

亜熱帯ジェット流の消長に関する解析*

藤井盛澄

要旨: 米国付近で亜熱帯ジェット Js の大規模変位があった1958年1月と12月には、日本付近でも比較的大きい南北振動をしていた。1958年12月の場合には、北に変位した Js はそこで消滅し、それに代って硫黄島付近に新しい Js が発生した。又変位した Js の消失に誘発されるように、そのすぐ北側にポーラー・フロントとポーラー・ジェット Jp が発生した。台北から硫黄島付近の200mb にはしばしば強風核が観測され、Js はしばしば二重構造を示す。キューバ付近でも本体の Js とは別に強風核が発生することがある。

1. まえがき

さきに、筆者は太平洋から米国にわたる領域で亜熱帯ジェット流 Js の解析を行ない、Js は時として太平洋東部から米国にかけて大規模な変位を行ない、中緯度に侵入することを述べた。変位した Js はその後、南下しつつ西方から次第に消滅する場合と、南下して元の位置に戻る場合とがあるが、おのおの場合について上流の日本付近での Js の変動をしらべた。Js は冬季には緯度30°、高度200mb 付近を流れるゾーナルな流れで、その位置と強さの変動は小さく定常的であるとされているが、少なくとも米国付近で大規模変位があった1958年1月と12月には日本付近でも顕著な南北振動があり、北方に変位した Js の消滅と新しい Js の発生が見られた。

2. 亜熱帯ジェット流の変動

i) 1958年12月

第1図は140°E の高度200mb での風のタイム・セクションである。米国付近での Js の大規模変位に先だつて、上流の日本付近から太平洋中部にわたって、Js の北上と Jp の南下があり、両者が非常に接近して強い平行流を形成したが、このことは第1図で、7日頃まで Js は比較的高緯度にあつて、Jp がこれに隣接して流れていることに示されている。ところが7日12Z頃には Js は消滅し、それに誘発されるように Jp が発生した。一方、硫黄島付近では風が次第に強くなり、消滅した Js に代って新しい Js が発生しており、これも次第に北上して17日00Zに八丈島付近で消滅した。この場合にも、15日00Z頃硫黄島付近に新しい Js が発生し、次第に北

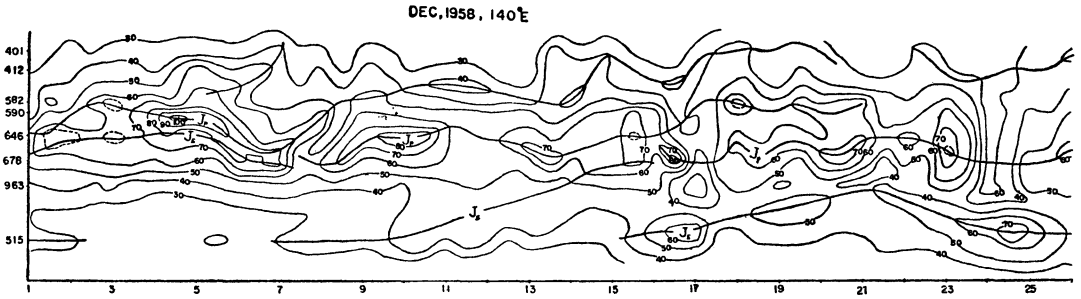
上してその後再び南下し、元の位置に戻っている。このように、米国付近で大規模変位があった1958年12月には、日本付近でも Js の変動が顕著であつた。

