

観測雨量を貯留関数法に代入して求めた非毎年最大流量による 犀川大橋基準点の流量確率評価について

はじめに

辰巳ダム裁判において、過去57年間の降雨データを貯留関数法に代入して求めたピーク流量の一覧が「主要地点における最大流量」(乙第30号証)として提出された。引き伸ばし率1.0、飽和雨量 $R_{sa}=0$ mm、つまり、地表面が飽和状態で浸透、蒸発量がゼロと仮定して降った雨の全量が流出するものとして計算したピーク流量一覧表である。この表の犀川大橋地点流量を用いて、以下に流量確率評価を行い、犀川大橋基準点の100年確率流量値を検証する。

1. 流量確率による評価

犀川大橋基準点の57年間の降雨データから求めた流量(昭和17年から平成10年までの57年間で75個のピーク流量)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。

ただし、雨の少ない年もあり、ピーク流量が欠けている年もあるので非毎年資料として確率水量を求める。

観測年数による推定値の精度を知るために、観測年数20年(1942~1961)、30年(1942~1971)、40年(1942~1981)、50年(1942~1991)、57年(1942~1998)の区間に分けて評価する(表QP-Sr-1)。各年数の区間で流量データを降順に並べ、各観測年数と同数の上位の流量データをソフトウェアに代入して各確率分布モデルを求める。

2. 観測記録年数と流量データ

20年(1942~1961)の上位20データ(表QP-Sr-2-1)、30年(1942~1971)の上位30データ(表QP-Sr-2-2)、40年(1942~1981)の上位40データ(表QP-Sr-2-3)、50年(1942~1991)の上位50データ(表QP-Sr-2-4)、57年(1942~1998)の上位57データ(表QP-Sr-2-5)とする。

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。

非毎年流量値を用いた、犀川大橋地点の100年確率推定値は、各種確率分布モデル3種(Lexp、Gp、GpExp)を採用する。

4. 計算結果

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。

計算結果は、「表QP-Sr-3-1~表QP-Sr-3-6」である。

集計した表が、「表QP-Sr-4 観測雨量を貯留関数法に代入して求めた犀川大橋基準点の100年確率流量(飽和雨量ゼロ)」である。

SLSC値が0.04以下の確率分布モデルはGp1つである。

観測年数30年で1208, 40年で1202, 50年で1223, 57年で1269 m^3/s であり、最大と最小の差は5%であり、ほぼ収束している。50年に比べて57年で4%程度大きくなっ

ているが、1998年の1192 m³/sの影響である。

57年間の非毎年流量値による100年確率水文量（飽和雨量ゼロ）は1,269 m³/秒である。

5 飽和雨量100ミリに対する100年確率流量

上記に求めた100年確率水文量1269 m³/秒は、飽和雨量ゼロミリメートルと仮定した場合の数値であるので、飽和雨量100ミリメートルに対する100年確率水文量を求める。

飽和雨量ゼロと飽和雨量100の場合のピーク流量の関係は以下のようになる。

石川県検討資料によると飽和雨量とピーク流量との関係はつぎのようである。

飽和雨量	ピーク流量
Rsa	Q
30	2043
100	1741
190	1193

回帰直線式を求める。

$$Q = a Rsa + b$$

$$a = -5.348704663$$

$$b = 2229.528497$$

したがって、飽和雨量ゼロと飽和雨量100の場合のピーク流量の関係は以下のようになる。

Rsa=	0の場合	ピーク流量 Q=	割合
Rsa=	100の場合	Q=	
		2,230	1.00
		1,695	0.76

石川県の報告書のデータから、飽和雨量とピーク流量の関係を求めると、（飽和雨量100ミリ値／飽和雨量ゼロミリ値）＝0.76となる。したがって、**100年確率流量は、**

$$1269 \text{ m}^3/\text{秒} \times 0.76 = 964 \text{ m}^3/\text{秒} \text{ である。}$$

過去75年間の実測降雨データを用いて引き伸ばし手法を用いず、直接に貯留関数法から求めた流量データを水文解析で確率分布モデルに適用して100年確率流量を求めると、964 m³/秒となる。

6. 雨量観測記録による流量確率評価は検証にならないか

実測雨量から貯留関数法で求めた流量データを使って、流量確率評価をすることについて、「雨量から求めた流量データでは、もとは同じ雨だから、それによって検証したことになる。」（辰巳ダム裁判の佐合証人）という意見がある。つまり、100年確率値に至るルートが異なるが、同じ雨量データであるので当然、同じ結果となると証言している。ところが、上記のように、同じ雨量データを使っているが、基本高水ピーク流量1741 m³/sとは全く異なる数値となる。

