

# 集中豪雨とその先行強雨現象\*

—昭和42年7月9日呉集中豪雨—

岡本 雅典\*\*・桂 順治\*\*・前川 力\*\*\*

## 要 旨

昭和42年7月9日呉におきた集中豪雨時の状態を中規模じょう乱の観点から、中国地方瀬戸内海沿岸について解析した結果を報告する。気圧じょう乱系の移動と強雨域の関係から、呉と大柿で見出された集中豪雨に対する先行強雨域は、相続くじょう乱系に伴われて出現したことを示す。

また一つのじょう乱系に現われた二つの強雨域が後続するじょう乱系の急速な進行により、呉附近で合体して一つの強雨域を形成した。このとき呉に集中的豪雨が降ったことを示す。

## 1. はし が き

集中豪雨の問題は大きな災害をもたらすという意味でわが国では重要な気象学上の問題の一つであり、すでに多くの研究(正野・その他, 1959; 牛島, 1959; 小沢・尾崎, 1960; 二宮, 1961; 松本・その他, 1962; 中島, 1965)があり、また1967年11月の気象学会秋季大会シンポジウムで種々の側面から討論がなされた(二宮・駒林・門脇・河村その他, 1967)。ここでは1967年7月9日に起きた九州および中国地方の豪雨のうち、とくに瀬戸内海沿岸について、中規模じょう乱の観点から呉を中心として調査した結果を報告する。

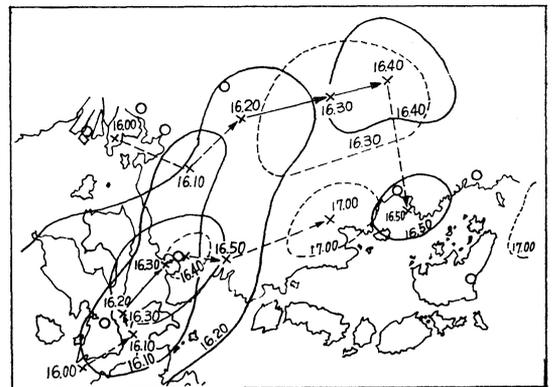
中規模現象としての集中豪雨については、前述のシンポジウムでも報告(二宮, 1967)されており、また本質的には同じ現象と考えられる北陸豪雪に関する一連の研究(松本・二宮・秋山, 1967a, 松本・二宮, 1967b, 松本・二宮・中垣, 1967)がなされている。本報告ではこれらのモデルが今回の呉集中豪雨のときもかなりよく成立つことを示すと同時に、九州方面より移動した気圧じょう乱系の一部が九州・四国両山岳地帯の谷間にある伊予灘に来て著しく加速され、宇勢灘で前のじょう乱系に接近すると共に強い収束場を形成し、その結果呉において

集中的豪雨が生じた現象の様相を示す。

また駒林(1967, 1968)の提唱した集中豪雨の先行現象と類推される降水の1例を示すと共に、これが相続く気圧じょう乱系の移動に伴って起ったものであることを示す。

## 2. 気圧じょう乱系の移動

1967年7月8～9日の天気概況、前線帯の位置等については「異常気象調査報告」(大阪管区气象台, 福岡管区气象台)に詳報されており、ここでは省略する。また主要降水群の移動経路については松本(1968)の報告中に示されてある。いずれにしてもレーダー・エコーの観測結果とも合わせると呉を通過した主要降水群は瀬戸内



第1図 呉周辺豪雨域の移動(7・9・16～17日本時)実線: 10分間降水量12mm以上, 破線: 10分間降水量8mm以上の区域, 数字は各10分間の終時。雨域の進行を矢印を付した破線ならびに実線で示し, 実線に比し破線は信頼度が小さい。

\* The Heavy Rainfall and its Preceding Strong Rainfall.

