

## Studies on Rainfall Distribution in Forested Mountains

脇水, 健次

坂上, 務

元田, 雄四郎

林, 静夫

<https://doi.org/10.15017/10814>

---

出版情報 : 九州大学農学部演習林報告. 55, pp.171-186, 1985-06-25. Research Institution of University Forests, Faculty of Agriculture, Kyushu University

バージョン :

権利関係 :



## 山林地の雨量分布に関する研究

脇水 健次・坂上 務  
元田 雄四郎・林 静夫

### Studies on Rainfall Distribution in Forested Mountains

Kenji WAKIMIZU, Tsutomu SAKANOUÉ,  
Yushiro MOTODA and Shizuo HAYASHI

#### 要 旨

山林荒廢の誘因の一つに雨の降り方の異常性があげられる。山間地における降雨の時間・空間的特性を知るために、九州大学宮崎演習林（大河内）で長期間にわたり観測を行ってきた。数年にわたって得られたデータを解析した結果、山間地における雨について、次のような特徴を明らかにすることができた。

- i) 大河内は、九州本土内では最も雨の多い地域の中にあり、強い雨が長時間継続する型の雨が多い。
- ii) 大河内周辺の流域では、雨量分布に著しい局地性があり、雨量分布の形は、梅雨前線性と台風性とで異なる。台風性の方が、梅雨前線性より局地性が顕著となる。
- iii) 雨量分布に局地性が生じる理由は、九州山系による大きなスケールの地形特性および大河内周辺の小地形の特性と上層風の影響によるものと考えられる。

#### 目 次

1. まえがき	4.1. 日雨量について
2. 観測方法	4.2. 一雨雨量について
3. 大河内の雨量特性	5. 雨量解析
3.1. 年最大日雨量の比較（九州全体）	5.1. 時間雨量の統計
3.2. 年最大時間雨量の比較（九州全体）	5.2. 風向と雨量分布
3.3. 最大日雨量の比較（宮崎・熊本県）	6. むすび
4. 一ツ瀬川上流域（大河内流域）における大雨時の雨量分布	要旨
	引用文献

### 1. ま え が き

わが国の国土の約2/3は、森林が占めている。従来、森林のもつ役割には、(i) 林産資源の供給、(ii) 水源の涵養、(iii) レジャーなどの保健、休養、(iv) 環境の保全、(v) 山林荒廢の防止等があげられる。この中でも特に、山林荒廢の防止について考えてみると、全体の山林の約1.2%にわたって荒廢している（矢野編著、1971）という現状か

らも、森林のもつ大切な役割をうかがうことができる。

荒廃の原因には、大きくわけて自然的条件と、人為的条件の二つがある。

自然的条件には、(i) 地形、(ii) 地質、(iii) 降雨の量とその強度、(iv) 地かく変動等が考えられる。一方、人為的条件には、(i) 山林のらん伐、(ii) 無計画な山地開発等が考えられる。

自然的条件の一つである、降雨の量とその強度について考えてみると、降雨の量の多少およびその強度の強弱により、ある時は大切な水資源となり、ある時には、山林地から、土砂や石レキなどを生産し、流出を行い、土石流や山崩れ等の災害に結びつく程の大きな山林荒廃を発生させることもある。

ところで、これらの誘因は、単独で山林荒廃を発生させる場合もあるが、一般には、これらの誘因が、相乗作用をおこし、山林荒廃を発生させる場合が多い。つまり、山林荒廃は、流域としての自然条件を知り、山地保護に努力するとともに、災害の直接的原因となる豪雨(大雨)についての情報も十分に把握しておく必要がある。一方、山間地域の降雨分布や、降雨の斜面への集中化等に大きく影響を与える風についてもその特性を把握することが重要になる。

今迄に、山林荒廃の重要な誘因となる山間地域での雨の降り方に関する研究は数多く行われてきている。

たとえば、GEIGER (1928) や坂上 (1969) は、単純地形(孤立円錐山)で雨量観測を行い、その結果、風速が大きくなると、水平面雨量は、山の風上側より風下側の方が多くなることを観測した。

一方、武田 (1960) は、POCKELS (1901) の考えを発展させ、理論的に単純な地形での風と雨量分布との関係について検討を行った。その結果、二次元ポテンシャル流れの降雨線に直角な面上での降雨強度は、一般に風上側より風下側が大きく、風速が小さくなると風上側と風下側ではその差が小さくなることを見出した。

複雑な地形での雨量分布に関する研究は、今迄に BALCHIN *et al.* (1948) や MERVA *et al.* (1976) が行っており、雨量分布に与える影響因子として、地上の風向、風速、地形(標高、斜面のむき等)を見い出している。

しかし、地形と雨量分布の関係は、十分な定量的解析が行われていない。その理由に、雨量観測の難かしさ、降雨と地形との関連性についての理論的解析の不十分さ等が考えられる。

しかし、山間地域の雨の特徴(局地性、突発性等)を明らかにすることは、前述したような山林荒廃の防止面からも非常に重要であると思われる。

そこで、本論文では、山林地域を対象に、雨量および風の観測を行い、解析を行ったのでその結果を報告する。

## 2. 観測方法

観測を行った場所は、一ツ瀬川の最上流域で、俗に九州の屋根と言われ、まわりには、市房山 (1722 m) をはじめ、標高 1500m 以上の山々が連なっている山岳地帯である。