7. 観測年数と100年確率流量との関係

観測年数30年で1208 m³/sであり、57年の1269 m³/sとの差は5%であり、犀川では観測年数30年である程度の精度（正確さ）を持った数値が得られている（表QP-Sr-4）。

2015.5.26,naka

表QP-Sr-1

観測雨量を貯留関数法に代入して求めた犀川大橋基準点の最大流量

(引き伸ばし倍率1.0、 $R_{sa}=0\text{mm}$)

57年間(1942-1998)の75データ

出典は、石川県提出の乙第30号証による。

(単位:m³/s)

	生起年月日	最大流量	観測年数とデータ数
1	1942/9/20	562	
2	1945/10/8	437	
3	1947/10/23	251	
4	1952/6/30	983	
5	1952/9/7	433	
6	1952/9/11	333	
7	1953/9/24	729	
8	1955/8/20	583	
9	1957/7/7	580	
10	1958/4/22	448	
11	1958/7/25	313	
12	1959/7/10	820	
13	1959/8/12	679	
14	1959/9/26	699	
15	1960/8/12	307	
16	1961/6/29	165	
17	1961/7/3	623	
18	1961/7/11	613	
19	1961/9/15	1,211	
20	1961/10/28	386	20年間(1942-1961)の20データ
21	1963/6/3	573	
22	1964/7/7	771	
23	1964/7/17	793	
24	1965/5/26	387	
25	1965/7/11	291	
26	1965/7/20	228	
27	1965/9/16	589	
28	1966/9/17	215	
29	1967/8/13	890	
30	1967/10/27	648	
31	1968/8/28	1,045	
32	1970/6/14	549	
33	1971/6/11	361	
34	1971/9/5	272	30年間(1942-1971)の34データ
35	1972/7/11	290	
36	1972/9/16	1,058	
37	1974/7/9	830	
38	1974/9/7	205	
39	1975/7/12	353	
40	1975/8/22	796	
41	1976/8/2	373	
42	1976/9/9	346	
43	1977/8/8	467	
44	1978/6/27	611	
45	1979/7/1	177	
46	1979/8/21	573	
47	1979/9/30	815	
48	1979/10/18	828	
49	1980/10/13	267	
50	1981/7/2	342	
51	1981/8/22	831	40年間(1942-1981)の51データ
52	1983/7/15	312	
53	1983/7/20	577	
54	1983/9/27	584	
55	1984/6/25	463	
56	1985/6/24	474	
57	1985/6/29	300	
58	1987/5/23	396	
59	1989/9/2	282	
60	1989/9/6	273	
61	1990/9/19	956	
62	1991/7/12	748	50年間(1942-1991)の62データ
63	1993/5/13	226	
64	1993/7/12	368	
65	1993/8/15	434	
66	1995/8/30	817	
67	1996/6/24	607	
68	1996/8/15	395	
69	1997/6/28	399	
70	1997/7/8	305	
71	1997/11/17	254	
72	1998/6/27	394	
73	1998/8/12	405	
74	1998/9/16	359	
75	1998/9/21	1,192	57年間(1942-1998)の75データ

表QP-Sr-2-1

観測雨量を貯留関数法に代入して求めた犀川大橋基準点の最大流量

(引き伸ばし倍率1.0、 $R_{sa}=0\text{mm}$)

20年間(1942-1961)の上位20データ

出典は、石川県提出の乙第30号証による。

(単位: m^3/s)

	生起年月日	最大流量
1	1942/9/20	562
2	1945/10/8	437
3	1947/10/23	251
4	1952/6/30	983
5	1952/9/7	433
6	1952/9/11	333
7	1953/9/24	729
8	1955/8/20	583
9	1957/7/7	580
10	1958/4/22	448
11	1958/7/25	313
12	1959/7/10	820
13	1959/8/12	679
14	1959/9/26	699
15	1960/8/12	307
16	1961/6/29	165
17	1961/7/3	623
18	1961/7/11	613
19	1961/9/15	1,211
20	1961/10/28	386

表QP-Sr-2-2

観測雨量を貯留関数法に代入して求めた犀川大橋基準点の最大流量

(引き伸ばし倍率1.0、Rsa=0mm)

30年間(1942-1971)の上位30データ

出典は、石川県提出の乙第30号証による。

(単位:m³/s)

