



Title	北海道の局地的大雨（Ⅰ）：年間降雨量に対する大雨の寄与について
Author(s)	武田, 栄一; TAKEDA, Eiichi; 菊地, 勝弘 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 37, 19-29
Issue Date	1978-03-30
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.37.19
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/14074
Type	departmental bulletin paper
File Information	37_p19-29.pdf



北海道の局地的大雨 (I) — 年間降雨量に対する大雨の寄与について —

武田 栄一・菊地 勝弘

北海道大学理学部地球物理学教室

(昭和 52 年 9 月 22 日受理)

Local Heavy Rainfalls in Hokkaido Island, Japan (I) — On the contribution of heavy rainfalls to the annual amount of rainfalls —

By Eiichi TAKEDA and Katsuhiko KIKUCHI
Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University

(Received September 22, 1977)

To grasp the actual state of affairs of heavy rainfalls in Hokkaido Island, Japan, an analysis of the rainfall properties was carried out from a statistical point of view of the local heavy rainfall. The results of the analysis were summarized briefly as follows;

1) The geographical distribution of the amount of rainfall from April to October over the past 9 years from 1965 to 1973 showed that areas of heavy rainfall existed along the coast line of the Pacific Ocean, especially around the southeast slopes of the mountain ranges in the Iburi and Hidaka districts. This tendency is quite similar to the phenomenon that occurs on the southeast slopes of the mountain ranges of the Kii peninsula, Honshū Island, Shikoku and Kyūshū Islands.

There was a maximum peak in the Orofure mountain range in the Iburi district and the value was in excess of 1600 mm. On the other hand, since the annual amount of rainfall in the northern part of Hokkaido Island was approximately 700 mm, the ratio between both values was in excess of 2.3. The 50 % of heavy rainfalls in Hokkaido was caused by cyclones and the 25 % was caused by cyclones with occlude fronts. Heavy rainfalls caused by Baiu fronts, however, were only 7 %.

2) A contribution factor (C. F.) in % was defined as the ratio of the total amount of heavy rainfall ($\geq 90 \text{ mm} \cdot \text{day}^{-1}$) to the annual amount of rainfalls and a map of the contribution factor was made as shown in Fig. 6.

3) Nearly the same tendency in the local heavy rainfall patterns on the southeast slopes of Orofure mountain range in Iburi district and the southern part of Hidaka mountain range was seen. This indicates that the southeast slopes of both mountain ranges have a certain amplifying effect to ordinary rainfalls.

The mechanisms of heavy rainfalls in these regions will be treated in the following papers.

I. はじめに

本州各地、特に西南日本では梅雨末期に記録的な集中豪雨が生じ、そのため山津波や土砂崩れ等の災害が起き、社会的に予報の確立の重要性が指摘されている。そのため、気象庁は、1968年から5ヶ年計画で、梅雨末期の集中豪雨に関する特別観測を行ない、その構造と実態が明らかにされつつある(気象庁, 1974, 気象研究所, 1974)。これらの報告では、水収支解析により豪雨をもたらす水蒸気源が明らかにされ、また梅雨前線上を移動し豪雨を引き起す中規模擾乱の果す役割、中規模擾乱の中心を任う積雲対流の振舞が明らかにされた。また、近年、武田喬男(1974, 1977)はこの積雲対流、積乱雲の山岳地形での振舞、また降水の微物理過程の重要性を指摘している。

一方、北海道の局地的大雨に関しては、下田(1967)、佐藤(1968)、山本(1973)、内田等(1975)は主として道南の太平洋側に生じることを指摘しているが、全道的なスケールでしかも統計的に大雨だけを取り扱った例は少ない。

