

時間雨量の地域特性 Study on regional characteristics of one-hour precipitation

高須修二^{*}・宮脇千晴^{**}・廣瀬昌由^{**}・松山兼二^{***}

By Shuji Takasu, Chiharu Miyawaki, Masayoshi Hirose and Kenji Matsuyama

It is important to estimate dam design flow for dam construction. In Japan, design flow must be selected from different three approaches, probable flood in 200 years, observed maximum flow and maximum flow estimated for the subject area. But these approaches are mainly based on the observed data. In case of an extremely heavy rain, the inflow may be beyond the maximum observed value. So in this paper, based on observed precipitation data, probable maximum precipitation are calculated from maximum precipitation with specific humidity. and compared with probable precipitation in 200 years.

Keywords : *probable maximum precipitation, maximum precipitation, dam design flow*

1. はじめに

流域内に起こり得る降雨の確率分布や可能最大量を知るとは治水計画策定における重要な検討項目となっている。また、ダム計画において重要な基本量であるダム設計洪水流量の決定に当たっては、既往最大洪水流量、200年確率洪水流量、地域別比流量図等における検討¹⁾を行う必要があり、その際には降雨の分析は必要不可欠である。過去、裏戸らは日雨量が問題となる流域が大きい場合における可能最大雨量について検討を加えている²⁾が、本研究では、近年流域の小さいダムの建設が増加していることを鑑みて、時間雨量を中心に既往最大値、確率雨量、可能最大雨量について検討した。

2. 調査方針

本研究では、地域的に質・量ともほぼ同程度のデータ収集が可能であると思われる気象官署及びアメダスデータを収集し、分析を行った。流域の小規模化に伴い、より短いスケールの降雨の分析が必要となってくるが、気象官署やアメダスデータの収集整理状況を鑑み、時間雨量を中心に分析を行った。既往最大値、確

^{*} 正会員 建設省土木研究所 水工水資源研究室 室長 (〒305 茨城県つくば市大字旭一番地)

^{**} 正会員 建設省土木研究所 水工水資源研究室 研究員

^{***} 正会員 建設省土木研究所 水工水資源研究室

率雨量、可能最大雨量の算出にあたっては、地域別比流量図と同様に図-1に示すように日本を11地域に区分して検討を行った。この地域区分は水象・気象が類似する地域として流域界も考慮しながら区分されたものであり、水管理上はこのような区分が有効であると考えられるので、これを踏襲する。

