

主として気象衛星雲写真より見た中間規模低気圧と その鉛直構造について*

殿村 清人**

要旨

1970年5月23日中間規模低気圧が九州南西海上に発生し、翌24日に四国沖海上で消滅した。このときのESSA 9号の雲写真から、中間規模低気圧の暖域から温暖前線にはほぼ直角に流入する、南西からの帯状積雲対流域が認められ、この消長が中間規模低気圧の発生・消滅に関係していることがわかった。中間規模低気圧の存在時には、南海道沖に高気圧性循環があり、これからの東寄りの寒冷気流と南西からの帯状積雲対流域を伴った暖湿気流とのなす収束域に中間規模低気圧が対応していることが示される。

このときの中間規模低気圧は、鉛直方向には750 mb以下の下層の擾乱で、発生6時間後には、低気圧の進行方向の前方下層に発散、中層での収束およびわず管が北東に傾く、非活動性構造を示した。暖域内の帯状積雲対流域では対流不安定層が下層から500 mb辺の中層まで延びていた。

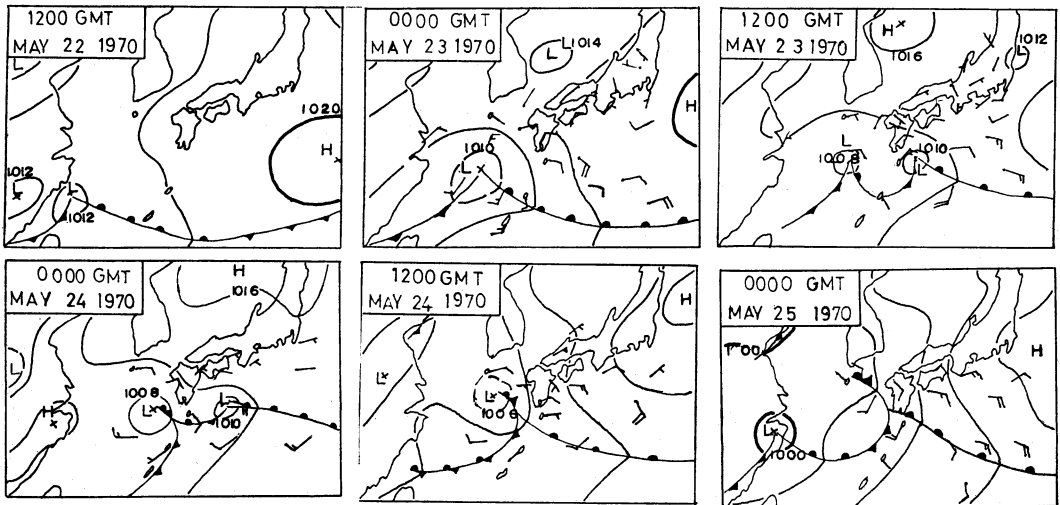
1. はしがき

中間規模現象については松本ら(1970, 1971)および二宮・秋山(1971, 1973)が梅雨前線の研究の中ですでに述べている。またBrowningら(1969, 1973)およびHarrold(1973)は低気圧内部の中間規模降雨分布の特性を論じている。

今回取り上げた中間規模低気圧は中西(1966)の分類に従えば、春型の温暖前線型に相当する波動低気圧である。この中間規模低気圧の消長と構造について述べる。

2. 地表天気図から見た中間規模低気圧の消長

第1図は1970年5月22日12Zから25日00Zまでの12時

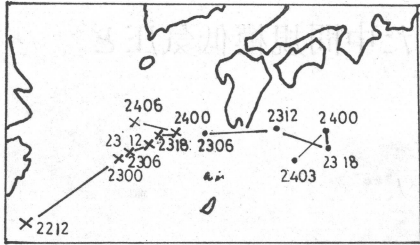


第1図 1970年5月22日12Zから25日00Zまでの地表天気図。

* The medium-scale disturbance revealed mainly by ESSA 9 pictures and its vertical structure.