—A case study of the Kure heavy rainfall on the 9th of July, 1967—

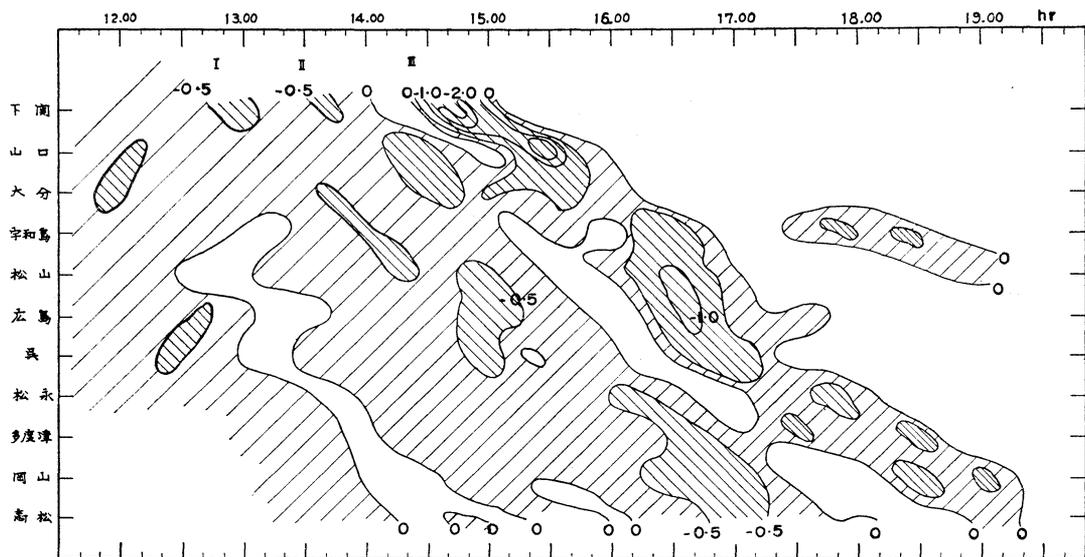
\*\* M. Okamoto, 広島大学教養部

\*\*\* J. Katsura, 同上 工学部

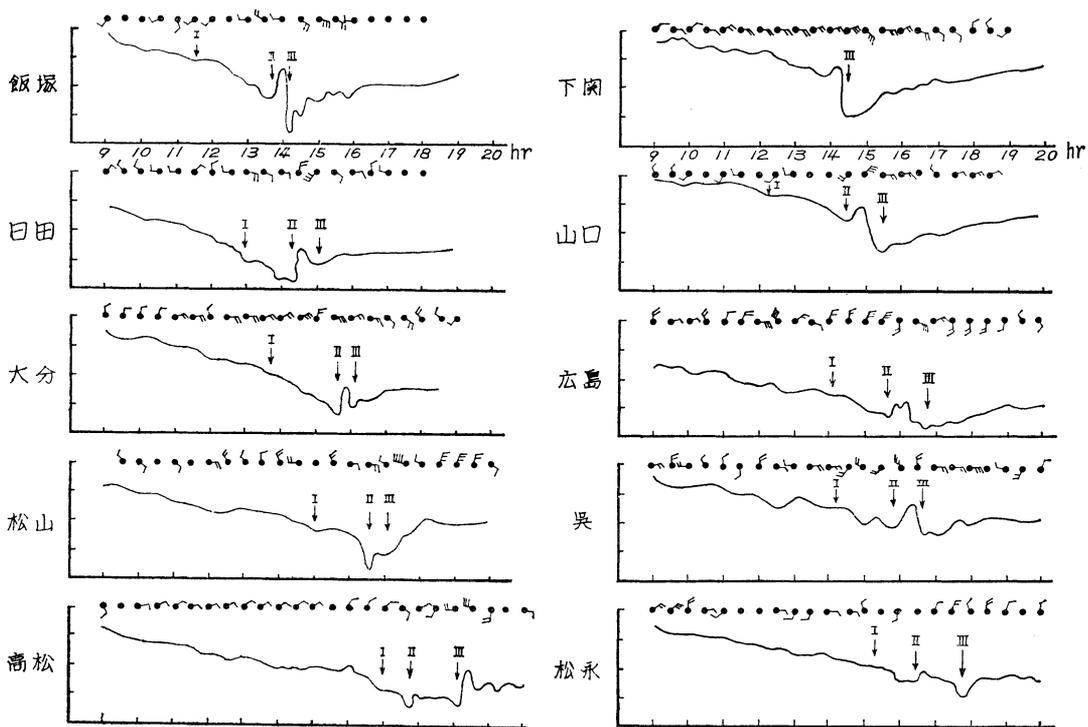
\*\*\* T. Mackawa, 同上 理学部

—1968年12月28日受理—

—1969年5月24日改稿受理—



第2図 気圧偏差値のタイムセクション (1967・7・9・11: 30~19: 30 日本時) 単位mb



第3図 各地の気圧じょう乱通過 (1967・7・9)

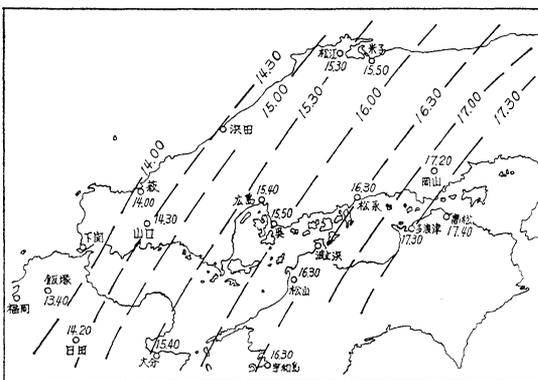
海の中心部を南々西から北北東に移動したことはほぼ確実のようである。

呉とその周辺における強雨域の分布とその移動は10分間降水量分布図により示されたが(前川・その他1967), 豪雨域の寿命時間は 20~30分位, 移動速度はほぼ70km/hr と推定された(第1図). この数値は松本(1968)の示した値 63km/hr に非常に近い. 