

瀬戸内地方の中小河川洪水の極値に関する研究(Ⅲ)

田中 礼次郎*・福島 晨*

Reijiro TANAKA and Akira FUKUSHIMA

Study on Record Flood Peaks of Smaller Rivers in Setouchi Region (III)

1 ま え が き

中小河川洪水の極値に関する一連の研究として、主として山陰地方のいくつかの主要河川流域を対象とした成果を報告してきた^{1),2)}。

ここでは、瀬戸内海に山陽側から流入する吉井川、高梁川および太田川の三大河川流域を対象を選び、瀬戸内地方(四国側は除く)の洪水比流量曲線の推定を行い、既に報告した山陰側のそれとの対比を試みたものである。

2 洪水比流量曲線式

Creager 式として一般に使用されている洪水比流量曲線式は、流域面積が比較的小さい範囲では、その適合性に大きな疑問のある経験式であることはよく知られて

いる。本研究では、この欠点を補正する目的で、 DAD ³⁾特性と洪水到達時間から誘導した角屋らの提案する半理論的洪水比流量曲線式を使用して検討した。この式の詳細については前報と重複するので省略し、主要な式のみを示すと、洪水比流量 q ($m^3/s/km^2$) は(1)式で表現される。

$$\left. \begin{aligned} q &= KA^{-\eta} \exp(-\zeta A^\beta) \\ K &= (1/3.6) (f \cdot a / C_p) / (1 - 0.35\zeta) \\ \eta &= 0.22C / (1 - 0.35C) \\ \zeta &= \alpha / (1 - 0.35C) \end{aligned} \right\} \dots\dots(1)$$

ここに、 A は流域面積 (km^2)、 f は流出係数、 α 、 β 、 C 、 C_p は定数

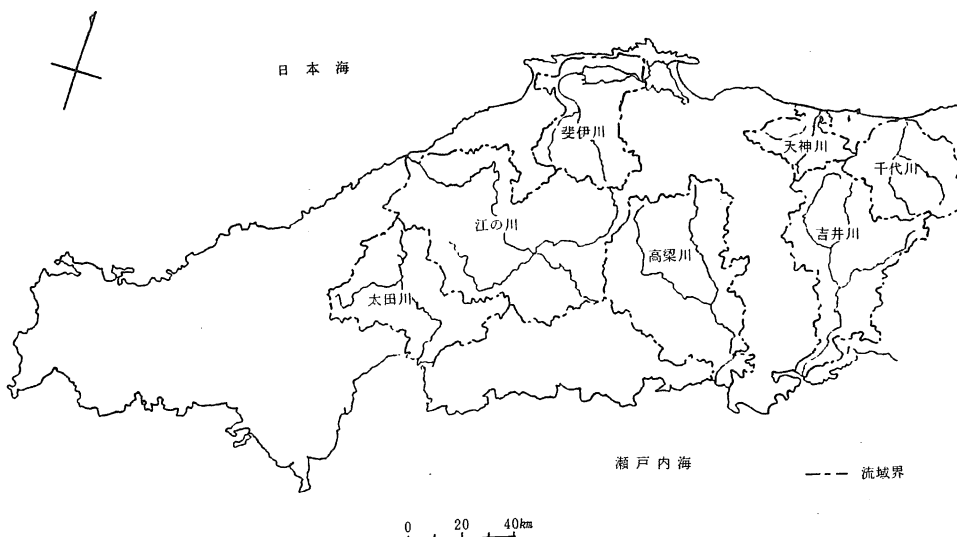


図1 対象流域位置図

* 農業水利工学研究室

表1 調査対象河川既往洪水一覧

(単位m³/s)

