

—解説②—

## 台風発生 の 周期性

札幌管区气象台予報課 村松照男

まえがき

北西太平洋においては1年間に平均27.3個の台風が発生するが、昨年は台風が32個発生し、その中で5個が日本に上陸している。この5年間の上陸数の平均が1.4個であったことを考えると異常に多い。太平洋高気圧が北偏し張り出しが弱く、台風の発生する位置が例年より北上し、日本付近に台風が接近上陸しやすい状態が続いた結果である。

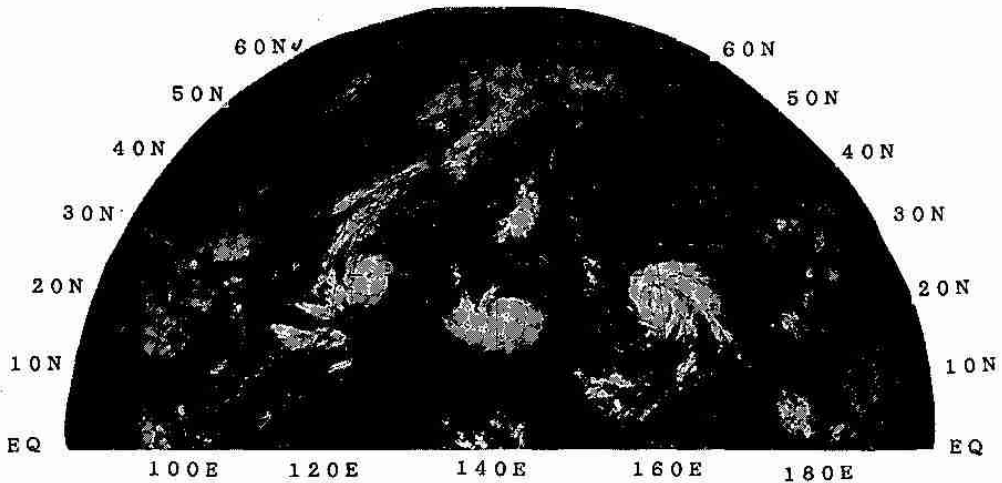
台風の発生とその後の経路は、昨年の例で明らかのように台風を取り巻く大気の大きな流れを敏感に反映しており、大気の流れの微妙な変動を知るうえでよい指標となっていることがわかる。この点をより深く理解するためには、台風の発生メカニズムや発生数の変動のなかに数日、数週間、数年さらに数十年など、大気それ自身もつ波動性、周期性に起因するいろいろな周期性が現れていることを理解しておかなければならない。この解説でこの台風の発生にかかわる周期性を台風の発生メカニズムに関係する数日および数週間の周期性とエルニーニョなどの変動を含む数年、数十年の長周期にわけて述べる。最近、暖冬が続いた記録的な猛暑となったり何か大気の流れが変わったのでは？との議論が出始めているが、今後予想される地球の温暖化のシナリオのなかで大気の熱帯の流れに関する影響を議論するうえで参考となると考えられる。

今年の6月25日から26日の2日間、東海大学の主催で“地球と水の国際シンポジウム”で、このテーマで話題提供をおこなったが、この話をもとに英文の報告原稿をつくったが、そのまとめたものをここに掲載させて頂くことになった。

### 1. 4-5日周期のじょう乱に伴う台風の発生の周期性

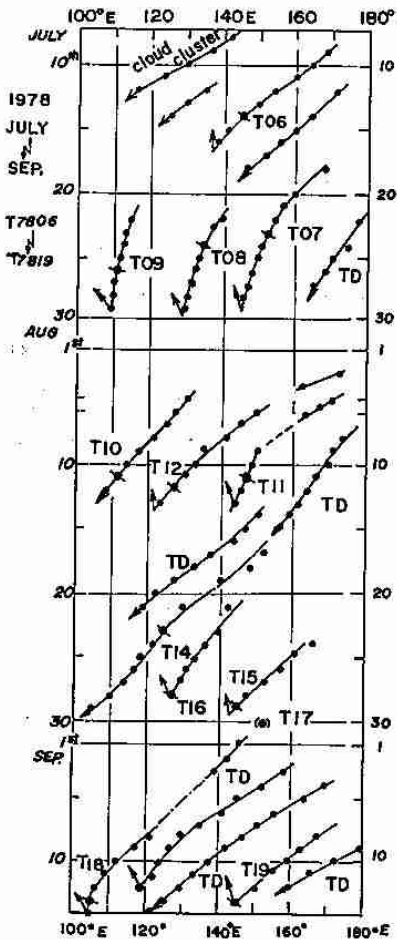
#### (1) 三つ玉の台風の発生(1978年7月-9月の周期的な発生)

北西太平洋においては1年に平均27.3個の台風が発生する。一見、ランダムに見えるが台風の発生にはほぼ同期間に2-3個の台風(弱い熱帯低気圧を含み3-4個の場合すらある)がほぼ等間隔に現れ、周期性、規則性がしばしば見られる。この規則性、周期性を大気を持つ波動性に起因するものとしてを一般場の関連で議論する。



第1図 三つ玉台風の発生、ひまわり可視写真、1987年9月8日12時、左から台風第14号、13号、15号。

第1図は1987年9月18日03時のひまわりの可視画像である。左から台風8714、8713、8715の3個の台風が並んだ三つ玉台風が北緯15-20度の間に、およそ1800-2000kmの等間隔で規則的に並んでいる。このような発生形態がしばしば現れ、時には弱い熱帯低気圧を含めて最大4個も並ぶことすらあり、発生のメカニズムと密接に関係していると考えられる。

