

# 亜熱帯ジェット流の大規模変位に関する解析\*

藤井盛澄\*\*

**要旨:** 1958年1月, 10月, 12月及び1960年1月の4例について, 太平洋西部から北米東岸に到る領域で, それぞれ1ヶ月に互つて解析した結果, F. Defant (1957) の述べた  $J_s$ -impulse が, 主として北米附近で認められた. この時,  $J_s$ -impulse に先だつて, 上流に非常に深いトラフ (extended trough) が発生する. このトラフの南側では, 亜熱帯ジェット  $J_s$  は低緯度に押され, ポーラージェット  $J_p$  と共に鋭い曲率を持って, 互に接近して流れるようになる. トラフの東側では強い南風が存在し, 亜熱帯高気圧の発達及び  $J_p, J_s$  の相互干渉による不安定化と相俟って,  $J_s$  の大規模変位が始る. extended trough の形成については, 次の2つの場合が考えられる.

(i) 日本附近から太平洋東部にかけて,  $J_p$  と  $J_s$  が非常に接近し, ゾーナルな強い流れをつくる時, 両者の相互干渉により, 下流で流れが不安定となる場合.

(ii) アラスカ湾で顕著なリッジが発達し, その東側で J. Bjerknes の述べた不安定がおこる場合.

$J_s$ -impulse の末期には, 変位した  $J_s$  は次第に南下しつつ消滅し, それに代って, 緯度  $30^\circ\text{N}$  附近に沿つて別の  $J_s$  が形成される場合と, 次第に南下して元の位置に復する場合とがある. この頃には, シノプティックパターンは急変動して低示数型となる.

## 1. まえがき

亜熱帯ジェット流  $J_s$  は中緯度に存在するポーラージェット  $J_p$  に比して定常的で, 波動性も少なく, 冬期には  $20^\circ\text{N}\sim 35^\circ\text{N}$  にあるゾーナルな流れであると考えられているが, F. Defant (1958) はこれに反して,  $J_s$  は時として大振幅の波動を形成して, 大規模に北方へ変位することがあると述べている. この様な変位は Subtropical Impulse と呼ばれたが, 熱帯循環の変動によって, 低緯度の暖気が高緯度に侵入するとき, 半球の規模で行われ, 中緯度に於ける大気大循環変動のきっかけになると云われる.

筆者は1958年1月, 10月, 12月及び1960年1月の4例について, 主として米国附近でアイソタックス及び子午断面図の解析を行い,  $J_s$ -impulse の事実を確めた. 解析の結果によれば,  $J_s$  の変位は始め米国西岸 (1958年の例) 又は中部 (1960年の例) で始り, 次第に東方へ波及して東岸に達する頃終るが, その最盛期には  $50^\circ\text{N}\sim 60^\circ\text{N}$  に達することがある. この様な変位は数日, 長くて10日程続くが, これに先だつて, 上流に非常に深いトラ

フが発生することが分つた. 即ちアリユーション東部からハワイ附近にまで達する深いトラフが発生し, トラフの西側では強い北風が, 東側では強い南風が卓越する. このため, トラフの東側では対流圏から成層圏下部に達する深い層に互つて, 熱帯気団が大規模に中・高緯度に侵入する. この様にして, 低緯度に伸びた "extended trough" のところでは, 中・高緯度気団と熱帯気団との間の相互干渉によって, 低緯度の子午循環が刺激されるかも知れない. 恐らく, このトラフの東側では子午循環が活発となり, 低緯度の循環細胞は高緯度に伸長し, それに伴って  $J_s$  の大規模変位がもたらされたものと考えられる.

解析された4例は何れもハワイ東側の太平洋東部に extended trough を形成し, そのため,  $J_s$ -impulse は米国の太平洋沿岸又は米国中部から始つたことは興味深い. 地球上にはこの様なトラフの発生し易い所, 従つて  $J_s$ -impulse の起り易い特定の場所があつて, それは主として, 地形及び大陸と海洋の分布による力学的, 熱力学的効果によって形成される準定常なトラフ・リッジシステムが重要な役割を持っていることを暗示している.

## 2. 解析の方法

F. Defant (1958) は北半球について, 圏界面高度図を用いて  $J_p$  と  $J_s$  の位置を決定した. 即ち, 圏界面高

\* Analysis on the Large-Scale Displacement of Subtropical Jet Stream

\*\* M. Fujii 大阪電気通信大学

—1966年6月27日受理, 1966年9月16日改稿受理—

度のブレイクは偏西風帯に於ける2つのジェット  $J_p$ ,  $J_s$  の位置と形をそのまま示すものと考え、1956年1月1日～7日の解析を行い、7日には  $J_s$  は地球上の多くの部分で北方へ変位し、著しく蛇行したと述べている。一方、シカゴ大学の T. N. Krishnamurti (1959) は1955年12月から1956年2月に亘って、赤道と  $35^\circ\text{N}$  との間で高度 200 mb の風の解析を行い、日々の  $J_s$  の位置を決定したが、その変動小はさく、同じ場合を解析した上述の Defant の結論と一致しない。