河川名 流量 観測所 区分 順位	吉井川 (2,060km ²)				高梁川 (2,670km ²)				太田川 (1,690km ²)				江の川 (3,870km ²)			
	岩戸 (1,717km ²)				日羽 (1,985.8km ²)				矢口第1 (1,526.5km ²)				尾関山 (1,981km ²)			
	流量	生起年月日	降雨原因	備考	流量	生起年月日	降雨原因	備考	流量	生起年月日	降雨原因	備考	流量	生起年月日	降雨原因	備考
1	6,180	S20. 9.18	台風		5,660	S47. 7.12	梅雨	○	6,800	S47. 7.12	梅雨	○	6,900	S47. 7. 9	梅雨前線	○
2	4,980	38. 7.11	梅雨		4,030	38. 7.11	〃		6,700	18. 9.20	台風		4,790	40. 7.20	〃	○
3	4,790	47. 7.12	〃	○	3,940	46. 7. 1	〃		5,900	20. 9.17	枕崎台風		4,510	35. 7. 7	〃	○
4	3,930	51. 9.10	台風	○	3,410	44. 7. 8	〃		5,795	51. 9.13	台風17号	○	4,250	40. 6.18	〃	○
5	3,800	40. 7.23	梅雨		3,390	45. 8.21	台風		4,900	3. 6.25	梅雨		4,160	32. 7. 2	〃	
6	3,660	9. 9.21	台風		3,000	42. 7. 9	梅雨		4,500	26.10.14	ルース台風		3,850	38. 7.10	〃	○
7	3,000	27. 7. 2	梅雨		2,170	51. 9.13	台風		4,490	25. 9.13	キジャ台風		3,800	33. 6.29	〃	
8	2,920	42. 7. 9	〃		2,080	43. 7.15	梅雨		4,324	40. 7.23	梅雨		3,710	46. 7. 1	〃	○
9	2,910	16. 8.15	台風		1,020	50. 7.14	〃		3,535	49. 9.18	台風18号前線		3,610	45. 8.21	台風	○
10	2,600	17. 9.22	〃		920	49. 7. 6	〃		3,350	5. 8.13	台風		3,440	37. 7. 3	梅雨前線	○

河川名 流量 観測所 区分 順位	斐伊川 (2,070km ²)				天神川 (500.5km ²)				千代川(1,192.6km ²)							
	大津 (911.4km ²)				小田 (464km ²)				行徳(1,053.7km ²)							
	流量	生起年月日	降雨原因	備考	流量	生起年月日	降雨原因	備考	流量	生起年月日	降雨原因	備考	流量	生起年月日	降雨原因	備考
1	2,790	S20. 9.18	枕崎台風		1,798	S34. 9.26	台風		4,266	S54.10.19	台風20号	○				
2	2,700	18. 9.20	台風26号		1,162	50. 8.23	〃	○	3,603	T12. 9.15	台風					
3	2,330	47. 7.11	梅雨	○	1,025	46. 8.31	〃	○	3,400	T 7. 9.14	〃					
4	1,760	39. 7.19	〃	○	902	40. 9.17	〃		3,283	S 9. 9.20	室戸台風					
5	1,480	46. 7. 1	〃	○	840	41. 9.25	〃	○	3,260	S51. 9.10	台風17号	○				
6	1,440	40. 7.23	〃	○	806	47. 7.11	梅雨	○	3,000	S36. 9.16	〃 18号					
7	1,420	29. 7.30	〃		781	36. 9.16	台風		2,700	S34. 9.26	〃 15号					
8	1,310	19. 9.17	台風		740	51. 9.10	〃	○	2,683	S40. 9.10	〃 23号					
9	1,240	17. 9.21	〃		696	39. 7.19	梅雨		2,667	S20. 9.17	枕崎台風					
10	1,160	38. 6. 4	台風2号梅雨	○	541	42.10.28	台風	○	2,570	S17. 9.21	台風					

註：備考欄の○印は解析に資料を採用した年度を示す。

3 対象流域と降雨資料

山陰地方で対象にした4河川流域と、今回対象とする瀬戸内海に注ぐ山陽側の3河川流域の位置を図1に示し、後者の3河川流域の詳細を図2～4に示した。

またこれら7河川の既往年最大洪水量について、第1位から10位までを表1に示した。これによると、河川ごとに年最大洪水年の差異が認められるが、最近10ヶ年間の代表的な洪水年としては、昭和46年7月、47年7月、50年7月、51年9月、54年10月（千代川では第1位）等の梅雨末期豪雨あるいは台風に伴う豪雨による洪水年が上位を占めている。このうち昭和47年7月洪水は、中国地方のほぼ全域にわたる豪雨により、上記7河川中6河川が10位以内の大洪水発生を示している。