** K. Tomomura 東京航空地方気象台

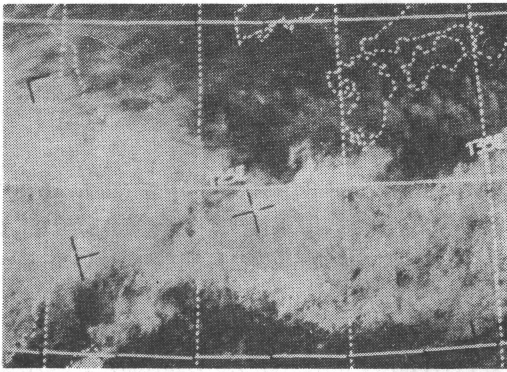
—1974年3月11日受理—



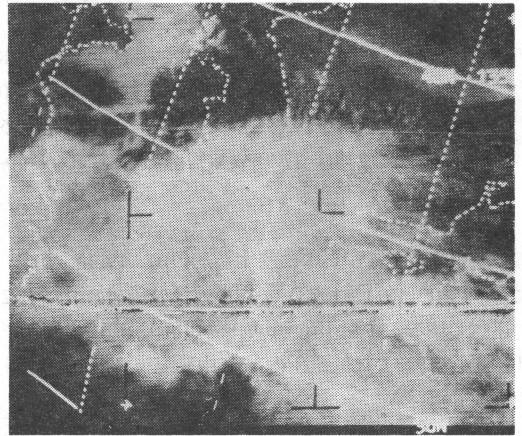
第2図 低気圧の経路図。
×印：主低気圧，・印：中間規模低気圧。

間毎の気象庁印刷天気図から引用した地表天気図である。

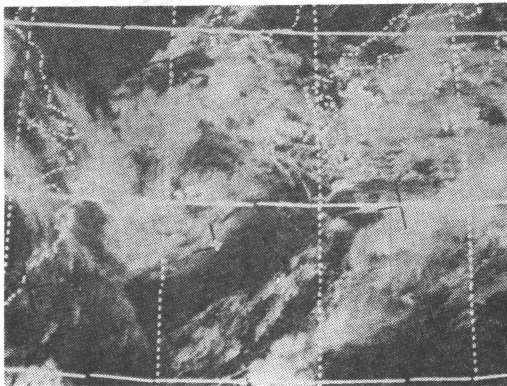
千島の主低気圧から中国南部へのびる前線上に、22日12Zに1,012 mbの東支那海低気圧が解析された。この低気圧が東支那海中部に達した23日06Z(第4図(b)参照)に、その東方約300 kmの九州南西海上に1,008 mbの中間規模低気圧が発生した。本報告はこの中間規模低気圧について論ずる。この中間規模低気圧は第2図に示す経過を経て、24日06Z(第4図(c)参照)には消滅して波動となり、24日12Zには波動も認められない



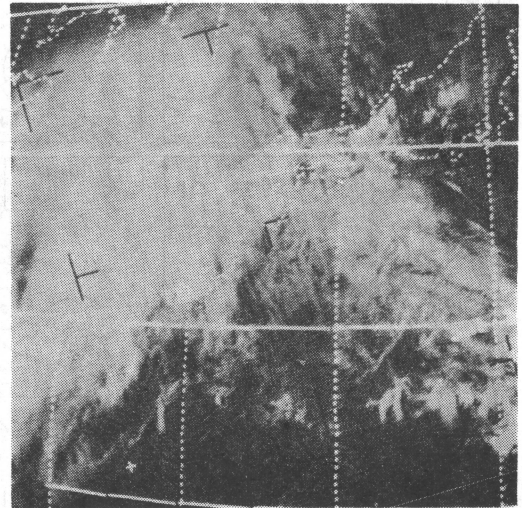
第3図(a) 1970年5月22日5時37分ZにおけるESSA 9号の雲写真。台湾北方の带状積雲対流域に注目されたい。



第3図(b) (a)と同じ。ただし5月23日4時45分Z。九州南西海上の带状積雲対流域に注目されたい。



第3図(c) (a)と同じ。ただし5月24日5時39分Z。30°N, 135°E 辺から南西にのびる带状積雲対流域に注目されたい。



第3図(d) (a)と同じ。ただし5月25日4時43分Z。

が、風の場にやゝ低気圧性回転が残っている。この間、東支那海の低気圧はほとんど停滞して衰弱していった。

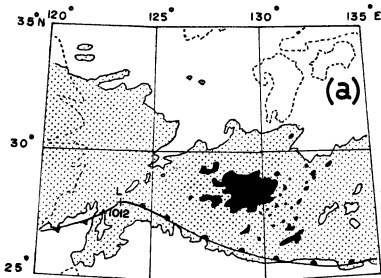
3. 気象衛星雲写真とレーダー・エコー図から見た中間規模低気圧の消長

第3図(a), (b), (c), (d)はそれぞれ1970年5月22日0537Z, 23日0445Z, 24日0539Z, 25日0443ZのESSA 9号の雲写真である。第4図(a), (b), (c), (d)はそれぞれ第3図の雲写真に対応した中間規模低気圧の周辺雲分布のスケッチと、各06Zの地表天気図の前線および低気圧の位置である。また、図中、黒くぬりつぶした部分は雲写真撮影時に最も近い時刻の名瀬および種子島のレーダー・エコーの合成図である。

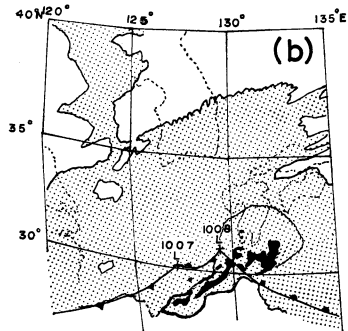
5月22日06Zの第3, 4図各(a)から、東支那海低気圧の暖域内で、台湾北方に見える带状積雲対流域が温