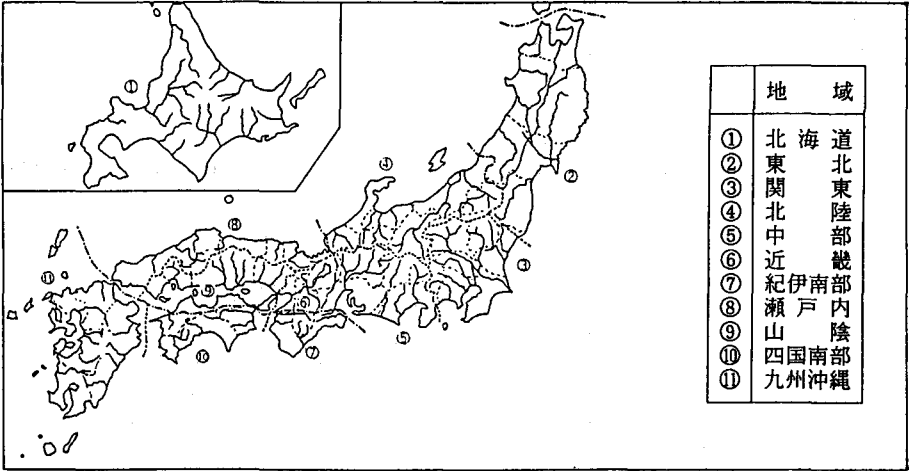


図-1 比流量区分図

3. 既往最大雨量

豪雨時の時間スケール別の既往最大雨量については過去にいくつかの調査・研究がなされており、時間スケール別の豪雨は表-1に示すようにそれぞれ特有なスケールの気象現象と密接に関係していることが知られている³⁾。本検討の10分間雨量・1時間雨量の既往最大値分布をそれぞれ図-2及び図-3に示す。図-2によると、既往10分間雨量の最大値は、太平洋岸で若干値が大きいものの、地域的な差は比較的少ない。これは二宮が報告している³⁾ように10分間雨量の大きな値に対しては積雲対流が支配的であるため最大値は1回の気柱の転倒によるものであると考えられ、その地点の気柱がもちうる水分量が支配しているためである。時間雨量は図-3に示すように西日本の太平洋岸での値が大きくなる傾向がある。これは1時間雨量は中規模擾乱（小低気圧や前線）に伴う降水を代表するもので、量的には中規模擾乱の発達程度に関連していることに起因している。この中規模擾乱は個々の積雲の集合体であるので、1時間内に繰り返されるいくつかの積雲対流による降水量であるが、その発達には大気安定度が関連し、大気下層に南から湿潤空気が補給され続けると、連続した積雲対流の発生が可能になるため、南方から高温多湿な空気が流入しやすい西日本の太平洋岸で既往最大1時間雨量値が大きくなっていると思われる。

表-1 降雨の時間スケールと気象現象

降雨の時間スケール	気象現象
10分間雨量	積雲対流
1時間雨量	中規模擾乱
1日雨量	大規模または中規模擾乱
1月雨量	大循環の状況

それぞれの観測データは、その地点の観測実績ではあるが、水管理を総合的に考えるべき1つの流域や水系で過去に起こった10分や1時間の短い時間スケールの最大規模の雨が必ずしも個々の観測所で発生、観測されたとはいえない。しかし、全国で150個所の気象官署の約50年間のデータ、17kmメッシュのアメダス観測所1300地点の15年間の最小時間間隔1時間のデータにより、地域区分内で評価すればその地域で過去に起こった雨の時間単位最大値は検出されることが考えられる。従って、以下の検討では、地域別既往最大1時間雨量について解析を行う。

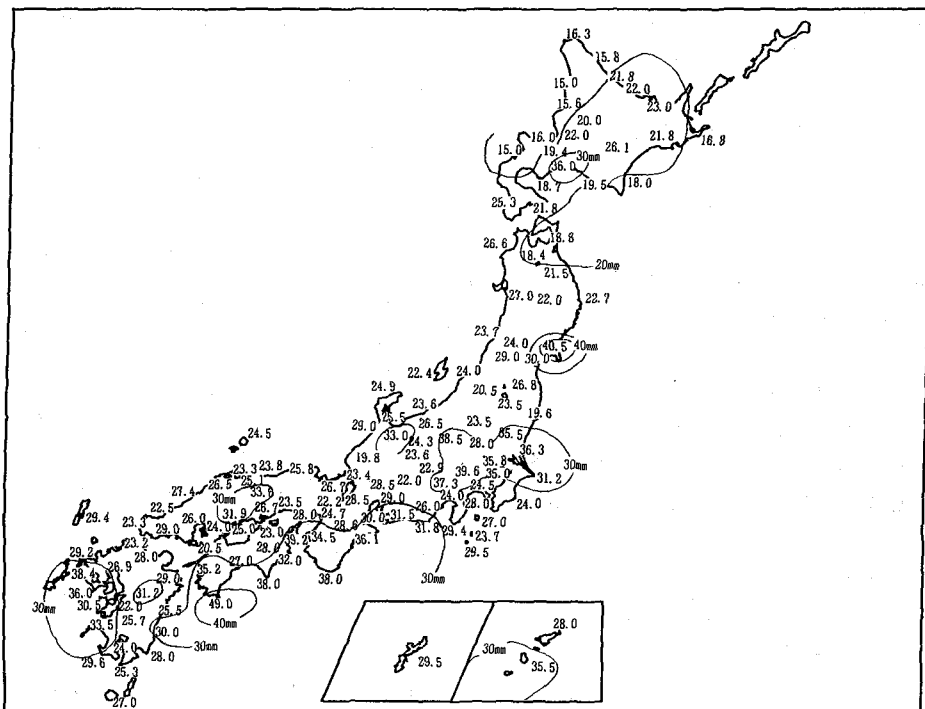


図-2 既往最大10分間雨量の分布 (1940～1990)