宍道湖水位の上昇により、宍道湖周辺の湖岸堤を越水して松江市内が浸水による大被害をうけたのも昭和47年である。

表1の洪水年のうち、水文資料が整備されている比較的最近年の主として豪雨資料を、本研究の解析に用いた。表1の備考欄に○印をつけた年度の雨量資料がこれに該当する。これ以外の年度についても、たとえば山陰側の江の川上流域では、昭和34～51年の18年間、斐伊川流域では昭和32年～49年（43年欠測）の17年間の年最大洪水発生時における水文資料に基づいて検討した結果は既報のとおりである。

これらの成果によると、本研究の目的である最大洪水比流量曲線の決定を大きく支配するのは、当初の予想どおり、当該流域の既往最大ないしはこれに近い洪水発生年の水文条件が大部分を占めることがわかった。したがって、瀬戸内地方（山陽側）で対象とした吉井川、高梁川および太田川の各流域については、表1の洪水年のうち、できるだけ順位が上位で、しかも解析に必要な水文記録が得られる昭和47年、51年の豪雨記録を採用するこ

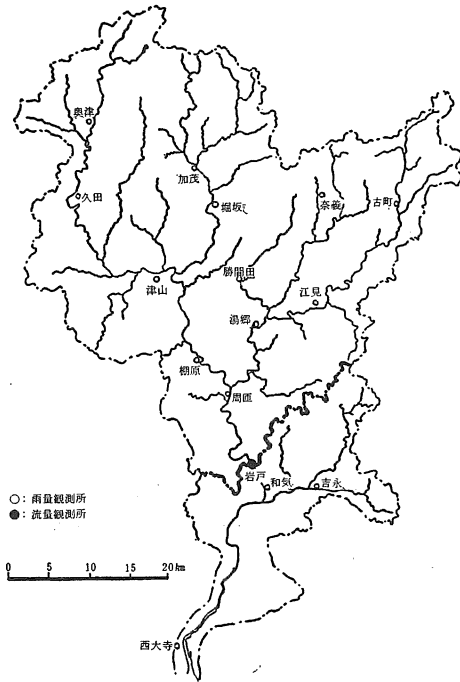


図2 吉井川流域図

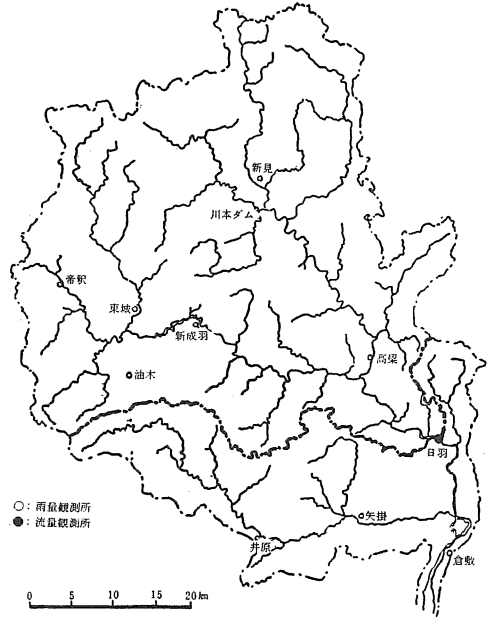


図3 高梁川流域図

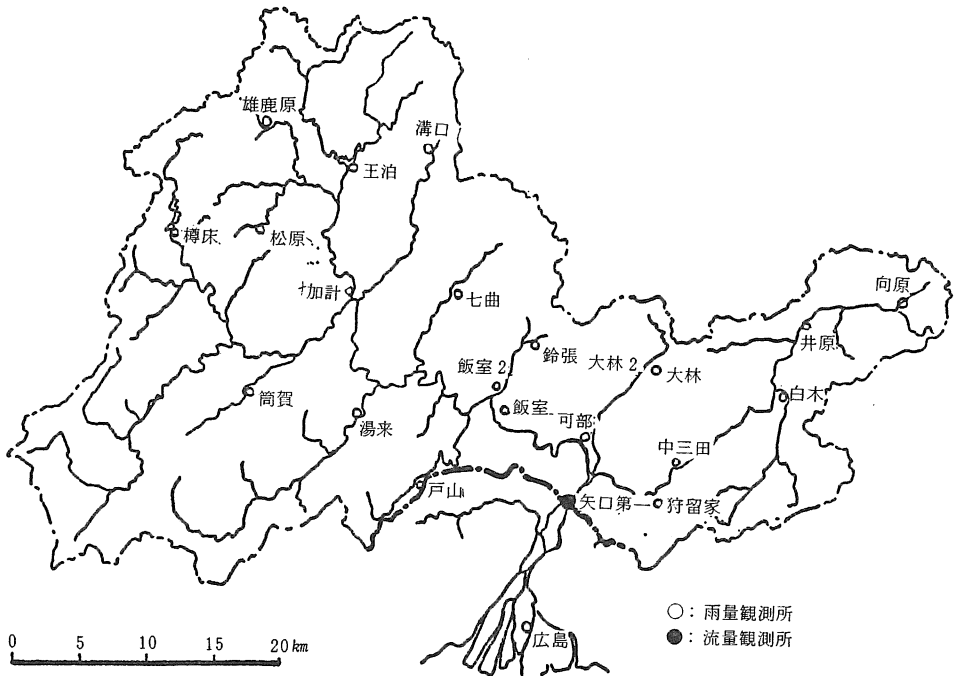


図4 太田川流域図

とにした。今までに検討済みの山陰側4河川、およびここで検討する瀬戸内側3河川の最大洪水比流量曲線解析に用いた、年最大洪水発生時における降雨記録の期間等をまとめると表2のとおりである。

4 洪水比流量曲線式

吉井川、高梁川および太田川の3流域について、前述の豪雨資料からティーセン法を用いて平均雨量を推定した。これに基づいて Horton 式による DA 解析、Sherman 式による DD 解析を、それぞれの流域ごとに行なった。