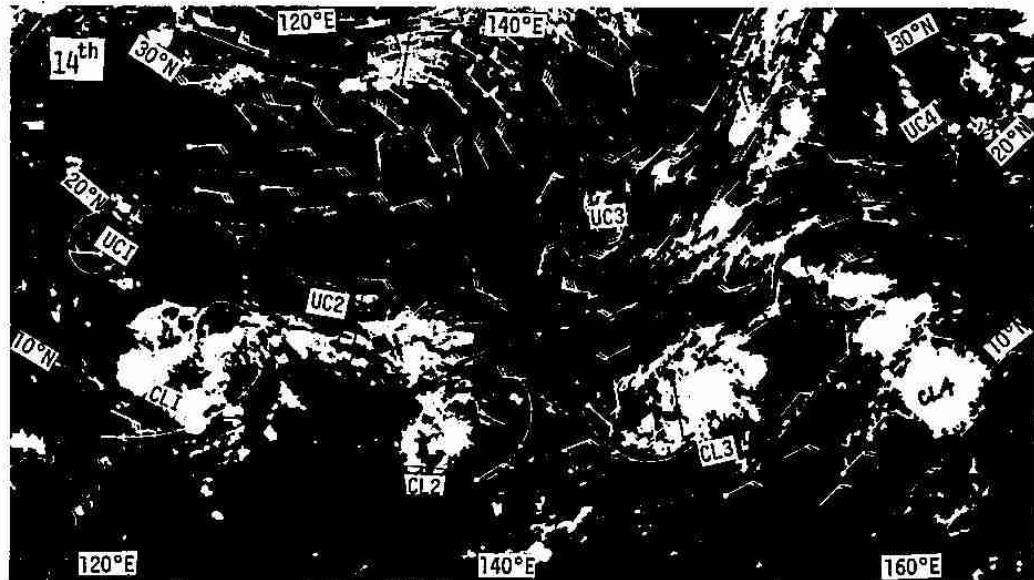


第2図 台風発生の周期性、規則性。1978年7月-9月の期間の台風とその前身であるクラウドクラスターの位置の時間-経度断面、東経100度-180度、北緯10-20度。

第2図は、最も周期性、規則性が明らかであった1978年の台風シーズンの期間、台風に成長する前の組織化されたクラウドクラスターと台風の日々の位置をシーケンシャルに追ったもので、10-20 Nの範囲を中心とした、時間-経度断面を表している。熱帯低気圧が約1500-2000 km 間隔で存在し、左下がりの並行な曲線で見られるように西進を示している。位相速度は200-300 km でほぼ並行した動きとなっている。四角の位置が台風の発生のところであり、台風7807、7808、7809のように3つ、同様に台風7810、7811、7812……etc.というようにTDを含め3-4個の台風を含む熱帯低気圧がほぼ同時期に周期的に発生している。このことは台風発生のメカニズムそのものに熱帯の波動性じょう乱の存在が密接に関係していることを示唆している。この点をFGGEの資料の豊富な1979年の同様な周期性、規則性の現れた9月を中心に検討し、村松(1985)の報告を中心にまとめてみた。

(2) 1979年9月の周期的な発生例

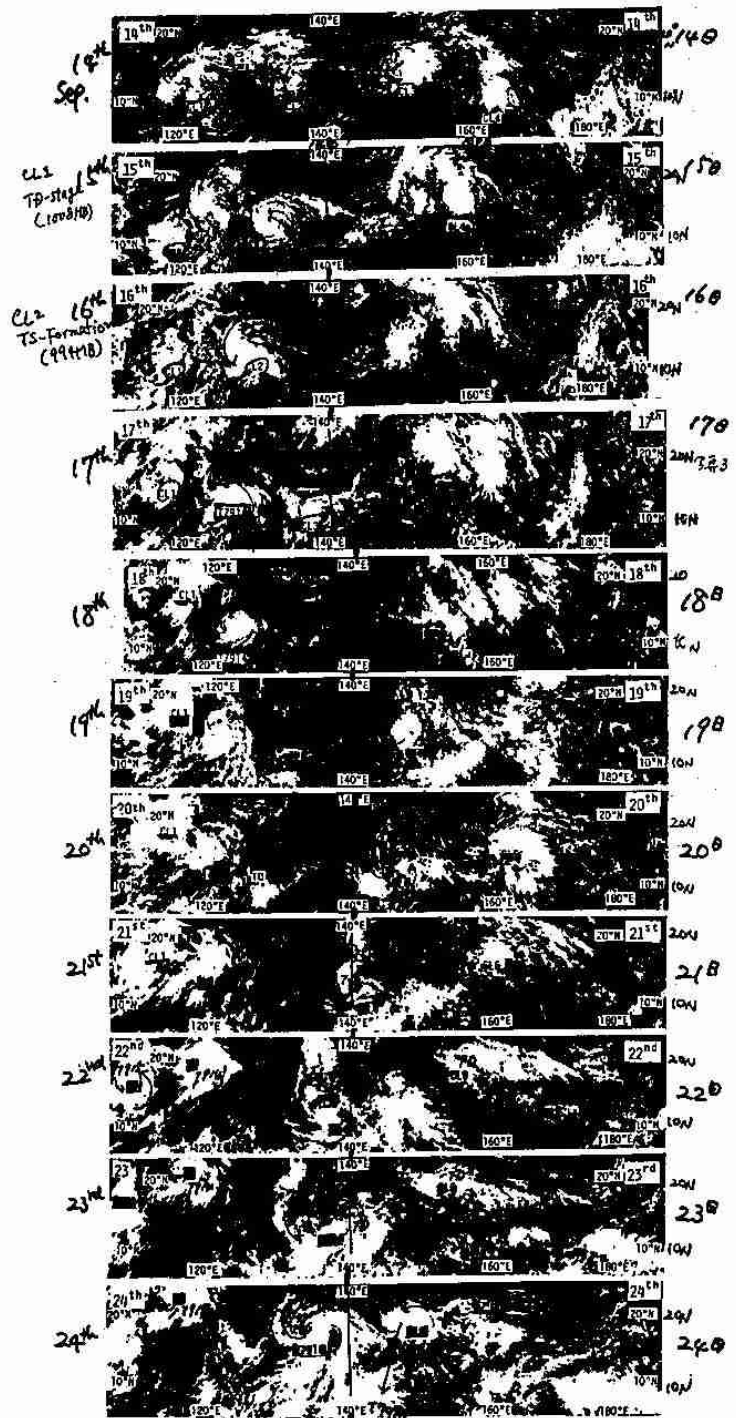
第1図と同様な形態を示した1979年9月14日を中心とした約1ヶ月間の解析を行なった。第3図はひまわりの赤外写真と250 mb付近の高度の流線解析を重ねたものである。第1図と同様に活発なクラウドクラスターが10 N-15 N帯のITCZ上にほぼ1500 km-2000 kmの間隔で4つ並んでいる。クラウドクラスターは左から便宜的にCL 1、CL 2、…CL 4；と呼ぶことにする。活発なクラウドクラスターとは、発達した積乱雲が数百 kmの狭い範囲に密集した雲域で、赤外、可視の両画像とも白く写っており、活発な対流雲の集合体で、周辺から孤立している場合が多い。