奥田(1968)は、大雨の度数分布を日本の全気象官署の日降雨量のデータから作り、北海道を

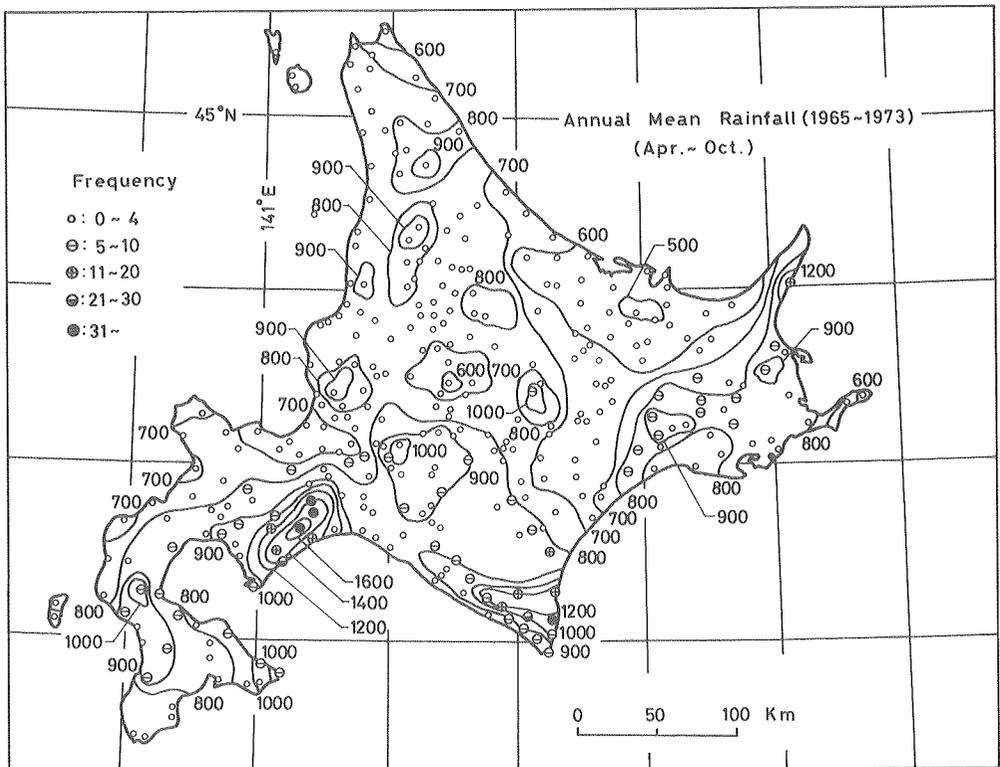


Fig. 1. Location map of the meteorological observation stations and the agricultural meteorological stations. Contours of the annual mean rainfall and the frequency of the heavy rainfall ($\geq 90\text{mm/day}$) from 1965 to 1973.

5 気候区に分けているが、用いた観測点の数が少ないため詳細な議論はなされていない。そこで本論文では、北海道における局地的大雨の実態を把握するために、大雨の原因、頻度や年間平均降雨量に対する大雨の寄与といった点に着目し統計的な調査を試みた。

II. 解析資料

解析に用いた資料は、1965 年から 1973 年までの「北海道気象月報」の日降雨量のデータを使用した。しかし北海道は、11 月から翌年の 3 月までの間は降雪期に入るため、4 月から 10 月までの 7 ヶ月間の降水量を年間平均降雨量として使用した。全道の気象官署・農業気象観測所の地点が Fig. 1 に示されている。また降雨をもたらした総観場の同定については気象庁発行の「印刷天気図」を使用した。

ここで用いられた大雨の定義は、観測点の地理的、地形的要素によってかなり差があるが、一応 90mm/day 以上の降雨量で災害が発生する頻度が多くなるようなので、本研究では、90mm/day 以上の降雨量を記録した日を大雨として、発生 の 頻度 等 の 解析 を 行 な っ た。

III. 大雨の統計的な解析

III-1. 大雨の原因別・月別頻度分布

まず最初に、大雨の原因別・月別の頻度分布を調査した。西南日本で、梅雨末期に局地的な豪雨が生じることは前述の通りであるが、北海道は、気象衛星からの雲写真を見ても、梅雨期特有

の厚い雲の影響下にあることは少なく、大雨の原因別・月別の頻度分布を調査することは、非常に興味深い。

Fig. 2 に大雨の原因別・月別の頻度分布を示してある。Fig. 2(a)は、観測点のどこか 1 ヶ所以上に 90 mm/day 以上の大雨が記録された時の総観場を印刷天気図上で、低気圧 (A)、閉塞前線を伴った低気圧 (B)、台風 (C)、寒冷前線の通過 (D)、及び梅雨前線 (E) に分類し、その各々の頻度を % で示したものである。図から明らかなように低気圧によるものが全体の丁度 50% を占めており、それに閉塞前線を伴う低気圧のケースも含めると、大半が低気圧によるものであり、このことは、Fig. 2(b)の月別分布にみられる 5 月から 10 月の頻度分布のある一定の値を示していることに反映している。一方西南日本の集中豪雨が多く生ずる梅雨前線は、北海

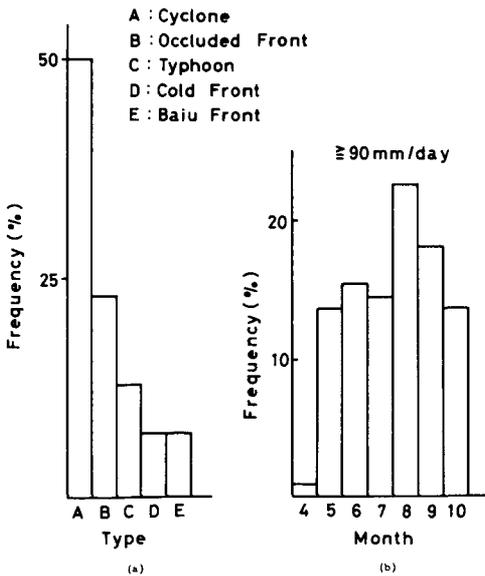


Fig. 2(a)・ Frequency of heavy rainfall ($\geq 90\text{mm/day}$) classified by synoptic type. (b). Monthly frequency of heavy rainfall ($\geq 90\text{mm/day}$).