対象とした地域は、九州大学宮崎地方演習林(宮崎県東臼杵郡椎葉村大河内)を中心とした約 100 km<sup>2</sup> である(図 1)。

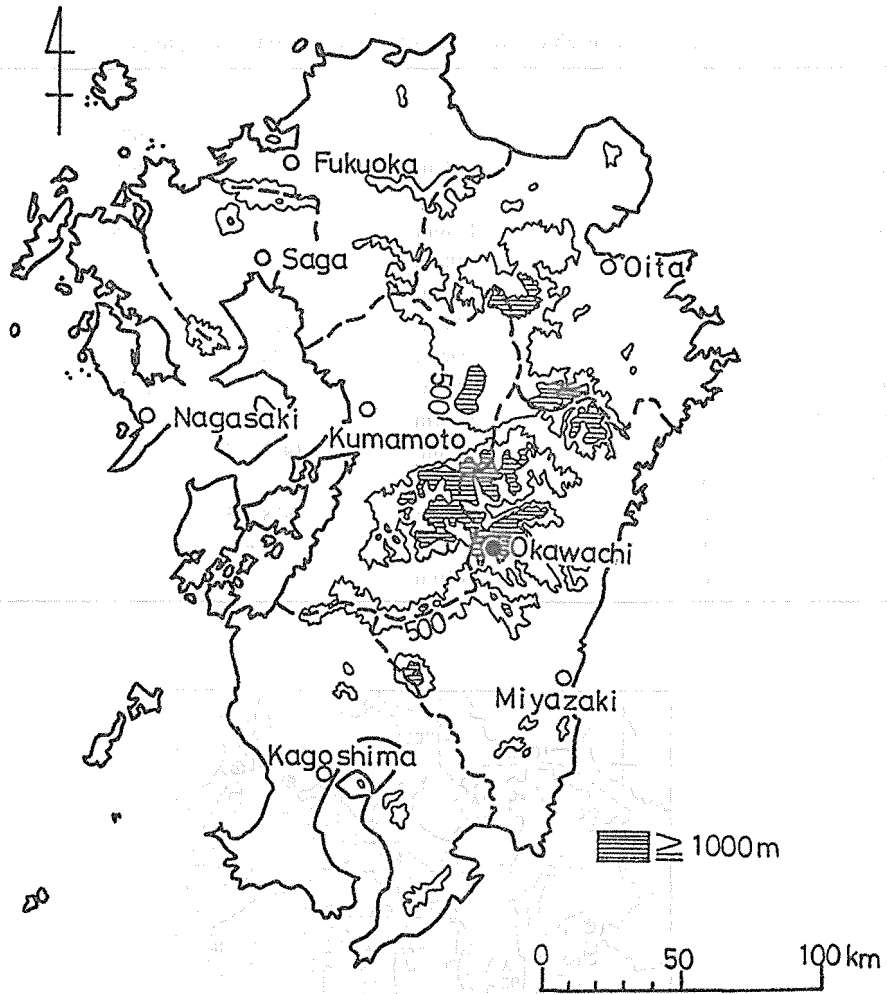


Fig. 1 Topographic map of Kyushu District  
 図1 地形図(九州)

雨量観測は、1976年7月から1982年11月までの約7年間（夏期のみ：4月～11月）にわたり行った。雨量計は、すべて長期巻自記雨量計を用いた（図2、表1）。

風向、風速の観測も、1977年5月から1982年11月までの約6年間にわたり、大河内と尾崎峠で行った（図2、表2）。

以上の観測と並行して、実際の斜面が受ける雨量（斜面雨量）の観測も槇鼻地区の斜面で行った。

### 3. 大河内の雨量特性

大河内の平均年雨量は、3533.4 mm（1944年～1968年）である。これは、東京の

表1 雨量計の設置状況  
Table 1 The characteristics of each station (rain-gauge)

設置場所	受水口	設置場所の標高	観測開始年月	備考
1 大河内	水平面	600m	1943年8月	1976年7月から利用
2 大屋敷	"	700m	1976年7月	1978年一時中止
3 ダムサイト	"	900m	"	
4 展望台	"	1040m	"	1978年一時中止
5 尾崎峠	"	1100m	"	
6 住友	"	1100m	"	
7 城	"	900m	1977年6月	
8 矢立	"	860m	1976年7月	
9 合戦	"	860m	"	1978年に中止
10 26林班	"	1100m	1979年4月	
11 大やぶ	"	1000m	1976年7月	1978年に中止
12 榎鼻 (A <sub>h</sub> )	"	980m	"	
" (B <sub>h</sub> )	"	1000m	1978年5月	
" (B <sub>s</sub> )	斜面	1000m	"	
" (C <sub>s</sub> )	"	1010m	"	

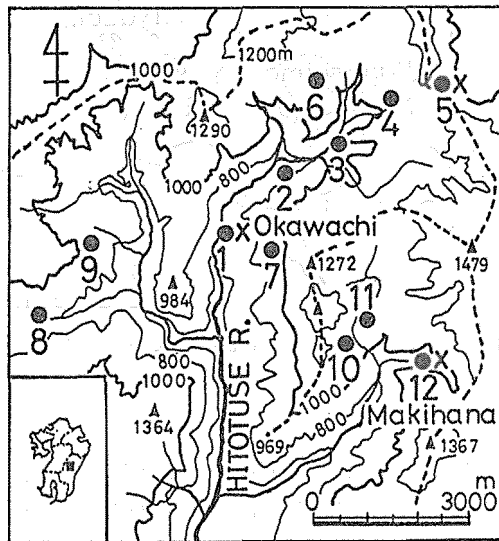


Fig. 2 Objective region and observation stations  
●: rain-gauge ×: wind vane and anemometer

図2 観測地域および観測器械配置図  
●: 雨量計 ×: 風向風速計

1460 mm, 福岡の 1690 mm (1951年~1980年) の約2倍から約2.3倍に相当する。過去の大河内での年雨量の最大値は、1954年の6417.5 mmである。日本でも屈指の最多雨域となっている。

表2 風向・風速の設置状況

Table 2 The characteristics of each station (with vane and anemometer)

設置場所	設置場所の標高	観測開始年月	備考
1 大河内	600m	1976年7月	1978年1時中止
5 尾崎峠	1100m	1977年5月	
12 槇鼻	1010m	1978年5月	

表3 年最大日雨量 (大河内: 1944~1977)

Table 3 The annual maxima of daily precipitation observed at Okawachi (1944~1977)

順位	発生年月日	日雨量 (mm)	気象原因
1	1954. 9. 12	725.0	台風
2	1946. 8. 19	607.1	台風
3	1950. 9. 14	575.8	台風
4	1955. 9. 29	548.0	台風
5	1971. 8. 29	539.0	台風
6	1957. 8. 19	516.0	台風
7	1964. 8. 23	480.0	台風
8	1956. 8. 16	386.2	台風
9	1960. 6. 21	379.8	梅雨前線
10	1972. 7. 20	375.0	台風



Fig. 3 Meteorological observation stations in Kyushu District

図3 気象観測所 (九州)

3.1. 年最大日雨量の比較 (九州全体)

大河内における年最大日雨量の過去の最大値は、1954年9月12日の725.0 mmである。統計期間は、1944年~1977年である。

34年間 (1944年~1977年) の各年最大日雨量の気象原因を調べてみると大半が台風によるものである (表3)。

つぎに、年最大日雨量を用いて、大河内と周辺地域 (九州本土内のおもな気象観測所21箇所, 図3) との比較を確率雨量を用いて行った。確率計算は、ガンベル-チヨウの方法によった。

