

第6章 台風の移動速度の変化

この章では、¹⁾成熟期の台風の移動と大気中層500mb付近の流れとの関係を調べ、²⁾次に、中緯度偏西風帯における温帯低気圧化にともなう移動速度の変化を村松(1983 a)をもとに報告する。

6.1 成熟期の台風の移動

(1) 台風の移動と一般場

図6.1に台風7916の経路と27日12^zの500mbの流れの場を重ね、下段に、台風の一生涯を通しての移動速度の変化を示した。先に解析したように、

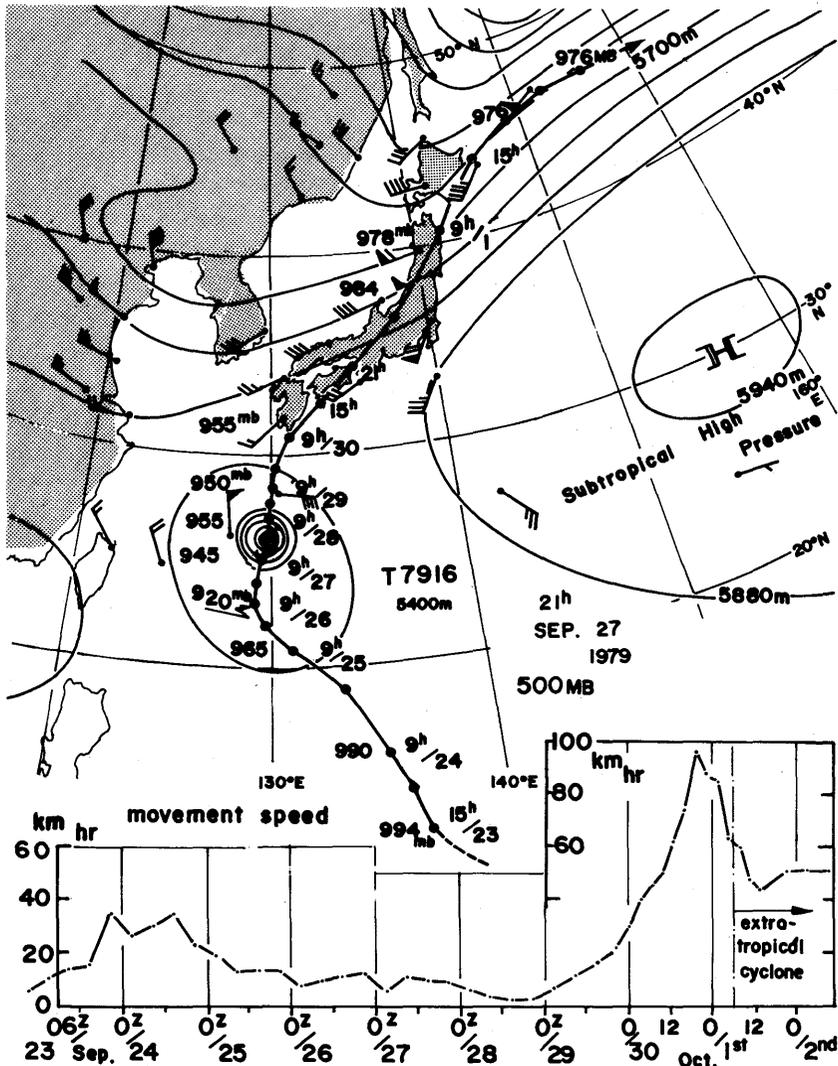


図6.1：500mb場（27日12^z）と台風の経路（上段）および移動速度の変化（下段）

クラスターは太平洋高気圧の南の縁辺、 10° — 13° N 帯を西進し、23日06^zに台風となった。このあと20—35km/hr に加速し、太平洋高気圧の縁辺を放物線状に周り、転向・加速を始めた29日06^zまで高気圧の峯で北上速度はきわめて遅く、転向後は偏西風トラフの前面を進み加速しながら北東進した。温低化に伴う移動速度の変化は次の6.2で詳述する。この図6.1は台風の移動が大気中層の流れに支配されていることを示している。500—300mb レベルは steering current と呼ばれていることから、この点が理解される。

(2) 北上速度の鈍化と転向

(1) で述べたように、台風は500—300mb の steering current で流され、24日には北西方向に

30km/hr の速度となったが、26日00^zには10km/hr 以下と遅くなり、進行方向を北西—北北西から北へ転向した。第一次転向点と呼ばれ、この付近では台風7916は中心気圧の極小期を迎えた。このあと偏西風帯侵入による転向・加速した29日06^zまで、10km/hr 前後の遅い速度で北上し続けた。

