

# 亜欧大陸上における 500mb 24時間 高度変化負域の経路\*

中 西 盈\*\*

## 1. まえがき

週間予報においては、所謂天候の Base を予報する事も非常に重要であるが、一方3日乃至4日の間隔で本邦付近を通る trough の予報もまた大切である。そして此の予報の巧拙は daily の予報にも大きく影響する事は云うまでもない。

この予報の爲には広域天気図を使用して、trough を追跡すれば良いであろうと云う事は誰でも考える所で、事実多くの人によって試みられて来た。しかし天気図上の等高線または等圧線から直接に見られる trough を追跡しても、長時間見失われずに追跡出来る例は割合少ないものである。大塚(竜)氏は研究時報(1952年)で北半球地上気圧24時間変化の下降域を追跡した結果「確実に下降中心軸の東進を認められるものは非常に少なく、月に1回ないし2回である」と述べている。また米国気象局の発行の北半球 500mb 天気図には、trough に A, B, C 等の記号を着けて詳しい追跡がなされている。しかし1952年4月の例では、4月1日には北半球上に10この trough が見られたが、この内5こは10日までに消滅し、20日まで残ったのはわづか1こである。またこの月には本邦付近を10回 trough が通過しているが、この中大多数は大陸上で現われたもので、0度以西の大西洋から移動して来たと思われるものは唯1こに過ぎない。以上のように trough の追跡はこのままでは可なり困難な仕事であって、その移動を単純に外挿して、予報に役立たせる事は、短期の予報では有効としても、週間予報では甚だ困難な問題である。

所で吾々はよく経験する事であるが、trough を追跡して行く途中で1度消滅したかの如く見えても、適当な速度を仮定して追って行くうちに、予定場所付近にふたたび現われる事が度々ある。これは擾乱が等高線または等

圧線から直接見られない場合でも、何か別の形で伝播しているものとも考えられる所から、筆者は先に(昭和34年度日本気象学会春季大会)中島(暢)氏との共同研究で 500mb の高度24時間変化図を使用すれば trough の追跡が容易であり、負域の中心は 500mb 8日平均場の強風帯付近に現われ易く、またこれに沿って移動する傾向を持つ事を、昭和33年秋、冬の資料によって示した。今回は昭和34年全年の資料を用いて、各季節別に経路の統計を試みたから以下これについて報告する。尚前回の報告は口頭でなされただけであるから、その一部を此所に併記しておく。

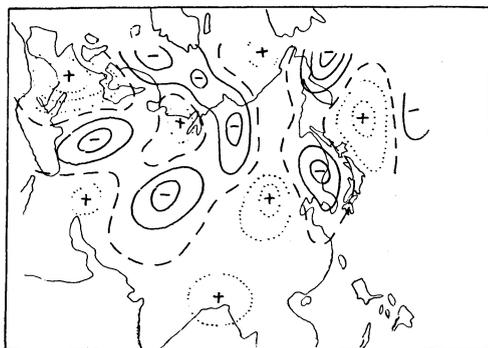
## 2. trough の検出

偏西風域内に存在する波動の中で重要なものは、波数3~6で移動の遅いいわゆる long wave と Namias によれば1日約経度10度位の速さで移動する、波長約3000~4000km の travelling wave の2種であって、この両者は相互に重り合っているため一見して識別する事は困難な場合が度々ある。今問題としているのは travelling wave の方であるが、これを検出するには、まず最初 long wave を求め、次に daily map から long wave を抜き去れば travelling wave が残るものと考えられる。しかし long wave を求める為には time mean または space mean の操作が必要で、これにはかなりの手数が掛かり、しかもこのような操作によっても travelling wave が明瞭に分離出来ない場合も度々あるのでここでは手数も少なくまたかなり有効である 500mb 高度の24時間変化図によって travelling wave を検出することとした。波長の振中の等しい sine wave が連続している場合に、この波が24時間が完全に1波長だけ進行するか、あるいは全く移動しない場合には、24時間変化は当然零で変化図には何も現われないこととなる。しかし第1c図にも示す如く、経験によれば travelling wave がかなり明瞭に現われるのは、変化図上では移動の遅い long wave が消去される一方、travelling wave の方は1日に約1/2~1/4波長程度移動するためと考えら

\* Tracks of 24-Hour Height Falling Area on 500mb Level over Eurasian Continent.