第3図 ほぼ等間隔にならんだ発達したクラウドクラスター(CL 1, CL 2, ……CL 4) 1979年9月14日00Zのひまわり赤外写真と上層(250MB付近)の流線の合成図。

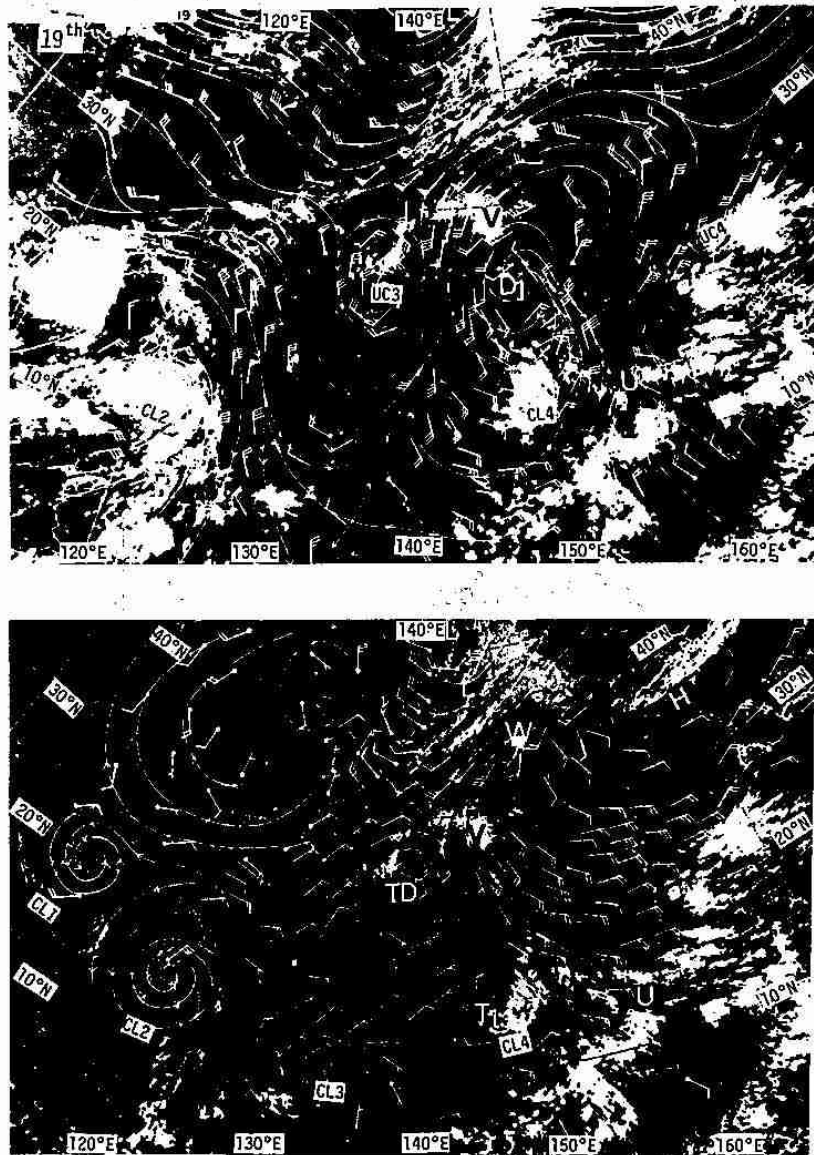
このあとの成長の過程を見るため、23日までの1日1枚、03Zの可視画像(7-20度N, 100-180度E)を並べた時間-経度断面のシーケンスを第4図に示す。これらの発達したクラスターは左下がりで追跡され、結果的に見ればCL 1は15日、CL 2は19日、またCL 4は23日にそれぞれ台風となり、CL 3は台風ま

で発達しなかったがTDとなり、これを含み 1500 km 間隔に 4 つ熱帯低気圧が並んだ。



第4図 第3図に続く可視写真の時間-経度断面図、1979年9月14日-23日、7度-22度N、100-180度。CL 1, CL 2, ……は第3図と同じ。

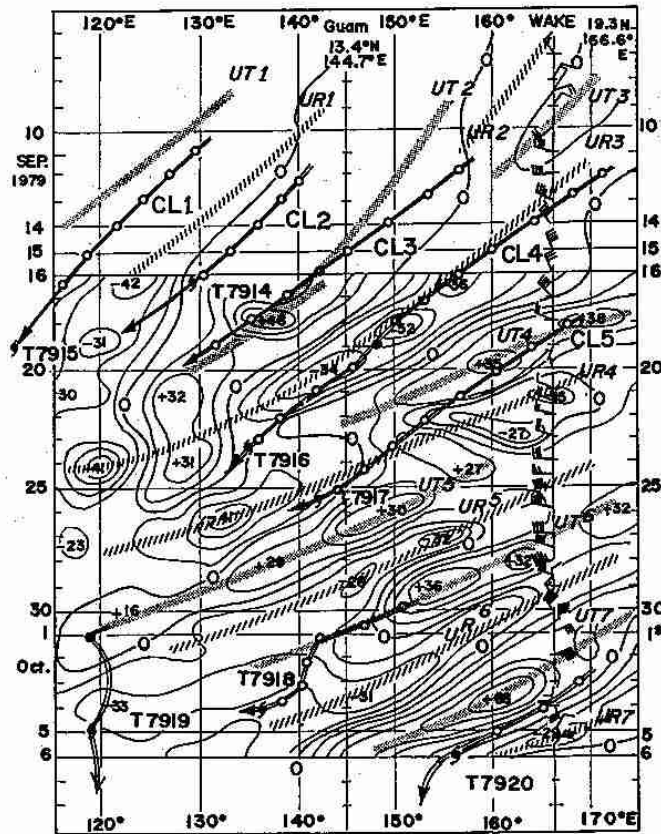
一方、この上層の流線解析の結果における特徴は、明瞭な寒冷渦がUC 1、UC 2、UC 3で示されているようにある規則性、周期性をもって 20 N-30 N帯の間に存在していることである。この寒冷渦は、Shimamura (1981、1983) で詳しく解析された北西太平洋の亜熱帯域の対流圏の中部、500-200 mb に現れるものと同じで、渦の中心で一般に周辺から比べ、5-8度も低いものがあると解析されている。



