



Title	1. 1961年7月北海道南西部における大雨の一解析
Author(s)	菊地, 勝弘; KIKUCHI, Katsuhiko; 石崎, 健二 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 10, 1-22
Issue Date	1963-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.10.1
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13844
Type	departmental bulletin paper
File Information	10_p1-22.pdf



1. 1961年7月北海道南西部における大雨の一解析

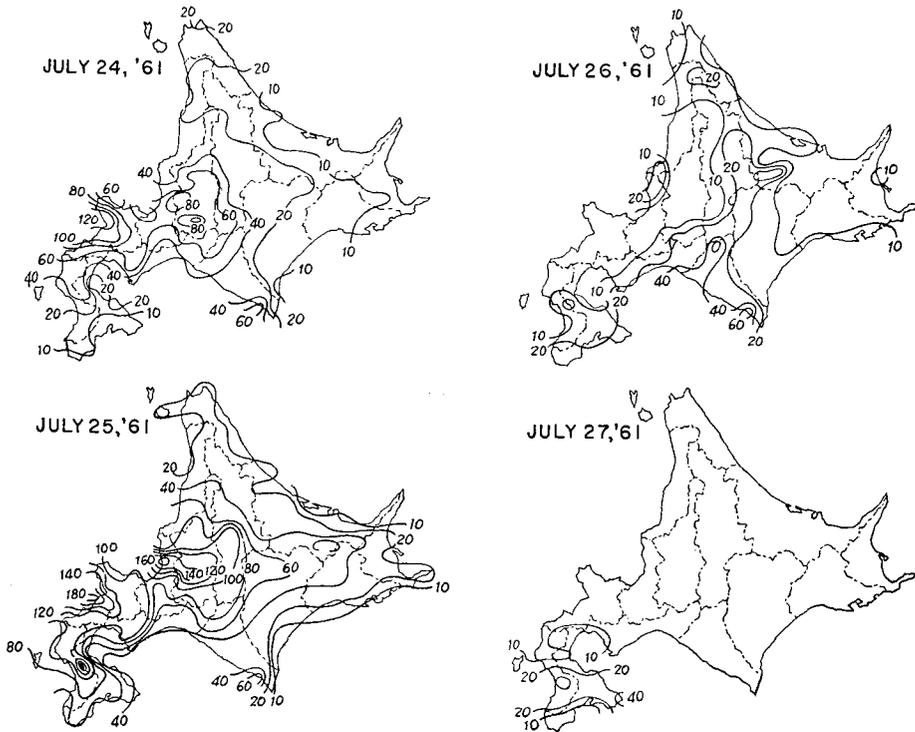
菊地 勝 弘・石 崎 健 二

(北海道大学理学部地球物理学教室)

— 昭和37年9月受理 —

I. 序 言

1961年7月24日夕刻より26日にかけて、北海道全域にわたってかなりの降雨があった。特に南西部では札幌管区气象台管内の昭和7年8月の豪雨、洪水以来という記録的な大雨となった(第1図参照)。わが国における大雨は主として台風か梅雨前線によるものが多く、それ等についての解析^{1),2),3)}は多々なされているが、一方北海道における大雨の例は少なく、従って



第1図 日降雨量図 (mm) (7月24~27日)

Fig. 1. The amount of dairy precipitation in mm for 24, 25, 26 and 27 July 1961.

- 1) 山田三郎: 7月上旬の大雨の場の解析とその降雨原因としての不安定線の機巧, 福岡管区气象台要報, **14** (1958), 63-99.
- 2) 今井一郎・柳沢善次・藤学鑑: 1957年8月5~8日の関東地方の局地的大雨のレーダーおよびメソ解析, 研究時報, **12** (1960), 9-37.
- 3) K. Osawa and K. Ozaki: Rain cells on Isohyetal Maps, Journ. Met. Soc. Japan, 2nd Ser., **38** (1960), 135-147.

それについての解析も局地的な降雨の2,3の例^{4),5),6)}を除いては、殆んどなされていないようである。著者等はこの降雨の前半を、苫小牧市役所屋上に別の目的のために設置されていた防衛庁技術研究本部の気象のレーダーを用いて、この降雨の一端を観ることができたので解析を試みた。

II. 広域天気図解析と混合比の水平分布

第2~6図に、7月23~27日までの09時と21時の地上天気図、それに21時の850, 700, 500 mbの各高層天気図をあげてある。またそれぞれの図中に破線をもって大雨の際に多く現われる湿舌⁷⁾を調べるために混合比の水平分布も示してある。

第2図(a), (b)はこの大雨の始まる前日7月23日の地上天気図である。22日から23日にかけて気圧の谷が北海道を通過し、北太平洋の高気圧が優勢となって徐々に西進してきている。東部でわか雨が降っているところもあるが(天気記号は略した)、天候は西部から回復に向いつつある。なおここで名瀬附近に熱帯性低気圧のあることに注目しておきたい。一方南から北東方向に入り込んでいる湿舌も、札幌では09時の15gから21時の13gと減少してきて天候の回復の兆しを示している。この湿舌の根源は同図(c), (d), (e)3枚の高層天気図中に示した等混合比線から明らかなように、名瀬附近の熱帯性低気圧に起因していると思われ、その舌状は本邦に沿って北東に延びている。

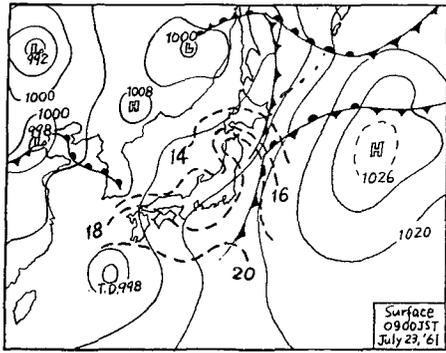
第3図に同じく24日の地上及び高層天気図を示してある。この日の予報をみると、高気圧が西に張出し、ひろく本邦を掩っているため比較的好天が続くが、満洲西部に低気圧があり、次第に本邦に近付きつつあるので、明日はくもっておそくには雨となる模様ということであった。実際に著者等の滞在していた苫小牧では19時頃まで好晴に恵まれていた。ところが、23時30分大雨注意報の出された頃は既に南西部では40mmをこす雨が合ったほど、この降雨はまったく予想のできないものだった。この雨の原因としては、満洲の低気圧から南東に延びる前線が北海道を横断したため、北太平洋の高気圧から送り込まれる暖気がこの前線とぶつかり雨となったものと考えられるが、予報としてはこの前線の判断に誤りがあったようである。一方ここで混合比の水平分布をみると、前日21時に13gまで下がった札幌の値が、第3図(a)にみられるように、24日09時には前線の接近によるためか15gまで増加し、降雨の始まった21時には更に17gにまで増加した。同図(c)の850mb天気図にみられる混合比の値は北海道南西部だけ14gと高く、この値は熱帯性低気圧の影響を直接受けていると思われる九州の値とまったく等しい。更に同図(d)の700mb天気図については、850mbとまったく同じ状態即ち

4) 成田月昶：宗谷管内における局地的な大雨，研究時報，8 (1956)，583-592.

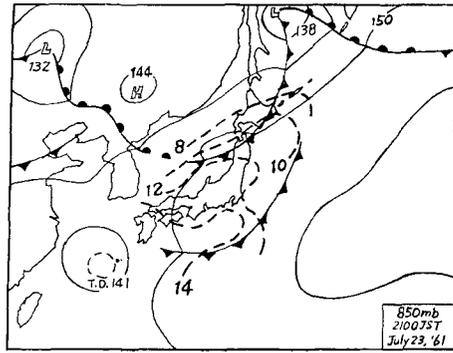
5) 野口幹夫：宗谷地方における降雨，研究時報，10 (1958)，573-580.

6) 青木慶一郎・三浦四郎：1958年4月21日北海道南西部における局地的な大雨について，研究時報，11 (1959)，475-483.

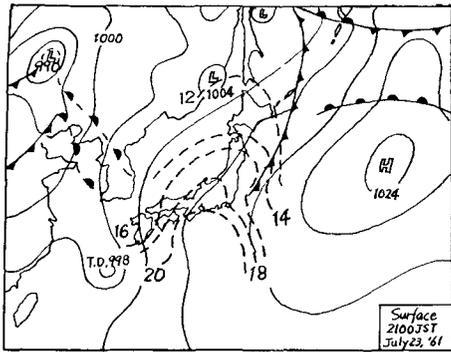
7) 大谷東平：大雨に随伴する湿舌の機構について，研究速報，8 (1946)，1-6.



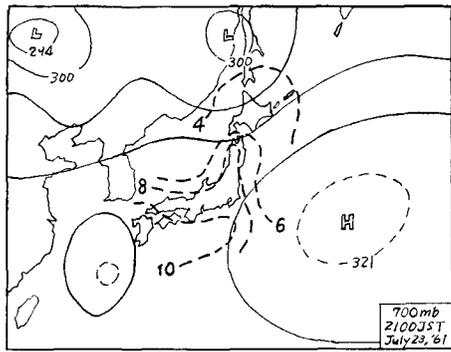
(a) Surface weather map for 0900 JST 23 July 1961.



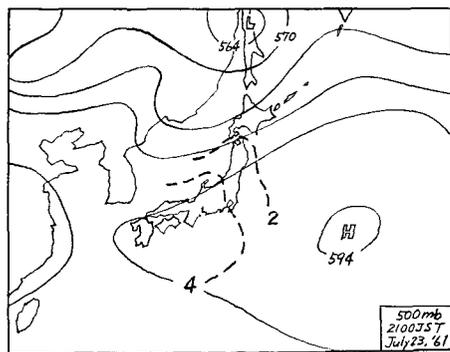
(c) 850mb weather map for 2100 JST 23 July 1961.



(b) Surface weather map for 2100 JST 23 July 1961.



(d) 700mb weather map for 2100 JST 23 July 1961.



