

5. 降雨特性に関する研究

奥田 穰・当舎万寿夫
気象研究所

5. Studies on Rainfall Characteristics

By
Minoru Okuta and Masuo Tohsha
Meteorological Research Institute, Tokyo

目 次

1. 佐賀県の干ばつ被害と気象との関係…77	4. 日雨量の超過確率……………84
2. 佐賀県内における大雨日数の分布…81	5. 雨量強度計による観測結果 ……86
3. 研究対象地域に強雨を降らせた降雨群 の事例 ……81	6. 結 び ……90

1. 佐賀県の干ばつ被害と気象との関係

われわれの研究の直接の対象は、内水氾らん防止にかかわる降雨特性を明らかにすることにあるが、総合研究の推進過程において、佐賀県は、一方では内水氾らんによる水害に悩みながら、一方では干ばつ被害をたびたび受ける県である。それ故、干ばつ被害を発生させる雨量の超過確率を出してもらえないかという注文があった。

そこで、われわれの入手しえた干ばつ資料によって、まず、干ばつ被害の発生と気象条件との関係を明らかにし、必要ならば超過確率の計算をしようと考えたのである。結論を先に述べると、雨量からだけでは干ばつ被害の発生を云々することができない。雨の降りかたが問題であるということがわかった。それ故、雨量の少ない方の超過確率は計算しなかった。以下、研究結果を述べる。

1) 使用した干ばつ資料

干ばつ資料は、前佐賀地方気象台防災業務課長長田英二の論文「佐賀県の干ばつについて」から引用したものである。長田は干ばつ被害として水稻被害を対象とし、水稻被害を作付面積に対する被害面積の比率で表わし、これを水稻の被害面積率（以下被面率と呼ぶ）と呼び、これと雨との関係について検討している。干ばつ被害として如何な

要素をとるかが最初の重要な問題であるが、われわれの手許にはこの資料しかないので、これを使わせてもらった。表5-1および図5-1は長田論文から再録したものである。なお、地域区分は次のようになされている。

- 東松浦地区（東松浦郡，唐津市）
- 西松浦地区（西松浦郡，伊万里市）
- 藤 津地区（藤津郡，鹿島市）
- 杵 島地区（杵島郡，武雄市）
- 小 城地区（小城郡，武久市）
- 佐 賀地区（佐賀郡，佐賀市）
- 神 埼地区（神埼郡）
- 三養基地区（三養基郡，島柄市）

2) 佐賀県全体の干ばつ被害による気象条件の吟味

地域を細分して検討する前に、気象資料のもっとも豊富に整備されている佐賀地方気象台の資料と佐賀県全体の被面率を基にして、被面率ともっとも良い関係にある気象要素が何であるかを吟味した。

a) 降 雨 量

降雨量としては、5～9月の稲作期間のものについてそれぞれ検討した。その結果、もっとも良い関係は7，8月降水量の和および、7，8，9

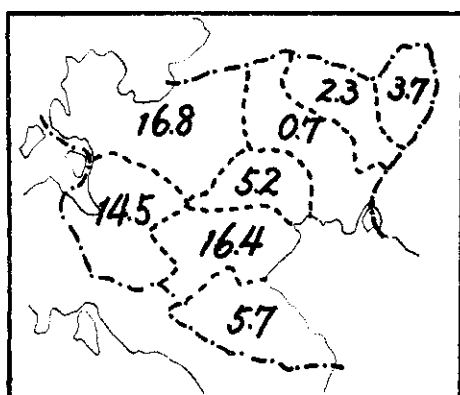


図5-1 水稲の被害面積率(被害の上位7年間の平均)

Fig 5-1 Distribution of the percentages of damaged area(paddyfield rice plant) from drought. The numbers indicate the mean of seven years of high rank damage.

表5-1 水稲被害面積率(長田論文による)
 Table 5-1 Percentages of the areas of paddyfield rice plant damaged by drought.(After Osada)

昭和年	地区名										順位
	東松浦	西松浦	藤津	杵臼	小浜	佐賀	神埼	三養	果	順	
26	10.1	6.3	6.1	28.1	1.6	2.2	-	1.3	8.0	2.0	3
27	0.8	0.2	-	0.2	-	-	-	-	0.1	0.0	
28	4.5	1.4	0.6	-	-	-	-	-	0.7	0.0	
29	0.2	0.7	0.0	0.1	-	-	-	-	0.1	0.0	
30	10.6	17.6	1.9	18.2	7.3	0.3	1.3	6.8	8.0	0.5	4
31	3.1	4.9	5.3	15.0	9.0	0.1	1.9	0.3	5.2	0.2	7
32	-	-	-	-	1.5	-	-	-	0.1	0.0	
33	13.2	5.2	7.1	20.7	4.8	0.0	0.5	7.3	7.6	0.7	5
34	6.3	5.6	2.7	2.5	4.2	-	-	-	2.3	0.1	
35	17.2	24.5	9.2	12.2	8.6	1.8	0.6	5.3	9.0	1.6	2
36	30.7	6.5	0.8	1.7	2.0	0.1	0.7	2.5	5.1	0.8	6
37	1.0	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.1	
38	-	-	0.4	-	-	-	-	-	0.0	0.0	
39	33.0	36.8	9.3	19.1	3.1	0.3	11.3	2.4	13.1	1.6	1
40	4.6	1.7	-	0.9	0.6	-	-	-	0.9	0.1	
上位7年間の平均	16.8	14.5	5.7	16.4	5.2	0.7	2.3	3.7			

月降水量の和である。それを図5-2に示した。図から明らかなように、7, 8月雨量で約600mm以下、7, 8, 9月雨量では約900mm以下になると干ばつ被害の発生することが多い。しかし、被害程度は雨量の多小にあまり左右されていないことがわかる。

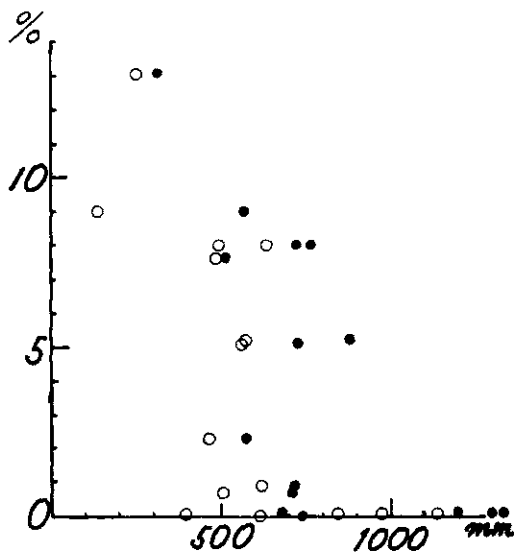


図5-2 佐賀地方気象台の7, 8月雨量(白丸) 7, 8, 9月雨量(黒丸)と佐賀県全体の水稲被害面積率との関係。

Fig.5-2 Relation between the percentage of damaged area of paddyfield rice plant from drought and the precipitation amount (white circles indicating the amounts of July + Aug., black circles those of July + Aug. + Sept.) in Saga Prefecture.