寿命時間を考慮すると, 気圧じょう乱系を見出すために気圧日記紙から30分間毎の読取り値ではやや不十分であり, 10分間毎に読取り, これに 60 分間の移動平均を行って, その偏差値を求めタイム・セクション(第2図)を作った. 用いた地点は下関, 山口, 大分, 宇和島, 松山, 広島, 呉, 松永, 多度津, 岡山, 高松である. 第2図によると広範囲の負偏差値域の中に小さなじょう乱系が三つ認められる. じょう乱系Ⅲは, その移動に伴って必ずしも強雨を伴っていない地域があり, 岩国・柳井以東では強雨域を伴っているようである.

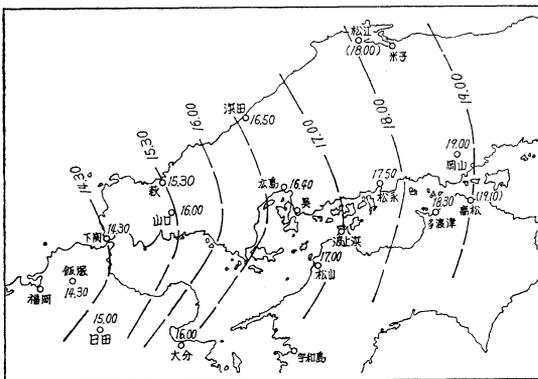
各じょう乱系の通過時刻を決定するためにタイム・セクションに示した各地点のほか飯塚, 日田, 萩, 浜田, 松江, 境, 米子のそれぞれの日記気圧, 30分毎の風向・風速を参照した. その一部を第3図に示す. かくして求めた各じょう乱系の移動時刻を第4図に示す.

### 3. じょう乱系列の移動と先行強雨域

瀬戸内海沿岸における (a) 9日15時30分, (b) 16時10分, 16時30分の前10分間降水量の強雨域と各時刻に位置しているじょう乱系を示したのが第5図である. この図によるとはじめのじょう乱系Ⅰ, Ⅱの後面に地形の影響か二つの強雨域が現われ(15時30分), 進行するにつれ16時30分には呉附近で二つの強雨域は合体したように見える. じょう乱系Ⅲの後面では16時30分以後に岩国に強い雨を降らせている.



