

# 岐阜県の災害\*

(風水害の部)\*

平光 一\*\*

## 1. まえがき

岐阜県における気象災害にはいろいろの災害があるがその60%近くは風、雨が原因で起きる風水害で災害高も圧倒的に多い。Fig. 1のように地形的に見ても日本のせきりょう山脈が中央に位し、南に流れる木曾、長良、揖斐の三大河川が県南部で集まり、昔から風水害になやまされ、この地方は輪中が発達し住民自ずから水との戦に大きな努力を払って今日に及んでいる。かの宝歴治水はこの代表的なもので今更当時の苦心に頭の下がる思いがする。近年この輪中地帯は県下の中心部となり産業、交通上の発展に伴ない、人口増加も著しく一層水防に努力をしなければならなくなった。また北部の飛騨地方も

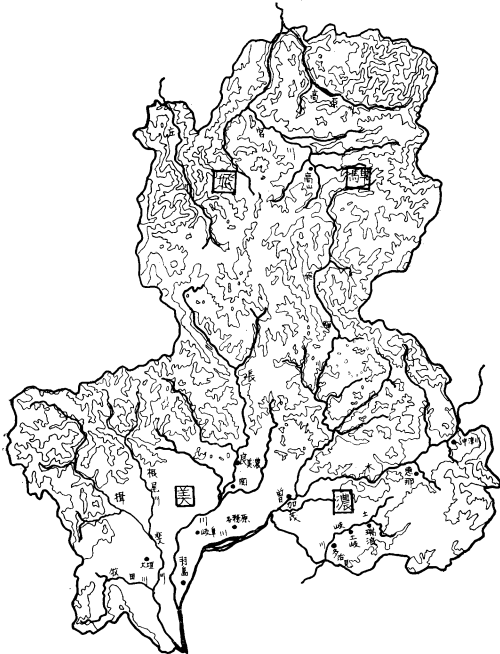


Fig. 1 岐阜県地図(地形、主要河川、都市)等高線は400mおき

庄川、神通川の上流部にあたり、小規模ながら風水害の頻度がかかり多い。この調査はまづ基礎的な問題として風水害と気象要素との関係を調べ、注意報、警報の基準を検討することを目的とした。

資料は比較的災害の記録が揃っている昭和24年から昭和37年の間を対象とし、特に市町村別のもは昭和33年から昭和36年までの新聞に掲載された災害のうちよく整った災害種目を対象に行なった。

## 2. 災害の地域的特性

災害は地形、社会性等の相違によって規模や種別がかなり異った形で現われ、風や雨による災害も同様に変わってくる。このため市町村単位の災害調査が必要となるがその資料は殆んどない。幸い新聞の切抜きが上記期間当台に保存されていたので各種災害の多発市町村を調べ地域の代表として気象要素との関係を調べた。



Fig. 2  
浸水危険地区

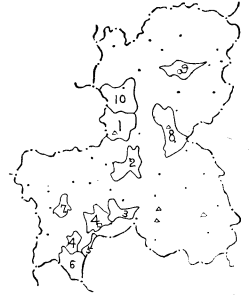


Fig. 3  
各種災害多発地区

### a) 雨による災害

県下の雨による災害は人的、家屋流失、浸水、田畑冠水、山、道路、橋、堤防の流失、決潰、農作物の被害等がある。各種災害の多発地を上記4ヶ年間に20回以上起きた市町村を災害多発地ときめるとFig. 2のようになる。このうち最も多い市町村はこの期間内に37回も災害が起きている。地域的な特性として

(1) (1)長良、揖斐、木曾の三大河川の流域が最も多く災害が起き、特に長良流域及び三大河川の集る西、南

\* On the Disasters in Gifu Prefecture

\*\* H. Hiramitsu. 岐阜地方気象台

—1966年4月22日受理, 1966年8月20日改稿受理—

濃が多く発生している。

(2) 上流域は主に土木災害が多く、下流域は家屋浸水や田畑の冠水、農作物の災害が多い。

1. 浸水災害

家屋の浸水は雨による重要な災害の一つである。浸水がこの期間10回以上おきた市町村及び主要河川の流域で最も件数の多い市町村を調べると Fig. 3 のようになる。一般に浸水は起きやすい所があり、これらの場所は一応常襲地と思われる。災害の大きさを  $D$ 、その地域の全体の家数を  $N$  とすると、 $D=C \cdot N$  で表わされる。

$C$  は被害率を表し、この地特有の数で、 $C$  を知ることが

防災上の主眼目である。 $C$  は地形、社会性、気象要素等複雑なものが組合さったものであり、且つ長い間の資料によってこれを決めなければ危険であるが、ここではこの市町村をブロックに分け、この地区内にある観測所の日雨量から一義的にきめてみた。Fig. 4 はこの関係を示したもので浸水の起き始めの雨量は次表のようになる。