第5図 20-30N帯の上層の偏東風波動（上段は第3図と同じ説明）、および下層循環をともなうクラウドクラスター（下段、可視写真と、下層850mb付近の下層流線）

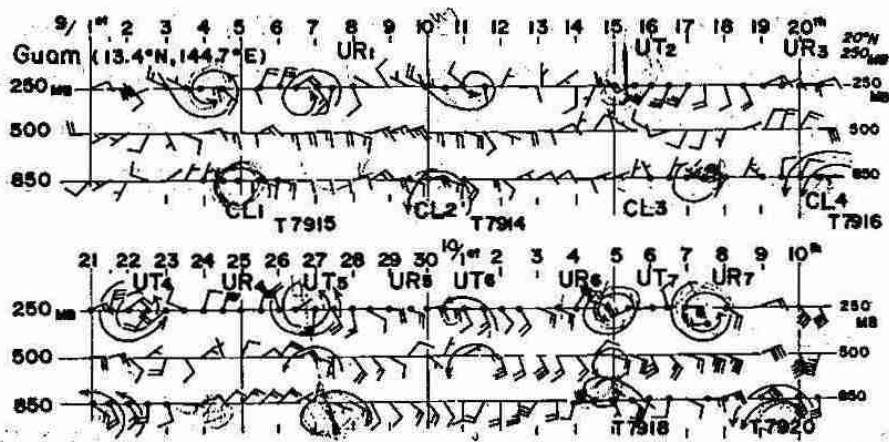
第3図では特にUC3の波動性が明瞭で振幅も大きい。さらに5日後の19日の同様な250mbの流線と赤外写真との合成図を第5図の上段に示す。この上段の図で見られる上層の偏東風波動じょう乱は20-30N帯を西-西南西進しながら、5日前に比べさらに振幅が増大しており、10度Nまで広がってきた。3000-4000kmの波長でリッジ(UR3)、トラフ(UT3)が明瞭となり5日間で12度、西進していた。一方、下段は可視画像と850-900mb付近の下層風ベクトルをもとに解析した流線の合成である。10-15N帯ではクラスターにそれぞれ対応して下層循環が明瞭で5日前と同様に、およそ1500km間隔でCL1からCL4まで4個の循環が明瞭であり、すでにCL1、CL2は台風へ成長しており、CL4もこの4日後に台風となっている。

上層の波動を追うために、20度Nから幅3.5度の範囲で平均した250 mbの相対渦度の時間-経度断面を第6図に示す。リッジ (UR 1、UR 2、……UR 7)、トラフ (UT 1、UT 2、……UT 7) が左下がりがりて追跡され、波長2500-4000 km、周期4-5日の西進する上層の偏東風波動じょう乱が明瞭であり、位相速度は250-350 km/日であった。この波動じょう乱は、Sadler(1976、1978)で述べられている TUTT (Tropical Upper Tropospheric Trough) の一部が波動として西進したもので、日付け変更線付近から東側に存在している Mid-Pacific Trough の西端が不安定化し分離してきたものと考えられる。まれに偏西風帯で切離した寒冷渦が南下後南西進するケースもある。



第6図 20度N帯の対流圏上部(250mb)のトラフ-リッジの時間、経度変化。9月16日-10月6日、数値は相対渦度、 $10^{-6} \cdot s^{-1}$ 、トラフをUT 1-UT 7、リッジをUR 1-UR 7、白丸はクラウドクラスターCL 1-CL 5の動きと台風への成長。マークは台風の発生を示す。

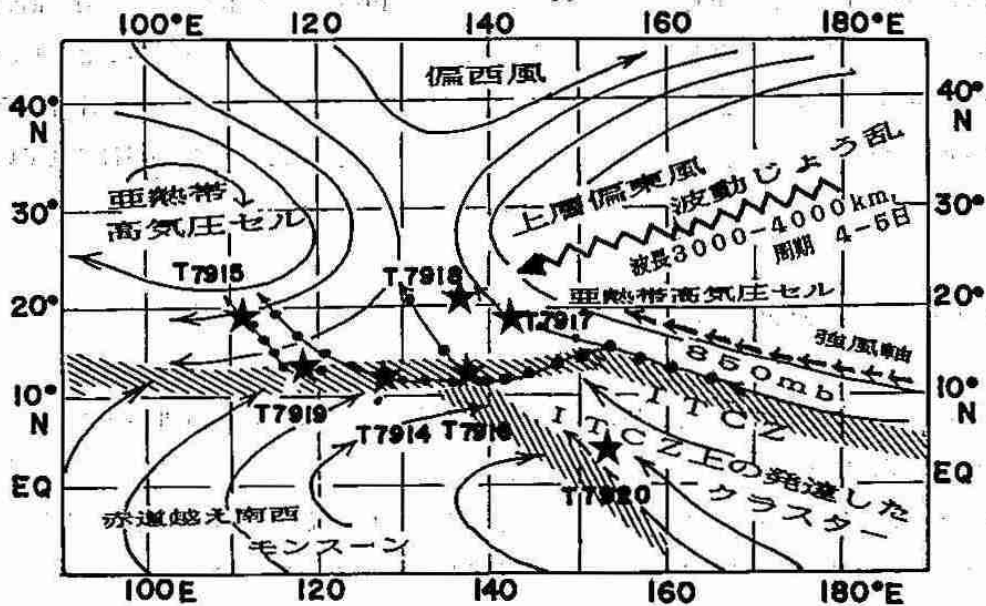
一方、ITCZ付近のグアム(13.4 N、143.7 E)の高層観測による1ヶ月の期間、下層850 mbから上層250 mbの風の時系列のデータを第7図に示すが、この図から明らかなことは、組織化したクラウドクラスターが下層循環と対応しており、4-5日周期で400 km前後のサイズを持つ下層循環が西進通過していることである。これら下層循環は第3図-第5図に示したクラウドクラスターに対応したもので、CL 1-CL 4もこの中に含まれ対応している。すなわち、次の(3)で述べるように台風の発生には周期性、規則性が現れ、それが上層、下層の波動性に起因するものと言える。