その結果、20年および50年の再現期間の確率雨量の値は、大河内をはじめ阿蘇山、雲仙岳など山岳地帯で大きくなっている。なかでも大河内は、他に較べてもかなり大きな値を示しており、平地にある観測所の2~3倍の値となっている (図4, 図5)。

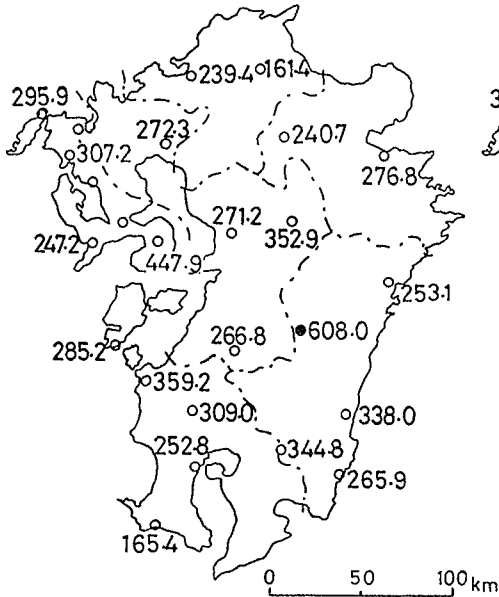


Fig. 4 20-year probable daily precipitation (mm)

図4 20年確率日雨量 (mm)

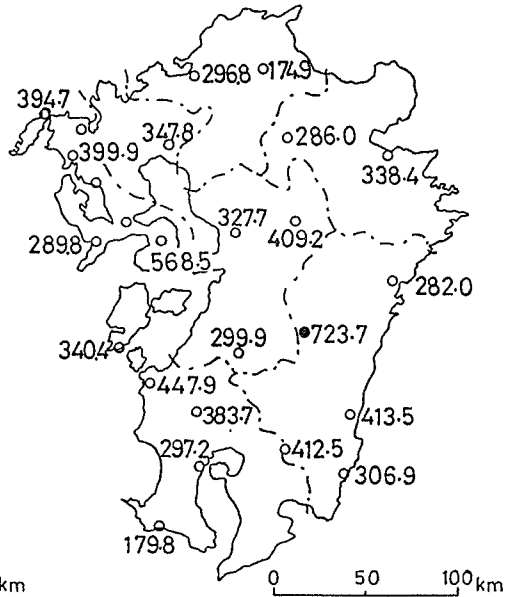


Fig. 5 50-year probable daily precipitation (mm)

図5 50年確率日雨量 (mm)

3.2. 年最大時間雨量の比較(九州全体)

大河内における年最大時間雨量の過去の最大値は、1955年9月29日および1972年6月12日の62.0mmである。統計期間は、1955年～1977年の23年間である。

23年間の各年最大時間雨量の気象原因を調べてみると日雨量と同様に大半が台風によるものである(表4)。

年最大日雨量の場合と同様に、年最大時間雨量を用いて、大河内と周辺地域(九州本土内のおもな気象観測所21箇所、図3)との比較を確率雨量を用いて行った。確率計算は、ガンベル-チョーの方法によった。

その結果、20年および50年の再現期間の確率雨量の値は、日雨量の場合と大きく異なり、いずれも周辺地域の値と同じか小さくなっている(図6、図7)。

このことから、平地でも、対流性降雨等の原因により雨量の値が大きくなると考えられる。一方、大河内のような山岳地帯では、雨量の値が大きな雨が、長時間にわたって降り、平地では、短時間にわたってしか降らないと考えられる。

表4 年最大時間雨量(大河内:1955~1977)

Table 4 The annual maxima of hourly precipitation observed at Ohkawachi (1955~1977).

順位	発生年月日	時間雨量(mm)	気象原因
1	1955. 9. 29	62.0	台風
1	1972. 6. 12	62.0	前線
3	1957. 9. 6	60.0	台風
4	1956. 8. 16	59.0	台風
5	1964. 9. 24	59.0	台風
6	1968. 9. 24	54.0	台風
7	1966. 9. 24	50.0	台風
8	1974. 9. 8	48.0	台風
9	1963. 8. 17	44.0	前線
10	1971. 8. 5	44.0	台風

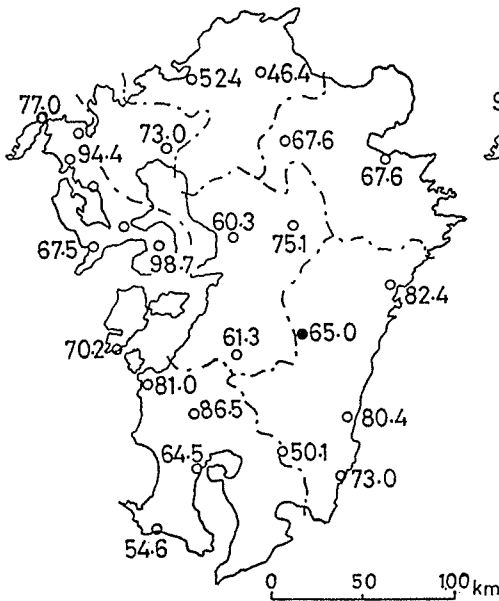


Fig. 6 20-year probable hourly precipitation (mm)

図6 20年確率時間雨量 (mm)

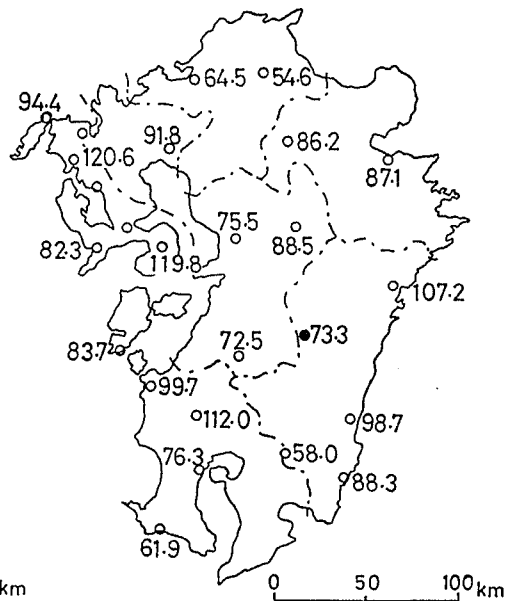


Fig. 7 50-year probable hourly precipitation (mm)

図7 50年確率時間雨量 (mm)

