

ATS 写真解析による冬季太平洋上の雲分布*

土 屋 清**・渡 辺 和 夫***

要旨: 太平洋全部をカバーする ATS 写真解析によれば、大きなスケールで見た12月および1月の太平洋上の雲分布には、次のような特徴がある。

- (1) 150°E 以東の赤道には雲が非常に少なく、赤道の両側には東西にのびる大きな雲バンドまたは雲の領域があり、北側のほうが厚くて幅も広い。南側のものは、隙間のあることが多い。150°E 以西では、北側の雲バンドは次第に南に下がり、南半球のものと融合している。
- (2) アメリカ西方の 35°N, 140°W 付近に中心を持つ高気圧内では雲が多い。
- (3) 500mb 天気図の中緯度高圧帯の軸の下では雲が少ない。
- (4) 200mb 面のジェット軸 (Js) の軸は、寒帯前線の雲バンドの北辺にある。ジェット軸に沿って収束のある所では雲バンドの幅は狭く、発散のある所では広がっている。
- (5) 500mb の相対うず度 0 の線は、寒帯前線の雲バンドとかなり良く一致する。
- (6) 南半球では 170°W 以東に東西ののびる雲バンドがあり、バンドの間隔は、高緯度ほど狭く、30°S 以南では 300~400km、以北では 900km ぐらいのことが多い。

1. まえがき

気象衛星タイロスからエッサへと、気象衛星から撮影した写真のカバーする面積が飛躍的に拡大するにつれて、綜観スケールの気象じょう乱に伴う雲分布の全容を見ることができるようになった。

ATS (Application Technology Satellite) は、150°W 付近の赤道上空やく 36,000km に地球に対して静止している。この衛星から撮影した写真は、太平洋のほとんど全域をカバーしていて、中間スケール以上の気象じょう乱に対応する雲分布をよく示している。ある瞬間の雲分布であるという点で、現在アメリカ環境科学局で多くの軌道の写真を集めて作っているエッサ 3号や 5号の合成写真とは違った価値がある。

この写真では、特に大スケールの気象じょう乱による雲がクローズアップされるせいもあって、比較的雲分布のパターンの分類が容易にできる。

ここでは、太平洋の地上天気図の気圧配置が冬季の平均状態に類似している1966年12月31日~1967年1月1日の例と、類似していない例として、1966年12月19日の写真に現われた雲分布と気象要素について検討した結果を

報告する。なおここで報告するものは、資料の関係で、北半球を主にした。

2. 太平洋上の地上気圧配置が冬季の平均状態に類似している場合の雲分布の例

太平洋上の地上気圧配置が、冬季の平均地上気圧配置に似ている例として、1966年12月31日~1967年1月1日の ATS 写真を第1図 a, b に、12月31日と1月1日の地上天気図を第2図 a, b に示す。

第2図 a の 42°N, 177°E 付近にある 996mb の低気圧は、30日 12Z に 39°N, 171°E 付近で、寒帯前線上に発生したもので、発達しながら 50~60km/h ぐらいのスピードで北東に進んでいた。この低気圧の一番発達したのは、31日 12Z ごろで、中心気圧は 986mb になった。またアリューシャン列島北部の 56°N, 168°W 付近には 978mb の閉そくした低気圧が停滞していた。また 37°N, 140°W 付近には 1038mb の高気圧があるが平常状態に対する類似については、特にこの高気圧に注目をした。