暖前線に向かって延びていることが分かる。

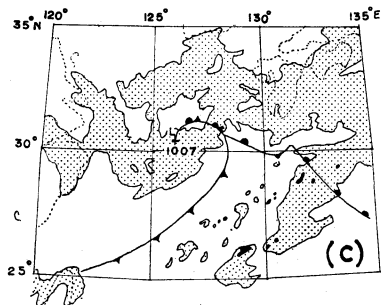
23日06Zは3時間おきの地表天気図で始めて九州南西海上に1,008 mbの中間規模低気圧が解析された時刻である。既に、第3, 4図各(b)は中間規模低気圧発生時の状態である。図中、九州南部の波形領域は温暖前線の層状エコー域で、黒くぬりつぶした部分は対流性エコー域である。また暖域内に带状積雲対流域を見やすくするために太線でかこんである。これらの図から、寒冷前線に平行した带状積雲対流域が、中間規模低気圧の温暖前線にはほぼ直角に、温暖前線の前方まで暖域から延びている。そして、その前方には温暖前線面を滑昇する流れからの降水域が見られる。また温暖前線に平行な積雲対流性降雨バンドが、温暖前線に沿ってと、その前方、経度にして約1度位離れて存在する。このような降水分



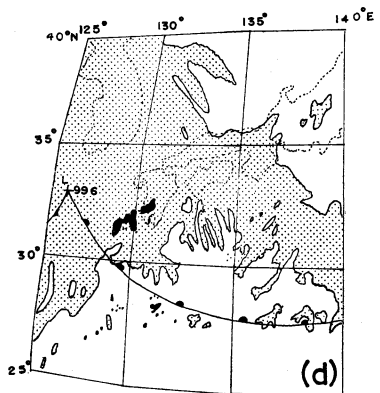
第4図(a) 第3図(a)のスケッチと名瀬(22日0610Z), 種子島(22日0600Z)のレーダー・エコー合成図および地上前線(22日0600Z)。



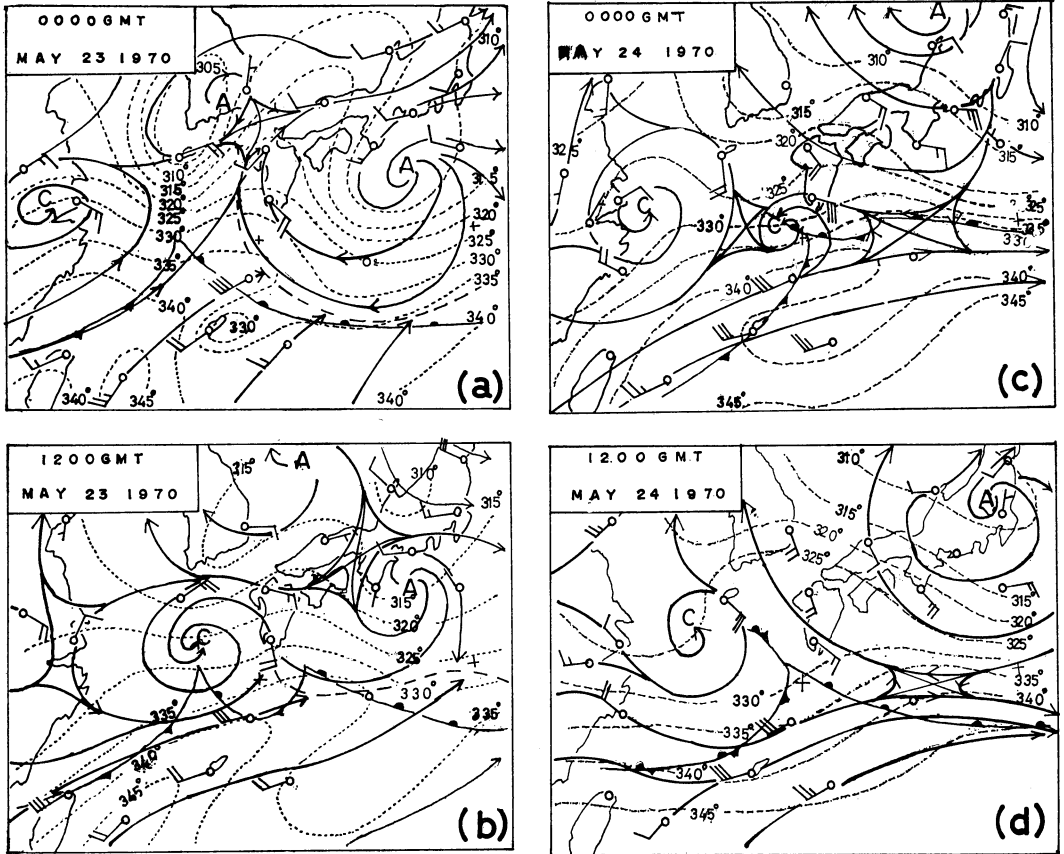
第4図(b) 第3図(b)のスケッチと名瀬(23日0503Z), 種子島(23日0500Z)のレーダー・エコー合成図および地上前線(23日0600Z)。