b) 乾燥指数および降水効率

乾燥指数や降水効率は気候状態を表わす指数として用いられており、乾燥指数 d は、年降水量を P (mm)、年平均気温を T ($^{\circ}C$)とすると

$$d = P / (T + 10)$$

で表わされ、降水効率 I は、月降水量を P_n 、月蒸発量を e_n 、月平均気温を t_n とすると、

$$I = \sum_{n=1}^{12} \frac{P_n}{e_n} \approx \sum_{n=1}^{12} 1.15 \left(\frac{P_n}{t_n - 10} \right)^{10/9}$$

で表される。われわれの目的は干ばつ被害との関係を1地域について吟味することであるから、乾燥指数 d は、

$$d = \frac{7, 8月降水量}{7, 8月平均気温}$$

降水効率 I は、

$$I = \frac{7, 8 \text{ 月降水量}}{7, 8 \text{ 月蒸発量}}$$

によって関係を見た。その結果を図5-3に示す。蒸発量は従来用いられていた20cm口径の小型蒸発計によるものである。この結果では、月降水量だけを用いた図5-2の結果よりも良い関係にあるとはいいがたい。

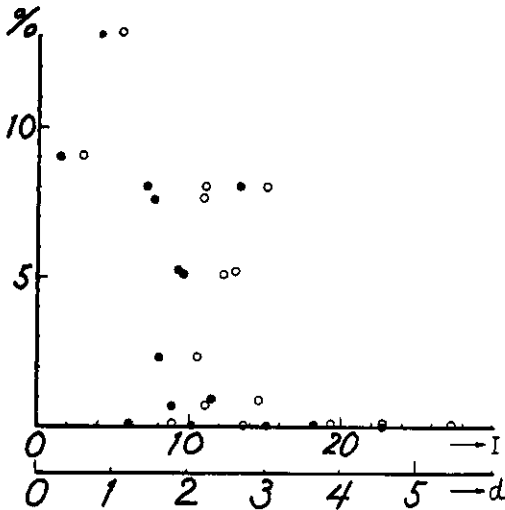


図5-3 佐賀地方気象台の7, 8月の乾燥指数(白丸)降水効率(黒丸)と佐賀県全体の水稻被害面積率との関係

Fig.5-3 Relation between the percentage of damaged area of paddyfield rice plant from drought and the aridity index (white circle) and the precipitation effectiveness index (black circle) during July and August in Saga Prefecture.

c) 無降水日数

つきに無降水日数について吟味する。全くの無降水の日と、雨は降ったが、雨量計による測定では0.0mm, すなわち測定不能な雨の日をもって無降水日数とし、まずこの無降水日数との関係を求めたが、上記の各要素よりはわずかによい関係にある。

一般に、干ばつ時の降雨を考慮して見ると、日降水量1mm以下の雨の場合には、焼石に水のたとえもあるように、灌漑用水としての効果は極めて薄

く、逆に蒸発散の促進による被害の拡大ということも考えられる。それを考慮して、日降水量0.9mm以下の降水日数を加えて、0.9mm以下無降水日数とし、これと干ばつ被害率との関係を吟味した。これらの結果を示したのが図5-4である。黒丸の無降水日数より白丸の0.9mm以下無降水日数との関係はるかに良くなっていることは明らかである。以上の結果から、0.9mm以下無降水日数が干ばつ被害の指標となり得ることがわかった。そこで、細分された地域にこの関係を用いて検討する。なお、7, 8月降水量と無降水日数および0.9mm以下無降水日数との関係を示したのが図5-5である。一目して0.9mm以下無降水日数の方が相関の良いことがわかる。相関係数は-0.70で、回帰式は、干ばつ被害率をDとし、0.9mm以下無降水日数をNとすると、

$$D = 49.825 - 0.0185N$$

で表わされる。

蒸発量の推定を行なって降水効率を計算するという、物理的な水収支の過程を考慮に入れた吟味も考えたが、これに必要な資料の入手が不可能なために取り止めた。

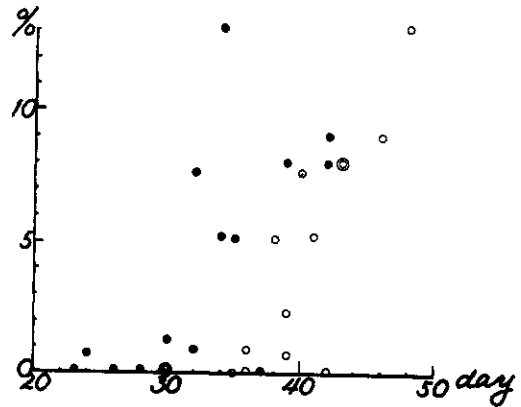


図5-4 佐賀地方気象台の無降水日数(黒丸)0.9mm以下無降水日数(白丸)と佐賀県全体の水稻被害面積率との関係

Fig.5-4 Relation between the percentage of paddyfield rice plant from drought in Saga Prefecture and

the number of days with no precipitation (black circle) and the number of days (white circle) when no precipitation or an amount of less than 0.9mm was observed at Saga Local Meteorological Observatory.

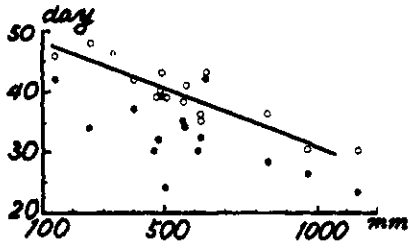


図5-5 佐賀地方気象台の7, 8月降水量と無降水日数(黒丸)及び0.9mm以下無降水日数との関係

Fig.5-5 Relation between the between the precipitation amount of July and August and the number of days with no precipitation (black circle) and the number of days when no precipitation or a precipitation amount of less than 0.9mm was observed (white circle) at Saga Local Meteorological Observatory.