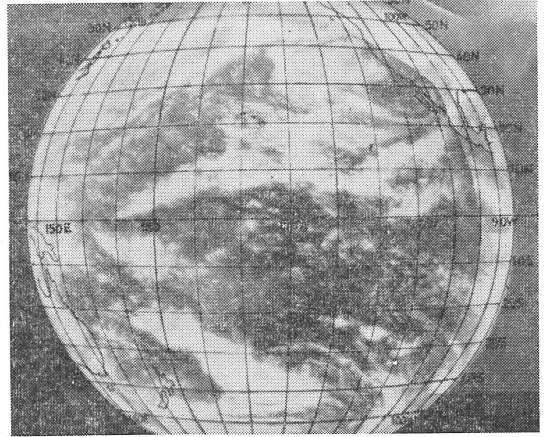
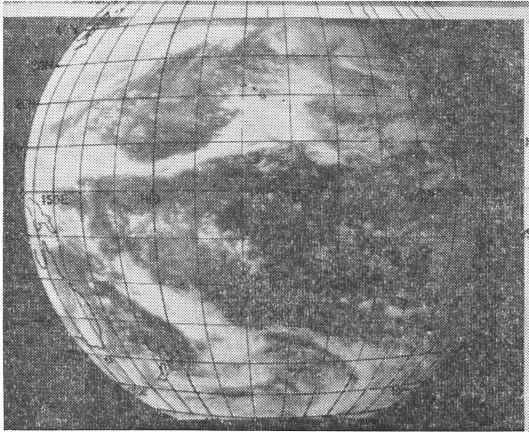
また南半球 (第1図 a) ではニュージーランド東方には 1002mb の弱い低気圧があり、その低気圧からのびる前線上ではかなり積乱雲が発生していて、雷雨になっている所もある。熱帯での最低気圧は南半球にあり、かなり広大な範囲が 1006mb ぐらいの低圧部になっていた。だいたい南北両半球を通じて、気圧配置はほぼ平均状態に類似していると言える。

* The cloud features and distribution as revealed by ATS pictures during winter season over the Pacific Ocean.