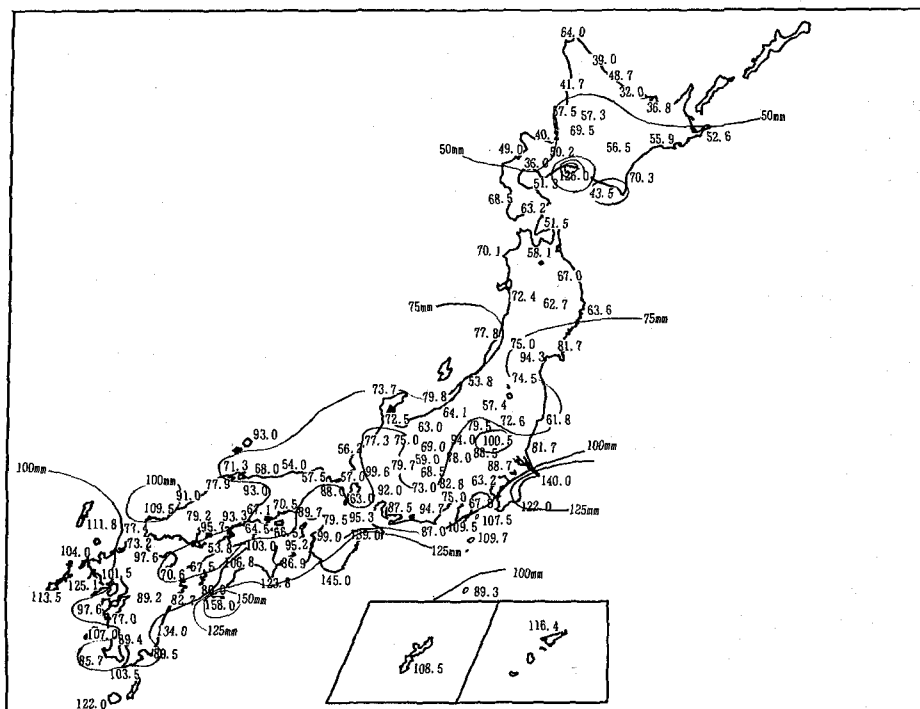


図-3 既往最大1時間雨量の分布 (1940～1990)

地域別既往最大1時間雨量の調査結果を表-2に示す。なお、アメダス観測所は毎正時のデータであるため、積雲対流の集合体であることを考慮すると任意1時間雨量に変換する必要がある。ここでは、任意1時間雨量の最大値と正時1時間雨量の最大値が整理されている気象官署のデータより次式にしたがって任意1時間雨量を算出する。ここで、変換係数 k については地域的な偏りも顕著ではなく、全気象官署平均で1.16、その標準偏差も0.036であったため、全アメダスデータに一律1.16乗じて変換した。なお、室田ら⁴⁾は大阪管区気象台1933～1967年の年最大値系列の上位5位までの資料を用いて $k=1.138$ を得ている。また、表-2中の*は正時の1時間雨量 R_h を(1)式にて任意の1時間雨量値 R_i に変換したものである。

$$R_i = k \times R_h \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 R_i ：任意の1時間雨量値、 R_h ：正時の1時間雨量、 k ：変換係数

また、アメダスデータについては、通信上の問題から数時間の積算値が示されていることがあるので、既往最大値の採用にあたっては、1時間雨量の時系列からその有効性を判断して用いた。

表-2より、1時間雨量では北陸・近畿・瀬戸内が最も小さく、次いで東北・山陰、北海道・関東・中部・紀伊南部・四国南部、九州沖縄の順となっており、北陸や近畿等の値が小さいのは山岳などの地形の影響によって南からの暖湿流が進入しにくいことが考えられる。

4. 地域別確率雨量

地域別確率雨量は、地域内の各地点の確率雨量の地域内の最大値とした。確率雨量の算出にあたっては資料の長さが重要である。特に本研究は小流域ダムでのダム設計洪水流量算出の際の1/200確率流量の算出に資するために1/200確率雨量を求める必要があるため、できるだけ資料期間の長い気象官署のデータを対象にした。しかし、既に述べたように、地域の既往最大雨量がアメダスで観測されている場合も多いので参考までにアメダス(1977年～1992年)のデータのみを用いた確率値も算出し、併せて地域毎に表-3に示す。表-3より、気象官署の200年

