

豪雨に関する研究II

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者	岸原, 信義
巻/号	60巻9号
掲載ページ	p. 340-344
発行年月	1978年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



短 報

豪 雨 に 関 す る 研 究 (II)*
年最大1時間雨量の再現期間の推定法について

岸 原 信 義**

I 緒 言

第1報(I)で年最大日雨量の再現期間の推定法に関し若干の検討を行ない、その新しい推定法を提案した。本論は同様の検討を年最大1時間雨量について行なったものである。

本研究は昭和52年度から始まった洪水比流量に関する共同研究の分担課題として、東北表日本の洪水比流量の推定を目的としている。洪水比流量はある流域に起こりうるピーク流量を単位面積当たりの流量で表現したものであり、洪水比流量の推定はその流域の洪水到達時間内における流域平均有効降雨強度を推定することに帰着する。そのためには、DD解析、DA解析、有効降雨強度と洪水到達時間等に関する検討が必要になる。第1報ならびに本論は、各降雨継続時間に対応する確率降雨強度の推定、すなわちDD解析のための予備的検討の一部である。

本研究に際し文部省科学研究費試験研究(1)「ダム頭首工の安全設計資料としての洪水比流量に関する研究」(研究代表者:京都大学 角屋教授)の補助を受けたことについて謝意を表する。

II 検 討 結 果

1. 過去の検討

気象庁統計課の検討(2)によれば、年最大日雨量に関する既往の推定法は推定値と実測値(R.P.曲線による推定値)との間に差が生じやすいこと、とくに既往最大の第1位と第2位の値に大きな差がある(R.P.曲線のF型)の場合には大差が生じることが明らかになった。第1報ではこの点についてさらに検討を進めるため、雨量資料の因子分析により地帯区分を行ない地域特性を検討した。その結果、夏期降水量、確率日雨量、R.P.曲線の型等の分布に地域性が認められた。また夏期降水量と年最大日雨量の平均値、標準偏差の間に密接な関連が認められ、夏期降水量の母平均、年最大日雨量の母平均、母分散の間に回帰の存在が推定される。この関係を通じ

て夏期降水量と確率日雨量の間にも密接な関連があることが推定される。すなわち夏期降水量の母平均が増大すると、それによって年最大日雨量の母平均、母分散も増大する。そのため夏期降水量の多い地点は、実測値の平均あるいは実測値の第2位の値より大きいという意味での異常豪雨の出現頻度が高くなる。したがってR.P.曲線のF型の出現頻度も高いが、その異常値に近い豪雨の出現頻度もまた高いので、R.P.曲線はFからD型に転化する可能性も強く、夏期降水量の多い地帯は一般にF型かD型といった複雑な型を示す地点が多い。一方夏期降水量の少ない地点は年最大日雨量の母分散、母平均も小さくしたがって異常豪雨の発生頻度も少なく、R.P.曲線は単純な型を示しやすい。

年最大日雨量の母平均、母分散の推定が可能であれば、確率日雨量の推定は母集団の分布型を想定することにより可能になるが、気象庁統計課が指摘するとおり、その母平均、母分散の信頼帯が広く、推定は困難である。そのため筆者は夏期降水量とR.P.曲線による確率日雨量の推定値を片対数方眼紙上にプロットし、その包絡線が各夏期降水量に対応する確率日雨量の期待値であると考え、推定法の提案を行なったのが第1報(I)であった。本論では、この確率日雨量に関するモデルが1時間雨量にも適用できるかどうかの検討を行なったものである。

2. 資料とその整理

資料としては、まず和達清夫監修「日本の気候」(4)より資料を読みとり、全国93地点の夏期(5~10月)降水量、1時間雨量のR.P.曲線の型、そのR.P.曲線を用いて100年、50年の確率時間雨量を算出した。ただし、資料は既往最大の順位で年最大の順位ではない。しかし既往最大第5位までの資料に同一年度の資料が二つまたはそれ以上含まれている場合はほとんどなかったので、この資料を年最大1時間雨量の第1位から5位までの資料として用いた。次いで夏期降水量と年最大1時間雨量の平均、標準偏差の関係を検討するために気象庁年報から全国42地点の資料を読みとった。