\*\* M. Nakanishi, 大阪管区気象台, 一1961年5月14日受理一

れる。なお渦度図もこの波の表現に適したものと一応考えられるが、実情としては long wave の渦度も混入しており分離の困難な場合も可なり現われる。又原田(朗)氏の報告(関西支部月例会)によると、travelling wave の trough を渦度図を使用して追跡した場合には、long wave の ridge に向って進む時には減速し、trough に向う時は加速の傾向を持つ等の追跡に不便な点もある。次に渦度図と変化図を使用してこの波を表現した場合の1例を第1図で示す。第1a図は120米毎に等高線を記入した daily map で、この図を使用して作成した渦度図が第1b図である。又第1c図はこの時の24時間高度変化図である。第1b図と第1c図を見比べると、細部においてはかなり異ってはいるが、顕著な wave については夫々の対応があり両者ともかなりよく表現されている。然し Daily map で華南にある trough は両者とも不明瞭となっているが、この trough は本邦に顕著な気象変化を起さなかった。以上種々と述べて来た通り高度の24時間変化図は最も実用的であるため、以下述べる



第1c図 高度変化図(1960年11月30日)  
----- 0線 ———— 負 ..... 正

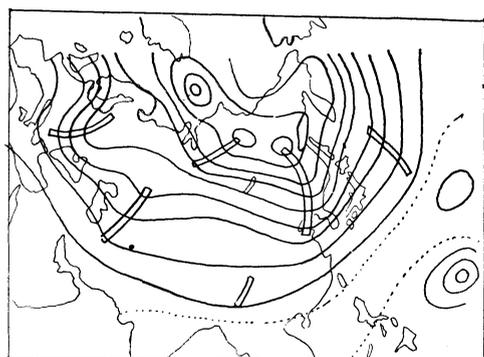
調査では travelling wave の trough の代りに500mb高度の24時間変化図における負域を取扱った。

### 3. 負域の追跡例

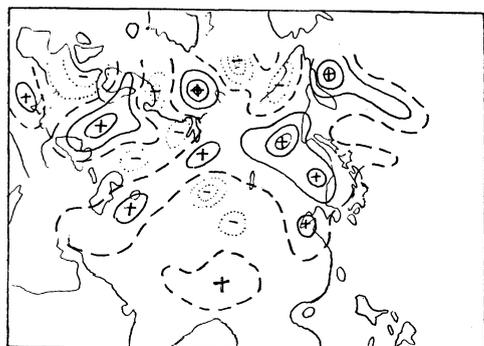
まず最初に負域の追跡例を第2~4図で示す。これ等の例はいずれも負域がかなり長期間持続しているが後にも述べる通りかなりの持続性を持っているものである。もちろん発生後まもなく消滅と云う例もある事は云うまでもない。

#### 1) 北半球を1周した例

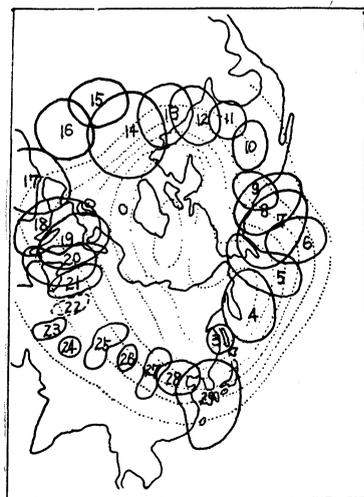
第2図は1960年12月日の場合で、負域は北半球を完全に1周した例である、この1周に要した日数は26日であって、平均すれば1日に経度にして約14度位の速さで移動したことになる。Namiasの結果等からすれば、これ



第1a図 500mb 天気図(1960年11月30日)  
等高線は120m 毎



第1b図 渦度図(1960年11月30日)  
----- 0線 ———— 正 ..... 負



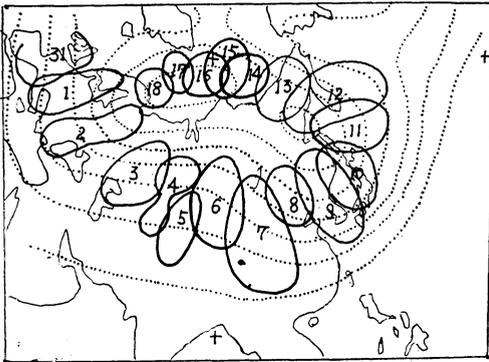
第2図 負域の追跡図(1960年12月)北半球を一周した例.....は月平均500mb等高線。数字は日付を示す。

