

豪 雨 の 研 究 (Ⅱ)

中 島 暢 太 郎・後 町 幸 雄

STUDIES ON HEAVY RAINFALL (II)

By Chotaro NAKAJIMA and Yukio GOCHO

Synopsis

The frequency distributions of heavy rainfalls (200 mm/day or more and 300 mm/day or more) for ten years in whole Japan were illustrated. Some topographic effects on them were clearly shown.

The relation between 500 mb height pattern in the Far East and location of the heavy rainfall (200 mm/day or more) was investigated. The height patterns were classified into nine types, and each of them represented the characteristic distribution of the heavy rainfall areas.

1. ま え が き

前の第1報¹⁾でわれわれは豪雨の研究の第一歩として過去の日本における日降水量, 時間降水量, および10分間降水量の極値の地理的分布について, また過去の若干の豪雨の例から豪雨の時間変化と地域的な広さについて調べた。しかし極値の分布図は気象官署における資料だけを用いて作成したものであったため, 結果についてかなりの制約があった。そして豪雨の時間変化や地域的な広さについてもまだ一般的な結論は得られていない。

過去の雨の資料で気象官署以外の地点も含めて最も豊富なのは日降水量であるが, それらの日本全国の資料の全てを処理することには非常な労力を要し, また降雨と, その他の特に高層の気象資料との関係を調べようとするとき, 高層観測は比較的新らしいこともあって過去の全ての雨の資料を用いることは必ずしも適切ではない。気象庁では1955年から1年毎に, 本邦の気象台, 測候所, 観測所のどこかで日降水量 100 mm 以上を観測したもののうちの顕著な大雨について主に日降水量分布図と毎時降水量表を印刷した大雨予想資料²⁾を出版しているが, 本年で1965年までの11年間の分が蓄積された。丁度これが出版されるころからわが国の高層観測も充実してきた上に, 1956年から中国大陆の気象資料も得られるようになったので, この大雨予想資料の1956年~1965年の10年間の資料を雨の資料として採用することにした。

本報では上の資料に従い日降水量 200 mm および 300 mm 以上の頻度分布図を示して, それらについて考察し, 次に日降水量が 200 mm 以上あった日を選んで主に 500 mb 天気図と豪雨の起った場所との関係を調査した。

2. 豪雨の頻度分布

日本全国を対象にした豪雨の頻度分布図の完全なものはまだ作られていないようである。頻度分布は豪雨が起りやすい場所や起りにくい場所がわかると共に, 場合によっては豪雨の起る限界や規模も大体知ることができるから重要である。そこでわれわれは日降水量の 200 mm 以上と 300 mm 以上の場合を上の資料から引き出し, 頻度分布図を作るのにそれらの日降水量分布図で 200 mm と 300 mm の等降水量線をそれぞれ

れ重ね合わせる方法をとった。1年毎に重ね合わせたものを、更に2年ずつ重ね合わせたが、その際線をなめらかに引く等の多少の平均操作を行なった。この方法は比較的簡単な上に、欠測や地点による観測期の相違等による誤差を少なくしていると思われる。こうして得られた豪雨の頻度分布図が Fig. 1 で (a) は日降水量 200 mm 以上、(b) は 300 mm 以上の頻度を10年間の平均として1年当たりの日数で示してある。そして参考のため日本の地形を高度 0~500 m, 500~1,000 m, および 1,000 m 以上の3段階で Fig. 2 に

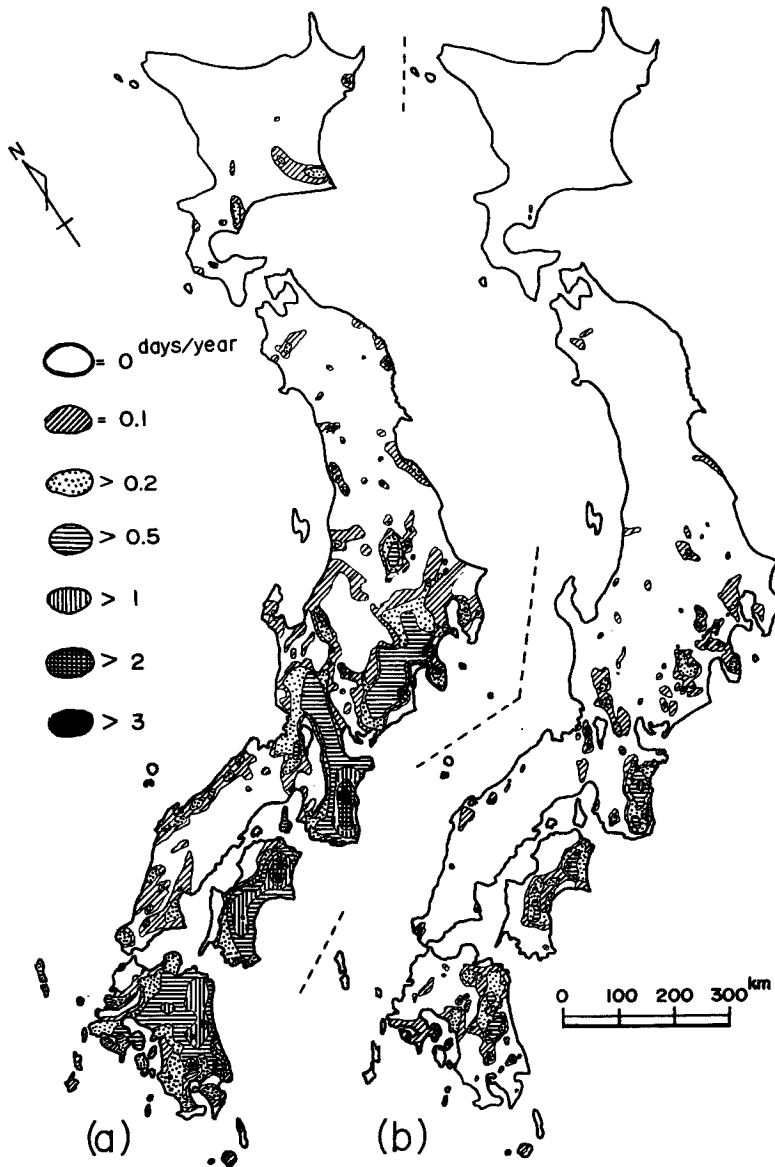


Fig. 1 Frequency distribution of heavy rainfall averaged for ten years (1956~1965.)

(a) 200 mm/day or more. (b) 300 mm/day or more.