確率雨量は11地域中10の地域で既往最大値に等しいか下回っている。そのうち、7地域では、既往最大1時間雨量はアメダス観測網で観測されている影響もあると考えられるが、今回用いた確率分布が対数正規分布(岩井法)であるため、特に大きな降雨量で整合が悪く、江藤らが日雨量に対して指摘しているよう⁵⁾に確

表-2 地域別1時間雨量の極値

地域 番号	既往最大 (mm)	地 点 名	起 日
1	*146.2	登別(胆振)	1983. 9. 25
2	*132.5	八甲田山(青森)	1980. 6. 17
3	140.0	銚子(千葉)	1947. 8. 28
4	* 98.6	菅平(長野)	1989. 7. 17
5	*139.2	湯ヶ島(静岡)	1958. 9. 26
6	* 99.3	長岡京(京都)	1987. 9. 10
7	145.0	潮岬(和歌山)	1972. 11. 14
8	109.0	萩(山口)	1971. 8. 23
9	*127.6	南淡(兵庫)	1979. 9. 30
10	150.0	清水(高知)	1944. 10. 17
11	*177.5	長浦岳(長崎)	1982. 7. 23

表-3 地域別200年確率雨量

地域 番号	気象官署		アメダス		気象官署 —— 地域最大
	雨 量 (mm)	地 点 名	雨 量 (mm)	地点名	
1	136.3	苫小牧	168.6	白老	0.93
2	108.5	仙台	153.7	大正山	0.82
3	131.4	勝浦	205.3	上里見	0.94
4	81.1	富山	152.3	菅平	0.82
5	136.0	四日市	189.5	豊橋	0.98
6	91.1	大阪	138.6	長岡京	0.92
7	171.0	尾鷲	196.3	尾鷲	1.18
8	112.4	洲本	205.6	南淡	0.88
9	109.6	浜田	161.9	浜田	1.00
10	130.9	高知	171.0	福原旭	0.87
11	149.3	沖永良部	192.5	太良間	0.84

率分布を考慮する必要がある。また、アメダスデータから算出した200年確率雨量は気象官署のデータによって算出した場合よりは総じて大きな値となっているが、それでも地域最大時間雨量の方が大きい地域が見受けられる。やはり用いた確率分布の適合性の問題もあるが、資料期間が短いこともあり、あくまで参考値にとどめるべきである。

表－4 既往最大1時間雨量時の気象要素調査結果

地域 番号	出現地点付近の 気象官署	起 日	気圧 (hPa)	蒸気圧 (hPa)	比湿 (g)	雨量 (mm)
1	室蘭（胆振）	1983. 9. 25	1008.3	19.8	12.31	146.2
2	八戸（青森）	1980. 6. 17	993.9	21.9	13.82	132.5
3	銚子（千葉）	1947. 8. 28	1011.0	28.8	17.91	140.0
4	長野（長野）	1989. 7. 17	964.5	20.5	13.33	98.6
5	石廊崎（静岡）	1958. 9. 26	954.9	25.1	16.51	139.2
6	京都（京都）	1980. 8. 26	1002.6	26.2	16.42	99.3
7	潮岬（和歌山）	1972.11.24	1000.5	20.9	13.10	145.0
8	萩（山口）	1971. 8. 23	1005.1	30.6	19.16	109.0
9	徳島（徳島）	1979. 9. 30	991.2	27.3	17.31	127.6
10	清水（高知）	1944.10.17	1009.7	24.6	15.30	150.0
11	長崎（長崎）	1982. 7. 23	1000.4	26.3	16.52	177.5

表－5 可能最大比湿

地域 番号	地点最大比湿 (g)	地域最大比湿 (g)
1	20.77	25.25
2	23.42	25.20
3	24.35	24.68
4	26.93	27.34
5	26.24	27.83
6	24.43	26.32
7	25.63	25.63
8	26.14	26.14
9	24.12	26.55
10	26.05	35.42
11	27.78	29.82

