

1982～83年のオーストラリアの干魃に 起因するダスト雲の挙動

Behavior of dust clouds from Australian dust storms in 1982-83 as observed by the GMS

村山信彦*
N. Murayama

Abstract

Dust clouds observed by the GMS as a bright area between New Guinea and the north Australia (hereafter NG dust clouds) in the spring (in the southern hemisphere) of 1982 were examined in relation to the great drought of Australian continent. The time serial GMS visible imageries were surveyed for the period of June 1982 to February 1983 to find out the dust storms and the dust clouds distant from its source area and their connection. It was ascertained that NG dust clouds were transported mainly along with the southeasterly trades and partially from the north Australia and then stayed there in relation with convergent wind and/or calm condition forming eddy-like and/or wave pattern. Eddy and waves can help vertical thickening of dust clouds. Westward movements of the wavy dust clouds are in about 20km/h. Then the dust clouds extended to the west over Indonesia. A part of the dust cloud was transported to 20°N across the equator accompanying by a movement of the typhoon and also 20°S along with an incidental northeasterly wind.

1. まえがき

1982年9～11月のGMS全球可視画像を見ると、10°S、140°E付近(ニューギニア島南部)に、海のサングリントと同程度の明るさを示す楕円状の斑点域(約1000km×500km程度の広がり)が、しばしば出現しているのが見られた。1982～83年はEL Nin δ 現象出現の年に当たり、オーストラリア大陸できびしい干魃があったことから、これはオーストラリアで発生した砂塵嵐に起因するダスト雲であろうと推定した。第1図にその例(1982年10月10日および20日:00UTのGMS/VIS)を示す。この地域は気象観測が疎のところの詳細な気象解析はできない。オーストラリア気象局ダーウィン気象センター発行の傾度風解析の地上および700mbの流線図により、このダスト雲はニューギニア周

辺に存在した大きなうずにとり込まれているものであろうと推定された。

ここでは1982年6月～83年3月の期間のGMSのHR-FAX画像を使用して、このダスト雲の挙動を調べ、1982～83年のオーストラリア干魃による砂塵嵐の発生の検出を行ない、時系列画像データの対応によって両者の関連付けを試みた。

2. 1982～83年のオーストラリアの干魃

1982年4～6月から約1年間継続した少雨(平常の1/3)によって、オーストラリア東部は100年に1度の記録的な干魃に見舞われた。第2回はオーストラリアの降水不足の分布を示している(Bureau of Meteorology)。これによると西部に広がる砂漠地帯でなく東部の半乾燥地の方がきびしい状態にあったことがわかる。

* 気象衛星センター
Meteorological Satellite Center

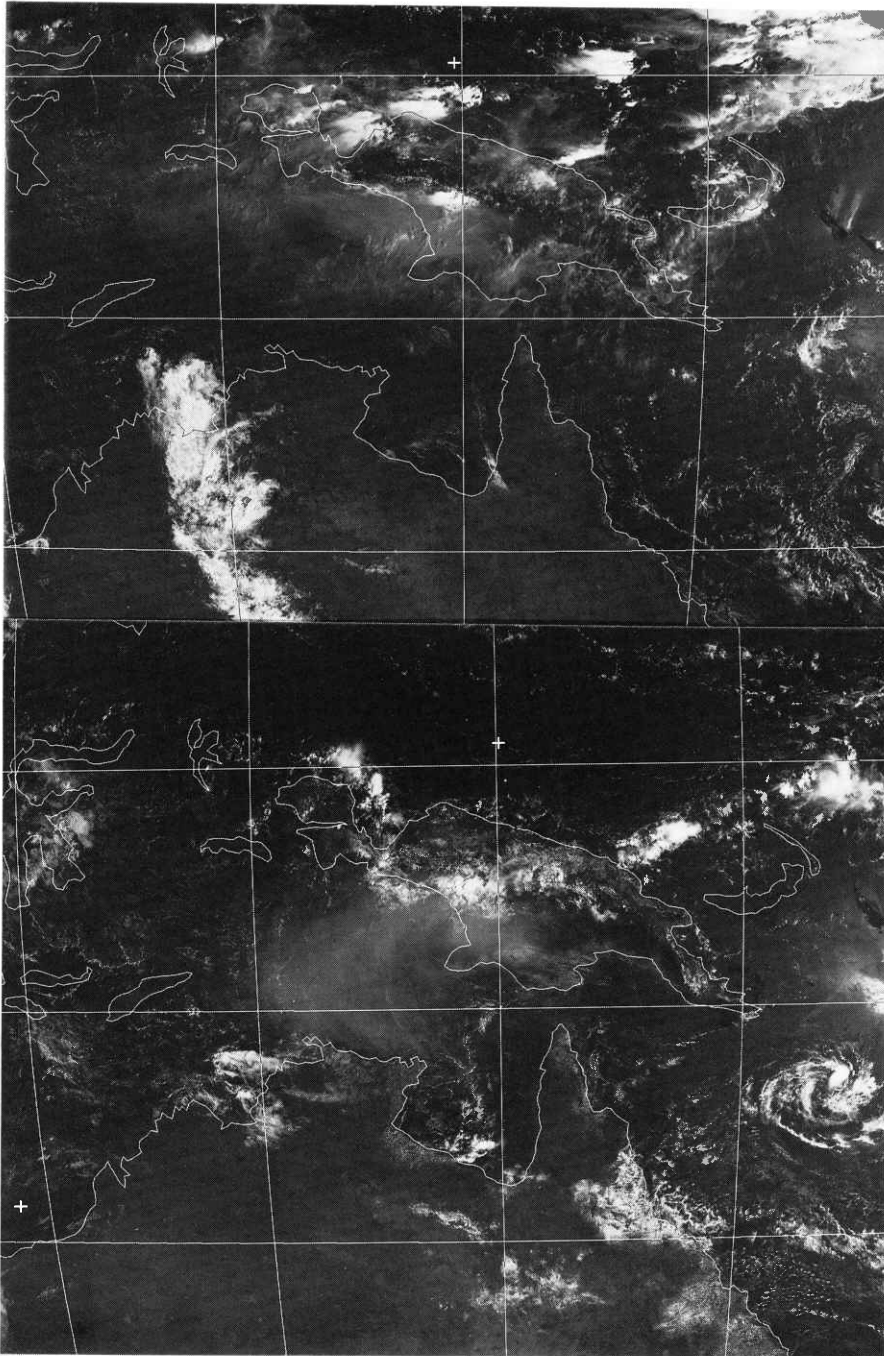
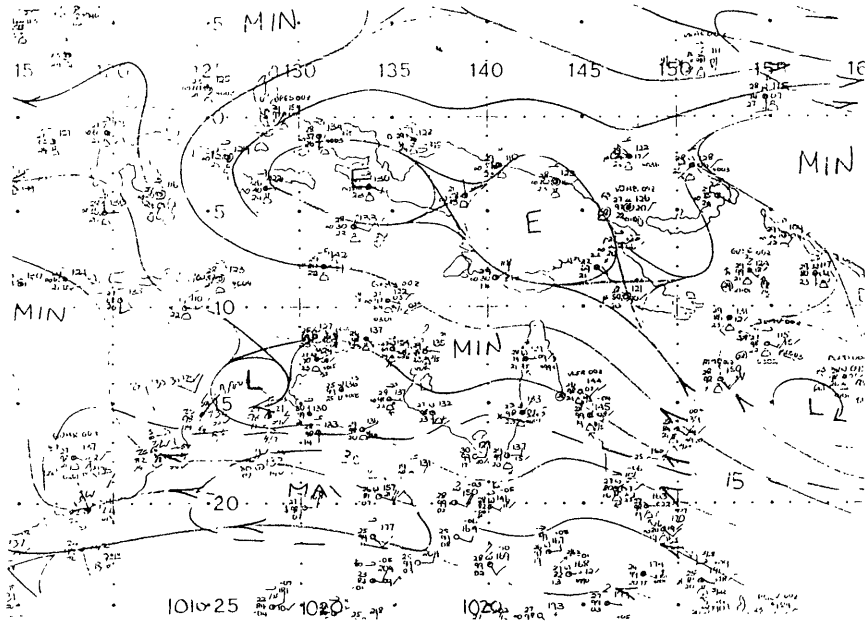
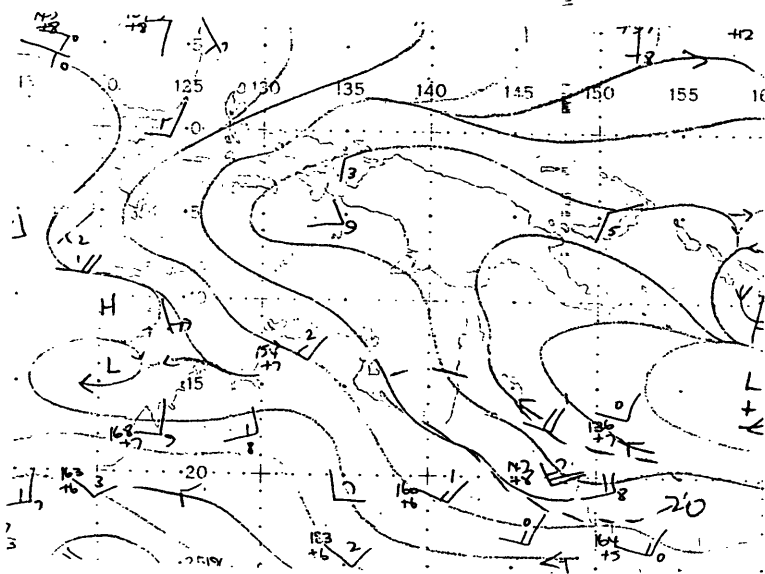