道においてはわずか7%であることは注目に値する。Fig. 2(b)の8月から9月にかけてみられる小さなピークは、台風、梅雨前線の北上、秋雨前線の影響を多少含んでいるためである。

III-2. 年平均降雨量と大雨の頻度

1965年から1973年までの9年間の4月から10月の7ヶ月間の年平均降雨量を各観測地点毎に算出し、等値線を引いた (Fig. 1)。年平均降雨量の最高値は、胆振管内の森野の1768 mmであり、これは最低値の網走管内の美幌の495 mmの実に3.6倍を示している。全道の降雨量の平均値が800 mmであるから、1000 mmを越す地域は、相対的に多雨地域と考えても良い。これらの地域は、道南、道東の太平洋に面する山岳地形の斜面に存在し、特に胆振のオロフレ山系、日高山系の南東斜面に顕著な極大域が存在するのがわかる。Fig. 1には、同時に前節で定義した90 mm/dayを越す局地的大雨の頻度を各観測地点で9年間分積算し、その値を年平均降雨量の等値線に重ね合わせて示してある。おおまかにみて、高い頻度を示す地域は、道東、道南地方に分布し、特にオロフレ山系、日高山系の南東斜面上に、頻度の高い地点が数多く存在し、年平均降雨量の多い地域と良く対応している事実は、非常に興味深い。すなわち北海道においては、大雨の回数が多ければ、それに比例して年平均降雨量も増加する傾向にあることがわかる。

また、800 mmの等値線が引ける道北と道東を比較すると、道東における大雨の頻度は、道北の

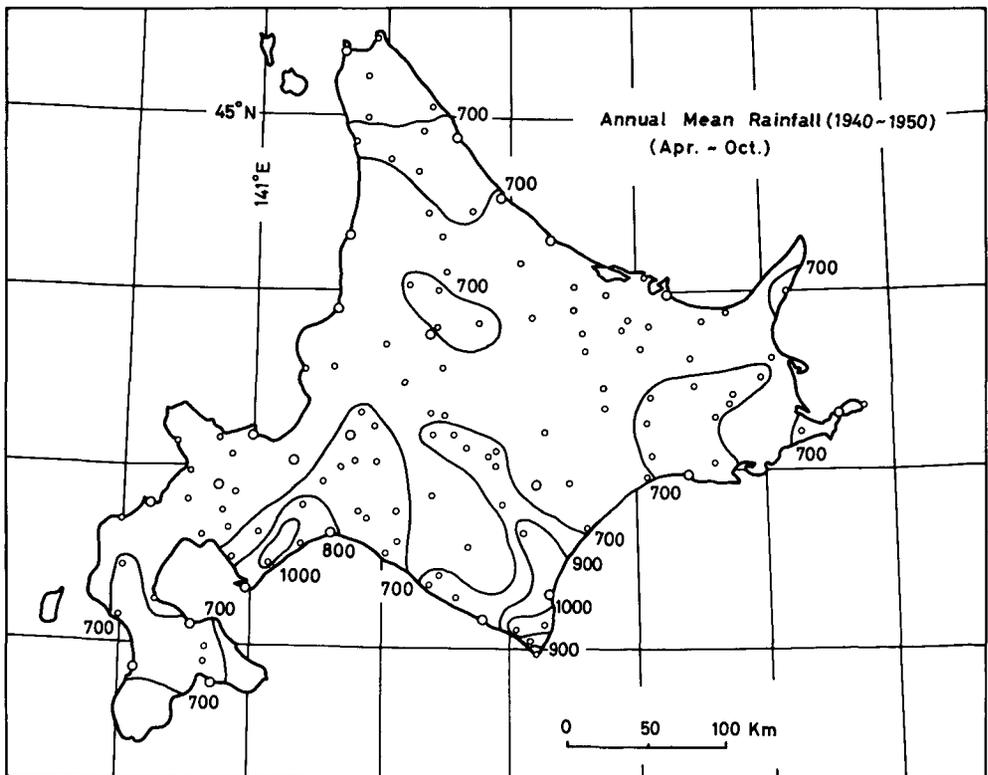


Fig. 3. Coutours of the annual mean rainfall from 1940 to 1950.

それをはるかにうわまっております、このことは、道北の降雨量が、小雨 (90mm/day 以下の雨) によって多くまかなわれていることを示している。このように絶対量が同じでも、降雨のタイプにはかなりの地域差のあることがわかる。

このような特徴的な降雨パターンが、この解析期間特有のものなのかどうかを調べるために、約 30 年前の資料を用いて同じような解析を試みた。Fig. 3 に、1940 年から 1950 年の資料を用いた年平均降雨量の分布が示されているが、はっきりした多雨地域が、前述の山岳地形南東斜面に存在している。Fig. 1 と Fig. 3 を比較すると、絶対値においては前者が大になっているが、これは、最近の観測地点の増加によるものとも考えられるが、場所によっては、30%以上の増加も認められるので、今後注目する必要があるであろう。いずれにしても年平均降雨量分布のパターンは両解析期間とも非常に似ておりオロフレ、日高の山岳南東斜面の降雨量のピークは注目されるべきであろう。