示した。

Fig. 1 (a) の日降水量 200 mm 以上の頻度分布は暖候期の総降水量分布とよく似ており、太平洋に面した南岸沿いに豪雨の起りやすい所があり、最も多い所で年 3 回程度である。Fig. 2 の地形と比べてみると、それらの最も多い地域はいずれも高度 1,000 m 程度以上の山地にかかっていることは注目すべきである。そのようにこの分布図から地形の影響と考えられる頻度の局地的な特徴が所々にみられる。すなわち上に述べた西日本の豪雨の最も多い地域の他に、東日本にも比較的多い場所がある。その一つは飛騨山脈北部の立山を中心とした黒部川流域付近で、そこはそれよりも西側に高い山地が少ないために西よりの風の強い

時に雨が降りやすいのだろう。また関東北部の日光付近にも比較的高い頻度の地域があるが、この地域は南ないし東よりの気流によって雨が多くなることが考えられる。しかしこの周囲に比べて特にこの地域で多いという理由は今のところ明らかでない。それから面積は狭いけれども伊豆半島の付根に当たる箱根付近にかなり頻度の高い所がある。これは、われわれが近畿地方の豪雨について調べ⁸⁾、大阪湾の北部における豪雨は紀伊水道から入る南西気流によって起ることを示したが、箱根付近がこれと同様に駿河湾の奥に当たるといふ地形的なものに原因があると思われる。勿論この頻度分布にも、紀伊水道、その他豊後水道或いは伊勢湾の奥に当たる付近に比較的高い頻度の地域が明らかに示されている。特に伊勢湾の奥の鈴鹿山脈から北に延びている部分は顕著であるが、この地域の豪雨は南ないし南東の気流によってもたらされるのだろう。東北地方以北の所々にある豪雨のあった地域を地形図と比較してみると、それが東北地方でも北海道でも比較的高い山地付近に当たるとは注目すべきことである。東北地方で奥羽山脈から西にはずれた部分の所々に豪雨がその周囲より比較的多いのは、短いけれども東西に延びる山地付近で、恐らく南西気流によって生じる豪雨のためだと思われる。

豪雨の頻度の低い所は云うまでもなく北日本で、日降水量 200 mm 以上の起る北限も北緯 44 度あたりにありそうである。北日本では低頻度と同時に豪雨のスケールも西日本に比べてかなり小さくなることも或る程度うかがえる。西日本にも瀬戸内を中心としたかなり広い地域に豪雨の起りにくい所があり、これはよく知られている通りであるが、全体としてよく豪雨の起る九州の南北両端の低地に低頻度の部分が所々にある。中でも山で囲まれた佐賀県中部の筑紫平野付近の低頻度帯は、その周囲の頻度がやや高いだけに興味深い。

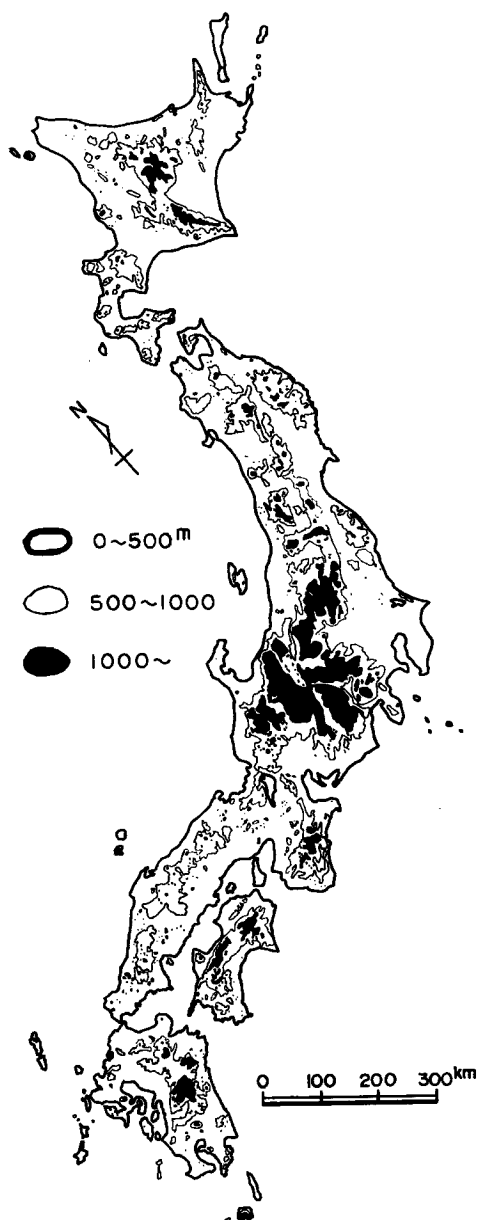


Fig. 2 Topography in Japan.

Fig. 1 (b) の日降水量 300 mm 以上の頻度分布は、最も多い所で年1.5回程度と 200 mm 以上の起る頻度の半分程度である。これにみられる特徴は (a) の 200 mm 以上の場合と殆んど同じである。

3. 500 mb 天気図と豪雨の場所

われわれは以前⁴⁾西日本における豪雨と 500mb 天気図との関係を調べたが、そこでは確かに西日本に豪雨の起りやすい 500mb の高度パターンを明らかにすることはできたが、例にあげた豪雨が限られていたために、この両者の関係に関する結果はやや一般性に欠けていた。そこで今回は始めにも述べた通り日本全国を対象として、10年間に日降水量が 200 mm 以上あった269例を選んで特に豪雨のあった場所と 500mb 天気図の高度パターンとの関係を調査した。

われわれの目標は天気図をみて、高度パターンから豪雨の起る場所を知ることであるが、高度パターンと豪雨の場所との間に単純な一意的な関係を望むことができないことは経験的にも明らかである。しかしまた両者の間に関係が全くないわけではない。そこでわれわれは大雑把でも最低限の両者の間の関係を求めようとした。

過去の多くの調査でよく知られているように 500mb 天気図はジェット気流の強さ、位置と走行を知る目安となり (200mb または 300mb 天気図の方がこのためにはよいが、10年分の資料を容易に入手できないので 500 mb 天気図を用いた)、更に地上天気図の主な前線の強さ、位置と走行をも推定することができる。同時にまた大雨を生ずるために必要な不安定度の増大、すなわち北方からの上層寒気と南方の暖気との動向をもこれによって知ることができる。一方下層の湿潤な暖気の流入方向とその強さを知るのには 850 mb 天気図の方が好都合である。当然ではあるが、一般に 500 mb 面と 850 mb 面とでは流線の方向は異なっている。われわれは今の場合気候学的な立場から、大雨の直接的な原因である小規模な気象現象を一応無視して、500 mb 高度パターンから日本の豪雨のパターンを分類することを試みた。850 mb 天気図も参考のために用いたが、それを主として分類したのではない。500 mb 高度パターンを大雑把に本邦上のジェット気流の軸に沿って、北西風、西風および南西ないし南風が卓越する場合の3つに大別した。すなわち、(A型) 谷が本邦の東にあり峰が西にあるもの、(B型) 本邦全体が大きな谷の中にある帯状流を示すもの、および