* Nobuyoshi KISHIHARA: Study on the heavy rain (II) On the estimate of return period of annual maximum hourly rainfall

** 岩手大学農学部 Fac. of Agr., Iwate Univ., Morioka, Iwate 020

表-1. R.P. 曲線の型の地帯分布
Regional distribution of the pattern of R.P. curve

地帯 Region	タイプ-A Type-A (%)	タイプ-B Type-B (%)	タイプ-F Type-F (%)	タイプ-D Type-D (%)	地点数 Number of stations
南日本 Minami Nippon	0.0	0.0	33.3	66.6	6
九州 Kyushu	8.3	16.7	41.7	33.3	12
南海 Nankai	7.1	14.3	21.4	57.1	14
関東 Kanto	36.4	18.2	36.4	9.0	11
瀬戸内 Setouchi	30.0	40.0	20.0	10.0	10
東北表日本 Tohoku-omote Nippon	25.0	37.5	37.5	0.0	8
表日本 Outer Nippon	18.0	21.3	31.1	29.5	61
山陰 Sanin	0.0	60.0	0.0	40.0	5
北陸 Hokuriku	14.3	57.1	14.3	14.3	7
東北裏日本 Tohoku-ura Nippon	37.5	37.5	25.0	0.0	8
北海道 Hokkaido	42.7	50.0	7.3	0.0	12
裏日本 Inner Nippon	28.1	50.0	12.5	9.4	32
平均 Mean or total	21.5	31.2	24.7	22.6	93

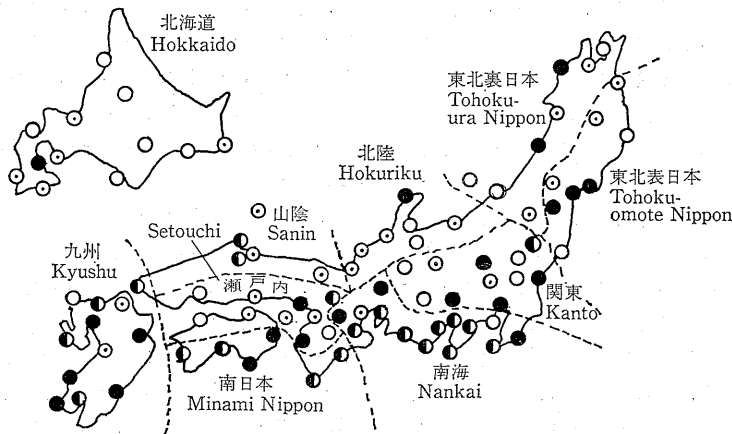


図-1. 年最大1時間雨量の R.P. 曲線の型の地帯別分布

Regional classification and distribution of types of R.P. curve in each region. (Probable hourly rainfall in 100 years)

○ R.P. 曲線Aタイプ A Type of R.P. curve, ⊙ R.P. 曲線Bタイプ B Type of R.P. curve,
● R.P. 曲線Fタイプ F Type of R.P. curve, ◐ R.P. 曲線Dタイプ D Type of R.P. curve

3. 地帯区分による検討

地帯区分は第1報(1)での結果をそのまま用いた。すなわち年降水量, 夏期降水量, 年降水量に対する夏期降水量の比, 100年確率雨量, 50年確率雨量, 年最大日雨量の最大値と第2位の値の差等を変量として因子分析を行なった。第1因子は年降水量, 夏期降水量と, 第2因子は夏期降水比(年降水量に対する夏期降水量の比)と関連が深かった。次に月降水量を変量として因子分析を行なった結

果, 第1因子は4月から7月までの月降水量と, 第2因子は11月から2月までの月降水量と関連が深いことがわかった。第1因子を横軸に, 第2因子を縦軸にして各地点の因子得点をプロットし, そのプロットされた象限により地帯区分を行なった。二つの因子分析は用いた変量は異なったが, 導出された第1因子と第2因子の性格が似ていたもので, それぞれの地帯区分はほぼ似たものになった。前者は北陸の豪雪地帯が裏日本から, 後者は紀伊半