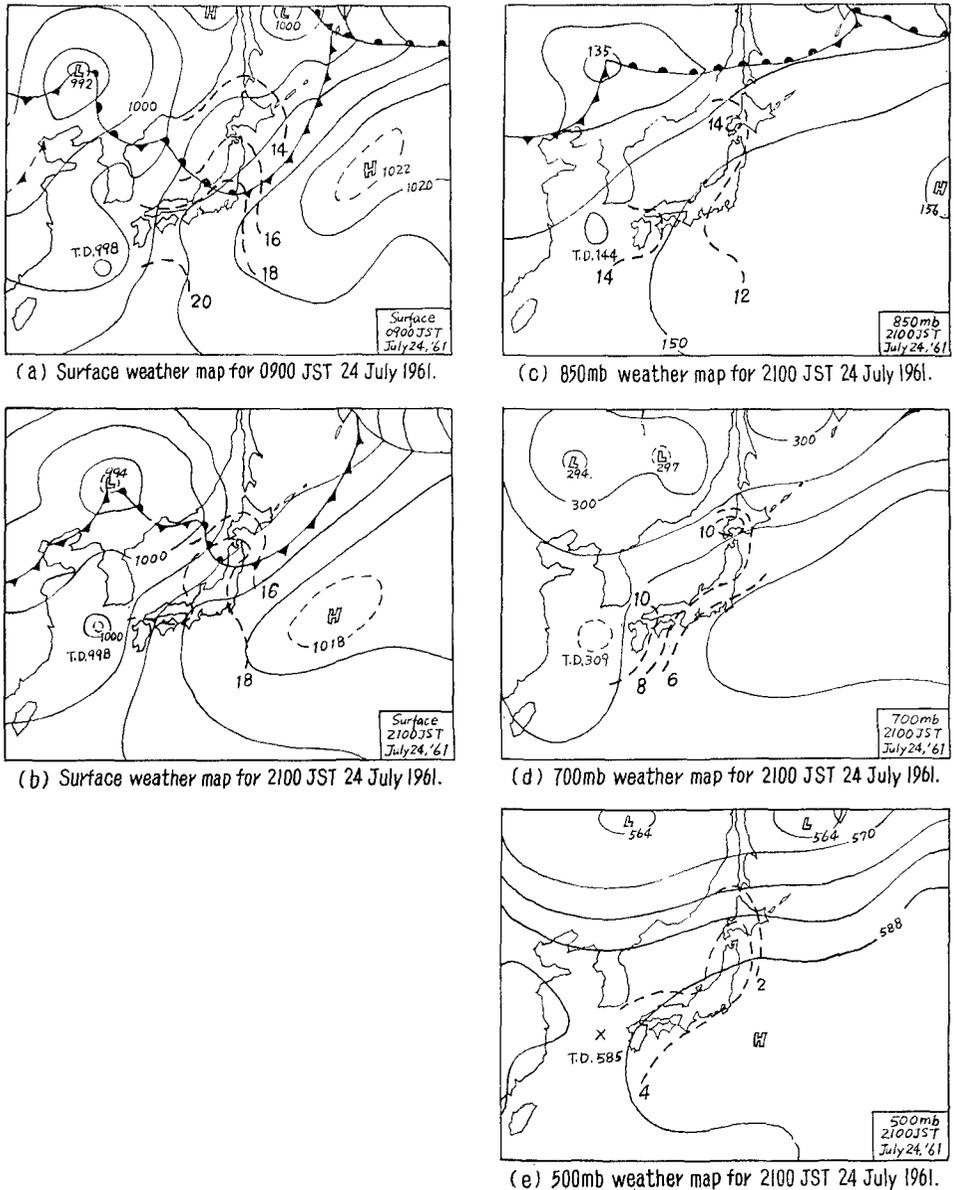
(e) 500mb weather map for 2100 JST 23 July 1961.

第 2 図 地上及び高層天気図 (破線は等混合比線を示す)

Fig. 2. Surface and upper weather maps. (The dashed lines indicate the mixing ratio.)

北海道南西部の孤立して高い値(10 g)が、九州のそれと同じであるということを示している。この値は富岡⁸⁾による新潟での 50 mm 以上の降雨についての結果ともよく一致している。しかし、この孤立した混合比の状態は 500 mb の上空まで現われていないことは同図 (e) から認められる。つまり、北海道南西部の不連続に混合比の大きな値を示している高度は精々 700 mb 程度であるということである。翌 25 日になってこの降雨は一時小康を保ったが、午後からまた激

8) 富岡定男：雨に関する Work Sheet について，研究時報，8 (1956)，609-611.

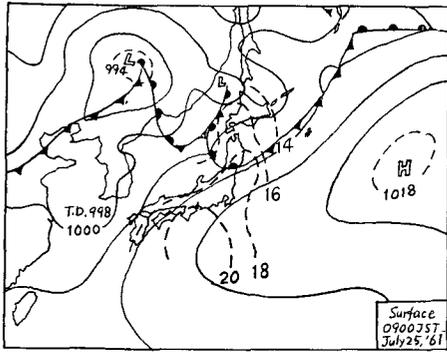


第 3 図 地上及び高層天気図 (破線は等混合比線を示す)

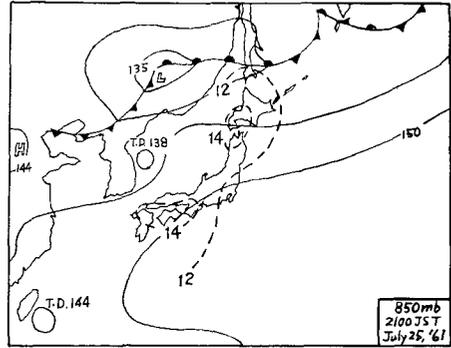
Fig. 3. Surface and upper weather maps. (The dashed lines indicate the mixing ratio.)

しく降り始め、南西部では 26 日の午前中一杯、道北・道東地方では降水量は南西部程多量ではなかったが 26 日午後まで降り続いた。

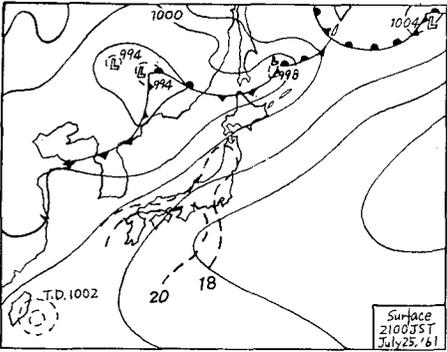
第 4 図 (a), (b) にみられるように連続した降雨の原因としては、満洲附近の低気圧が前線を伴ったまま停滞し、沿海州で生まれた小さな低気圧が、オホーツク海へ移動して活潑になった。一方太平洋の高気圧は依然優勢を保ち続けている。更に九州西岸の熱帯性低気圧がゆっくりと北上しつつある。従ってこれ等から多量の水蒸気が供給されたものと考えられる。このこ



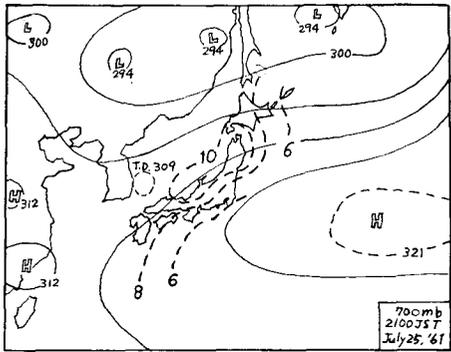
(a) Surface weather map for 0900 JST 25 July 1961.



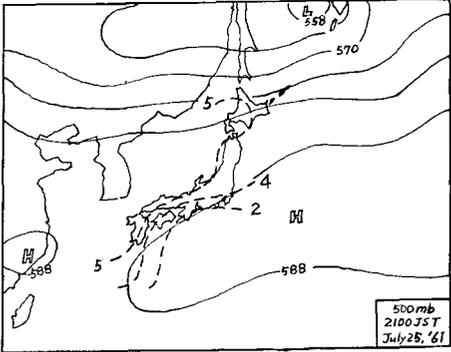
(c) 850mb weather map for 2100 JST 25 July 1961.



(b) Surface weather map for 2100 JST 25 July 1961.



(d) 700mb weather map for 2100 JST 25 July 1961.

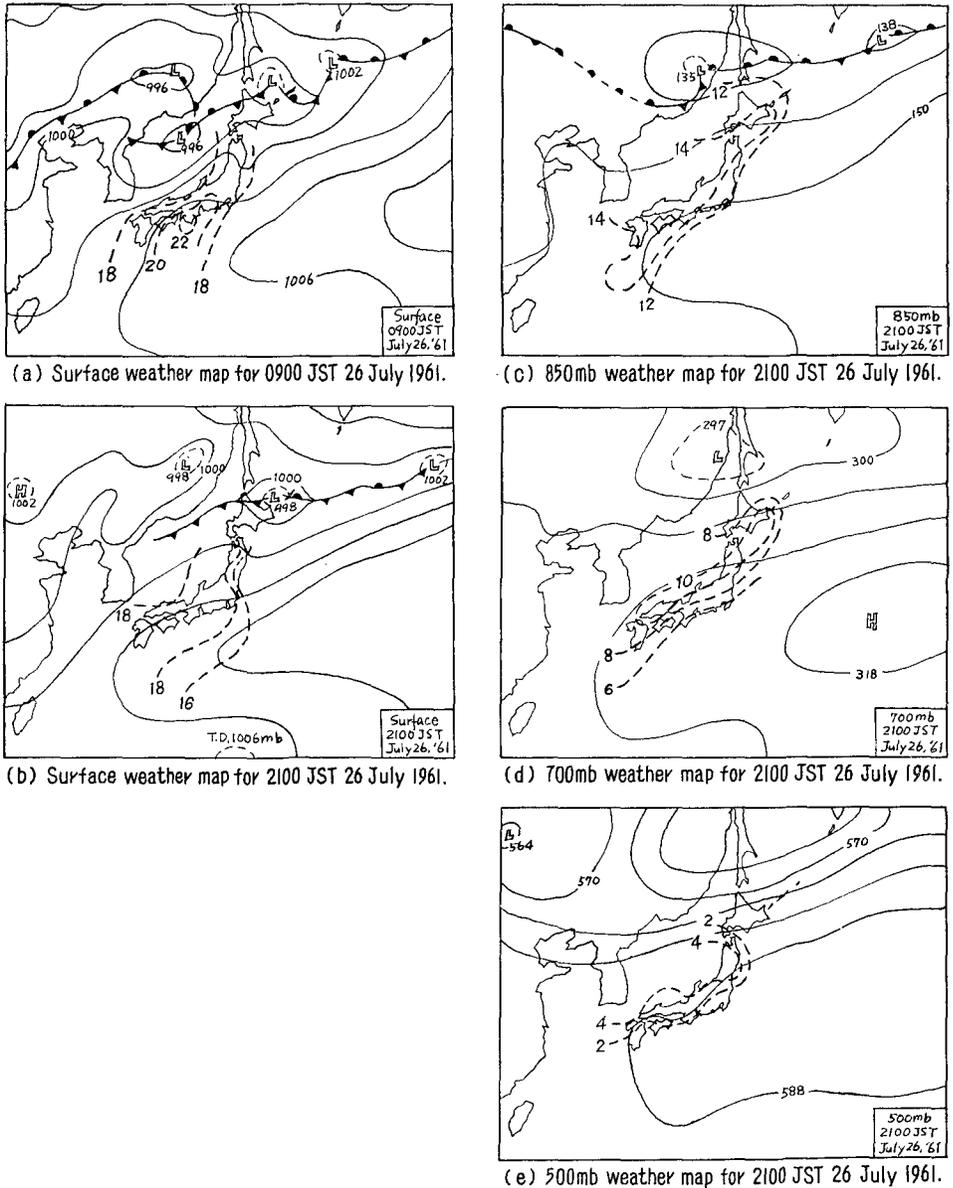


(e) 500mb weather map for 2100 JST 25 July 1961.

