいないがその周辺の雲は既に一枚の写真に入りかねる程である。地平線付近の熱帯低気圧から、日本列島に沿って frontal cloud がのびている。

衛星からの写真はアメリカの2つの受信所 (Virginia 州 Chincoteague の近くの Wallop Island と California 州 Point Mugu の Pacific Missile Range, Florida 州 Atlantic Missile Range と New York 州 Princeton にある RCA の施設がこれらを援助している。) で受信され、Washington の気象局で翻訳され (写真の現像は U.S. Naval Photographic Interpretation Center, 衛星の追跡と軌道計算は National Aeronautics and Space Administration, これらの資料によって雲解析が

行なわれる)、北半球回線によって送られる。雲解析図を示す電文が、撮影してから約10時間後には日本にも入ってくる。天気1961年第9号“タイロスが捕えた熱低”にはこの雲解析図の渦の位置と天気図上の渦の位置で 200 km の違いがあることが述べられている。雲解析図は時と場所によって精度が異なるので、今資料を送って来つつある TIROS IV の電報からは、雲解析の精度が示されている。この渦は幸にして大きくは発達しなかった。

9月1日には台風第17号についての警報が入ってきている。

“FOR YOUR INFORMATION TIROS 3 PHOTOGRAPHS SHOW A WELL DEFINED VORTEX THAT IS APPARENTLY TROPICAL STORM MARIE AT 01/0050 GMT THE MAIN PORTION OF THE STORM WAS CENTERED AT APPROXIMATELY 26.0 NORTH AND 144.0 EAST WITH A DIAMETER OF THREE DEGREES AND GOOD CIRCULATION AROUND IT THERE WAS ANOTHER BRIGHT AREA OF OVERCAST ONE AND A HALF DEGREES IN DIAMETER ABOUT SIX DEGREES TO THE WEST THE SPIRAL BANDS AROUND THE MAIN VORTEX COVER AN AREA ABOUT TEN TO ELEVEN DEGREES IN DIAMETER EXTENDING SLIGHTLY FURTHER NORTH THAN SOUTH THE ACCURACY OF THIS NEPHANALYSIS IS PLUS OR MINUS TWO DEGREES OF LATITUDE PLEASE INFORM US IF YOU WISH FURTHER ADVISORIES ABOUT THIS SITUATION”
US WEATHER BUREAU

衛星から日本付近を撮影した時刻を第1表に示す、衛星を打ち上げてから36日目に、まず夕刻に入り始め、それから次第に早くなって、52～3日目は正午にあたり、それから更に早くなって56日目には夜明けになっている。この間ではほとんど連日日本付近の撮影がなされている。その時衛星は南西から北東に進行している。それ以降は衛星が北西から南東に進行する間に撮影される。受信所の位置の関係で特に日本付近を撮影しようとする場合は、ほかの広い地域の撮影をぎせいにしなければならず、撮影の回数は少くなっている。撮影時刻はやはり始め夕方では後次第に早くなり、最後の撮影は打ち上げ後77日目である。この間では7回の撮影が行なわれている。このような変化は9週間の周期で繰り返される。

現在写真を送って来つつある TIROS IV に続いて TIROS V ……が打ち上げられる予定であるが、いずれ

第1表

月 日	打ち上げからの日数** (Julian day)	撮影時刻	備 考
8月17日	36日	16時36分	northbound**
8月18日	37日	16時00分	
8月19日	38日	13時46分 15時25分	
8月20日	39日	14時53分	
8月21日	40日	12時40分	
8月23日	42日	13時10分 14時55分	
8月24日	43日	14時12分	
8月25日*	44日	13時10分	
8月28日	47日	11時48分	
8月29日	48日	9時36分 11時15分 12時58分	
8月30日	49日	7時15分 10時41分	southbound**
8月31日	50日	10時6分	
9月1日	51日	9時30分 11時12分	
9月2日	52日	11時8分	
9月3日	53日	10時5分	
9月4日	54日	9時32分	
9月6日	56日	10時5分	
9月11日	61日	15時4分	
9月13日	63日	14時38分	
9月14日*	64日	14時3分	
9月15日	65日	7時14分	
9月16日	66日	12時49分	
9月20日	70日	10時25分	
9月22日*	72日	10時56分	
9月24日	74日	9時47分	
9月26日	76日	8時37分	
9月27日*	77日	8時0分	