Fig. 1a) Examples of GMS visible imageries (Nov10 and 20: 00UT) showing the oval-shaped bright area between New Guinea and the north Australia. This was first suspected to be the dust clouds caused by the Australian drought in 1982.



A



B

Fig. 1 b) Streamline chart of surface (A) and 700mb (B) on November 19, 1982: 00 UT prepared by the Darwin Meteorological Office, Australian Bureau of Meteorology. This is only an available meteorological data and leads to a thought that the dust cloud relates with a large eddy persistent. Area of the charts is the same as in Fig 1 (a). (courtesy of Bureau of Meteorology and Dr. G.W. Paltridge, CSIRO).

Rainfall Deficiencies based on a Selected Network of
Telegraphic Report Stations

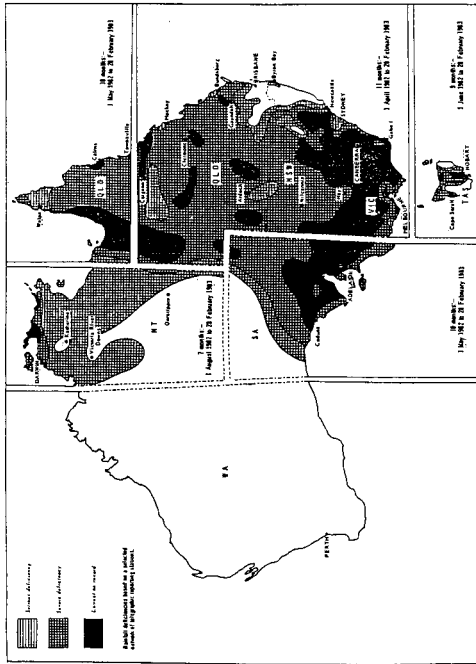


Fig. 2 Rainfall deficiency in 1982-82 in Australia
(from A Drought Watch System by W.J.Gibbs,
WCP-134)

歴史的な大干魃であり、激しいダストの舞上がり
が度々生じたであろうことは容易に想像できるが、今
まで報告されているものは、1983年2月8日 Mesbourne
市を襲った砂塵嵐についてだけに止まっている (Gar-
ratt 1984, Lourenz & Abe 1983)。

3. ニューギニア・北部オーストラリア間のダスト雲の発現

ニューギニア島南部とオーストラリア北部の海上に
存在したダスト雲 (以下 NG ダスト雲と略称する)
は、東西方向に長軸をもつ楕円形をしていることが多
く、その明るさの濃淡から大きなうず (1,000km x 500
km程度) にダストが取り込まれたものと推測される。
すなわち eddy enhanced ダスト雲である。NG ダスト
雲は、9月末~12月の間消長を繰り返えし、11月が最
も顕著に見えた。GMS/VIS 画像を用いた調査では、7
月初旬から1月中旬までの間にダスト雲の発生消滅の
消長が起こっていること、ただし10月以降になって初
めて観測者のだれもが気付くようになったことが分か

った。

これらのダスト雲はオーストラリア大陸から直接運
ばれて来たものであろうか? 干魃地域すなわち砂塵嵐
発生可能域は主として中緯度の偏西風帯にある。そこ
で初め偏西風で太平洋上へ運ばれ、それから南東貿易
風に捕えられて、ニューギニア南部に達するのが最も
多い場合と考えられる。ECMWF 発刊の850mb 風解
析図 (水平分解能300km) を使い、ダスト雲の広がり
と風の対応をとった。第3図にその例を示す。