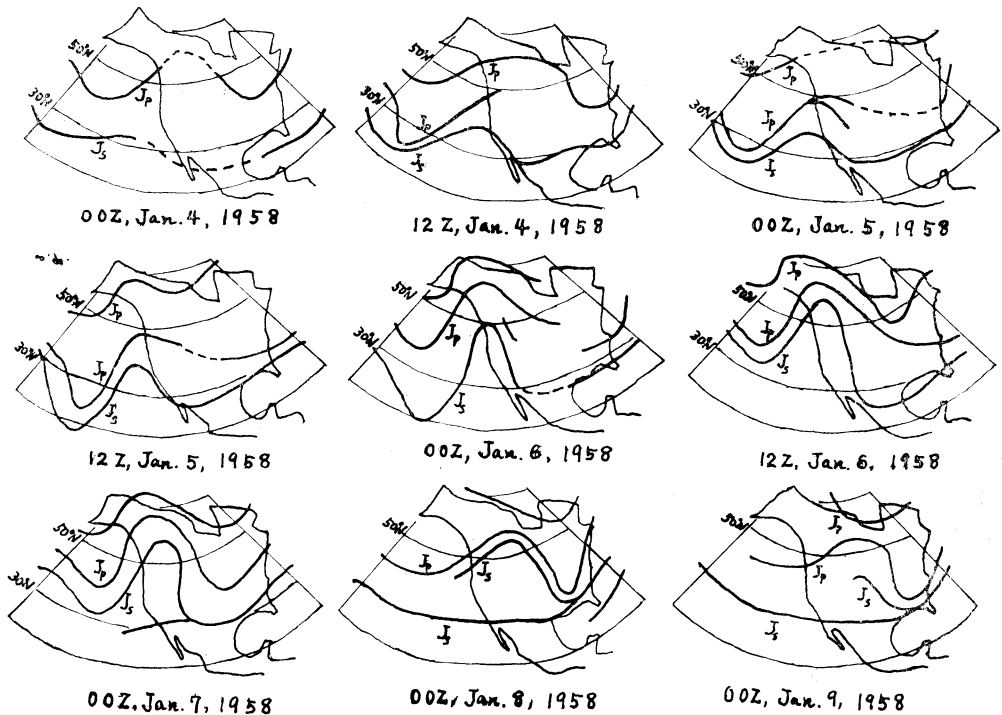
筆者はアメリカ気象局発行の Northern Hemisphere Data Tabulations を用いて、毎日又は必要に応じて12時間毎の 300 mb 面及び 200 mb 面のアイソタクスを解析し、暫定的に  $J_p$  と  $J_s$  の位置を決定した。一般に  $J_p$  は 300 mb に、 $J_s$  は 200 mb に於て顕著にあらわれること、及びポーラー・フロントの位置に注意すれば、両者が可成り離れているときは、この方法だけで両者を識別することも困難ではない。併し、 $J_s$  が変位して  $J_p$  に極めて接近又は重畳したときは、アイソタクスだけでは識別しにくいことが多い。又この様なときは両者の高度差に頼ることも危険である。併し、この困難は 500, 300 及び 200 mb の等高度線を、更に必要に

応じて鉛直断面図と状態曲線を参考にすることによって緩和された。解析に際して注意した諸点は次の通りである。

- (i) 12時間又は24時間毎に解析して、ジェットの位置を連続的に追跡した。
- (ii)  $J_p$  は通常ポーラー・フロントを伴うが、 $J_s$  はフロントを伴わないか、若しくは上層にサブトロピカル・フロントを伴うことに留意した。
- (iii) 状態曲線の特性の変化(対流圏の温暖化、圏界高度の上昇、成層圏の冷却等)によって亜熱帯気団侵入の有無の目安とした。
- (iv) 普通  $J_s$  が存在する  $30^\circ\text{N}$  附近で、対流圏上部の気圧傾度が小さく、亜熱帯高気圧が中緯度に張出しているときは、一応  $J_s$  も亦北方へ変位しているのではないかと考えた。
- (v) 高度 500, 300, 200 mb の等高線パターンにより、 $J_p$  の合流や分流に注意し、 $J_p$  と  $J_s$  を混同しない様にした。

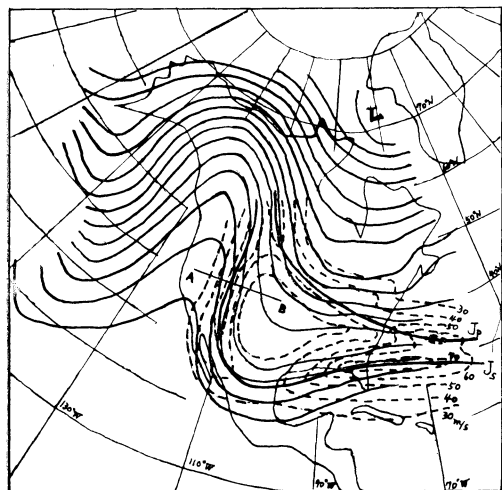
3. 解析の結果

- (i) 1958年1月の解析  
解析された期間内の  $J_p$  と  $J_s$  の相互位置の変動を第



第1図 ポーラージェット  $J_p$  と亜熱帯ジェット  $J_s$  の相互位置の日々の変化

1図に示す。4日00Z頃からアラスカ湾のトラフが急に発達し、トラフの南側と北側に2本の $J_p$ がみられる。その中、低緯度の $J_p$ はship N (30°N, 140°W) 附近を北々東に北上して、50°N 附近で米国西岸に達している。太平洋北東部のトラフはその後、尚発達して、5日12Zには $J_p$ はハワイの東側へと鋭く南下し、 $J_s$ に非常に接近した。トラフの南側では両者は鋭い曲率を持って、相接近して流れている。このため、トラフの前側では強い南寄りの風が、又後面では強い北寄りの風が吹いており、ship N (30°N, 140°W) の150 mb では57 m/sec の南風を記録している。発達したトラフに沿って南下した $J_p$ は、12時間後の6日00Zにはすでに北上して、 $J_s$ との距離は再び大きくなった。併し、その頃から