3) 東・西松浦地区と有明海北岸地区の干ばつ発生限界雨量の違い

表5-1を見ると,干ばつ被面率には明らかに地域性が表われており,これは水田の立地条件と雨の地域性から来るものと思われる。また,われわれの研究対象地域の佐賀地区は干ばつ被害の起こりにくい地域で,単一地域の被面率では取扱いに困難である。これらの理由から,有明海北岸地方として,表5-1中の小城,佐賀,神埼地区をとり,各地区の被面率を合計して有明海北岸地方の被面率とした。これに対比させる目的で,東・西松浦地区の被面率の合計の1/2を東西松浦地方の被面率とした。それ故,両地方の被面率は実際の値ではない。しかし,地区が一定しているので,厳密ではないが,指標として十分使用しうるもの

と考える。

気象資料は,有明海北岸地方に対しては佐賀地方気象台のものを,東西松浦地方に対しては,0.9mm以下無降水日数は平戸測候所のもの,降水量は伊万里,唐津,武雄の観測所の算術平均値を用いた。

図5-6は有明海北岸地方の被面率と7, 8月の0.9mm以下無降水日数との関係を示したものであり,細部の地域に対しても良い関係にあることがわかる。

そこで,7, 8月降水量を同期間の0.9mm以下無降水日数で割ったものを干ばつに対する有効雨量と名付け,この有効雨量と干ばつ被面率との関係を調べた。図5-7は有明海北岸地方の,図5-8は東・西松浦地方の関係図である。相関係数と回帰式は,有明海北岸地方の干ばつ被面率を D_a ,有効雨量を R_a とする。

$$D_a = 14.913 - 0.743 R_a, r = -0.782$$

東西松浦地方の干ばつ被面率を D_m ,有効雨量を R_m とすると,

$$D_m = 31.709 - 1.557 R_m, r = -0.844$$

である。

有効雨量すなわち,0.9mm以下無降水日一日当りの雨量が約20mm以下になると,両地方とも干ばつ被害の発生を見ることがわかる。しかし,有明海北岸地方の有効雨量の減少に対する被面率の拡大頻度は東西松浦地方の約1/2である。これはクリーク地帯で灌漑用水池を有する有明海北岸地方と,降雨と自然流水に灌漑用水を依存している東・西松浦地方との違いが現われているものと思われる。

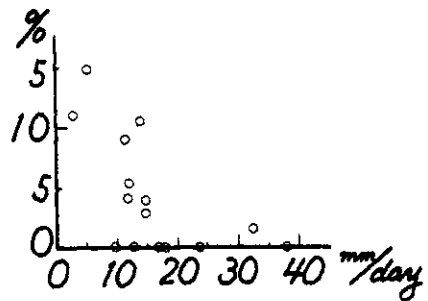


図5-6 佐賀地方気象台7, 8月0.9mm以下無降水日数と有明海北岸地方の水稻被害面積率

Fig.5-6 Relation between the percentage of damaged area of paddyfield rice plant from drought in the northern coastal region of Ariake Sea and the number of days when on precipitation or an amount of less than 0.9mm was observed during July and August at Saga Observatory.

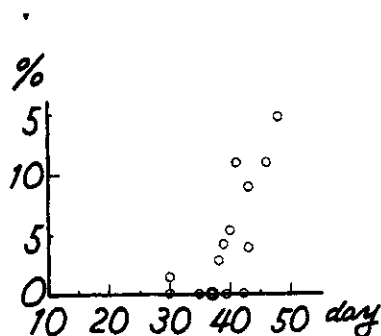


図5-7 佐賀地方気象台の7, 8月有効雨量と有明海北岸地方の水稲被害面積率と関係

Fig.5-7 Relation between the percentage of damaged area of paddyfield rice plant from drought in the northern coastal region of Ariake Sea and the precipitation amount divided by the number of days when no precipitation or an amount of less than 0.9mm was observed at Saga Local Meteorological Observatory during July and August.

なお、参考のために佐賀地方気象台1891~1960年の期間内における8, 9月0.9mm以下無降水日数の最大は1904年の55日, 7, 8, 9月の最大は1904年と1913年の77日である。

2. 佐賀県内における大雨日数の分布

佐賀県内区内観測所の1937~66年の30年間における各月毎の日降水量50mm以上, 100mm以上, 150mm以上, 200mm以上, 300mm以上, 400mm以上の大雨日数を求め, その分布図を作成した。ここには紙数の関係から100mm以

上の大雨日数の分布図を図5-9に示した。100mm以上の大雨は3~11月に現われ, 6月に最も多く, 9月は7月より少ないという結果を示している。また, 9月, 11月を除いて, 最多地域は三瀬から古湯にかけての嘉瀬川上流域にあることが図から明らかである。9月は嘉瀬川上流域の他に多良岳方面と東松浦郡方面に同程度の日数のところが現われている。

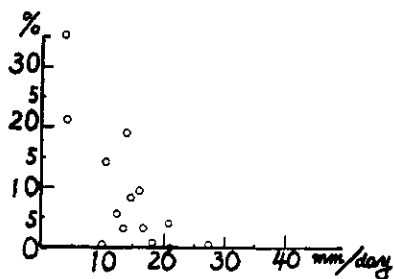


図5-8 平戸測候所の7, 8月有効雨量と東西松浦地方の水稲被害面積率との関係

Fig.5-8 Relation between the percentage of damaged area of paddyfield rice plant from drought in the east and west parts of the Matsuura region and the areal precipitation amount divided by the number of days when no precipitation or an amount of less than 0.9mm was observed at Hirato Weather Station during July and August.

以上のことから, 嘉瀬川上流域は大雨の降りやすい条件の地域であることがわかる。これは, その下流にあるわれわれの研究対象地域の有明海北岸低地の防災を検討する場合には, なおざりにできない事実である。

表5-2に古湯, 三瀬と佐賀における大雨日数の統計表を参考のために示しておいた。

3. 研究対象地域に強雨を降らせた降雨群の実例

前節で示したように, 大雨日数の分布が梅雨期と台風期とでは若干の違いがあるようである。この傾向が雨季の豪雨時にも現われるかどうかを検討しようと計画したが, 研究期間中には適当な台風の雨がなかった。ここに降雨群の移動の実例

Fig.5-9 Distribution of the number of days when the daily precipitation amount was more than 100mm, classified by months of the year for the period 1937-1966. The upper figure on left side indicates the distribution of rain-gauge stations, white circles indicating those stations of shorter observational periods.