* 印は写真が送られてきていないもの。

** 軌道についての詳しい説明は、川畑幸夫, 1961: 雲解析について, 測候時報, Vol. XXVIII, No. 7, pp. 251-260, 参照。

*** 打ち上げの日を第0日とする。

の衛星の軌道もほぼ同じ筈で同様な傾向をたどる。第2表に衛星の軌道資料を示す。

台風18号(第2室戸台風)は前に説明した後半の期間に撮影された。第6図は南方洋上にある間のものである。

ここにかけたような写真が全部で842枚(ポジフ

第2表

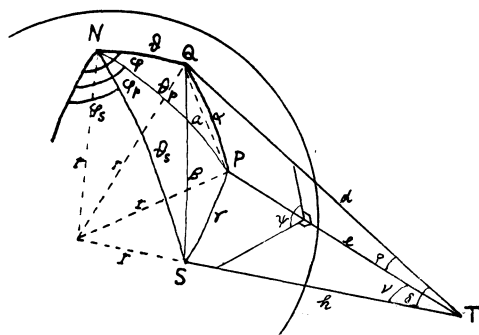
	TIROS I	TIROS II	TIROS III	TIROS IV
打ち上げ年月日時	1960年 4月1日 20時13分	1960年 11月23日 20時13分	1961年 7月12日 20時25分	1962年 2月8日 21時44分
遠地点	464.4 ^{マイル}	454.7 ^{マイル}	507.1 ^{マイル}	
近地点	432.5 ^{マイル}	384.6 ^{マイル}	459.7 ^{マイル}	
軌道面と赤道面がなす角	48.39°	48.53°	47.89°	
周期	99.24分	98.25分	100.4分	

フィルム, 200フートリール2巻)。アメリカから送られてきている。TIROS III から撮影された雲の写真は9月の末には不明瞭になり、10月13日に国際協力を打ち切った。

衛星から写した写真を利用するには、先ず写っている場所を決めなければならない。このためにアメリカから送られて来ている資料は次の通りである。

1. 衛星の直下の地点の緯度, 経度, 衛星の高さ。(2分毎の値が示されている。)
2. カメラの光軸と地表が交る地点の緯度, 経度。(2分毎の値が示されている。)
3. 撮影日時
4. fiducial grid
5. 雲解析図

撮影時の衛星の位置と撮影の中心地点の位置が与えら



第7図

- N: 北極
- S: 衛星直下の地点 (緯度 θ_p , 経度 φ_p)
- P: 撮影中心地点 (緯度 θ_p , 経度 φ_p)
- Q: 着目地点 (緯度 θ , 経度 φ)
- T: 衛星
- r: 地球の半径
- h: 衛星の高さ
- ρ, ψ : 写真上の極座標の成分 (第2図参照)

れている場合に、地表の着目地点の緯度経度と第2図に示したような写真上の極座標であらわしたその地点の位置の間には次のような関係がある。

$$\begin{aligned} \cos \alpha &= \cos \theta \cos \theta_p + \sin \theta \sin \theta_p \cos (\varphi - \varphi_p) \\ \cos \beta &= \cos \theta \cos \theta_s + \sin \theta \sin \theta_s \cos (\varphi - \varphi_s) \\ \cos \gamma &= \cos \theta_p \cos \theta_s + \sin \theta_p \sin \theta_s \cos (\varphi_p - \varphi_s) \\ a^2 &= 2(1 - \cos \alpha) \\ d &= \sqrt{2(C_1 - C_2 \cos \beta)} \\ e &= \sqrt{2(C_1 - C_2 \cos \gamma)} \end{aligned}$$