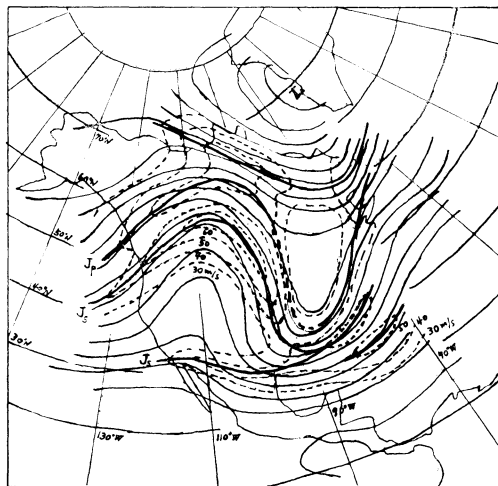


第2図 1958年1月6日12Zの200 mb 天気図。  
細い実線は等高線、破線は等風速線、太線はジェットの軸を示す。

トラフの東側で $J_s$ の変位が次第に大きくなり、米国西岸では50°Nに達している。その後 $J_s$ の変位は次第に東方に及び、8日00Zには極大に達した。又7日頃からは30°N 附近に別の $J_s$ が発生しており、これは其の後次第に確立されるが、一方北方に変位した $J_s$ は9日00Zには南下しつつ消滅している。

第2図と第3図は $J_s$ の変位の初期と最盛期に於ける200 mb の等高線とアイソタックスを示したものである。1月6日12Zにはアリューシャンからハワイ東部にかけて20°Nに達する深いトラフがあり、その東側の米国西岸に沿って優勢なリッジが発達し、大振巾の波動を形成している。 $J_s$ はこのリッジに沿って米国西岸で大き

く変位し、リッジの東側では強い北風となって南下している。太平洋東部のトラフは8日00Zには消失しつつあるが、米国西岸に始った $J_s$ の変位はその後次第に東方に波及し、第3図では米国西部から中部にかけて大きく変位した。 $J_s$ の変位はこの頃が最盛期であってその後次第に南下しつつ消失した。尚この図で、30°N 附近に沿って米国東岸から別の $J_s$ が次第に西へ伸びており、その後高緯度に変位した $J_s$ が衰えるにつれて、これに代って30°N 附近のノーマルな位置に確立した。

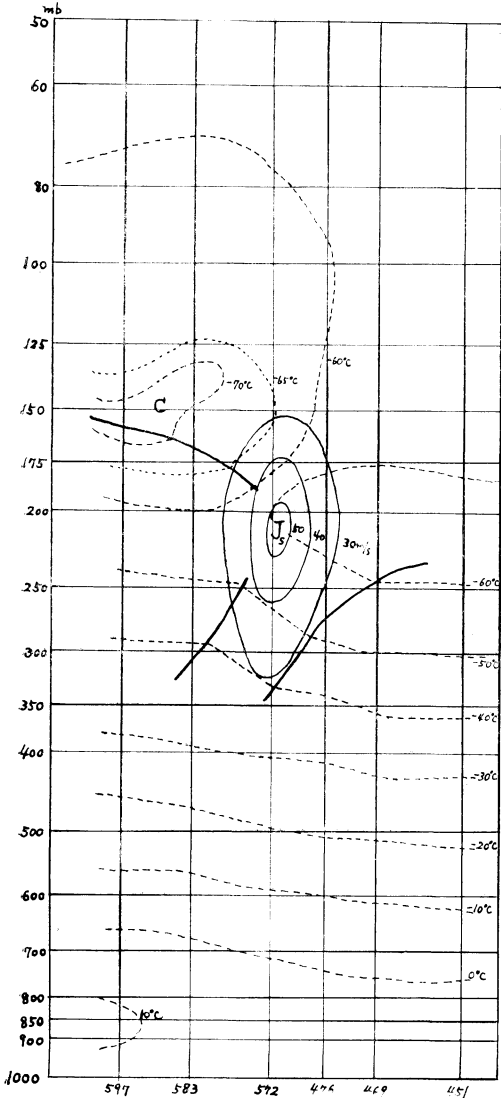


第3図 1958年1月8日00Zの200 mb 天気図。  
細い実線は等高線、破線は等風速線、太い実線はジェットの軸。

第4図は第2図のABに沿う鉛直断面図である。北上した熱帯圏界面と中緯度圏界面との間に形成された割目には、高度200 mb 附近に $J_s$ -core があり、 $J_s$ は対流圏上部にサブトロピカル・フロントを伴っている。これよりも稍北方の50°Nに沿って作った断面図では、北上した $J_s$ が $J_p$ に接近し、そこでは熱帯圏界面は急角度をなして垂れ下り、 $J_p$ をはさんで比較的低い寒帯圏界面との間に著しいブレイクを形成していた。また $J_s$ の変位が極大に達した8日00Z、米国西岸の50°N 附近での断面図でも非常に接近した $J_p$ と $J_s$ をはさんで、熱帯圏界面の垂れ下りがあり、この時には $J_s$ の風速極大域が垂れ下った熱帯圏界面に沿って南上方へ伸びているのが見られたが、このことはC.W. Newton, A. V. Person (1962) も指摘しているところである。