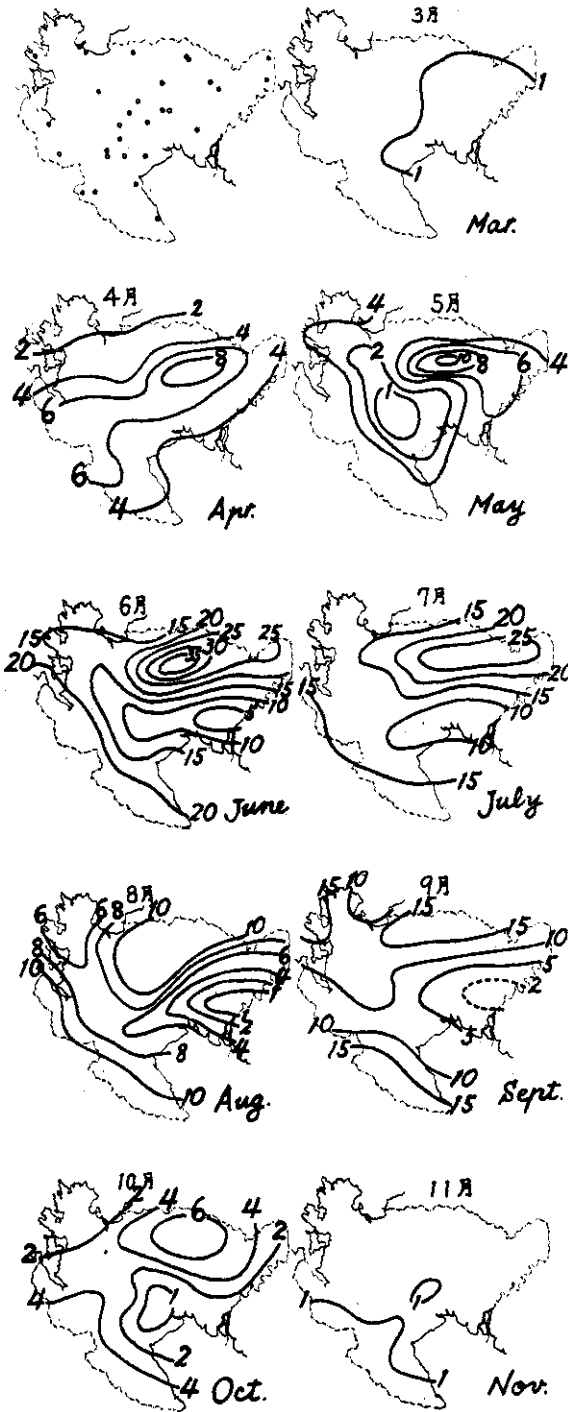


図5-9 佐賀県内観測所の各月毎の100mm以上の大雨日数の分布図(1937~1966)

表5-2 日雨量100mm以上の月別の日数(1937~1966)

Table.5-2 Number of days when the daily precipitation is more than 100mm at Furuyu, Mitsuse and Saga(1937-1966).

	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
Furuyu									
100mm<	1	8	10	37	27	11	12	7	0
200<	0	1	1	7	2	1	2	0	0
300<	0	1	0	2	0	1	1	0	0
400<	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Mitsuse									
100mm<	1	4	3	27	22	11	18	7	0
200<	0	1	0	2	1	3	7	3	0
300<	0	0	0	2	0	0	3	1	0
400<	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Saga									
100mm<	1	5	5	4	9	1	2	2	0
200<	0	1	0	2	1	1	2	0	0
300<	0	0	0	1	0	1	0	0	0

としてあげたのは、研究期間中最大の雨量をもたらした昭和40年6月26日の雨と、台風期の雨として昭和41年9月18日である。

昭和40年6月26日は台風10号が沖縄付近で熱帯低気圧となり、梅雨前線の位置にいたって温帯低気圧化し、梅雨前線を九州から東進して、熊本県をはじめとする北九州から西日本各地に水害を発生させたときの雨である。

図5-10は6月26日01~15時の間の1時間雨量分布図の雨域中心の移動を示したものである。

雨域中心は多良岳南方から有明海北岸に入るも

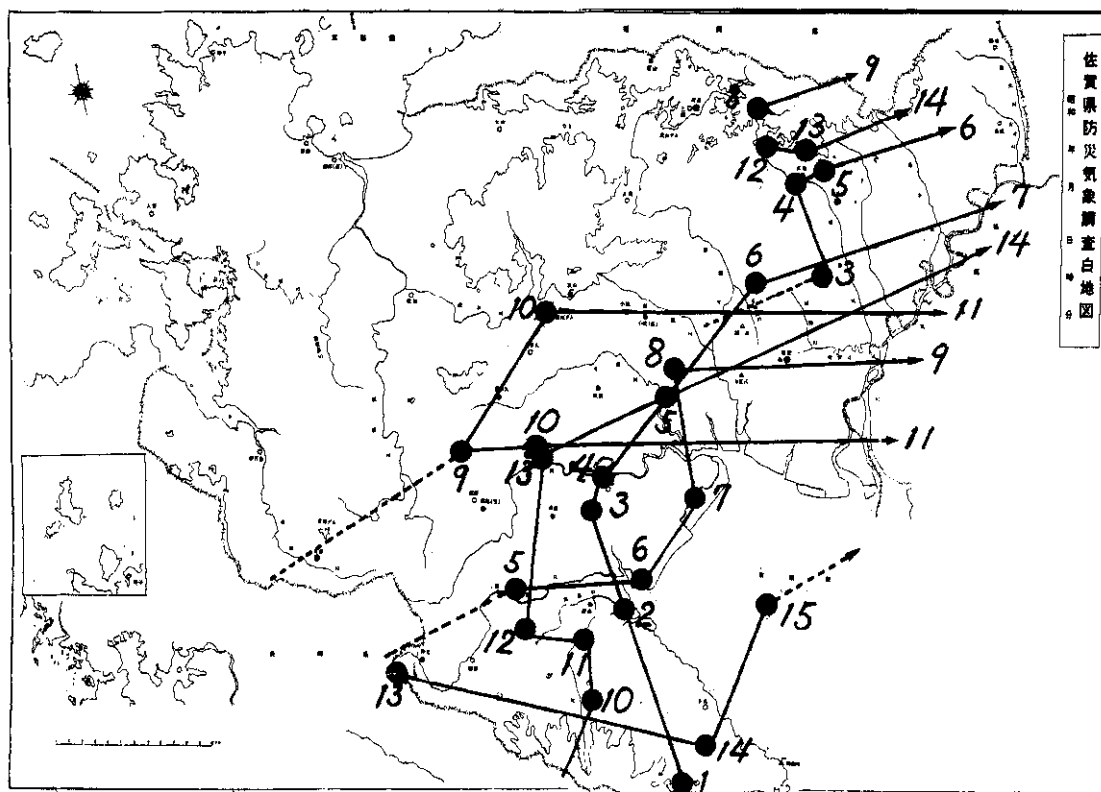


図5-10 1965年6月26日01～15時の雨域中心の移動図

Fig.5-10 Movement of the center of hourly precipitation amount from 0100 J to 1500 J 26 June 1965.