このうち長良川流域が最も危険が多く災害も大きい。ついで木曾川下流域、揖斐川流域が危険地域であり、飛騨は比較的危険が少ない。都市は危険が特に大きく岐阜、大垣、高山は起き始めの雨量も小さく、一度浸水すると岐阜、大垣地区は大きな災害になる。これらの結果から浸水の起き始めは 80 mm 前後の雨量と考えられる。

2. 堤防決潰

県下の市町村で堤防決潰の発生回数を調べると Fig. 5 に示される 5 地区が多く、特に西、南濃地区は牧田、揖斐の両河川合流地域を中心に三大河川の集中地域にか

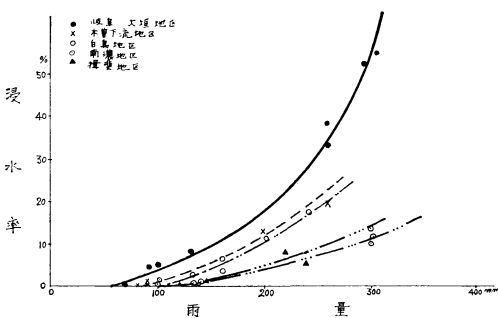
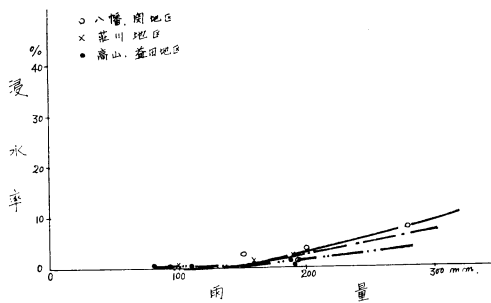


Fig. 4 浸水率と日雨量



Fig. 5 堤防決潰危険地区

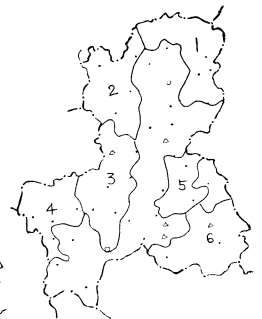


Fig. 6 道路、山くずれ危険地区

地区	対象市町村	雨量観測点	浸水の起き始めの雨量	R=雨量 (C)
1. 白鳥	白鳥町, 高鷲村	白鳥	110 mm	0.03 (R-110) <sup>1.2</sup>
2. 八幡	八幡町	八幡	120	0.08 (R-120) <sup>0.9</sup>
3. 関	関市	美濃	120	0.08 (R-120) <sup>0.9</sup>
4. 岐阜, 大垣	岐阜市, 大垣市, 高富町	岐阜	70	0.015 (R-70) <sup>1.5</sup>
5. 木曾川下流	羽島市, 笠松町, 川島町	岐阜	90	0.05 (R-90) <sup>1.9</sup>
6. 南濃	養老町, 平田町, 南濃町	石津	100	0.05 (R-100) <sup>1.05</sup>
7. 揖斐	揖斐町, 谷汲村	揖斐	100	0.04 (R-100) <sup>1.1</sup>
8. 益田川上流	萩原町, 下呂町	萩原	80	0.05 (R-80) <sup>0.6</sup>
9. 高山	高山市	高山	80	0.05 (R-80) <sup>0.6</sup>
10. 庄川上流	荘川村	庄川	100	0.07 (R-100) <sup>0.7</sup>

け大災害がおきており、昔から輪中地域で水防設備もかなり整っているが最近の根古地の堤防決潰のような大被害も発生している。この5地区の堤防決潰とその地区内の観測所の一雨総降水量との関係は次表のようになる。このことから堤防決潰は年1~2回おきる割合となり200mm位の雨量からおき始めていると考えられる。

地区	雨量観測点	総降水量と堤防決潰頻度			
		200~300mm	300~400mm	400~500mm	500mm以上
1. 西南濃	上石津	1	3	1	
2. 揖斐川上流	横山		2	1	1
3. 白鳥	白鳥	1		2	1
4. 関	美濃	2			1
5. 中津川	中津川	2			1

3. 道路, 山くずれ

新聞紙上では道路, 山くずれは一つの災害として取り上げられている。これは県下は山間部が多く山くずれや土砂くずれによる道路の不通も道路決潰と同一視されるためこれを分けることが出来ないのので一つの災害として調査した。この災害は殆んど山間部に発生しており期間中4回以上発生した市町村を危険地区とみなせばFig. 6 のようになり、各地区内の観測所の一雨総降水量との関係は次表のようである。