(C型) 谷が本邦の西にあり峰が東にあるものである。

さらにジェット気流の軸の位置によってBおよびC型をそれぞれ4つに細分し、合計9個の型にわけた。

そこで先ずA型の代表例として1961年8月5日の日降水量分布 (日界9時) と当日21時の 850 mb と 500 mb の天気図を Fig. 3 に示す。500 mb 天気図では北日本の東に大きな谷があり、850 mb 天気図では北陸地方に日本海の低気圧にともなう強い南西流がある。そして新潟県中部から 500 mb の気流の方向に延びるような豪雨帯がみられる。

Fig. 4 がB型であるが、500 mb 面或いは 850 mb 面でもジェット気流の軸が北日本付近にあるもの、中部日本付近にあるもの、それから西日本付近にあるものと順次 B1, B2, および B3 型と分類し、B3型に近いけれども特に 850 mb 面で本邦の南岸沿いに南よりの成分をもった強風帯がある場合を B4 型として区別した。Fig. 4 (a) が B1 型で1961年7月25日の場合で北海道南部に西南西の強風帯があつて、これが山地に当たる付近に豪雨があつた。Fig. 4 (b) は B2 型で1965年7月22日の

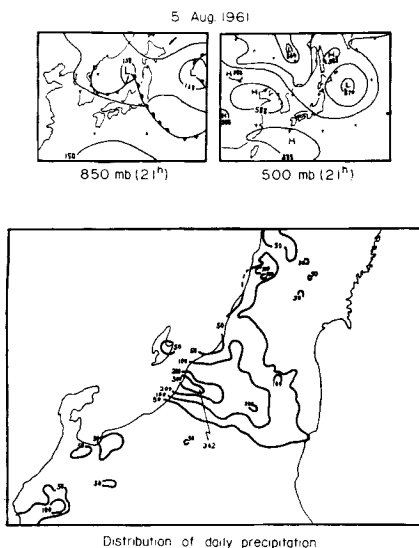


Fig. 3 Distribution of daily precipitation (mm), 850 mb and 500 mb height patterns in type A.

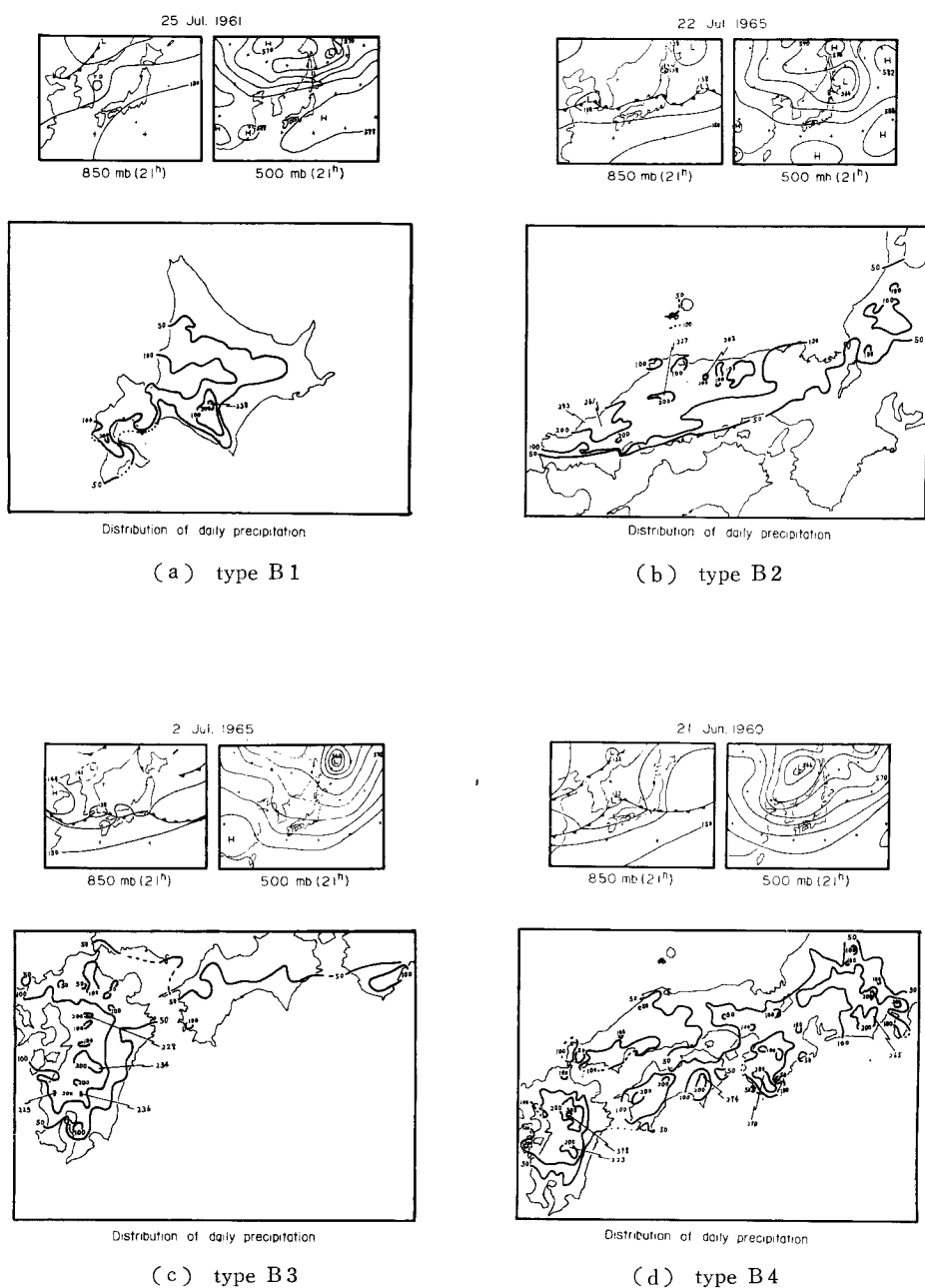


Fig. 4 Distribution of daily precipitation (mm), 850 mb and 500 mb height patterns in type B (B1, B2, B3 and B4).

