

2005.5.05

武庫川流域委員会委員長 松本 誠 様

武庫川流域委員会

委員 岡田 隆

何時も色々とお世話になり有り難うございます。

第 16 回流域委員会(4/18)の議事骨子 3 項に基づき、流出モデルとしては「準線形貯留型モデル」を選定することが確認されましたが、本モデルの問題点等については、今後更に議論を進めていく中で検討を行い整理することが確認されました。

流出解析ワーキングチームでも長時間に亘って審議が行われましたが、今後流出解析の議論を進めていくにあたり、尚検討すべき問題も残されていると考えて以下の意見書を提出します。宜しく願います。

貯留関数法と準線形貯留モデルによる基本高水ピーク流量の比較

流出モデルの選定については、過去の委員会でいくつかのモデルについて検討を行い、最終的に貯留関数法と、準線形貯留モデルが比較対象となった結果、前委員会で準線形貯留モデルが選定された。出席委員の大半がこれに合意し、私もこの選定に合意したが、100%の賛意を表したのではない。(第 15 回委員会議事録参照)

今後流出解析に関する議論が進む中で、こうした「消極的な賛成」論者も委員の中になかなか存在したことを踏まえて、今後の議論を進めていくべきであると考えて。その意味で 3 頁に河川管理者が発表した、貯留関数法と準線形貯留モデルによる基本高水ピーク流量算定結果の両方をまとめて、比較表を作成した。表中の値は全て河川管理者の提供による値をそのまま使用し、対象比較できるように 1 頁にまとめたにすぎない。(参考のために同じレポートに記されている説明を付け加えた。)

また、準線形貯留モデルでは、流域にあるため池や調整池の流出抑制効果を考慮に入れるかどうかで、「流域基本高水」と「基本高水」の両方の流量が示されている。採用した確率雨量の算定手法もグンベル・GEV など数種類あり、引き伸ばし雨量の数値も僅かではあるが差がある。

このように若干の相違はあるが、それを理解の上で比較すれば、一見しても判るように、貯留関数法による値と準線形貯留モデルによる計算値の間には殆ど差がない。例えば雨量確率による欄で、24 時間雨量による引き伸ばし値で貯留関数法による雨量 255mm のグンベル分布と、準線形貯留モデルによる雨量 242mm のグンベル分布とを比較すると、貯留関数法では 1,586~6,376m³/s、準線形貯留モデル(流域基本高水)では 1,533~6,611m³/s で、殆どの範囲は重なっていて大きな差はないといってもよいぐらいである。この範囲の中に甲武橋基準点における基本高水のピーク流量が含まれているのが間違いなことを考えれば、どちらのモデルを使っても大きな差が出るとは

考えられない。また両方の表に示されたピーク流量の値を見ると、雨量確率基準の場合、その範囲が 4,000~5,000m³/s に及んでいることが判る。この範囲の中から単純に中央値又は平均値を出しても、それでピーク流量を求めることはできず、却って非科学的であることは明らかである。

一方流量確率の値を見ると明らかにピーク流量の最大と最小の差は 1,000m³/s 程度であり、これならピーク流量の設定は比較的容易に思われる。ただ、流量確率のピーク流量を選定するデータは雨量データと比較すると、非常に少ない(本格的に流量観測が行われたのは H.8 年以後)ので、少数のデータから推定すれば、この程度の結果しか得られなかったため、この事だけから流量確率の方が信頼性があるとも言えないと思われる。

貯留関数法による報告書は、H14.3 月に発表され、武庫川全流域約 500km² を 15 分割して各区分ごとに定数を検討しており、一方、準線形貯留モデルは H.15.3 月に発表され、同じ流域を 62 分割し、また河道は 8 分割から 30 分割に細分されている。このように細分割して検討した結果、より正確な高水流量が明らかになると期待するのが常識的な考え方であろうと思うが、結果から見れば精緻な検討を加えたわりには、それだけの結果を示していないように思われる。また、ため池や調整池も考慮に入れて検討されているが、その結果である準線形貯留モデルの基本高水ピーク流量を貯留関数法の基本高水と較べても、それほど顕著な差は認められず、却ってため池等の効果はこの程度でしかないのかと感じられるほどである。また、上流域では森林の占める割合が大きく、森林の存在によって河川への流出量がどのような影響を及ぼすのかということは、各専門課の間でも意見は大きく分かれており、今後流域委員会の中でも更に検討すべきであると考えられる。