(1), (2), (3) の地区はこの災害が多く、特に(1)の地区は多く、少ない雨量でも災害のおきることがわかる。しかし県全体から見ると40mm前後がこの災害発生基準と考えてもよいようである。

b) 風による災害

風による災害は主に家屋の倒壊である、県下でこの種の災害を起す強風は台風によるものであって殆んど雨を伴っており風だけによる災害を区別することはむづかし

いが家屋の倒壊は強風によっておきると考えられる。伊勢湾, 第2室戸の両台風は各市町村の被害が保存されているのでこれについて調査した。県下で風の観測をしているのは気象官署以外は国鉄関係で揖斐川鉄橋(大垣市), 太田(美濃加茂市), 多治見, 自衛隊各務原飛行場でこのうち、平均及び瞬間風速を観測している所は岐阜, 高山以外になく、あとはどちらか一方の観測を実施している状態であるが瞬間風速だけの所が以上のうち二ヶ所あるのでこれを平均風速に更正して調査した。その方法は両台風の岐阜, 高山の gust 比を調べると表のようであるから伊勢湾台風の gust 比を1.4, 第2室戸台風の gust 比を1.6として平均風速を求めた。

	岐阜	高山
伊勢湾台風 gust 比	1.4	1.5
第2室戸台風 gust 比	1.5	1.7

この風速が市町村を代表する風速と考える。しかしこれではあまり資料が少ないので風速の等値線を引き観測点の隣の市町村で、観測点ある市町村と等風速線上にある所は、同じ風速であったとして全壊率との関係を調べた所、かなりのばらつきがあるのでその市町村の人口密

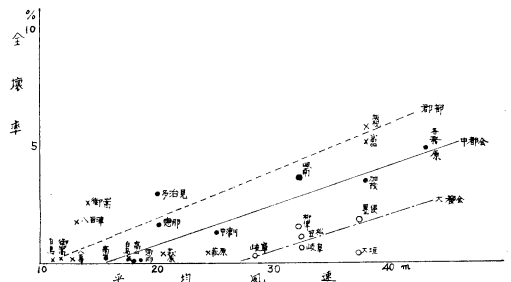


Fig. 7 最大風速と家屋全壊率

地区	雨量観測点	総降水量と道路山くずれの頻度											計
		0~10mm	10~20mm	20~30mm	30~40mm	40~50mm	50~60mm	60~70mm	70~80mm	80~90mm	90~100mm	100mm以上	
1. 飛騨東部	神岡	1	2	4	3	1		1				1	13
2. 飛騨西部	庄川					1	2						3
3. 中濃	白鳥				1	3	2	1	1		1	2	11
4. 揖斐川上流	広セ				1	1	1					1	4
5. 益田川上流	萩原					1					1	1	4
6. 東濃	恵那		1		1	1			2	2		1	8
計		1	3	4	6	8	5	2	3	3	2	6	43

年月日	24. 9. 22~24	25. 6. 9~14	27. 6. 29~ 3	27. 7. 10~12	28. 9. 13~18	29. 6. 6~ 7	29. 6. 28~30	30. 4. 14~18	32. 8. 7~ 8	33. 7. 25~26
雨量	149 mm	153	196	300	113	108	82	141	99	82

度を取り 1,000人/km<sup>2</sup> 以上の市町村を大都会型、その他の市及び 500人/km<sup>2</sup> の町村を中都会型、それ以外の町村を郡部型に分けるとかなりまとまってくる。Fig. 7に示すように同じ風速でも郡部型が最も全壊率が大きく、人口密度の多いところ程全壊率が小さい。このことは人口集中地帯程風に対して強いと云うことで、理由としては都市は家軒がつづき一つの防風壁をなしていると考えられる。この現象は風の予報上注目しなければならないことであり、半壊についても同じ傾向が見られる。注意報、警報の基準としては中都会型を考えるのが適当であろう。

3. 農作物の災害

農作物の災害は県下では非常に大きな額であり、風水害による農作物の災害は主に強風、強風継続時間、降水量が主な原因となっている。そして殆んどが5月~10月の稲作期間に起きており災害額は金額で発表され調査機関によって、その金額も異なったものが多く物価の変動と相まって調査は仲々むづかしい。ここでは県発表の災害額により物価変動の少ない最近5回の災害を対象に調査した。主な原因と災害額はほぼ指數的な関係がある。そこで災害金額を D とし

$$D = e^{(aV + bT + cR)}$$

a, b, c, は常数

V: 平均最大風速 T: 強風継続時間 R: 雨量

とし県下全体の気象要素の代表として岐阜における値を取った。これは農作物の被害の重点が美濃平野部を中心におきているからである。

農作物と災害<sup>1)</sup>によると風による被害は 10 m/S 以上から起き始めていることから風速の項は (V-10) とした。また雨量の項は過去10回の災害から災害起時雨量を 100 mm とした。10回の例は次表のようである。