表-2. 年最大日雨量と年最大1時間雨量の R. P. 曲線の対応
Cross table between pattern of R. P. curve in daily and hourly rainfall

年最大日雨量の R. P. 曲線の型 Pattern of R. P. curve in daily rainfall	最大1時間雨量の R. P. 曲線の型 Pattern of R. P. curve in hourly rainfall				全 体 Total
	タイプ-A Type-A	タイプ-B Type-B	タイプ-F Type-F	タイプ-D Type-D	
タイプ-A Type-A	5	14	7	1	27
タイプ-B Type-B	9	7	3	5	24
タイプ-F Type-F	4	4	9	5	22
タイプ-D Type-D	2	4	4	10	20

鳥、四国の太平洋岸の多雨地帯が表日本から分離されたのが大きな相異点であった。これらをもとにして地帯区分を行ない、各地点の年最大1時間雨量の型を記入したのが図-1であり、それを%で表わしたのが表-1である。図と表からわかるように表日本と裏日本では型の分布が対照的である。前者には複雑な型のF型・D型が多く分布しているのに対して、後者は単純な型のA型・B型が多く分布している。表日本で夏期降水量が最も多い南日本と、裏日本で最も夏期降水量の少ない北海道は両者の典型を示している。南日本では、A型・B型を示す地点は一つもなく、D型の分布がとくに多い。これに対して北海道は、F型を示す1地点を除いてすべてA型かB型で、D型は1地点もない。この両者を典型として表日本・裏日本とも夏期降水量の多い地帯は複雑な型(F型, D型)の占める比率が高く、夏期降水量の少ない地帯は単純な型(A型, B型)が多くなっている。これは第1報で述べた年最大日雨量の R. P. 曲線の型の地帯分布と驚くほどよく似ている。全般的にA型よりB型が増えたこと、ならびに九州と南海のその比率を入れ換えれば、年最大日雨量と年最大1時間雨量の地帯別の型の分布は、その傾向のみならず、その比率の値までもほとんど等しいのである。しかし、これは同一地点の日雨量と時間雨量の型が一致していることを意味するものでない。表-2に各地点ごとの日雨量と時間雨量の型の対応を示した。A型はとくに対応が悪く、日雨量・時間雨量ともにA型を示すのは5地点にすぎず、日雨量の型を基準にすれば一致率は19%である。B型, F型, D型と一致率はよくなるが、最も対応のよいD型ですら50%であり、全体では33%である。このように地帯別にみると、R. P. 曲線の型の出現率がきわめてよく似ているにもかかわらず、同一地点での日雨量と時間雨量の R. P. 曲線の対応が悪いことは注目に値する。二宮(3)は1時間雨量と日雨量の極値について検討し、両者は擾乱の規模が異なると述べているが、両者の R. P. 曲線の型の対応の悪さはこのことを裏書きしている。すなわち日単位で異

常豪雨が生じたことを示す日雨量の R. P. 曲線のF型の地点でも、1時間雨量は必ずしも異常値を示さず、またその逆の場合のあることも示している。この点をさらに検討するために、気象庁年報より47地点の年最大日雨量と年最大1時間雨量発生の日を昭和25年から49年にかけて調べ、両者の起日の一致率を調べてみた。その結果、各地点、各年の延べ年数1175年中、その起日が一致したのは373年で31.7%にすぎないことがわかった。以上のように年最大日雨量と年最大1時間雨量は、その降雨発生メカニズムが異なる場合が多く、起日も一致しない場合が多い。それにもかかわらず地域的にみた場合、両者の出現率が似ていることは、日雨量と1時間雨量はその性格が異なるにもかかわらず、その発生がある共通因子によって規制されているのではないかと推定される。