第2図は7日～8日頃の Js の消滅と、それに誘発されたと思われる Jp の発生の模様を示している。先にも述べたように3日～7日にわたって Js は日本付近から太平洋中部にかけて Jp に接近し、両者はゾーナルな平行流となり、ハワイの東側で非常に顕著なトラフを形成していた。消滅したのは日本付近から太平洋中部に達するやや直線状の部分であろうと思われる。第1図に示されるように始め Js は Jp に押されるように南下をつづけ、7日00Zにはサブトロピカル・フロントとポーラー・フロントの間で沖縄から米子の500mb に達するフロントが発生した(第2図(a))。7日12Zには Js の強さは60m/s で7日00Zの65m/s に比してやや衰えた。一方、先に発生したフロントは発達して250mb に達しており、鹿児島と福岡の間で高度200mb に60m/s の Jp が発生した。なお、7日00Zに名瀬の180mb に発生していた Js は、やや衰えてこの図では中心核は認められないが、強風域は低緯度へ伸びており、やや下流の硫黄島付近には、はっきりと Js が認められる(第1図)。8日00Zにはサブトロピカル・フロントは消失し、Js は更に衰えてその中心核を識別することは困難である。一方、Jp は更に発達して68ms に達している。

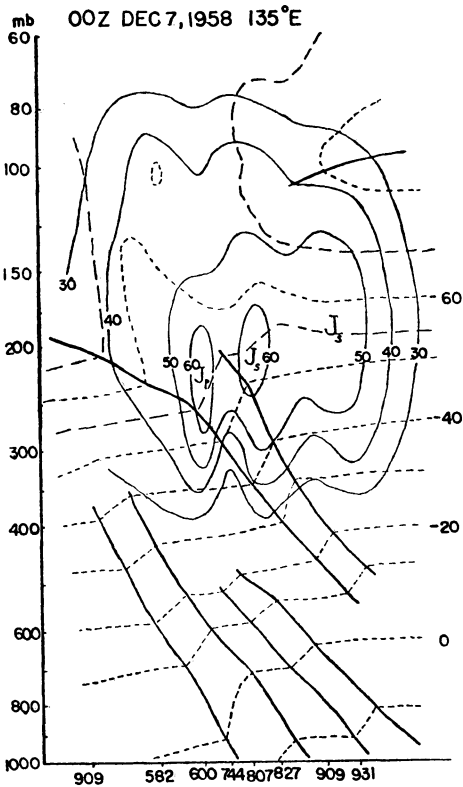
消失した Js に代って、硫黄島付近にはすでに新しい Js が発生しており、次第に北上してこれもまた、先の場合と同様に Jp に接近し、日本付近から太平洋中部に達する長い平行流を形成した。この頃、太平洋東部から米国西部にわたって Js は大きく中緯度へ変位していた²⁾。第1図に示されるように16日12Z頃には八丈島付近の Js は消滅し、それに先立って Js のすぐ北側で Jp が発