は速すぎるように見られるが、負域を追跡する場合には、中緯度で1日に20度位(経度)進む例は珍しくない。なおこの図には月平均等高線が点線で記入してあるが、負域はこの等高線に大体沿って移動している。すなわち負域は偏西風の大きな流れに従って流れている。

またこの平均場に見られる谷の東側で拡大する傾向も見受けられる。

### 2) 東半球のみで回転する例

第2図でも見られるとおり、負域は大規模な偏西風の場に従って移動している。したがって平均の偏西風の場が zonal と大きく異っている場合でもその平均流に従って動くであろうことは容易に類推される事でその1例を第3図に示す。これは1959年1月の場合であって、極東に顕著な cold vortex が存在した時期である。負域はこの cold vortex の周辺を移動しており、東半球内のみで回転している。この負域は極付近を通った後欧州に南下し19日に大西洋から侵入して来た別の負域と合流して東進した。

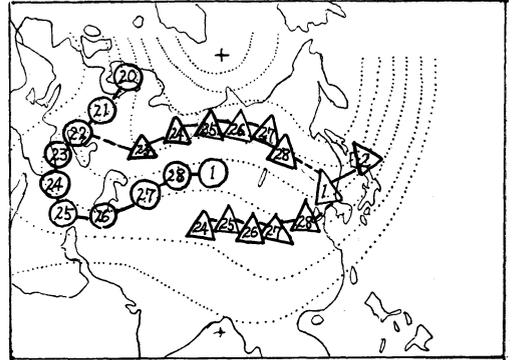


第3図 負域の追跡図(1959年1月)東半球のみで回転の例……………は 500mb 8日平均の等高線数字は日付を示す

### 3) 分離と合併

第4図は偏西風の場で分流と合流が顕著な場合の負域の行動を示す例である。1959年2月20日大西洋よりスカンジナビヤ半島に入って来た負域は、最初はかなり大きなものであった。ところがこれが当時東欧にあった long wave trough の西側を南下するにつれて次第に小さくなった。しかし25日に trough の南端を通過して26日東側に出ると再び拡大し始めている。一方23日に東欧で分離した一部は北上拡大し、26日にはタイミル半島の南方で ridge を越え再び南下して3月1日に本邦付近に達している。そうしてこの時チベット高原の北側を東進し

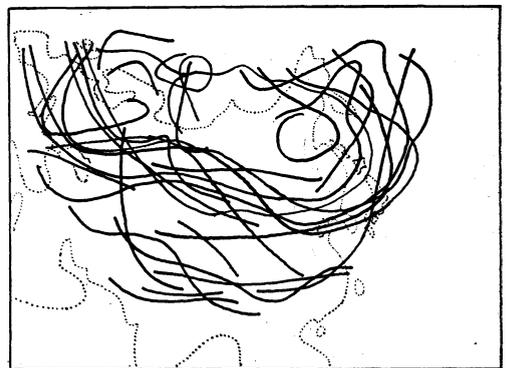
て来た別の負域と合併して拡大した。このように負域は偏西風の場に従って分離合併を行なう事がある。なお負域の中心は平均場の強風帯付近に多く現われるものであるが、図に見られるような弱風域に現われたものは速度が遅い。すなわち負域の速度に流れの強さにはほぼ比例するものと見られる。



第4図 負域の追跡図(1959年2月)分離と合併の例……………は 500mb 8日平均の等高線数字は日付を示す

### 4. 経路の統計

前節の追跡例に示した通り負域の進行は大規模な偏西風の場に左右されている。したがって偏西風が季節的に変動すれば負域の通り易い経路も季節別に当然変化する筈であるから、進路予想の基礎知識を得る目的で、線路の季節別の統計を試みた。第5図にその1例を示す如く、まず負域の中心経路を月別に集計した。