北上速度の鈍化の原因は太平洋高気圧の高圧部が台風の進行前面にあたる。 25° — 32° N 帯に気圧の峯を形成していたからである。26日の高圧部の軸は 28° N 付近にあり(図A・1)、27日には 30° N (図A・2)、28日には 32° N (図A・3)に北上した。この北上速度は台風の移動速度に一致しており、この高圧部の張り出しが原因であることが明らかである。この間、 40° — 50° N 帯を偏西風帯のトラ

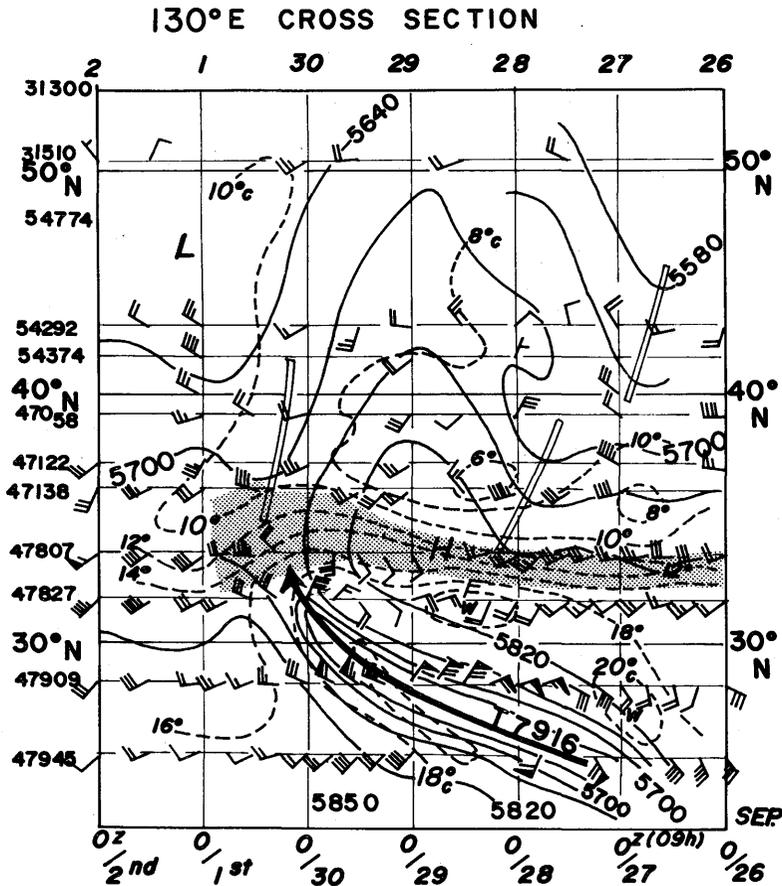


図6.2：130°Eの南北断面図(9月26日—10月2日)。実線は500mb高度、風は500mb高層風、破線は850mb温度、斜線域は $T - T_d \leq 3^{\circ}$ の温潤域。

フが通過したが直接の影響はなかった。

さらに、28日12^zの500mb天気図(図A・4)を見ると、35—40°Nの偏西風帯トラフが日本海を通過中で、この後面にあたる朝鮮半島南部で負の渦度が移動してきており、29日00^z(図A・5)の130°E付近のリッジ域と先に述べた太平洋高気圧の高圧部とが連らなつた。この点を詳しく解析したのが図6.2である。

この図6.2は130°Eの断面における25°—50°Nの範囲における、500mb高度、風、850mbの温度;の時間変化である。26日から約200km/dayで北上した峯が偏西風帯のリッジと南北に連らなつたことがわかる。図6.1の移動速度を見ると、この期間の28日12^zから29日03^zにかけ移動速度が5 km/hr以下ときわめて遅く、このリッジが台風の北上速度を押えたことが明らかである。

次に、偏西風帯における転向の問題であるが、総観場との関係は次のとおりである。29日00^zの南北に連らなつたリッジ域は東進し、30日00^z(図A・7)では、トラフが125°Eまで東進してきている。このときの300mbの強風軸を図の中で二重線で示したが、120°Eで33°N付近まで南下、その前面にあたる125—135°Eでは南西流の強風軸

となつており、台風はそのトラフの南東象限に侵入したことになる。また、太平洋高気圧の軸は32°N付近であつた。台風は29日06^z頃の第2次転向点を通つたあと、北東に進路を変え加速しながら偏西風帯の前面を進んだ。また、図6.2において、500mbの5820gpmの等高線の推移と転向との関係が興味深い。台風の本格的な加速は29日12^zの29°Nであるが、太平洋高気圧の張り出しを示す5820gpmの線の後退とよい一致を示している。このとき500mbのトラフは125°Eまで東進してきている。偏西風帯のトラフの東進及び、太平洋高気圧の軸の位置・張り出し、などの諸要素で偏西風帯における転向が決まるが、タイミングを予想するのは難しい問題である。