### 3.3. 最大日雨量の比較 (宮崎・熊本県)

九州山地を含む、宮崎、熊本両県内での各観測所の最大日雨量の特徴について検討した。統計期間は、1944年～1977年の34年間である。

まず、各観測所で実測された最大日雨量が、どの程度の再現期間に相当するかを検討した(図8)。

その結果、熊本の最大日雨量は、再現期間が500年に相当し、阿久根、延岡では、100年から150年の再現期間に相当することがわかった。一方、山岳地域に属する観測所では、20年から50年と比較的短い再現期間が得られた。

次に、九州山地によりどのような日雨量分布が生じるかを宮崎、熊本両県で検討した。その結果、日雨量分布は、次の三つの型に分類されることが判明した。

- i) 太平洋岸側が雨量が多い型 (代表例, 1951年10月13日, ルース台風, 図9)。
- ii) 九州山地が雨量が多い型 (代表例, 1954年9月12日, キャシー台風, 図10)。
- iii) 有明海側が雨量が多い型 (代表例, 1971年6月23日, 梅雨前線, 図11)。

## 4. 一ツ瀬川上流域 (大河内流域) における大雨時の雨量分布

### 4.1. 日雨量について

一ツ瀬川上流域における日雨量分布図を用いて、その特性を把握してみた(図12, 図13)。



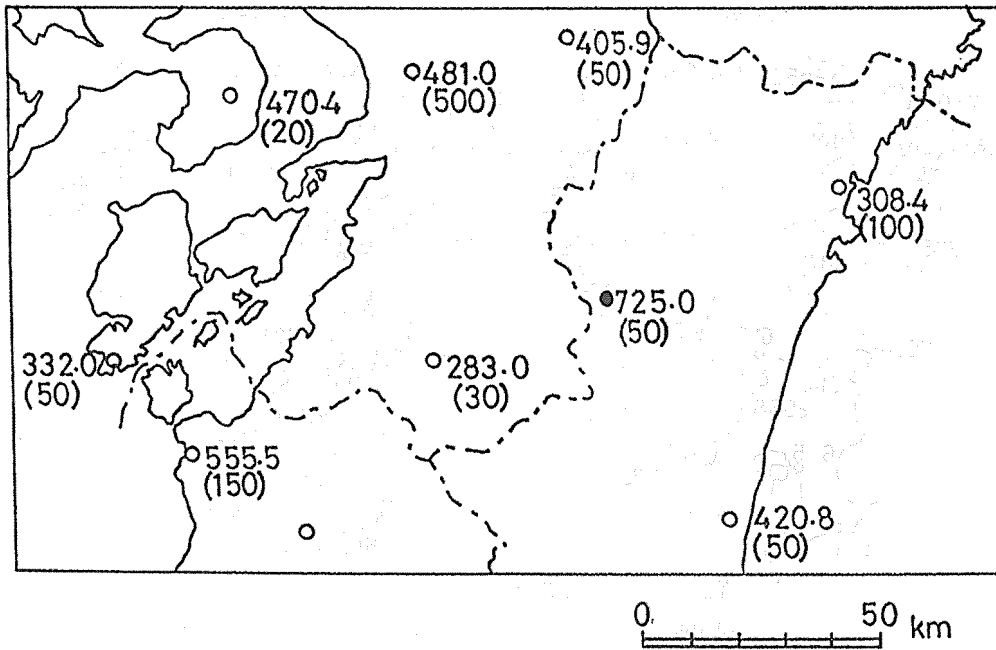


Fig. 8 Maximum daily precipitation and return period at each station (mm)(1944~1977)

図8 各観測点の最大日雨量 (mm) と再現期間 (1944~1977)

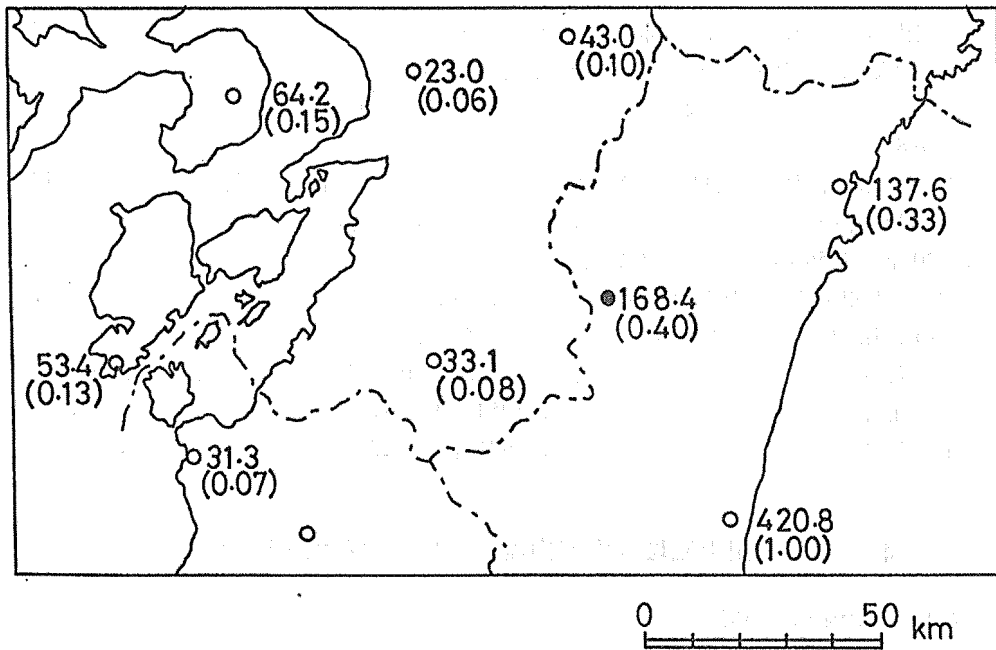


Fig. 9 Daily precipitation at each station (mm) (13 Oct. 1951)

図9 各観測点の日雨量 (mm) (1951. 10. 13)