第4図(c) 第3図(c)のスケッチと名瀬(24日0603Z), 種子島(24日0600Z)のレーダー・エコー合成図および地上前線(24日0600Z)。



第4図(d) 第3図(d)のスケッチと名瀬(25日0506Z), 種子島(25日0500Z)のレーダー・エコー合成図および地上前線(25日0600Z)。



第5図 (a)~(d) 850 mb 面における等相当温位線と流線。ただし1970年5月23日00 Zから24日12 Zまでの12時間毎。

布は Browning ら (1969) が述べた波動低気圧に伴う降雨バンドの中規模モデルによく類似している。このような低気圧の暖域内の南西からの帯状積雲対流域の存在については、本邦付近でしばしば認められており、例えば松本・二宮 (1971)、二宮・秋山 (1971)、立平 (1972) などが注目している。

24日06 Zには中間規模低気圧消滅時であり、第3, 4図各(c)にその状態を示す。九州南東海上の波動部分の温暖前線にはほぼ直交した帯状積雲対流域が見られる。一方エコー・パターン(黒くぬりつぶした部分)は点々と散在して線状に並んでいるが、その強度は弱まった。東支那海低気圧は閉塞して、回転状の雲分布を示す。

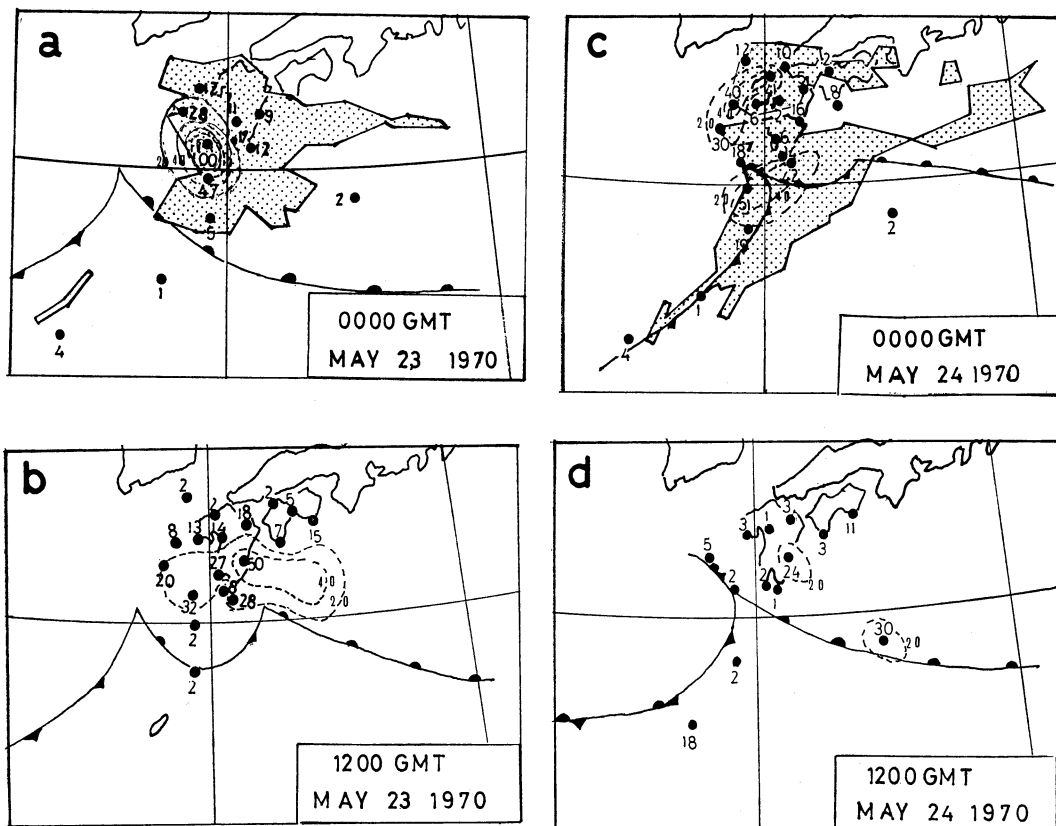
25日06 Zには、第3, 4図各(d)からわかるように、帯状積雲対流域は認められず、その名残りと思われる白く輝く部分が東経140度、北緯27度辺に見られる。しかし済州島付近の低気圧に伴う雲が東支那海上に見られ、

エコーが九州南西に存在する。

4. 流線場と等相当温位線場から見た中間規模低気圧

第5図に850 mb面の流線(実線)と等相当温位線(破線)の分布および地表前線を示す。

中間規模低気圧発生直前の23日00 Z(第5図(a))には、朝鮮南部と南海道沖に中心をもつ高気圧性循環の間の九州西側海上に収束域が見られる。なお南海道沖の高気圧性循環は22日00 Zに中国地方西部にあって、22日12 Zに南海道沖に移動してきたものである。九州西側海上の収束域は東支那海南部の相当温位340°K以上の湿润域からの暖湿気流の上昇流(断熱変化を考慮して)と南海道沖からの乾いた寒冷気流の下降流との会合域に相当している。名瀬では南西の風40 knotの強風が見られ、積雲対流に伴った下層ジェットが存在を示す。その付近では相当温位335°K以上の舌状暖湿気流の流入がある。このとき、前12時間積算雨量100 mm以上の降