第7図 Guam(13.4°N, 144.7°E)の850mb, 250mbの高層風のシーケンス、1979年9月1日-10月10日；4-5日周期の下層循環の通過が明瞭。

(3) 周期的な台風発生メカニズム

上層、下層の周期性、規則性があり、それが台風の発生に密接に関係していることを、クラウドクラスターCL4が成長発達して台風7916となっていく過程の例で示す。第3図、第5図で明らかなように発達したクラウドクラスターは寒冷渦の南東象限、上層波動のリッジ場の南縁に位置した場合に急速に発達している。すなわち、第8図に台風発生メカニズムを示すが、クラウドクラスターが10-15°N帯のITCZ沿いに西-西北西に進み、上層には20-30°N帯に波動じょう乱があり、西-西南西へ進んでくる。最終的には下層循環をもつ発達したクラスターが、上層偏東風波動じょう乱のリッジ場の南縁の発散域に入った時に急速に発達し、台風へ成長している。この場合のように上層のリッジ、トラフの位相と大体1500 km程度の間隔で



第8図 台風発生モデル図、上層偏東風波動じょう乱とITCZのクラウドクラスターとのカップリング型。

できている発達したクラウドクラスター（下層の循環を伴う）・じょう乱と位相速度が一致した時に 1500 km 程度の卓越した周期性で台風が発生することになる。第 3 図—第 5 図に見られた CL3 のようにクラウドクラスターが上層波動のトラフ南象限にはいった場合は対流活動が抑制される領域に入るので発達はなく衰弱傾向となる。この場合は 1500 km の卓越した間隔がくずれる。すなわち、位相関係が一致したときのみ規則性周期性が現れるのである。

## 2. 2—3 週間周期の台風の群発生

第 2 図で見られるように、2—3 個の台風の発生、TD を含めれば 3—4 個にあたる熱帯低気圧がほぼ同時に発生することがしばしば観測される。この発生群は図でみられるように T 7809、08、07 と TD の発生群、T 7810、12、11 と TD、それに続く発生群というように、2 ヶ月間で約 5 回、台風の群発生が繰り返えされた。周期は 2—3 週間である。Shimizu(1983)によれば、1979 年の 9 月末から 10 月中頃までの約 3 週間(1、(3)の期間を含む)の中で 5 個の台風が発生した期間の平均場で見ると、10 N—15 N 帯に ITCZ があり、赤道から 20 N 帯の範囲で下層の西風の領域が、東経 145 E まで侵入し、亜熱帯高気圧から偏東風との境界で台風が発生していることを指摘している。その境界は上層 250 mb では西風と東風両域の境に対応していた。同様に Heta (1990) によれば、1980 年の台風シーズンの解析ではあるが、10 日から 1 ヶ月位の周期でベンガル湾のほうから下層の西風の領域が 140 E まで侵入拡大していることを指摘し、亜熱帯高気圧(太平洋)東風と西風の境界付近で台風が発生していると述べている。この周期は太平洋高気圧の強弱の周期に近く、下層の収束の強化 ITCZ の活発化に関係しており、1978 年の台風の群発生の周期性に密接に関係していると考えられる。

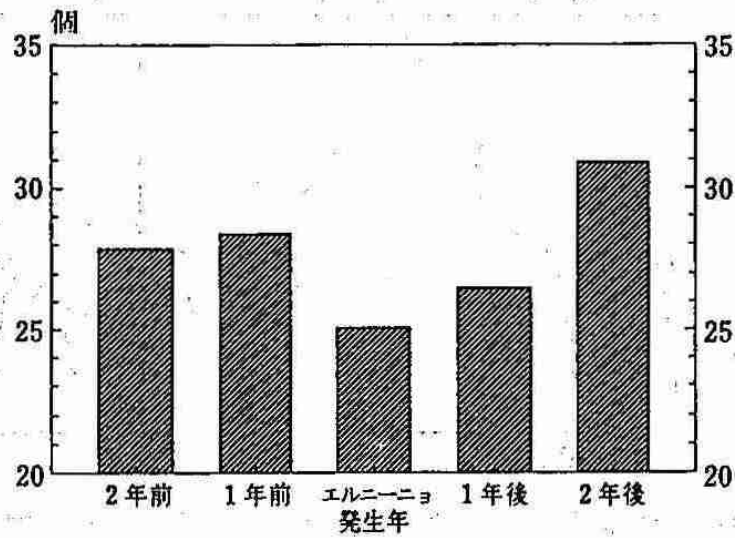
一方、Nakazawa (1986) は、FGGE のデータを用いて、1979 年の期間の熱帯域の対流活動のスペクトル解析を行い、周期が 15—25 日の 15 N 帯の活発域と台風の発生に密接な関係があることをしめした。また 40—60 日に強いピークが現れて台風の群発生と関係していることを確かめた。40—60 日周期では東進するスーパークラウドクラスターに対応するものとみられ、その西端での台風の発生が報告されている (Nakazawa, 1988)。