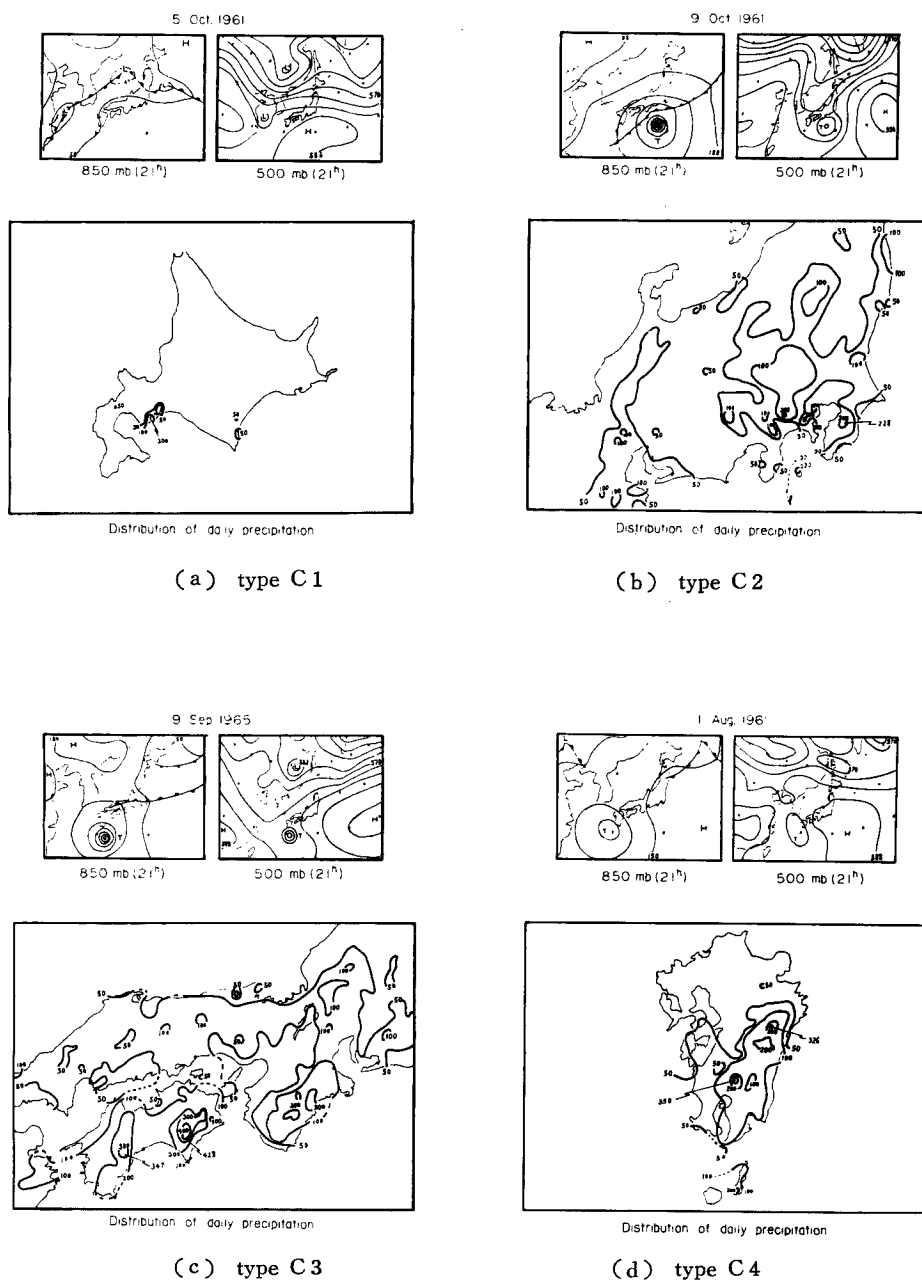


Fig. 5 Distribution of daily precipitation (mm), 850 mb and 500 mb height patterns in type C (C1, C2, C3 and C4).

場合で、山陰地方の下層に強風帯があり、またその付近に豪雨があった。**Fig. 4 (c)** が B3 型で 1965 年 7 月 2 日の例で、九州付近にジェット気流があり、九州中央部の所々に豪雨があった。**Fig. 4 (d)** が B4 型で 1960 年 6 月 21 日の場合で、ジェット気流は前の例に比べてやや南よりになり 850 mb 面にも本邦南岸沿いに南西の強風帯があり、豪雨の規模も大きく本邦南岸一帯に豪雨があった。

次は C 型でこの代表例を **Fig. 5** に示す。C 型も B 型と同様に 500 mb 面における南西のジェット気流が北日本、東日本および西日本にある場合と分けて、順次 C1, C2, C3 或いは C4 型とする。C2 型以下は台風をとまなり場合が多く、台風の位置で分類すれば、台風が東海地方の南方にある場合が C2 型、台風が西日本南方にある場合が C3 型、そして台風が九州より西にある場合が C4 型となる。**Fig. 5 (a)** は 500 mb 高度パターンで北海道西方に谷、東に峰のある C1 型で 1961 年 10 月 5 日の例で、その谷の前面にあたる日本海に低気圧があり (850 mb 面)、この低気圧のために北海道南部の下層に南東風があり、北海道南部の東岸にある山地付近に豪雨があったがこの C1 型の場合には後で例示するように、下層の低気圧の位置等によって北日本が強い南西風の下になって、北日本の日本海に面した地域で豪雨が起ることも屢々ある。低気圧が太平洋側にあるときには、豪雨は太平洋に面した地域にしか起らない。**Fig. 5 (b)** が C2 型

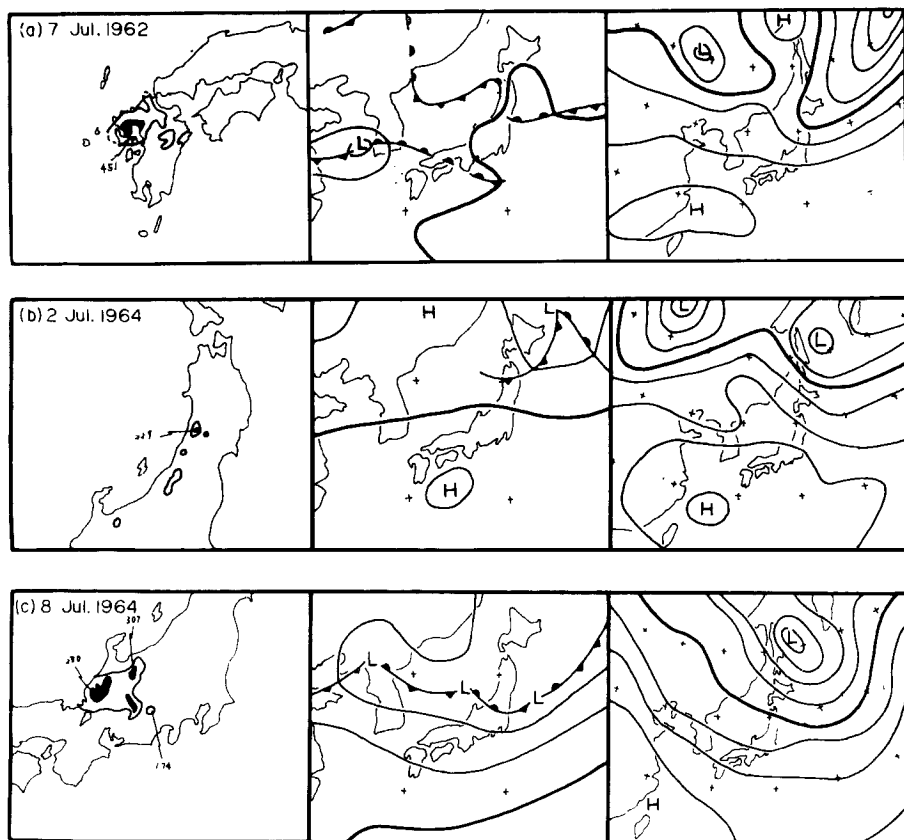


Fig. 6 Examples of type A. Left, distribution of daily precipitation (isohyets 100 mm and shaded area 200 mm or more). Center, 850 mb height pattern at 21 LST (contour interval 60 gpm, thick line 1,500 gpm). Right, 500 mb height pattern at 21 LST (contour interval 60 gpm, thick line 5,700 gpm).