一方、瀬戸内地方を代表する洪水比流量曲線式を求めるため、これら3流域の降雨継続時間別の DA 値を比較して、その最大値を表3に整理した。山陰側の洪水比流量曲線式算定に用いた DA 値も、参考までに同表に併示した。この表からわかるように、瀬戸内地方の DA 関係を支配する代表値は、昭和47年および51年の太田川流域で大部分が占められている。山陰地方では、昭和54年の千代川流域の DA 値でほとんど代表されている。以上3河川流域および3河川流域の最大値(表4で3流域欄の値)を用いて推定した Horton 式(DA 関係)および Sherman 式の各定数を表4に示した。これらの値を洪水比流量曲線式に代入して得られる(1)式の各定数

表2 使用した調査対象流域の雨量記録関係一覧表

区分 河川名	流域面積 (km ²)	降雨記録期間	降雨観測点数	観測点密度 (km ² /1ヶ所)
吉井川	1717.0	S47, 51, 2年	18	95.4
高梁川	1985.8	S47, 1年	13	152.8
太田川	1527.0	S47, 51, 2年	16	95.4
江の川上流域	670.7	S34~51, 18年	8	83.4
江の川全流域	3874.4	S47, 1年	30	129.2
斐伊川	911.4	S32~49, 17年 (S43欠)	11	82.9
天神川	464.0	S41~51, 11年	8	58.0
千代川	1053.7	S51, 54, 2年	12	87.8

は表5のとおりで、吉井川、高梁川、太田川の各流域および瀬戸内地方(山陽側)を代表する(表5で3流域欄の値)洪水比流量曲線式が得られたことになる。これら4種類の曲線式のうち、もっとも適合性のすぐれているのは、図5に示すように瀬戸内地方を代表する洪水比流量曲線式である。

5 考 察

図5の中に示されている各点は、瀬戸内地方(四国地域も含む)における既往最大級の洪水比流量観測値である。このうち比較的流域面積の小さい範囲で大きな比流量を示す内海(香川県小豆島別当川)、鹿森(愛媛県国

表3 瀬戸内・山陰地域の DA 関係表 (第1位)

(単位 mm)