4. 確率1時間雨量の推定

表-3に地帯別の年・夏期降水量、100年・50年確率1時間雨量等を示した。年降水量をみれば表日本と裏日本ではほとんど差がないが、夏期降水量や確率1時間降水量では相当の差があることがわかる。また、表日本では年・夏期降水量と100年・50年確率1時間雨量との間に、年最大日雨量のときに認められたように高い相関が認められ、裏日本でも山陰と北陸で夏期降水量と確率1時間雨量との関係が逆になっている点を除けば、ほぼ同様の関係が認められる。すなわち、夏期降水量と確率1時間雨量との間に密接な関連があることが推定される。この点を確認するために気象庁年報より42地点の23~25年間の年最大1時間雨量の値を読みとり、その平均・標準偏差等を計算するとともに、R. P. 曲線を描き、そのタイプの判定と確率1時間雨量を算出した。夏期降水量の対数値と年最大日雨量の平均値との相関係数を算出すると、0.9198と非常に高い相関があり、これを片対数方眼紙にプロットすると図-2のごとくなる。後に述べる理由によりF型を示す10地点を除いて32地点の資料で年最大1時間雨量の平均値と、その標準偏差ならびに

表-3. 地帯別降雨因子の平均
Mean of rainfall factors in each divided region

地帯 Region	年降水量 Annual amount (mm)	夏期降水量 Amount of summer (mm)	100年確率年最大1時間雨量 Probable hourly rainfall of R.P. in 100 years (mm)	50年確率年最大1時間雨量 Probable hourly rainfall of R.P. in 50 years (mm)
南日本 Minami Nippon	2,473	1,726	104.7	98.2
九州 Kyushu	1,928	1,324	92.0	83.0
南海 Nankai	1,826	1,231	83.7	78.8
関東 Kanto	1,387	981	75.9	68.7
瀬戸内 Setouchi	1,337	902	72.3	67.2
東北表日本 Tohoku-omote Nippon	1,215	792	67.2	60.6
表日本 Outer nippon	1,670	1,141	82.3	73.7
山陰 Sanin	1,911	1,017	67.4	63.8
北陸 Hokuriku	2,431	1,000	70.4	65.6
東北裏日本 Tohoku-ura Nippon	1,629	826	63.0	57.9
北海道 Hokkaido	1,126	669	52.7	47.8
裏日本 Inner Nippon	1,660	835	61.4	56.7
平均 Mean of total	1,667	1,036	74.9	68.9

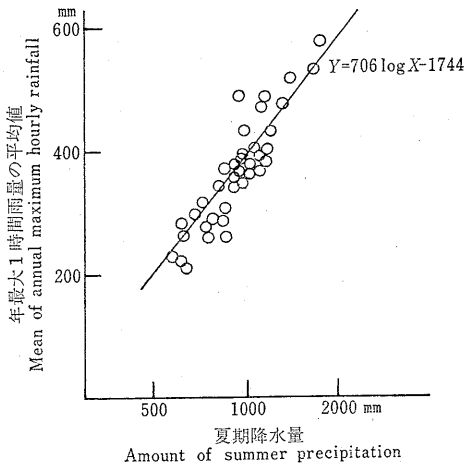


図-2. 夏期降水量と年最大1時間雨量の平均値との関係

Relation between amount of summer precipitation and mean of annual maximum hourly rainfall

R. P. 曲線により推定した 100 年確率雨量との相関係数を求めると 0.6973 と 0.8371 でいずれも危険率 1% で有意性が認められる。

いままでの検討結果は年最大日雨量の検討結果と同様の結果を示し、年最大日雨量で想定したモデルが、年最大1時間雨量にも適用される。すなわち、夏期降水量の

少ない地点は年最大1時間雨量の母平均、母分散が少ない。したがって異常値の出現率も少なく、R. P. 曲線は単純な型を示す確率が高い。しかし一度異常値が発生し、F型になると大雨の発生頻度が低いのでF型から他の型への転換の可能性が少なく、したがってこのような地帯は単純な型かF型を示す地点が多い。一方、夏期降水量の多い地点は年最大1時間雨量の母平均、母分散が大きいため、豪雨の発生頻度が高くF型になる確率も高いが、他の型への変換の確率も高く、このような地帯ではF型かD型を示す地点の出現率が高いのである。このようなモデルを考えると、ある夏期降水量には、その値に対応する確率1時間雨量の期待値がある。しかしその期待値を直接求めることは困難なので、標本としての各年の年最大1時間雨量より確率1時間雨量を推定し、それらをプロットする。そしてこの最大値を結ぶ包絡線が期待値を表わすものと考えてのである。図-3 に夏期降水量と 100 年確率1時間雨量をプロットし、その包絡線を記入した。包絡線は 800 mm を境として二つに分かれる。すなわち 800 mm 以上の夏期降水量のある地帯では