表－6 可能最大雨量検討結果

地域 番号	比湿比	可能最大降水量 (mm)
1	2.05	300.0
2	1.82	241.6
3	1.38	192.9
4	2.05	202.2
5	1.69	234.6
6	1.60	159.2
7	1.96	283.7
8	1.36	148.7
9	1.53	195.7
10	2.32	347.3
11	1.81	320.4

5. 地域別可能最大雨量

豪雨の成因は水蒸気を多量に含んだ湿潤な空気が強い上昇流によって降水へと位相変化することによるも

のである。この強い上昇気流は低気圧や不連続のような気象擾乱による非地形性のものと山岳斜面上昇気流など地形性に起因するものに大別される。非地形性降雨では、湿度補正や豪雨の移換が用いられ、地形性降雨では山岳地域の気流モデルを用いる方法が考えられている。本研究で対象とする1時間雨量については2.で整理した既往最大値をみると、若干の地域性はあるものの、日雨量で指摘されている⁶⁾ほど地形性の影響は顕著ではないのでここでは湿度補正のみによるものとする。この湿度を用いた補正法は、降水量は他の要因が同じならば、雨量は水蒸気含有量が増すとともに増すという仮定のもとに、既往の豪雨も仮に気柱がさらに多量の水蒸気を含んでいればもっと大きな降水量であったと推定する方法であり、可能最大1時間雨量は既往最大比湿を用いて(2)式によって算出する。

$$\text{可能最大1雨量} = \text{既往最大1時間雨量} \times (\text{既往最大比湿} / \text{既往最大1時間雨量時の比湿}) \cdots \cdots (2)$$

ここで、比湿の値は気象官署に算出できる資料があり、同一気塊内での変化は比較的少ないのでかなりの精度で近似でき、(3)式によった⁷⁾。

$$\text{比湿} = 622 \times \text{水蒸気圧} / (\text{既往最大降雨発生時の気圧} - 0.378 \times \text{水蒸気圧}) \cdots \cdots (3)$$

各地域の既往最大1時間雨量時の気象要素調査結果及び過去の可能最大比湿結果をを表-4、表-5に示す。表-5より、地域可能最大比湿として、既往最大地点と地域最大地点が考えられるが、ここでは地域区分として水象・気象が類似であると考えているため地域最大値を採用する。可能最大比湿は25~30の間になっており、地域による差はあまり見られない。

表-6に(5)式を用いた検討結果を示す。表-6より、比湿比は1.4~2.3程度であり、推定された雨量は150mm~350mmとなった。200年確率1時間雨量の算出が十分でないので、この可能最大降雨の評価が現在のところ難しいが、両者を比較すると山陰地域を除き可能最大1時間雨量は200年確率1時間雨量より大きくなっている。

6. まとめ

本研究では小流域の洪水流量算定のために既往最大雨量、地域別確率1時間雨量を検討し、地域別可能最大1時間雨量を算出した。また、雨量データの収集及び観測網の状況から1時間雨量についてのみ検討してきたが、流域の小規模化に伴い洪水の到達時間も1時間より早くなるのを考慮して、より短時間雨量についても同様な検討が必要である。なお、確率雨量の評価については降水の時間スケールや気象現象のスケールから観測地点での最大雨量の把握の状況に強く依存するとともに、確率分布の適合を十分吟味する必要がある。

参考文献

- 1) 解説・河川管理施設等構造令, 社団法人日本河川協会, pp. 10~pp. 14
- 2) 裏戸勉・中村昭・長谷川修: 可能最大日雨量の試算, 土木技術資料, 20-8, pp. 15~pp. 20, 1978.
- 3) 二宮洸三: 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巻1号, pp. 63~pp. 64, 1977.
- 4) 室田明・江藤剛治・中西祐啓: 標準等危険度線による都市河川の治水安全度, 土木学会論文集, 第369号, pp. 155~pp. 164, 1986.
- 5) 江藤剛治・室田明: 大雨の頻度, 土木学会論文集, 第369号, pp. 165~pp. 173, 1986.
- 6) 計画降雨に関する研究 第24回建設省技術研究会報告 pp. 455~pp. 464 1970.
- 7) 正野重方: 概論気象学, 地人書館, 1975.