

## 観測流量による浅野川天神橋基準点の流量確率評価について

### はじめに

辰巳ダムの基本高水ピーク流量の検証のための流量確率評価について、事業計画を策定した石川県は、観測年数が不足して評価が不能であったとして評価がなされていない。

少なくとも30から40年の観測年数が必要といわれるが、データ数がどれほどあれば適切な評価ができるのか否かを犀川と平行して流れる浅野川の例を通じて検討する。

辻本名古屋大学教授は「犀川基本高水ピーク流量への意見聴取への回答」（北陸地方整備局）の中で「（平成15年に開催されている）犀川水系河川整備検討委員会の河川計画専門部会で（中略）基本方針流量観測資料の不備などからそれが不能であると説明を受けた」としている。

寶京都大学教授も上記の意見書で、「100年確率流量を（中略）統計的にある程度の精度（正確さ）を持って確率分布関数を定めるためには30～40年程度のデータ数が必要である」と述べている。

浅野川では、天神橋測水所において、昭和48年（1973）から観測されており、平成25年末現在で観測年数41年となっている。観測年数によって推定値がどのように変化するのか、浅野川を例に検討する。

### 1. 流量確率による評価

天神橋基準点における昭和48年から平成25年までの41年間の毎年最大流量によって流量確率による評価を行う。使用するソフトウェアは、財団法人国土技術研究センターの「水文統計ユーティリティ Version1.5」である。

### 2. 流量データと観測記録年数

41個の流量データは、「表 QP-T-1 観測流量による浅野川天神橋基準点の毎年最大流量」のとおりである。浅野川放水路分水戻し流量を大きいものから順に並べたものが、「表 QP-T-2 観測流量による浅野川天神橋基準点の毎年最大流量」である。

### 3. 水文統計ソフトによる計算

財団法人国土技術研究センターの「水文統計ユーティリティ Version1.5」による。

天神橋基準点の100年確率推定値は、各種確率分布モデル13種で検討する。

観測開始年は、昭和48年（1973）であるが、観測年数を20、25、30、35、36、40、41年と区切って計算する。

### 4. 計算結果

計算結果は、表 QP-T-3-1～QP-T-3-7 である。

結果を集計したものが、「表 QP-T-4 観測流量による浅野川天神橋基準点の100年確率流量」で

ある。

各種確率分布モデルの計算結果は、推定値とデータとの適合度を判定する基準 SLSC 値が 0.04 を超える場合は、計算過程で解が発散して信頼性がないものとしてその手法は除外する。

SLSC 値が 0.04 以下の分布は、以下のとおりである。

観測年数ごとにそれぞれ、

20年： 11分布, 289～351, 平均316

25年： 11分布, 275～334, 平均304

30年： 3分布, 432～458, 平均445

35年： 6分布, 421～512, 平均462

36年： 3分布, 753～821, 平均778

40年： 3分布, 705～756, 平均722

41年： 3分布, 696～738, 平均716

観測年数35年以下では100年確率値の平均300、400m<sup>3</sup>/秒台で著しく小さい。

観測年数35年と36年の間で平均値が大きく跳ね上がっているのは、平成20年の浅野川洪水791m<sup>3</sup>/sが大きく寄与したためである。

## 5 100年確率流量と観測年数の関係

著しく大きな観測値が加わると100年確率値は大きく変動する。平成20年の浅野川洪水の影響で観測年数が35年と36年の間で100年確率値が平均462から平均778へ1.7倍に拡大している。その後、4, 5個のデータが加えられて変動が落ち着き、基本高水ピーク流量710m<sup>3</sup>/s（昭和42年犀川総合開発事業の一環の計画, 平成23年大野川水系河川整備基本方針）に収束する傾向になっている。

この検討結果から、(30から)40年のデータで推定値は安定し収束しつつあり、「100年確率流量をある程度の正確さをもって推定するには30～40年程度のデータ数が必要である」という学説を裏付けているとあってよいだろう。