これから a, b, c を決めると

$$D = e^{(0.108(V-10) + 0.01T + 0.014(R-100)}$$

となりこの関係から風、雨の予報により被害金額を推定出来る。Fig. 8 はそのノモグラムでありこれによる実災害額と計算額は表のようになった。

4. 災害指数

前項までは新聞 Scrap により調査出来る災害種目で

年月日	実災害額	計算額
34. 9. 26.	80 億	75 億
35. 8. 13.	11	15
36. 6. 27.	15	25
36. 9. 16.	48	50
39. 9. 26.	29	10

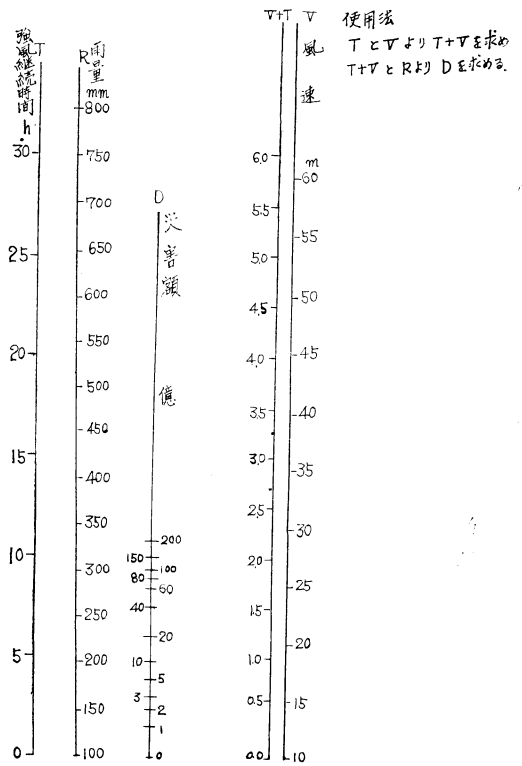


Fig. 8 農作物災害ノモグラフ

あるが、これでは実体を知ることが出来ないので昭和24年から昭和37年まで風を伴わずにおきた水害25回について災害の大きさを示す指数を県全体として求めてみた。その方法はまづ雨量と各災害種目の関係を調べて見ると