#### (ii) 1958年12月の解析

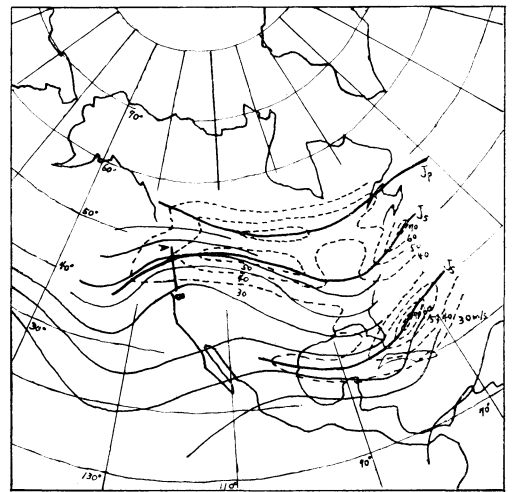
1958年12月についても、毎日、又は必要に応じて毎12



第4図 第2図のABに沿う鉛直断面図, 実線は等風速線, 破線は等温線, 太い実線は圏界面及び前線帯を示す。

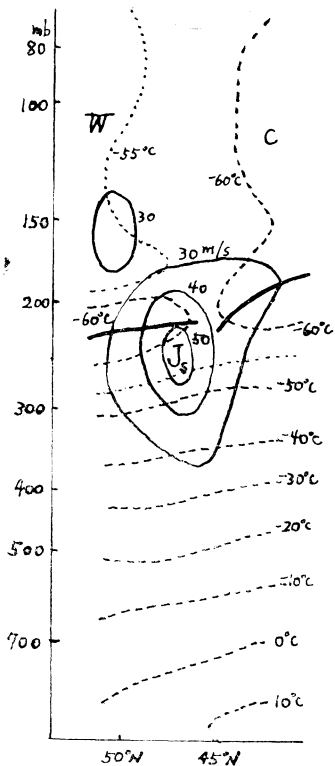
時間の 200 mb 及び 300 mb の解析を行った。第9.2図に示される様に、7日頃ハワイと ship N (30°N, 140°W) との間で J<sub>p</sub> の著しい南下があり、深いトラフが発生した。J<sub>p</sub> は鋭い楔状をなして南下して、そこでは J<sub>p</sub> と J<sub>s</sub> は非常に接近している。トラフの東側の ship N では強い南風が卓越しており、南々西の風 56 m/sec を示した。一方、J<sub>s</sub> は J<sub>p</sub> の鋭い南下のためハワイの東側で著しく低緯度に押されているが、この段階では未だ J<sub>s</sub> の変位は始っていない。8日には J<sub>p</sub> は北上し、両者

の距離は再び大きくなった。同時に、トラフも亦次第に弱まったが、10日頃から ship N の東側で J<sub>s</sub> の北上が次第に顕著となり、11日から12日にかけて米国西岸に沿って大きく変位した。其の後13日から14日にかけて変位は次第に小さくなり、14日 00Z にはこのままノーマルな位置に戻るかと思われたが、14日 12Z 頃から再び大きく変位する形勢となった。ここで注意されることは、14日 00Z には J<sub>p</sub> と J<sub>s</sub> はトラフのところで南北に可成り離れていたが、12Z には J<sub>p</sub> が稍鋭く南下して J<sub>s</sub> に接近し、トラフの東側では強い南風が卓越していたことである。その後15日には再び西岸で大きく変位した。この変位は第5図に示す様に19日頃極大となり、米国西部では 48°N に達し、東部でも 40°N に及んでいる。その後、変位は次第に小さくなり、22日頃旧に復した。この時、米国東部では J<sub>s</sub> の南下と共に J<sub>p</sub> も亦南下し、J<sub>s</sub> は次第に J<sub>p</sub> に融合していったが、米国西部では次第に南下しつつ消滅した。この段階では、メキシコ湾からバミューダ諸島にかけての領域と、ミッドウェイからハワイにかけての領域で、新しく発生しつつあった J<sub>s</sub> が、太平洋東部のトラフの消滅と共に東西につながり、ノーマルな状態に復した。



第5図 1958年12月19日の 200 mb 天気図。実線は等高線, 破線は等風速線。太い実線はジェットの軸を示す。

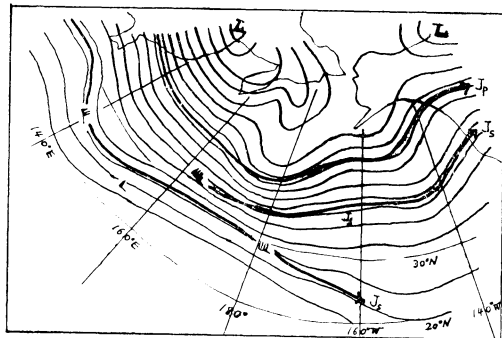
第6図は第5図のABに沿う鉛直断面図である。中緯度圏界面と亜熱帯圏界面は J<sub>s</sub> をはさんで小さいブレークを形成しているが、殆んど連続した圏界面の様にも見える。この断面図ではは上層のフロントを伴っていない