(b)

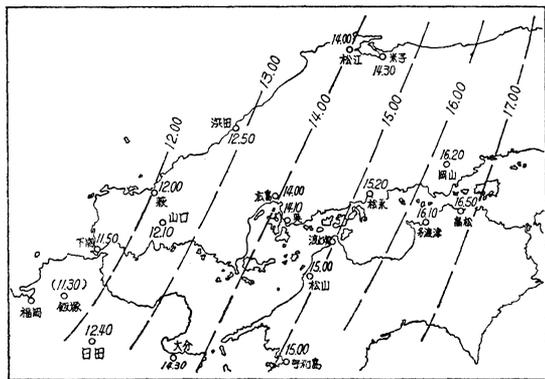


(c)

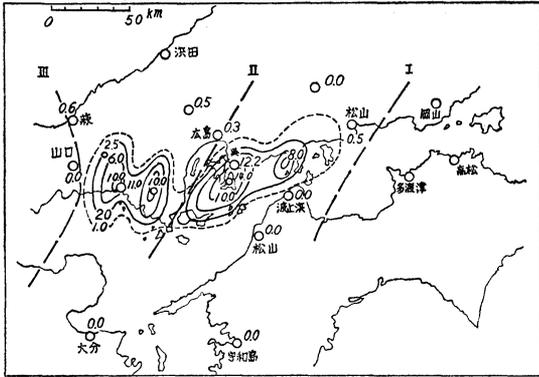
第4図 各じょう乱系の等時線 (a) 系Ⅰ, (b) 系Ⅱ, (c) 系Ⅲ

このように各じょう乱系の後面に豪雨域があることは, 後面における収束域が存在することを暗示している. 各じょう乱系の移動時刻(第4図)を参照すると, じょう乱系Ⅲは伊予灘で急速に進行をはやめ16時30分にじょう乱系Ⅱに非常に接近し, このためか二つの強雨域は合体し, これが呉に集中豪雨を降らせたものと思われる.

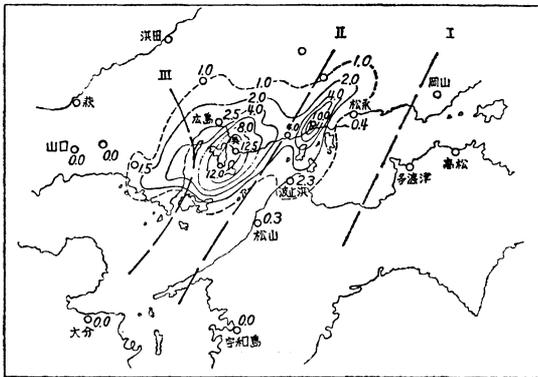
つぎに相接した地点, 呉と大柿(能美島)の10分間降水量の時間的分布をとりあげ, これらを比較すると(第6図), 先行する強雨は両者ともに15時30分に起きており, それから30~40分後に本格的集中豪雨がいずれの場合も現われている. 一方このときの強雨域の移動速度は約70km/hrであるから, 二つの強雨域に対応する積乱雲は約40kmはなれていることになり, これらには呉・大柿附近の強雨域とそこから約40kmはなれた岩国西方附近の強雨域とが丁度対応する(第5図参照). したがって先行強雨域はじょう乱系Ⅰに伴ったものであり, 本



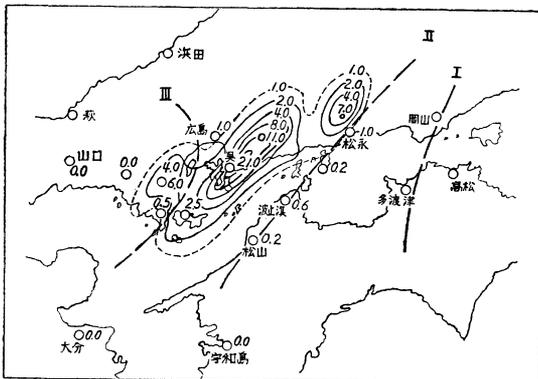
(a)