10月23日 (3図右下) はダスト雲が南東から北西へ
4000~5000kmも伸びていて、全体の明るさは減少して
いる。ちょうど偏東貿易風にダストが乗った形をして
いて、オーストラリア東部から海上へ出たダストが偏
東貿易風によって赤道へ運ばれる途中の状態を示して
いるものと解釈される。干魃の期間オーストラリア大
陸の高気圧が高く南東貿易風は通常より強かったと言
われている。10月15日 (第3図A)、10月25日 (同B
図)、11月10日 (同C図) ともうず状を呈し、気流の収
束域の位置している。うずの中心に相当する部分の明
きは一段低くダストは薄く、周辺の方が明るく、し
たがってダストが濃くみえる。すなわち気流の収束域
にできる大規模なうずにダストがとり込まれ、垂直方
向に累積して、したがつて上空から見たときダストが
濃く見える (eddy-enhanced) と考えられる。うずの回
転方向は明瞭でないが時計回りすなわち低気圧性回転
のようにみえる。

またダスト雲はニューギニア島中央を東西に走る山
脈を直接越えて広がることなく、その南側に止まり、
時に西方から山脈の北側に流れて行くように見える。
第4図にニューギニア島の地形の概略を示した (山脈
の高さは3000m以上のところがある)。このことからダ
スト雲の高さは高くとも3000m以下であると推定でき
る。

4. 砂塵嵐と沿岸からの吹き出し

ダスト雲の源にあたる砂塵嵐の発生を探るため、
1982年6月~83年3月の期間について、オーストラリ
ア東部の強風域を調べ、次に GMS 画像に砂塵嵐を探
した。強風域は ECMWF 発刊の850mb 風解析図 (1日
1回に12UT、水平分解能を300km) の140°E 以東、30°
S 以北の区域を対象とし、まず15m/s 以上の強風域の
ある日 (7月18~19日、31日、9月8日、15日、29日、
10月9~10日、16日、19日、11月17日、25日、12月7
日) を抽出しその日の前後数日間の GMS 画像を調べ、

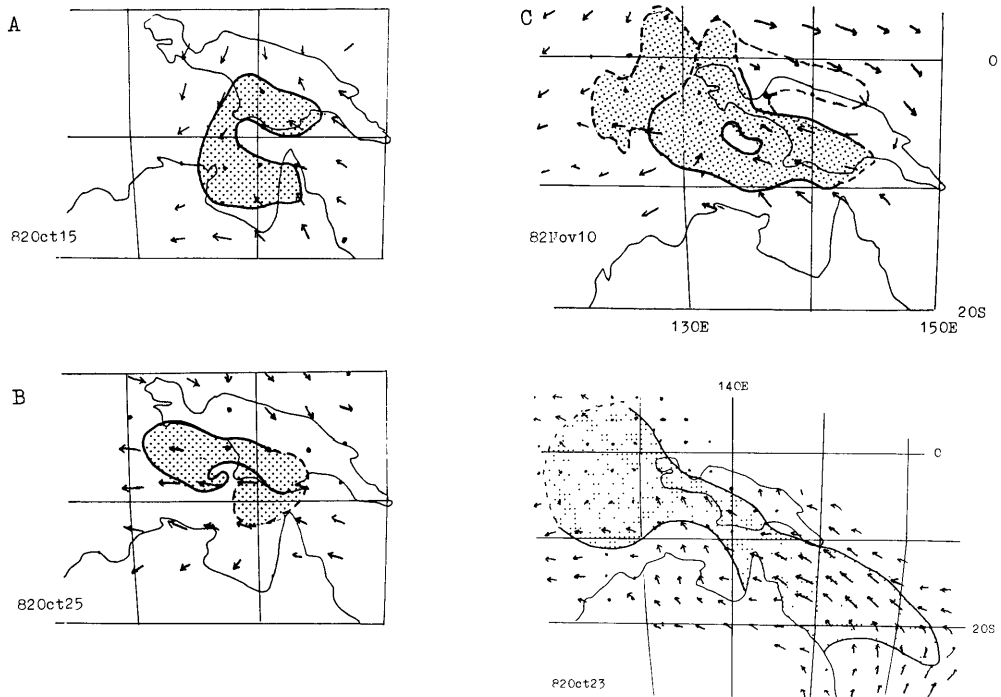
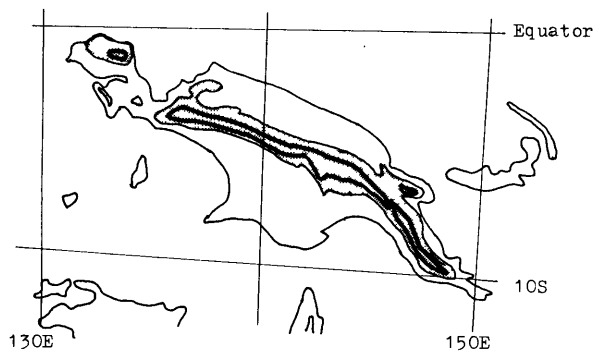


Fig. 3 850mb wind analysis superposed by the dust clouds on Oct 23 (lower right) and on Oct 15 (A), on Oct 25 (B), and on Nov 10, '82 (C). On Oct 23 the dust clouds elongated from the ocean east of Australia to New Guinea and further to NW by southeasterly trades. In (A), (B) and (C), the dust clouds between showed eddy pattern associated with convergence of the air flow surrounded.



Topography of New Guinea by 1000m and 2000m contours

Fig. 4 Topography of New Guinea Island. Mountain range is shown by shaded area with contours of 1000 m and 2000 m and more in altitude.