で1961年10月9日の例で、500 mb 面では日本海に谷があり、台風は東海地方南方にあり、関東地方南部は下層の南東風下にあつて豪雨となつた。**Fig. 5 (c)** が C 3 型で1965年9月9日の場合で、500 mb 面では西日本の西に谷があり、台風は九州南方にあり西日本では下層に強い南東風があつて四国および紀伊半島に豪雨があつた。そして台風北上と共に、強雨域も北上した。**Fig. 5 (d)** は C 4 型で1961年8月1日の例で台風が九州南西方にあり、下層の強い南東風のために主に九州の東部の山地に豪雨があつた。

以上主として 500 mb 高度パターンを用いた 9 種類の型の代表例を示したが、実際に個々の場合に対して分類しようとしても、種々の型の中間の型や複合したもの、或いは変形したような場合も生じて、必ずしも明確な分類はできない。恐らく連続しているものを切断しているのだから、それはむしろ当然なことであるが、それらの連続関係も明らかにするために以下各型について 3 例ずつあげて示そう。ただ北日本と西日本とで全く異った型が複合しているようにみえる場合があるが、あくまでジェット気流の軸付近と豪雨域付近を中心にして分類していることに注意されたい。

Fig. 6 は A 型であるが、(a) の1962年7月7日の場合は B 3 型に近く、(b) の1964年7月2日では北陸地方は B 2 型に近い。

Fig. 7 は B 1 型であるが、(a) の1959年7月10日の場合は B 2 型に近い部分もある。

Fig. 8 は B 2 型であるが、(b) の1964年7月18日の場合は B 3 型に近く、(c) の1964年9月2日の場合、北日本は C 1 型である。

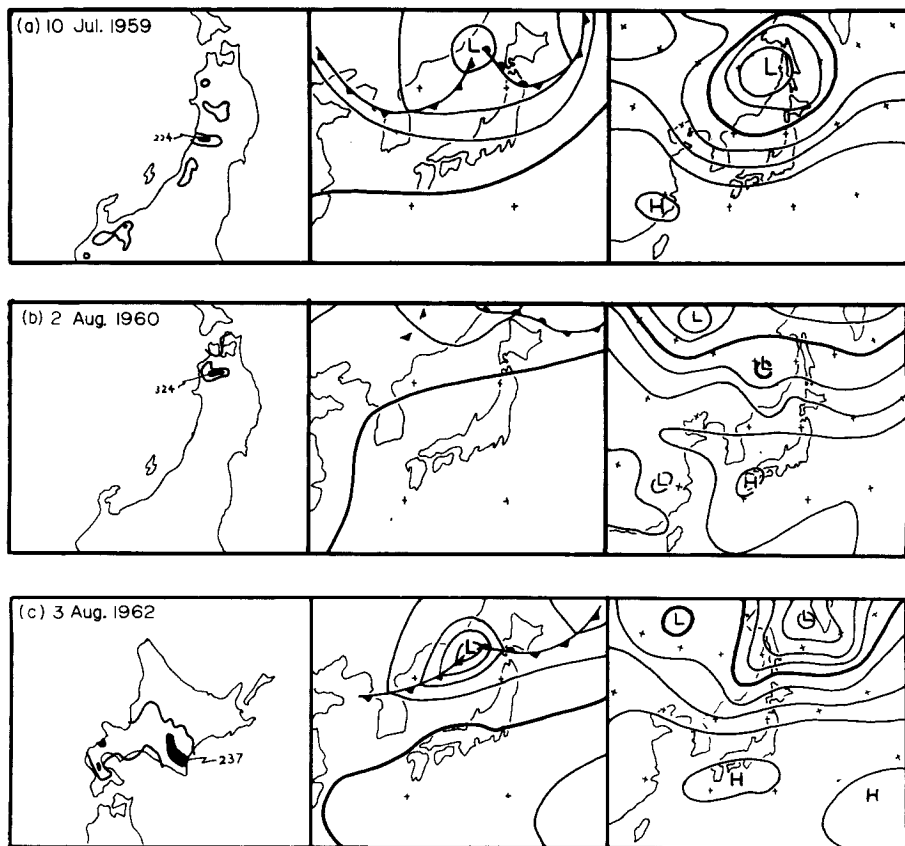


Fig. 7 Examples of type B1. Legend is the same as Fig. 6.

Fig. 9 は B3 型であるが、(c) の 1965 年 7 月 4 日の場合は B4 型に近い。

Fig. 10 は B4 型であるが、(b) の 1960 年 10 月 29 日の場合には、本邦南岸に天気図には現れないような擾乱があるらしく、東海地方の下層に南東風があった。

Fig. 11 は C1 型であるが、前にも述べたように (a) の 1958 年 8 月 11 日の場合は下層の低気圧も西側で日本海側に豪雨域があり、後の 2 例は低気圧も東側で豪雨域も太平洋側に面している。特に (b) の 1958 年 12 月 26 日の場合の 500 mb 高度パターンはかなり変形されている。

Fig. 12 は C2 型で、(a) の 1959 年 8 月 13 日の場合は台風が上陸し、内陸部にも豪雨があった。

Fig. 13 は C3 型であるが、(c) の 1963 年 8 月 9 日の場合は台風が九州の真上にあり C4 型に近いものである。

Fig. 14 は C4 型であるが、いずれも C3 型に近い。むしろ C3 型との複合というべきだろう。

以上のように分類するときわれわれは豪雨の起った場所も考慮しているから、高層の天気図だけでその場所を的確に知ることは困難な場合も少なくない。しかし先にも述べたように豪雨の起る場所の限界を知ることは重要なことなので、それぞれの型について日降水量 200 mm 以上の分布の方からみて豪雨の起った地域を大雑把に示すと次のようになる。