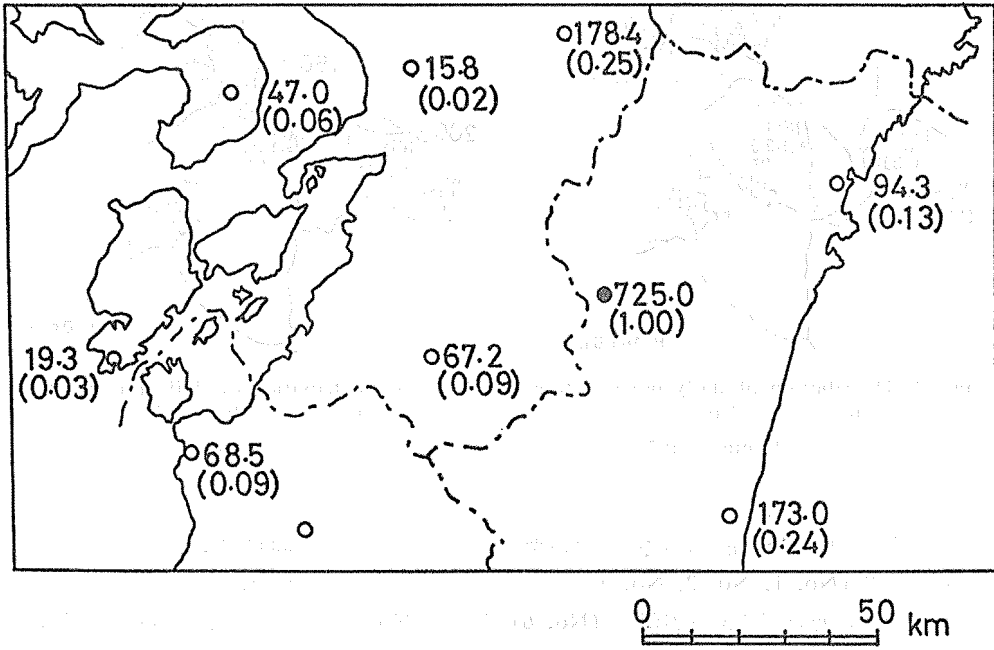


Fig. 10 Daily precipitation at each station (mm) (12 Sept. 1954)  
図10 各観測点の日雨量 (mm) (1954. 9. 12)

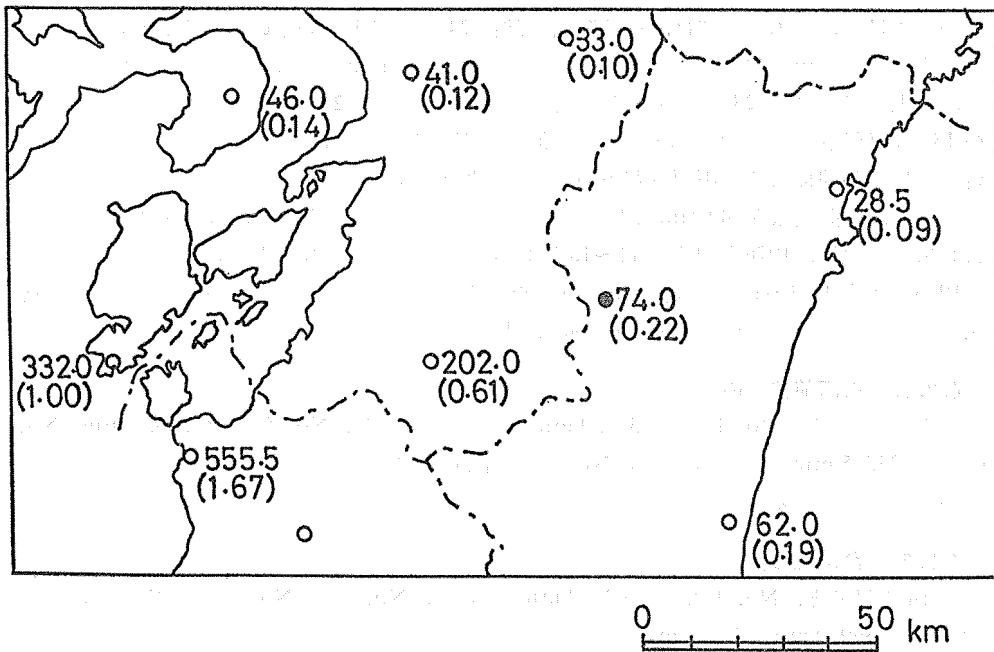


Fig. 11 Daily precipitation at each station (mm) (23 June 1971)  
図11 各観測点の日雨量 (mm) (1971. 6. 23)

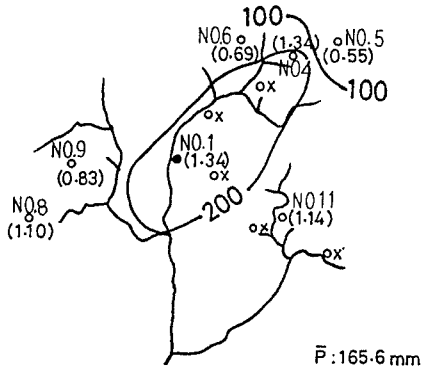


Fig. 12 Distribution of daily precipitation (mm) (10 Sept. 1976)

図12 日雨量分布図 (mm) (1976. 9. 10)

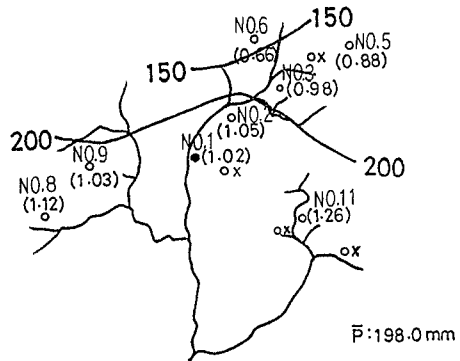


Fig. 13 Distribution of daily precipitation (mm) (15 June 1977)

図13 日雨量分布図 (mm) (1977. 6. 15)

その結果、日雨量分布は、次の三つの型に分類されることが判明した。

- i) 谷間 (No. 1, No. 2, No. 3 を中心に) で、雨量が多い場合。
- ii) i) の点と周辺部 (谷斜面 (No. 6) と峠 (No. 5) 以外) で雨量が多い場合。
- iii) ごく少数例ではあるが、谷斜面 (No. 6) と峠 (No. 5) を中心に雨量が多い場合。

#### 4.2. 一雨雨量について

一雨雨量とは、本論文では、連続降雨の前後 24 時間以上無降水のものをいう。

一雨雨量の降雨原因を調べてみると、時間雨量が 10 mm 以上の雨を含む一雨雨量の場合、台風によるもの 28%，梅雨前線と低気圧によるもの 23%，低気圧と前線によるもの 18%，低気圧によるもの 13%，その他の原因によるもの 18% となった。大河内では、台風と梅雨前線による一雨雨量が多いことが判明した。