第4図 地上及び高層天気図 (破線は等混合比線を示す)

Fig. 4. Surface and upper weather maps. (The dashed lines indicate the mixing ratio.)

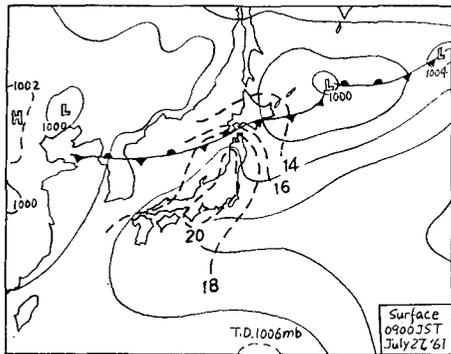
とは、混合比の値が降雨開始時の24日21時の17gより更に増加の気配をみせていることからうなづけられ、この傾向は地上におけるよりも高層に明瞭に現われている(第4図(c), (d), (e)参照)。即ち850mbでは北海道南西部と東北地方北部とのかなりの範囲にわたって14gと非常に大きな値を示したことである。700mbと500mbとの混合比の分布状態は、その水蒸気源の直接の根源となっていると思われる熱帯性低気圧の影響を受けて、その日本海への移動と共に北海道南西部と裏日本で増加している。



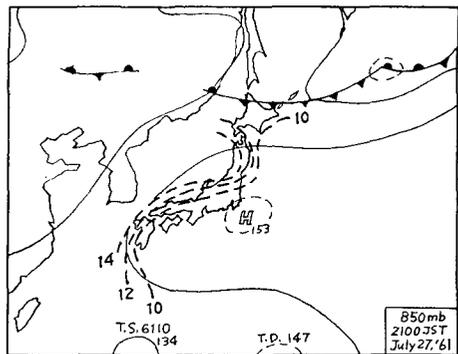
第 5 図 地上及び高層天気図 (破線は等混合比線を示す)

Fig. 5. Surface and upper weather maps. (The dashed lines indicate the mixing ratio.)

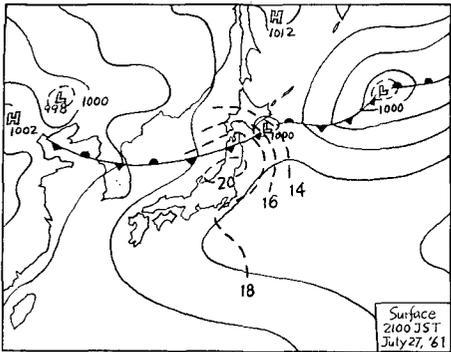
翌 26 日 09 時 (第 5 図 (a)) には日本海上の熱帯性低気圧は、宗谷海峡附近をほぼ東西に走る不連続線上に並び、この前線はオホーツク海に現われた高気圧のために北上をはばまれて停滞し、梅雨の最盛期と全く酷似した様相を示した。一方前線の南側では依然気温の高い湿った南よりの風が卓越しているので降雨はまだ続いている。北海道南西部の混合比も依然高い値を示している。なお南紀から九州にかけての混合比の増加の原因は究明していないが、03 時には大阪では雨、鹿児島では雷雨が記録されているので局地的なものと思われる。同日 21 時 (第 5 図



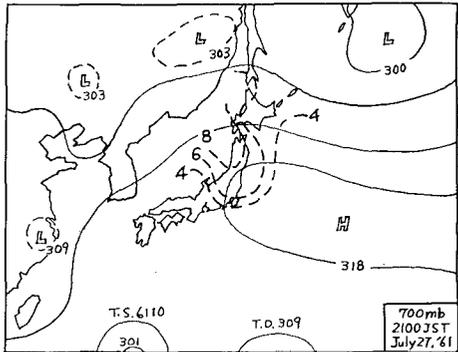
(a) Surface weather map for 0900 JST 27 July 1961.



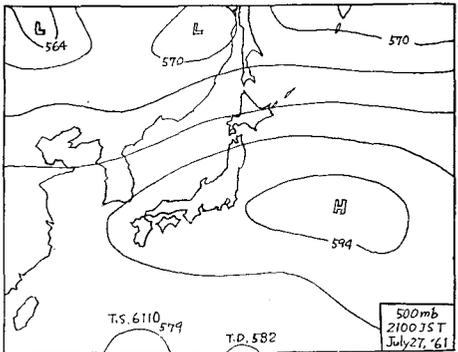
(c) 850mb weather map for 2100 JST 27 July 1961.



(b) Surface weather map for 2100 JST 27 July 1961.



(d) 700mb weather map for 2100 JST 27 July 1961.



(e) 500mb weather map for 2100 JST 27 July 1961.

第 6 図 地上及び高層天気図 (破線は等混合比線を示す)

Fig. 6. Surface and upper weather maps. (The dashed lines indicate the mixing ratio.)

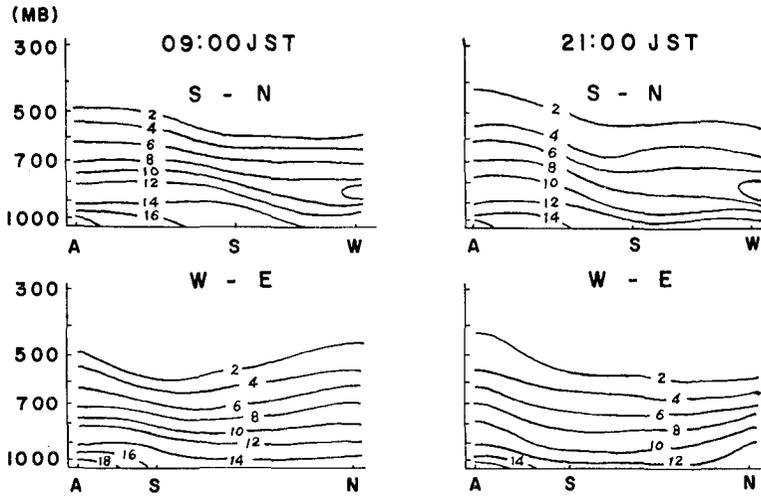
(b)の混合比の分布状態ははっきりわからないが、第5図(c), (d), (e)に示されるように高層の値は減少しつつあり、また道東に移動していることが(c), (d)から明らかである。この時刻頃北海道南西部では雨は上がり、降雨域は弱まって北海道中央山岳地帯を越えた十勝側に移動した。

27日(第6図)になっても前線はまだ北海道の南岸を東西に走っているため天気は安定してなく、処々にわか雨が降ったりしている。しかし、混合比の水平分布は各高度について降雨開始前の値に戻り、この大雨に関しては一応終わったと考えられる。

なお、大谷⁷⁾は収斂線上の移行上昇は、下層上層の気圧配置が似ていないと起らない。また移行上昇では水蒸気の補給は永続的であるから大雨は持続性があることを指摘しているが、この傾向は、第2図から第6図までの各地上及び高層天気図からうなづけられる。ここで湿舌の突出部は収斂線の延長上にあることをつけ加えておく。

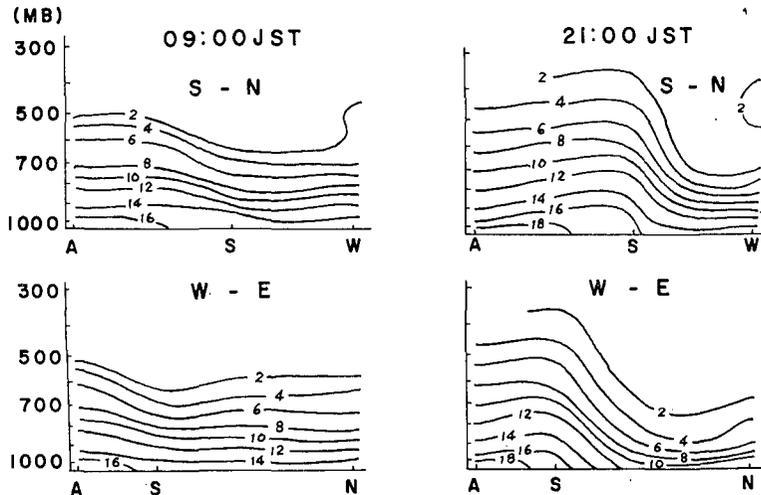
III. 混合比の垂直分布

前節で述べたように、今回の大雨についても南方から入り込んだ湿舌が大きな因子になっていることがわかったので、この節では札幌を中心とした東経 141°20′ に南から秋田・札幌・



第7図 混合比の垂直分布 (7月23日)

Fig. 7. Vertical distributions of the mixing ratio. (23 July)