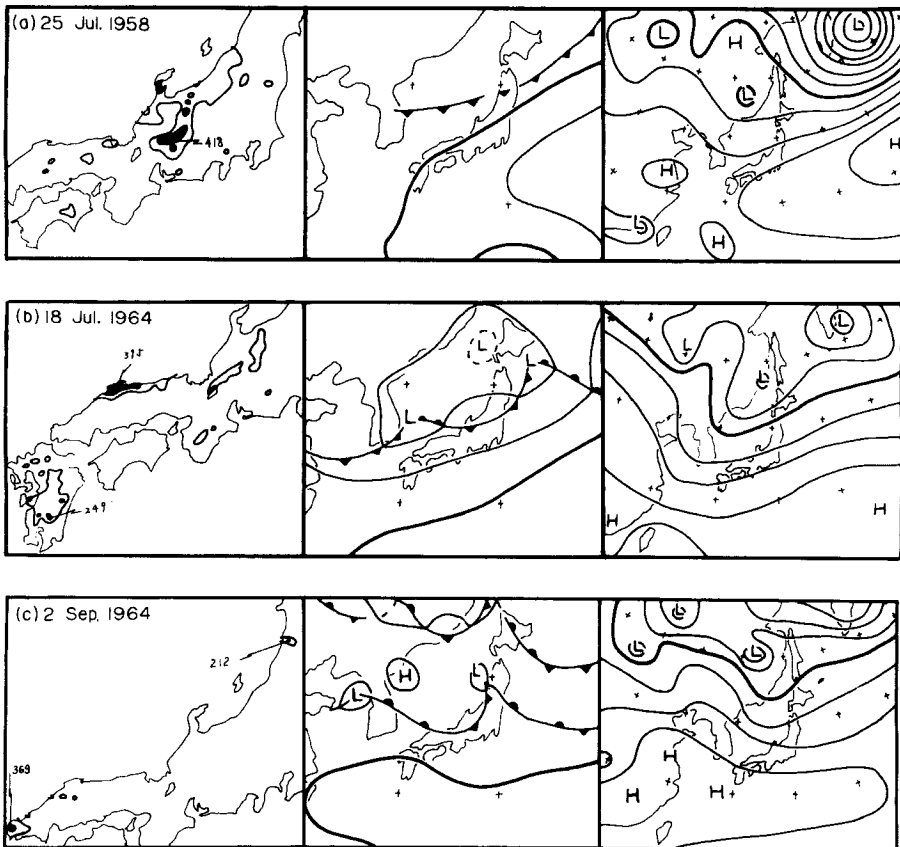


Fig. 8 Examples of type B2. Legend is the same as Fig. 6.

- A 型 東北地方から九州北部にいたる日本海に面した地域。
 B1型 北海道南部から東北地方西部。
 B2型 A型の場合と同じ。
 B3型 中国地方西端から九州の東岸を除く地域。
 B4型 関東地方南部から西日本の南岸および九州南部。
 C1型 東北地方以北。
 C2型 北海道、東北地方西部および九州を除く全域。
 C3型 北海道、東北地方および北陸地方沿岸を除く全域。
 C4型 山陰地方を除く西日本全域。

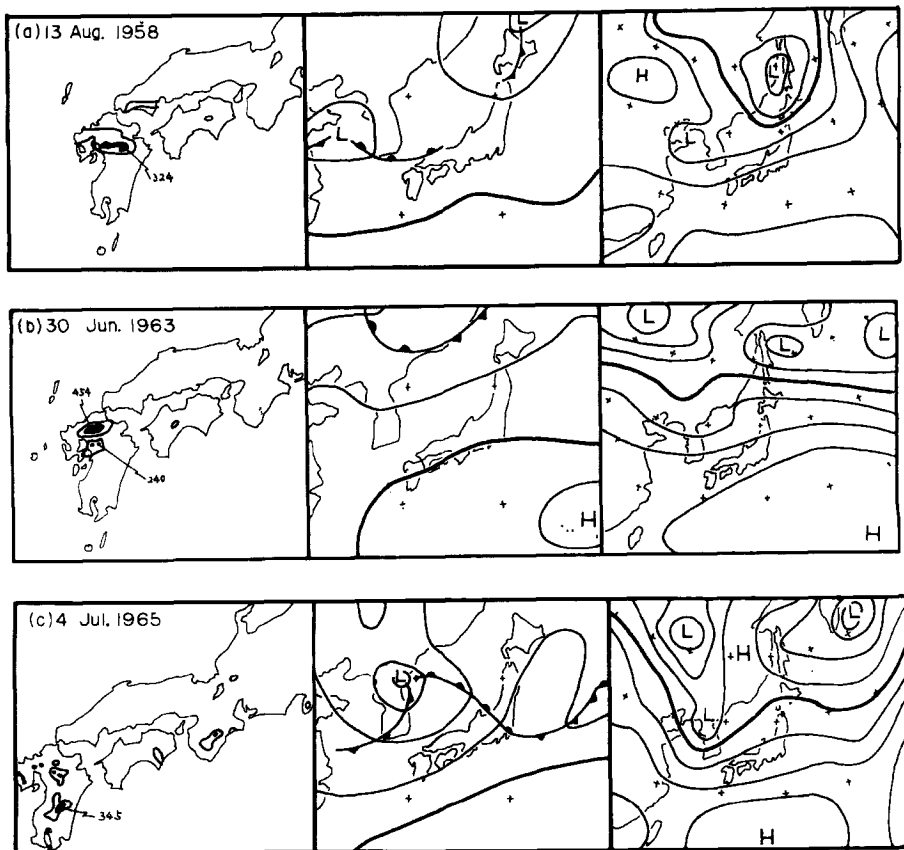


Fig. 9 Examples of type B3. Legend is the same as Fig. 6.

最後に10年間にそれぞれの型の起った頻度を示すと **Table 1** のようになる。C3とC4型は頻度も高く、また上に述べたように特に台風の上陸したような場合には豪雨域も極めて広がる。500 mb 高度パターンを上どの型にも分類できなかったものが12例あった。そのうち7例は台風の影響が大きく 500 mb 天気図で分類することが適当でないもの、5例は極めて局所的な雨でやはり 500 mb 天気図から説明するのが不適と考えられるものである。

Table 1

Type	A	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	Others	Total
Number of days	13	8	17	39	23	21	25	67	44	12	269