6.2 温帯低気圧化と移動速度の変化

偏西風帯における台風の温低化過程は4.6でまとめた過程を経て温低化が完了する。この章では温低化過程と移動速度の特徴的变化を議論する。

台風7916の温低化過程における移動速度の変化を図6.3に示す。転向点付近の29日06^zでは7 km/hrと非常に遅かつたが、偏西風帯に侵入する

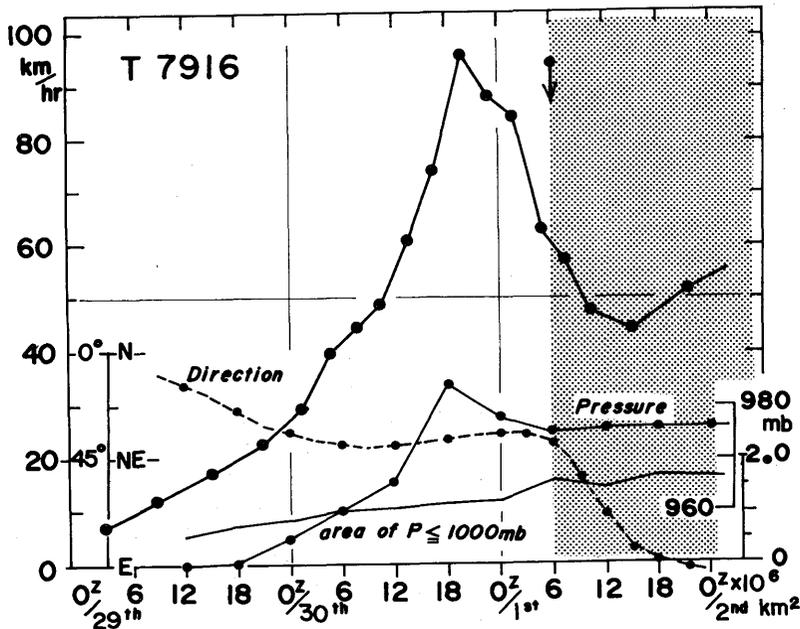


図6.3 : 台風7916の温低化と移動速度の変化、中心気圧及び1000mbの閉じた等圧線の領域の変化。矢印は温低化完了時刻、陰影は温帯低気圧の期間。

につれて速度が増加し、台風の中心構造が崩壊した直後の30日18—21^zの間には実に96km/hrになり極大となった。この時を境に急激に減速した。温低化完了は1日06^zで速度の極大は約9時間前に現れたことになる。

偏西風帯の大気中層の深いトラフの前面を北東進する台風の温低化過程と移動速度の特徴的变化は図4.18及び図6.3から次のとおりである。

i) 偏西風帯に侵入した台風の移動速度は；イ) 偏西風帯侵入による急激な加速過程、ロ) 温低化完了直前の速度極大期、ハ) 中心核の構造の崩壊を伴う最終的な温低化過程の進行と偏西風帯じょう乱との併合・再発達過程における減速過程、ニ) 温低化完了後は閉塞期の温帯低気圧の構造へ成熟する段階での速度の極小期、ホ) 偏西風帯じょう乱(温帯低気圧)として移動期、このケースでは再加速；という速度変化となった。

ii) 地上の中心気圧は30日18^zには984mbと最も浅くなったが、閉じた1000mbの等圧線の面積は増大傾向で、21^z以後は再発達過程になり、上記イ) —ハ) の減速過程と一致していた。

iii) 温低化が完了した1日06^zを境に下層循環中心の移動方向が台風であった期間の北東進から急に東北東、次いで東へと急変した。図4.18の1日12^zの図中に示したように、進行方向のこの急変は台風が指向流(steeering current)に流されて移動していたのが、温低化完了後、偏西風帯のじょう乱の移動へと変わったことを意味する。

上述のように、中緯度偏西風帯における台風の温低化過程と移動速度の変化は密接な関係を持ち、深いトラフ前面を北東進する場合は急加速後、温低化直前から急減速となる特徴的な変化をすることが指摘できる。

一方、なぜ偏西風帯で移動速度が加速するかを台風7916の例で考察してみよう。台風循環を除いた偏西風帯の高度場の中における台風の中心位置における300mbおよび500mbの高度の時間変化を図6.4に示した。この台風は日本列島の高層観測網の中を移動(図1.1)し、6時間毎の観測データが詳しく得られたケースである。図4.8に500mb高度場(実線)と台風循環を除いた場(鎖線)を示した。(鎖線) —図4.2及び図4.3に詳し