Fig. 1 の大雨の頻度と年平均降雨量の分布から、その両者の極値の一致をみることができたが、つぎに大雨の一般的傾向をみるために大雨の一年間の頻度を横軸に、年平均降雨量を縦軸にとり両者の関係をプロットしたのが Fig. 4 である。両者の間には、正の相関があり、特に 1000 mm 以上、年 1 回以上的大雨のある地点で良く一致している。更にこの図から観測地点の 90% ちかくが 1 回以下的大雨が発生しているにすぎないことがわかる。これは、前節で指摘したように例えば台風の襲来で全道的に大雨があった時に生じているケースであり、局地的大雨の「局地的」という意味とはかけはなれているものである。また、観測地点間の降雨日数には、それほど大きな差

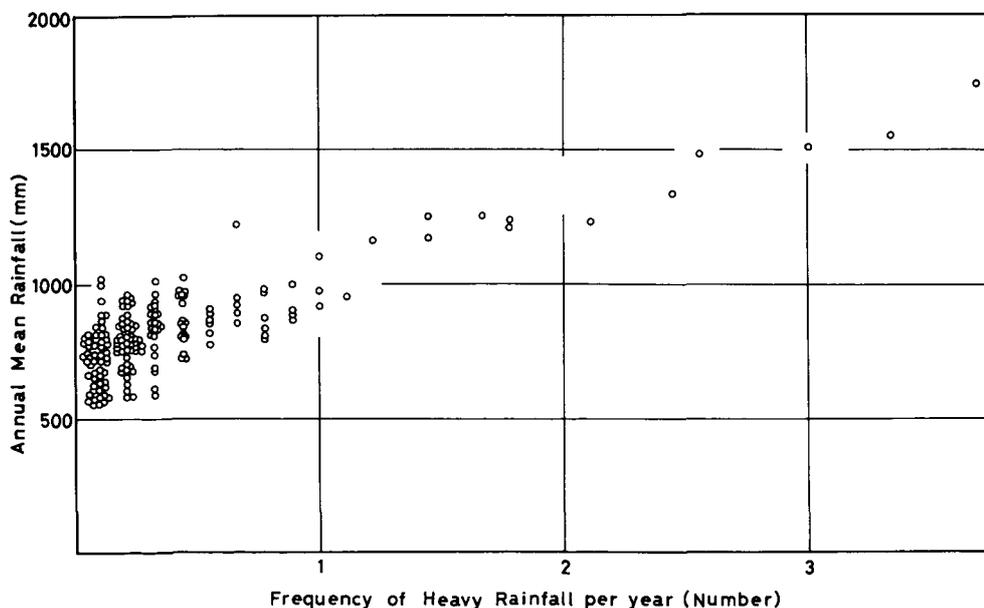


Fig. 4. Relation between the frequency of heavy rainfall (≥ 90 mm/day) per year and the annual mean rainfall.

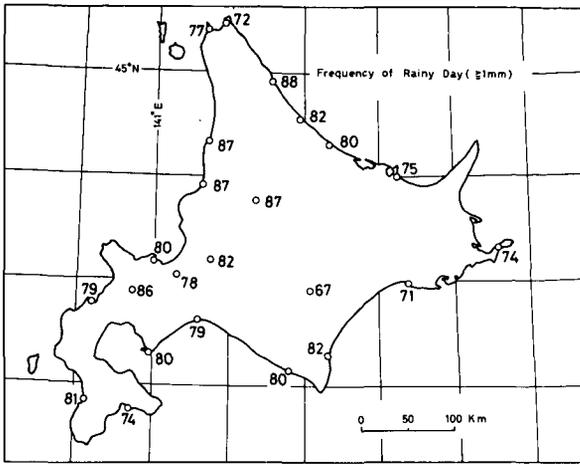


Fig. 5. Number of the rainy day (≥1mm/day) averaged from 1965 to 1973 at meteorological observation stations.

がないが (Fig. 5), 降雨量において3倍以上の差 (オホーツク海岸部とオロフレ南東斜面上) があることを考えると, オロフレ・日高山系等の南東斜面では降雨量を増加させるプロセスを考えなければならない。

III-3. 大雨の寄与率と平均降雨量

前節で, 大雨の発生頻度と年平均降雨量の間非常に良い対応をみることができた。ここでは, この局地的大雨の年平均降雨量に対する効果の量的な解析を試みた。ここで, 次式に定義される局地的大雨による降

雨量の全降雨量に対する割合を大雨の寄与率とした。

$$C.F. = \frac{\sum H.R.}{\sum R} \times 100 (\%)$$

- C. F. : Contribution Factor.
- H. R. : Amount of Heavy Rainfall.
- R : Amount of Rainfall.