$$C_1 \equiv 1 + \frac{h}{r} + \frac{1}{2} \left(\frac{h}{r} \right)^2$$

$$C_2 \equiv 1 + \frac{h}{r}$$

$$\cos \delta = \frac{C_2 - \cos \beta}{d}$$

$$\cos \nu = \frac{C_2 - \cos \gamma}{d}$$

$$\cos \rho = \frac{d_2 + e^2 - a^2}{2de}$$

$$\cos \psi = \frac{\cos \delta - \cos \rho \cos \nu}{\sin \rho \sin \nu}$$

これらの式の中の符号の意味は第7図の通りである。また地平線の形は次の式であらわされる。

$$\sin \eta = \frac{r}{r+h}$$

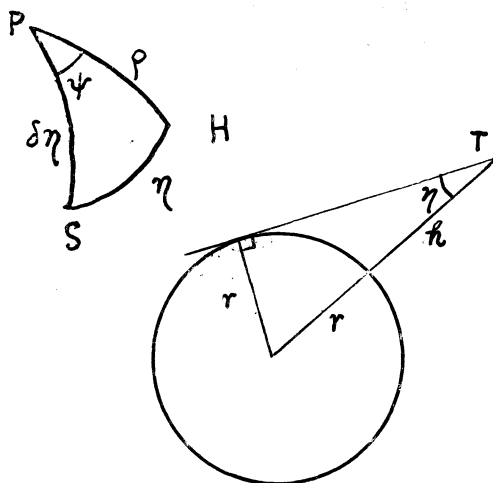
$$\cos \psi = \frac{\cos \eta - \cos \rho \cos \delta}{\sin \rho \sin \eta}$$

これらの式の中の符号の意味は第8図の通りである。これらの計算はかなり手間がかかるので K. Watanabe (1961) は衛星の真下の点を極とする極座標を地表に描き、それを写真上に投影する方法で、TIROS I の時のオホーツク海上の流氷を調べている。また L.F. Hubert (1961) は、衛星の真下の点と撮影中心地点を通る大円と、それに直交し、衛星の真下の点を通る大円と、それらの大円に平行な小円を180海里間隔にひき、このような地表の格子を写真上に投影した図を使用している。

ここにかかげた写真の緯線経線を引くには市販されているカービンテーブル（大型、このテーブルの上面はガラスになっていて下を透視することができる）の下に直径32cmの鉄製の地球儀をおき、衛星の位置を示す針は磁石で地球儀上に固定するようにして、次のような方法で描いた。

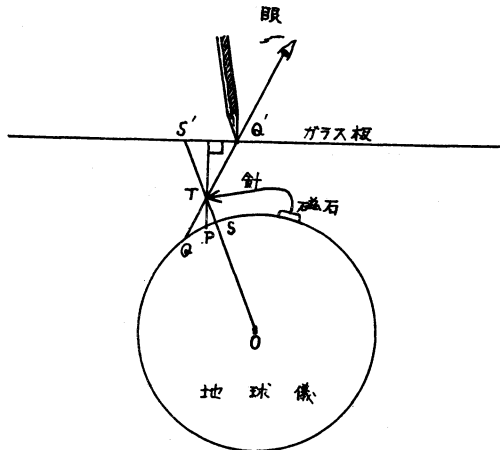
1. 針の先端が衛星の位置を示すようにして針を固定する。

2. 次の点が一直線上にくるように地球儀を回す。眼、ガラス面にうつった眼の像、衛星の位置 T、撮影の中心



第8図

- T: 衛星
- h: 衛星の高さ
- r: 地球の半径
- η: 地平線の俯角
- P: 撮影中心地点
- S: 衛星直下の地点
- H: 地平線上の点
- ρ, ψ: 写真上の極座標の成分 (第2図参照)



第9図

地点。

3. 次の点が一直線上にくるような位置に眼と鉛筆を置いてガラス面上にしるしをつければ、この点 Q' が地表の点 Q に相当する。

眼、ガラス面上の鉛筆の先端 Q', 衛星の位置 T, 地表の任意の点 Q。

4. 地球儀上の緯線と経線の各交点をこのような方法でガラス面上に投影し、それらの点を結べば緯線経線の投影図を得ることができる。

5. この図にレンズの歪の補正をし、写真と同じ大きさになるように縮小して写真の上に置けば、写真にうつっている雲のある場所の緯度経度を読み取ることができる。

ただし、実際に使った装置は完成品でなく、精度がよくないために、最後の操作は簡略化し、テーブル上に描かれた緯線経線の図をアメリカから送られてきている雲解析図に合うように補正して写真上にスケッチした。