観測年数41年で流量確率評価による100年確率水文量は、716m<sup>3</sup>/秒である。

2015.5.23 中 登史紀

表QP-T-1 観測流量による浅野川天神橋基準点の毎年最大流量

観測地点 天神橋測水所および浅野川放水路地点  
 流量 毎年最大流量  
 観測期間 41年間(1973~2013)

No.	生起年 西暦	生起年月日 和暦	単位:m3/秒				備考
			浅野川放水路地点 65 km <sup>2</sup>		天神橋基準点 74.5 km <sup>2</sup>		
			分水量	本川流量	流量	分水戻し流量	
			観測値 ①	観測値 ②	観測値 ③	計算値 ④=①+③	
1	1973	昭和48年6月27日	0		56.1	56	浅野川放水路なし
2	1974	昭和49年7月10日	0		143.0	143	浅野川放水路なし
3	1975	昭和50年7月13日	7.63	41.42	84.1	92	浅野川放水路運用開始
4	1976	昭和51年9月10日	8.35	42.76	77.4	86	
5	1977	昭和52年8月9日	6.91	40.08	64.1	71	
6	1978	昭和53年6月27日	14.30	53.11	91.8	106	
7	1979	昭和54年10月19日	22.43	67.49	112.0	134	台風16号
8	1980	昭和55年4月6日	12.72	50.17	81.9	95	
9	1981	昭和56年8月23日	34.45	86.31	165.0	199	
10	1982	昭和57年7月28日	10.54	46.46	108.0	119	
11	1983	昭和58年9月28日	30.49	80.40	149.0	179	
12	1984	昭和59年6月26日	4.19	34.80	83.7	88	
13	1985	昭和60年6月30日	12.72	50.17	112.0	125	
14	1986	昭和61年7月16日	13.25	51.15	89.2	102	
15	1987	昭和62年3月24日	2.00	29.74	47.8	50	
16	1988	昭和63年9月11日	5.10	36.73	67.4	73	
17	1989	平成1年9月19日	11.41	47.95	65.9	77	
18	1990	平成2年9月20日	53.75	114.94	220.0	274	
19	1991	平成3年7月12日	36.08	88.74	125.0	161	
20	1992	平成4年2月4日	4.19	34.80	46.6	51	
21	1993	平成5年8月17日	18.00	59.96	118.0	136	
22	1994	平成6年9月19日	0.00		61.6	62	渇水年で分水無し
23	1995	平成7年7月8日	16.42	57.02	81.9	98	
24	1996	平成8年6月25日	27.07	75.01	124.0	151	24時間雨量、史上第2位
25	1997	平成9年7月12日	52.77	113.55	122.0	175	
26	1998	平成10年9月22日	125.15	203.58	288.0	413	台風7号
27	1999	平成11年7月3日	6.91	40.08	52.5	59	
28	2000	平成12年6月24日	11.85	48.68	90.1	102	
29	2001	平成13年10月2日	8.79	43.50	61.9	71	
30	2002	平成14年7月13日	28.43	77.17	117.0	145	
31	2003	平成15年9月1日	46.19	103.96	124.0	170	
32	2004	平成16年10月20日	76.88	145.80	281.0	358	台風23号、医王山で217mm/日
33	2005	平成17年7月1日	27.75	76.09	185.0	213	
34	2006	平成18年7月19日	21.79	66.41	146.0	168	
35	2007	平成19年8月30日	5.10	36.73	65.8	71	
36	2008	平成20年7月28日	141.44	306.82	650.0	791	平成20年浅野川水害 ※
37	2009	平成21年10月8日	8.79	43.50	104.0	113	
38	2010	平成22年11月1日	25.01	71.79	165.0	190	
39	2011	平成23年9月22日	9.23	44.24	102.0	111	
40	2012	平成24年9月1日	2.55	45.72	105.0	108	
41	2013	平成25年9月16日	50.57	142.92	162.0	213	