	A(km ²) hr	瀬戸内											
		0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800		
瀬戸内	1	50.0 太(S51)	43.0 太(S51)	37.4 太(S51)	34.3 太(S51)	32.9 太(S51)	30.2 太(S51)	28.0 太(S51)	26.2 太(S51)	20.0 吉(S51)	16.6 高(S47)		
	3	128.0 太(S47)	124.8 太(S47)	119.8 太(S47)	111.8 太(S47)	102.2 太(S47)	92.6 太(S47)	83.0 太(S47)	78.0 太(S47)	50.4 吉(S51)	45.9 高(S47)		
	6	178.5 太(S47)	175.3 太(S47)	170.1 太(S47)	162.9 太(S47)	153.4 太(S47)	142.5 太(S47)	129.9 太(S47)	114.5 太(S47)	86.5 太(S51)	81.2 高(S47)		
	12	211.0 太(S47)	209.2 太(S47)	205.9 太(S47)	199.7 太(S47)	190.0 太(S47)	178.8 太(S47)	165.9 太(S47)	151.9 太(S47)	133.7 吉(S47)	124.2 高(S47)		
	A(km ²) hr	山陰											
		0	50	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
山陰	1	55.0 斐(S46)	54.9 斐(S46)	54.8 斐(S46)	53.5 斐(S46)	51.3 斐(S46)	47.8 斐(S46)	44.8 斐(S46)	42.4 斐(S46)	40.0 斐(S46)	38.0 斐(S54)	36.7 千(S54)	35.4 千(S54)
	3	123.0 斐(S47)	106.8 千(S54)	105.6 千(S54)	103.8 千(S54)	101.8 千(S54)	99.0 千(S54)	96.4 千(S54)	94.8 千(S54)	92.8 千(S54)	90.4 千(S54)	88.2 千(S54)	86.2 千(S54)
	6	180.5 斐(S47)	174.4 千(S54)	173.5 千(S54)	171.9 千(S54)	169.9 千(S54)	166.8 千(S54)	161.4 千(S54)	154.2 千(S54)	148.8 千(S54)	144.9 千(S54)	141.3 千(S54)	137.5 千(S54)
	12	284.0 天(S50)	252.9 千(S54)	252.2 千(S54)	250.6 千(S54)	245.9 千(S54)	240.5 千(S54)	236.2 千(S54)	231.9 千(S54)	225.9 千(S54)	220.0 千(S54)	215.0 千(S54)	210.2 千(S54)

註 太:太田川 斐:斐伊川 吉:吉井川 千:千代川 高:高梁川 天:天神川 ()内数字は年度

表4 洪水比流量曲線式算定に用いた各定数

流域名	$P/P_0 = \exp(-\alpha A^\beta)$		$P_0 = at - c$	
	α	β	a	c
吉井川	2.7×10^{-6}	1.605	31.55	0.2788
高梁川	6.1×10^{-6}	1.500	32.00	0.2994
太田川	1.2×10^{-5}	1.457	56.51	0.4110
3流域	6.9×10^{-6}	1.546	56.51	0.4110

表5 洪水比流量曲線式の各定数

流域名	$q = KA^{-\eta} \exp(-\zeta A^\beta)$			
	K	η	ζ	β
吉井川	15.12	0.068	2.99×10^{-6}	1.605
高梁川	15.64	0.074	6.81×10^{-6}	1.500
太田川	18.71	0.11	1.38×10^{-5}	1.457
3流域	18.67	0.11	8.06×10^{-6}	1.546