第6図 (a)~(d) 前12時間積算雨量とレーダー・エコー合成域および地上前線。ただし、1970年5月23日00Zから24日12Zまで。

雨が地上温暖前線前方の草垣島で観測された(第6図参照)。この収束域に対応して、草垣島付近に、23日06Zに1,008 mbの中間規模低気圧が発生した。

23日12Zには、南海道沖高気圧性循環から吹き出す寒冷下降気流と沖縄方面からの舌状暖湿気流が九州南東海上で収束域をつくり、その収束中心域近くに中間規模低気圧が移動した。

中間規模低気圧の消滅直前の24日00Zには、南海道沖の高気圧性循環はほとんど消滅し、八丈島の風向にその名残りを示しながら、日本海上の循環と一緒にいった。この時刻でも、南西からの暖湿気流は弱まりながらも、中間規模低気圧の方向に流入している。そして九州南東海上の収束域に対応して中間規模低気圧が存在する。

24日12Zには高気圧性循環の中心は関東内陸部にあって、寒冷気流の南への流れは衰え、南西からの暖湿気流との収束も弱まり、四国沖にわずかに収束域が見られ、第1図の地表天気図に低気圧性回転の風速場が残ってい

る。しかし、もはや温暖前線上の波動は認められない。

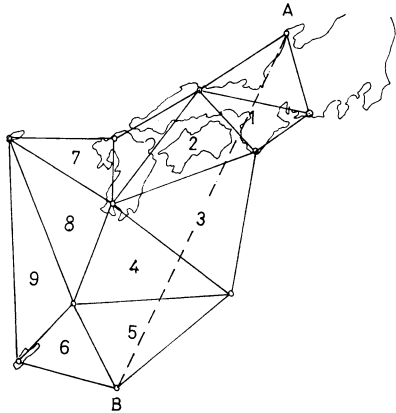
5. 中間規模低気圧に伴う降水分布

第6図に中間規模低気圧発生直前の23日00Zから、中間規模低気圧消滅直後の24日12Zまでの降水分布を示す。図中、網目部分はSDJPのレーダー合成域である。前線は各時刻の地上前線で、数字は前12時間の積算雨量(mm単位)で20mm毎に点線で等値線を示す。

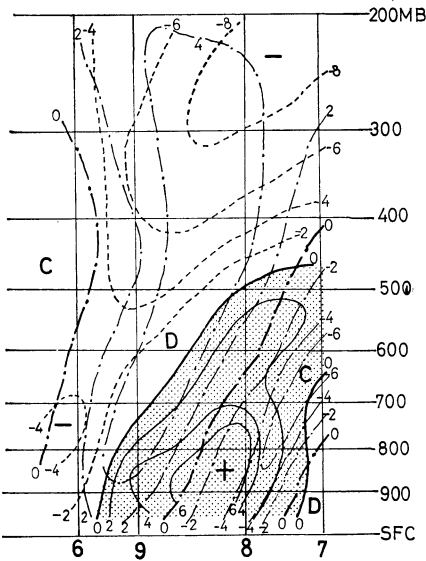
23日00Zには、東支那海低気圧の温暖前線前方に集中した雨量分布を示し、草垣島で100mm、臥蛇島で47mmに達した。先述した第3, 4, 5図と結びつけて、带状積雲対流域が温暖前線の前方面までのびていると考えられる。

23日12Zには、東支那海低気圧と中間規模低気圧にそれぞれ対応して、降水量の極大が2つに分かれている。

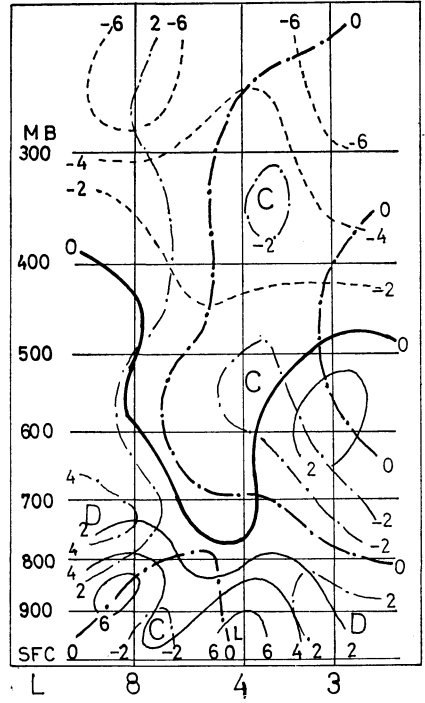
24日00Zには、降水域は臥蛇島51mm、種子島41mmの一系統と福岡41mm、福江40mmの別の系統に明瞭に分かれた。この両系統は東支那海低気圧に伴う雨量