$$N_1 = \text{人的災害 (死者, 行方不明者数} + \frac{1}{2} \text{負傷者数)}$$

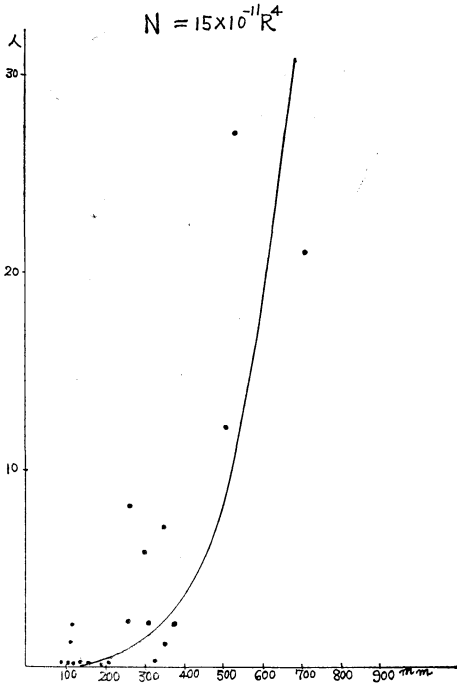


Fig. 9 人の災害

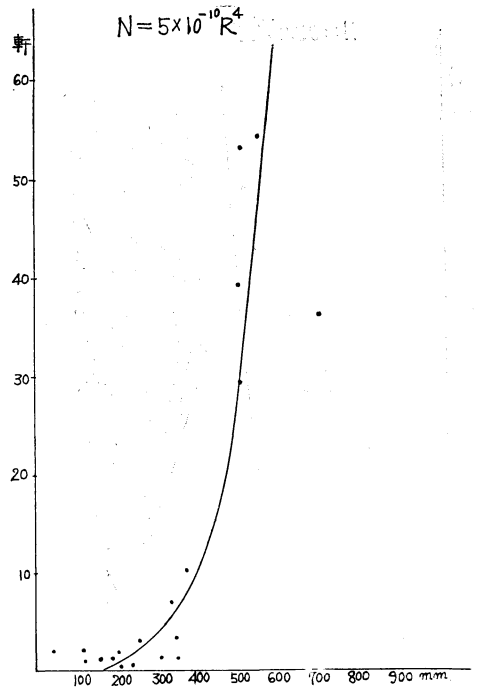
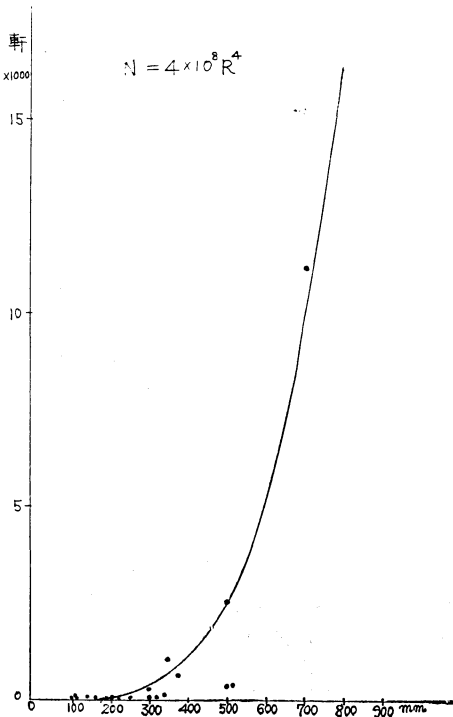