但し、このように流域及び河道を細分化した結果、その各部分で社会環境等の変化に対応して土地利用別の日流量の算定ができ、更にため池・調整池の効果も検討して各分割毎の流出量の算定を行うことができるのは、準線形モデルの利点であり、今後の流域全体の環境変化に対しては、より詳細な分析ができると思われる。両方のモデルについて細部まで詳細に検討してその優劣を判定することは、専門の知識と経験を有していない一般住民にとっては、非常に困難(寧ろ不可能に近い)と思われる。それを敢えて行おうとすれば非常に長時間を必要とすることになり、時間を限られた流域委員会においては現実的な対策とは言えない。

従って、上記のように提供された最終結果から見て、結論を下すとなれば、どちらのモデルを使ったからといって、基本高水のピーク流量に決定的な差が生ずるとは考えることができない。それよりも、雨量や各地域の特性についての正確な信頼できるデータをよく吟味した上で採用することが非常に重要であると考えられる。

(次頁の表参照)

基本高水ピーク流量算定結果の比較（甲武橋地点）

貯留関数法 [武庫川治水計画検討業務報告書 (H14.3)9-34 表9.4.1]			
手 法			基本高水ピーク流量 m ³ /s
雨量 確 率 基 準	24時間雨量による 引き伸ばし	雨量255mm(ゲンバル分布)	1586~6376
		雨量235mm(GEV)	1695~6884
	2日雨量による 引き伸ばし	雨量277mm(ゲンバル分布)	1174~6207
		雨量295mm(GEV)	1519~6036
		雨量307mm(実績最大値)	1604~5516
		雨量310mm(工実値)	1624~5605
流 確 率	Rsa=0mmの場合		3404~4546
	Rsa=75mmの場合		2943~3755
	4日雨量との相関式の場合		3424~4506

引き伸ばし倍率 2.5 倍以下の洪水による範囲を示す。

準線形貯留モデル [武庫川治水計画検討業務(その2)報告書(h15.3)7-57表7.3.1]				
手 法			甲武橋地点ピーク流量(m ³ /s)	
			流域基本高水	基本高水
雨量 確 率	24時間雨量による 引伸ばし	雨量256mm(GEV)	1,667~7,176	1,599~6,919
		雨量242mm(ゲンバル分布)	1,533~6,611	1,473~6,445
	2日雨量による 引伸ばし	雨量293mm(GEV)	1,483~6,040	1,433~5,792
		雨量276mm(ゲンバル分布)	1,338~5,857	1,285~5,657
		雨量307mm(実績最大値)	1,565~6,414	1,514~6,184
		雨量307mm(工実値)	1,583~6,495	1,532~6,269
流 確 率	Rsa=0mmの場合		3,259~4,332	3,100~4,132
	Rsa=50mmの場合		3,193~3,606	2,994~3,867
	4日前雨量との相関式の場合		3,135~4,301	2,963~4,169

注記： : 引伸ばし倍率 2.5 倍以下の洪水による範囲を示す。

: SLSC が 0.04 以下の手法を示す。

【メモ】

上表のうち、「基本高水」の項に示されているピーク流量は、現在の土地利用及び
 現有のため池や調整池の流出抑制効果を前提とし算定したものである。

(流域基本高水は、現在流域内に設置されているため池と調整値がない場合の基本高水を示す。)

SLSC: 標本との適合度を客観的に数値で表現する指標のひとつ。(Standard least square criterion)

ゲンバル分布が SLSC による適合基準を満たしているとされる。

流出計算ピーク流量の記述統計量について

武庫川治水検討業務（その2）報告書表 7.1.5(2)計画降雨による流出計算ピーク（引伸ばし倍率 2.5 倍以下の洪水）から抜粋して、下表を作成した。この表をもとにして必要な記述統計量を求める。