** Kiyoshi Tsuchiya (気象庁予報課)

*** Kazuo Watanabe (気象研究所)

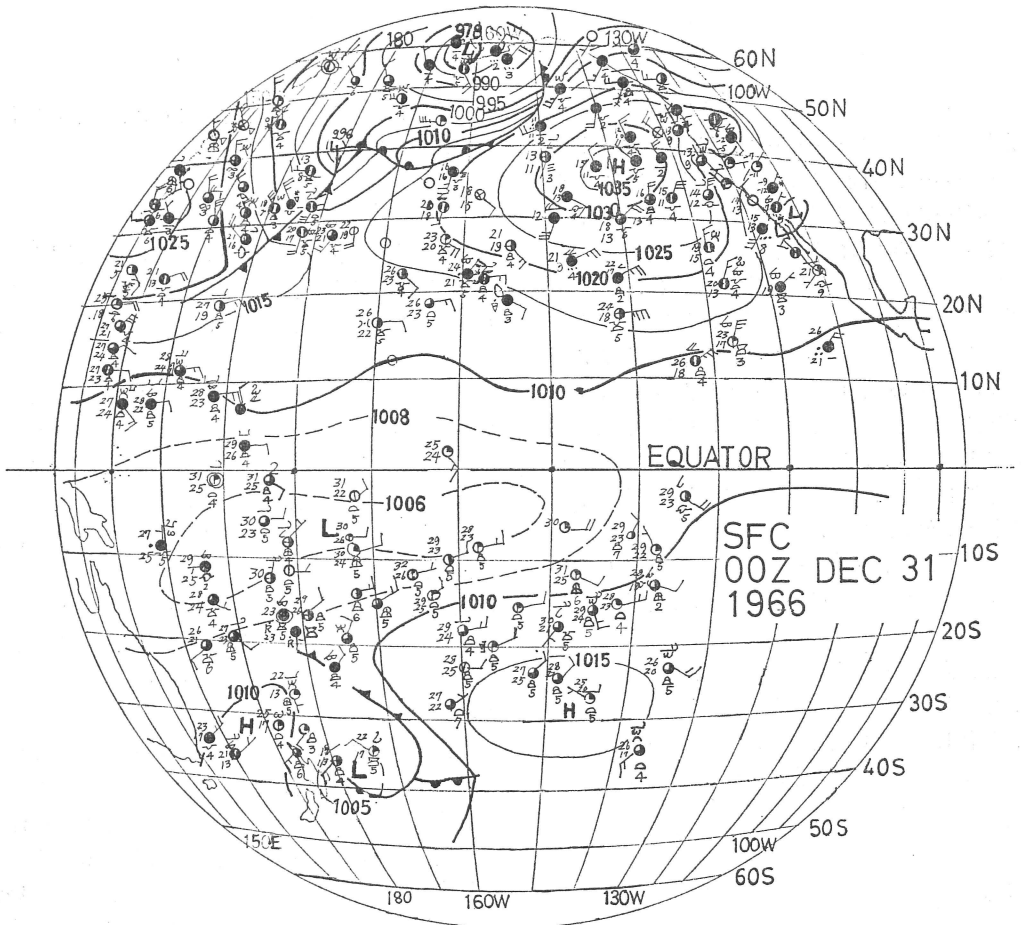
—1967年12月5日受理—



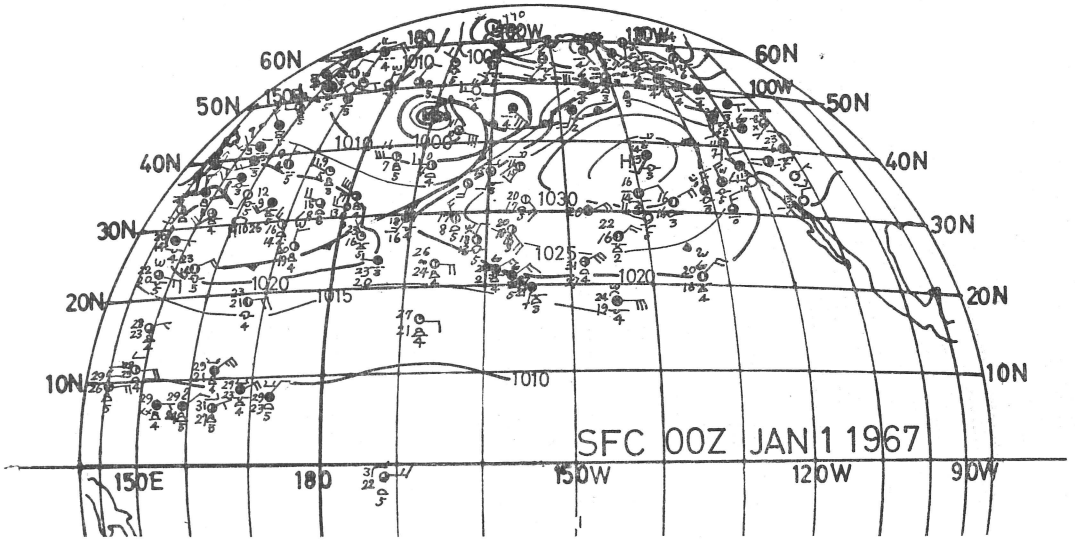
(a) 1966年12月31日 0時14分22秒 (Z)

(b) 1966年12月31日 23時29分07秒 (Z)

第1図 ATS 写真, 太平洋上の地上気圧配置が平均状態に似ている場合の例

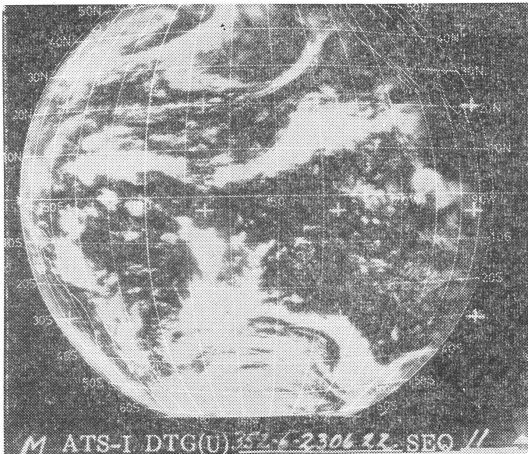


第2図 (a) 1966年12月31日 0時 (Z)



(b) 1967年1月1日0時(Z)

第2図 地上天気図



第3図 ATS写真. 太平洋上の地上気圧配置が冬季平均状態から外れている場合. 1966年12月18日23時06分22秒

3. 北半球太平洋上の地上気圧配置が平均状態に類似していない場合の例

この例として1966年12月19日を選び上げる. 第4図からも明らかのように, 平均地上天気図で高圧部になる35°N, 140°W 付近が低気圧部になっている. 第4図はこの時の ATS 写真である. この日は, 日本付近でも九州西方には 1011mbの低気圧, 本州東海上に 1026mbの高気圧があり, 西高東低の気圧配置は逆になっており, 北半球太平洋中緯度の地上気圧配置は平均状態とはかな

り違っていた.