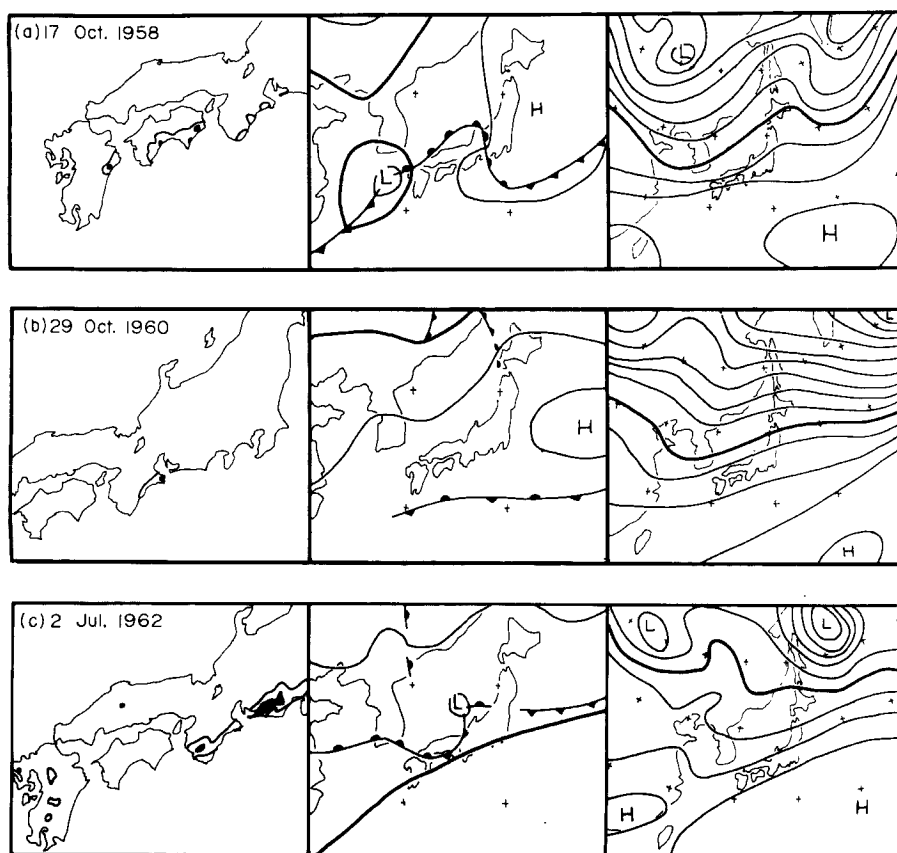


Fig. 10 Examples of type B4. Legend is the same as Fig. 6.

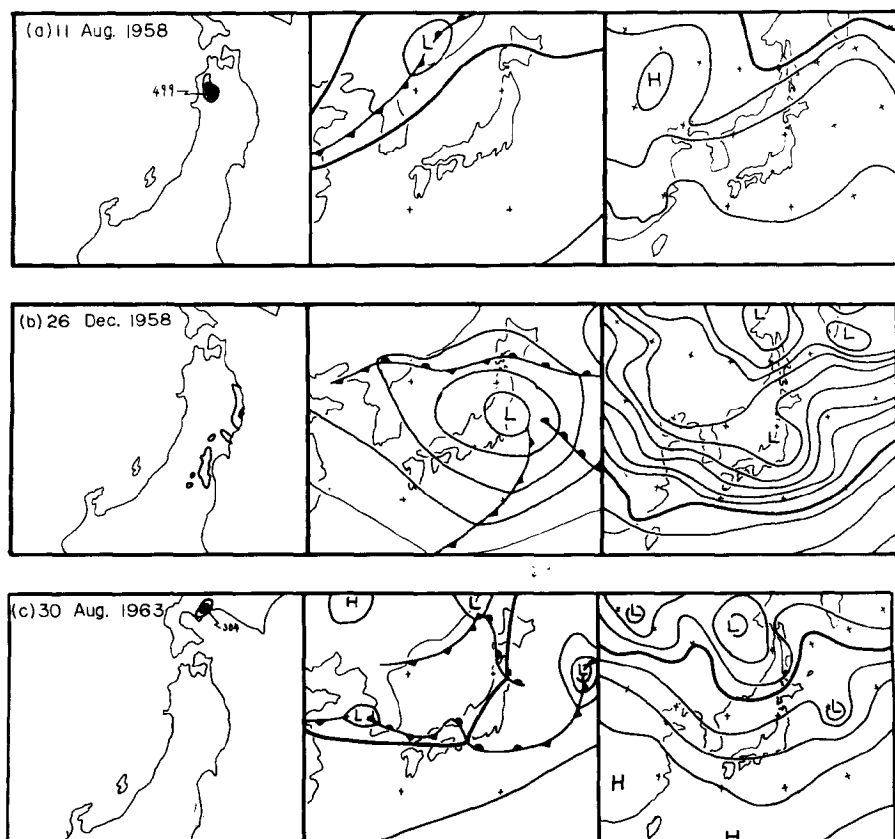


Fig. 11 Examples of type C1. Legend is the same as Fig. 6.

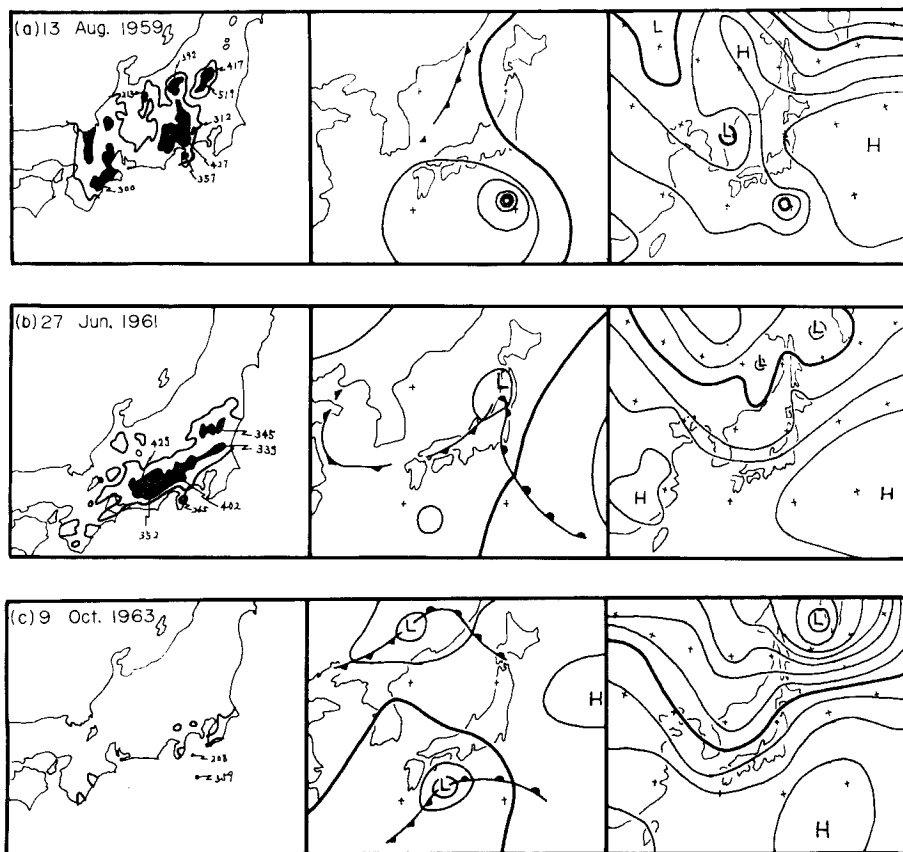


Fig. 12 Examples of type C2. Legend is the same as Fig. 6.