Fig. 10 家屋災害



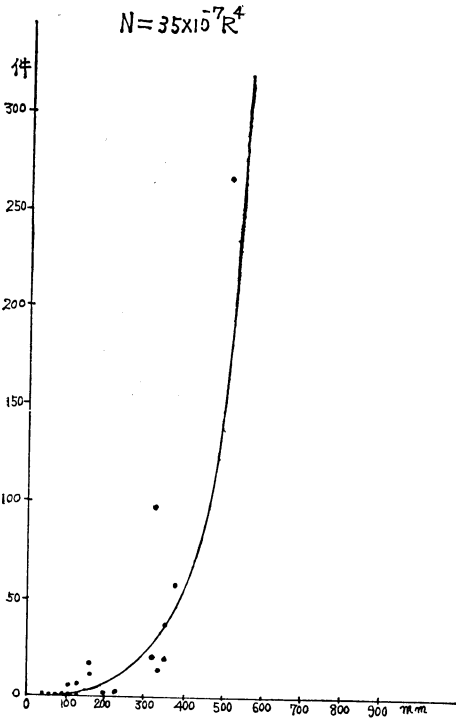


Fig. 13 道路決潰

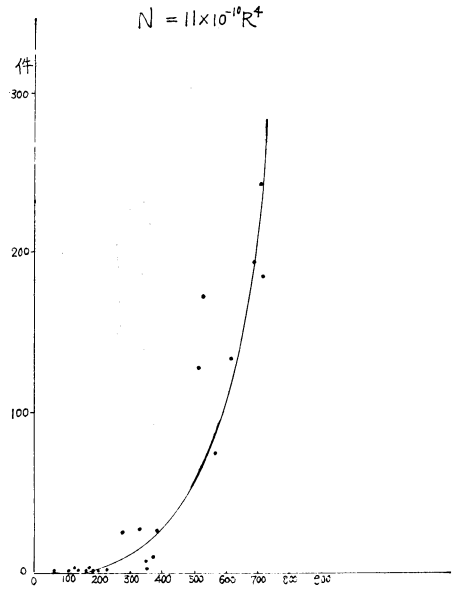


Fig. 14 橋の流失

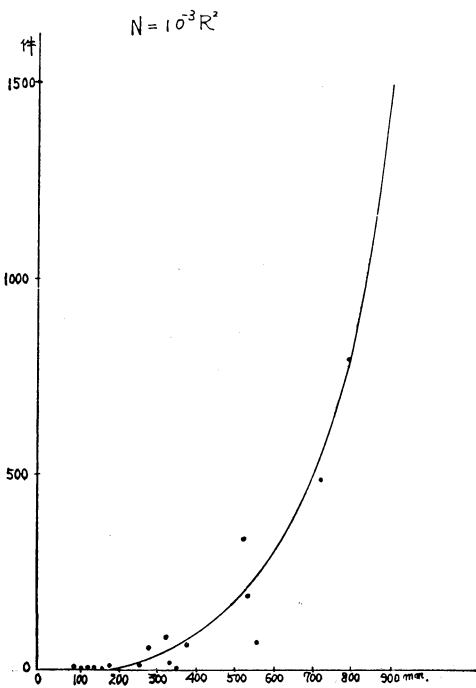


Fig. 15 山くずれ

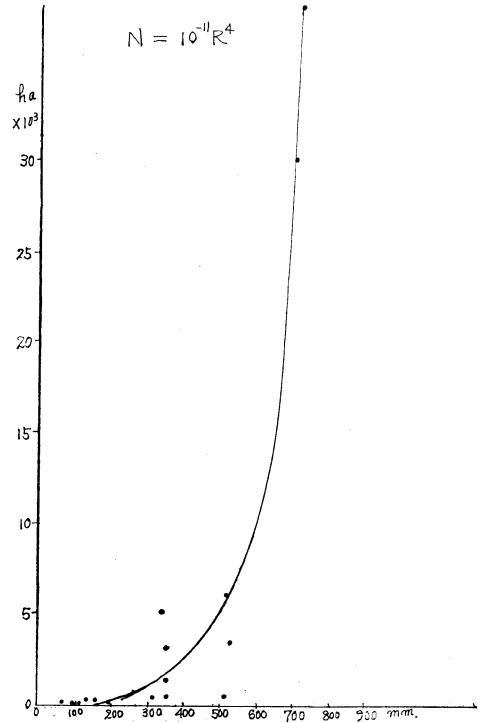


Fig. 16 田畑の冠水

- ..... $\alpha R^4$
- $N_2$ =家屋災害(全壊戸数+ $\frac{1}{2}$ 半壊戸数)..... $\alpha R^4$
- $N_3$ =床上浸水戸数..... $\alpha R^4$
- $N_4$ =床下 // // ..... $\alpha R^4$
- $N_5$ =道路決壊件数..... $\alpha R^5$
- $N_6$ =橋の流失件数..... $\alpha R^5$
- $N_7$ =山くずれ伊数..... $\alpha R^2$
- $N_8$ =田畑の冠水面積(ha)..... $\alpha R^6$

となる。この関係は Fig. 9 から Fig. 16 に示すようになり主な災害は  $R^4$  に比例するものが多い。

ここに雨量としては実効雨量、日雨量等を用いてみたがあまりよい関係は出ないのでここではロボットを除く甲、乙、洪水乙のうち県内で最大総降水量地点を囲むまわり3ヶ所の平均総降水を雨量とした。これは一つの面積雨量とも考えることが出来るし、災害件数とも上記のように比較的よい関係が得られた。この関係の中から  $R^4$  に比例する種目を取り災害の大きさを示す指数を定める、各種目の比を取ると平均的に

$$N_1 : N_2 : N_3 : N_4 : N_5 : N_6$$

$$1 : 3.3 : 366 : 532 : 27 : 7$$

人的災害を1として同じウェートにすると

$$1 : 0.3 : 0.003 : 0.0015 : 0.044 : 0.14$$

となりこれを

$K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6$  とし災害指数  $I$  を

$$I = \frac{1}{6}(K_1 N_1 + K_2 N_2 + K_3 N_3 + K_4 N_4 + K_5 N_5 + K_6 N_6)$$

として災害の大きさを表わす。

例へば 36.6 豪雨は  $I=34.4$ 、伊勢湾台風は  $I=675.5$  となり 36.6 豪雨の約17倍の災害にあたる。

### 5. 災害の指数による大きさの判定

指数により災害の大きさを判定するため次の方法によって大、中、小の災害を区別した。

$$I > \bar{I} + \frac{\sigma t}{\sqrt{N}} \dots\dots\dots \text{大災害}$$

$$I < \bar{I} + \frac{\sigma t}{\sqrt{N}} \dots\dots\dots \text{小災害}$$

$$\bar{I} + \frac{\sigma t}{\sqrt{N}} > I > \bar{I} - \frac{\sigma t}{\sqrt{N}} \dots\dots\dots \text{中災害}$$

ここで  $N$  は回数、 $\sigma$  は標準偏差、 $\bar{I}$  は平均災害指数、

原因 大きさ	梅雨前線	前線	二つ玉 低気圧	低気圧	計
小災害	5	2	1	4	12
中 //	5	3	1	0	9
大 //	2	2	0	0	4
計	12	7	2	4	25