第5図 負域の経路1959年1月

次に0度と東経160度間の各10度毎の経度線上で緯度10度毎の負域の通過回数を読取り、さらにこれを季節別に集計して負域通過の頻度図を作ったのが第6a~d図

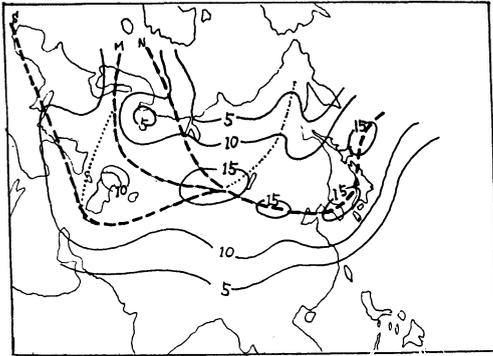
である。この統計に使用した資料は1959年1ケ年であって、年のくせが入っているおそれはあるが大勢は察知出来るよう。

1) 春の経路

第6 a 図に春の経路を示す。この年の春は平均図で2月頃顕著に現われていたウラル、カスピ海付近の谷が3月にはまだ明瞭に存在していたが、4月には西に動き、5月は衰弱している。一方極東の谷は月には東に偏り過ぎていたが4月は130度付近で顕著で5月は不明瞭となっている。この期間に大西洋から大陸に入って来る負域の経路は

- イ. N経路 北極海からウラルの東に入る
- ロ. M経路 スカンジナビヤまたは北海付近より入る
- ハ. S経路 地中海に入る

以上の3通りに大別される。



第6 a 図 春の主要経路と通過頻度

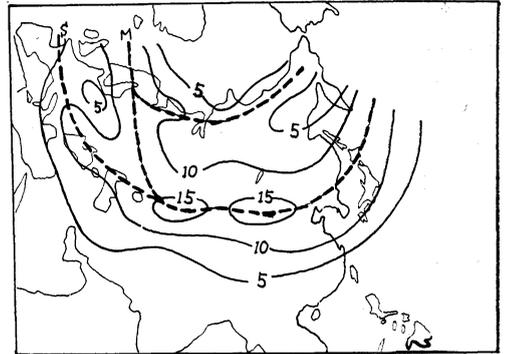
そうしてこの3者はいずれもチベット高原の北方を経由して本邦付近に達するものが大部分を占めているが、その1部はアルタイ山脈付近から化東に進み、東部シベリヤに去って本邦には影響を及ぼさないものもある。春の経路を月別に見ると、3月はM経路とS経路が多く、4月はM経路、5月はMとN経路が多くなっている。全期間を通じてはスカンジナビヤ半島を通り、蒙古を経て本邦付近に達するものが最も多い。

2) 夏の経路

第6 b 図は夏の経路を示すものである。夏は偏西風帯が北上する為経路も全般として北に偏る。大陸に入る経路としては

- イ. M経路 スカンジナビヤ半島を通る
  - ロ. S経路 フランス付近を通る
- の2経路が主となり、北極海から南下して来るものは少なくなる。

1961年10月

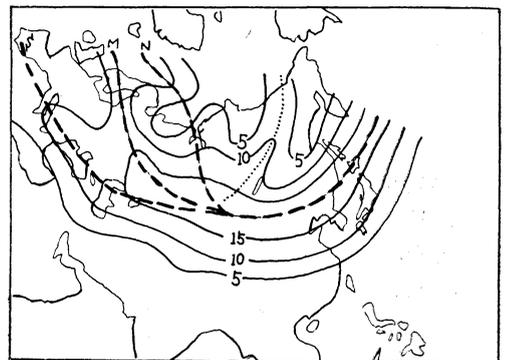


第6 b 図 夏の主要経路と通過頻度

春のS経路は地中海を通るものが主であるが、夏のS経路はフランス付近を通って東進するものが多い。なお夏の特徴としては、スカンジナビヤ半島に入って来た負域が、そのまま東に進んでシベリヤ北部を通り、アラスカ方面に去るものが多くなる事で、この傾向は7月が最も強くなっている。

3) 秋の経路

秋の経路を第6 c 図に示す、平均図によると、9月と10月にはウラル付近の谷が顕著に現われており、負域の経路もまた春とよく類似している。侵入路も春と同様に3通り見られる。この内N経路は9月、10月の頃は割合少なく11月に最も多い。なお偏西風南下のため11月にはチベット高原の上を通る経路も見られるが、これは9、10月の頃は少ない。またアルタイ山脈付近から北東に進むものは9月に最も多く、10月もまだ残っているが11月には少くなる。