のと、六角川、有田川上流方面から東北東進して入ってくるものとある。初期のものには北上する傾向が見られたが、8時以降は東北東に進むものが多くなっている。これは低気圧、梅雨前線の通過と関連しており、低気圧は九州西部を北上して15時には対島海峡に達している。これに伴い、前線は12～15時の間に佐賀地方を通過している。研究対象地域では12～13時の1時間に最大を記録した。その時の1時間雨量分布図を図5-11に示す。

昭和41年9月18日は台風21号が沖縄から九州南を経て、太平洋沿いに東進したのであるが、沖縄から九州南部にいたる間に温帯低気圧化し、太平洋岸に停滞していた前線とあいまって、近畿地方に200mmを越す大雨を降らせた。佐賀県内には17日から降りはじめ、18日午前中一杯雨が降っている。最多1時間雨量は佐賀地方気象台では18日01時の14mm、多良で25mmが記録

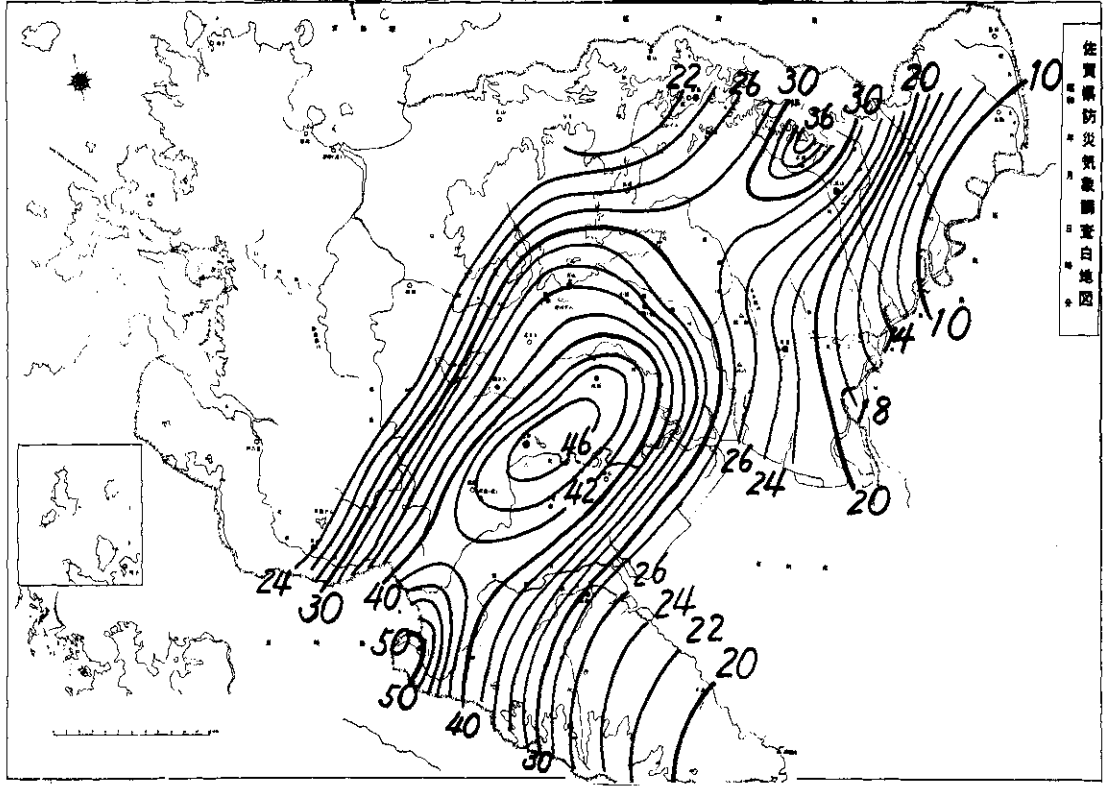
された程度である。

図5-12に9月17日19時～18日10時の間の雨量中心の移動図を、図5-13に研究対象地域に同期間内の最多雨量をもたらした18日04～05時の1時間雨量分布図を示した。6月の例の場合と違って、雨域中心の移動は六角川・有田川上流域から海北岸平野部に入り、東に去る傾向のものが多い。

図5-12の研究対象地域上に見られる雨域中心は背振山系の方から南下し、また北東に去った珍しいケースである。

以上、2例だけを示したが、有明海北岸地方に豪雨をもたらす降雨群の侵入経路は、これらの例に見られるように、

- ① 多良岳南方から北上して有明海北岸地方にいたる。
- ② 有田、六角両川の上流すなわち佐世保地方から東北東進して入る。



- 11 1965年6月26日13時の1時間雨量分布図

Fig.5-11 Distribution of the hourly precipitation amounts in mm for 1300 I 26 June 1965.

があるが、その他、昭和28年大水害時の例から
 ③ 隴島、福島方面から東南東進して有明海北
 岸地方に達する。
 が付け加えられる。

4 日雨量の超過確率

日雨量の超過確率の計算方法にはいろいろあるが、雨の降りかたや日雨量の統計的性質からいって、いずれも不完全なものである。それ故、どの方法を使用しても大差がでるわけではない。ただ、小河原氏法や鈴木法のような極値を用いての再現期間の計算値と、土木の方で用いている超過確率の計算値とは違いがでてくる。ここでは、土木で、しかも一般に用いられている岩井氏法により、1000年確率までを計算した。1000年確率まで計算した理由は、超過確率で求めた値が間欠的に現われる豪雨現象の発生時間間隔の平均値にすぎず、仮りに100年1回の発生確率が90%の信頼限界でいえるという確率値を求めるには、約930年の超過確率計算をする必要があるから

ある。

なお、このようにして計算された値以上の雨が絶対降らないという保証は何もない。これらの計算には、豪雨の発生機構はもちろん入っていないし、多雨期、寡雨期の周期的現象も考慮されていない。どの地域にどの程度の雨が降るだろうかという目安を与えるに過ぎないことをことわっておく。

計算した地点は、佐賀、古湯、嬉野、唐津、入野の5地点である。その結果を表5-3に示した。

- *
 齊藤 鍊(1957): 暴風の確率限界値, 気象庁研究時報, 9, 529~532.
 正務 章(1962): 豪雨の再現する時間間隔の度数分布特性と設計再現期間について 天気, 9, 374~378.