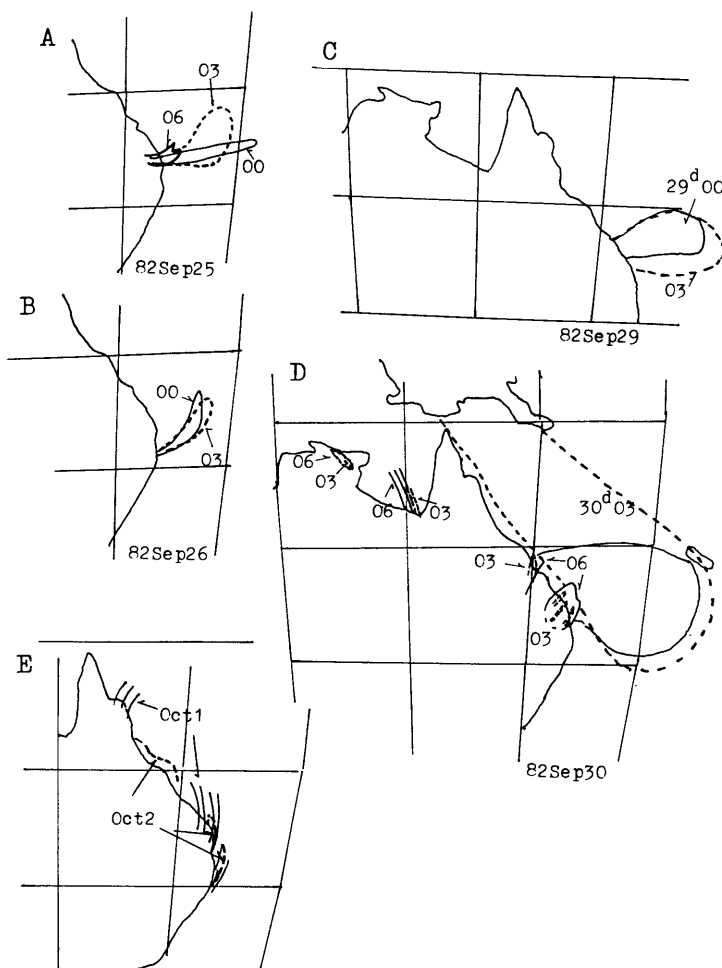
次に1982年9月～83年1月の全期間についてGMS画像を調べた。GMS/IR画像には砂塵嵐が検出されず、GMS/VIS画像に主として東沿岸から海上へ吹き出している場合および東海上のダスト雲が検出された。第5図に見いだされた9例を示した。

9月25～26日(5図A)、9月29～30日(5図B)とも東海岸(プリズベーン付近)から東ないし北東方向に吹き出し、後者はさらに北海岸から北への吹き出しもみられる。吹き出し方向は850mb風と一致している。また10月1～2日(5図E)には9月30日と同じように陸地から海への吹き出しのパターンが筋状を呈している。筋の間隔は50km～70kmである。

19～20日(5図FとG)はクイーンランド州南部の

東海岸から吹き出し海上でダスト雲(ブルーム)の方向が沖合400～500kmから風シャワーで曲げられている。12月6日(5図H)は東北沿岸から広く海上に広がっている薄いダスト雲が見られる。12月7日(5図I)は850mb風場の15m/s以上の強風域がサウスオーストラリア州東部・ビクトリア州西部・ニューサウスウェールズ州西部にまたがって内陸部に存在し、砂塵嵐が140°E、30°S付近の広域にわたり発生しており、強い南風(20m/s以上)によってアデレード北方約200kmからダストブルームを北方へ約1000kmも伸ばしている。

さらに83年2月8日メルボルン市を襲った砂塵嵐は19日には南東部のニューサウスウェールズ州から幅約1000kmのダストブルームとなって東海上へ延びた。10



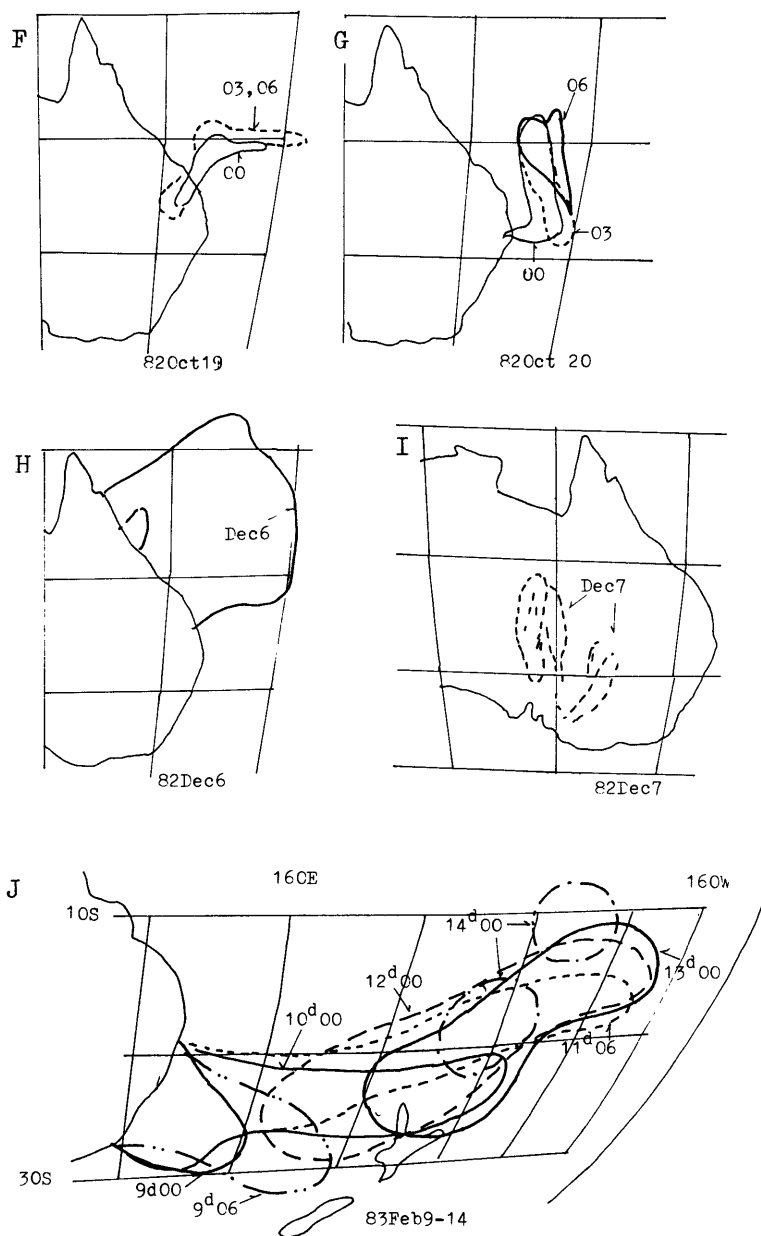


Fig. 5 Outbreak of the dust plumes originated from the dust storms in the east Australia as observed by GMS/VIS for September 1982 to February 1983. The dusts flew from mostly the east coast to the southern Pacific ocean. The case of February 9-14, '83 in (J) was associated with the dust storm wall passed Melbourne city in February 8, 1983.
 A) Sep 25, '82, B) Sep 26, C) Sep 29, D) Sep 30, E) Oct 1-2, F) Oct 19, G) Oct 20, H) Dec 6, I) Dec 7, J) Feb 9-14, '83