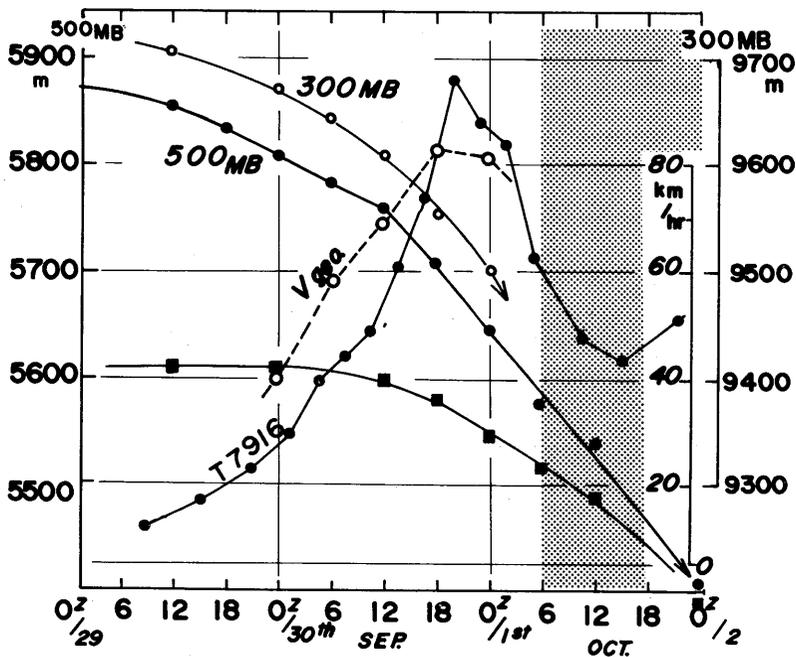


図6.4：台風循環を除いた偏西風場における台風中心位置における300mb及び500mbの高度化と地衡風風速(500mb、破線)の変化。

台風7916の移動速度の変化；四角印は偏西風帯じょう乱の循環中心の高度。

い。この図4.18および図6.4から偏西風帯での加速について次の点が明らかになった。

まず第1点としては、台風循環中心における500mbの偏西風帯の高度場の変化は転向点から高度が漸減し始め、台風が増加するに従い29日12^zからは高度がさらに低下し、速度の急加速が始まる30日9~12^zを境に高度の降下の傾きが増大した。300mbでも同様な傾向を示していた。このことは500mbや300mbの偏西風帯の等高線を横切りながら台風循環が北東へ移動していることを意味し、その結果として台風の移動速度が増大していると言える。

大気中層での偏西風の流れは極大風速軸までは極側へ行くほど風速が増大する。一般に台風循環はほぼ鉛直の渦管をもち、500~200mb付近の高度の指向流で流される。図6.4に示すように、台風を流す偏西風場の中で台風の中心における高度が時間の経過とともに減少することは偏西風のより強い流れの中への侵入を意味する。指向流で流されるという移動メカニズムで言えば、より偏西風の強い流れの場への侵入即ち加速されるという点が定性的に理解される。

なぜ偏西風帯の等高線を横切って渦管が低圧部側へ侵入するかは十分論証されていないが、一つの考察としては南北の風速シャーのある流れの中を反時計回りの回転をもった渦管が移動する場合、シャーによって低圧部側への外力が加わるためと考えられよう。

第2点としては、指向流レベルでの台風の中心位置における偏西風場と移動速度との関係を見るため、500mb地衡風速の時間変化を図6.4に破線で示した。図6.3の移動速度を図6.4に合成して比較すると、台風の移動速度は中心構造が崩壊し温低化が急激に進行する30日18^zの直前までは地衡風速のほぼ70%で移動し、図4.18からも明らかなように方向についてはほぼ一致していることがわかる。しかし温低化が最終段階に達し偏西風帯じょう乱との相互作用が始まった30日18^z以降はこの関係は薄れた。温低化が完了した1日06^z以後の下層循環中心の移動は偏西風帯じょう乱の500mbの渦の移動とともに動き、温低化完了を境に台風の場合の指向流による移動メカニズムから温帯低気圧のそれへと変わり、根本的な差異を示した。30日18^z~1日06^zの間がその遷移段階であった。

ほぼ同一経路を通った台風7920も台風7916とほ

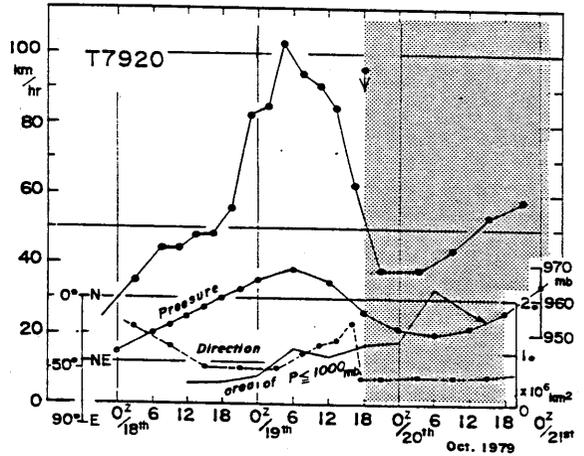


図6.5：台風7920の移動速度の変化。説明は図6.3と同じ。

ぼ同じメカニズムで温低化が進行したことがわかる(村松、1983 a)。図6.5で示したようにこの台風の温低化のメカニズムと移動速度との関係は、偏西風帯への侵入での加速過程→温低化の急速な進行→温低化完了直前の速度極大→温低化最終段階と偏西風じょう乱との相互作用による再発達期の減速過程→温低化完了後、閉塞期の温帯低気圧として成熟する過程における極小期→偏西風帯じょう乱(温帯低気圧)としての移動;という過程を経ることがわかった。台風7916の場合と温低化過程は一致していることが明らかになった。

