

1962年9月2日の東京都城東地区の豪雨*

—主として降雨セルについて—

藤田 兼吉・瀬下 慶長**

1. はしがき

1962年9月2日、東京都城東地区から江戸川東岸の千葉県よりにかけて、雷雨を伴った豪雨が18時から20時頃までの約2時間に集中し、局部的ではあるが可成りの浸水被害を起した。そのときの豪雨中心域にあたる江東区の小名木観測所では1時間最大雨量が107mm、10分間雨量は実に30mmに達した。この1時間最大雨量の記録は東京管区気象台の創設以来の記録88.7mm(1939年7月)を突破したし、日雨量168.6mmも過去の雷雨による日雨量の最大値164.8mmをも上廻った。

不幸なことには、今回の豪雨は東京都の排水事情の悪い、いわゆる零線地区に集中したことである。この地区は1時間10mm以上の降雨があると浸水被害が出はじめるところで、現地では日雨量20~30mmを水防警戒の目安にしているようである。このような状態であるから、今度の豪雨では、たちまち家屋の浸水や道路冠水などの被害が起った。参考までに、その主な被害状況を示すと次表のとおりになる。

水害状況一覧表
(東京管区異常気象報告第3巻第3号による)

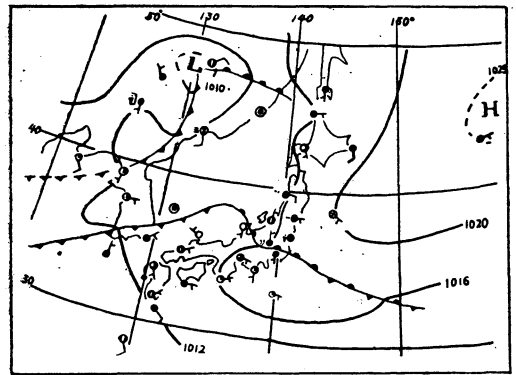
地区	被害程度	
	床上浸水	床下浸水
江東区	1000戸	6600戸
江戸川区	300	2377
葛飾区		871
墨田区		20

本文は東京都の防災上の立場から、この豪雨の実態を明らかにする必要があると考えて調査したものである。

2. 綜観的解析

第1図は豪雨時に近い21時の地上天気図である。高気圧はカムチャッカにあって、三陸沖に張出し、その南端

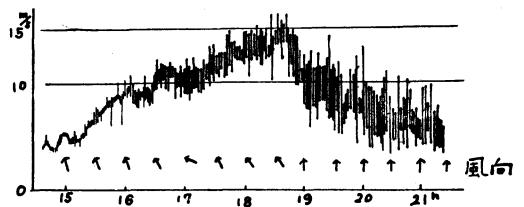
を東西に走る停滞前線がある。この前線は関東南部を通過して日本海に抜けており、前線の北側は雨で、南側は比較的天気よく、上層はかなり乾燥していた。



第1図 昭和37年9月2日21時の地上天気図

ジェット気流は秋田付近を通過して、関東南部上層は風が弱く、Newton¹⁾や中山²⁾の解析例にみられるような風の鉛直シャーによる鉛直流がとくに発達する場になってはいない。たゞ、筑波山の風(第2図)から考えて、この降雨期間中に境界層付近に下層ジェット気流が形成されていたかも知れないと考えられる。その理由はこの種のジェット気流が大気の安定度に影響されて、不安定度が大きくなると急速に消滅するので、現在の高層観測ネットや観測時間では捕捉することは困難だからである。

次に、豪雨に伴う湿舌であるが、この雨にも現われている。第3図は豪雨の発生時に近い21時の等温位面解

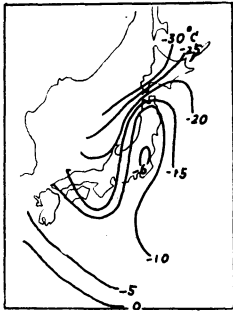


第2図 筑波山における風の変動

* Heavy Rainfall at Jōto Area in Tokyo on 2 September 1962.