日に3000km、11日4000kmを超えて東北東へ流れ、14日には180°E付近の20°Nと30°Nに幅約1000kmの広がりダスト雲の存在まで確認できた。

12月7日の1例を除き、内陸部の砂塵嵐が検出できなかった。これはオーストラリア大陸の内陸の地面の反射率が比較的大きいことによるものと考えられる。これに対し東部沿岸部は植生によって反射率が比較的小さいので、砂塵嵐の初期のダスト舞上がりが検出されたのであって、ダストが拡散して広がった状態では顕著でないと検出されない。

またここで砂塵嵐として筋状パターンやブルーム状のものは、林野火災の煙ブルームが類似した様相を示すので、両者の判別は衛星画像だけではむずかしい。しかし大規模な林野火災（1983年2月16日、ビクトリア州メルボルン郊外とサウスオーストラリア州アデレート周辺で発生し、煙ブルームが北へ流れさらに北西と南東へ広域に広がった）の煙ブルームは発生域近くでは反射率が上記の砂塵嵐としたものより大きくまた

筋状構造はみられない。

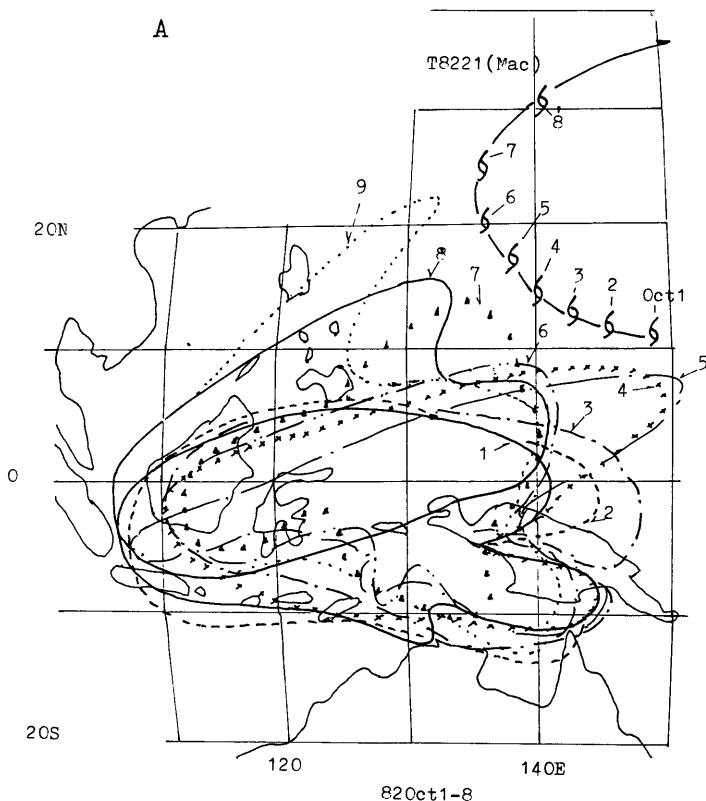
5. NG ダスト雲の時間的变化

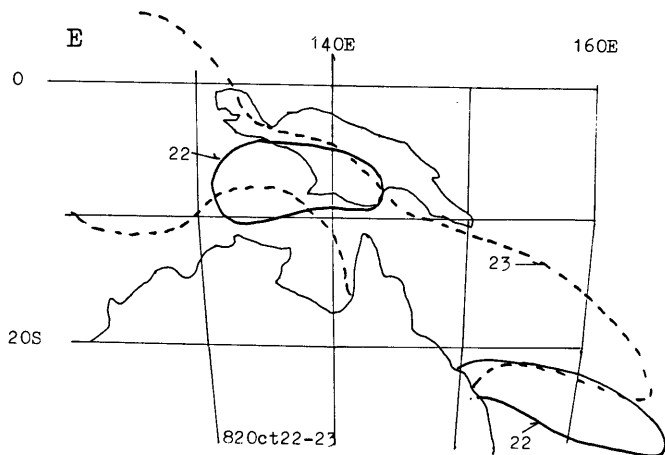
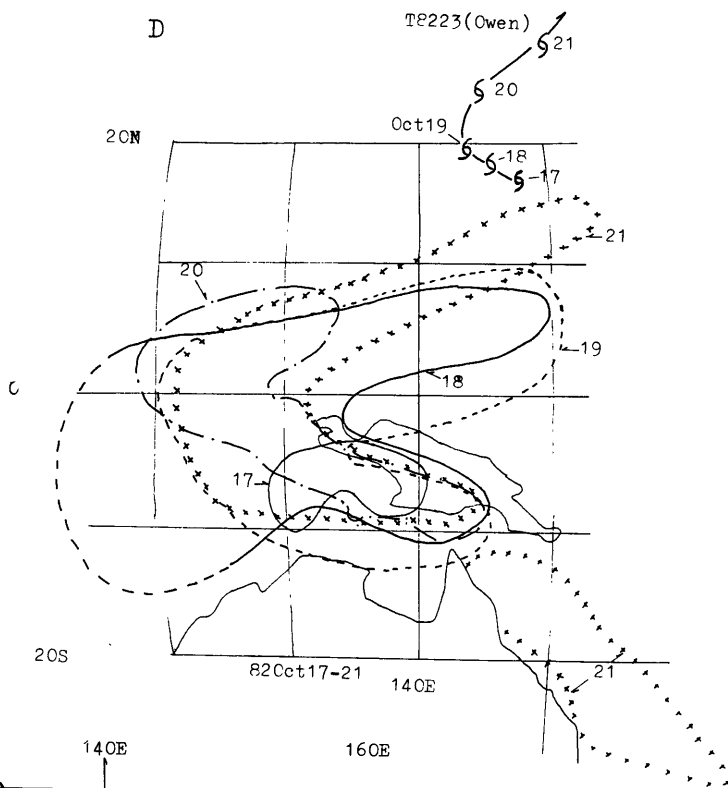
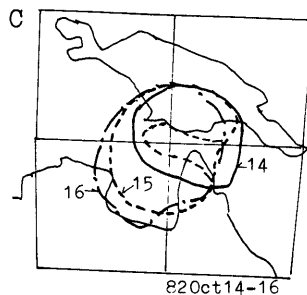
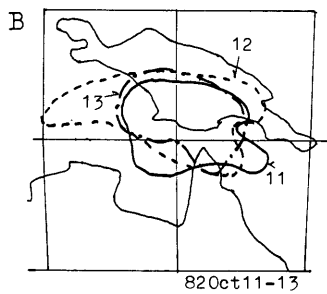
1982年10～11月の2か月間は NG ダスト雲が顕著であったので、この期間の毎日のダスト雲の形態の変化を調べた。第6図はダスト雲の輪郭を示し、以下に時間変化を説明する。