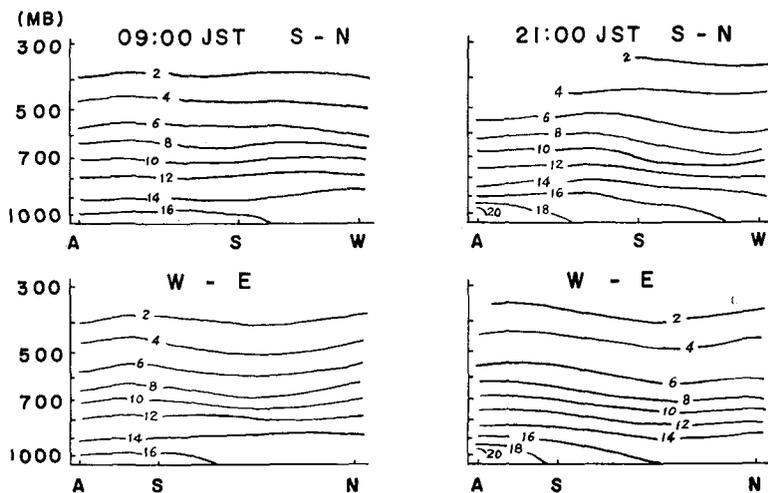
第8図 混合比の垂直分布 (7月24日) (A: 秋田, S: 札幌, N: 根室, W: 稚内)

Fig. 8. Vertical distributions of the mixing ratio. (24 July)

(A: Akita, S: Sapporo, N: Nemuro, W: Wakkanai)

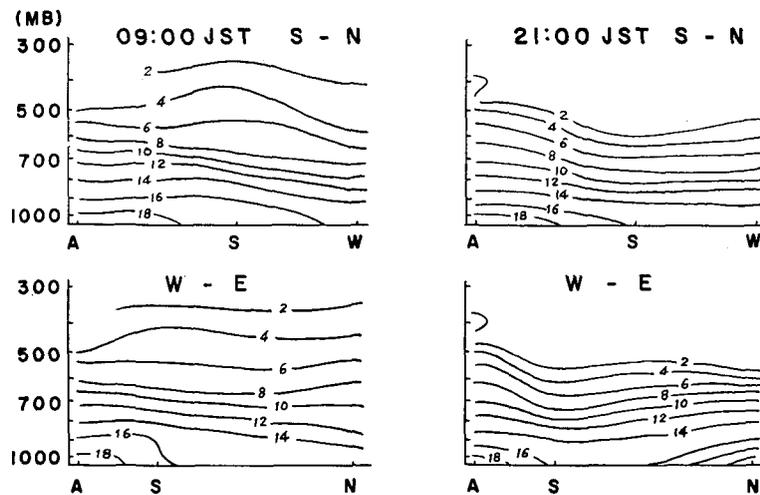
稚内の各点を投影して南北成分 (S-N) とし、同じく札幌を中心とした北緯 43°03' に西から秋田・札幌・根室の各点を投影して東西成分 (W-E) とし、第7図から第10図までに混合比の垂直分布を图示した。南北成分、東西成分ともに観測点は3点しかないので、推定の域をでないことは確かである。

第7図は7月23日の09時と21時の状態を示したものである。22日から23日にかけて気圧の谷が北海道を通過してから天候は回復し、24日は夕刻まで快晴であった。この大雨の始まる24日21時前までの3枚の図において、混合比の垂直分布は場所によって多少変動しているところもあるが、大体2gの線は500mb以下の高度に存在していた。しかし、この大雨の始ま



第9図 混合比の垂直分布 (7月25日)

Fig. 9. Vertical distributions of the mixing ratio. (25 July)



第10図 混合比の垂直分布 (7月26日) (A: 秋田, S: 札幌, N: 根室, W: 稚内)

Fig. 10. Vertical distributions of the mixing ratio (26 July)

(A: Akita, S: Sapporo, N: Nemuro, W: Wakkanai)

った24日21時(第8図)には降雨域とそれ以外の地域、即ち札幌一稚内間、札幌一根室間に明瞭な変化を示した。混合比2gの線は、降雨域では300mb附近まで上昇し、一方降雨域外では800mb附近まで降下し、明らかに降雨との関連性を物語っている。先にも述べたように700mbでの値は10gを上まわっていることが明らかである。降雨強度に差はあれ、降雨域が全道に広がった25日09時(第9図)、数時間の小康を保った後、北海道南西部で最も降雨の激しかった同日21時(第9図)には、2gの線は各観測点共共通して300mb附近まで上昇した。降雨量の多かった南西部で降雨の衰えはじめた26日09時(第10図)には2gの線が徐々に降下しはじめ、同日21時(第10図)には降雨開始前の状態である500mb以下の高度まで降下した。にわか雨を残すのみとなった27日には2gの線は600mbまで降下し(図は省略した)、この大雨の湿源が上層より減少していることが明らかである。なお、野口⁹⁾等の指摘している降雨開始前に現われる乾燥気塊については、23日21時に500mbで21%の観測値を示したが、900mbと700mbではそれぞれ70%、60%を示し、2日前、3日前でも特徴ある傾向を示していなかった。しかし、富岡⁹⁾のWork Sheetによる結果の上層の平均湿度が80%以上ということに対しては、900、700、500mbの各高度について、いずれも95%以上の湿度を示した。

IV. 局地天気図解析と降雨量分布

われわれはこれまで主として日本を中心としたSynoptic Weather Systemをみてきたが、しかし、この期間降雨のあった地域は北海道と東北地方の極く一部であった。それで次に観点を北海道にしぼって、Weather Systemと降雨との関係について調査した。ここでは、3時間毎の0.5mbおきの局地天気図と3時間毎の積算雨量とを用いた。

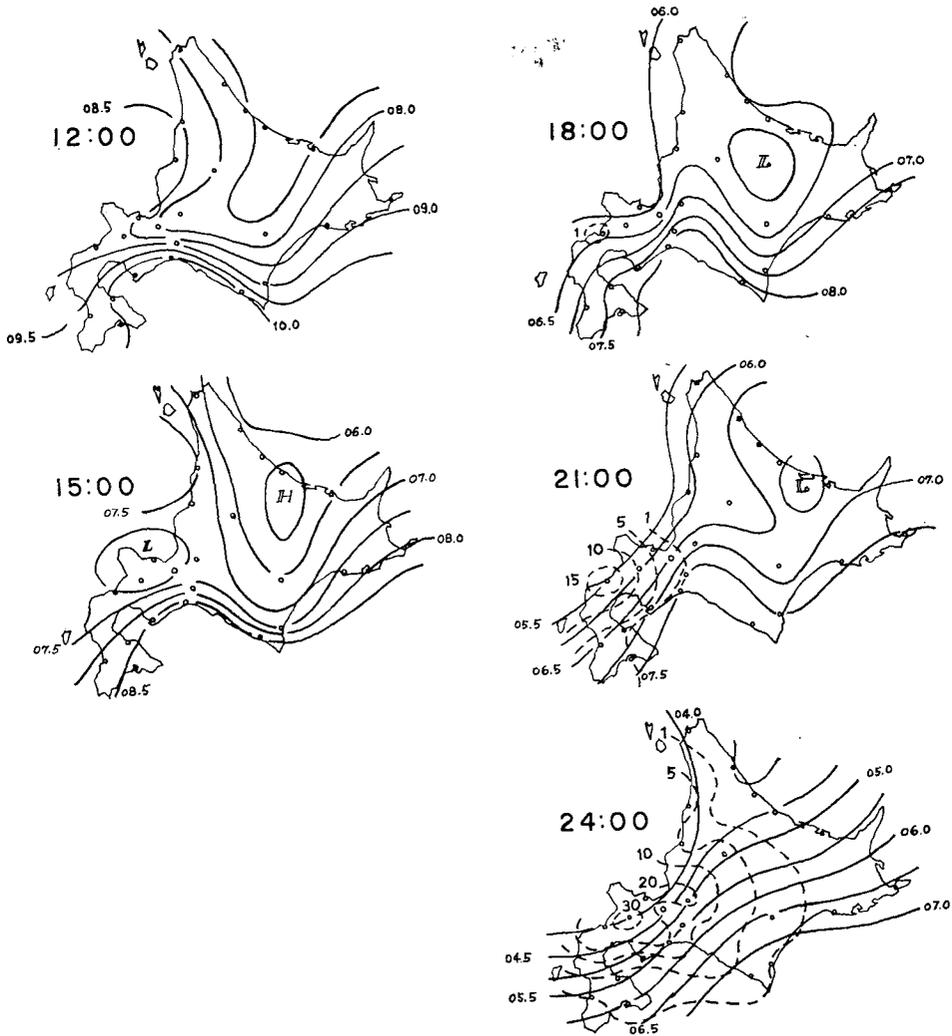
第11図は7月24日の北海道の局地天気図である。15時(第11図)頃積丹半島附近に現われた低気圧が北東に進み、網走附近まで通過した21時には南西部に10mm程度の降雨があった。24時(第11図)低気圧がオホーツク海に抜けてしまったあと、等圧線はほぼ平行に北東から南西に向って走っていた。一方降雨域は北海道の西半分まで拡がり、倶知安附近では30mm程度の降雨量を示した。25日03時(第12図)より等圧線は波状を呈し始め、降雨の強まり始めた同日06時(第12図)には中央山岳地帯附近西側で等圧線はきれいな波状を呈し、この傾向は降雨の弱まる26日09時(第13図)頃まで持続されていた。広域天気図によれば、25日09時には本道上を南北に延びる前線が通過したことになるが、局地天気図からではこの時刻とまったく同様な状態がこのあと24時間程持続したような状態であった。特に中央山岳地帯の西側で降雨の激しかった25日21時(第12図)にはこの傾向が明瞭であった。

大雨が峠を越して道内の処々ににわか雨を残す状態になる頃(第13図)から前述の傾向は崩れ始め、降雨の完全に上った26日21時(第13図)以後は、まったく異なった気圧配置となった。

一見前線のような様相を示したこの波状が中央山岳地帯附近にできてある時間持続したと

いうことは、主降雨域がこの山岳地帯の西側であったことと考え合せて興味深い。即ちこの波状は降雨とはまったく無関係なものなのか、それとも前節で述べた混合比の垂直分布及び後述するレーダー解析から今回の降雨をもたらした雲高は約700 mb 前後と推定されるので、西側から侵入してきた降雨域が、この山岳地帯でさえぎられたために停滞し、そのために波状ができ、その結果として、山岳地帯の西側に大雨をもたらしたのか、いずれにしても今回の大雨と局地天気図にみられる波状とは何らかの関係を有しているように考えられる。