5. 雲分布の一般的な特長

太平洋上の気圧配置が平均状態に類似しているときの雲分布は次のようになる.

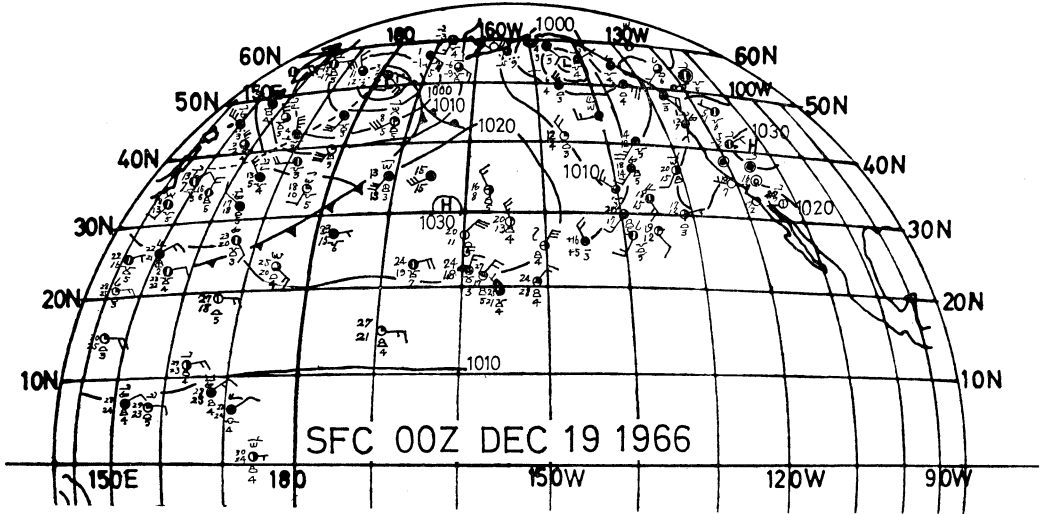
(1) 華南→アリューシャン→アラスカの方にのびる寒帯前線の雲バンドと, ニューゼaland東方海上からソロモン群島方面に向って北西にのびる南半球の寒帯前線の雲バンドは, 5°N 付近を軸にしてほぼ対称になっている.

(2) 150°E 以東の赤道上では雲は非常に少ない. これは気圧場あるいは大気大循環などによるもののほかに, 赤道付近を西から東に流れているペルー寒流の影響もかなり大きいと考えられる. Svedrup (1943) の教科書にある水温分布でも, 180度以東では最低温度の軸が赤道上にあるのは興味深い.

(3) 赤道の両側には東西にのびる幅の広い雲バンドがいつでもある. ここで示した3枚の写真では, 南半球のものは, 対流性の雲で隙間が多いが, もっと厚くなる場合もある. 南半球のほうの雲が厚く, 幅が広くなると, 北半球のほうは, 幅がやや狭くなる傾向がある.

これら2本の雲バンドは, 西に行くに従って次第に接近し, 150~170°E 以西では一本になる.

(4) 南半球の160°W 以東では, 雲バンドが東南東から西北西に配列し, その間隙は南極に近づくほど狭く, 軸の間隔は, 30°S 以南では 400km 前後のことが多く,



第4図 地上天気図. 1966年12月19日0時(Z)