6.3 予報位置の誤差について

6.2で述べた温低化過程における系統的な移動速度の変化が考慮されない場合は台風の進路予報において大きな誤差を生ずる結果となる。図6.6は台風7916及び7920の24時間予報扇形と24時間後の実際の中心位置とのずれ(誤差)を表わしたものである。台風7916の場合、偏西風帯領域での加速(30日18^zまで)では台風の移動速度の増大に予想速度が追いつかない、つまり予想位置が実際に移動した位置へ追いつかないことになる。例えば、30日06^zを初期値とする24時間後の予報位置の扇形は41°N 139°Eと37°N 144°Eであったが、実際は根室付近(1日06^z)に進み、扇形中心との誤差は550kmとなり、同様に30日00^zの初期値からでは約800kmの遅れとなった。

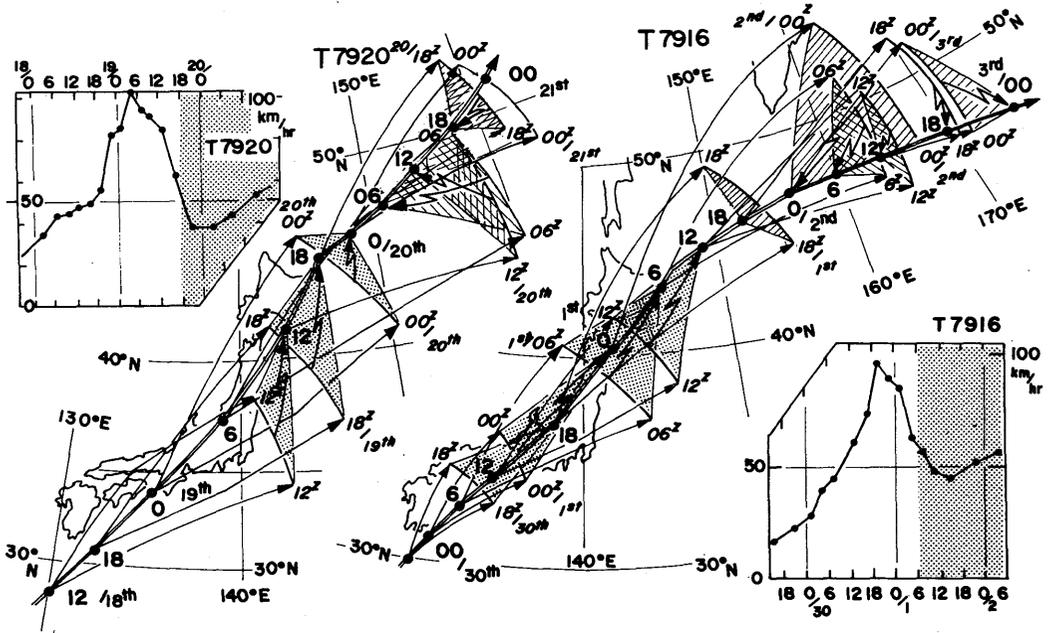


図6.6：台風7916及び台風7920の予想位置の誤差。点影は予報位置の遅れを示し、斜線域は予報位置の先行を意味する。

一方、台風は温低化の最終的な進行とともに18²~21²以後は急減速過程へ移行し、温低化完了(1日06²)以後は速度極小期となり、極大値(96km/hr)の半分以下の速度となった。この減速過程の中心時刻である1日00²を初期値とする24時間後の予報位置(2日00²)は、逆に予報位置が実際の位置より先行し、2日00²の実際の中心位置とは約800kmの誤差を生じた。30日18²~1日00²の移動速度80~90km/hrがその後の急激な減速期とそれに続く極小期で速度が約半分に減少した事による。この加速期での予想位置の遅れと、減速期における予想位置の先行の符号の入れ替わる期間中は誤差が相殺され、予想位置の誤差は小さかった。図6.6の左半分に示した台風7920についても、全く同様な結果となった。

また温低化完了後、偏西風帯じょう乱として移動したため、両台風とも、台風としての北東→北北東進した後、温低化完了とともに東北東~東へとこの進路を不連続に変えている。そのため予想扇形の最も南側を移動するという結果となり、予想位置誤差の増大をもたらしている。この様に、偏西風帯の深いトラフの前面を北東進し、温低化