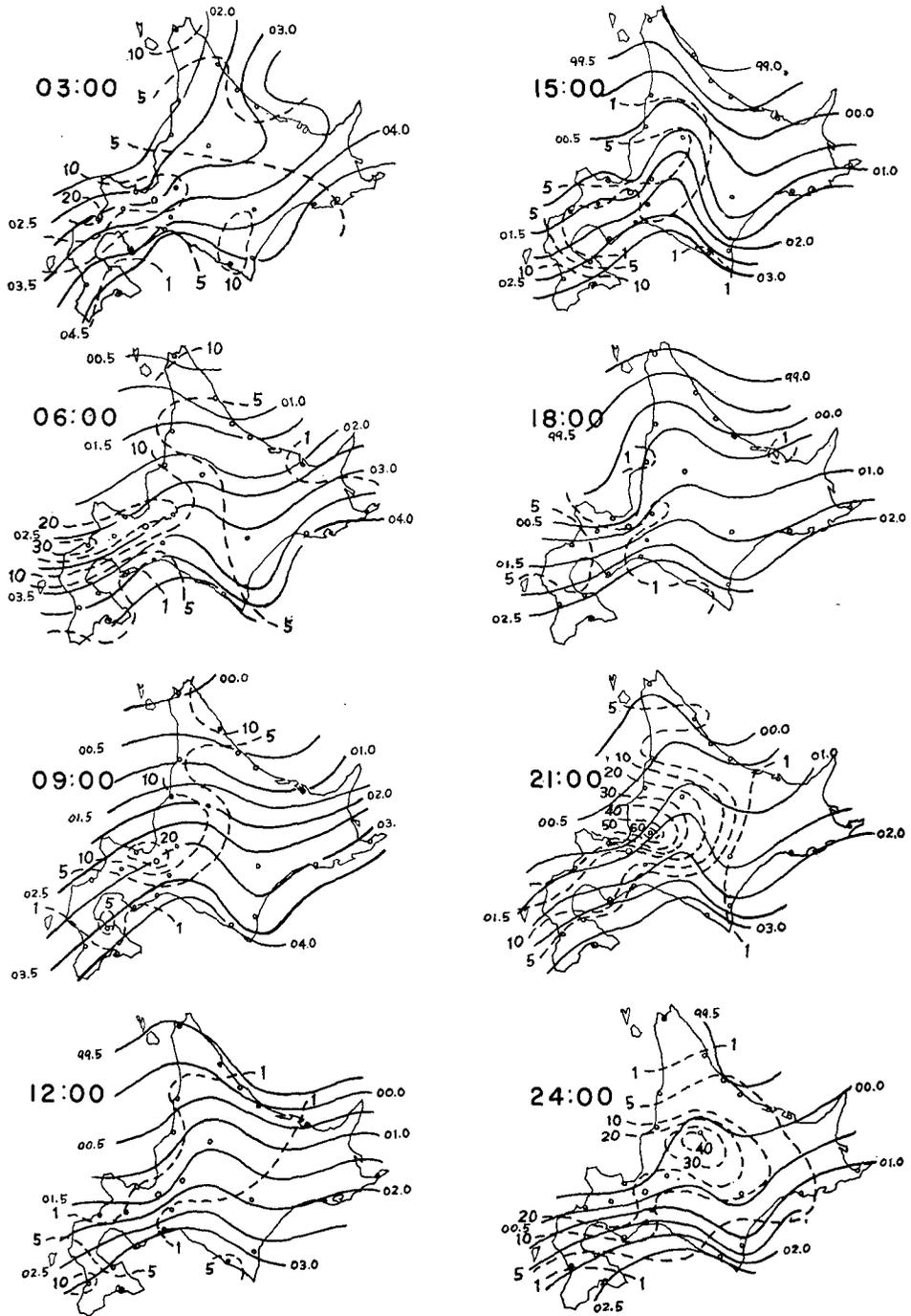
JULY 24, 1961



第11図 局地天気図と3時間降雨量図 (mm)

Fig. 11. Meso-scale weather maps and 3-hourly isohyetal maps (mm) for 1200~2400 JST 24 July 1961.

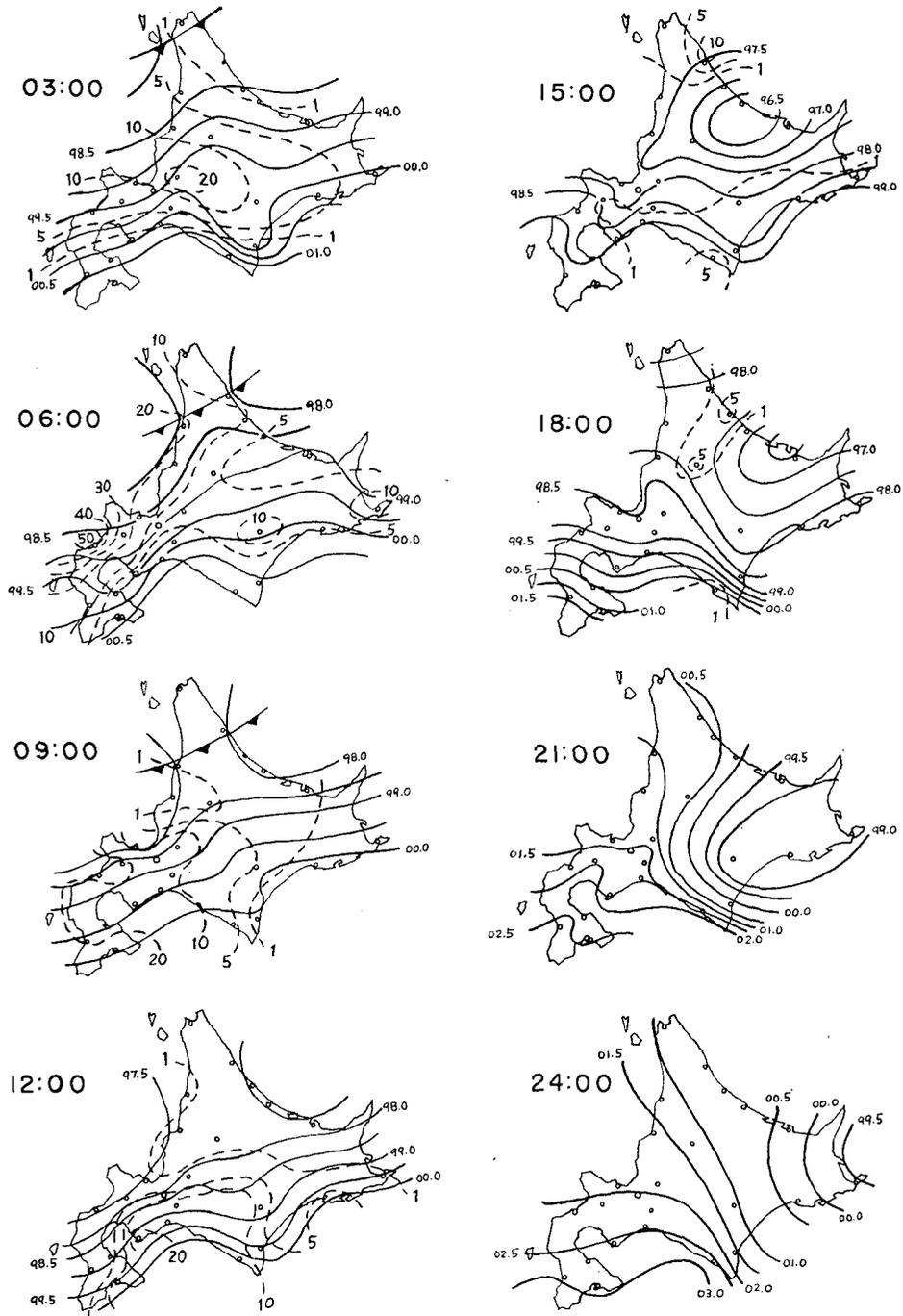
JULY 25, 1961



第12図 局地天気図と3時間降雨量図 (mm)

Fig. 12. Meso-scale weather maps and 3-hourly isohyetal maps (mm) for 0300~2400 JST 25 July 1961.

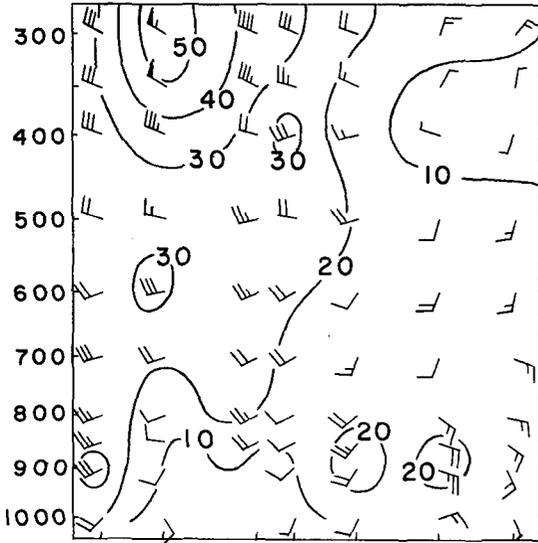
JULY 26, 1961



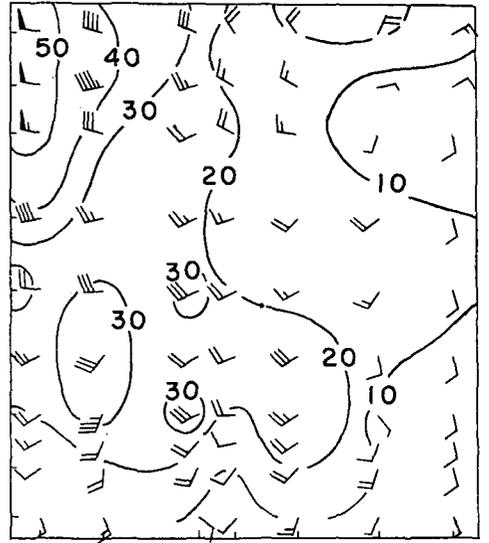
第13図 局地天気図と3時間降雨量図 (mm)

Fig. 13. Meso-scale weather maps and 3-hourly isohyetal maps (mm) for 0300~2400 JST 26 July 1961.