1966年12月

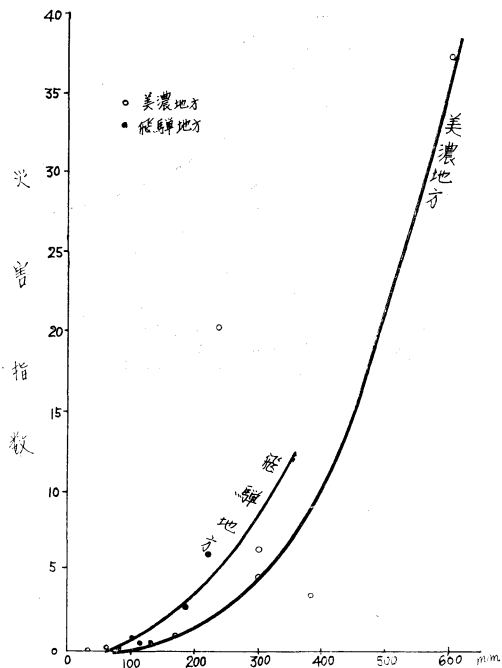


Fig. 17 地方別 (雨量と災害指数の関係)

$t$  は  $t$  分布である。

これを原因別に調べると次表のようになる。災害指数と総降水量の関係を地形、社会性、行政的に美濃地方、飛騨地方の2地方に分け、さきの市町村別の考えをブロック別の大きさにするとその特徴は Fig. 17 のようになり

#### a) 飛騨地方

小雨量でも災害が起きるが大きな災害は少くない。しかも、小災害は美濃地方にくらべ同じ雨量でも指数は大きい。

#### b) 美濃地方

災害の起き始める雨量は飛騨地方にくらべやや大きく災害の小さいうちは飛騨地方より同じ雨量でも指数が小さい。しかし 300 mm ぐらいの雨量から指数は急に増大し大災害の起ることが時々ある。

#### 風と災害指数

この期間風のみによる災害発生回数は3回で、いずれもごく軽微なものであって調査には資料不足である。本県は内陸部で風の強い時は殆んど雨を伴っており、両者の災害との関係を分けることは出来ない。今後資料を得て調査したい。

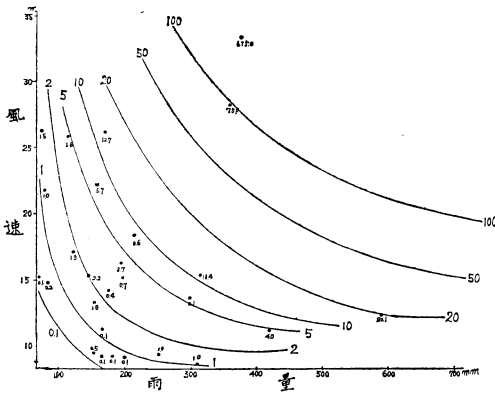


Fig. 18 災害指数と雨風の関係

台風と災害指数

この期間29個の台風について災害指数と雨、風の関係は Fig. 18 のようになる。台風は雨と風を伴い、これが因子となって災害が起き、両者による補強的な災害因子となっている。

一般に災害指数を  $I$  とし、雨量を  $R$ 、風速を  $V$  とすると

$$\Delta I = \frac{\partial I}{\partial R} \delta R + \frac{\partial I}{\partial V} \delta V + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 I}{\partial R^2} (\delta R)^2 + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 I}{\partial V^2} (\delta V)^2 + \frac{\partial^2 I}{\partial R \cdot \partial V} (\delta R \cdot \delta V) + \dots$$

とかける。右辺第5項が雨と風の関係で  $V$  と  $R$  が互に災害を強め合うならば  $\frac{\partial^2 I}{\partial R \cdot \partial V} (\delta R \cdot \delta V) > 0$  でなければならない。台風では風、雨による独自の災害より大きな災害となっているので風と雨は互に補強因子と考えられる。このためもっとも簡単な型で災害指数を表わすと

$$I = I_V + I_R + K(I_V \cdot I_R)^n \text{ のようにかける}$$

$K$ : は常数  $I_V \cdot I_R$  は風、雨による災害指数

実際にはもっと複雑な関係であろうがそれは今後の調査にしたい。この関係を用いると小災害では雨の影響の方が風より大きく、大災害になると風の影響の方が大きくなっていくので注意する必要がある。台風については風と雨が予想出来れば災害指数から災害の規模が予想出来る。

注意報、警報の発表基準

2. で調べた地域性と 3. の関係から災害の発生する点を求める。これらの点では何らかの被害が起きる点であるが実際には災害とし取り上げられないことが多い。例えば工事直後に雨でくずれたのうな場合これは災害とはいえない。