* Analysis on the Variability of Subtropical Jet Stream

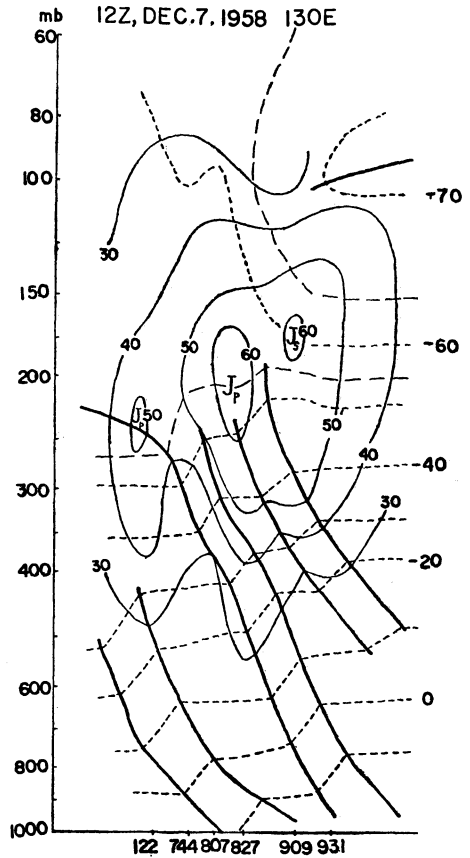
** M. Fujii 大阪電気通信大学
—1968年7月26日受理—



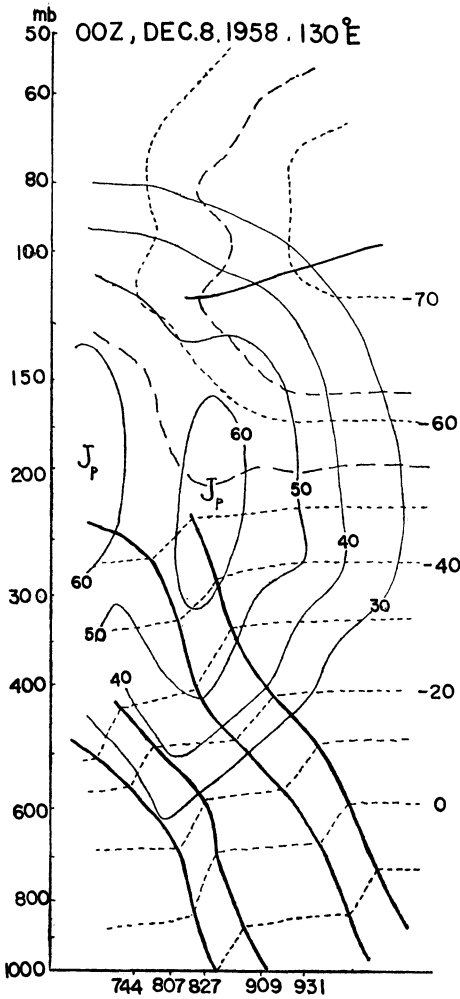
第1図 1958年12月の東経140°, 高度200mbでの風のタイム・セクション。風速は10m/s 毎。太線はジェット軸。縦軸の数字は地点番号をあらわしそれぞれつぎの地点を示す。401(稚内), 412(札幌), 582(秋田), 590(仙台), 646(館野), 678(八丈島), 963(鳥島), 115(硫黄島)



第2 a 図 1958年12月7日00Zの135°Eに沿う子午断面図, 風速は10m/s ごと。サブトロピカル・フロントとポーラー・フロントの間で対流圏下層にフロントが発生した。
横軸909 (Terney), 582 (Akita), 600 (Wajima), 744 (Yonago), , 807 (Fukuoka) 827 (Kagoshima), 909 (Naze), 931 (Okinawa)



第2 b 図 1958年12月7日12Zの130°Eに沿う子午断面図, Js は衰える傾向にあり, 12時間前に発生したフロントは発達し, ポーラー・ジェットを伴うに至った。横軸の数字は地点番号をあらわす。122 (Osan) その他の地点番号は第2 a 図と同じ。



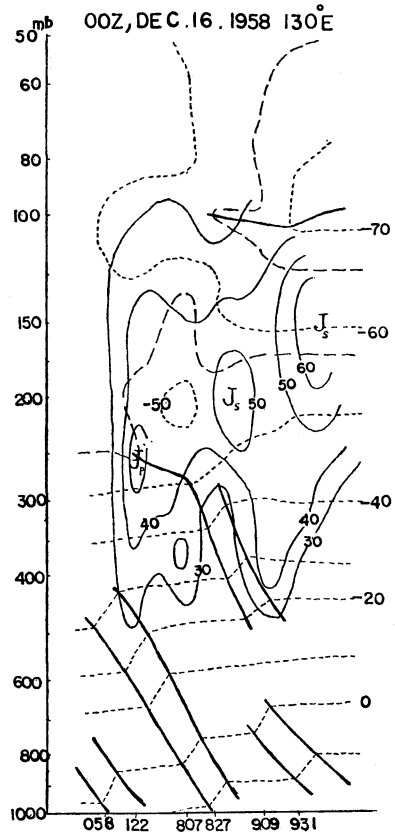
第2c図 1958年12月8日00Zの130°Eに沿う子午断面図。Jsの核は消滅した。地点番号の説明は第2a図に同じ。