北の方では赤道に近づくほど幅が広くなり、900km ぐらにもなる。

(5) アメリカ西方海上の中緯度高気圧の中では、比較的雲が多い。いつばうメキシコ西方海上では、いつもほとんど快晴である。

6. 寒帯前線の雲バンド

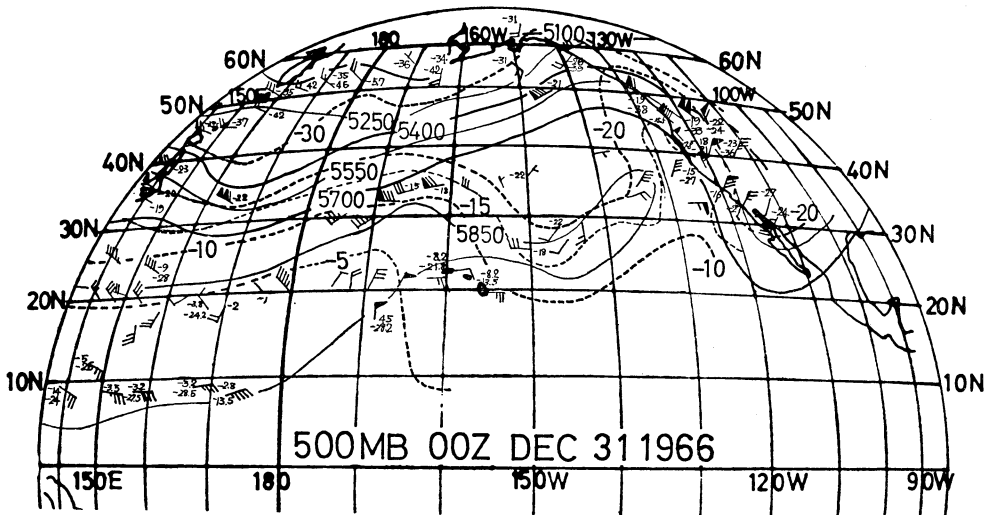
気象衛星エッサ APT 写真解析による西太平洋、日本付近の寒帯前線の雲バンドについては土屋 (1967), 土屋・保科 (1967) の詳しい報告があるが、日本で受画した APT 写真では、日付変更線以东については分からなかった。ATS 写真で初めてアメリカ西海岸までの状態

がはつきり分るようになった。

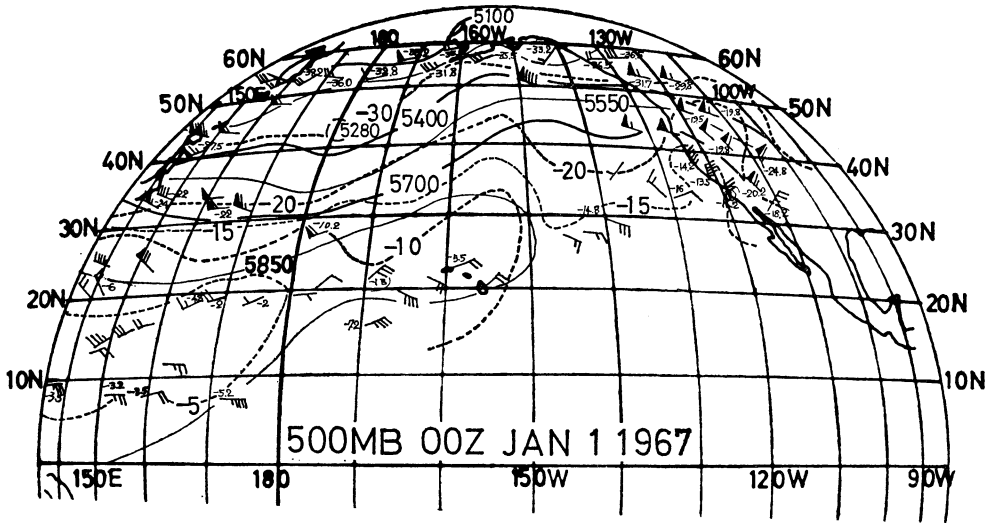
ATS 写真では、SP から離れた所の雲は斜から撮影することになり、解像度が悪く、細かいことは分からないが、小さな隙間を無視すれば、雲バンドの幅は平均数百 km で閉そく点付近では 1,000km ぐらいいもなっている。また長さは 10,000km ぐらいいもある。