C. F. は, 各観測地点で得られた年間降雨量の中で占める局地的大雨だけによる降雨量の割合を%で示したものである。

Fig. 6は, このC. F. の分布をみたものである。10%を超える高い値を示す観測点が, 道東と道南の山岳地形に存在し, 20%を超す極大域がオロフレ山系, 日高山系の南東斜面に明らかにみい出すことができる。この高い値を示す地域は, 大雨の頻度の高い地域と非常によく対応している。一方, C. F. の値が5%以下の地域はほとんど道央, 道北に限られ大雨の寄与はほとんどない。Fig. 7は, 各観測地点のC. F. を横軸に, 年平均降雨量を縦軸にとり両者の相関をプロットしたものである。これらの間にも大雨の頻度と年平均降雨量の間でみられたような正の相関がみられ, 特にC. F. が10%以上ではっきりしている。

Fig. 8は, Fig. 4とFig. 7をもとにしてC. F. (X)と大雨の頻度(Y)をそれぞれ横軸, 縦軸にとって値をプロットしたものである。図から大雨の頻度が年1回以上あるものとそれ以下のものの2つのグループに分けることができる。

$$Y (< 1 \text{ 回/年}) = 0.06 X + 0.012 \quad (1)$$

$$Y (> 1 \text{ 回/年}) = 0.14 X - 0.68 \quad (2)$$

(2)は年1回以上大雨のある観測所についての関係を示す式で, (1)の2倍の傾きを示し, またY=1の所にギャップがある。この(2)に属する観測地点は太平洋に面したオロフレ山系, 日高山系および知床山系のいずれも南東斜面にある12地点であった。

以上述べたように, i)北海道の降雨については, かなりはっきりした局地的大雨の生じやすい

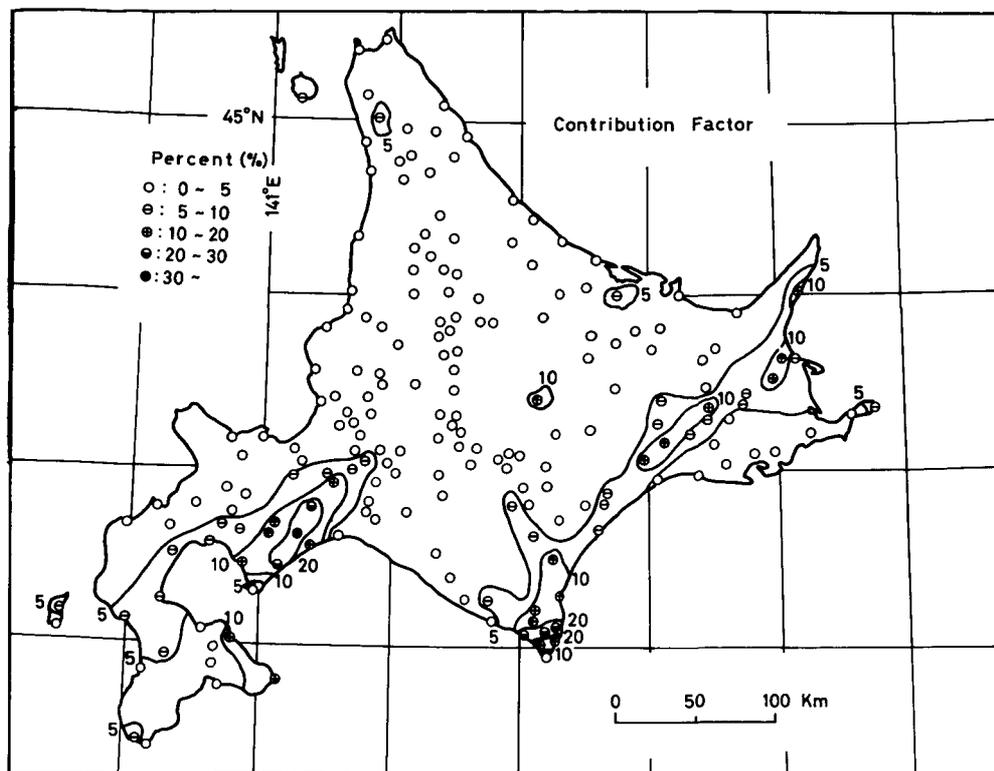


Fig. 6. Percentage frequency and contours of contribution factor.