$$Y=77 \log X-141$$

800 mm 以下の地帯では

$$Y=1501 \log X-357$$

の式が成り立つ。ただし、Y: 100 年確率1時間雨量、X: その地点の夏期降水量 (5~10 月) (mm)。

ただし、この図-3 には宮崎、枕崎等 F型を示す地点

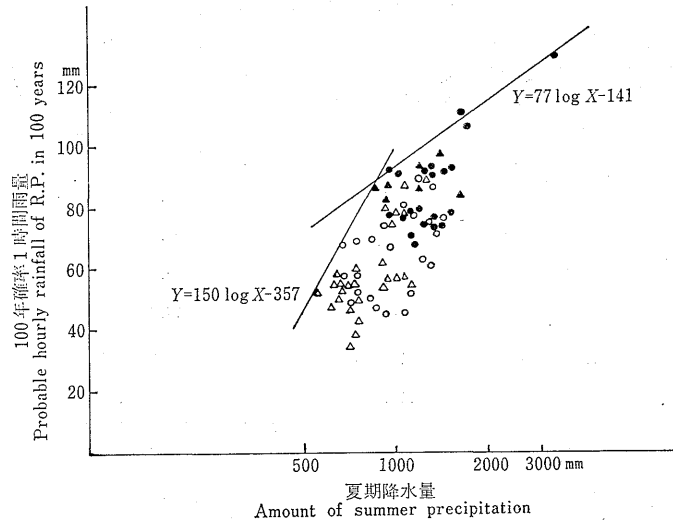


図-3. 夏期降水量と100年確率1時間雨量との関係

Relation between amount of summer precipitation and probable hourly rainfall in 100 years

○ 表日本のA,Bタイプ A,B Type in Omote Nippon, ● 表日本のDタイプ D Type in Omote Nippon,
▲ 表日本のFタイプ F Type in Omote Nippon, △ 表日本のA,B,F,Dタイプ A,B,F,D Type in Ura Nippon

を除いている。これらの地点は20年未満の資料しかなく、この資料を用いて外挿すると異常に大きい推定値になるためである。同様の理由で年最大1時間雨量等の相関係数を算出する場合にも統計年数が25年であったのでF型の地点を除いて計算した。

III む す び

本論は、年最大1時間雨量の再現期間の推定法について検討を行なったものである。その結果、年最大日雨量の場合と同様に既往の推定法で確率雨量を算出することは危険であり、新しい推定法の提案を行なった。その過程で、年最大日雨量と年最大1時間雨量の起日の不一致が明らかになった。これはDD解析上重要な問題点であることを示唆している。すなわち、以前のDD解析は各継続時間毎の既往最大値をプロットして曲線を求めていたが、戦後確率降雨の概念が導入され、各継続時間ごとに確率雨量を計算し、それよりDD曲線が求められてい

る。しかし、年最大日雨量と年最大1時間雨量で認められるように降雨のタイムスケールによって起日が異なるならば、継続時間ごとに別個に確率計算を行なってDD曲線を作ることは現実にありえない形の曲線が描かれる可能性が強い。これらの点について現在検討中であるが、本論での検討の過程で見いだされた重大な問題点として指摘しておきたい。

引用文献

- (1) 岸原信義：豪雨に関する研究（I）年最大日雨量の再現期間の推定法について。日林誌 60：298～307, 1978
- (2) 気象庁統計課：日降水量の再現期間の推定法に関する調査。測候時報 25：181～186, 1958
- (3) 二宮洗三：豪雨の時間スケールからみた降水強度極値の地理的分布。天気 24：63～70, 1977
- (4) 和達清夫監修：日本の気候。442～460。東京堂、東京、1960

(1978年4月3日受理)