(MB)

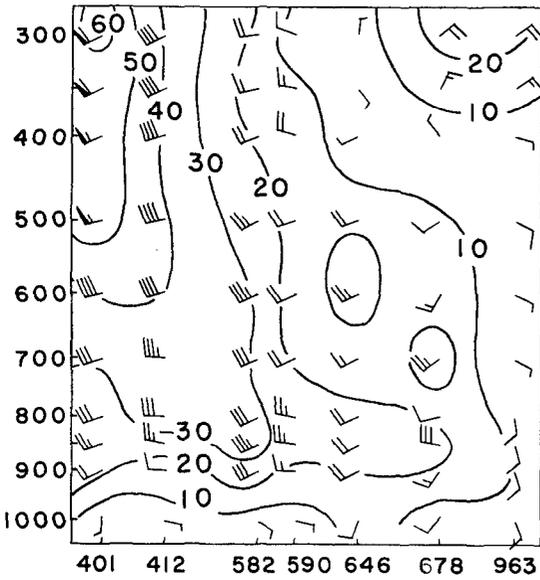


(a) 0900 JST 24 July 1961.

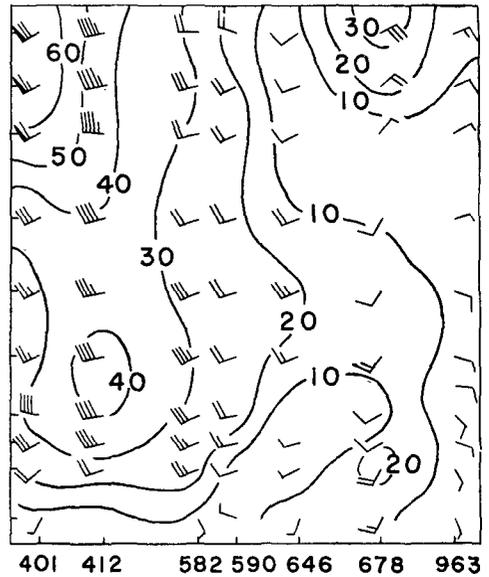


(b) 2100 JST 24 July 1961.

(MB)



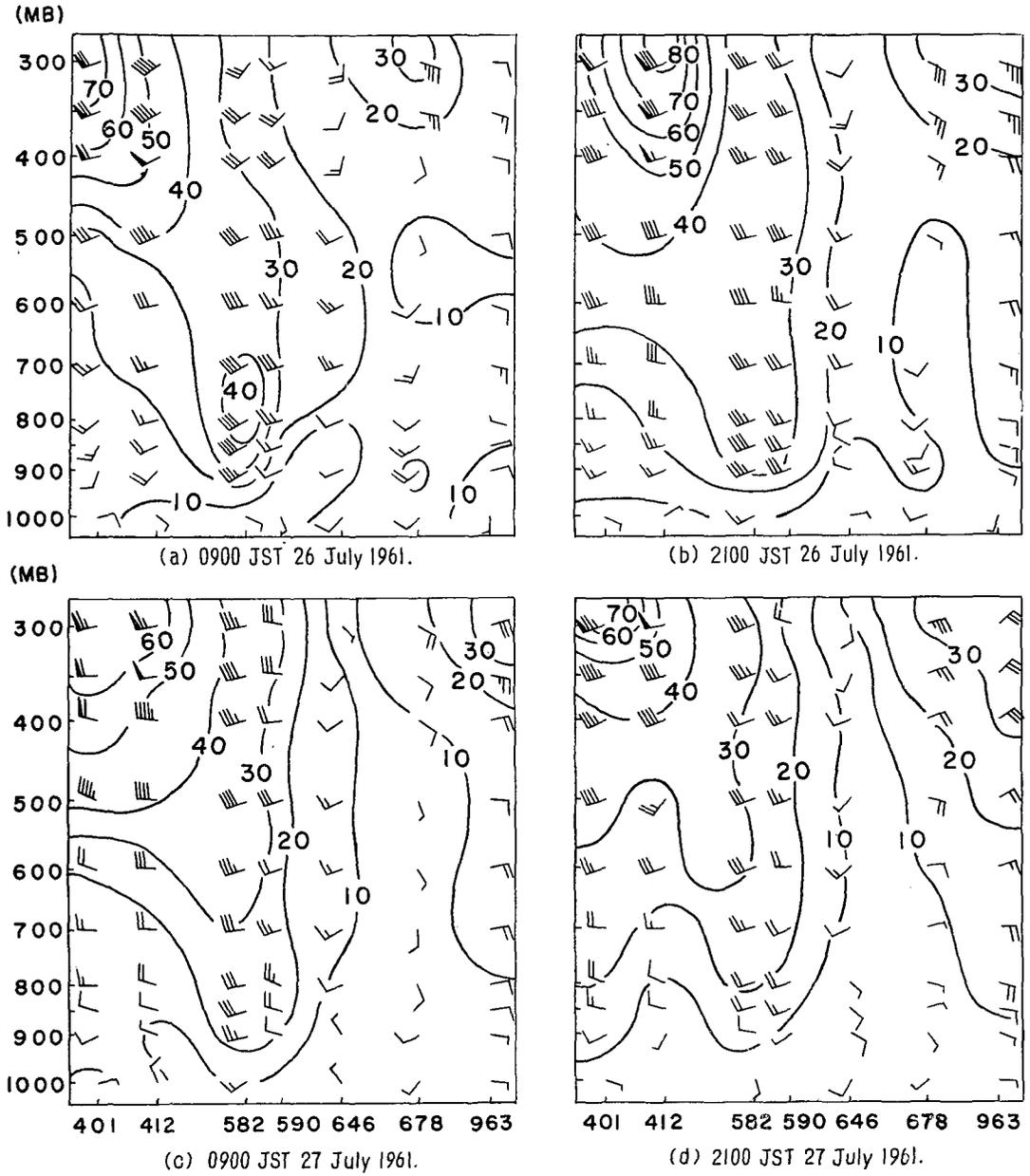
(c) 0900 JST 25 July 1961.



(d) 2100 JST 25 July 1961.

第14図 140°Eに沿う上層風断面図

Fig. 14. Vertical distribution of upper winds along 140°E.



第15図 140°E に沿う上層風断面図

Fig. 15. Vertical distribution of upper winds along 140°E.

V. 上層風解析

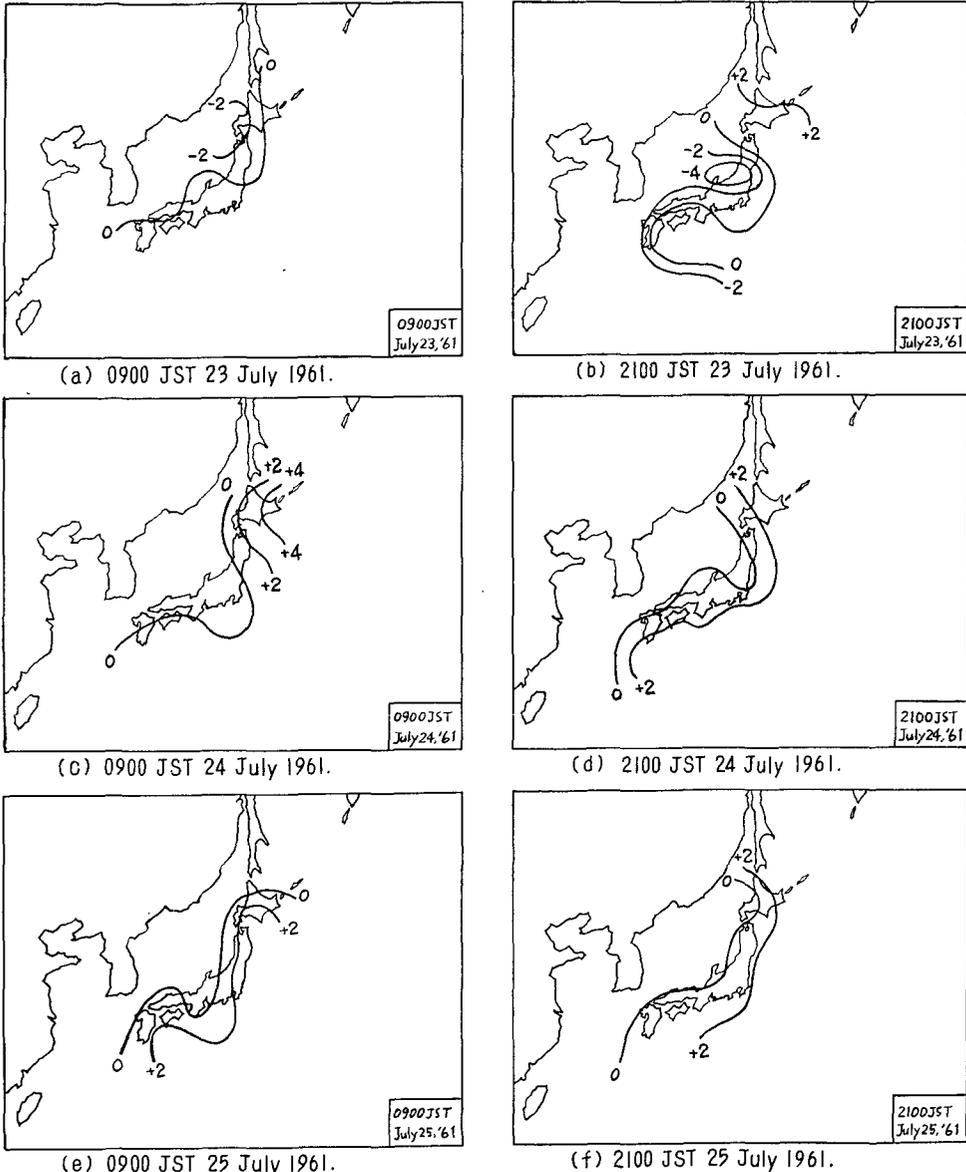
これまでのいくつかの降雨が解析された結果^{9),10),11)}によれば,多くの場合 low-level jet stream の存在が重要な役割を果たしているといわれている。Endlich¹²⁾ は jet こそ垂直交換を行なう重要な機構であり,又安田¹¹⁾ は対流圏中,下層における low-level jet の存在が disturbance の発生源として重要であるとした。最近の研究¹³⁾ では, low-level jet と豪雨の関係としては, jet の力学的役割(水平発散,垂直運動との結びつき)と水蒸気輸送能(水蒸気の供給と集中)という二つの面を考えている。われわれは今回の大雨について,果して low-level jet があるか否かを解析してみた。解析に使用した観測点は北から稚内(地点番号 401),札幌(412),秋田(582),仙台(590),館野(646),八丈島(678),鳥島(963)の7点である。第14図(a)はこの降雨の始まる12時間前のものであり,これをみると稚内の上空 900 mb,札幌の上空 600 mb に各々 30 ノットの小さな jet が認められた。降雨の始まった24日21時(第14図(b))には稚内上空の jet は消滅したが,札幌上空にあった 30 ノットの jet は 35 ノットまで発達し,その範囲も 800 mb から 600 mb の高度まで広がっていた。25日09時(第14図(c))には 30 ノットの範囲は秋田上空まで南下し,この時函館,秋田は雨であったが北海道南西部にはわか雨の状態となり,一時小康を保った形となった。再び降雨が強まった25日21時(第14図(d))には札幌上空 800 mb から 700 mb 前後にかなり明瞭な 40 ノットの jet が認められた。この jet は翌26日09時(第15図(a))には秋田の上空まで南下し,この時秋田地方は雨であった。この時刻頃を境として道南西部の降雨は峠を越し,これからあとにわか雨を残すのみとなった。26日21時以後(第15図(b), (c), (d))は前述のような low-level jet はみられなく,今回の大雨についても先の解析者が指摘したように, low-level jet は大きな役割を果たしているらしいことがうかがわれる。