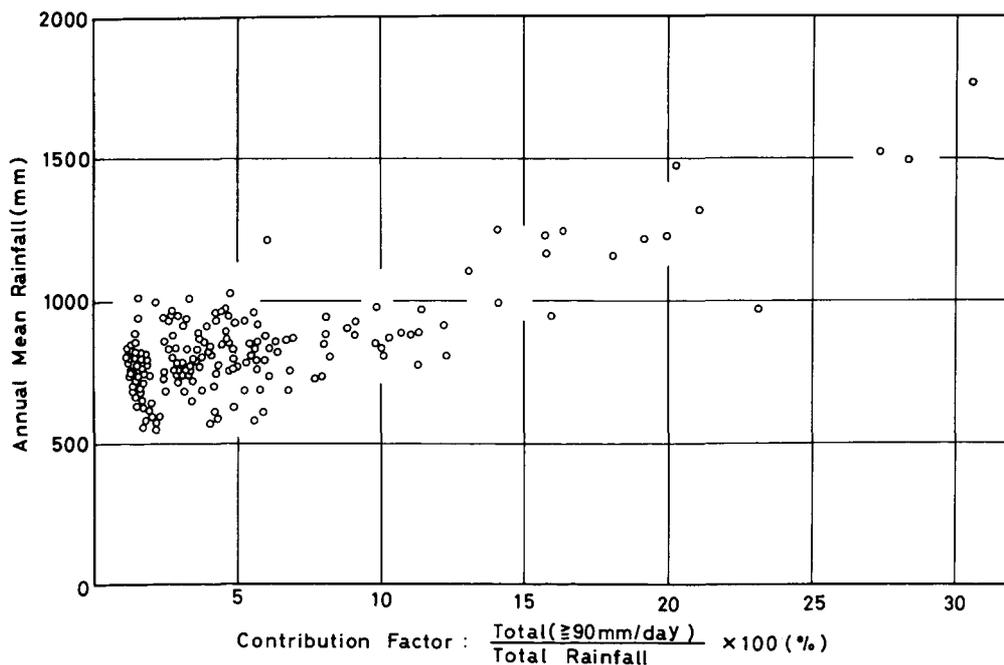


Fig. 7. Relation between the contribution factor and the annual mean rainfall.

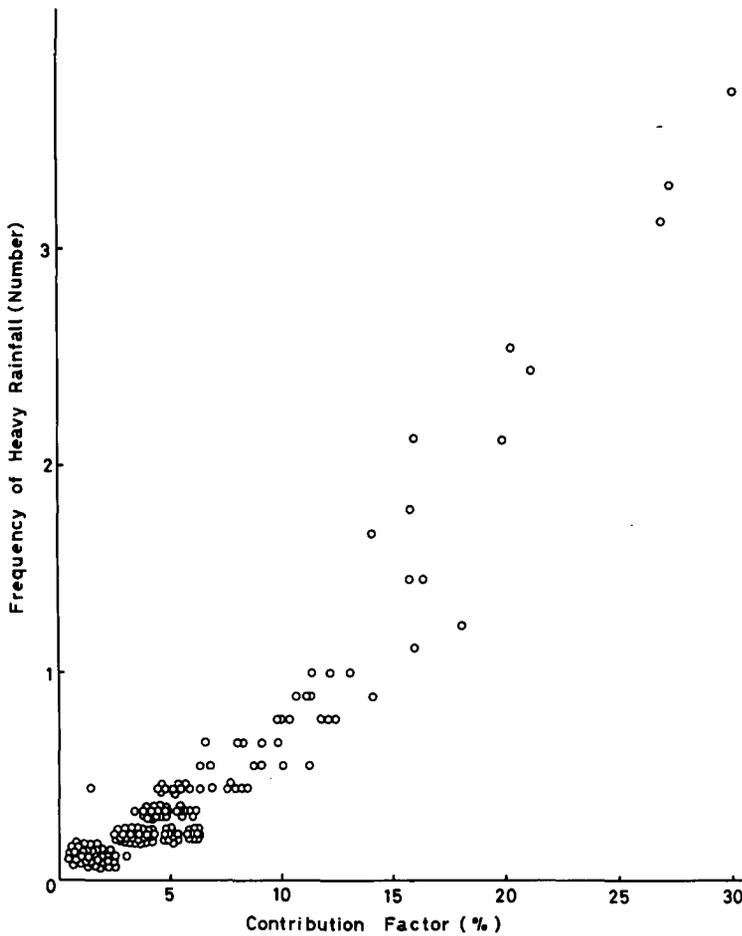


Fig. 8. Relation between the contribution factor and the frequency of heavy rainfall per year.

山岳地形の南東斜面（紀伊半島，四国・九州山地）に分布することを二宮（1974）は指摘している。更に，日雨量，時間雨量，10分間雨量の最大値の分布から，日雨量の分布は偏りがあるが，10分間雨量については，地域差がないことも指摘している（二宮，1977）。日雨量の偏在は，頻発する積乱雲の通過の積算として現われたもので，地形の類似点から考えると，オロフレ山系，日高山系南東斜面上でも同様な現象が起っているであろうことが容易に推測される。

IV. 地形と大雨

これまでの議論から北海道における局地的大雨は，オロフレ山系，日高山系に特に顕著であることがわかった。この地域では，地形が局地的大雨に密接に関係していることが推定されるので，この節では，山岳地形と降雨パターンについて解析を試みた。Fig. 9は，1965年から1973年までの胆振管内のオロフレ山系と，日高山系を含む観測点の少なくとも一観測点で，100

地域が存在し，その値が2倍以上であった。

ii) また，これらの地域では，年平均降雨量も多いことがわかった。

iii) 局地的大雨の多い地域の年平均降雨量に対する大雨の寄与は30%以上に達していた。それに対して道央から道北では5%以下で大雨の寄与はほとんどないと言って良い。