生している。また、この頃には、低緯度の硫黄島付近に新しいJsが発生した。

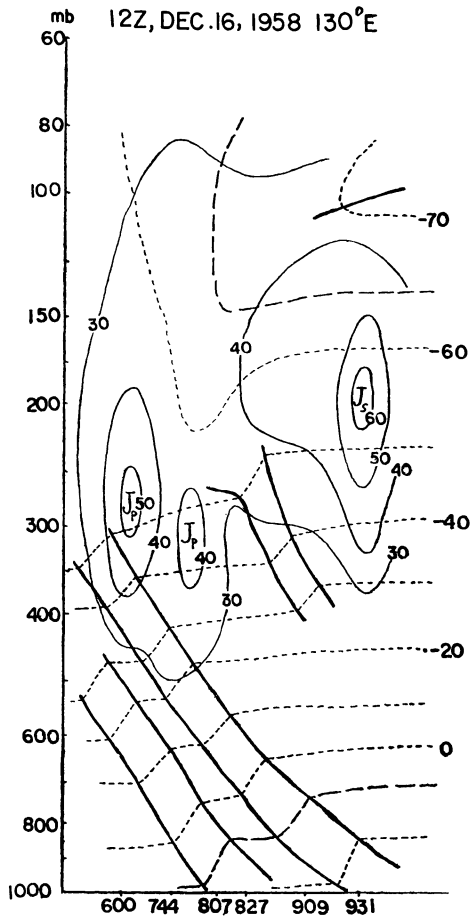
第3a図は16日00Zの130°Eに沿う子午断面図で、鹿児島南方200mbのJsとOsan付近の250mbのJpとの間で、福岡の350mb付近にJpが発生している。第3b図の16日12Zには上述のJsはその中心核を消失し、沖縄の200mbにある別のJsの北側へ伸びる強風域としてその跡を留めている。一方、先に発生したJpは沖縄から輪島の300mbに達するフロントを伴うに至り、風速も増加した。変位したJsの消失に伴う上述の過程は7日頃のそれに非常に似ている。

1969年9月

すでに述べたように、この頃太平洋東部から米国にかけてJsは大きく中緯度に変位しており、日本付近に始ったJsの消失と、それに誘発されたと思われるJp発生の過程は次第に東方へ伝播したようである。第4図には米国西岸におけるJs消滅の様子が示されている。19日00Zにはシアトル(47°40'N, 122°15'W)の250mbにJsがあるが、21日00ZにはJsに隣接してその北側にJpが発生している。これに伴うフロントは新しく発生したもので第4a図に見られる北方のフロントは、その後、後退して第4b図には見えていない。次いで21日12ZにはJsは消失しつつあるが、この過程はすでに述べた日本付近における場合と非常に似ている。



第3a図 1958年12月16日00Zの130°Eに沿う子午断面図。サブトロピカル・フロントとポーラー・フロントの間で対流圏下層にフロントが発生。横軸の地点番号058(Pyongyang), 122(Osan), その他は第2a図に同じ。