とともに温帯低気圧として再発達する場合は、進路予報上きわめて重要な要素として移動速度の変化を取り入れなければ大きな系統的な誤差を生ずる結果となろう。

6.4 移動速度の特徴的な変化と経路図による分類

前述のように『偏西風帯での台風の温低化の進行・完了とともに移動する速さが加速後減速』という特筆すべきパターンが存在し、再発達との密接な関連性が解析されたので、再発達しない範疇との比較分類を行う。

(1) 再発達しない場合の温低化の分類

図6.7に台風8019で代表される再発達しない場合の移動速度と経路を載せた。このように温低化過程で減速過程を含まない台風の移動速度の変化を図6.7に示す。この分類に属する台風は偏西風帯で速度が、一樣加速か加速後一定かの二種類がある。いずれの場合でも再発達せずに温低化過程をとっている。この分類に入る台風の経路を図

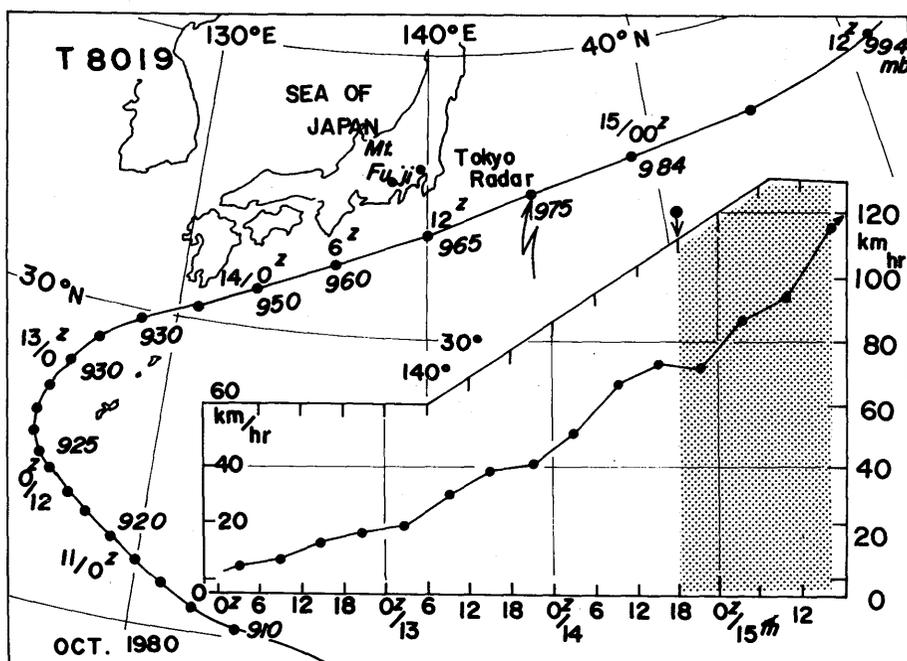


図6.7：台風8019（再発達しないケース）の移動経路および移動速度の変化、矢印は温低下完了を示す（18°）。

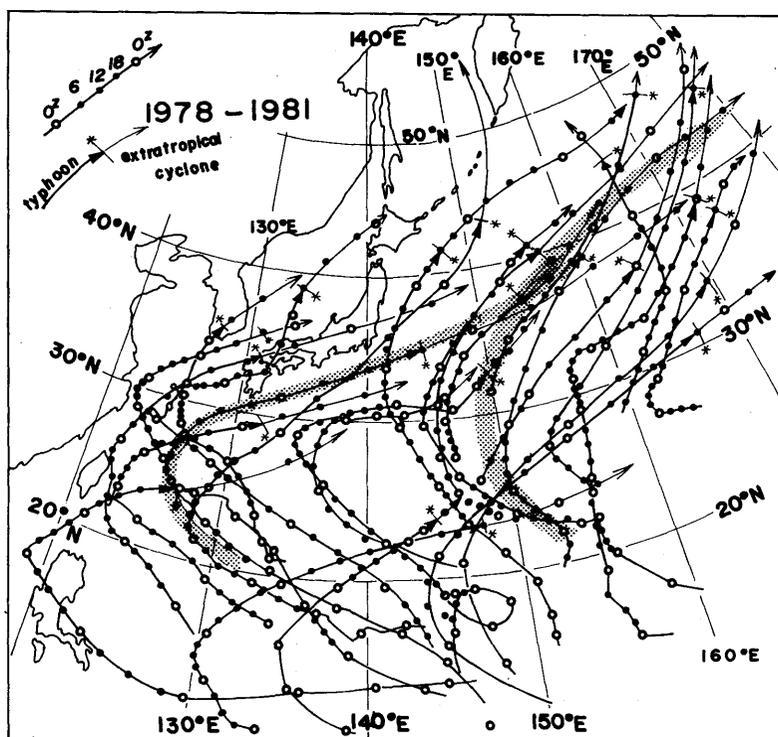


図6.8：温低下後再発達しないケースの台風、温帯低気圧の経路図、点彩は主要な経路、1978～1981年。温低下完了点は経路上、細線で切った*印の地点である。

6.8に示したが、経路上の特徴点は、1) ゾーナル流又は西南西～東北東流上を35°N以南で東北東進する場合であり、2) 他の一つの主要な経路は日本の東海上150°E以東を北東進する場合である。この様な場合は台風の西側には台風と相互作用を起こすような偏西風帯のじょう乱は存在せず、大気中層の500mbのトラフもなく、台風自身が周辺から温低化しても再発達し難いことがわかる。頻度としては1978年～81年の4年間で温低化側の32例中25例と約7割を越す割合で起る。