7. 500mb 高度場と雲分布

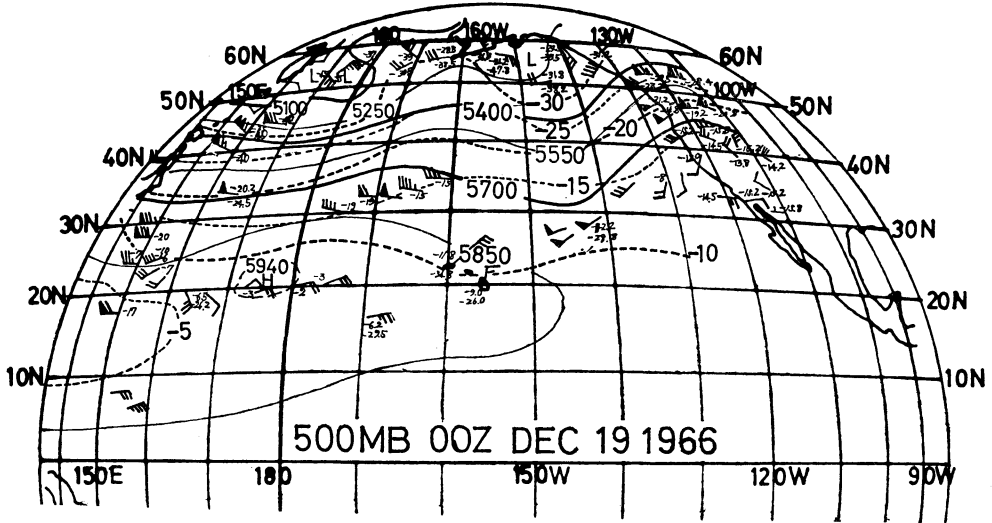
500mb 面の谷と雲分布の関係については、TIROS 写真解析による Oliver ら (1964), Anderson et al (1966) や ESSA APT 写真解析による土屋・保科 (1967) をはじめ多くの報告があり、いずれも 500mb の谷の前面



第5図 (a) 1966年12月31日0時(Z)



(b) 1967年1月1日0時(Z)



(c) 1966年12月19日0時(Z)

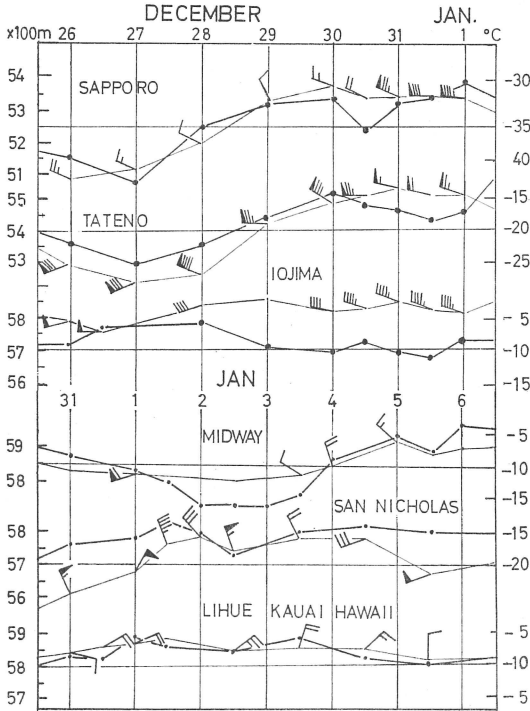
第5図 500mg 天気図. 等高線は 150m 間隔

で、前線の雲バンドの幅が広くなることを指摘している。

第5図の12月31日(a), 1月1日(b), 12月19日(c)の00 GMTの500mb天気図から、前述の事実が確認できる。

アメリカ西方海上の中緯度高気圧内では、雲が多いことは前にも述べたが、12月31日00Z(第1図a)の写真では特に顕著である。第5図aから、500mb面では、地上天気図に現われた高気圧の上に顕著な寒冷うずがある。この寒冷うずは第6図(温度、高度、風の変化図)

から、1月2日12Zにアメリカ西岸のSan Nicholas Is(33.2N, 119.5W)を通過していることが分かる。このような寒冷うずがあるとき、東太平洋の中緯度では、地上の高気圧内でも直径が1,500km以上もの範囲が厚い雲で覆われる。なお第5図a, bにある日付変更線西方にある長波の谷は、第6図の札幌と館野の26~28日の高度・気圧変化からもかなり深い寒気を伴ったものであることが分かるが、太平洋西部の中緯度では、雲はバンド状あるいは明瞭なうずになり、団塊状にはなることが少ない。