No.	洪水名	降雨継続 時間	24時間雨量（242mm）		甲武橋流量（m ³ /s）	
			実雨量（mm）	引伸ばし倍率	流域基本高水	基本高水
008	S32.6.25	31	150.3	1.611	2655	2547
022	34.8.7	17	108.3	2.335	3195	3110
023	34.9.25	37	110.6	2.188	4844	4722
029	35.8.11	15	100.4	2.410	5668	5325
030	35.8.28	21	233.5	1.036	2873	2799
034	36.6.23	47	145.1	1.668	3679	3578
034	34.6.23	12	131.9	1.835	6611	6445
038	36.10.26	35	111.8	2.164	2498	2349
041	37.6.8	21	146.7	1.650	3794	3728
065	40.5.25	31	137.5	1.761	2321	2293
070	40.9.12	23	200.4	1.208	2337	2305
071	40.9.15	36	110.3	2.193	3519	3280
080	41.9.16	53	119.0	2.033	3213	3041
084	42.7.8	20	151.2	1.601	3911	3559
085	42.10.26	31	105.7	2.290	2085	2067
093	44.6.24	18	131.9	1.835	4566	4487
094	44.6.28	30	109.5	2.210	2511	2460
109	46.8.29	36	106.9	2.264	2213	2182
112	47.7.9	39	151.7	1.596	3174	2978
115	47.9.15	14	97.4	2.485	4908	4788
141	51.9.7	58	107.7	2.246	2889	2730
166	57.7.24	22	125.2	1.932	3729	3597
171	58.6.19	26	114.9	2.106	1533	1473
172	58.9.28	43	206.4	1.173	3398	3345
1962	62.6.1	39	139.8	1.732	2732	2675
05	64.9.1	17	135.6	1.785	2871	2816
228	H5.6.28	15	99.7	2.428	4534	4438
235	7.5.10	26	152.9	1.583	2375	2313
245	8.8.26	52	97.5	2.482	3591	3484
260	10.9.21	10	122.6	1.974	6228	5994
261	10.10.13	49	133.6	1.812	3180	3057
263	11.6.23	21	183.7	1.317	2961	2851
270	12.9.10	36	115.7	2.092	2462	2377
272	12.10.31	30	104.3	2.320	2661	2539

前頁の表から、甲武橋流量の流域基本高水の記述統計量及びヒストグラムを作成すると次のようになる。(統計ソフト STATISTICA デイテスト版による)

【グラフは OHC でご覧下さい。】

流域基本高水の記述統計量						
変数	データ数	平均値	標準偏差	信頼限界(-95%)	信頼限界(+95%)	中央値
数値	34	3286.235	1141.475	2887.956	3684.515	3009.500
変数	最小値	最大値	合計	信頼限界(-99%)	信頼限界(+99%)	範囲
数値	1473	6445	111732	2751.165	3821.500	4972

同様にして基本高水・S40 以後(前頁の表で塗り潰した部分を除く)の流域基本高水と基本高水の記述統計量及びヒストグラムを作成した。以下順に表に示す。

基本高水の記述統計量						
変数	データ数	平均値	標準偏差	信頼限界(-95%)	信頼限界(+95%)	中央値
数値	34	3403.50	1184.458	2990.223	3816.777	3177.000
変数	最小値	最大値	合計	信頼限界(-99%)	信頼限界(+99%)	範囲
数値	1533	6611	115719.0	2848.282	3958.718	5078

S40以後の流域基本高水統計量						
変数	データ数	平均値	標準偏差	信頼限界(-95%)	信頼限界(+95%)	中央値
数値	25	3196.08	1036.761	2768.120	3624.034	2961.000
変数	最小値	最大値	合計	信頼限界(-99%)	信頼限界(+99%)	範囲
数値	1533	6228	79902	2616.126	3776.031	4695

S40以後の基本高水統計量						
変数	データ数	平均値	標準偏差	信頼限界(-95%)	信頼限界(+95%)	中央値
数値	25	3085.16	996.1946	2673.951	3496.369	2851.000
変数	最小値	最大値	合計	信頼限界(-99%)	信頼限界(+99%)	範囲
数値	1473	5994	77129	2527.901	3642.419	4521

表に示された信頼限界の数値は、いずれも平均値に対する値であって、基本高水自体のものではない。データ数が 34 の場合と 25 の場合とでは当然 34 の時の方が信頼限界の幅は広がっているが、極端に差があるというほどのものではない。

表 7.1.5(2) に示した降雨量は、全て実測値だが、34 例というデータの数は 100 年確率の降雨量を求める為の雨量データとしては充分とは言えず、このデータが含まれる降雨量の母集団の中でどのように偏った値なのか、或いはほぼ正確に母集団を代表する値なのかは明らかにできない。平均値の信頼限界(95%及び 99%)を見ると 4 例それぞれに

範囲は異なっているが上限と下限では $1000\text{m}^3/\text{s}$ 程度の差があり平均値は雨量のサンプリングの差によって、この間に分散するので、基本高水も同じようにある範囲内に分散する。従ってこの表に示されたデータのみで、基本高水の範囲を限定することはできない。