VI. 安定指数解析

Showalter¹⁴⁾ の安定指数(Stability Index)は,実際にはアメリカ合衆国南西部に発生する雷雨を予知するためのものなので,これを今回の大雨に適用することが果して妥当かどうか疑問であるが,これまでに解析した2,3の例^{1),15)}をみると,降雨域の上層 850 mb と 500 mb 間では

- 9) 広瀬元孝・朝倉 正・飯田睦次郎・中村則行: 北九州の豪雨の解析, 中央気象台彙報, **39** (1955), 11-28.
- 10) Y. Omoto: A Case Study of a Series of Showers, Journ. Met. Soc. Japan, 2nd Ser., **34** (1956), 95-103.
- 11) 安田清美: 寒冷前線に伴うしゅう雨について, 研究時報, **9** (1957), 416-421.
- 12) R. M. Endlich: A Study of Vertical Velocities in the Vicinity of Jet Stream, J. Met., **10** (1953), 407-415.
- 13) 松本誠一・藤田敏夫・浅井富雄: 36・6 豪雨の定性的・定量的解析(下層ジェットの構造とその役割に関する解析), 天気, **9** (1962), 213-221.
- 14) A. K. Showalter: A Stability Index for Thunderstorm Forecasting, Bull. Amer. Met. Soc., **34** (1953), 250-252.
- 15) S. Shōno, K. Miyakoda, S. Manabe, T. Matsuno, T. Murakami and M. Okuta: Broad-scale and Small-scale Analyses of a Situation of Heavy Precipitation over Japan in the Last Period of Baiu Season 1957, Journ. Met. Soc. Japan, 2nd Ser., **37** (1959), 128-134.

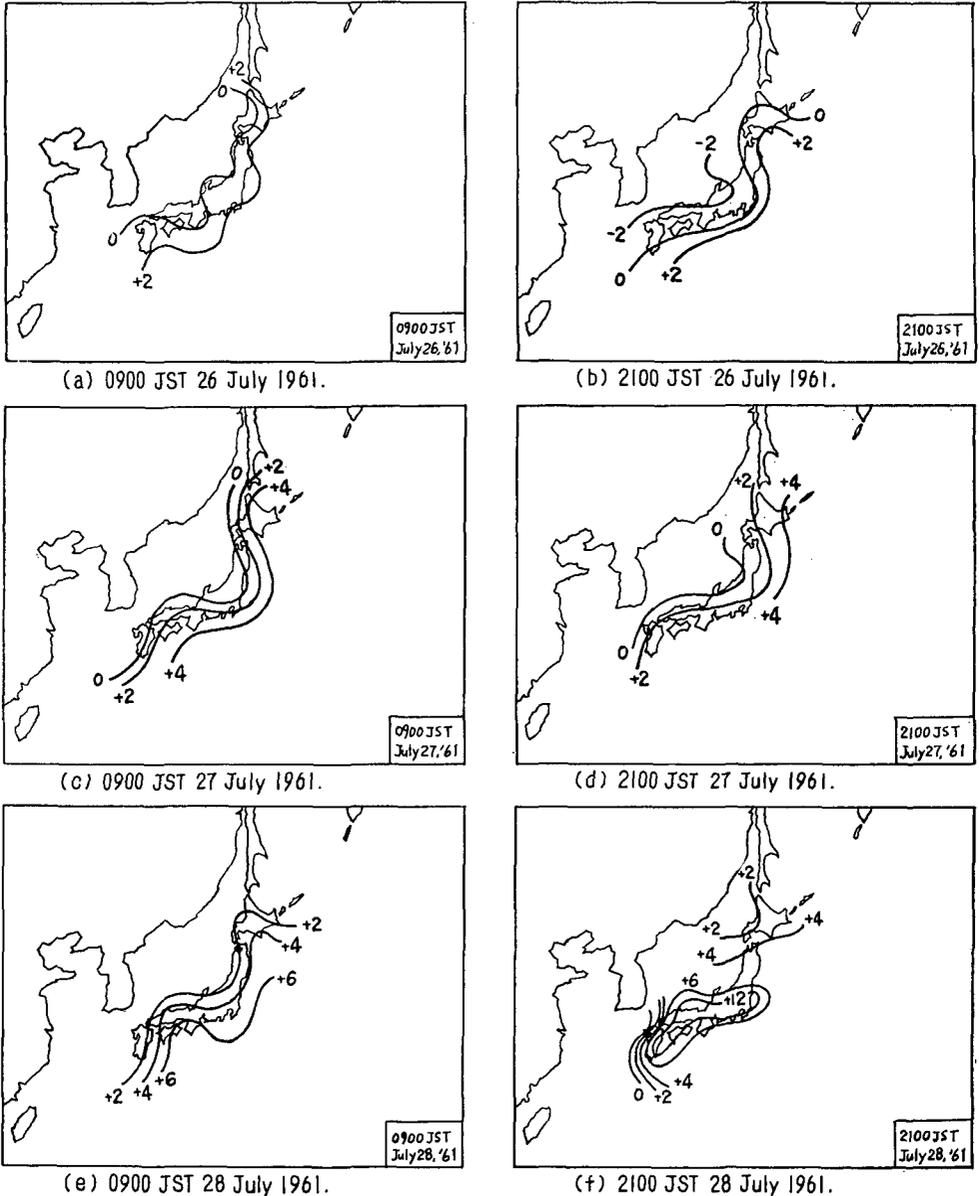
非常な不安定成層を為していたことが指摘されている。今回の大雨について本邦上空の安定指数を計算した結果が第16, 17図である。降雨開始12時間前(第16図(c))の値は $+3^{\circ}\text{C}$ であった札幌附近は、降雨開始時(第16図(d))には $+1^{\circ}\text{C}$ まで下がり、不安定成層の兆しを示していた。しかし、それ以後降雨の上がった27日, 28日(第17図(c)~(f))も $+3^{\circ}\text{C}$ 以下であるので、特にこの大雨についてのみ安定指数が低い値を示したということはいえない。ただ降雨が強まった25日21時(第16図(f))には(-)の値を示していることが、この降雨についてのある程度



第16図 安定指数解析図

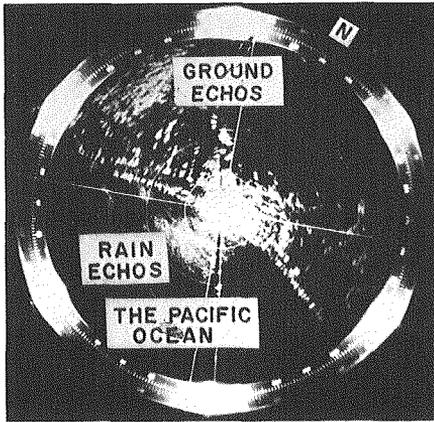
Fig. 16. Showalter's stability index patterns from 0900 JST 23 to 2100 JST 25 July 1961.

の目安となるかもしれない。しかし、この指数が今回の大雨に適応しているかないかということは先にも述べたように左程気にする問題ではないかと思う。なぜなら、この指数は本来が雷雨に対するものであるから、当然降雨機構の異なる降雨に対しては適応しないのが当然のようにも思われる。正野¹⁹⁾等の諫早の集中豪雨にこの指数が適応できたのは、諫早の場合はまったく局地的な豪雨であったためであろう。なおこの指数を局地的な現象に使用するには、もっと密な観測点が必要であろう。

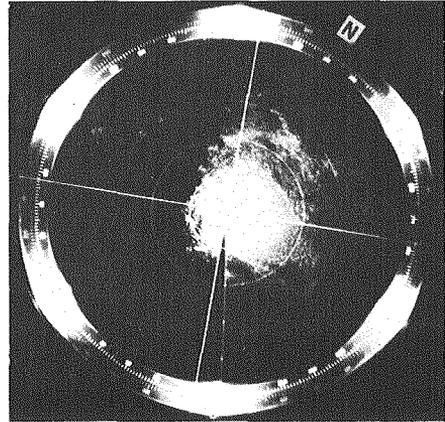


第17図 安定指数解析図

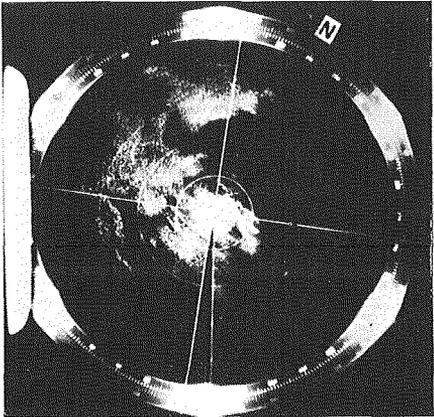
Fig. 17. Showalter's stability index patterns from 0900 JST 26 to 2100 JST 28 July 1961.