(2) 再発達する場合の温低化の分類

台風7916や7920を含む温低化とともに加速後減速と変化パターンを示す場合の経路図を図6.10に、その移動速度の変化を図6.11に示す。図6.10で中太線が台風である期間の経路で、星印で温低化が完了し、細線は温低化後の経路である。移動速度が偏西風帯加速と温低化最終段階での減速という特徴的な変化を示し、7例とも共通している。

特徴点としては; i) 図6.8と比較して、移動経路が150°Eより西側で日本付近を北東～北北東

進する経路に限られ、大気中層の深いトラフの前面(南東象限)に台風が侵入し温低化し再発達したケースである。ii) 台風8122の場合は寒冷渦の周辺を回るケースで、温低化直後から再発達し、温低化6時間後に946mb、24時間後に940mbと非常に発達した温帯低気圧となり、移動速度も20km/hrと急に急減速した例である。iii) 加速後、温低化・再発達による減速という変化パターンを示し、頻度は32例中7例であった。

以上述べた結論の一つとして深いトラフの南東象限を北東進する台風は温低化とともに再発達・減速するということがわかった。台風7916と同様に図6.12で示すように台風5415(洞爺丸台風)の北海道南西沖での『謎の減速』についても、台風の温低化再発達と急減速が同時現象であったということで十分説明し得る。(村松, 1983 b)。

これらを含め、台風が日本付近を通りすぎたあとでも、オホーツク海や日本海北部で急速に再発達し減速する場合がある事を意味し、暴風雨域の直径が2000kmを越す場合すらある。領域の拡大(再発達)、暴風雨継続の長期化(減速)をもたらし、

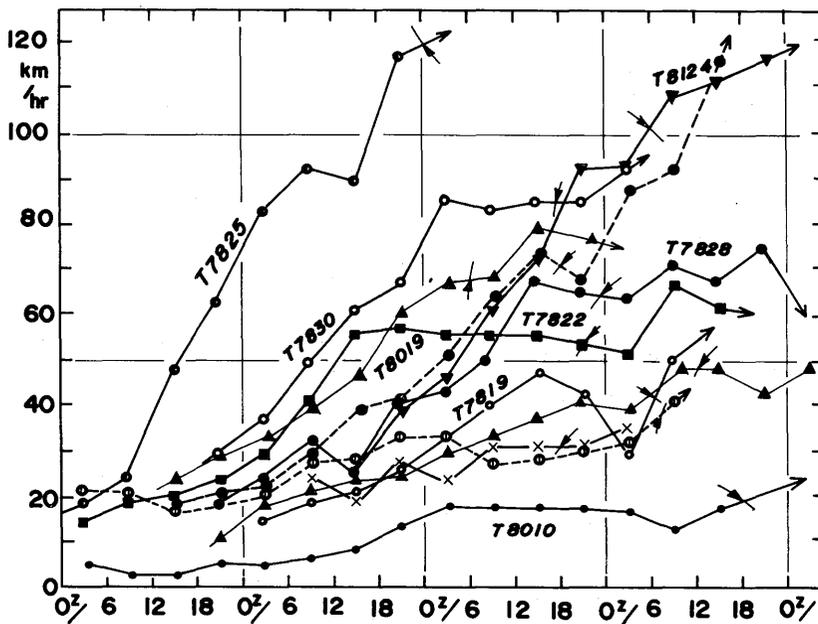


図6.9: 再発達しないケースの移動速度の変化(代表的な12例)。1978～1981年、折れ線上の矢印はその時点で温低化が完了したことを示す。

海上での船舶に重大な脅威を及ぼす事が予想される。台風7916の温低化問題を含め、この種の温低化問題は日本から遠ざかる台風一帯低気圧の進路や強度予想において重要であることを物語っている。