また、できるだけ多くのデータを対象とする方が望ましいが、一方でそのデータの信頼性を重視することも必要である。S40 以前の降雨データが武庫川流域で数箇所しかなく、標準的な雨量観測所数として望まれる 12 箇所に較べると極端に少ない。従って、S40 以後のデータのみを利用して、基本高水流量の信頼限界を $3600\sim 3800\text{m}^3/\text{s}$ とした上で、これを含む母集団の分布の上限に近い値（例えば 表の+99%信頼限界 3642.419 の 2 上限は $3642+996.19 \times 1.96 = 5594$ となる）については、超過洪水対策の中で対処すべきである。

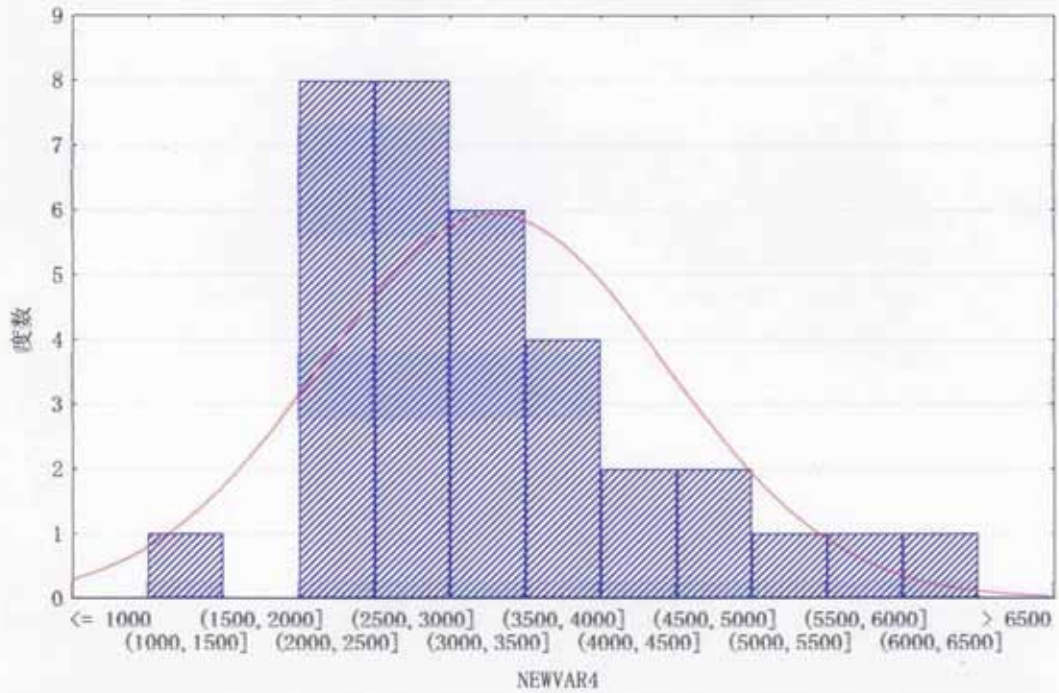
上の例で判るように、母集団分布の上限と等しいような流量まで全てを河川整備基本方針に取り込む事は、「ピーク流量は高ければ高いほど、安全を担保できる。」という考え方に繋がり、設定値だけを高くしても、それに対する具体的な対応と取ることができなければ、却って住民の信頼感を損ねる結果となると考える。

基本高水のピーク流量の設定に当たっては、色々な観点から十分に検討して適切な数値を決定すべきである。

（以上）

①

ヒストグラム (武庫川降雨統計(2005.3.20). STA 19v*38c)
 $y = 34 * 500 * \text{normal}(x, 3286, 235, 1141.475)$