## 3. 数年周期の台風の発生数の変動 (エルニーニョ)

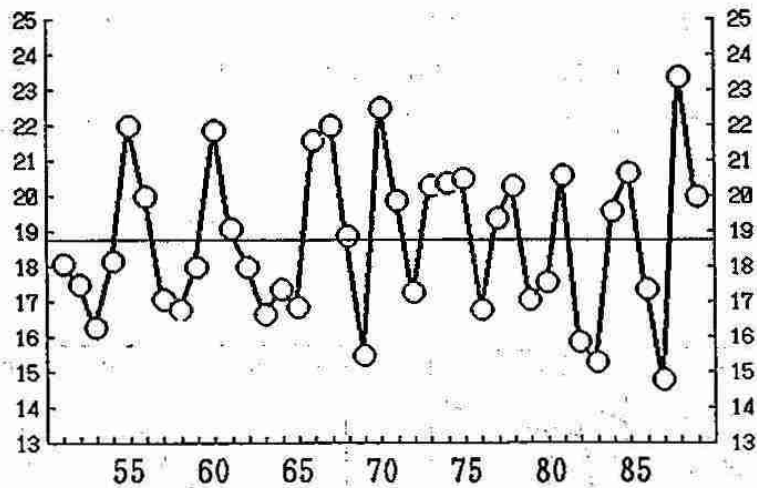
青木 (1985) によるエルニーニョと台風の発生数との関係を第 9 図に示す。エルニーニョ年だけ取り出した台風の発生数の平均は 25 個で年間の平均数より 2 個少なく、エルニーニョ年を中心とした前後の 2 年間での変動はエルニーニョ年がもっとも少なく、2 年後が最大となり 31 個と平均で 6 個も多くなる。

一方、エルニーニョ年では一般に台風がもっとも多発しているフィリピンの東からマリアナ諸島にかけてと南シナ海の領域で発生数が減少する。また発生場所も第 10 図で示すように平均的には緯度にして 2—3 度南下する。これら、エルニーニョ年の発生数の減少や発生位置の南下は、熱帯の対流活動域がエルニーニョ





第9図 エルニーニョと台風の年間発生数の数年周期の変動、  
(AOKI, T., 1985)

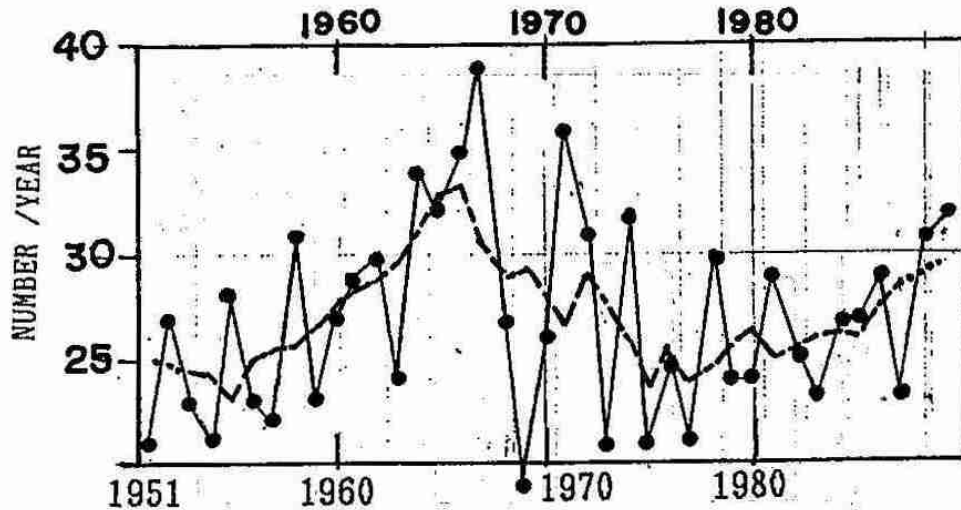


第10図 エルニーニョと台風発生平均緯度 (7-9月)

年では熱帯太平洋の中央部にシフトしてしまい、太平洋の高気圧がやや弱まり、軸も南下するからである。また、エルニーニョは活発な対流動域の東偏により、台風シーズンでは台風の経路も一般に東へずれることになり、台風の襲来の経路も大きく変わることになる。

4. 発生数の長周期の変動 (一強い台風の襲来コースの変化一)

台風の発生の記録は、飛行機による観測やその他の観測の充実が図られた1951年以降の記録が統計のうえでも有効に使えるので、この期間の長期変動を検討する。第11図に年間の発生数の変動を示す。移動平均でみた傾向では、1967年を極大に、1978年前後で極小となり、増加傾向に転じ1988-1989年は年間の発生数

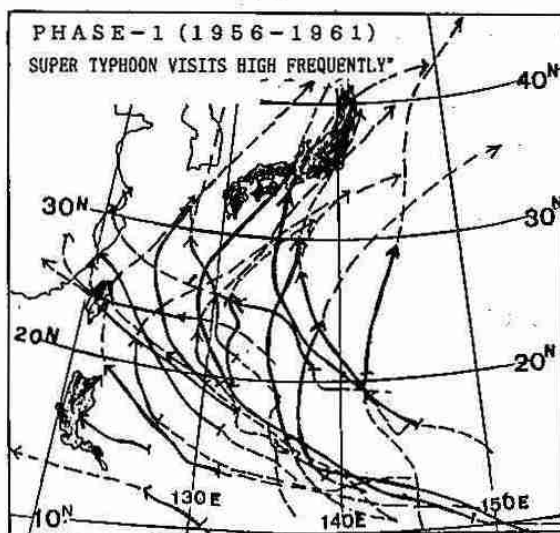


第11図 台風の年間の発生数の長周期変動 (統計期間、1951-1987)