第3b図 1958年12月16日12Zの130°Eに沿う子午断面図。Jsは消滅し、それに代ってJpが発生した。第2図と比較。横軸の地点番号は第2a図と同じ。

ii) 1958年1月

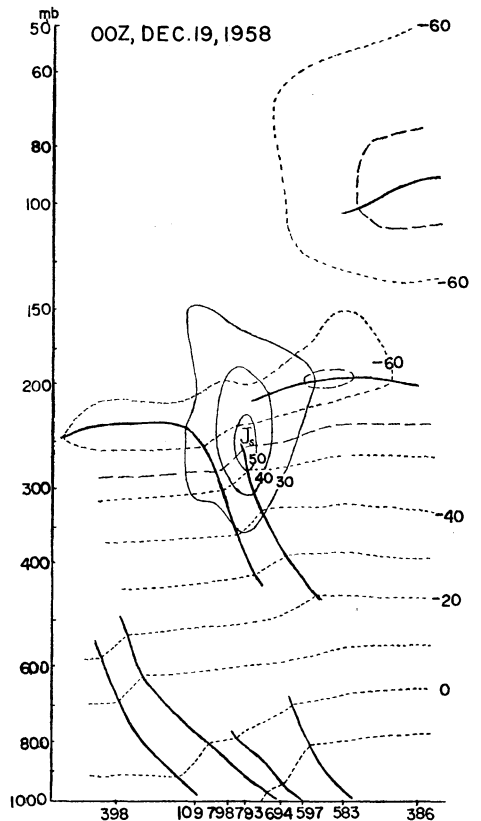
第5図は140°Eの子午断面に沿う高度200mbの風のタイム・セクションである。1958年12月の場合と同様にJsは顕著な南北振動をしているが、この場合には北へ変位したJsはそこで消失することなく、再び南下して硫黄島付近に戻っている。4日00ZにはJpとJsは非常に接近して、太平洋中部に達するゾーナルな強い平行流を形成したが、5日12Zには太平洋東部で非常に深いトラフが発生し、ついで米国西岸に沿ってJsの大規模な変位が始まった²⁾。

この場合、JsはShip N (30°N, 140°W)の付近で

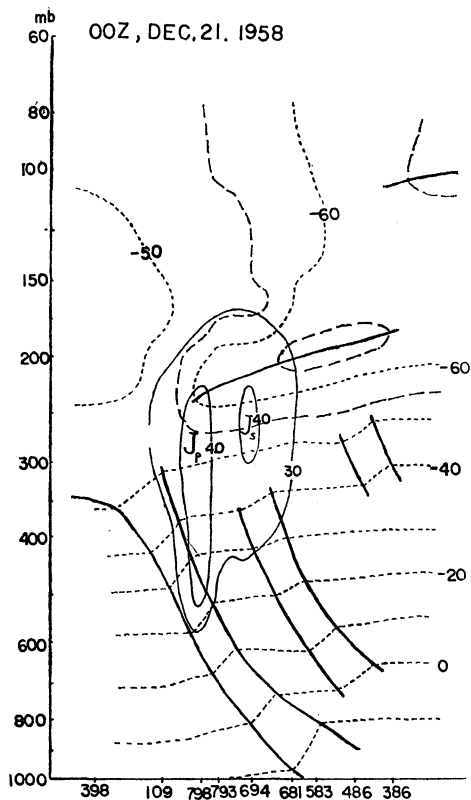
急カーブをなして北上し、7日00Zには米国西部で58°Nに達した。8日00Zには変位は東方に及び、米国西部から中部にかけて大きく変位していたが、この時Ship N付近でJsは切断し、北方に変位した部分はJs本体から切離された。この頃、変位したJsとは別に、30°N付近に沿って米国西岸から次第に西へ伸びていたJsが、Ship N付近で切断されたJs本体とつながった。一方、北方に変位したJsは本体から切離され、次第に西方から消失したが、この場合にもJsの消滅に伴い、それに接近してすぐ北側にJpが発生した。

iii) その他の例

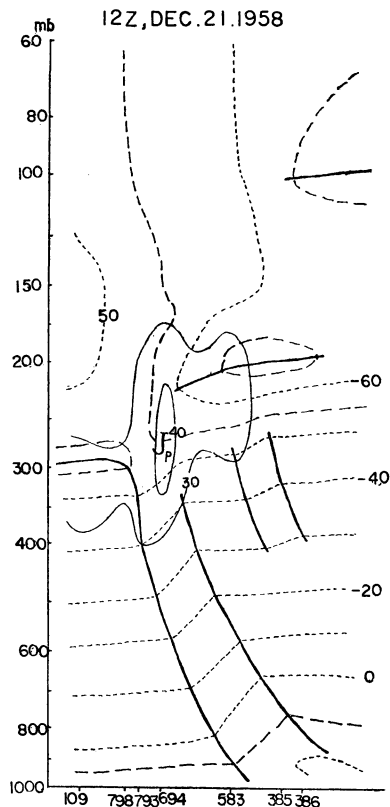
第6図に示されるように、1960年12月にはJsは館野、八丈島の間の比較的高緯度にあり、前2例にみられた様