第6 c 図 秋の主要経路と通過頻度

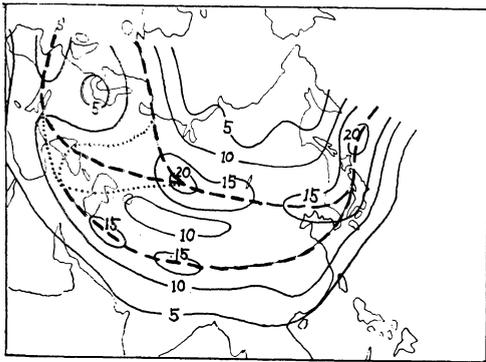
このように、9、10、11の3ヶ月を一応秋として集計したが9、10月と11月は経路が非常に違っており、11月はむしろ冬として扱った方が適切であるとも思われる。

4) 冬の経路

12, 1, 2の3ヶ月を冬とし、その経路を第6d図に示す。冬は偏西風帯が最も南下している時期で、経路も全体が南偏している。この時間を平均図で見ると、欧州の谷は12月は0度または以西、1月は20~30度、3月は40~60度付近と次第に東に移動している。一方極東の谷も顕著で月に最も東に位置している。この期間大陸への侵入経路としては、

イ. N経路 スカンジナビヤ半島近くの北極海から入る。

ロ. S経路 フランス付近またはスペインを通る。この2経路が主なるものである。S経路が北上しているようであるが、これは秋にM経路であったものが南下してS経路を合併したためフランス付近に頻度の大きい地域が現われたものと考えられる。冬の特徴は中央アジアよりチベット高原の北方にかけて頻度の小さい地域がある事で、経路で大西洋から侵入して来た負域はチベットの北方を迂廻して本邦付近に達するものが多いと云う事である。またチベット高原付近で発生し高原の上で東進するものもかなりある。



第6d図 冬の主要経路と通過頻度

5. 負域の持続性

3節の追跡例でも示したように負域はかなり長期間持続して移動しており、中には第2図の如く1ヶ月近くもかかって北半球を1周するものもあるが一方発生後まもなく消えるものもある。ここで吾々に週間予報上必要であるのは、負域が亜欧域でどれ位持続して追跡可能かと云う事である。この為の統計を第1表に示す。

この表は本邦に影響のあったと考えられる負域がどのあたりから追跡可能となったかを示すものである。すなわち表によると、春秋の頃は本邦に達する負域の約7割

第1表

|                       | 春  | 夏  | 秋  | 冬  |
|-----------------------|----|----|----|----|
| N50度以南でE130度線を通じた負域の数 | 32 | 26 | 33 | 30 |
| 0度線以西から追跡出来た数         | 21 | 13 | 22 | 18 |
| E60度以西から追跡出来た数        | 27 | 19 | 28 | 23 |
| E60度以東で発生した数          | 5  | 7  | 5  | 7  |

は大西洋からはるばると東進して来たものであり、夏冬では5~6割が大西洋から追跡できる。また冬季節ともに東経10度以東で発生したと見られるものは約2割程度となっており次節の速度を参照すれば負域の大多数は10日以上持続して追跡可能と考えられる。

6. 速度の見積

3節では季節別に負域の通り易い経路を求めよが、ここではそれぞれの経路についてその移動速度の概略を見積った。方法は0度と東経130度間で発生または消滅したものを除き、残りの完全に追跡できたもののみを、前に求めた季節別の代表経路に当てはめて分類し、それぞれの経路について0度ないし130度間の所要日数を求めた。結果は第2表の通りである箇々の経路は代表的経路と若干違っているため、ここに示す数値は概略のものである。なおこれらはいずれも本邦付近に達した負域の経路についてであって、本邦のはるか北方を東進し、シベリヤ東部からアラスカ方面に向った負域の経路は含まれていない。

第2表

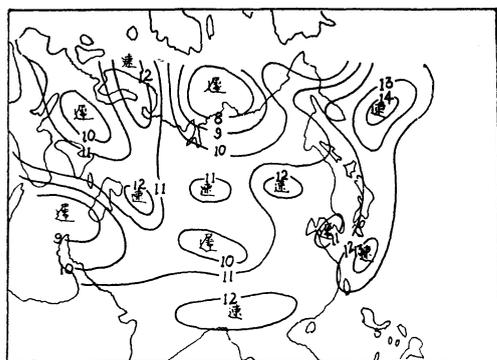
| 季節 | 経路型 | 所要日数  | 平均 |
|----|-----|-------|----|
| 春  | N   | 7~10  | 8  |
|    | M   | 10~12 | 10 |
|    | S   | 9~12  | 11 |
| 夏  | M   | 10~14 | 12 |
|    | S   | 10~14 | 12 |
| 秋  | N   | 7~9   | 8  |
|    | M   | 8~10  | 9  |
|    | S   | 10~13 | 12 |
| 冬  | N   | 7~8   | 7  |
|    | S   | 9~12  | 10 |