このi)の地域の地形を考えると，太平洋に面した南東斜面をもつ山岳地形が降雨量や降雨パターンに対して非常に大きな影響を与えていることが推測される。

日本全体のスケールで見ると，多降雨地域は，太平洋岸に面する

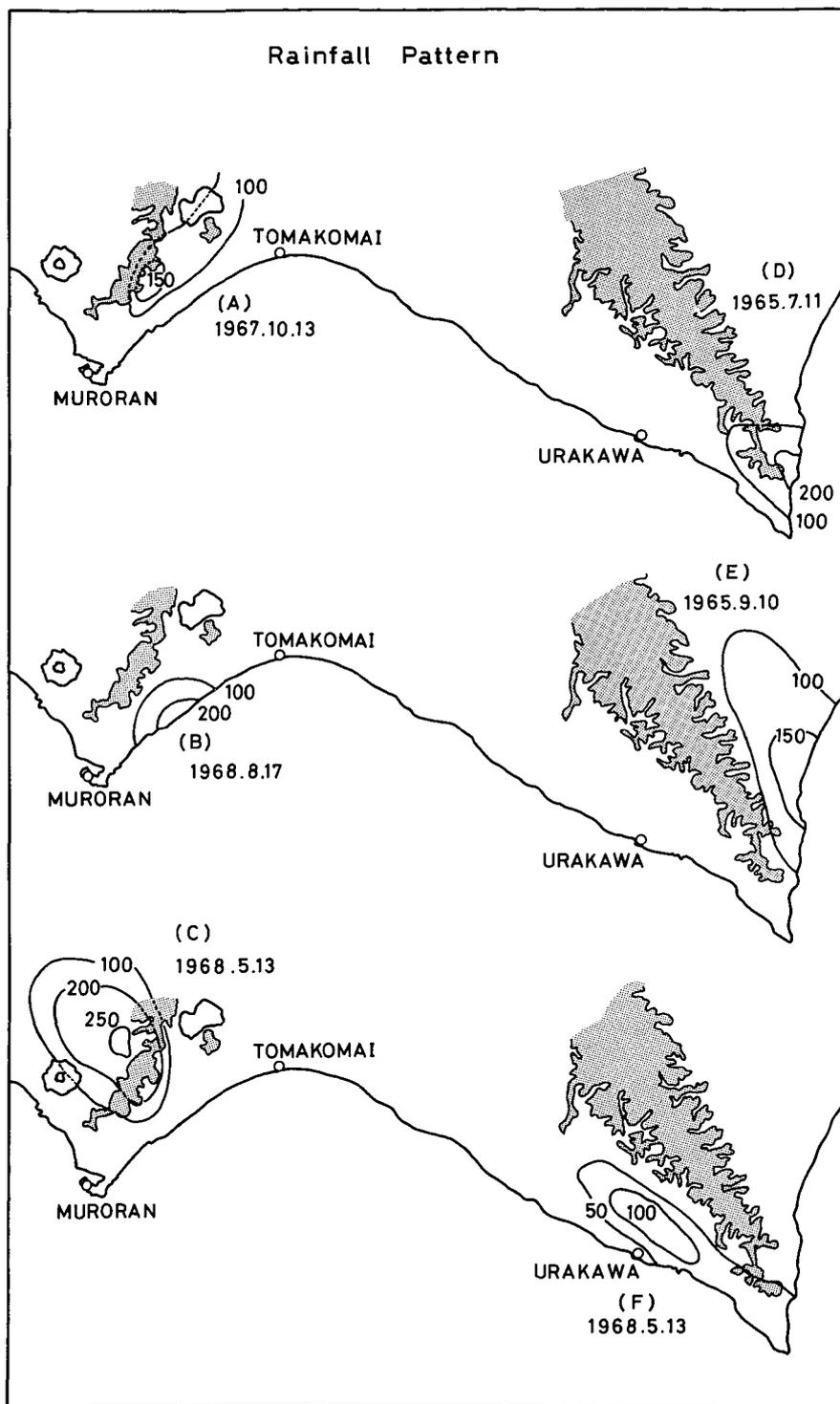


Fig. 9. Rainfall patterns on the mountain ranges of Iburi and Hidaka districts.

mm/day を超す局地的大雨が生じた時の降雨パターンを山系との位置関係から6つの形に分類した。

- A オロフレ山系の南東斜面
- B オロフレ山系の海岸地域
- C オロフレ山系の西斜面
- D 日高山系の南東斜面
- E 日高山系の海岸地域
- F 日高山系の西斜面