第6図 第7図の AB に沿う鉛直断面図。実線は等風速線。破線は等温線。太い実線は圏界面を示す。

ばかりでなく、対流圏上部の気温傾度も小さい。

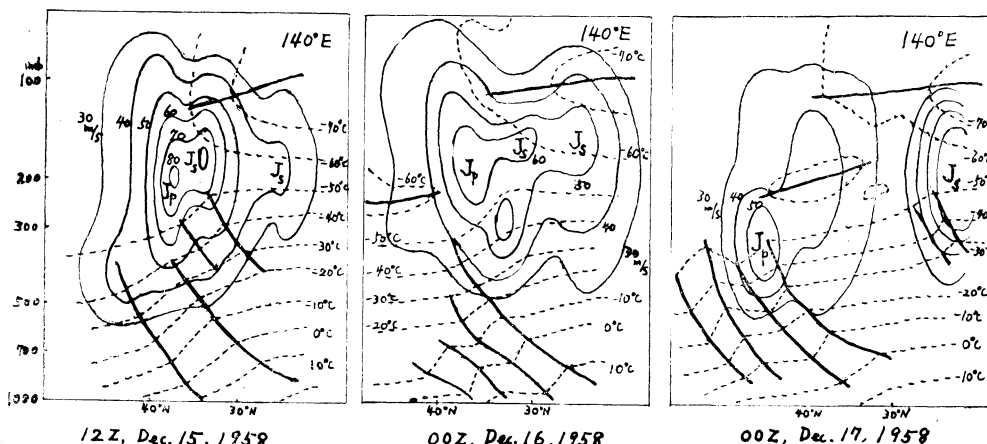
これまでの解析に於いて、Js が北方に変位したとき 30°N 附近のノーマルな位置に新しく Js が発生するこ



第7図 1958年12月17日00Zの200mb天気図。細い実線は等高線、太い実線はジェットの軸、短い矢羽根は5m/sec、長い羽根は10m/sec、三角矢羽根は50m/secを示す。

とが示されたが、この模様を日本附近についてしらべてみよう。140°Eの子午面内で高度200mbでの風のタイム・セクションによれば、15日12Z頃硫黄島附近に新しくJsが発生した。この時の200mb図をみると、Jsの変位は太平洋東部から米国にかけて顕著であるが、日本附近から太平洋中部にかけても小さい変位があり、硫黄島附近でのJsの発生に伴い、16日00Zには太平洋西部から中部にかけて25°N~30°N附近に新しくJsが発生して、そこでは変位したJsと共に、緯度5°位の間隔で平行に流れる2本のJsが見られる。24時間後の17日00Zには、第7図に示される様に変位したJsは西方から次第に消失しつつある様に思われる。

140°Eの子午面内で、変位したJsの消滅と新たに25°N附近に発生したJsの模様第8図に示されてい



第8図 140°Eの子午線に沿う子午断面内に於ける亜熱帯ジェットJsの消長。実線は等風速線。破線は等温線、太い実線は圏界面及び前線帯を示す。

る。15日 12Z には八丈島の 175 mb 附近に上層のフロントを伴った  $J_s$  があり、硫黄島の 200 mb 附近に、新たな  $J_s$  が発生している。12時間後の16日 00Z には北方の  $J_s$  は次第に消失しており、12時間前には明瞭であったサブトロピカル・フロントは幅広いバロクリニック・ゾーンとしてその跡を留めるにすぎない。一方、硫黄島附近に発生した  $J_s$  は更に強くなっている。また24時間後の17日 00Z には、北方の  $J_s$  は消失寸前の様に思われ、それに反して、硫黄島附近の  $J_s$  は一層強まり、この時には上層のフロントを伴うに到った。

#### 4. Extended trough

解析された4例について、何れの場合にも第9図に示される様に、 $J_s$ -impulse に先だって、その上流に非常に深く且鋭いトラフが発生した。図に示される様に、ハワイの東側で太平洋東部に形成された extended trough に沿ってポーラー・ジェット  $J_p$  が鋭く南下し、 $20^{\circ}N$  に達している。この様な気圧場の下で、トラフの東側では対流圏から成層圏下部に達する深い層に互って強い南風となっており、低緯度の暖気（成層圏では寒気）が大規