第7図 計算に用いた各三角形の番号



第8図 23日00Zにおける南北断面。網目部分は正うず度域を示す。



第9図 23日12Zにおける東西断面。

で、前者は閉塞点近くのものである。中間規模低気圧自体に伴う雨量は海上のため不明瞭だが、エコー域は南西にのびている。

24日12Zには、宮崎 24 mm、定点 30 mm の降水量を観測し、定点近くでは雷雨が発現した。この雷雨は南西からの暖湿気流に対応しょう。この際、後述するように成層は中層まで対流不安定の構造をもっていた。

6. 中間規模低気圧の鉛直構造

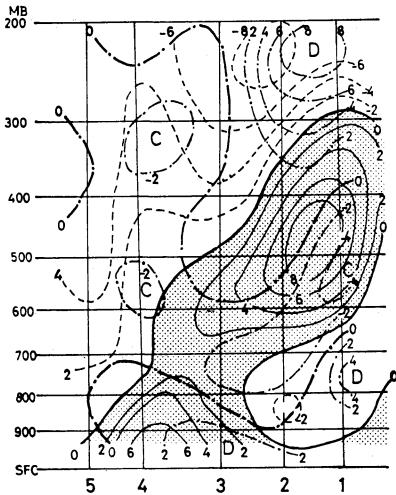
中間規模低気圧の鉛直構造を調べるために、第7図の各三角形について青木 (1971) の方法によって、うず度と発散を求め、その鉛直分布を第8, 9, 10図に示す。

その際、定点の風は観測されないので、各指定面の地衡風を求めて代表させた。また計算に際して面積差による値の補正を考慮せず傾向に重点をおいた。

第8図は23日00Zにおける、中間規模低気圧発生直前の三角形7, 8, 9, 6の重心における値の南北にその断面図である。図中、実線は正うず度 (10⁻⁵ sec⁻¹ 単位)、点線は負うず度、鎖線は発散 (10⁻⁵ sec⁻¹ 単位) の各等値線である。06Zに中間規模低気圧が発生した8の地点では、下層 800 mb 以下に極大をもつうず管が北方の7の地点の中層までのびている。また8の地点では下層の収束、上層の発散の擾乱の発達傾向を示す。このときの 500 mb 天気図 (第11図 (a)) より見て、九州西岸のトラフおよび名瀬の -6°C の寒気から、擾乱の発生しやすい場が考えられる。

第9図は中間規模低気圧が九州南東海上に移動してきた23日12Zにおける、三角形3, 4, 8の重心における値の東西方向の断面図である。各等値線は第8図と同じで、最下端に中間規模低気圧 (4の近く) および東支那海低気圧 (最左端) の位置を示す。

一見して、4の地点の中間規模低気圧のうず管は 750 mb 以下の下層にあり、東側下層の発散、西側下層の収



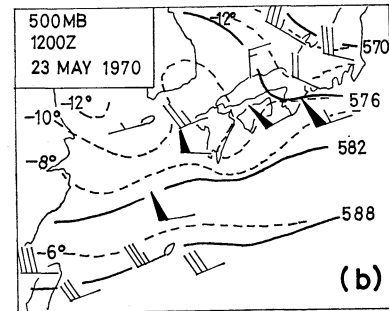
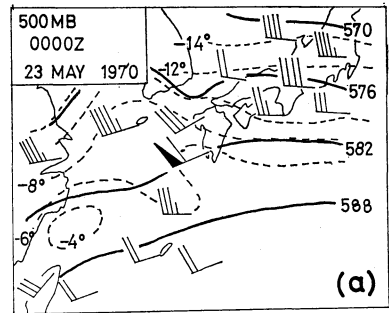
第10図 23日12Zの第7図のAB線上にそう南北断面。網目部分は正うず度域を示す。

東の分布を示す。また東に傾いたうず管の傾向をもつ。これらのことから、この段階では中間規模低気圧は発達傾向はない。このことは低気圧示度が06Zに1,008 mb, 12Zに1,010 mbで、第2図の低気圧経路図からわかるように、その後の中間規模低気圧が停滞および西進傾向を経て消滅したことから裏付けられよう。

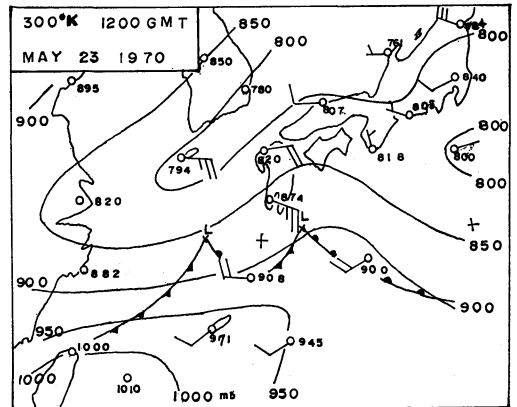
第10図は23日12Zにおける、1, 2, 3, 4, 5の各三角形の重心における値を輪島・南大東島間を結ぶAB線(第7図参照)上に投影した、ほぼ南北の断面図を示す。各等値線は第8図と同じである。中間規模低気圧のうず度が4の地点にあって、800 mb 辺までうず管がのびている。このときの500 mb 天気図(第11図(b))をみると、50knotの強風軸が南岸沿いに走り、米子の風は北風15knotで、1, 2の地点に顕著なトラフの存在を示す。このトラフに伴ううず度が第10図の1, 2の地点軸上に示され、これより延びるうず管が3の地点の600 mb 辺を通過して4の地点の方向に走る。しかし、700 mb 辺で下層の中間規模低気圧と上層のトラフとは分離している。中間規模低気圧は発生後6時間以内に下層発散、中層収束の衰弱傾向を示した。