出典: 天神橋測水所流量は、「流量報告書(天神橋測水所)」石川県土木部河川課による。

浅野川放水量は、「浅野川放水路実績一覧表(S50~H13)」、「洪水によるゲート操作実績表(平成14~20年)」、「浅野川放水路管理月報(H21~H25)」石川県土木部河川課による。

平成10年9月22日の浅野川放水路の記録は、「ダム統管テレメータ観測記録」による。

※ 平成20年7月の天神橋地点の流量は、石川県が推定した数値。

注: 浅野川放水路は昭和50年1月に運用を開始しているため、それ以前はすべて天神橋地点を通過する。

**表QP-T-2 観測流量による浅野川天神橋基準点の毎年最大流量  
分水戻し流量を降順に並べ替え**

観測地点 天神橋測水所および浅野川放水路地点  
 流量 毎年最大流量  
 観測期間 41年間(1973~2013)

単位:m3/秒

No.	生起年 西暦	生起年月日 和暦	浅野川放水路地点 65 km <sup>2</sup>		天神橋基準点 74.5 km <sup>2</sup>		備考
			分水量	本川流量	流量	分水戻し流量	
			観測値 ①	観測値 ②	観測値 ③	計算値 ④=①+③	
1	2008	平成20年7月28日	141.44	306.82	650.0	<b>791</b>	平成20年浅野川水害 ※
2	1998	平成10年9月22日	125.15	203.58	288.0	413	台風7号
3	2004	平成16年10月20日	76.88	145.80	281.0	358	台風23号、医王山で217mm/日
4	1990	平成2年9月20日	53.75	114.94	220.0	274	
5	2005	平成17年7月1日	27.75	76.09	185.0	213	
6	2013	平成25年9月16日	50.57	142.92	162.0	213	
7	1981	昭和56年8月23日	34.45	86.31	165.0	199	
8	2010	平成22年11月1日	25.01	71.79	165.0	190	
9	1983	昭和58年9月28日	30.49	80.40	149.0	179	
10	1997	平成9年7月12日	52.77	113.55	122.0	175	
11	2003	平成15年9月1日	46.19	103.96	124.0	170	
12	2006	平成18年7月19日	21.79	66.41	146.0	168	
13	1991	平成3年7月12日	36.08	88.74	125.0	161	
14	1996	平成8年6月25日	27.07	75.01	124.0	151	24時間雨量、史上第2位
15	2002	平成14年7月13日	28.43	77.17	117.0	145	
16	1974	昭和49年7月10日	0		143.0	143	浅野川放水路なし
17	1993	平成5年8月17日	18.00	59.96	118.0	136	
18	1979	昭和54年10月19日	22.43	67.49	112.0	134	台風16号
19	1985	昭和60年6月30日	12.72	50.17	112.0	125	
20	1982	昭和57年7月28日	10.54	46.46	108.0	119	
21	2009	平成21年10月8日	8.79	43.50	104.0	113	
22	2011	平成23年9月22日	9.23	44.24	102.0	111	
23	2012	平成24年9月1日	2.55	45.72	105.0	108	
24	1978	昭和53年6月27日	14.30	53.11	91.8	106	
25	1986	昭和61年7月16日	13.25	51.15	89.2	102	
26	2000	平成12年6月24日	11.85	48.68	90.1	102	
27	1995	平成7年7月8日	16.42	57.02	81.9	98	
28	1980	昭和55年4月6日	12.72	50.17	81.9	95	
29	1975	昭和50年7月13日	7.63	41.42	84.1	92	浅野川放水路運用開始
30	1984	昭和59年6月26日	4.19	34.80	83.7	88	
31	1976	昭和51年9月10日	8.35	42.76	77.4	86	
32	1989	平成1年9月19日	11.41	47.95	65.9	77	
33	1988	昭和63年9月11日	5.10	36.73	67.4	73	
34	1977	昭和52年8月9日	6.91	40.08	64.1	71	
35	2007	平成19年8月30日	5.10	36.73	65.8	71	
36	2001	平成13年10月2日	8.79	43.50	61.9	71	
37	1994	平成6年9月19日	0.00		61.6	62	渇水年で分水無し
38	1999	平成11年7月3日	6.91	40.08	52.5	59	
39	1973	昭和48年6月27日	0		56.1	56	浅野川放水路なし
40	1992	平成4年2月4日	4.19	34.80	46.6	51	
41	1987	昭和62年3月24日	2.00	29.74	47.8	50	