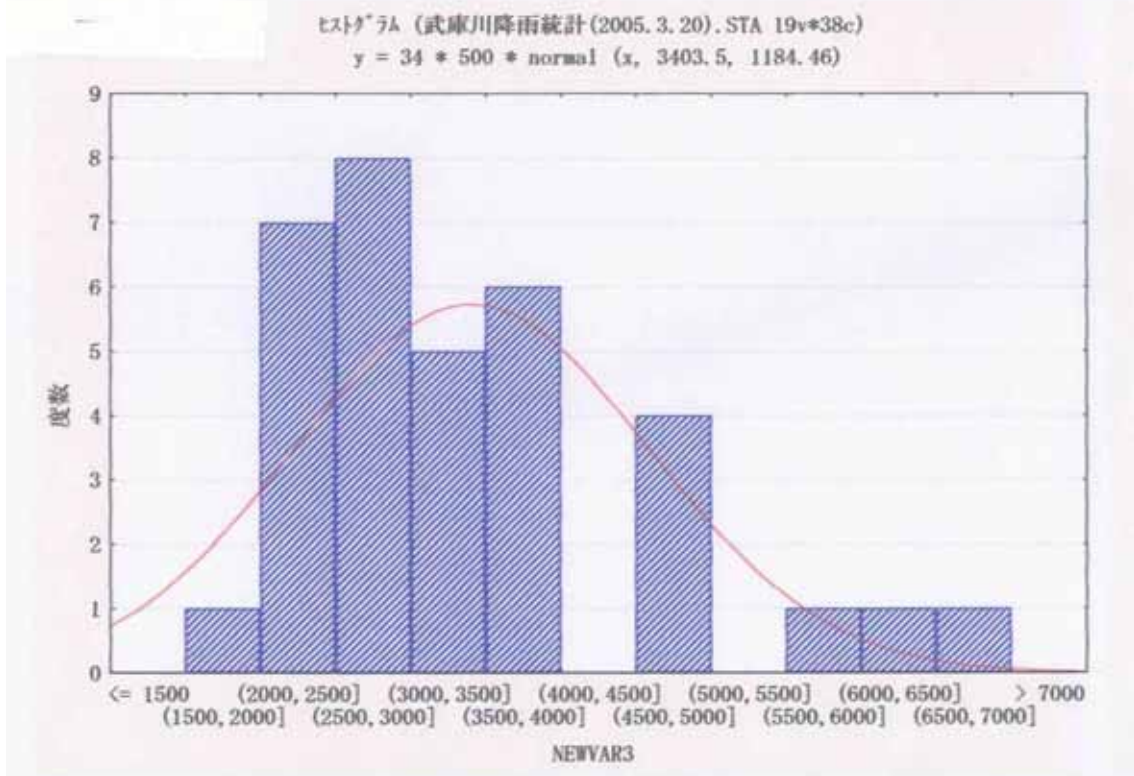


武庫川治水計画検討業務 (その2) 報告書

表 7.1.5.(2) 計画降雨による流出計算ピーク (引伸し率 2.5 倍以下の洪水)
 (計画降雨 242mm/24hr 【グンベル分布】を採用)