** K. Fujita, Y. Seshimo. 東京管区気象台
—1963年4月4日受理—

析を示す。湿舌は東海道沖か北にのび、前線の北側の雨域とも対応しており、とくに関東付近が湿潤域になっている。また、この時の安定は第4図のようになる。



第3図

等温位面 ($\theta=320^\circ$) における露点温度分布



第4図

Galway の上昇指数による安定度分布

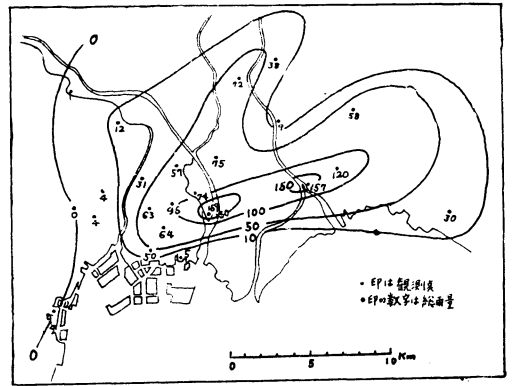
こゝに用いた安定度指数は Showalter 指数の代りに Galway³⁾ の上昇指数である。それは Showalter 指数は観測時刻と対流活動の最も活発になる時刻との間に入ってくる要素が含まれていないからである。Galway 指数は観測時の地上から 1 km 層までの層厚の平均混合比とその日の最高気温とから凝結高度を求め、その点から湿潤断熱的に気塊を 500mb 高度まで、強制上昇させて、そのときの 500mb 高度の気温値から差引いて求める。このようにして作ったのが第4図である。これによると本州の大部分は不安定成層をしており、関東から北にのびる不安定域は湿舌に一致している。

今回の雨は以上のような綜観的条件のもとで起っているが、それだけからでは、この局地的豪雨の説明に役立たない。

Fulks が指摘しているように不安定度は雷雨活動にとって、かならずしも必要条件でなく、そのためには下層収束が必要で、この下層収束が雷雨活動の引き金作用をなす。その下層収束の強いところが豪雨地区を決定するものと考えられる。これについては後述する。

3. 降雨セル

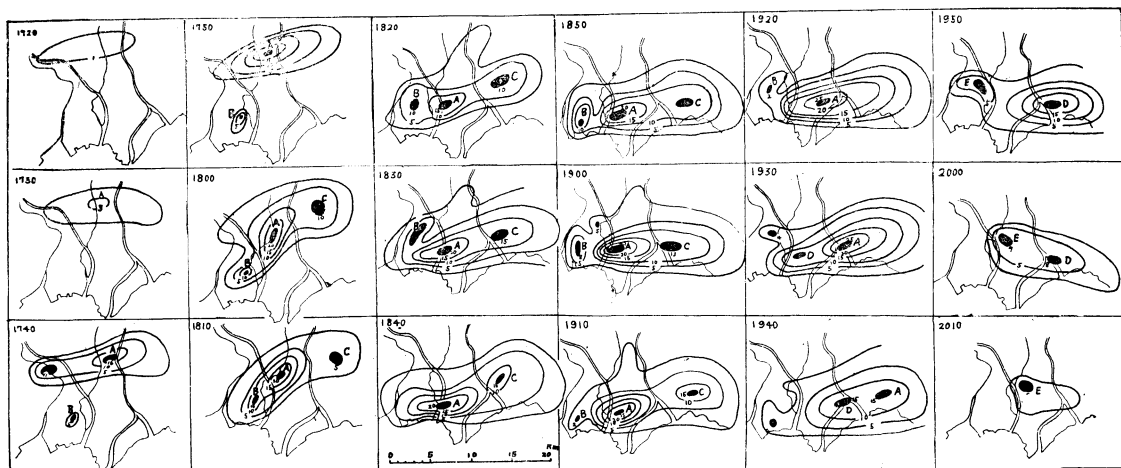
この降雨域にあたる城東地区周辺には細かい雨量観測網(第5図)が整備されていて、部外関係機関では東京都建設局、下水道局および建設省関東地方建設局の工事事務所の自記雨量計が17カ所、指示雨量計3カ所がある。これらの目記雨量記録を使用する際に、測器の精度や時間誤差など考慮する必要があるため、10分間雨量による解析を行なった。日雨量は藤田⁴⁾の百分率法で、10分間雨量に換算した。第5図はこの雨の総雨量分布を示



第5図 総雨量分布

したもので、隅田川を境にして、東側に豪雨は集中し、とくに強雨は江東区小名木から総武本線下総中山駅付近までの中5 km、長さ13 kmの地域に降った。しかし、その西側にあたる東京管区気象台では0.3 mmの降雨しかなかった。更に、この雨の詳細を検討するため10分間雨量分布の時間変化を求めた。それは第6図に示してある。図中の降雨領域の最小等雨量線は1 mm にとって画いたもので、これによると17時20分に金町浄水場から西にのびる降雨帯が現われて、次第に降強度を増しながら南下し、その南西方向にあたる江東区の独立降雨域と併合した。18時30分以降は江戸川区を中心に東西にのびて停滞し、降雨は最盛期に達した。試みに、降雨領域の形状を調べると、5 mm 以上の形状では大体において、楕円を示し、長軸は12~19 km、短軸は4~7 kmである。また移動中の特徴として、長軸方向に伸縮運動をしながら南下しており、停滞すると、その変動は緩慢になるが、それとは逆に降雨強度および降雨領域の拡がりも最大になった。これらの降雨領域の中に、もっと小さな降雨核(図中塗りつぶした区域)がみられる。本文ではこの降雨核を降雨セルと呼ぶことにして、その運動を解析した。