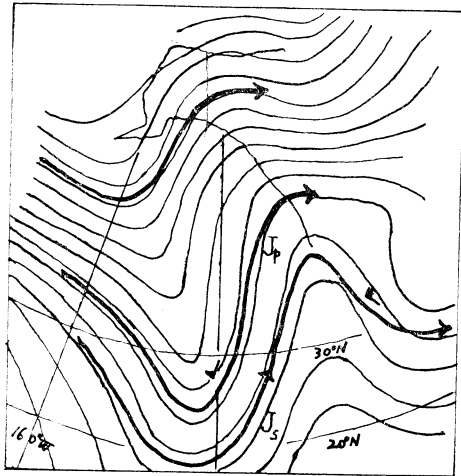


図 9.1 図 12Z, Jan. 5, 1958

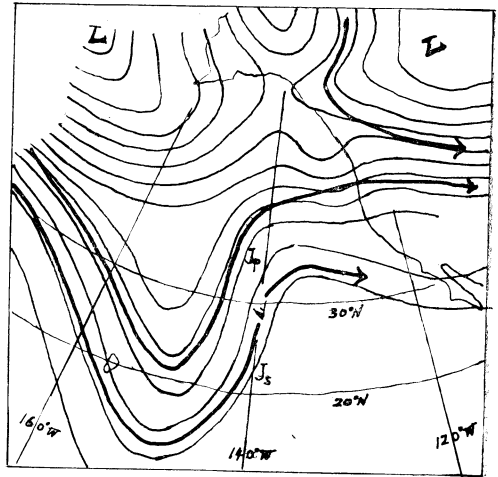


図 9.2 図 12Z, Dec. 7, 1958

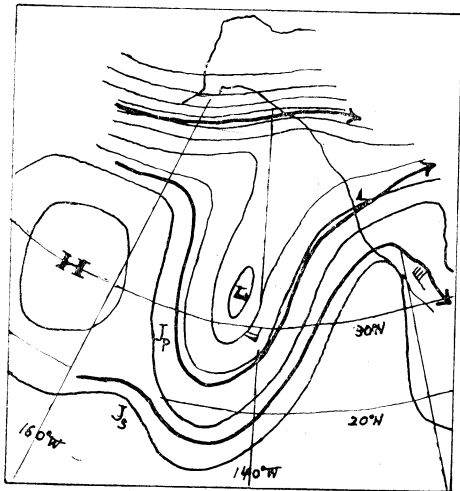


図 9.3 図 00Z, Oct. 16, 1958

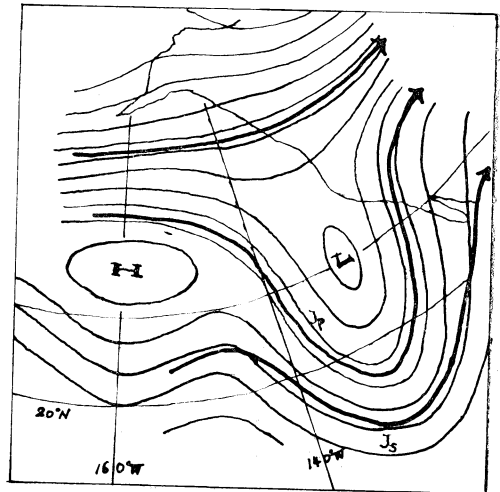


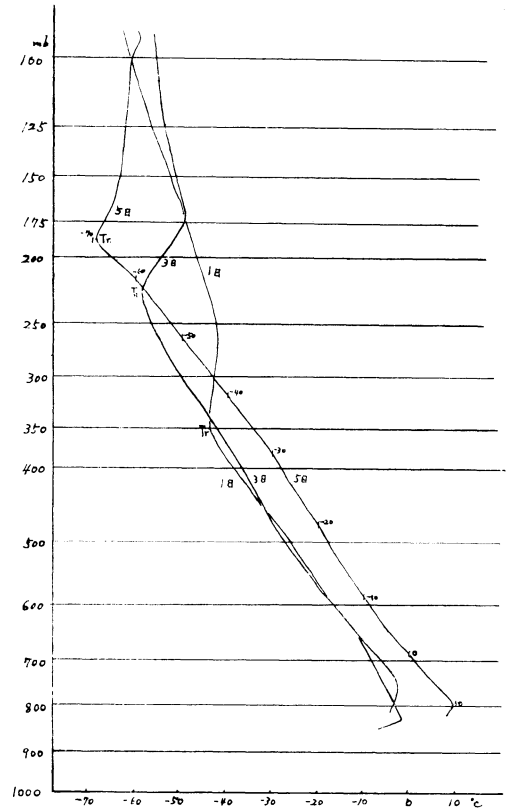
図 9.4 図 00Z, Jan. 10, 1960

第9図 200 mb 天気図，太平洋東部に発生した異常に深いトラフを示す。短い矢羽根は 5 m/s，長い矢羽根は 10 m/s，三角矢羽根は 50 m/s をあらわす。

模に中緯度に侵入している。このような低緯度に伸びる非常に深いトラフの、大気循環環に於ける重要性は、H. Riehl (1950) が指摘しているところである。J<sub>p</sub> と J<sub>s</sub> の接近は長くは続かず、第1図に見られる様に12時間又は24時間後には J<sub>p</sub> は北上して両者は再び離れて了う。併し接近による両者の相互干渉の結果、亜熱帯ジェット流はトラフの下流で不安定となり、これを契機として J<sub>s</sub> の大規模変位が始ったものと思われる。

extended trough の後面の北風と前面の南風の状態をみるために、1958年1月と12月の場合につき Hilo (20°N, 155°W) と shipN (30°N, 140°W) に於ける風のタイム・セクションをしらべてみると、1958年1月には Hilo では6日頃を中心として北乃至北々西の風が顕著であって、この北寄りの強風は対流圏のみならず、成層圏の50 mb に到る深い層に互って吹いている。特に5日12Zには高度250 mb で44 m/sec に達する北風が観測される(第9.1図)。ハワイ附近の上層で、時としてこの様に強い北風が観測されることは、以前 K. Bannon (1954) が指摘したことがあるが、ハワイの様な低緯度で、これ程強い北風がみられることは驚くべきことである。ハワイはこの期間には extended trough の後面にあったが、このことは J<sub>s</sub>-impulse に先だって上流に形成されるトラフが深く低緯度にまで伸び、且つ背が高いことを示すものである。又この時 ship N では5日を中心として成層圏に達する強い南風が観測され、5日12Zには高度150 mb で57 m/s の南風を記録している。このことは亦、extended trough の前面で、非常に深い層に互って低緯度の暖気(成層圏では寒気)が大規模に中緯度に侵入していることを示すものである。同様のことが1958年12月の場合にも云われる。

J<sub>s</sub>-impulse に対して、上流に形成される extended trough の存在が重要であることを上で述べたが、次の解析例は亜熱帯高気圧の顕著な張出しがあったにもかかわらず、extended trough が存在しなかったため J<sub>s</sub>-impulse がおこらなかった場合である。1956年1月5日には米国は優勢な亜熱帯高気圧に蔽われていた。即ち、3日から5日にかけて亜熱帯気団が特に米国中西部に互って大規模に侵入した。このことは Lander (42°48'N, 108°43'W) における状態曲線の変化を示した第10図に明らかに示されている。1日には寒帯気団に特有の状態曲線をしているが、3日には圏界面が急上昇し、200 mb 附近の冷却が著しい。これは低緯度圏界面の寒気が北上したことを示している。5日には対流圏の温暖化と成層