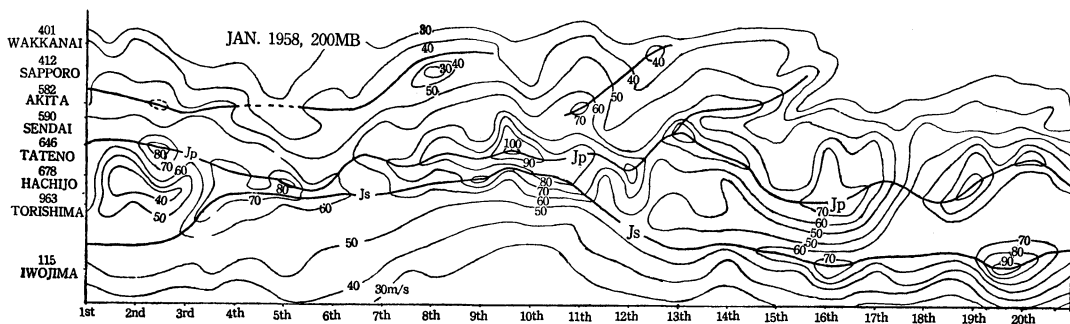
第4a図 1958年12月19日00Z、米国西岸沿いの鉛直断面図。フロントの発生。地点番号398 (Anette Isl), 109 (PT Hardy), 798 (Tatoosh Isl), 793 (Seattle), 694 (Salem), 681 (Boise), 583 (Winnemucca), 486 (E-ly), 386 (Las Vegas), 597 (Medford)



第4 b 図 1958年12月21日 0 0 Z, 米国西岸沿いの鉛直断面図. Jsの衰退とJpの発生. 横軸の地点番号は第4 a 図に同じ.



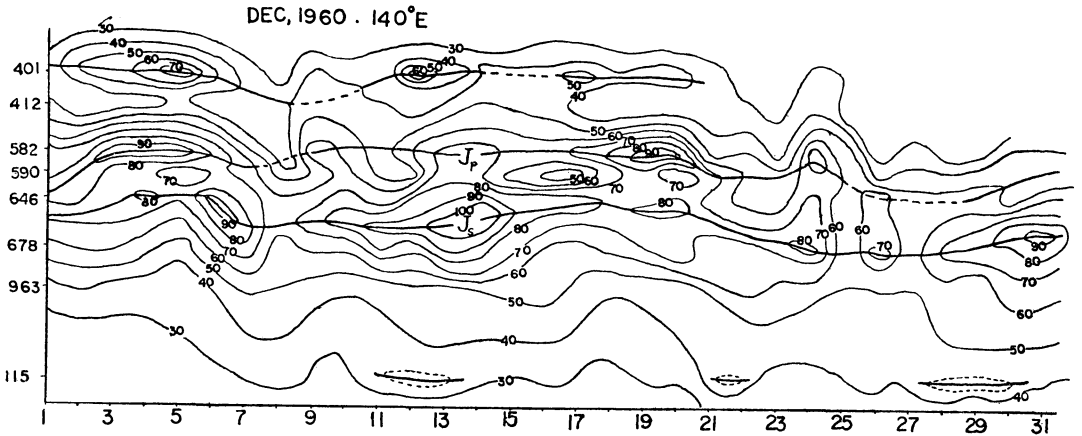
第4 c 図 1958年12月21日12Z, 米国西岸沿いの鉛直断面図. Jsの消滅. 横軸の地点番号は385 (Yucca Flat) 以外は第4 a 図に同じ.