降雨セルの運動については Battan⁵⁾、Ligda⁶⁾、大沢⁷⁾、井口⁸⁾ および桜井⁹⁾の研究があり、Battan、Ligda、井口はレーダーの降水エコーセルの移動と上層風との関係を要約的に論じている。それによると前線、低気圧の場合は700 mb 高度の地衡風に非常によく相関がって、その移流高度には季節変化があるとし、大沢は諫早の豪雨から雨量パターン上の降雨セルを解析して、その運動に3種類あることを見出した。それは前線に平行なもの、法線方向のものと700 mb または500 mb 高度の流線に流さ



第6図 雨量(10分間)分布の時間変化

れるものがある。また、桜井は北海道における普通の雨について、降雨セルと地形の関係を調べ、平地での降雨セルは上層風に関係しているが、山岳地帯ではむしろ地上風に影響することを述べている。このように取り扱ったケースによって、降雨セルの移動は一義的に上層風に流されるとは限らないようである。

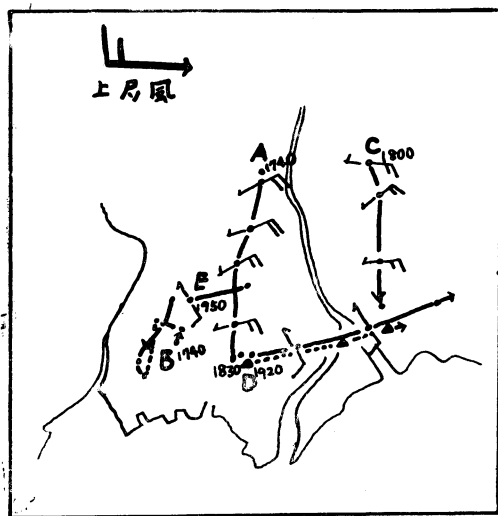
この場合の降雨セルを解析するにあたって、先づ降雨期間中に現われた降雨セルに A, B, C, D, および E と符号をつけ、その運動を 700mb 高度の上層風と対比しながら述べる。このときの降雨域の上層風は資料がないため、富士山や館野の風で推定する。降雨時の18時における富士山の風は西北西 15ノットで、館野の 700mb 高度の風は21時に西 (280°) 23 ノットを観測している。したがって、降雨領域上空は比較的弱い西風が吹走していたものと推定される。

第7図はこの降雨セルの運動を示したもので、同一降雨領域の中で、移動性降雨セル (A, C, D, E) と停滞性セル (B) がみられる。移動性降雨セル A, C は発生時から18時30分までは Newton¹⁰⁾の指摘したように、上層風を左にみるような移動をしている。しかも、上層風に対し、殆んど法線方向に 12~13km/hr の速度で南下している。その後は A セルは一時停滞し、C セルは消滅している。19時以降から A, D, E セルはそれぞれ上層風に流され東 17km/hr 位で移動している。しかし、B セルは上層風とは全く無関係に不規則な運動をしている。Battan¹¹⁾によれば上層風が非常に弱い場合は伝播が支配的要因となり、降水エコーの中心が不定の運動をするという。

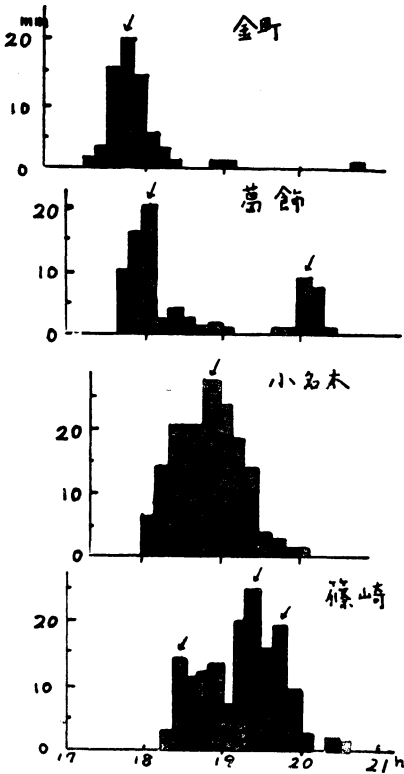
上記によれば B セルは伝播性降雨セルに相当するものであろう。このように同一降雨領域の中でも降雨セルの運動は複雑な様相を示し、伝播性セルと移動性セルが存在している。また、移動性セルには上層風に法線方向のものと同層風に関係するものがある。