そこで、時間雨量が 40 mm 以上のものを含む一雨雨量の 2 例 (1977 年 6 月 15 日～17 日：梅雨前線性、1976 年 9 月 9 日～13 日：台風性) について検討した。

1976 年 9 月 9 日～13 日の台風は、東シナ海を北上し、長崎に上陸、その後、福岡を通過し日本海へぬけたものである (図 14, 図 15)。

##### 4.2.1. 梅雨前線性の雨

図 15 をみると、No. 1 では 351.0 mm であるのに対し、No. 5 では 306.0 mm, No. 6 では 233.5 mm となっている。No. 6 を除いて、ほぼ、均一に近い形で雨量が分布していることがわかる。

##### 4.2.2. 台風性の雨

図 14 を見ると、No. 1 では、635.0 mm に対し、No. 5 と No. 6 は、No. 1 の値の約 1/2 の 369.0 mm, 325.5 mm となっていて、非常に局地性に富んだ雨量が分布していることがわかる。

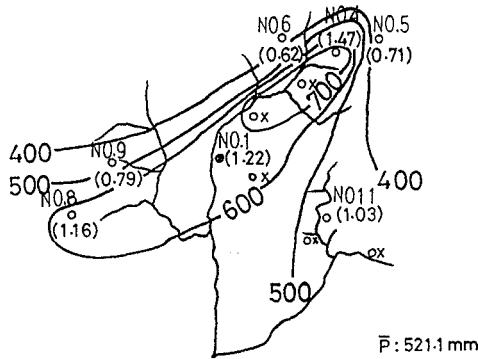


Fig. 14 Distribution of total amount of precipitation (mm) (7~13 Sept. 1976)

図14 一雨雨量分布図 (mm) (1976. 9. 7~13)

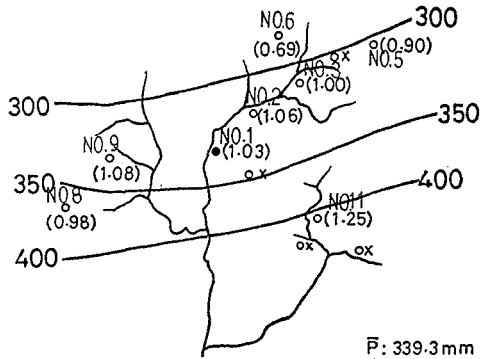


Fig. 15 Distribution of total amount of precipitation (mm) (15~17 June 1977)

図15 一雨雨量分布図 (mm) (1977. 6. 15~17)

### 5. 雨量解析

ここでは、雨量分布に差が生じる理由について検討を行った。

#### 5.1. 時間雨量の統計

##### 5.1.1. 一時間雨量の階級別度数分布

まず、一時間雨量の 5 mm 刻みの階級別度数分布を求めてみた。解析の対象とした観

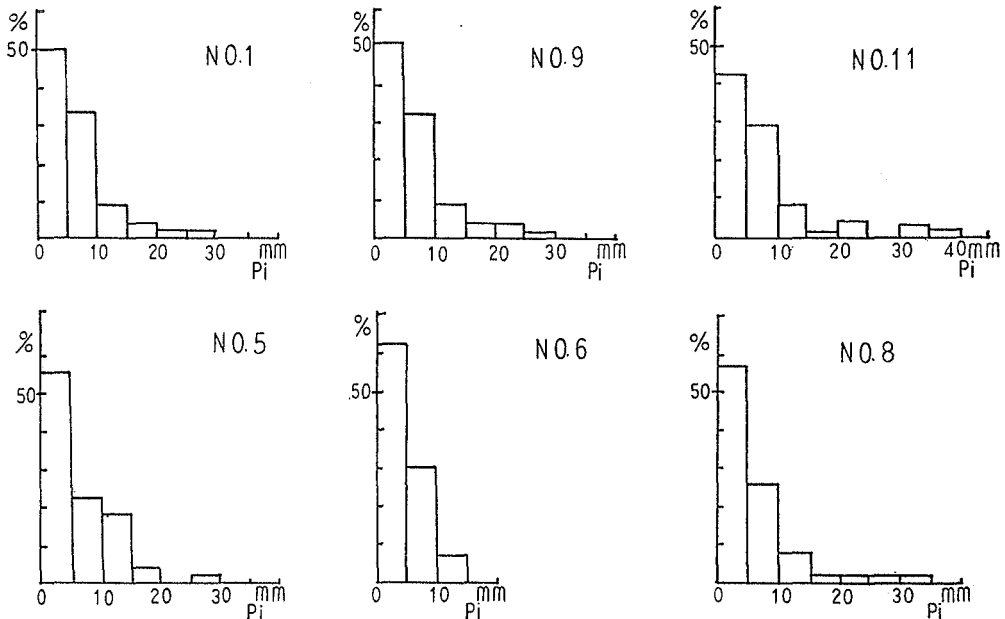


Fig. 16 Histogram of hourly precipitation (14~17 June 1977)

図16 時間雨量の度数分布図 (1977. 6. 14~17)

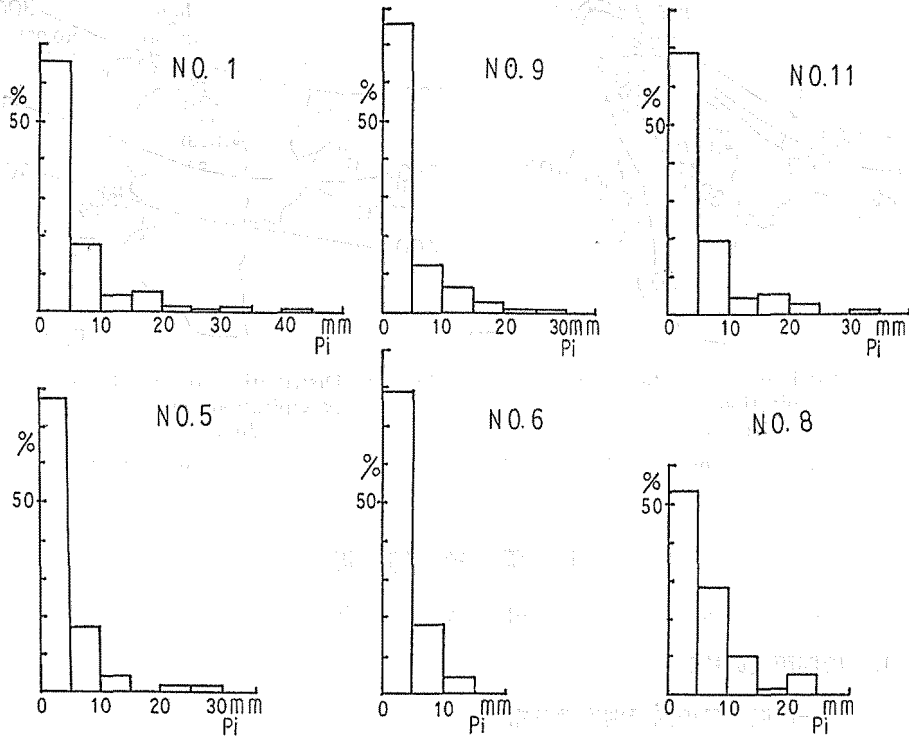


Fig. 17 Histogram of hourly precipitation (7~13 Sept. 1976)