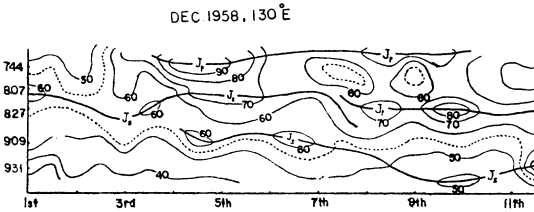
第5 図 1958年1月の東経140°, 高度200mb での風のタイム・セクション.

な変動はなく、通常いわれているように準定常的である。この図で硫黄島付近に断続的に強風の核が発生していることが注意される。また、図は示さないが、1959年1月には Js は常に硫黄島付近にあって、その位置の変動は小さかった。

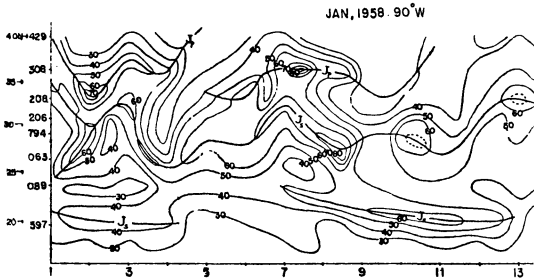
これらの例にみられるように冬季の亜熱帯ジェット流は、年によってその性状はかなり異っているようで、定常的な場合でも1960年12月のように、比較的高緯度にあるときと、1959年1月のように比較的低緯度にあるときとがある。Palmén による冬季の Js の平均位置は、日本付



第6図 1960年12月の東経140°, 高度200mb での風のタイム・セクション. 縦軸の地点番号は第1図に同じ.



第7図 1958年12月の東経130°, 高度200mb での風のタイム・セクション, たて軸の地点番号は第2 a 図に同じ.



第8図 1958年1月の西経90°, 高度200mb での風のタイム・セクション, 20° N 付近では断続的に強風域が発生し, Js は二重構造を示す, たて軸の地点番号 429 (Dayton), 308 (Norfolk), 208 (Charleston), 206 (Jacksonville), 794 (Cape Canaveral), 063 (High Rock), 089 (Bonefish Bay), 367 (Guantanamo), 397 (Kingston).

近では日本の南岸に沿っているが, Namias and Clap (1949) によるものは台湾から硫黄島付近を通過しており, その位置が異っているのは, このことを物語るものであろう.

3. 亜熱帯ジェット流の二重性

第1図にも示したように, Js が北上しているとき, その南側は巾広い強風帯となって硫黄島に及んでいる. 硫黄島付近には北上した Js とは別に, しばしば強風核が見出される. 1958年12月のように北上した Js が消失したとき, 硫黄島付近のこの強風核が東西に伸びて, 新しい Js 本体に成長することもあるが, 断片的な強風域とした強弱の変動を行っているようである (第6図).

第7図に示されるように1958年12月4日12Zに Js は福岡と館野を結ぶ線にあって, 70m/s 程度の強さであったが, このとき先ず名瀬の200mb で64m/s の強風の核が発生した. これは4日00Zに台北付近に発生した強風域が東方に波及したものである. この頃, 強風域は未だ局所的であるが, 徐々に南下しながら東へ伸びて, 7日頃には硫黄島に及んだ. Js 本体とは別に, 台北から沖縄にかけて, 時として強風域が発生することを上松・杉本両氏も述べている.

上述の Js の二重性はキューバ付近でも見られる. 第8図は90°Wの子午面内で1958年1月の200mb 面における風のタイム・セクションである. 図に示すように, Guantanamo では40m/s を越す強風がしばしば観測され, 30°N 付近にある Js 本体とは別に, 明瞭な強風の核をつくっている. この強風域の長さは1000~2000km 程度で局所的なものであるが, 時には二本以上発生する