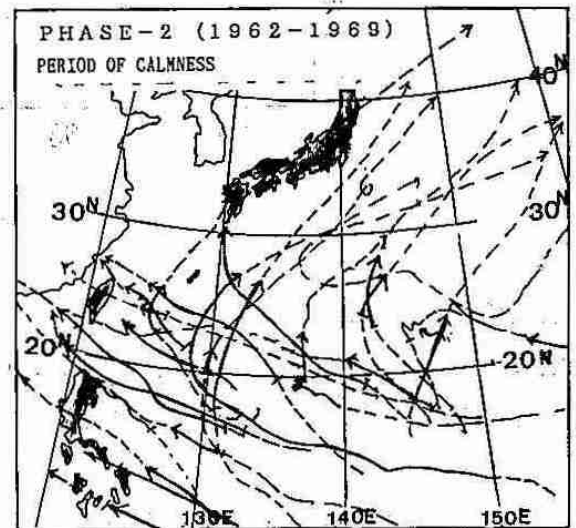
が30個を越えた。統計期間がまだ短い変動周期は30年前後となると推定される。

この発生数の長周期の変動に関連して、日本付近への台風の来襲経路も大きく変動していることがわかった。現象をはっきりさせるため、台風の強さが930MB以下に発達した台風のみを取り出してみる。この中心気圧は標準台風で最大風速55m/sに相当し、これを米国などで用いられている1分間平均風速に換算すると125ノットにあたる。この値はハリケーン、タイフーン強度である64ノットのおよそ2倍に相当し、最近ではスーパータイフーン (ハリケーン) と呼ばれている。

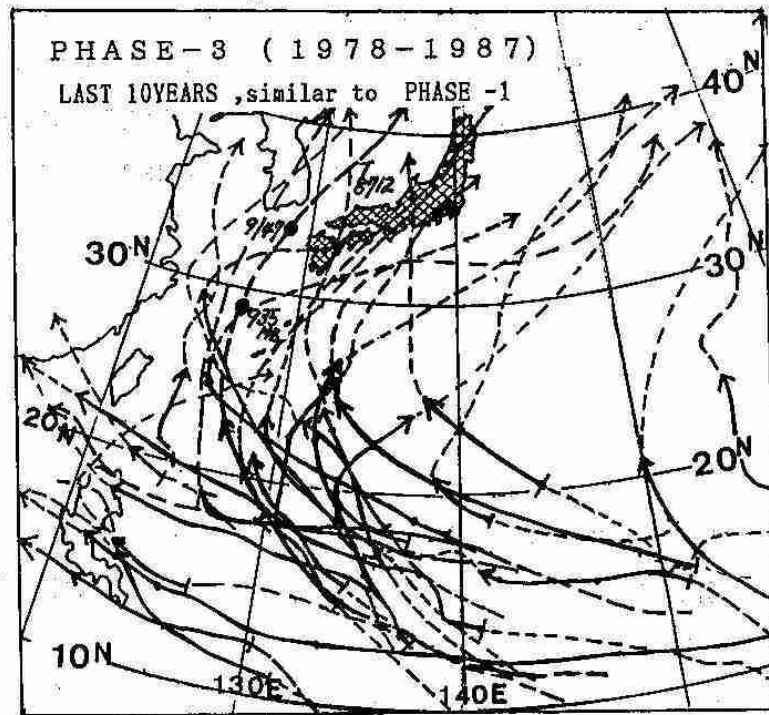
このスーパー台風にまで発達した台風の襲来経路を特徴的な期間別に分けて第12図、第13図、第14図に示す。これらの3図より得られた特徴は次の通りである。



第12図 スーパー台風もしくはそれが衰えた台風が高頻度で日本列島に襲来した期間の経路図。930mb以下 (スーパー台風) に発達した期間 (太実線が930MB以下の期間、破線はそれより浅い期間の経路) (1956-1961年)



第13図 図12と説明は同じ、上陸接近が比較的少ない平穏な期間(1962-1969年)



第14図 説明は第12図と同じ、最近10年間、再び襲来数が多くなった再高頻度期間 (1978-1987年)

1) 伊勢湾台風を初め、日本列島に甚大な被害をもたらした強い台風の接近、上陸があい次いだ1950年代後半から60年の初めにかけては、明らかにスーパー台風もしくはそれがやや衰えた台風の経路が他の期間に比べ、圧倒的に日本付近を接近通過している。“高頻度で来襲した期間(1956-1961年)”と呼ぶことにする。

2)、1)に続く1960年代中頃から1970年代の中頃までの15年間は台風被害が激減した期間となり、経路としてはスーパー台風が北緯26度以北には北上しておらず、その後の経路も本州から九州に接近していない。“平穏な期間(1962-1969年、1970-1977年の両期間)”と呼ぶ。

3)最近10年間の経路から明らかなことは、1950年代後半の高頻度来襲期には及ばないが、強い台風が日本付近に来襲する頻度が高い期間に再びはいつてきた。再襲来期間、“ニアミスの時代(1978年-)”に入ってきたことになる。例えば1987年の台風12号の場合、沖縄の南海上を通過し、東シナ海にはいったが、北緯29度の海上ブイで937 mb、最大風速が75ノットを記録した。さらに、北緯35度の対馬海峡の巖原では947 mbを記録し、日本付近でのこの緯度での記録としてはこの20年で最も低い記録となっている。中心付近およびその東海上にかけては最大風速が40 m/sを超し、100 kmも離れた九州の陸上でも瞬間最大風速60 m/sを超す非常に強い風が吹いている。仮りに12号の経路がもう100 kmでも東にズレたとしたら最大風速50 m/sの中心付近が九州に上陸し甚大な被害が予想される。まさにニアミスの時代である。

一般に強い台風が日本付近に襲来する場合は平均的にみて太平洋高気圧の張出しが後退しかつ、発生してから5-7日位的最盛期の強い状態で来る場合である。1)の高頻度の襲来がこれに相当している。一方、2)の期間は太平洋高気圧が西に大きく張り出すかシフトしており台風は日本付近に北上できずに西進して

しまい日本付近に北上しない。しかしながら最近の10年間は再び、1)の状態に戻りつつあり、強い台風が日本付近に接近しやすいニアミスの時代、高頻度の襲来期に再び戻りつつあると考えるのが妥当である。この来襲経路の長周期変動のなかでみると、1950年代の後半の高頻度の襲来期間の時期と、台風の年間の発生数の変化で増加に転じた時期と一致している。最近の10年間も同様に年間の発生数の極小の期間から増加に転じた時期と強い台風の日本付近への接近の度合いの増したニアミスの期間と共通している。すなわち、発生とその後の経路が熱帯亜熱帯域の大規模場の流れと密接に関係しており、その長周期変動の傾向がでたためと推察されよう。