図17 時間雨量の度数分布図 (1976. 9. 7~13)

測点は、資料の関係上、No. 1, No. 5, No. 6, No. 8, No. 9, No. 11 の6観測点とした (図16, 図17)。

その結果、梅雨前線性の雨の場合 (図16) は、分布の形が、No. 6を除いて、ほぼ同じ形を示すことが判明した。No. 6は、小さな雨量の雨が多く降っており、その結果、一雨雨量が小さくなると思われる。

一方、台風性の雨の場合は、No. 1とNo. 11は、分布の形が似ており、大きな雨量の雨も含んでいる。しかし、No. 5, No. 6, No. 9は、小さな雨量の雨を多く含み、その結果、一雨雨量が小さくなると思われる。

#### 5.1.2. $P_i/\bar{P}$ の階級別度数分布

つきに、一雨雨量に含まれる 5 mm/h 以上の雨を対象に、梅雨前線性の雨と台風性の雨の各々の場合について、次のような解析を行った。

$$\bar{P} = \sum P_i / N \quad (1)$$

$$A = P_i / \bar{P} \quad (2)$$

ここに

$\bar{P}$ : 面積雨量 (mm)

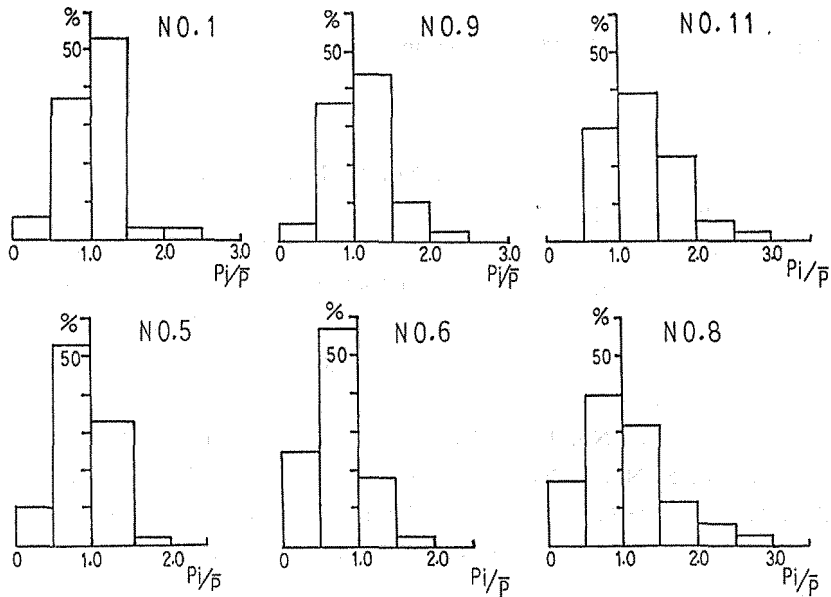


Fig. 18 Histogram of  $(P_i/\bar{P})$  (14~17 June 1977)  
 $P_i$ : hourly precipitation at each point (mm)  
 $\bar{P}$ : hourly areal precipitation (mm)

図18  $(P_i/\bar{P})$  の度数分布図 (1977. 6. 14~17)  
 $P_i$ : 各観測点での1時間雨量 (mm)  
 $\bar{P}$ : 1時間面積雨量 (mm)

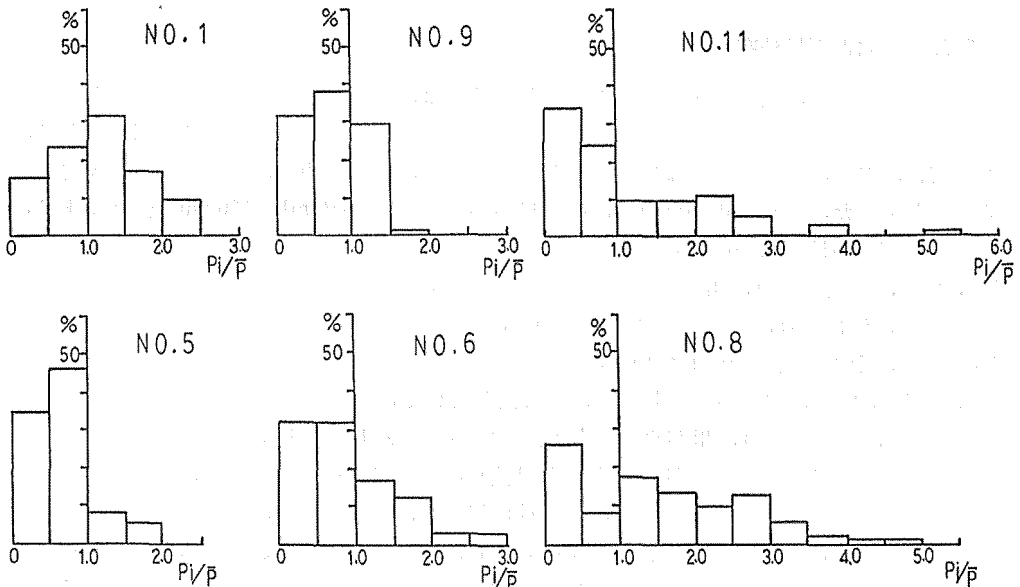


Fig. 19 Histogram of  $(P_i/\bar{P})$  (7~13 Sept. 1976)  
 $P_i$ : hourly precipitation at each point (mm)  
 $\bar{P}$ : hourly areal precipitation (mm)

図19  $(P_i/\bar{P})$  の度数分布図 (1976. 9. 7~13)  
 $P_i$ : 各観測点での1時間雨量 (mm)  
 $\bar{P}$ : 1時間面積雨量 (mm)

$P_i$ : 各観測地点での同時刻の雨量 (mm)

$N$ : 観測地点数

$A$  の階級別度数分布を求めた (図 18, 図 19).