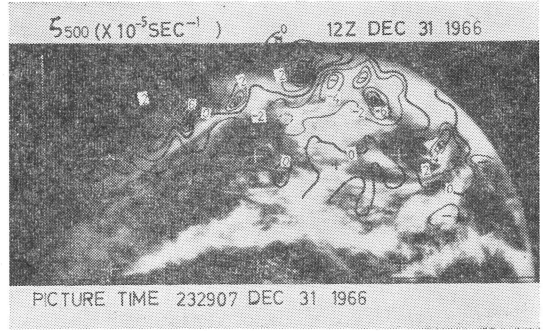


第6図 札幌, 館野, 硫黄島, Midway (28°13'N, 177°22'W), Lihue Kauai, Hawaii (21°59'N, 159°21'W), San Nicholas Is. (33°14'N, 119°27'W) の500mb 面における気温, 高度, 風変化図. 太字線は気温 (°C), 細字線は等高線 (×100gpm)

高度場から見た特に顕著な特徴は, 500mb 高度場の峯の軸の下で雲が非常に少ないことである.

8. 500mb 面の地衡風相対うず度と雲分布

第7図は, 12月31日12Zの地衡風うず度を31日 23.5Zの雲分布に重ねたものである. 雲の分布の形は, ATS写真ではそれほど変化はしないから, 大よその関係は分か



第7図 500mb 面の相対うず度 (1966年12月31日 12Z) と雲分布 (12月31日23時29分), 相対うず度の単位: 10^{-5} sec^{-1} .

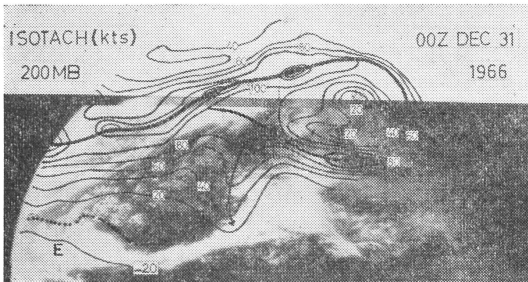
る. 一般に言えることは, 寒帯前線の雲バンドの位置は, 地衡風相対うず度の0線とよい対応を示している. また正の相対うず度領域で雲が多く, 負の相対うず度領域で雲は少ない. しかし低気圧の閉そくが完成されると, 相対うず度はその真上で最大になるが, 雲の多いのは, うず度最大値の前面である.

9. ジェット流と雲分布

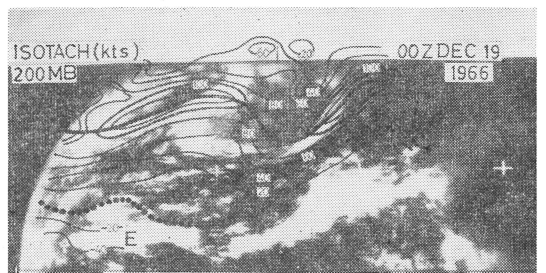
ジェット流に伴う雲については, Whitneyら (1966), Oliverら (1964) などがTIROSの写真解析に基づいて細かい雲の外見などについて報告している. また日本付近のものについては土屋・保科 (1967) が200mb 面の最強風軸は, 寒帯前線の雲バンドの北側にあること, 低気圧の雲の北端に300mb 面の強風軸が位置していることなどを指摘している.

低緯度での観測が少ないので, あまりはつきりしないが, ジェット機の報告も参照して作った等風速線と雲分布の関係を示したのが第8図である. これらの写真から次のようなことが分かる.

i) 西太平洋では, 低気圧の後面で, ジェット軸に沿



(a) 1966年12月31日 0時 (Z)



(b) 1966年12月19日 0時 (Z)

第8図 ジェット流と雲分布. 太線は200mb 面の強風軸で, 細線は20ノットごとの等風速線で偏東風の風速は負号をつけてある. 点線は偏西風と偏東風の境界.