(a)

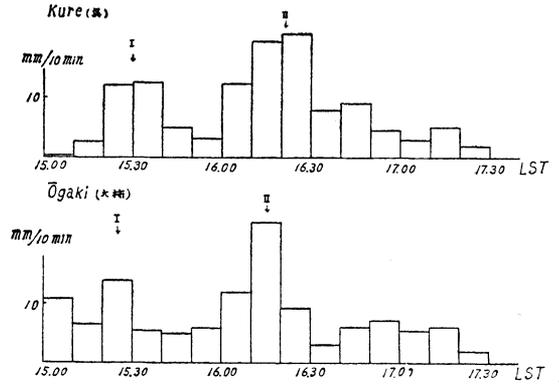


(b)

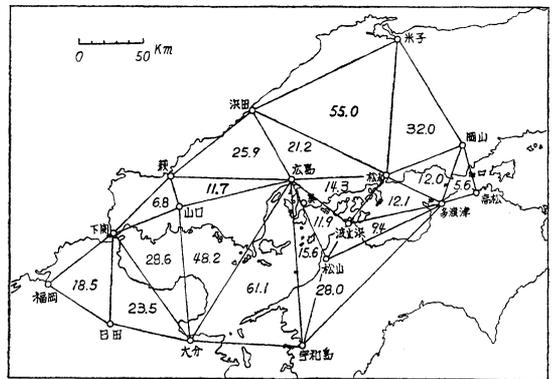


(c)

第5図 強雨域(10分間降水量, 単位mm)と各じょう乱系の位置 (a) 15:20~15:30 日本時, 15:30 日本時におけるじょう乱系, (b) 16:00~16:10 日本時, 16:10 日本時におけるじょう乱系, (c) 16:20~16:30 日本時, 16:30 日本時におけるじょう乱系



第6図 集中豪雨とその先行強雨の例 (具・大柿, 1967・7・9)



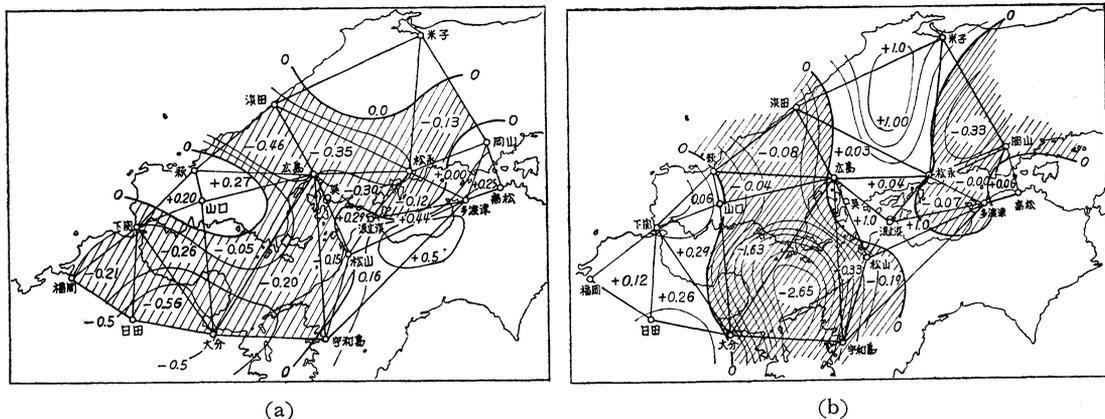
第7図 収束, 発散の計算に用いた三角網

格的集中豪雨はじょう乱系IIに伴って起ったと云える。このように少なくとも二つのじょう乱系が相続いて移動することが集中豪雨現象の現われる一つの必要条件であるかに見える。このような先行現象は駒林(1967, 1968)の述べた機構とも関連するのではないかと思われる。