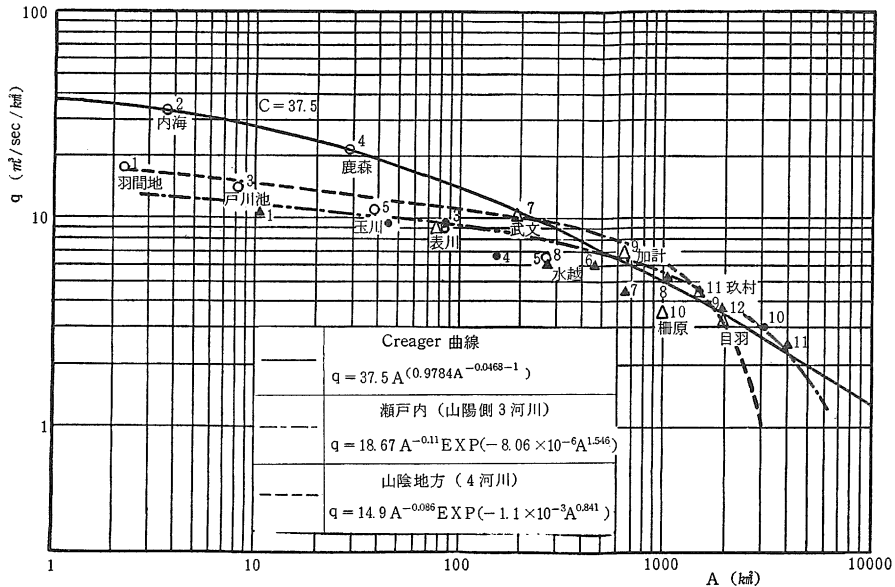


図5 洪水比流量曲線

領川)の2地点は、いずれも北四国側に存在している。この2地点を除外すると、山陽側瀬戸内地方については、ここで提案した洪水比流量曲線式は、既往最大洪水比流量をよく包絡しているといえよう。

瀬戸内の北四国地域は、中国本土山陽側の大きな河川規模に比べ、一般に勾配の急な小河川流域が多い。これらの北四国地域から瀬戸内に流入する小河川と、山陽側大河川の流域条件の相異は、当然洪水の流出特性にも大きな影響をもたらすことが予想される。

また瀬戸内地域でも、降雨分布特性からみて、四国山脈の影響を受ける北四国およびこれに続く山陽側地域と、この影響を受けない比較的豪雨の多発地帯と見られている紀伊水道や豊後水道に面した地域とでは、当然最大洪水比流量にもかなりの相異があるものと予想される。したがって、これら各地域の水文特性をくわしく検討した上でないと、山陽側、北四国側によって囲まれた瀬戸内地方の洪水比流量曲線の正しい表現は困難である

と考えられる。この意味から本研究では、瀬戸内地方の山陽側地域の洪水比流量曲線が提案できたと考えている。もちろんこの曲線が適用できる北四国地域も存在するはずである。

また山陰側の洪水比流量曲線とも大差のないことが図5から理解されよう。このことは、中国山脈を境にして山陰、山陽に分かれ、しかも両地域の主要河川の上流域はたがいに隣接して、地形条件、気象条件の類似した流域で相当部分が構成されていることに要因の一つがあるものと考えられる。

6 おわりに

本研究では、各対象流域の水文資料から、それぞれの流域ごとの洪水比流量曲線式算定までの、 DA 、 DD 解析などの計算過程、結果およびくわしい説明などはほとんど省略し、必要最小限の各定数の数値程度の記載しかなかった。詳細は前報「山陰地方の中小河川洪水の極

値に関する研究」で報告したからである。

最後に、本研究に使用した水文資料の大部分は、建設省中国地方建設局河川部の協力の下に収集できた。また当時専攻生であった花本敬介君の資料収集、整理に対する絶大な協力があったこと、および本研究は昭和55年度文部省科学研究費による成果の一部であることを付記して謝意を表す。

参 考 文 献

1. 田中礼次郎：島根大農研報13：124-133, 1979
2. 田中礼次郎・福島晟：島根大農研報14：86-93, 1980
3. 角屋睦・永井明博：京大防災研年報第22, B-2：195-208, 1979

Summary

This study aims to develop the equation of the enveloping curve rationally in Setouchi Region considering the *DAD* characteristics of heavy rainfalls and the concentration time of flood runoff.

The Yoshii, Takahashi and Ota river basin have been chosen as the objective basin. The record of heavy rainfall observed at several points covered a river basin have been investigated to disclose the *DAD* characteristics of the basin. The *DAD* equation is then combined with the equation of the time of flood concentration to find a rational form of the equation for flood peaks. Finally, the equation for flood peaks is modified to express a curve enveloping record flood peaks in $m^3/sec/km^2$. The formula for enveloping curve has shown good fitness to record flood peaks in Sanyo side of Setouchi Region.