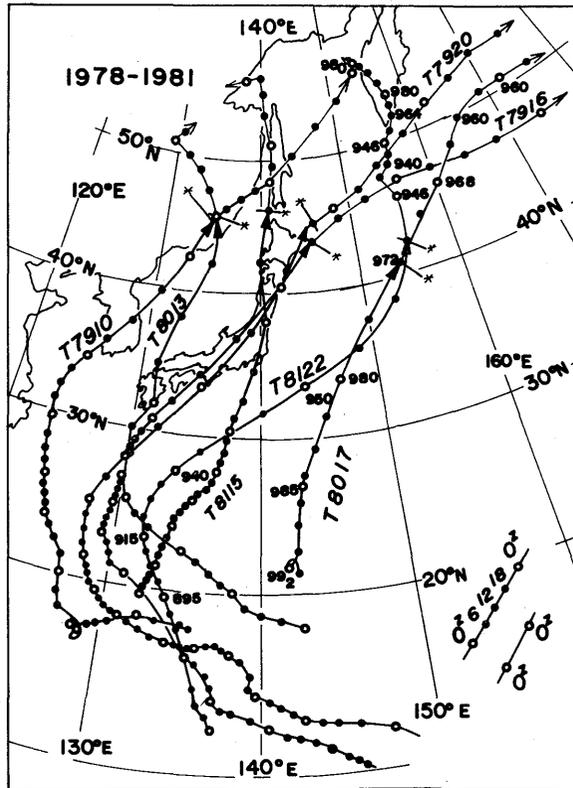


図6.10：再発達する温低化のケースの経路図、1978～1981年、説明、図6.8と同じ。

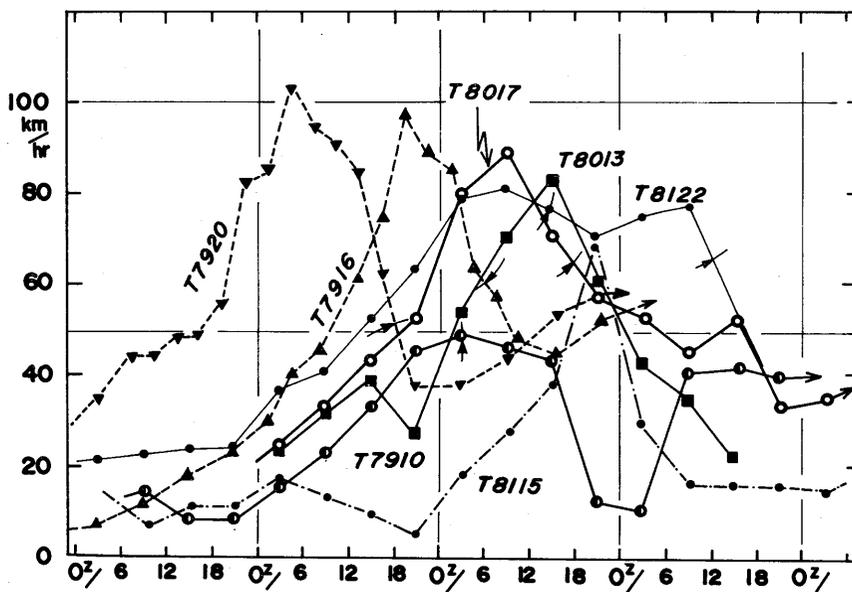


図6.11：再発達するケースの移動速度の変化図。説明は図6.9と同じ。

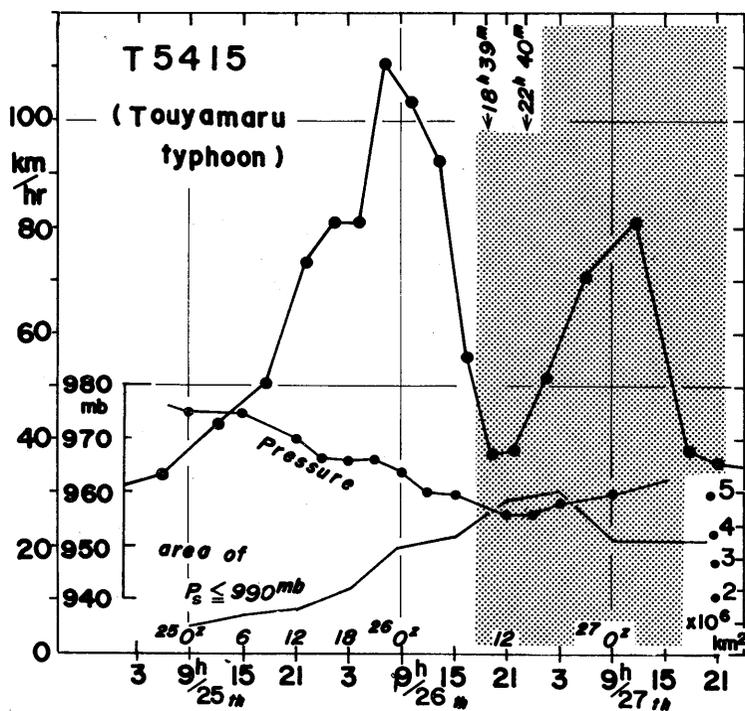


図6.12：洞爺丸台風 (T5415) の温低化と移動速度の変化。説明は図6.3と同じ。