出典：天神橋測水所流量は、「流量報告書(天神橋測水所)」石川県土木部河川課による。

浅野川放水量は、「浅野川放水路実績一覧表(S50~H13)」、「洪水によるゲート操作実績表(平成14~20年)」、「浅野川放水路管理月報(H21~H25)」石川県土木部河川課による。

平成10年9月22日の浅野川放水路の記録は、「ダム統管テレメータ観測記録」による。

※ 平成20年7月の天神橋地点の流量は、石川県が推定した数値。

注：浅野川放水路は昭和50年1月に運用を開始しているので、それ以前はすべて天神橋地点を通過する。

表QP-T-3-1 天神橋基準点 ピーク流量の確率評価

水系名	大野川
河川名	浅野川
地点名	天神橋20
データ件数	20
$\alpha$	0.4
Bootstrapサンプル数	2000
LN4PMの上限値 $g$	-9999
LN4PMの下限値 $b$	0
$K$ (毎年) = $(X_p - X)/S$	2.2
$K$ (非毎年) = $(X_p - X)/S$	2.2

	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
X-COR(99%)	0.996	0.988	0.998	0.998	0.99	0.998	0.996	0.998	0.998	-	0.995	0.994	-
P-COR(99%)	0.986	0.995	0.998	0.998	0.998	0.996	0.998	0.997	0.998	0.997	-	0.997	0.997
SLSC(99%)	0.018	0.033	0.023	0.017	0.032	0.02	0.024	0.036	0.029	-	0.024	0.025	-
対数尤度	-102.2	-105.6	-104.7	-104.9	-105.2	-104.7	-104.8	-104.6	-104.5	-	-104.9	-104.9	-
pAIC	208.4	215.2	213.5	215.8	216.5	215.4	215.5	215.3	215.1	-	213.9	213.8	-
X-COR(50%)	0.997	0.995	0.998	0.998	0.994	0.998	0.997	0.998	0.998	-	0.997	0.996	-
P-COR(50%)	0.998	0.998	0.996	0.997	0.998	0.998	0.998	0.996	0.997	-	0.998	0.998	-
SLSC(50%)	0.018	0.058	0.039	0.024	0.051	0.021	0.036	0.037	0.02	-	0.035	0.043	-

確率水流量	確率年	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
	2	95	105	101	100	104	100	102	100	98	-	103	103	-
	3	120	128	122	122	128	122	125	121	121	-	126	125	-
	5	151	155	147	148	155	150	151	147	149	-	153	151	-
	10	193	188	183	186	188	188	186	183	190	-	188	185	-
	20	236	219	220	227	219	228	221	220	234	-	223	218	-
	30	260	237	243	252	237	253	242	243	261	-	244	238	-
	50	291	260	272	287	259	286	268	272	298	-	271	263	-
	80	320	281	301	321	280	319	294	301	333	-	295	286	-
	100	334	291	315	339	289	335	306	315	351	-	308	298	-
	150	358	309	341	371	306	366	329	342	385	-	330	319	-
	200	376	321	360	396	318	389	345	361	410	-	346	334	-
	400	418	352	408	461	348	448	386	410	473	-	385	371	-

JackKnife推定値	確率年	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
	2	95	105	100	99	193	100	100	98	95	-	102	102	-
	3	120	128	122	122	238	122	123	121	119	-	125	125	-
	5	151	155	148	148	291	150	150	150	150	-	152	151	-
	10	193	188	184	188	362	188	188	190	197	-	186	184	-
	20	236	219	222	229	434	227	226	230	247	-	220	217	-
	30	260	237	246	254	476	250	250	254	278	-	240	236	-
	50	291	260	276	288	531	280	280	285	320	-	265	261	-
	80	320	281	306	320	583	309	308	314	361	-	289	284	-
	100	334	291	320	335	608	322	322	328	381	-	300	295	-
	150	358	309	347	365	653	347	348	353	418	-	321	315	-
	200	376	321	367	386	686	365	367	371	446	-	336	330	-
	400	418	352	416	437	766	408	414	415	516	-	374	366	-