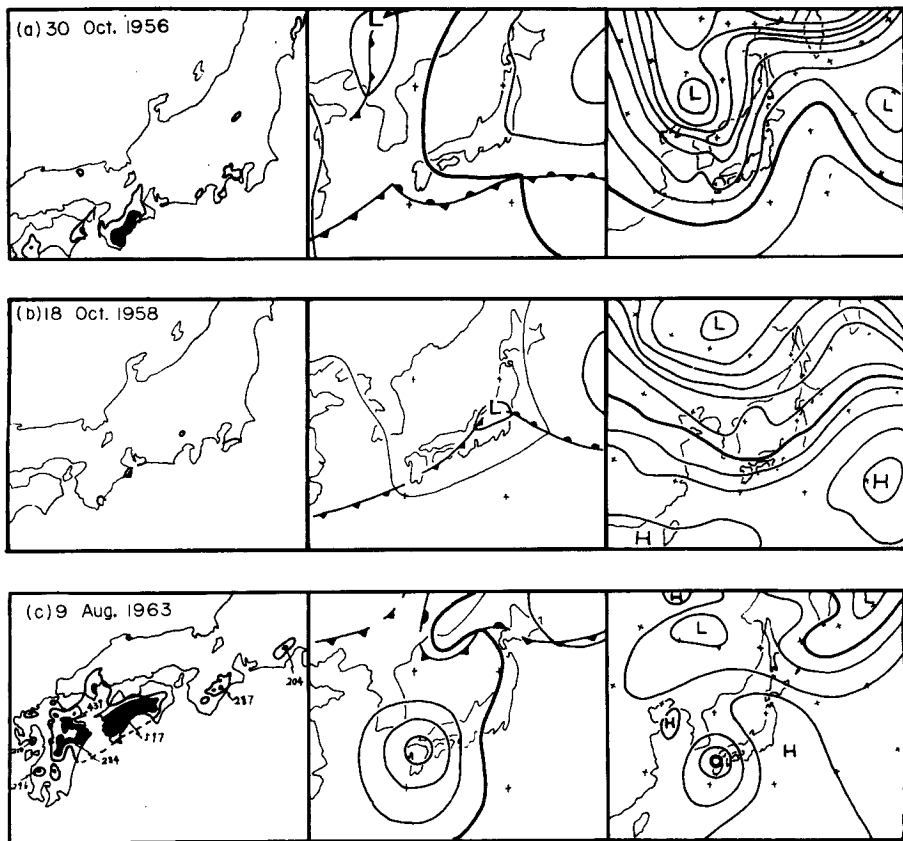


Fig. 13 Examples of type C3. Legend is the same as Fig. 6, but the height patterns of (a) are at 00 LST 31 Oct. 1956.

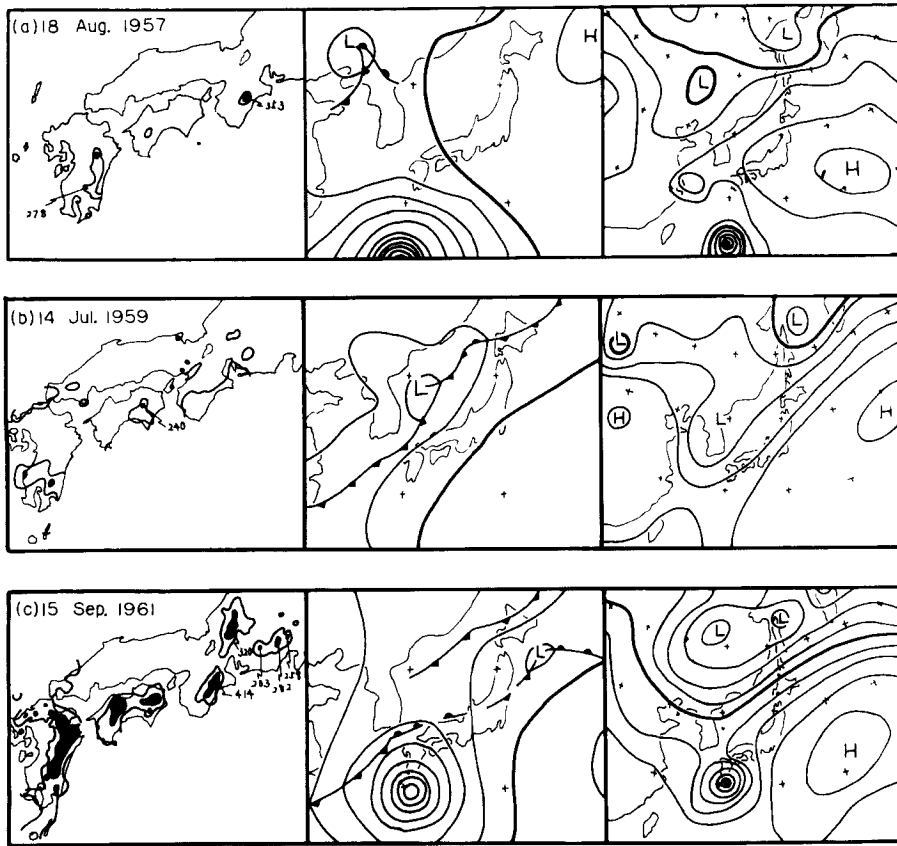


Fig. 14 Examples of type C4. Legend is the same as Fig. 6.

4. 結 語

始めに日降水量が 200 mm と 300 mm 以上の起った10年間の日本全国を対象とした豪雨の頻度分布を示したが、そこにはそれにおよぼす二、三の地形の影響がかなりよく現われていた。しかしここに示した豪雨の頻度分布図が10年間の平均であることは特に注意を要する。というのはこれから豪雨の出現確率等を読みとるには、10年間の資料では不充分だからである。

次に主に 500 mb 高度パターンと日降水量が 200 mm 以上になった豪雨の場所との関係を調べ、高度パターンを9種類の型に分類することができた。これから豪雨の起る場所についての限界を知ることができる。すなわち分類は大雑把だが、予報の見地からは意味を持つてくる。

参 考 文 献

- 1) 中島暢太郎・後町幸雄・荻本 洋：豪雨の研究（Ⅰ），京都大学防災研究所年報，12号B，昭44，3，pp.185～199.
- 2) 気象庁：大雨予想資料，1955～1965.
- 3) Nakajima, C. and Y. Gocho: On the heavy rainfall in the Kinki district (Western Japan). Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Vol. 17, Part 3, No.128, March 1968, pp. 29～44.
- 4) 同上.