第8図は主な観測点における10分間雨量の変動を現わしたもので、降雨の各ピークは降雨セルの通過を示している。

次に、上層風が弱い場合、降雨セルの運動が上層風と下降流による地上発散風とのシヤーベクトルによって移動するものと仮定すれば、降雨下の発散風は降雨セルの移動速度から上層風を差引くことによって求められる。



第7図 各降雨セルの移動と地上の発散図 (矢羽根)



第8図 10分間雨量のヒストグラム、矢印は降雨セルの通過を示す

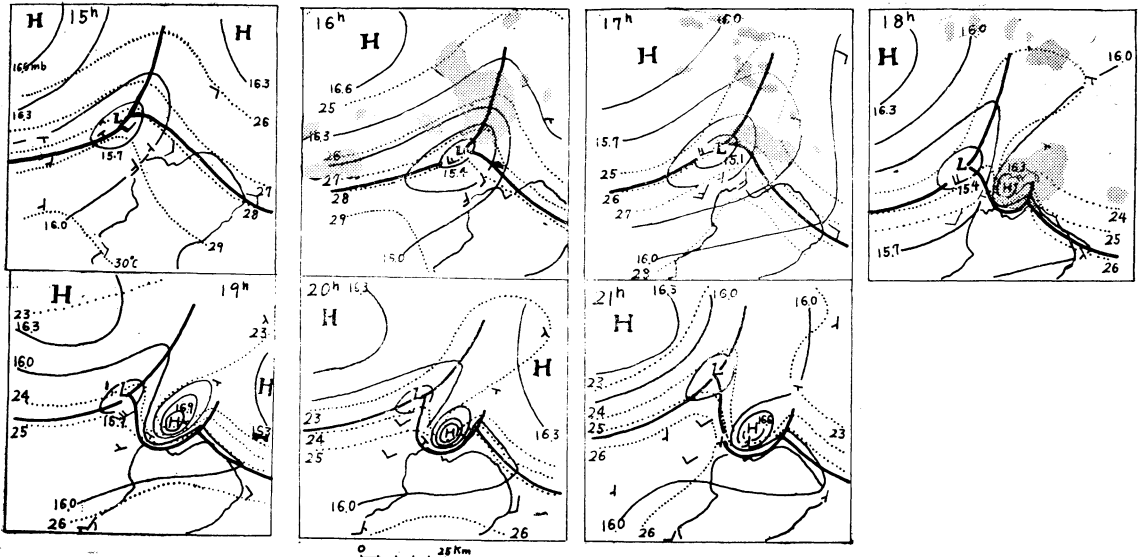
こゝでは上層風は降雨時の無じょう乱の風として、18時の富士山の風を代表させて計算した。それらは第7図に矢羽根で図示してある。これらによると18時30分までは発散風は平均して、東北東8.4m/sになり、後述のメソ系の速度6m/sより大きくなっている。また、19時以降は発散風は南東4.6m/sに変わっている。

4. メソ解析

2項の綜観的解析では、この雨の原因は判らなかったので、メソ解析を行ってみた。

メソ解析にあたって、気圧はこの雨の中心域にある江東区深川の化学工業高等学校の自記気圧(週巻)の記録があったので、その自記記録の海面更正は藤田¹²⁾の方法によって行なった。その方法は、まず気象官署の基準面気圧の日平均気圧から平均天気図を作り、自記気圧観測所を通る基準面等圧線を求める。それに自記気圧の平均を重ねて、海面更正をする。この方法を用いて、東京周辺の気象官署ならびに部外機関の自記記録を海面更正した。また、気温は対象地域が平地のため海面更正はしなかった。が、部外観測所の気温の自記読取値に対しては9時の実測値で補正した。部外資料をとり扱う際に、測器の精度や時間誤差が問題になってくるが、こゝでは総て考えなかった。

以上のような操作によって、作成したのが第9図である。2項で述べた関京南部に停滞している前線と北から南下した局地的前線との干渉によって、メソ低気圧が発生した。このメソ低気圧は豪雨期間中、停滞気味であっ