7. 带状積雲対流域の鉛直構造

第12図は23日12Zにおける300°Kの等温位面図を示す。図から、中間規模低気圧の温暖前線に向かって、台湾の東から、沖縄・南大東島間を経て、更に温暖前線の前方へ、定点の西を通過して中国地方西部へ延びる暖気の流入がある。このとき、名瀬では寒気側から暖気側へ



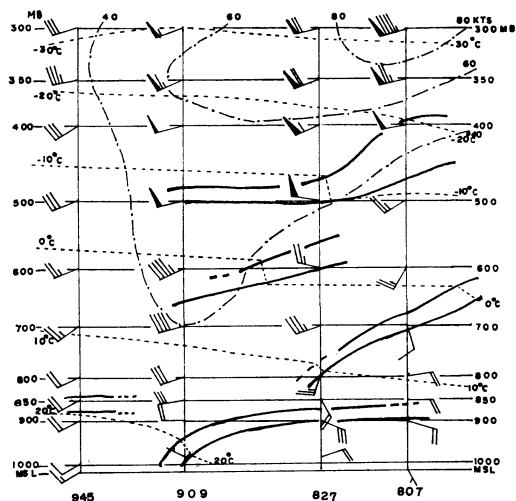
第11図 (a), (b) 5月23日00Zおよび12Zの500 mb 天気図。



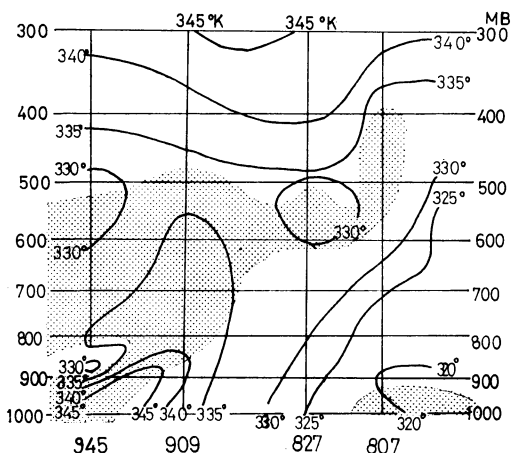
第12図 23日12Zにおける300°Kの等温位面図。

20 knotの西風が吹き、900 mb以下の下層での下降流を示す。この場合、名瀬の下降流は900 mb以下の下層でのみ認められ、それより上では上昇流であった。

第13図は23日12Zにおける130°E線にそう断面図である。北から南へ張り出した900 mb以下の下層の薄い寒冷気団が名瀬付近まで達している。また南大東島の850 mb 辺には安定層が存在する。带状積雲対流域は名瀬と南大東島間にあって、第14図に示した成層の対流不



第13図 23日12Zにおける130°E線にそう南北断面図。



第14図 23日12Zにおける130°E線にそう相当温位の南北断面図。

安定から生じた積雲対流が上下の運動量の交換をもたらし、その結果、名瀬の700 mbに上層から延びる強風域の下端として、WSW 40 knotの下層ジェットが現われていると考えられる。

第14図は23日12Zの相当温位の南北の鉛直断面図である。網目部分是对流不安定の領域である。名瀬・南大東島間の850 mb以上の下層に340°K~345°K以上の暖湿気流が存在し、南大東島の850 mbと900 mbの間に330°K以下の安定層が存在する。この安定層が900 mb以下の下層に暖湿気流を強化していると考えられる。ま

た500~600 mbの中層に低相当温位の層があり、下層の暖湿気流との間に対流不安定層を形成している。

8. 結論

今回取り上げた中間規模低気圧は主低気圧の温暖前線上に発生したもので、ケーススタディーであるが、次の特徴が見られた。

中間規模低気圧の発生・消滅には、

- (1) 南海道沖の寒冷高気圧性循環の存在、
 - (2) 小笠原高気圧周辺の南西からの暖湿気流の下層への流入、
 - (3) 西南西からの中層における低相当温位の流入、
- が関係していることが示された。

中間規模低気圧は750 mb以下の下層の擾乱の構造をもつが、中層の寒冷トラフと結びついて、北東に傾いたうず管を示した。このとき、南海道沖の寒冷高気圧性循環からの東よりの下降流と南西からの暖湿気流との会合域に中間規模低気圧が存在していた。この暖湿気流の上には低相当温位気流が流入し、対流不安定の成層を形成し、積雲対流の天気分布を示した。これら南海道沖の寒冷高気圧性循環と南西からの暖湿気流の流入が止むと、中間規模低気圧が同時に消滅した。