第10図 1956年1月1日から5日までの Lander (42°48'N, 108°43'W) に於ける状態曲線の変化。Tr は圏界面を示す。

圏の冷却が一層顕著で、圏界面は更に上昇し、亜熱帯気団に特有の状態曲線を示すに至った。この時の200 mb 図をみると、米国は雄大な亜熱帯高気圧に蔽われ、この北縁を巡って互に接近した2本のジェットが流れているが、これは亜熱帯ジェットが北上してポーラー・ジェットに接近したものではなく、共にポーラー・ジェットであることが知られる。亜熱帯気団の侵入に伴って、特に南側のジェットは軸の高度も高く、200 mb の風速が300 mb に於けるよりも強いが、鉛直断面図によれば地面附近に達する明瞭なフロントを持っており、明らかにポーラー・ジェットである。これら2本の J<sub>p</sub> の中、南側のものは其の後、亜熱帯高気圧の後退に伴って次第に南下して消滅した。

この様に、1956年1月の場合に亜熱帯ジェット流の変位がなかったのは亜熱帯高気圧の西側に extended trough の発生が見られず、従ってその前面で低緯度から侵入する深い層に互る南風がなかったためであろうと

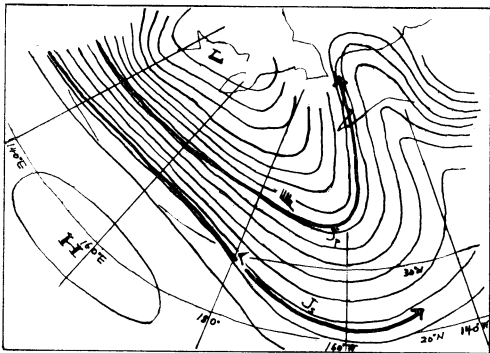
思われる。先に述べた様に F. Defant (1958) は圏界面高度図を用いてこの時の解析を行い、亜熱帯高気圧の北縁を巡る前述の2本のジェットの中、南側の方を  $J_s$  と見做して  $J_s$  の変位があったと述べているが、圏界面のブレイクだけからジェットの位置を決定したため解析を誤ったものと思われる。

5. Extended Trough 発生の原因

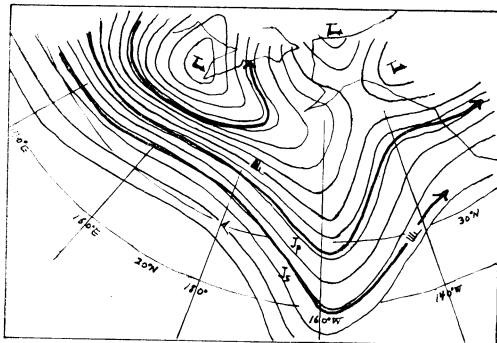
先ず、1958年12月の場合につき、extended trough が形成される以前の上流での状態をしらべよう。第11図は4日12Zの200 mb 等高線を示す。日本付近から太平洋中部にかけて、 $J_p$  と  $J_s$  は互にゾーナルな強い流れを形成して殆んど平行に流れており、太平洋東部には非常に発達したリッジがあり、このため  $J_p$  は  $160^\circ\text{W}$  付近から急カーブを描いて北上している。6日00Zには流れの特徴は変わらないが、 $J_s$  は太平洋西部から中部に

かけて稍北上し、一方  $J_p$  は日本付近で稍南下したため、両者は非常に接近した。又太平洋東部のリッジはカット・オフし、カムチャッカ半島の南側からアリューシャンにかけて別の  $J_p$  が発生した。第12図は12時間後の6日12Zの状態を示したものであるが、この図では太平洋東部で  $J_p$  が急に南下し、トラフは著しく発達している。 $J_p$  は  $160^\circ\text{W}$  で  $30^\circ\text{N}$  付近まで南下しているが、その後の経過は第9.2図に見られる様に7日12Zにはトラフは更に発達し、トラフの前面でも  $J_p, J_s$  が接近するに到り、それをきっかけとして  $J_s$  の大規模変位が始った。

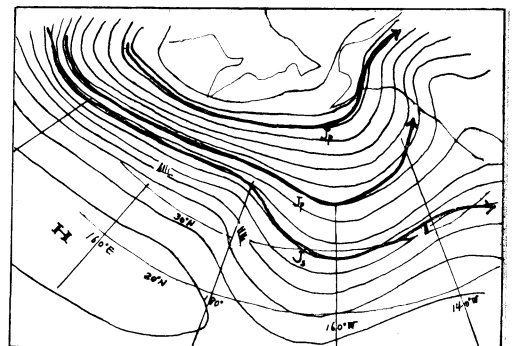
以上述べた様に、extended trough の形成に先立って、上流で日本付近から太平洋中部に互って、 $J_s$  の北上と  $J_p$  の南下とによって両者が次第に接近し、非常に強いゾーナルな平行流をつくっていたのであるが、この時両者の相互干渉によって流れが不安定となり、下流でトラフが急に発達したと思われる。 $J_p$  の南下に対しては太平洋東部の発達したリッジが重要であるかも知れない。即ち、アリューシャンにあった低気圧がその東側の優勢なリッジによって東進を阻止され、南東に移動したことによって、太平洋中部で  $J_p$  が南下したものと考えられる。一方、 $J_s$  は熱帯循環の変動により周期的に小さい南北振動をしていると思われるが、丁度  $J_s$  が北偏したとき、 $J_p$  の南下が太平洋西部から中部に互って行われたため、上述の様に両者の接近が起ったのであろう。1958年1月の場合も、上述の場合と大体似た経過をたどって、extended trough の形成に先だちその上流で  $J_p, J_s$  の接近が行われた。第13図は4日00Zの状態を示したものである。