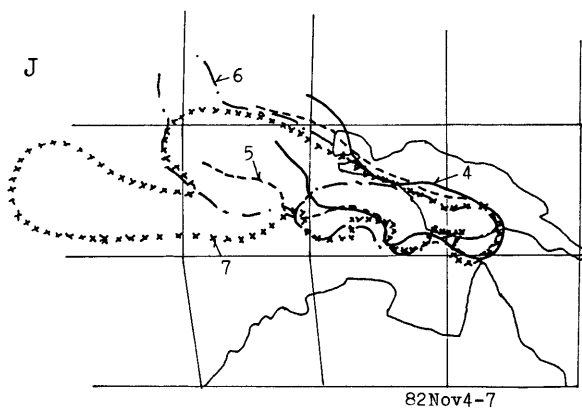
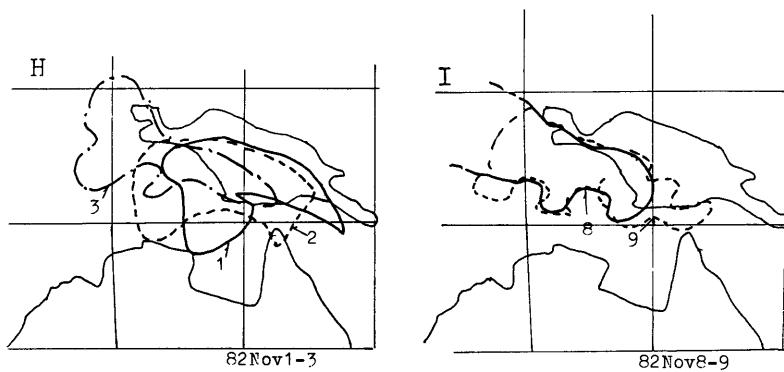
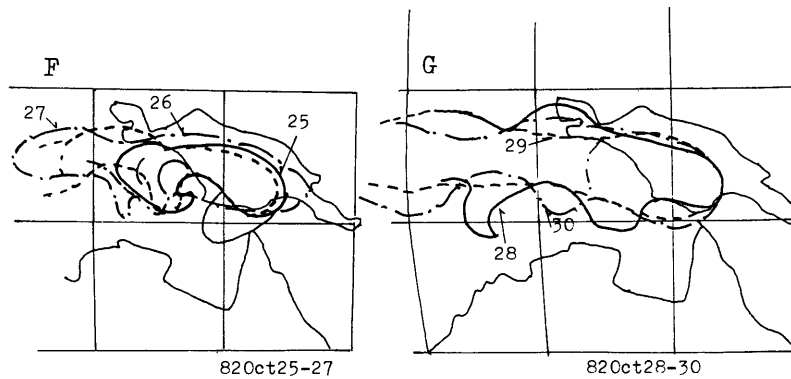
1) 北半球へのダストの輸送

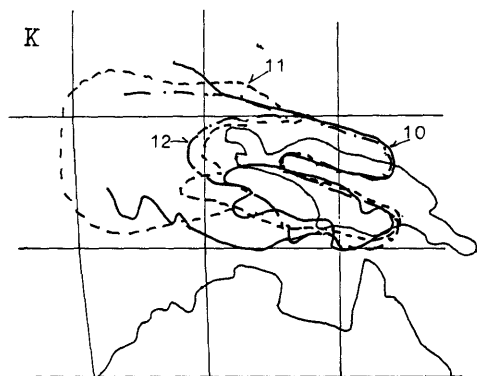
10月上旬に NG ダスト雲は東西約1000km、南北約500kmの広がりをもっていて、そこがあたかもソースであるごとく、110°E 以東のインドネシア上空に赤道の北約500km、南約1000kmの南北幅で広がっている。ニューギニア山脈の北側へは西方から入り込んだような形で広がっている。10月1日から8日にかけて台風21号(T8221Mac)が、10°N付近から30°Nへ北上するに伴い、広がったダスト雲の北端が7日に15°N、9日には23°Nまで達した。

10月18日から21日にかけて、NG ダスト雲のインド

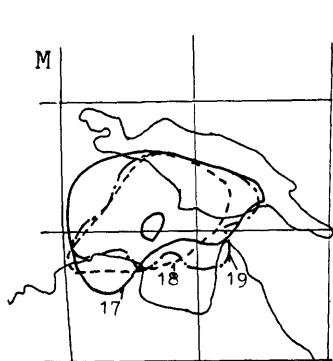
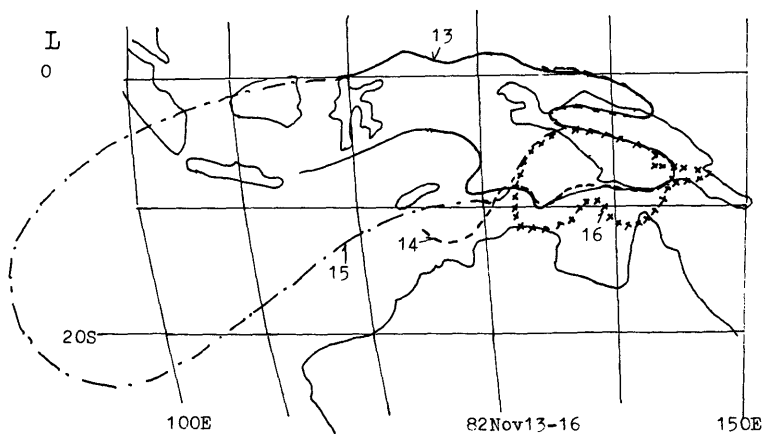