第9図 局地天気図、ハッチの部分はレーダーエコー分布を示す

た。このときのレーダーエコー (PPI スケッチによる) は15時30分にメソ低気圧の北側およびこの低気圧から西にのびる前線上に現われており、16時10分には西方のエコーは消えて、北のエコーのみとなり、エコー高度は6.7kmで、46dbに強まり、ゆっくり東南東に移動した。17時16分にはエコー高度は11kmに発達して、強度は60dbになった。この頃から降雨が始まり、次第に降雨域は拡がって強度も増した。その後、エコーは18時5分にメソ低気圧から離れて、暖域側に移り、エコー高度は7kmで、強度は50dbになった。この時刻までのエコーの移動は単純に上層風に流されたわけではなく、前項の降雨セルの運動と同じく対流層の平均風の右側に移動している。ここで、注目すべきことは雷雨の強まった18時頃から降雨で冷却した上層の気塊が下降流によって下方に運ばれ、雷雨高気圧を形成し始めたことである。この雷雨高気圧は次第に強まり、5.8m/sの速度で南西方向に拡がった。これがまた引き金作用となって、この境界上の不安定気塊を次々と上昇させて新しい対流を作り、強雨を継続させたものと考えられる。したがって、この場合の雨は停滞前線上に発生したメソ低気圧による収束が引き金作用を果したものと一応考えられる。

5. むすび

この豪雨をメソ解析の立場から、主として、降雨セルの移動を調べたものであるが、この調査過程から派生的にとらえられたメソ低気圧や高気圧がこの豪雨に関係していることが判明した。この機構についての詳細な調査は後報するとして、本文は現象的記述にとどめた。

おわりに、この調査のご指示とご指導をいただいた畠山管区気象台長ならびに貴重な資料も心よく提供された

東京都建設局の河野技師、下水道局の丸山技師、建設省荒川下流、江戸川両工事事務所および東京消防庁警備課の方々に厚くお礼申しあげます。また、館野高層気象台、柏の気象大学および管内気象官署からも自記資料を送付いただきましたことを感射します。

参 考 文 献

- 1) C.W. Newton and H.R. Newton, 1959: Dynamical interactions between Large Convective Clouds and Environment with Vertical Shear. *J. Met.*, 16, 483—496.
- 2) 中山章, 1962: 綜観的立場から見た対流雲の発達(第2報) — 対流圏中上部に原因のある雨一, *研究時報*, 14, 395—401.
- 3) J.G. Galway, 1956: The Lifted Index as A Predictor of Latent Instability. *B.A.M.S.*, 37.
- 4) T. Fujita, 1955: Results of Detailed Synoptic of Squall Lines. *Tellus.*, 7, 407—436.
- 5) L.J. Battan, 1959: Radar Meteorology. Illinois: The University of Chicago Press. 101—103.
- 6) M.G.H. Ligda and W.A. Mayhew, 1954: On the Relationship between the Velocities of Small Precipitation Areas and Geostrophic Winds. *J. Met.*, 11, 421—423.
- 7) K. Osawa and K. Ozaki, 1960: Rain Cell on Isohyetal Maps. *J. Met.*, Soc. Japan, Ser 11, 38, 135—147.
- 8) 井口秀治, 1961: 降雨セルの移動と上層風との関係について. *天気*, 8, 108—118.
- 9) 桜井兼市, 1962: 降雨セルの移動について, *天気*, 9, 361—365.
- 10) C.W. Newton and H.R. Newton: 前掲(1).
- 11) L.J. Battan: 前掲(5).
- 12) T. Fujita: 前掲(4).

気 象 界 消 息

1. 佐貫亦男氏渡欧

気象審議会委員 佐貫亦男東大教授は7月30日、ヨーロッパに向け出発した、10月初旬帰国の予定。

2. A.C. Duffy 氏来日

通信関係業務視察のため、WMO エキスパート、ダフイ氏(カナダ気象台)は8月3日夜、バンコックから来日、視察の後8月12日、韓国に向け離日した。

3. 木沢、浅井、増田各氏渡米

IUGG 第13回総会に出席のため、気象研究所地震研究部木沢綏(8月15日)、浅井富夫(8月23日)、気象庁電子計算機室 増田善信(8月18日)および国立防災科学技術センターの和達清夫氏の4氏はアメリカ、パークレ

ーに向けそれぞれ出張した。

4. 台風だより

台風6号は6月16日、台湾北部をへて、台湾海峡にぬけた。これによる被害は8名の負傷、24戸の木造家屋破壊とのこと。

台風9号は8月9日 日本西部へ近すぎ1名の死者、11名の負傷者を与えて、8月10日には日本海へぬけた。

5. 北海道の皆既食

今世紀最後とさわがれた夜あけの皆既日食は7月21日、北海道東部に『真黒な日出』をもたらし、ただし部分日食は来年12月4日にも見られる。