ことがあり、又東西に伸びて Js 本体に成長することも稀でない。

日本付近と米国東岸は共に Js 波動のリッジに位置しており、亜熱帯高気圧の西縁にあたる。こゝでは Js の変位は他の場所に比して小さいのであるが、共に Js 本体の南側では巾広い強風帯となっており、上述のようにしばしば明瞭な強風核が見出される。これらの現象は亜熱帯高気圧の西縁での子午循環の特性に関しているものと思われる。

4. むすび

以上の解析を要約して次の様にいうことができる。冬季の亜熱帯ジェット流は、一般にいわれているように必ずしも定常的な流れではなく、南北振動を行いながら発生・消滅することがある。その性状は年によりかなり違っていて、定常的な場合でも、比較的高緯度にある場合と、低緯度にある場合とがある。特に流れのリッジのところでは、その南側は巾広い強風帯となっており、そこにしばしば強風の核が発生し二重構造を示す。この強風

核は断片的な強風域として強弱の変動を行っているが、北上した Js が消滅したとき、東西に伸び、新しい Js に成長することもある。又 Js が北上して消滅するとき、そのすぐ北側にポーラー・ジェットを誘発することが多い。

おわりに本調査に際して、終始、便宜を与えられた京都大学理学部山元竜三郎教授に謝意を表する。

参考文献

- 1) Namias, J and P.F. Clap, 1949: Confluence theory of the High Troposphere Jet Stream. *J. Meteor.*, **6**, 330-336.
- 2) 藤井盛澄, 1967: 亜熱帯ジェット流の大規模変位に関する解析(I), *天気*, **14**, 22-30.
- 3) 藤井盛澄, 1968: 亜熱帯ジェット流の大規模変位に関する解析(II), *天気*, **16**, 306-312.
- 4) 上松清, 杉本豊, 1964: ジェット機のための気象解析, *気象研究ノート*, **15**, 495-596.

「新刊紹介」 堀内 剛二 著「超高層物理」(地球科学講座2)

共立出版刊, A 5判 290ページ, 価 1,300円

この方面の和文の専門書には前田憲一、永田武、畑中武夫共編の「宇宙空間の科学」というのがあるが、発行は1960年で、すでに少し古くなり、新しい専門書の出版が待たれていた。地球科学講座の中に堀内剛二博士が「超高層物理」を執筆されるという予告を見てから、何ほどもたないうちにそれが出版になった。こういう進歩の早い部門で、専門参考書をまとめるのは中々大変な仕事で、著者に聞いて見ても、校正進行中に追加するような事項が何か所もあったという。

章立ては第1章が地球大気で、地球大気の概論、以下太陽と太陽大気、太陽放射、磁気圏、外気圏、地球大気と太陽放射、熱圏、電離圏、下部電離圏、中間圏というように、エネルギー源としての太陽から、高度の順に従って下方へ配列してある。これは太陽放射と地球大気の相互作用に重点をおき、いわゆる太陽地球間物理学の立場に立って、諸現象の関連を明かにしようという著者の考えによるものである。この考えはだいたい成功しているを見てよいのではないか。

近ごこ対流圏の現象に対する成層圏あるいは中間圏以

上の影響が、しばしば話題に上るようになって来た。そういう場合にてっとり早く読める和文の、そして気象学者の書いた参考書があったらいいんだがなと思うことがしばしばあったが、この堀内博士の著書でその必要は完全に満されることになった。巻末には参考書等の目録、章別にしたかなりの数の引用文献目録があり、付録には標準大気表、大気モデル表、日本での超高層探測ロケット年表、人工衛星および宇宙空間飛行体略年表等があるのも何かという時には役に立つもので親切である。

著者があとがきで指摘しているところではあるが、こういう広い専門の分野を一人で執筆するとなると、そこに長所と短所とが出てくるのは当然である。そのためある部分では著者の説明が十分でなかったりする所もあるが、これは啓蒙書ではなくて専門書であるから、読者が気を付けて読めばよいのであろう。それから、これも著者が凡例の中で嘆いている所でもあるが、学術用語として一定したものがまだきまっていない場合の訳語の問題もある。

(畠山 久尚)