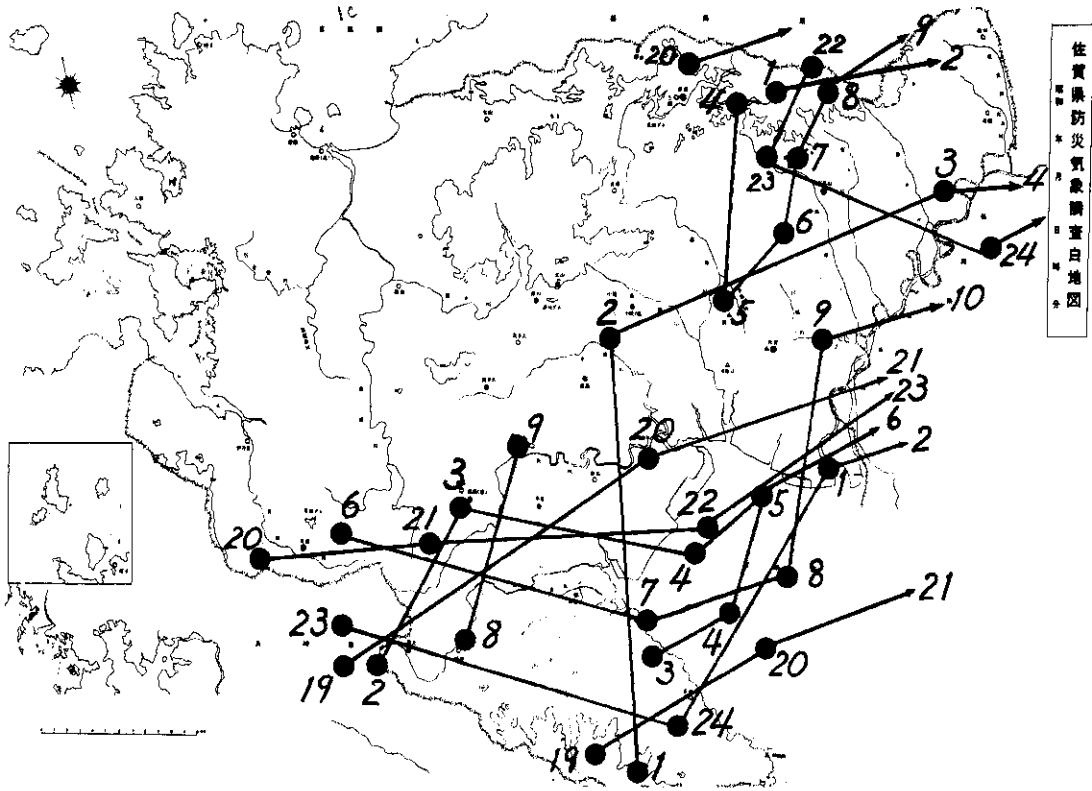


図5-12 1966年9月17日19時~18日10時の雨域中心の移動図
 Fig.5-12 Movement of the center of hourly precipitation amount from 1900 I 17 to 1000 I 18 September 1966.

表5-3 岩井氏法による日雨量の超過確率値

Table.5-3 Extreme values of daily precipitation amount by Iwai's method

	Saga	Furuyu	Ureshino	Karatsu	Irino
1/ 10	220.5	293.3	271.6	219.0	242.5
1/ 50	314.0	415.0	385.3	280.8	354.1
1/ 100	360.9	476.9	443.6	308.8	409.3
1/ 200	413.0	546.3	507.8	338.3	469.2
1/ 300	445.0	592.2	550.4	357.6	508.4
1/ 500	490.0	648.8	603.3	380.3	556.5
1/1000	554.4	735.5	684.0	413.5	622.6

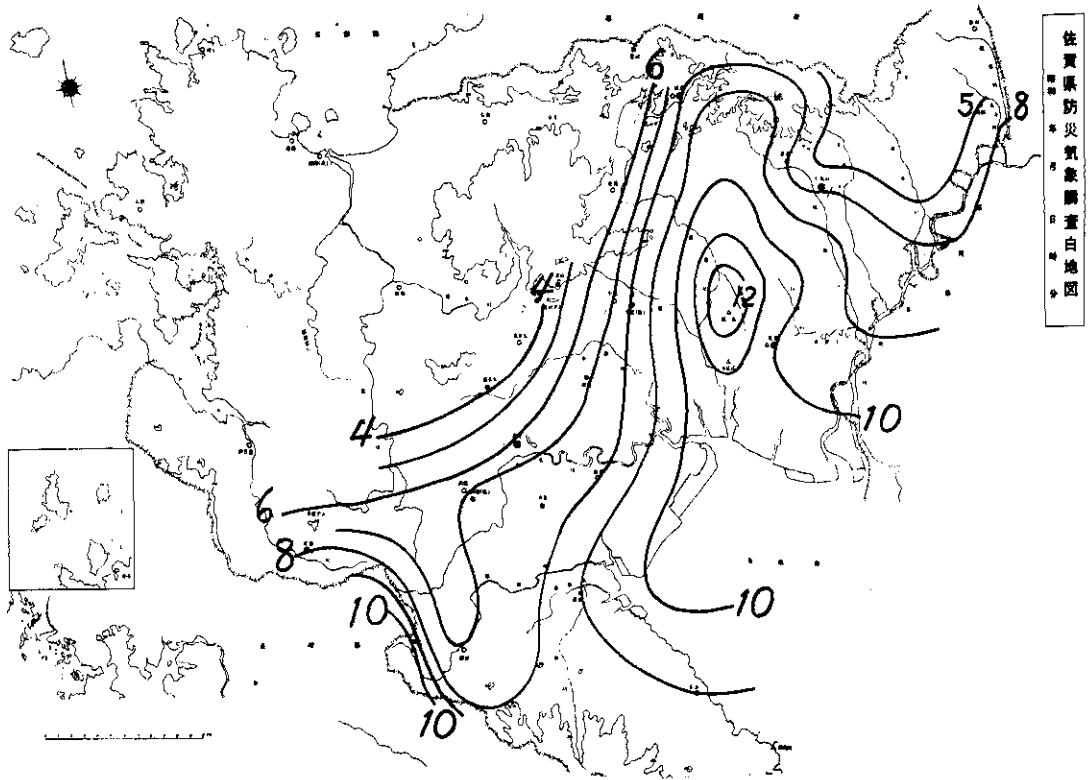


図5-13 1966年9月18日05時の1時間雨量分布図

Fig.5-13 Distribution of the hourly precipitation amounts in mm for 0500 I 18 September 1966.

5. 雨量強度計による観測結果

使用した単位時間内の雨量についての測器は流下式(channel type)のものである。この測器の特徴は、ほぼ瞬間的な雨量強度がただちに読みとられるという点と、記録した結果が解析にすぐ用いられるということである。しかし、欠点も多く、これについては逐次、改良せねばならない。

流下式雨量強度計は電気回路方式にして隔測にした。これが佐賀市周辺に配置され、大体、正三角形の頂点をしめるように設置されている。これらの3点における雨量強度の観測結果を解析してみた。しかし、3点が同時に測器を働かせた日は殆んどなく、2地点の同時記録や1点のみのものが多くなった。だから3地点相互の降雨特性をしらべるには不向きな資料が多く集まった。2点の観測データによって、ある程度、降雨特性で周期性が共通していることもわかった。

東京から遠くはなれた佐賀市での観測のため、直ちに向向することが出来ないという地理的条件

や、現地での観測者が新しい測定器に不馴れという点もあって、上述のような結果になった。特に興味のある降雨の場合、資料が完全に整備されなかったことは残念である。

1) 観測地点

観測地点は佐賀市にある佐賀地方気象台と郊外の鍋島小学校、本庄江耕地事務所の3ヶ所で、ここに雨量強度計がとりつけられた。夫々の距離と配置は図5-14のようになっている。図からわかるように、大体、1辺が4kmの正三角形の頂点に観測地が配置されている。各観測点は広大な佐賀平野に位しているのので、平坦地にあると見做される。