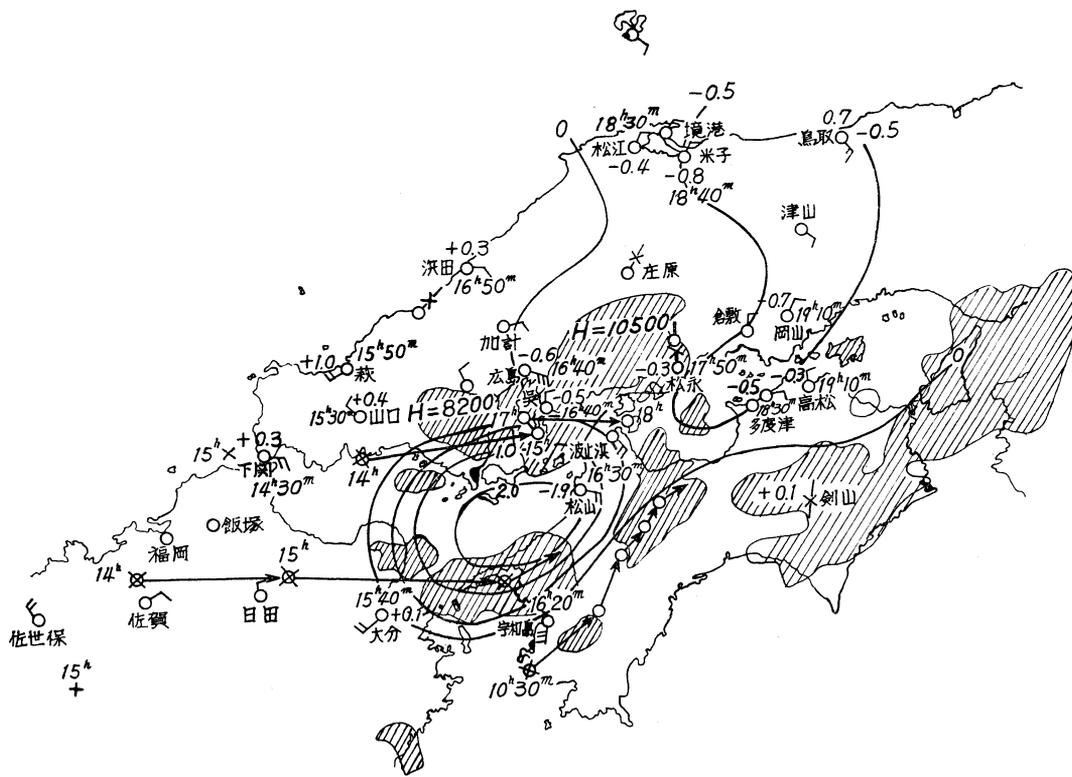
4. 収束域・発散域

最後に第7図に示す各地点から構成される三角網を用いて、地上風から9日14時30分から17時00分まで各30分毎に地上風の収束・発散図を作った。その1例として(a) 16時00分と (b) 16時30分の場合を第8図に示す。

これらの各時刻に対応するじょう乱系の位置を重ねて見ると、各じょう乱系の後面では収束域、前面では発散域となっている。なお16時30分における気圧偏差値から求めたメソ低気圧を第9図に示すとメソ低気圧の中心と思われる松山方面海上は収束域内にあり、とくに伊予灘、



第8図 地上風の収束・発散域 (単位:  $10^{-4} \text{sec}^{-1}$ ) (a) 16:00 日本時, (b) 16:30 日本時



第9図 メソ低気圧とレーダー・エコーセルの移動と分布 (1967・7・9・16:30 日本時). レーダー・エコーセルは室戸岬測候所の観測.