JackKnife推定誤差	確率年	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
	2	10	11	10	11	100	11	12	11	13	-	10	10	-
	3	14	15	14	14	123	15	15	15	15	-	14	14	-
	5	20	20	18	19	149	19	19	20	19	-	20	19	-
	10	29	27	25	27	181	28	27	28	29	-	28	27	-
	20	38	34	33	40	212	41	37	39	47	-	38	36	-
	30	43	38	38	49	230	51	44	47	61	-	44	41	-
	50	50	43	44	65	252	67	53	59	82	-	52	49	-
	80	57	48	50	83	273	84	63	73	104	-	60	56	-
	100	60	50	54	92	283	93	68	80	116	-	64	59	-
	150	65	54	60	112	301	111	77	95	140	-	72	66	-
	200	69	57	64	128	313	126	85	106	158	-	78	71	-
	400	79	64	75	174	345	167	104	137	209	-	92	84	-





表QP-T-3-4 天神橋基準点 ピーク流量の確率評価

水系名	大野川
河川名	浅野川
地点名	天神橋35
データ件数	35
$\alpha$	0.4
Bootstrapサンプル数	2000
LN4PMの上限値 $g$	-9999
LN4PMの下限値 $b$	0
$K$ (毎年) = $(X_p - X)/S$	2.45
$K$ (非毎年) = $(X_p - X)/S$	2.45

	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
X-COR(99%)	0.988	0.966	0.987	0.991	0.983	0.991	0.988	0.991	0.991	-	-	-	-
P-COR(99%)	0.995	0.991	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.997	0.996	0.996	-	-	-
SLSC(99%)	0.033	0.059	0.043	0.025	0.041	0.022	0.027	0.039	0.024	-	-	-	-
対数尤度	-189.6	-195.7	-192.7	-192.6	-	-192.1	-192.3	-192	-191.6	-	-	-	-
pAIC	383.2	395.5	389.4	391.3	0	390.1	390.7	389.9	389.1	-	-	-	-
X-COR(50%)	0.978	0.972	0.981	0.984	0.978	0.991	0.981	0.983	0.984	-	-	-	-
P-COR(50%)	0.984	0.988	0.987	0.986	0.987	0.996	0.987	0.985	0.984	-	-	-	-
SLSC(50%)	0.054	0.109	0.082	0.044	0.059	0.042	0.053	0.051	0.046	-	-	-	-

確率水流量	確率年	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
	2	108	121	113	111	115	110	113	111	107	-	-	-	-
	3	142	153	140	139	148	139	143	138	137	-	-	-	-
	5	184	189	173	175	186	176	179	174	177	-	-	-	-
	10	241	234	220	229	238	232	229	226	238	-	-	-	-
	20	299	277	268	290	290	296	283	284	308	-	-	-	-
	30	333	301	298	330	321	338	316	321	354	-	-	-	-
	50	375	332	337	387	360	396	359	370	417	-	-	-	-
	80	414	361	375	445	398	456	400	420	480	-	-	-	-
	100	432	374	394	475	416	487	421	444	512	-	-	-	-
	150	466	398	429	534	449	546	460	491	573	-	-	-	-
	200	490	416	454	580	473	591	488	526	620	-	-	-	-
	400	547	457	519	703	532	713	560	615	742	-	-	-	-