第11図 1958年12月4日12Zの200 mb 天気図。太い実線はジェット軸、短い矢羽根は5 m/s, 長い矢羽根は10 m/s, 三角矢羽根は50 m/sを示す。

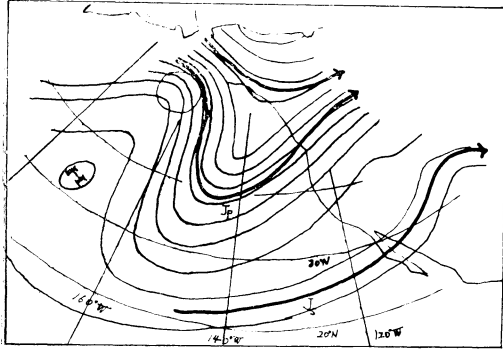


第12図 1958年12月6日12Zの200 mb 天気図。太平洋西部から中部にかけてポーラー・ジェットと亜熱帯ジェットが非常に接近し、太平洋東部には深いトラフが発生している。



第13図 1958年1月4日00Zの200 mb 天気図。太平洋西部から中部にかけてポーラー・ジェットと亜熱帯ジェットが極めて接近している。





第14図 1958年10月14日 00Z の 200 mb 天気図。  
太平洋中部に発生した顕著なリッジを示す。

他方、1958年10月と1960年1月の場合には上述の様な接近は行われず、別の原因が考えられなければならない。第14図は1958年10月14日 00Z の 200 mb 等高線を示す。太平洋中部からアラスカに伸びる発達したリッジがあって、 $J_p$  はアラスカ半島から急カーブで南下している。J. Bjerknes (1950) が述べた様に、この様な大きい等高線の曲率と気圧傾度の元では、空気粒子は等高線に沿って進むことが出来ないで、等高線を横切って低圧側へ流れ加速される。即ち、与えられた気圧傾度の元で、定常な高気圧性流れを維持するために必要な最大曲率又は最小曲率半径  $r_{min} (=4Vg/f)$  があって、等高線の曲率半径がこれより小さいときは、空気粒子は低圧側へ流れて加速される。この様にして加速された高速度の空気粒子が、下流のトラフへ侵入したとき、その大きいコリオリ力と遠心力のため、トラフが深まることになる。

第14図には 11900 m の等高線の最小曲率半径が示されている。この例では  $r_{min} = \frac{4Vg}{f} = \frac{4 \times 43}{1.23 \times 10^{-4}} (m) = 1320(km)$ ,  $r_i = 420 km$  と見積られ、明らかに  $r_i < r_{min}$  であり高気圧性屈曲部に達した空気粒子は、等高線に沿って進むことが出来ないで、低圧側に流れて加速され、従って J. Bjerknes の云う様に、下流のトラフが深まる事が期待されるが、翌日の15日 00Z には急にトラフが発達した。15日にも尚アラスカ湾で上述の不安定が維持されており、翌16日には extended trough が形成された(第9.3図)。1960年1月の場合も流れの特徴は非常に似ており、8日 12Z には太平洋で高気圧が発達して、アラスカに伸びる顕著なリッジがあり、アラスカ湾で  $J_p$  は急カーブで南下している。このとき  $r_{min} =$

$\frac{4Vg}{f} = \frac{4 \times 26}{1.26 \times 10^{-4}} (m) = 820(km)$ ,  $r_i = 370 km$  で矢張り不安定となっており、10日 00Z には extended trough が発生した(第9.4図)。以上の様に、1958年10月と1960年1月の場合には、J. Bjerknes の述べた高気圧性屈曲部での不安定が extended trough の発生に対して重要な役割を持っていたと思われる。

## 6. 結 語

亜熱帯ジェット流が大規模に中緯度に侵入した4例につき  $J_s$  の解析を行い、大規模変位に先だって上流に非常に深いトラフが発生し、トラフの前では下部成層圏に達する強い南風の層が存在すること、及びそこでの  $J_p$  と  $J_s$  の相互干渉により  $J_s$  が不安定化することを述べたが、今後はこの不安定化のメカニズム、 $J_s$  の大規模変位に伴うその構造変化、特に変位した  $J_s$  の消滅の過程及びノーマルな位置に新しく発生する過程等をしらべたいと思う。

終りに、この論文の作成に当り、討論し御指導頂いた京都大学理学部山元竜三郎教授にあつく謝意を表する次第である。

## 参 考 文 献

- 1) Defant, F. and H. Taba, 1957: The threefold structure of the atmosphere and the characteristics of the tropopause. *Tellus*, 9, No. 3.
- 2) —, 1958: The strong index change period from January 1 to January 7, 1956. *Tellus*, 10, No. 2.
- 3) —, 1958. The break down of zonal circulation during the period January 8 to 13, 1956, the characteristics of temperature field and tropopause and its relation to the atmospheric field of motion. *Tellus*, 10, No. 4.
- 4) Rielhl, H., 1950: On the role of the tropics in the general circulation of the atmosphere. *Tellus*, 2, No. 1.
- 5) Bannon, J.K., 1954: Note on the subtropical jet stream in January and April 1951. *The Meteor. Magazine*, 83, No. 987.
- 6) Bjerknes, J., 1950: Extratropical cyclones. *Comp. of Meteorology*.
- 7) Newton, C.W. and A.V. Persson, 1962: Structural characteristics of the subtropical jet stream and certain lower-stratospheric wind system. *Tellus*, 14, No. 2.
- 8) Krishnamurti, T.N., 1961: The subtropical jet stream of winter. *J. Meteor.*, 18, 172—191.