### ま と め

台風の発生についていろいろな特徴をもった周期が現れる。4-5日周期の熱帯上層、下層の波動じょう乱に関連する周期性、規則性をもった発生があり、台風の発生メカニズムに密接に関係している。すなわち、10-15度N帯のITCZ上で、およそ1500kmの間隔をもつ発達したクラウドクラスター(下層に循環をすでもっている)が西-西北西進し、一方、20-30度N帯を西-西南西進する波長2500-4000km、周期4-5日の上層の熱帯波動とのカップリングで台風成長することがわかった。これにより、1500-2000km間隔の規則性、周期性をもった発生となる。

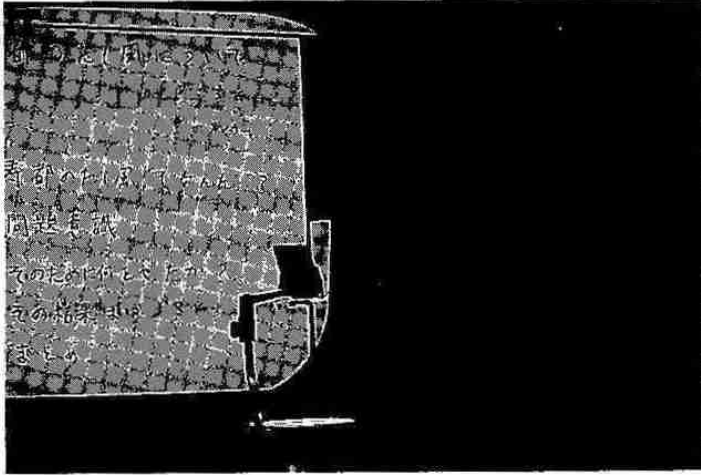
この他2) 2-3週間周期の2-3個の台風(TDを含めば3-4個の熱帯低気圧)がほぼ同時に発生し、下層の南シナおよび赤道越えの西風の周期的な変動によるものとみられる。このほか、この周期帯では熱帯上層の季節内変動による、40-60日周期の熱帯低気圧群の発生がみられる。さらに、3) 数年の変動周期もあり、エルニーニョが密接に関係しており、エルニーニョ年の年間発生数が平均で25個と最も少なく2年後に最大となり平均で31個となった。また、発生する平均の地理的位置もエルニーニョ年では平均で3-5度南にシフトしている。これらは、1)で述べたITCZの位置や上層の偏東風波動の活発さ、位置は関係している。さらに、30年前後の長周期の発生数の変動があらわれている。この長周期の変動に対応してスーパー台風の主要なコースに明らかな変動が見られた。

以上述べたように台風の発生に関する周期性は、下層のITCZの位置とその強化の度合い、周期および上層の偏東風波動じょう乱に密接に関係し、4-5日から30年前後の長周期の変動までのさまざまな周期性が現れている。今後、気候変動で一般場の流れが変動した場合は台風の発生数、その後の発達、主要経路などに大きく影響を及ぼすであろうことが考えられる。

### 文 献

- Aoki, T., 1985: A climatological study of typhoon formation and typhoon visited to JAPAN. Paper in Meteorological and Geophysics. 36, No2, 61-118.
- Heta, Y., 1990: An analysis of tropical wind field in relation to typhoon formation over the western

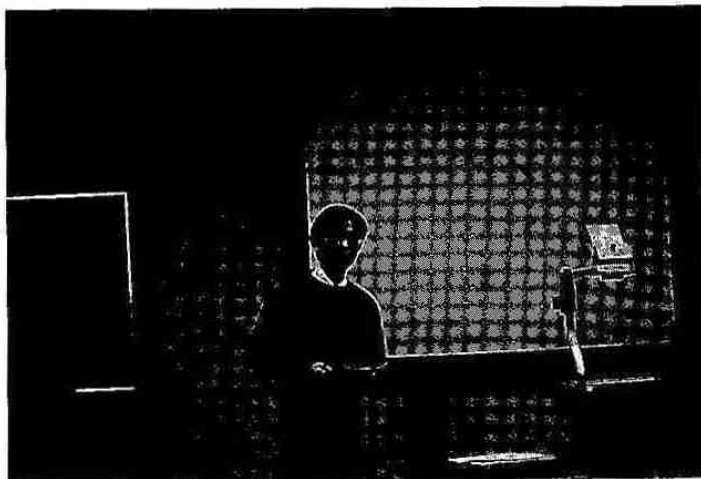
- Pacific. J. Meteor. Soc. Japan 68, 65–77.
- 村松照男、1985：台風の構造の変化と移動に関する研究、気象研究所技術報告、第14号、pp 117.
- Nakazawa, T., 1986 : Intraseasonal variation of OLR in the tropics during the FGGE year. J. Meteor. Soci. Japan, 64, 17–34.
- ....., 1988 : Tropical super clusters within intraseasonal variations over the western Pacific. J. Meteor. Soc. Japan, 66, 823–840.
- Reed, R. J., and Recker, E. E., 1971 : Structure and properties of synoptic-scale disturbances in the equatorial western Pacific.
- Sadler, J. C., 1976 : A role of the tropical upper tropospheric trough in the early season typhoon development. Mon. Wea. Rev., 104, 1266–1278.
- ....., 1978 : Mid-season typhoon development in early season typhoon development. Mon. Wea. Rev., 106, 1137–1152.
- Simamura, M., 1981 : The upper-tropospheric cold lows in the north western Pacific as revealed in GMS satellite data. Geophys. Mag., 39, 119–152.
- ....., 1982 : An application of GMS satellite data in the analysis of the upper cold low in the western north Pacific. Geophys. Mag., 40, 297–311.
- Shimizu, N., 1983 : Westward propagation of upper tropospheric wind disturbances during the mid-season typhoon development of 1979. Geophys. Mag., 40, 297–311.



◀研究発表 豊田威信会員



◀研究発表 毛利英明会員



◀研究発表 四宮茂晴会員