TIROS II (TIROS II については軌道番号125 (1960年12月), 140 (1960年12月), 786 (1961年1月16日)の写真が送られてきている。これらの写真是カメラの故障のためピントが合っていない。) 以下についてはこのような操作に必要な資料がついているが、TIROS I (軌道番号1~109の写真, 200フィートリール7巻が送られてきている) については撮影中心地点の緯度が与えられていない(雲解析図もない) このような場合の方法については K. Watanabe (1961), T. Fujita (1961) が報告を出している。後者はメルカトル投影による地図上で種々の操作をしている。ただし普通のメルカトル投影では赤道に接する円筒を考えるが、彼は赤道と48度の角で交る大円に接する円筒に投影しものを使用してい

る。

1962~1963年の冬に打ち上げが予定されている気象衛星 NIMBUS はカメラが常に地球の中心え向くように設計されているので、TIROS の場合よりも操作が楽になる。

参考文献

- 1) 川畑幸夫, 1961: 雲解析について, 測候時報, 7, 251~260, 8, 297~300.
- 2) 藤井幸雄, 1961: タイロスが捕えた熱低, 天気 9, 304~306.
- 3) Fujita, T., 1961: Outline of a Technique for Precise Rectification of Satellite Cloud Photographs. Technical Report to the U.S. Weather Bureau (Contract No. 10047).
- 4) Hubert, L.F., 1961: Camera Attitude Data, Analysis of Location Errors, and Derivation of Correction for Calibration. Meteorological Satellite Laboratory Report to the National Aeronautic and Space Administration. MSL Report No. 5.
- 5) Hubert, L.F. 1961: Canadian Grids for TIROS I: Additional Orientation Data; Errata. *Ibid.*
- 6) Watanabe, K., 1961: On the Theory and Technique of an Easy Method of Wide Range Photogrammetry for the Observations of Sea Ice Distribution. Oceanographic Magazine. Vol. 12, No. 2.

【新書紹介】日本の風 田口龍雄著

A 5版 86頁 財団法人気象協会発行 定価 250円

ふだんの生活にでてくるヤマセの風, ダシ, オロシなどの風の名前をきくたびに, われわれは, どんな風だろうか, どの地方でいつごろからいわれてきたものだろうか, と知りたくなることが多い。こんなとき本書をくりひらげると, 大和時代, 平安時代, 鎌倉室町時代, 江戸時代に, われわれの祖先がどんな経験をし, どんな考え方をしたか, そしてどの風の名前はどの記録からあらわれているかが, 実に豊富な資料と図や絵で説明してあり, 気象のみならず, 文化史, 歴史などに興味を持つ人々にも, またとない書物となっている。著者の「はしがき」にもあるように「小稿は風に対する日本人の関心や知識が時代と共にどのように変化して今日に至ったかを, 主として古典や記録類から資料を選び, 気象科学の立場から回顧しようと試みたものである。」著者の豊富な知識をもとにして, はじめて出来たという感が深い。なお, 風にまつわる物語が, 短いながら 33篇のせてあり, 読物としても面白い。

(毛利圭太郎)

異国漂流記集 荒川秀俊編 気象研究所発行

気象資料シリーズの第2巻として出版されたもの。15の漂流記が載っており, うち一つは日本海で遭難し, 満洲に漂着したが, 他はすべて太平洋における遭難である。舟山(Chusan, 上海のそば), 台湾, 馬丹島, 廣東付近, ルソン, ボルネオなど西に流された話が多い。鳥島は測候所があるので気象人にはなじみが深いが, 以前は無人島で, ここに漂着したのが3例のせてある。漂流中アメリカ船に救助されてアメリカに渡ったジョン・万次郎とジョセフ, ヘコの記録もある。北東に流されてロシアに着いたのは一例で, 東に流されたのが少ないのは, 東に流された場合は救われる機会がきわめて小さいためであろう。各漂流記は原文のまま載せてあり, これに簡単な説明がついている。むかしの人々の見聞記は歴史の本とは異なり, 海外の生活を直接見る思いがして, まことに興味があり, また彼等の精神力には頭の下がるものである。

(有住直介)

『天気』9. 9.