甲武橋流量 (m³/s) : 流域基本高水 (n=34) のヒストグラム

②



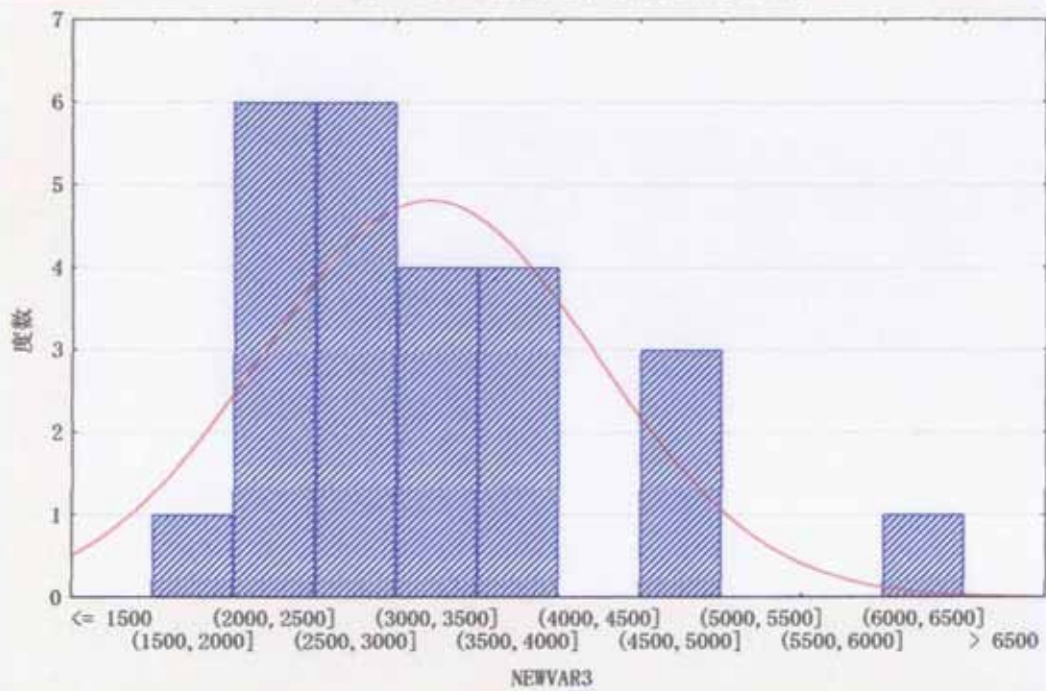
武庫川治水計画検討業務 (その2) 報告書

表 7.1.5.(2) 計画降雨による流出計算ピーク (引伸し率 2.5 倍以下の洪水)
 (計画降雨 242mm/24hr 【グンベル分布】を採用)

甲武橋流量 (m³/s) : 基本高水 (n=34) のヒストグラム

③

ヒストグラム (武庫川降雨統計(2005. 3. 20). STA 19v*38c)
 $y = 25 * 500 * normal(x, 3196.08, 1036.76)$



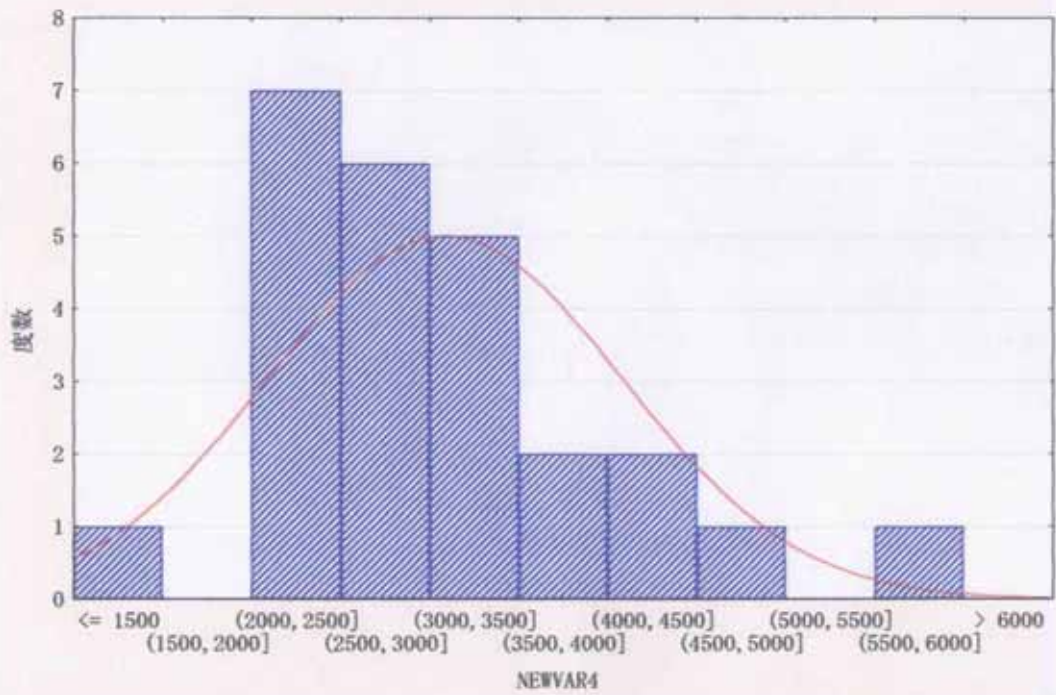
武庫川治水計画検討業務 (その2) 報告書

表 7.1.5.(2) 計画降雨による流出計算ピーク (引伸し率 2.5 倍以下の洪水)
(計画降雨 242mm/24hr 【グンベル分布】を採用)

甲武橋流量 (m³/s) : 流域基本高水 (n=25) のヒストグラム
[S.40 以後のデータより作成]

④

ヒストグラム (武庫川降雨統計(2005. 3. 20). STA 19v*38c)
 $y = 25 * 500 * normal(x, 3085.16, 996.1946)$



武庫川治水計画検討業務 (その2) 報告書

表 7.1.5.(2) 計画降雨による流出計算ピーク (引伸し率 2.5 倍以下の洪水)
 (計画降雨 242mm/24hr【グンベル分布】を採用)

甲武橋流量 (m³/s) : 基本高水 (n=25) のヒストグラム
 [S.40 以後のデータより作成]