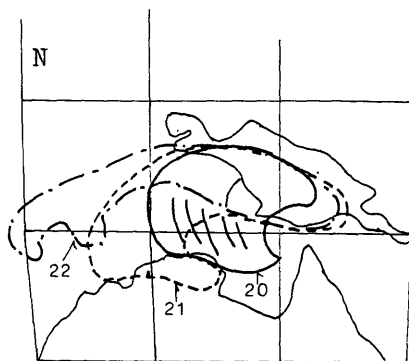




82Nov1J-12



82Nov17-19



82Nov20-22

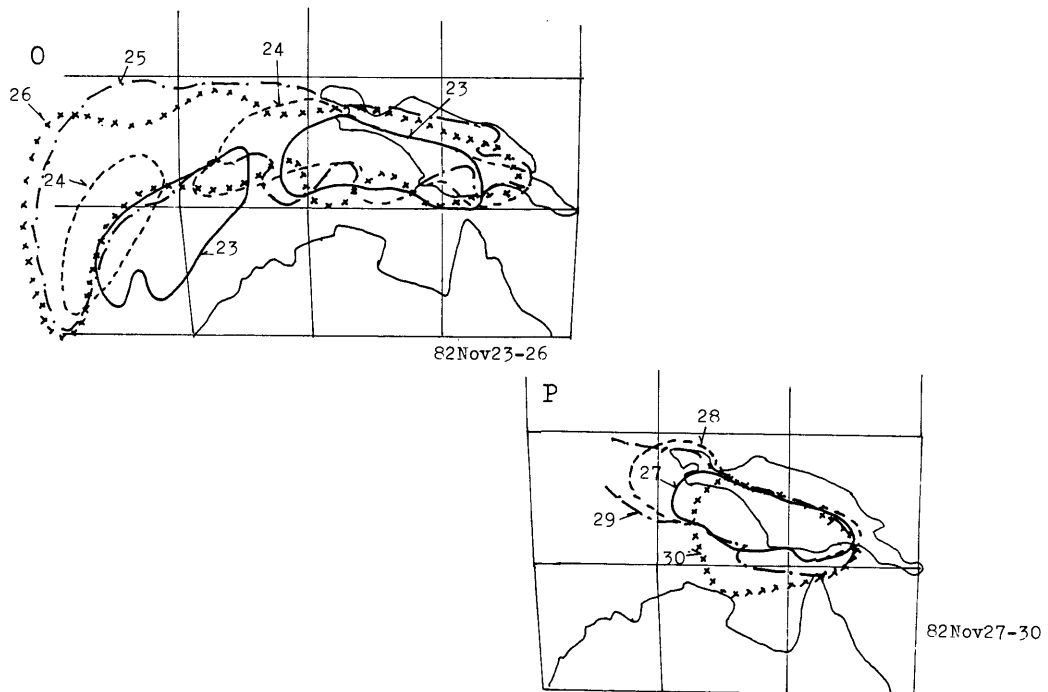


Fig. 6 Behavior of the dust clouds between New Guinea and the north Australia for October and November, 1982 (in the spring of the southern hemisphere). The dust clouds existed from the early August to the end of December but at the most significant pattern in the spring.

A) on Oct 1-9, the dust clouds extended to Insonesia and further extended to about 20°N associated with the northward movement of typhoon (T8221 Mac).

B) on Oct 11-13, and C) on Oct 14-16 there shown an oval-shaped pattern between New Guinea and the north Australia.

D) on Oct 17-21, the similar situation as in A), the northward movement of the dust cloud from New Guinea--Indonesia to the 20°N associated with typhoon (T8223 Owen).

E) on Oct 22-23, the dust clouds over the ocean of Australia extended toward WNW to New Guinea by the southeasterly trades.

F) on Oct 25-27 and G) on Oct 28-30, the dust clouds between New Guinea and the north Australia showed eddy-like and wave-like pattern in their southern edge.

H) on Nov 1-3, I) Nov 4-7, J) Nov 8-9, the dust clouds stationed between and then moves to west with wave-like pattern of their south edge.

K) on Nov 10-12 and L) on Nov 13-16, the same as in H), I), and J) except southwestward movement to the east Indian ocean on Nov 15.

M) on Nov 17-19 and N) on Nov 20-22, the dust clouds was thickened, those of Nov 17 showed a closed eddy with thin cloud centered and that of Nov 20 streaky pattern, and all those showed wave-like pattern of their south edge.

O) on Nov 23-26 and P) on Nov 28-30, the dust clouds with wavy pattern in their south edge flew westward into their dust clouds.

ネシア上空から5°N付近まで広がった部分の北縁から、台風23号(T8223Owen)の北上に伴い、ダスト雲の北枝を延ばしている。18~20日に約10°Nまで、21日には15°N付近までGMS/VIS画像上で検出された。

2) インド洋東部へのダストの広がり

インドネシア上空に広がっていたダスト雲は、11月14~15日、11月23~26日に、100°E、10~20°Sの区域の北東風に伴ってインド洋の東部に広がり、15日と26日には20°Sに達しさらに南方へ延びた。

3) NGダスト雲の変化

スケッチ図として第5図に示した10月11~13日(B)、14~16日(C)、22~23日(E)、25~27日(F)、28~80日(G)、11月1~3日(H)、4~7日(J)、8~9日(I)、10~12日(K)、17~19日(M)、20~22日(N)、27~30日(P)に見られるNGダスト雲はその主体をニューギニア南部とオーストラリア北部の海上の間におき、オーストラリア北部沿岸まで広がって見えるときは、北風によってオーストラリア側へ寄せられた場合である。

NGダスト雲は顕著に見られたのは9~12月中の数日おきの数日間続きであるが、そのような傾向は82年7月初旬~83年1月初旬まで約半年継続した。総観気象場としては、オーストラリア干魃を起こしたオーストラリア大陸の高気圧により南東貿易風の強まりが関連しているであろう。

NGダスト雲がうず状ないしループ型を明瞭に示したのは9月下旬~12月上旬の3か月間に約3回発生した。ダスト雲の北縁はニューギニア島中央山脈で境され、南縁はしばしば波状を呈した。このような波状構造はダスト雲の明暗から判定される。すなわち波動が鉛直運動によって累積ダスト量を増減させるものとする。