観測地点の間隔が余りはなれていないので、長時間にわたる降雨のときは、上記3地点で降水の記録がとれている筈である。しかしながら、前のべたように、いろんを制約によって、3地点の同時記録はわずかに1例しかなかった。ここに観測した日の一覧表を出しておく、これが表5-4

である。ここでAは佐賀地方气象台、Bは本庄江耕地事務所、Cは鍋島小学校の観測を意味する。3者が揃って観測しているのは1966年6月30日のみである。2者の同時観測は少しばかりあって、AとBの同時観測が多い。短時間の雨については観測の表から除外してある。短時間のものは特性をしらべるのに資料の総数が少なすぎるので、今回は調査の対象に入っていない。調査した降水は少なくとも3時間以上、降水時間をもったものである。降水記録の読みとりは、一応、2.5分間隔にしてある。だから1時間にデータの数は24ある。読みとったデータは特性の解析に用いるため、カードに穿孔され、計算機による資料整理に保存してある。

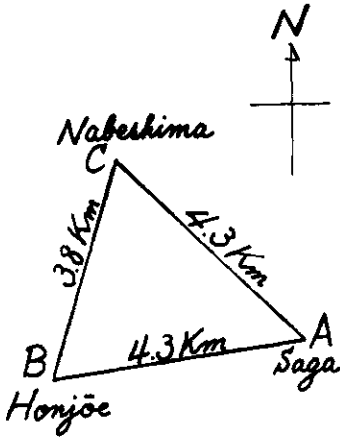


図5-14 雨量強度計の配置図
Fig. 5-14 Locations of the recorders of rainfall rate.

表5-4 雨量強度計による観測日
Table. 5-4 Days on which the observations by the recorders of rainfall rate were carried out.

1965年	4月13日	B
	14日	B
	18日	A
	23日	A, B
	25日	A, B
	27日	B

1965年	4月28日	A
	5月2日	A
	9日	A, B
	10日	B
	14日	A, B
	20日	C
	6月18日	A
	26日	A
	27日	A
	7月1日	A
	2日	A
	4日	A
	6日	A
	8日	A
	17日	A
	18日	A
	8月31日	A
	9月17日	B
	10月14日	B
	30日	B, C
	11月8日	B
	19日	B
	12月22日	C
1966年	6月19日	A
	30日	A, B, C
	7月1日	B, C
	7日	A
	10日	A, B
	12日	B
	9月16日	A
	22日	A
	23日	A

2) 計算法

ある固定した時間間隔で読みとった降水データをそのまま用いず、降水そのものの一般的傾向を見るため、移動平均を行なった。この移動平均した値と実測データとの偏差を用いて降水の周期性をしらべることにした。

図5-15には、降水強度の記録で、移動平均したものとそれの偏差との関係がしめされている。図5-15(a)は読みとったデータそのものであり、(b)は大体1時間でとった移動平均、(c)は偏差の曲線である。(d)と(e)は移動平均を前者の半分(約30分)にとった場合の曲線になっている。図からわ

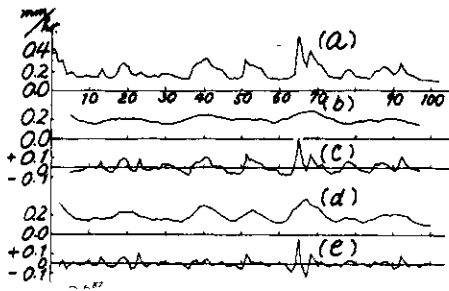


図5-15 降水強度の記録(a)
 1時間の移動平均(b) その偏差(c)
 半時間の移動平均(d) その偏差(e)
 Fig.5-15 Fluctuations of the rainfall rate by means of moving averages at intervals of one hour and half an hour.

かるように、平均からの差をとるとき、降水強度の場合には1時間ぐらいの移動平均をとれば、もとの降水強度の時間変化の曲線を大きく歪めなくすみそうである。

図5-15(d),(e)のように、半時間の移動平均では、平均曲線のほうが、原曲線に近くなり、偏差曲線のほうが細かい変動が強調されてくる。結局、短い周期のものが越してくるようになる。降水の周期特性をしらべるには、現段階ではかなり長い周期性のものでまず、取りあつかってみるのがよいと思われる。よって今回は、大体1時間の移動平均(計算の場合、23項平均)をとって解析した。

降水特性をしらべるために、読みとった瞬時値の周期性をとってみた。これには各時刻毎に並べられた読みとりデータの自己相関関数の曲線をつくるとよい。ここで上記の偏差値を用い、これから時間的な自己相関関数を計算した。これはほり大な計算量となるので、電子計算機にたよることとした。図5-16は降水強度の記録から計算によって求めた自己相関関数の時間曲線が出してある。この図は極めて顕著な周期性をもった降水群の場合の例である。大抵の降水はこのような周期性をもっているものである。図5-17は1965年6月26日の降雨について計算したものであるが、これによると、40~50分のところに周期性のあることがわかる。

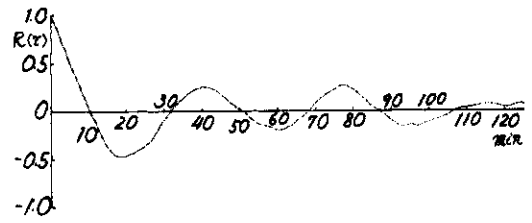


図5-16 降雨強度の記録から求めたコレログラムの例

Fig.5-16 Typical correlogram by means of the data of rainfall rate.

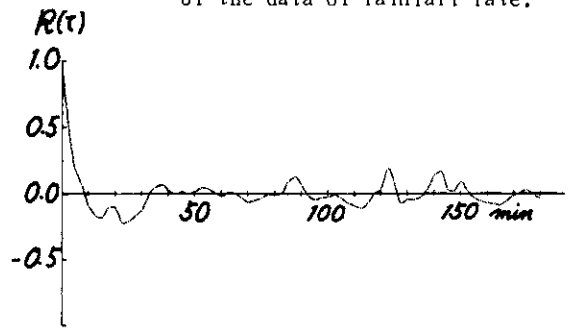


図5-17 佐賀地方気象台の降雨記録から求めたコレログラム

(1965年6月26日)

Fig.5-17 Correlogram obtained by the data of rainfall rate recorded at Saga Local Meteorological Observatory on 26 June 1965.