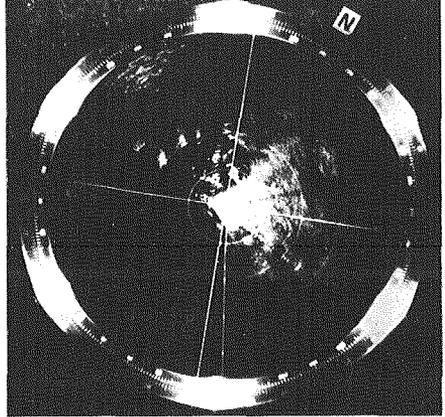
(a) Time: 1241 JST Range: 8miles, $\theta: 0^\circ$



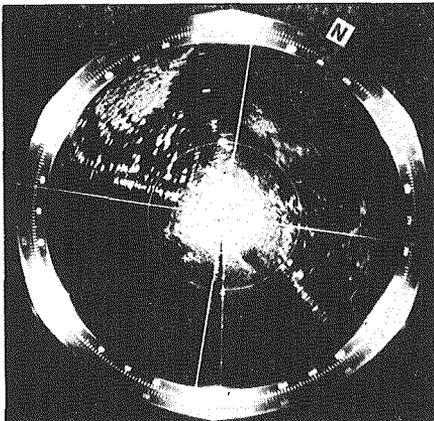
(d) T: 1259 JST R: 8, $\theta: 5^\circ$



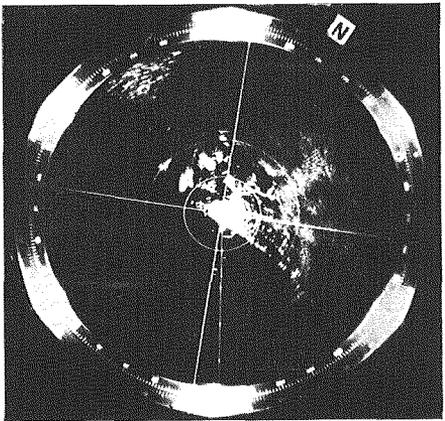
(b) T: 1243 JST R: 8, $\theta: 3^\circ$



(e) T: 1305 JST R: 8, $\theta: 1^\circ$



(c) T: 1256 JST R: 8, $\theta: 0^\circ$



(f) T: 1309 JST R: 8, $\theta: 0^\circ$

第18図 苫小牧附近のレーダーエコー

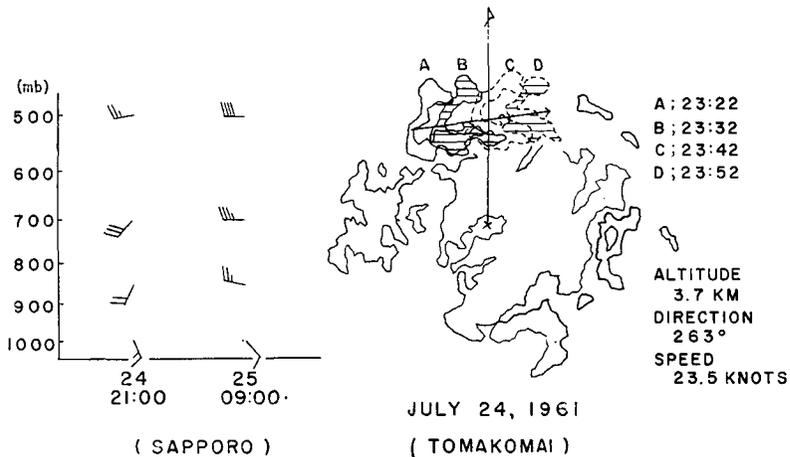
Fig. 18. Examples of radar echo around Tomakomai.

VII. レーダー解析

序言で述べたようにこの降雨の前半をわれわれは苫小牧市役所屋上に設置されていたレーダーで捕えることができた。使用したレーダーは協立電波株式会社製のもので、その特性は次のようなものである。

- 波長： 3.2 cm
- 最大出力： 50 KW
- パルス幅： 0.1 μ S, 0.6 μ S
- 繰返し周波数： 2000 c/s, 500 c/s
- 最大探知距離： 40 miles
- 最小探知距離： 40 m
- ビーム幅 (水平, 垂直共)： 2.5°

このレーダーで捕えた降雨の一例が第 18 図に示してある。この例は 25 日午後の降雨が一時小康を保ち、にわか雨が降っていた時間のものであるが、図に示される如く、苫小牧市南西方向の太平洋岸から侵入してきた一つの降雨セルの移動を明確に示している。このように西から南よりの方向から侵入してきたセルはそのままの方向で中央山岳地帯の西側まで達したものと思われる。このようないくつかの例の一連のレーダー写真をトレーシングペーパー上に写しとり、そのセルの運動を調べた結果が第 19 図右に示されている。それによると、セルの高度は約 3.7 km, 進行方向 263°, 移動速度約 23.5 ノットという値を示した。この例の時間に相当する観測地点(苫小牧)より最も近い地点の上層の風向、風速を札幌のゾンデ資料から求めたものが左の図であって、これ等のセルは大体同じ高度の風と共に移動したとみて差支えない。またこの高度は先に混合比の計算から推定した高度とも大体一致している。



第 19 図 エコーの移動と上層風断面図

Fig. 19. Movement of echo and vertical distribution of upper wind.

VIII. 考察と要約

北海道南西部のかなりの範囲にわたって被害をもたらしたこの大雨について、いくつかの節にわけて解析を試みてきたが、結局この雨の原因としては、Synoptic には北海道をほぼ東西に走る前線が南北振動し、小さな低気圧がその前線上を連続的に通過した。一方その時太平洋にかなり優勢な高気圧があつて気温の高い湿った空気を多量に送り込んだ。更にこの前線の北上を妨げる高気圧がオホーツク海上にできたことが降雨を長引かせ、その上熱帯性低気圧がゆっくり日本海を北上したことが重なって今回の大雨となったものと想像される。以上のことは混合比の水平、垂直分布の解析からもうなづけられるものである。更にまた、札幌附近上空の low-level jet stream の存在が何らかの形でその一役をになつていたということも、これまでの多くの降雨を解析した結果から考えられる。この降雨が北海道中央山岳地帯の西側で特に活潑であつたということに対しては、局地天気図解析の結果から、この山岳地帯の西側で降雨期間中特徴ある気圧配置をしたことがあげられ、それとの関係については目下検討中である。安定指数解析法は、このようなタイプの降雨機構に対しては適用できないようである。レーダー及び混合比解析、low-level jet stream の存在等から、この降雨をもたらした雲の高度は約 3.5 km 前後、方向は西からやや南より、速度約 35 ノットのものであることがわかつた。

謝 辞

この研究をするにあたって、札幌管区気象台はじめ道内各地方気象台及び測候所から資料を送っていただいた。ここに深く感謝の意を表する。また討論して下さった北海道大学理学部気象学研究室の孫野長治教授及び樋口敬二博士に厚く御礼申し上げます。

1. A Case Study of the Local Heavy Rainfall in Southwestern Hokkaido during the Period from 24 to 26 July 1961

By Katsuhiko KIKUCHI and Kenji ISHIZAKI

(Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University)

During the period from 24 to 26 July 1961, a local heavy rainfall occurred in the southwestern part of Hokkaido. In this paper, the authors offered a detailed analysis of some meteorological conditions during the time of this rainfall separately under the following 8 headings.

- I. Introduction
- II. Large-scale weather map analysis and horizontal distribution of mixing ratio
- III. Vertical distribution of mixing ratio

IV. Meso-scale weather map analysis and distribution of amount of 3-hourly precipitation

V. Upper wind analysis

VI. Showalter's stability index analysis

VII. Photographic analysis of the radar echo

VIII. Considerations and conclusions

Briefly stated the results of the detailed analysis under the above headings are such as follows,

(1) The large-scale weather maps for all Japan showed such a typical feature as the meridional oscillation of the stationary front over the area of Hokkaido.

Some small depressions traveled along this front continuously from the west to the east. On the other hand, at the same time, there was a strong high in the Pacific Ocean, from which humid and warm air was supplied to the stationary front. Furthermore, a tropical depression was moving slowly northward over the Sea of Japan and coming nearer to Hokkaido. It will be reasonable to consider that the continued heavy rainfall was due to these conditions.

(2) As well as in many cases of the local heavy rainfall which occurred in Japan, the existence of a wet tongue in the lower atmosphere is confirmed in this case from the analysis of horizontal and vertical mixing ratios. Particularly, the value of the mixing ratio at the altitude of 700 mb over southwestern Hokkaido was more than 10 g/kg the same as that over the district of Kyûshû. It seems probable, therefore, that humid air in a dome shape was located over the rainfall area. Such situation did not change through the period of the rainfall.

(3) Meso-scale weather map analysis showed such a typical wave pattern of iso-bars that a front was located along the west side of the central range of mountains in Hokkaido, where heavy rainfall was also observed. A study on the relation between such pattern and the rainfall is now being made by the authors.

(4) As suggested by many workers, the existence of a low-level jet stream during the period of the rainfall was found from the analysis of the vertical distribution of the upper level wind velocity. Its altitude was between 800 mb and 600 mb, the maximum wind speed being 40 knots. The main effects of such low-level jet stream as respects occurrence of heavy rainfall are considered to be horizontal divergence and vapour supply.

(5) From analysis of Showalter's stability index, it was concluded that such an index is not suitable for study on the rainfall in this case, since the mechanism of rainfall in this case is different from that of a thunderstorm.

(6) From analyses of the radar echo, the mixing ratio and the altitude of the low-level jet stream, the altitude of the rain cloud was estimated as about 3.5 km, the direction of their movement being from west to southwest at the speed of 35 knots.