災害起点 災害と考えらるる起点

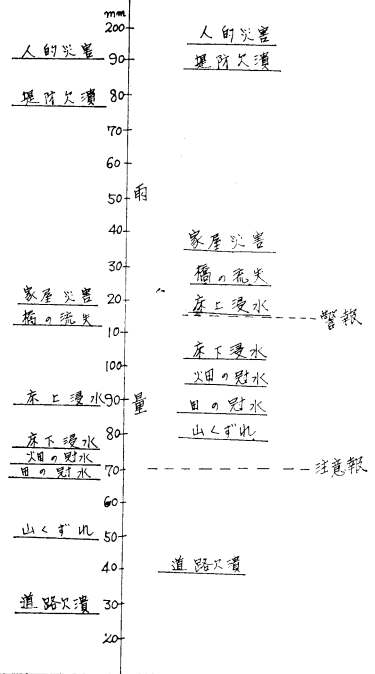


Fig. 19 雨量と災害

災害起点 災害と考えらるる起点

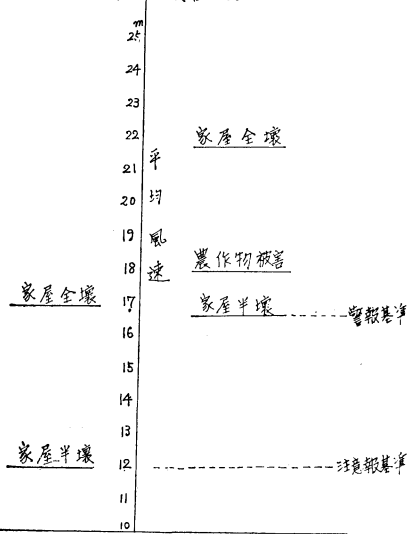


Fig. 20 風と災害

災害と見られる場合は、ある地域内に数ヶ所同じ被害が発生していなければならないと思う。このため「災害と考えられる起点」として、Fig. 9~Fig. 16 の各種災



気象要素	種類	注意報	警報
雨	量	70 mm	120 mm
風	速	12 m	17 m

害が10件発生した場合と2.の結果とも考え合せ、風速、雨量に対応させて各種災害を記入すると Fig. 19, 20に示すようになる。この表で災害が集中発生する点を注意報、警報の発表基準とすると表のようになる。

岐阜県下ではこの基準で注意報、警報を発表すればおむねよいと考えられ、災害の種別も対応する風速、雨

量によって検討することも出来る。一般には道路および山くずれは床下浸水よりも基準が高いと云われているが、岐阜県下は山が多く谷間を道路が走っており小雨量でもこの種の災害が多く発生しており床下浸水よりもこの災害の方が基準が低くなっている。

しかし社会の発達、構造変化により、この基準も当然変わってくるのでこのような基準の調査は数年ごとに行なう必要がある。

## 文 献

- 1) 大後美保著 農業気象通論。

## 九州支部だより

### 1. 昭和41年度九州支部講演会開催

本年度の九州支部講演会は、福岡管区気象研究会と共催で、10月13日9時から福岡市で開かれた。発表者は本年夏期に実施された福岡、佐賀、鹿児島の各地の地区研究会から特に選ばれたものが主体で、それに九州大学、山口大学からも参加があって、内容の充実した講演会となった。また聴講者も100名をこえ、気象台職員のほかに大学、自衛隊、海上保安部等の関係官が目立った。当日の講演題目および氏名はつぎのとおりである。

微気圧振動と異常海面振動（鹿児島）田畑七郎。

鹿児島における二重圏界面の考察（鹿児島）坂井泉。

梅雨期に中国南部で発生する雷雨域について（鹿児島）草宮一郎。

九州における大雨予想の問題点（福岡）鍋島泰夫。

佐賀県の干ばつについて（佐賀）長田英二。

日本の寒さの長期変動の研究（下関）赤井清康。

熊本県における大気汚染について（熊本）久塚清隆・伝勉

板付飛行場における悪天候の予想（福航）山田三朗。

長崎における強風時の気象について（長崎）田原寿一。

南北両半球の相互作用と長期予報の利用（長崎）植木九州男。

レーダーでみた梅雨（九州大学）坂上務。

名瀬レーダーで観測した線状エコーについて（名瀬）中宮茂斉。

台風到来の永年変化について（九州大学）真鍋大覚。

山口盆地の地形風について（山口大学）城満義。

極座標を用いた定常まさつ層内における大気の運動方程式の解（福岡）富高四郎。

冬季における東支那海および朝鮮海峡の波浪とその予想（福岡）尾崎康一。

（特別講演）

ソーラー・フレヤーと降水量との関係（気研）高橋浩一郎。

冬季日本海上における大気中の水および熱の収支（気研）高橋浩一郎。

### 2. 橋本会員訪中報告講演会の開催

日本学術訪中代表団の気象部門代表として、9月上旬から1ヵ月間、中国各地の学術機関を訪問されて帰朝された橋本清美会員の報告講演会を、12月2日福岡管区気象台情報室で開催した。聴講者は気象台、大学、気象協会の関係者約70名に達し盛会であった。