その結果, 梅雨前線性の場合, No. 1, No. 9, No. 11 が, 平均値に対する雨量の比 (平均値比) 1.0~1.5 の内にピークがきていて, ほぼ同じ形をとることがわかった. つまり, 流域全体の面積雨量より少し大きい雨量を多く捕捉するわけである. これに対して, No. 5, No. 6, No. 8, は, 平均値比 0.5~1.0 の値をとることが多い. しかも, No. 5 と No. 6 は, 平均値比 0.5~1.0 の内に 50% 以上も集まり, 範囲も 2.0 までとせまくなっていることがわかった. つまり, 流域全体の面積雨量よりも小さい雨量が多く捕捉されるわけである.

一方, 台風性の場合, No. 1 だけが, かりうじて平均値比 1.0~1.5 にピークがあらわれるだけで, No. 5, No. 6, No. 9 はピークが平均値比 0.5~1.0 にあらわれている. No. 8, No. 11 は, 0.0~0.5 にピークがあらわれ, しかも, 平均値の 5.5 倍の範囲までがっており, 他の形と著しく異っている. このことは, 梅雨前線性の場合と著しく異なっている.

以上より, 観測点を 3 つのグループに分けることができる.

- i) No. 1 (常に面積雨量より大きい値をとる.)
- ii) No. 5 と No. 6 (常に面積雨量より小さい値をとる.)
- iii) No. 8, No. 9, No. 11 (気象条件によって, 面積雨量より大きい値をとったり, 小さい値をとったりする.)

## 5.2. 風向と雨量分布

前述したように, 雨量分布に局地性が生じる理由は, 各観測点の雨量計が, 小さな雨量の雨を多く捕捉するか, 大きな雨量の雨を多く捕捉するかによるためであると考えられる. ここでは, なぜ, そのような現象が生じるかについて, その理由を, 風と地形との関係から検討してみた. ここで用いた風は, 鹿児島の高層データ (850 mb, 1500 m 上空) である.

まず観測点の地形について考えると,

No. 1 は, 谷間にあり, 川が北から南へ流れている.

No. 5 は, 峠にあり, 斜面が東に面している.

No. 6 は, 南東に斜面が面している.

No. 8, No. 9 は, なだらかな斜面が, 東に面している.

No. 11 は, 谷間にあり, 川が北から南へ流れている (表 1, 図 1).

次に, 前述の 2 例 (梅雨前線性および台風性) の上層風を検討してみる.

梅雨前線性の場合, 南風である. 台風性の場合, 東風である.

このことから, No. 1 は, 谷間に位置し, しかも南北に川が流れているため, 東風, 西風の影響は, あまり受けない. そのため, 常に安定した雨量の値を示したと考えられる.

これに対して, No. 5 と No. 6 は, 急な斜面の近くに位置しており, 雨量の捕捉が, 風のために少なくなると考えられる.

No. 8, No. 9, No. 11 については, はっきりした理由は, 見あたらない.

## 6. む す び

今回の解析でわかったことは、次の事項である。

- i) 大河内は、九州本土内でも最も雨量の多い地域にあり、とくに、日雨量は、九州内の他の観測所より大きな値を示す。
- ii) 一方、時間雨量は、他の観測所と同じか小さい値を示す。
- iii) 以上の結果は、大河内の場合、強い雨が長時間継続する特徴をもつのに対し、平地の観測所では、強い雨は、短時間しか継続しないことを示している。
- iv) 大河内周辺の流域では、台風性の雨と梅雨前線性の雨とでは、降り方が異なり、雨量分布の形が大きく異なる。
- v) iv) の理由は、雨量計周辺の地形や上層風の影響によるものではないかと考えられる。
- vi) 今後の問題点としては、斜面が実際に受ける雨量についても検討を加える必要がある。

## 謝 辞

本研究を行うにあたって、九州大学宮崎演習林・吉良今朝芳林長、今田盛生元林長、大崎繁技官、および職員の方々、九州大学演習林本部・丸谷知己助手、九州大学林学科・砂防研究室、院生および職員の方々、および、九州大学水工土木学科・安田裕助手からは、多大の御協力を頂いた。ここに深甚の謝意を表する次第である。

## 引 用 文 献

- BALCHIN, W. G. V. and PYE, N. (1948): Local Rainfall Variations in Bath and the Surrounding District, Quart. J. Roy. Met. Soc. 74: 361~378
- GEIGER, R. (1928): Messung des Expositionsklimas. V. Forstw. c. 50: 437~448
- MERVA, G. E., STROMMEN, N. D., and KIDDER, E. H. (1976): Rainfall Variations as Influenced by Wind and Topography, J. Appl. Meteor. 15: 728~732
- POCKELS, F. (1901): Zur Theorie der Niederschlagsbildung an Gebirgen. Ann. der Physik 4: 459~480
- 坂上 務 (1969): 山岳降水量に関する研究. 九州大学農学部学芸雑誌 24 (1): 29~113
- 武田京一 (1960): 山岳雨量について. 森林立地 1: 3~639
- 矢野勝正編著 (1971): 水災害の科学. 技報堂, 東京: 389~401

## 参 考 資 料

- 九州大学農学部附属演習林 (1969): 宮崎演習林の気象
- 福岡管区气象台 (1956): 大雨資料 (毎時降水量)
- 気象庁: 気象庁月報
- Japan Meteorological Agency: AEROLOGICAL DATA OF JAPAN



### Summary

Heavy rainfall is one of the important factors affecting forest denudation. The purposes of this paper is to study the intensity and distribution of heavy rainfall, and to estimate their causes.

We chose the Miyazaki Forest of Kyushu University, which is located at the central part of Kyushu District as our study area, and made observations from 1976 to 1982.

The results are as follows:

(1) Daily precipitation at Okawachi in the Miyazaki Forest is the most of all the stations in Kyushu District. But, its hourly precipitation is less.

(2) The amount of precipitation at No. 1 (in Fig. 2) is always more than the areal precipitation in the Okawachi watershed.

(3) The amount of precipitation at No. 5 and No. 6 (in Fig. 2) is always less than the areal precipitation in the Okawachi watershed.

(4) Precipitation-catch variations are influenced by the topography and wind direction at 850 mb level (1500 m height).