3) 降雨強度の周期性

佐賀にある3点A, B, C(図5-14)で観測した降水強度の記録で、2.5分毎に読みとった系列のデータによって、自己相関関数を計算し、その結果のうち、3点のものと、2点のもので同じ日に観測したものをしらべてみた。同じ日であるから降水の性質は似ているものと考えられる。しかし、観測点相互に距離があるため、自己相関関数の曲線は完全に一致していない。ある程度の許容をもてば、似ている曲線になる。

2点で同時観測を行なった例として、1966年7月10日をとってみよう。この日には、佐賀地方気象台と本庄江耕地事務所の2点(A, B)の観測データがえられている。この2点の瞬時雨量強度(2.5分毎にとったもの)の値から計算した自己相関関数の曲線は図5-18に出してある。

この図からわかるように、2地点における降水特性で周期性があり、その時間も大体一致している。図5-18より、30~40分と55分ぐらいのものがみとめられる。かくして、同一雨域のものと思われるときには、降水特性の一つである降水強度の周期性も一致するようである。換言すれば、4 kmぐらい離れたところでは、降雨の性質が大体似ていると見做される。

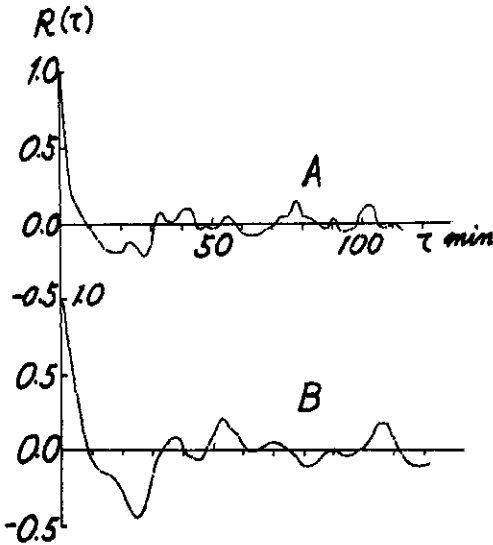


図5-18 2地点同時観測の場合のコレログラム

Fig. 5-18 Correlograms obtained by the data of rainfall rate recorded simultaneously at 2 points.

つぎに、3地点の観測によるものを出してみよう。これは1例しかなく、1966年6月30日の降水資料が用いられる。これによって計算したものが図5-19に出してある。3地点で各々に計算した自己相関関数は夫々、異なった曲線になっているが、30分ぐらいのところでは一致した正の相関関数値をとっている。各々の曲線の山や谷も大体同じ時間に起こっていることがわかる。この図でO点(鍋島小学校)のデータは読みとりの開始点が他の2点よりかなり遅れたことにより、相関関数の曲線が若干違っている。

同時観測したデータで少し異なっているものを出してみよう。これは1965年4月23日のも

ので、A点とB点の記録から読みとった。このデータで計算した相関関数の曲線は図5-20に出してある。A点(佐賀地方気象台)のデータで計算したものから降雨特性を推察すれば、ここでは極めて見事な周期比のパターンが降雨にみとめられている。この周期は30~40分であって、スペクトルも単峰性の分布になると考えられる(今回は降水スペクトル分布は計算していない)。しかし、B点(本庄江耕地事務所)のもので計算すれば、A点のものほどはっきりした周期性があらわれていない。B点の周期はA点のもの約2倍になっている。すなわち、A点の相関関数曲線で50分にある谷が、B点では山となっている。A点とB点の谷が85分ぐらいのところでは一致している。両地点の距離は4 kmしかないのに、相関関数の曲線が違っている。この日の降雨については細かいスケールの気象場解析が必要である。降水の周期性が4 kmぐらいはなれた2点で1:2になっていることは降水域のなかに両地点が完全に入りこんでいないためであろう。A点は市街地であり、B点は田園地帯にある。地表面の差異もこの種類のスケールの雨には影響を及ぼしているかもしれない。いずれにしてもスモールスケールの気象の問題である。

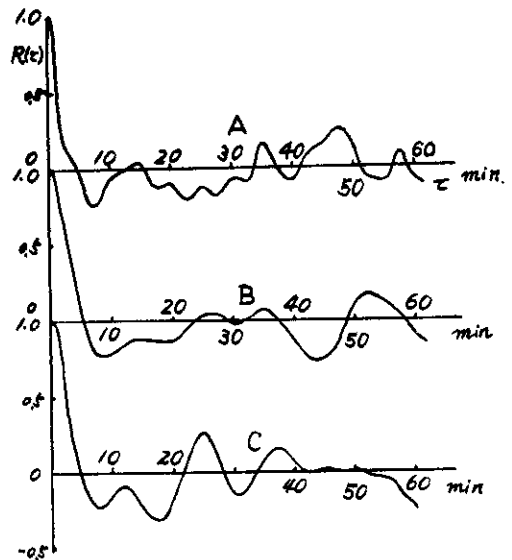


図5-19 3地点同時観測の場合のコレログラム
Fig. 5-19 Correlograms obtained by the

data of rainfall rate recorded
 simultaneously at 3 points.

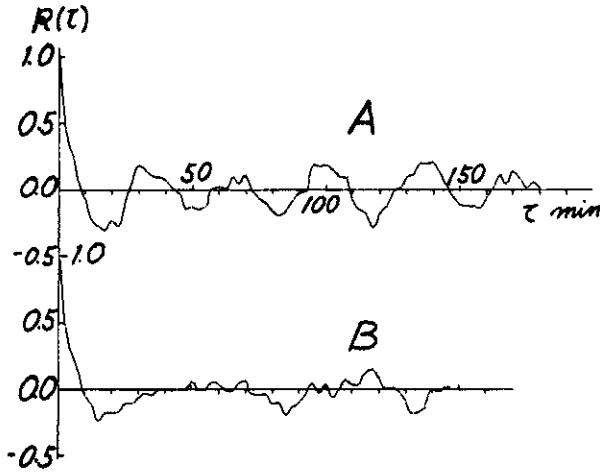


図5-20 2地点同時観測の場合のコレログラム

Fig. 5-20 Different patterns correlograms obtained by the data of rainfall rate recorded simultaneously at 2 points.

6. 結 び

一番力を入れた現地観測が、研究対象地域が遠隔の地にあると、維持管理が取扱いに不馴れな人々にゆだねられたための管理の不行きとどきのために、当初の目的を達成するような資料を得ることができなくなってしまったことは残念である。

降雨の機構と関連ある風の場の解析も既存施設のみでは大切な地域に空白が生じ、これも発表するほどの成果を得ていない。

われわれの開発した降雨強度計が維持管理を間違わなければ、豪雨時の降雨強度の測定に適切であることがわかったことが大きな成果である。さらに取扱いを容易ならしめれば、防災の基礎資料となる降雨強度の測定が専門技術者以外の人々でも手得することが可能になるので、われわれとしては、この方面に改善を考慮している。