11月5~9日と11月19~30日の2期間のNGダス

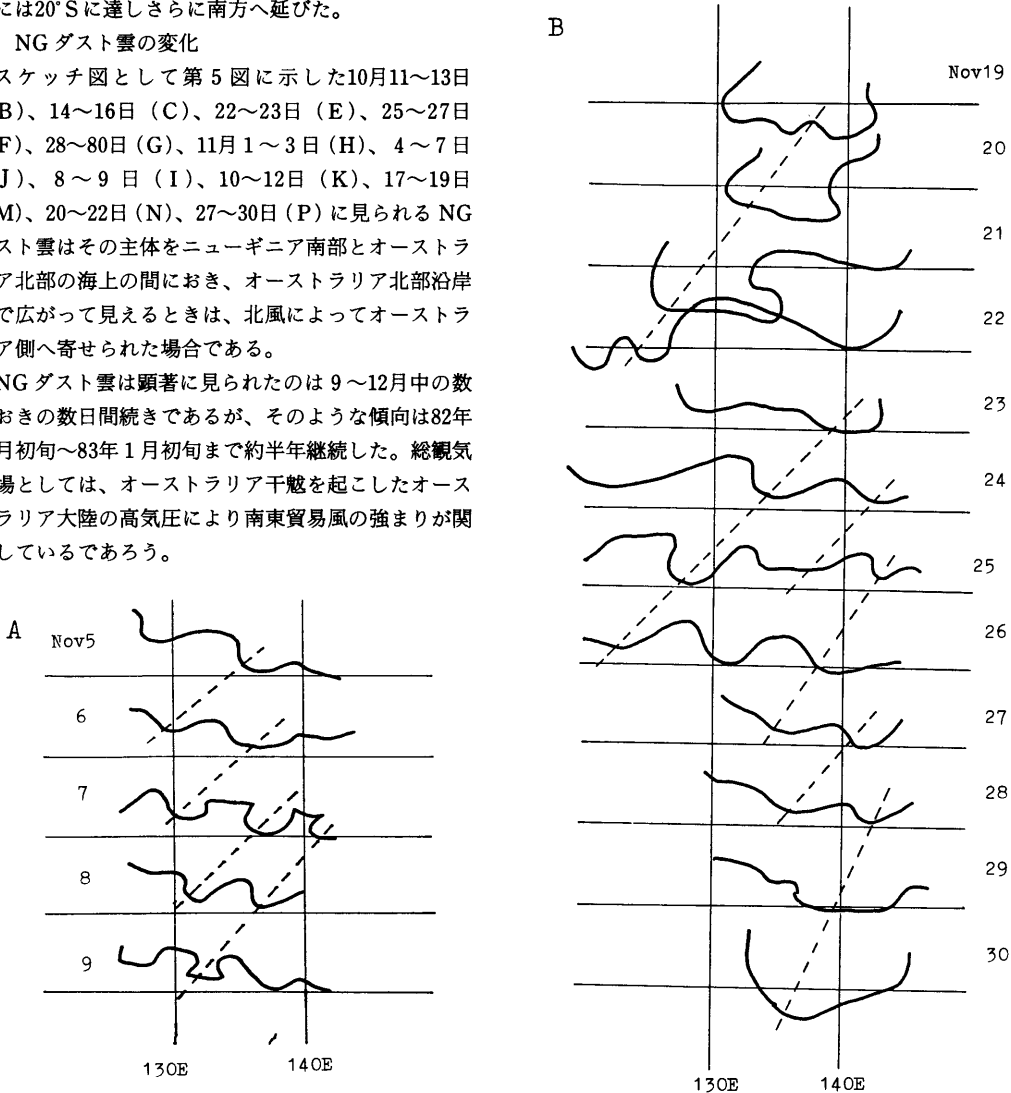


Fig. 7 Daily variation of the south edge of the clouds during November 5-9 (A) and November 19-30 (B) suggested that the dust clouds were trapped in by the waves. Westward movements of the wavy pattern were at nearly 13~25km/h.

ト雲の南縁の輪郭を第7図(A)、(B)に時系列(上→下)にプロットして示した。波型のリッジあるいはトラフの西への移動速度は、17km/h~25km/hと計算される。この速度は偏東風波動の伝搬速度に相当しているが波長が約1000kmであり、より小規模な波動であろう。

6. むすび

1982~83年のオーストラリア大陸東部の干魃による砂塵嵐に起源をもつダスト雲の発生、移動と変化についてGMS/VIS画像を用いて調べた。

砂塵嵐として検出されたものはオーストラリア東部

なダストが偏西風でオーストラリア東海上へ輸送され、例年になく強い南東貿易風が長期に継続していたため、東海上に流れ出たダストが南東風によってニューギニア南部へ運ばれる機会が多かったことが充分考えられる。そこで1982年6月~83年2月の期間のダスト雲の時系列データから、この期間(干魃相当期間)のダストの輸送の経路をまとめ概略図として第8図に示した。強い南東貿易風で運ばれて来たNGダスト雲がたかもソースであるようにその西方への広がり、北半球へは台風に伴い20°Nまで、また南半球ではインド洋東部20°Sまで達した。オーストラリア大陸土壌起源のエロゾル(ダスト)はこのようにして全球的に広がっ

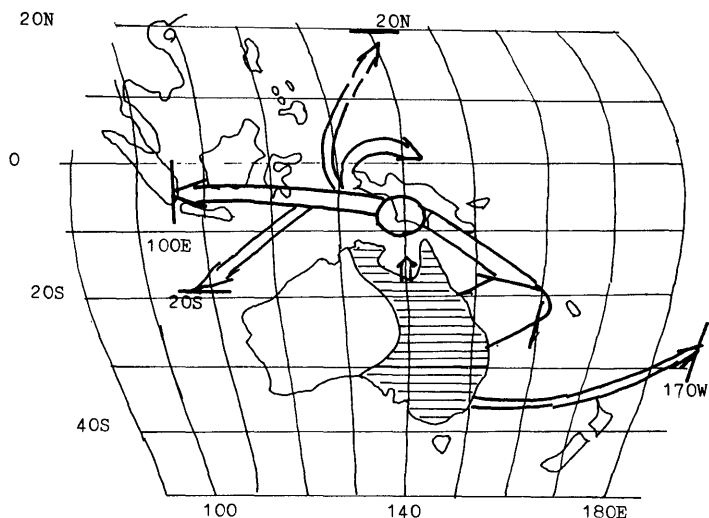


Fig. 8 Schematic presentation on the transport routes of the dust clouds originated from the eastern Australia (the area subject to drought in 1982-83 is hatched). The large amount of the dusts outbroken toward the east ocean from the Australian continent is turned to northwest by southeasterly trades, and then, as if the sources exist between New Guinea and the north Australia, the dust clouds moved westward and intermittently moved across the equator to the northern hemisphere associated with the typhoons and also moved toward the east part of Indian ocean with incidental northeasterly wind.

沿岸のものが大部分で内陸部で発生している砂塵嵐は1例に限られ、また全体として例数は必ずしも多くない。しかしその期間は長期にまたがっている。顕著な干魃が長期に続き砂塵嵐発生的好条件にあったから衛星画像で検出できないようなダストの舞上がりか、かなり長期に継続していたものと考えられる。そのよう

たものと推測される。

謝辞

本報告をレビューし、有益な助言を寄せられた萩原武士解析課長、麻生正調査官に感謝します。

参考文献

- Bureau of Meteorology, Department of Science & Technology, 1987 Drought Review, Australia pp12 in W.J.Gibbs: A Drought Watch System, WCP-134
- Garratt, J.R., 1984 Cold fronts and dust storms during the Australian summer 1982-83. *Weather* 39, 98-103
- Lourensz, R.S., and K.Abe, 1983 A dust storm over Melbourne. *Weather* 38, 272-275