各地域の 100 mm/day 以上の大雨の頻度を Fig. 10(a) に示した。大雨は、胆振のオロフレ山系では、南東斜面 (A) に最も多かった。一方、日高山系では傾向はあまりはっきりしてはいないが、オロフレ山系と同様、南東斜面 (D) に多い傾向が現われている。このことは、降雨分布に対する地形の効果を示しているものと考えられる。また、これは、武田喬男 (1974) が指摘している紀伊半島南東斜面での降雨量増加の現象と非常によく類似している。すなわち、下層の湿潤大気の南東風による流入が、これらの地域の南東斜面にぶつかった結果によるものであろう。Fig. 10(b) は、(A) に大雨があった時の日高山系での大雨の頻度を示したもので明らかに (D) (日高山系の南東斜面) に頻度が高く、また逆に、(C) に大雨があった時は、(F) (日高山系の西斜面) に大雨が多く (Fig. 10(c)) オロフレ山系と日高山系の降雨は、同じ機構による場合が多いと考えられる。詳細な議論は、これら山岳地形でのケーススタディに任せられるであろう。ただ、考えられる原因としては、水蒸気を多く含んだ下層大気が山岳地形で強制上昇をし、地形性の降雨となり、またそれがトリガーとなって、積乱雲を発達させること等、下層の南東風の卓越がこの地域の大雨に対して大きなファクターになっているようである。オロフレ山系南東斜面での大雨時における流線解析を行なってみたところ、すべてのケースで流線が、南東から東南東であった。高谷等 (1976) は、オロフレ山系南東地域で発生した 1970 年の大雨に対して、南東風を仮定した地形性降雨の計算をしており、降雨分布に非常に良い一致を得ており、これを裏付けるものであろう。

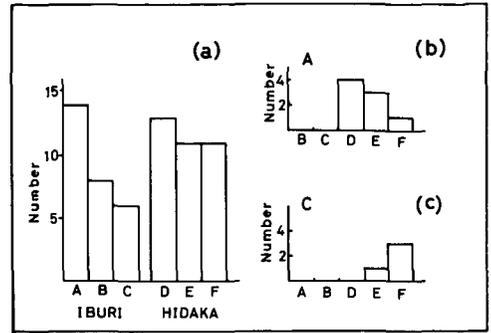


Fig. 10(a). The number of heavy rainfall (≥ 100 mm/day) in each rainfall pattern.

(b). The number of heavy rainfall on the mountain of Hidaka when the heavy rainfall occurred in the southeast slope (A) on the mountain range of Iburi district.

(c). The number of heavy rainfall on the mountain of Hidaka when the heavy rainfall occurred in west slope (C) on the mountain range of Iburi district.

V. お わ り に

北海道の降雨特性を局地的大雨の面から、特に大雨の寄与を中心に解析を試みてきた。奥田 (1968) は、日本スケールの解析のなかで北海道について、4つの地域分けをし、大雨の頻度を調べ、気候区分の分類を行なっている。それによると、例えば、日高山系の西側と東側では、大

雨の度数分布の違いから違った気候区分になると指摘している。しかしデータソースが、気象官署に限られたために生じた結果であり、266地点の降雨量のデータを使った今回の結果からは特に日高の西と東の顕著な違いはないように感じられる。むしろ、山岳地形（特に日高、胆振）での降雨の増加が顕著であると考えられる。

今回の解析から次のようなことがわかった。

- 1) 北海道の大雨は、8月から9月を除いて月毎に特に顕著な差は認められない。大雨の原因としては、低気圧が50%を占め、特に閉塞前線を伴った低気圧を含めると、その割合は75%にも達した。梅雨前線による大雨はわずか7%程度であった。
- 2) 年平均降雨量、大雨の頻度はともにオロフレ山系と日高山系の南東斜面に多く、両者は良く対応していた。
- 3) 大雨の全降雨量に対する寄与は、前述の地域で大きく、その割合は30%を越えた。
- 4) オロフレ山系と日高山系の大雨は、同じ機構によるものと考えられ、南東風が重要な寄与をしていることがわかった。

謝辞：この研究の一部は、文部省自然災害特別研究費“集中豪雨の実態に関する研究”（代表者、名古屋大学水圏科学研究所、磯野謙治教授）によるものである。

文 献

- 二宮洗三, 1974. 集中豪雨の話, 出光書店, 205pp.
- 二宮洗三, 1977. 大きなスケールでみた地形と豪雨. 天気, **24**, 27-37.
- 奥田 稔, 1968. 日本における大雨の気候学的特性 (第1報). 気象研究所研究報告, **19**, 277-308.
- 佐藤厚司, 1968. 1968年7月6日の苫小牧地方の局地的豪雨について. 研究時報, **21**, 211-215.
- 下田正一, 1967. 北海道の大雨. 北海道の気象, **11**, NO. 11, 1-6.
- 高谷喜一・清水隆志, 1976. 胆振地方における地形性降雨(1). 気象学会北海道支部発表会予稿集.
- 武田喬男, 1974. 集中豪雨の降水特性と微物理学的過程. 気象研究ノート, **120**, 81-95.
- 武田喬男, 1977. 雲物理学的にみた地形の効果. 天気, **24**, 43-53.
- 内田英治・今野真悦・田村和也, 1975. 1973年9月の道南集中豪雨の特性. 研究時報, **27**, 247-257.
- 山本乾輔, 1973. 胆振地方の大雨について. 研究時報, **25**, 195-211.
- 気象庁, 1974. 梅雨末期集中豪雨研究報告. 気象庁技術報告, 第86号, 454pp.
- 気象研究所, 1974. COLLECTED PAPERS OF "SEVERE RAIN STORMS RESEARCH PROJECT" OF JAPAN. I.