JackKnife推定値	確率年	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
	2	108	121	113	110	219	110	185	110	89	-	-	-	-
	3	142	153	140	139	278	139	209	141	123	-	-	-	-
	5	184	189	174	176	351	177	197	180	182	-	-	-	-
	10	241	234	220	230	449	232	119	235	288	-	-	-	-
	20	299	277	269	292	552	294	-27	294	428	-	-	-	-
	30	333	301	299	333	615	333	-144	331	527	-	-	-	-
	50	375	332	339	389	697	387	-326	379	670	-	-	-	-
	80	414	361	378	446	776	440	-530	425	822	-	-	-	-
	100	432	374	396	475	814	467	-639	448	902	-	-	-	-
	150	466	398	432	530	886	518	-859	490	1059	-	-	-	-
	200	490	416	457	573	939	556	-1032	522	1181	-	-	-	-
	400	547	457	522	684	1071	654	-1512	600	1513	-	-	-	-

JackKnife推定誤差	確率年	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
	2	10	12	10	11	112	11	10	11	14	-	-	-	-
	3	15	17	14	14	144	15	13	17	17	-	-	-	-
	5	23	24	20	20	182	21	20	25	20	-	-	-	-
	10	35	33	28	30	233	32	37	35	28	-	-	-	-
	20	46	42	37	47	284	50	60	47	45	-	-	-	-
	30	53	47	42	61	315	64	77	54	60	-	-	-	-
	50	62	53	50	83	354	86	101	65	84	-	-	-	-
	80	69	59	57	109	391	111	127	77	110	-	-	-	-
	100	73	61	61	123	409	125	140	84	125	-	-	-	-
	150	80	66	67	153	442	154	167	97	155	-	-	-	-
	200	85	70	72	179	466	177	187	107	178	-	-	-	-
	400	97	78	85	253	525	245	243	136	244	-	-	-	-









表QP-T-4 観測流量による浅野川天神橋基準点の100年確率流量

観測地点 天神橋測水所および浅野川放水路地点  
 流量 毎年最大流量  
 観測期間 36年間(1973~2008)  
 流域面積 74.5 km<sup>2</sup>  
 ソフト 水文統計ユーティリティVersion1.5

以下の一覧表は、各分布モデルの100年確率水文量である  
 枠内の          は、適合度SLSCが0.04以下であることを示す

NO. 確率分布モデル	毎年の最大値データ数							備考
	20	25	30	35	36	40	41	
	観測年							
	1973~ 1992	1973~ 1997	1973~ 2002	1973~ 2007	1973~ 2008	1974~ 2012	1975~ 2013	
1 Exp	334	328	385	432	566	538	541	
2 Gumbel	291	287	334	374	485	463	465	極値3分布
3 SqrtEt	315	323	346	394	457	441	450	極値3分布
4 Gev	339	305	432	475	753	706	696	極値3分布
5 LP3Rs	289	275	—	416	680	—	—	
6 LogP3	335	—	444	487	821	756	738	
7 Iwai	306	294	—	421	—	—	—	
8 IshiTaka	315	296	—	444	—	—	—	
9 LN3Q	351	334	458	512	759	705	713	
10 LN3PM	—	297	—	—	—	—	—	
11 LN2LM	308	306	—	—	—	—	—	
12 LN2PM	298	296	—	—	—	—	—	
13 LN4PM	—	—	—	—	—	—	—	
SLSCO. 04以下の極値3分布合計	945	915	432	475	753	706	696	
SLSCO. 04以下の全分布合計	3,481	3,341	1,334	2,771	2,333	2,167	2,147	
SLSCO. 04以下の極値3分布数	3	3	1	1	1	1	1	
SLSCO. 04以下の全分布数	11	11	3	6	3	3	3	
SLSCO. 04以下の極値3分布平均値	315	305	432	475	753	706	696	
SLSCO. 04以下の全分布平均値	<b>316</b>	<b>304</b>	<b>445</b>	<b>462</b>	<b>778</b>	<b>722</b>	<b>716</b>	

2015.5.10,naka

注: データ数35と36の間で、100年確率水文量の大きさに差があるのは、2008(平成20年)浅野川水害791.4m<sup>3</sup>/秒の影響のためである。