豊後水道に向って強い収束域がある。第9図に同時に示したレーダー・エコーセル(室戸岬測候所観測)にもこの地域に発達した積雲があることが示されている。なお収束・発散の計算に際して三角形の面積の違いを補正した。その補正係数を定めるに当り、現象の規模Sは二宮

の方法にしたがい、

$$S = 200 \times 10^3 \text{m}^2$$

と推定した。じょう乱の波長  $L = 140 \text{km}$  に相当する。

### 5. むすび

以上のごとく昭和42年7月9日呉集中豪雨時における

じょう乱系の移動と強雨域との関係を調査することにより、集中豪雨とその先行強雨は二つのじょう乱系が相ついで通過した際に起きたことを示した。また各じょう乱系の二つの強雨域が現われたが、これはじょう乱の本質的性質か地形の影響かどうかわからない。一方じょう乱系Ⅲは伊予灘に来て急速に進行し、16時30分頃には先行するじょう乱系に非常に接近した結果、二つの強雨域は合体して一つの強雨域を形成し、その際に具に激しい集中豪雨が起きたことが示された。

今後の問題としては、もしじょう乱系Ⅲを中規模じょう乱と認めるならば、大気下層での著しい風のシャワーがどのような型でじょう乱系の移動速度をはやめ、またその系の前にある他のじょう乱系に伴う収束域にいかなる効果を及ぼすか等の理論的考察が残される。

おわりに本報告は文部省科学研究費「昭和42年7月豪雨による災害の総合的実態的研究」のうち気象班の行った結果の一部をなすものである。また調査に当り、多くの資料の利用を許され、かつ種々の御便宜を頂いた広島地方気象台を始め、大阪・福岡両管区気象台並びに管区内各気象官署、建設省中国地方建設局、国鉄広島支社、中国電力株式会社の各位に謝意を表わす。また本論文に対して種々御助言を頂いた気象庁予報部神子敏郎氏、気象大学校力武恒雄氏、荒川正一氏の各位に感謝する。

#### 参考文献

- 1) 松本誠一他, 1962: 36・6 豪雨の定性的・定量的解析, 天気, 9, 213-229.
- 2) Matsumoto, S., K. Ninomiya and T. Akiyama, 1967a: A synoptic and dynamic study on the three dimensional structure of mesoscale disturbances observed in the vicinity of a cold vortex center, J. Meteor. Soc. Japan, 45, 64-82.
- 3) Matsumoto, S., K. Ninomiya and T. Akiyama, 1976b: Cumulus activities in relation to the mesoscale convergence field, J. Meteor. Soc. Japan, 45, 292-305.
- 4) Matsumoto, S., K. Ninomiya and Nakagaki, 1967: A remark on the upward velocity and the excess temperature in the cumulus convection observed by means of dropsonde observations, J. Meteor. Soc. Japan, 45, 490-492.
- 5) 中島暢太郎, 1965: 西日本の降雨, 気象研究ノート, 16, 1-7.
- 6) 二宮洗三, 1961: 1959年8月12日~13日の近畿・東海・北陸の豪雨について, 研究時報, 13, 47-52.
- 7) Osawa, K. and K. Ozaki, 1960: Rain cells on isohyetal maps, J. Meteor. Japan, 38, 135-147.
- 8) Syōno, S. et al, 1959: Broad-scale and small-scale analysis of situation of heavy precipitation over Japan in the last period of Baiu season 1957, Japanese Jour. Geophy, 2, 59-103.
- 9) Usijima, T., 1959: Medium scale waves in the atmosphere. J. Meteor. Soc. Japan, 37, 96-103.
- 10) 駒林誠, 1968: 集中豪雨の雲物理的考察. 集中豪雨——秋季大会シンポジウム討論. 天気, 5, 15, 215~221
- 11) 前川力, 岡本雅典, 桂順治, 1967: 昭和42年7月豪雨による呉市の災害の調査速報. A 気象学的研究. 5~38, 災害科学中国地区班, 呉市.
- 12) 駒林誠, 1967: 集中豪雨の雲物理的考察. 集中豪雨——秋季大会シンポジウム予稿. 天気, 9, 14, 329~331.