って風速の傾度の無い所では、ジェット軸は、寒帯前線の雲バンドの北辺にあり、ジェット軸も雲バンドも直線のである。

ii) 軸に沿って加速する所では、北に向かい、減速する所では南に向かい中間の所で閉そく前線の雲バンドを横切るのが普通である。

写真の東の方は、高層観測資料が無くて分からないが、150°W以西では、赤道ですぐ北側の雲バンド(N-ITCに伴う)の北端は、200mb面の偏西風と偏東風の境界とよく一致している。第8図の点線が偏西風と偏東風の境界である。

10. 南半球の166°W以東の東西方向の雲バンド

第1図と3図からも分かるように、南半球の160°W以東では、雲が東西方向にかなり組織的に分布している。これらの雲は赤道に近い所ではセル状であり、極に近い所ほどバンド状になる。雲バンド軸の間隔は極に近い所ほど狭く、30°S以南では平均300~400km、以北では、800~900kmぐらになっている。

結語と謝辞……以上のことは、12~1月のATS写真の雲分布の要約で、じょう乱の移動、強さなどによって、日々の状況の変動はあるが、大まかには、ここに示した3枚の写真のどれかに類似している。

ここではおもに北半球のことばかり述べたが、南半球の資料が入手できなかったのでやむを得なかった。

最後に貴重な写真を提供して頂いたシカゴ大学の藤田

哲也教授、電波研究所の平井正一氏、討論に参加して頂いた加藤茂数、根本順吉の両技官、太平洋上の資料収集に協力して頂いた向山末一、杉本豊技官らに厚く感謝する。

参 考 文 献

- 1) Anderson R.K., Ferguson E.W., Oliver V.J., 1966: The use of satellite pictures in weather analysis and forecasting. WMO Tech. Note, 75, 186pp.
- 2) Oliver, V.J., 1965: Fronts. Proceedings of the international seminar on the interpretation and use of meteorological Satellite data, Tokyo, Dec. 1964, JMA 314pp.
- 3) Oliver, V.J., Anderson, R.K. and Ferguson, E.W., 1964: Some examples of the detection of Jet Streams from TIROS photographs. Monthly Weather Rev., 92, 441~445.
- 4) Svedrup H.U., 1943: Oceanography for Meteorologists. 246pp, Prentice-Hall, Inc. N.Y.
- 5) 土屋 清, 1967: 気象衛星資料の利用について, 気象研究ノート, 92, 95~108.
- 6) 土屋 清・保科正男, 1967: 気象衛星APT写真に現われた西太平洋の寒帯前線, ジェット流および低気圧に伴う雲分布, 研究時報, 19巻, 61~73.
- 8) Whitney, L.F. and Gray, T.I.Jr., 1966: On locating jet streams from TIROS photographs, Monthly Weather Rev., 94, 188~194.

〔書 評〕

1968年版 気象年鑑 (日本気象協会編)

ここ数年来新聞の社会面やテレビのニュース等で“気象”を扱うことが増えているのに気付かれる方も多いと思う。しかもその内容は、台風や豪雪などに代表されるいわゆる自然災害の問題のみならず、季節の移り変わり、風物詩、行楽といった面もかなり見うけられる。まことに日本人は英国人とならんで、お天気好きな国民のようである。

さて今回出版された68年の気象年鑑を手にとってみると、上に述べたような要求にふさわしい配慮があちこちに見られ、気象に関連した文章を書く人とか、旅行や行事の予定をたてようとする人々には好都合に出来ている。或いはまた1967年365日の天気図や、同年の寒波・梅雨・台風といった項目別の記事をながめながら、個人

的な想い出を楽しむ向きもあるかも知れない。気象の記録という点では、仲々良く整理されていると言えよう。

しかし本書の宣伝文句にある“教育・研究に”というのはいささかいただけでない。“台風が前線を刺激”したり“高気圧が低気圧を押し戻し”たりする式の解説におけるマスコミ用のお天気用語と、気象学としての専門用語とは一応区別してほしいものである。お天気↔天気予報↔気象学、という安直な結びつけは、それを書く側の反省が特に必要であろう。その欠点は、たとえば巻末の索引の粗末さに如実にあらわれている。次版にはこのへんを意識的にしっかり書き直すことを期待したい。そうすれば本書の気象記録としての特色がより生かされて結構重宝な本になるであろう。(広田 勇)