また冬季のS経路はフランス付近から大陸に入り、チベットの北方を経由するものが多いので主としてこの経路について所要日数が計算してある。この表で意外であったのは冬と夏で所要日数が大きく違っていない点で、

これは冬は負域の速度は速くても場自体の meandering が大きいと思われる。また夏季でも盛夏とその他では速度がかなり違っており、短期間ではあったが1日数度程度の遅い速度も見られた、

なお年間を通じて、スカンジナビヤ半島を経て大陸に入り、蒙古を通して本邦に達す負域がかなり多数を占めているが、この経路の所要日数は9~10日で従来よく用いられた1日10度(経度)の速度よりはかなり、速い事に留意する必要がある。

次に参考の為月別に求めた亜欧域における負域中心の速度分布の1例を第7図に示す。速度の単位は 緯度/日 で示してある。図によると当然の事ながら流れの強い所で負域の速度も速くなっている。また経路図と比較すると流れの強い場と経路も大体一致する傾向も見られる。

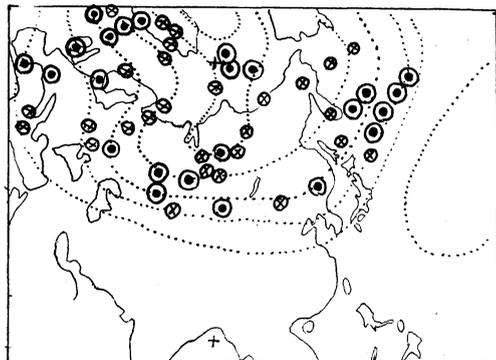


第7図 負域の速度分布 (1959年1月) 単位は 緯度/日

### 7. 負域の発達場所

追跡例からも見られるように、負域は平均場の谷の東側で拡大する傾向がある。これを統計的に示す為各月別に負域中心が24時間に 240m 以上下降した場所を500 mb の月平均の場に併記して見た。その1例を第8図に示す。この図によると、顕著な下降域は大西洋の東部シベリヤ西部および本邦の東海上に見られる。このうち大西洋と太平洋のものは夏季を除く各季節に現われている

が、シベリヤ西部のものは平均場で谷が明瞭な場合に顕著となる傾向がある。



第8図 負域中心の下降量が1日240m以上の発現場所 (1959年10月) ⊗ 240m/day  
● 300m/day 以上 .....は月平均500mb等高線

### 8. むすび

以上は週間予報における travelling wave の追跡の為の基礎資料とする為の統計結果を報告したのであるが、前にも述べた通り年のくせが入っているおそれもあるので更に資料を増加して調査する所存である。なおこの調査に当りいろいろと指導御協力を賜った中島暢太郎氏ほか各予報官、調査官、および予報課の皆様へ厚くお礼申し上げたい。

### 参考文献

- 1) 根本順吉, 1959: 長期予報, 気象学ハンドブック, 技報堂
- 2) 大塚竜三, 1952: 北半球天気図におけるトラフの追跡および速度について, 研究時報, 4, No. 7.
- 3) 中島暢太郎, 1958: 1958年10月の天気解析, 近畿地区研究会誌.
- 4) S. Petterssen, 1956: Weather Analysis and Forecasting, 2nd. ed.
- 5) J. Namias, 1947: Extended Forecasting by Mean Circulation methods.

Vol. 8, No. 7 の昭和36年の梅雨前線による豪雨の被害の最終的報告(7月28日調べ)がありましたので第2表を訂正願います。

| 年 月 日            | 死者  | 傷者   | 行方不明 | 家 屋  |      |     |        | 被害地域          |
|------------------|-----|------|------|------|------|-----|--------|---------------|
|                  |     |      |      | 全 壊  | 半 壊  | 流 出 | 浸水(床上) |               |
| 昭和36年 6月24~7月10日 | 302 | 1320 | 55   | 1088 | 1908 | 670 | 73126  | 全国(神戸, 天竜川流域) |