中間規模低気圧に伴う带状積雲対流域は、中間規模低気圧の温暖前線にほぼ直角に流入し、温暖前線前方にのびていた。これによって、暖域内から温暖前線前方までのびる降水バンドが存在し、また温暖前線に平行に、前線の近傍と、その前方経度1度位に降水バンドが見られた。そして温暖前線面上を暖湿気流が滑昇して発現した一様な降水域と明瞭に分離された。

最後に、本報告作成に際して、種々ご指導をいただいた橋場予報課長、気象庁神子調査官、気象大学校気象担当教官に感謝いたします。

なお、この調査は昭和48年度気象研究所地方共同研究によって行なった。

文献

- 青木 孝, 1971: 中規模じょう乱周辺の運動学的諸量の評価(第1報), 東京管区地方気象研究会誌, **4**, 12.
- Browning, K.A., M.E. Hardman, T.W. Harrold and C.W. Pardoe, 1973: The structure of rainbands within a mid-latitude depression, Quart. J.R.M.S., **99**, 215-231.
- Browning, K.A., and T.W. Harrold, 1969: Air motion and precipitation growth in a wave

- depression, *Ibid.* **95**, 288-309.
- Harrold, T.W., 1973: Mechanisms influencing the distribution of precipitation within baroclinic disturbances, *Ibid.* **99**, 232-251.
- Matsumoto, S., and K. Ninomiya, 1971: On the meso-scale and medium-scale structure of a cold front and the relevant vertical circulation, *J. Meteor. Soc. Japan, Ser. II*, **49**, Special Issue, 648-662.
- Matsumoto, S., K. Ninomiya and S. Yoshizumi, 1971: Characteristic features of "Baiu"-front associated with heavy rainfall, *Ibid.* **49**, 267-281.
- Matsumoto, S., S. Yoshizumi and M. Takeuchi, 1970: On the structure of the "Baiu-front" and the associated intermediate-scale disturbances in the lower atmosphere, *Ibid.*, **48**, 479-491.
- Ninomiya, K., and T. Akiyama, 1971: The development of the medium-scale distribution in the Baiu front, *Ibid.*, **49**, Special Issue, 663-677.
- Ninomiya, K., and T. Akiyama, 1973: Medium-scale echo clusters in the Baiu front as revealed by multi-radar composite echo maps (Part II), *Ibid.*, **52**, 108-118.
- 大阪管区気象台, 1966: 土佐沖低気圧, 気象庁技術報告, 第50号, 171-178.
- 立平良三, 1972: レーダーエコーと衛星資料との合成, 気象研究ノート, **112**, 121-125.



根本順吉著

天候さまざま——風土論ノート——

玉川大学出版部, 1974, B 6 版, 235頁, 880円

本書の内容は五編に分かれている。Ⅰは著者の風土論の基本的な考え方を述べた、いわば出発点となっている部分で、気候はかわる、西洋の見方と東洋の見方、風土論の諸類型の三つの小論文から成る。Ⅱは気象史からみる天候異変——近世資料を中心としてと題し、現代の気候変動や地球物理学の新しい知識で古記録を見直したものである。Ⅲ「日本の気候さまざま」は、日本気象協会発行の「気象」に第10年にわたって掲載した文章のうちから、日本の気象に関係のあるもの21編を選んで再録した。Ⅳ

は新考歳事記で自然に1963年に連載されたものの再録。Ⅴは天気俚語百選で、意味のある俚語のある俚語をまとめたものである。

著者は気象庁内でも現在、数少ない百科全書派の代表的存在として知られているが、本書は日頃蓄積された豊富な資料をもとにして、書かれているだけに、その内容は余人をもってはとうてい集められない貴重なものを多く含んでいる。とくと私が興味深く読んだⅢの内容を列举すると、次のとおりである。風の東洋史、霊芝雲、「つゆ」と「しぐれ」、観天望氣と天気のことわざ、封水世様神事、日和見、最初の予報官、農事暦、台風の語源、ぬいさらさん、懸炭、蚕当計、万延元年の天候、文人達の日記と天候。宣長の天候記録、かまいたち文献考、霧と雲助、蛇腹雲、伊藤慎蔵小伝、気象、岡田の法則。

天候俚語にも、フッキリのテッキリ、テッキリのフッキリのようにちょっと見て何かわからないものもあれば、夏の朝曇りはハゲ頭が泣く、ドンコの川入りやぬくなるなど面白いものが多い。(河村 武)

(用語解説78頁の続き)

Mohri, K., 1956: An aerological study of heavy rainfall over West and Central Japan during early summer 1953. *J. Met. Soc. Japan*, **34**, 244-253.

中山 章, 1968: 総観場からみた雲, 気象研究ノ

ト, **96**, 209-210, 220-227.

Palmen, E., C.W. Newton, 1969: Atmospheric circulation systems, Academic press, N.Y., 112-113, 264-265.