	生起年月日	最大流量
1	1961/9/15	1,211
2	1968/8/28	1,045
3	1952/6/30	983
4	1967/8/13	890
5	1959/7/10	820
6	1964/7/17	793
7	1964/7/7	771
8	1953/9/24	729
9	1959/9/26	699
10	1959/8/12	679
11	1967/10/27	648
12	1961/7/3	623
13	1961/7/11	613
14	1965/9/16	589
15	1955/8/20	583
16	1957/7/7	580
17	1963/6/3	573
18	1942/9/20	562
19	1970/6/14	549
20	1958/4/22	448
21	1945/10/8	437
22	1952/9/7	433
23	1965/5/26	387
24	1961/10/28	386
25	1971/6/11	361
26	1952/9/11	333
27	1958/7/25	313
28	1960/8/12	307
29	1965/7/11	291
30	1971/9/5	272
31	1947/10/23	254
32	1965/7/20	228
33	1966/9/17	215
34	1961/6/29	165

表QP-Sr-2-3

観測雨量を貯留関数法に代入して求めた犀川大橋基準点の最大流量

(引き伸ばし倍率1.0、 $R_{sa}=0\text{mm}$)

40年間(1942-1981)の上位40データ

出典は、石川県提出の乙第30号証による。

(単位: m^3/s)

	生起年月日	最大流量
1	1961/9/15	1,211
2	1972/9/16	1,058
3	1968/8/28	1,045
4	1952/6/30	983
5	1967/8/13	890
6	1981/8/22	831
7	1974/7/9	830
8	1979/10/18	828
9	1959/7/10	820
10	1979/9/30	815
11	1975/8/22	796
12	1964/7/17	793
13	1964/7/7	771
14	1953/9/24	729
15	1959/9/26	699
16	1959/8/12	679
17	1967/10/27	648
18	1961/7/3	623
19	1961/7/11	613
20	1978/6/27	611
21	1965/9/16	589
22	1955/8/20	583
23	1957/7/7	580
24	1963/6/3	573
25	1979/8/21	573
26	1942/9/20	562
27	1970/6/14	549
28	1977/8/8	467
29	1958/4/22	448
30	1945/10/8	437
31	1952/9/7	433
32	1965/5/26	387
33	1961/10/28	386
34	1976/8/2	373
35	1971/6/11	361
36	1975/7/12	353
37	1976/9/9	346
38	1981/7/2	342
39	1952/9/11	333
40	1958/7/25	313
41	1960/8/12	307
42	1965/7/11	291
43	1972/7/11	290
44	1971/9/5	272
45	1980/10/13	267
46	1947/10/23	251
47	1965/7/20	228
48	1966/9/17	215
49	1974/9/7	205
50	1979/7/1	177
51	1961/6/29	165

表QP-Sr-2-4

観測雨量を貯留関数法に代入して求めた犀川大橋基準点の最大流量

(引き伸ばし倍率1.0、Rsa=0mm)

50年間(1942-1991)の上位50データ

出典は、石川県提出の乙第30号証による。

(単位:m³/s)

	生起年月日	最大流量
1	1961/9/15	1,211
2	1972/9/16	1,058
3	1968/8/28	1,045
4	1952/6/30	983
5	1990/9/19	956
6	1967/8/13	890
7	1981/8/22	831
8	1974/7/9	830
9	1979/10/18	828
10	1959/7/10	820
11	1979/9/30	815
12	1975/8/22	796
13	1964/7/17	793
14	1964/7/7	771
15	1991/7/12	748
16	1953/9/24	729
17	1959/9/26	699
18	1959/8/12	679
19	1967/10/27	648
20	1961/7/3	623
21	1961/7/11	613
22	1978/6/27	611
23	1965/9/16	589
24	1983/9/27	584
25	1955/8/20	583
26	1957/7/7	580
27	1983/7/20	577
28	1979/8/21	573
29	1963/6/3	573
30	1942/9/20	562
31	1970/6/14	549
32	1985/6/24	474
33	1977/8/8	467
34	1984/6/25	463
35	1958/4/22	448
36	1945/10/8	437
37	1952/9/7	433
38	1987/5/23	396
39	1965/5/26	387
40	1961/10/28	386
41	1976/8/2	373
42	1971/6/11	361
43	1975/7/12	353
44	1976/9/9	346
45	1981/7/2	342
46	1952/9/11	333
47	1958/7/25	313
48	1983/7/15	312
49	1960/8/12	307
50	1985/6/29	300
51	1965/7/11	291
52	1972/7/11	290
53	1989/9/2	282
54	1989/9/6	273
55	1971/9/5	272
56	1980/10/13	267
57	1947/10/23	251
58	1965/7/20	228
59	1966/9/17	215
60	1974/9/7	205
61	1979/7/1	177
62	1961/6/29	165

表QP-Sr-2-5

観測雨量を貯留関数法に代入して求めた犀川大橋基準点の最大流量

(引き伸ばし倍率1.0、Rsa=0mm)

57年間(1942-1998)の上位57データ

出典は、石川県提出の乙第30号証による。

(単位:m³/s)

	生起年月日	最大流量
1	1961/9/15	1,211
2	1998/9/21	1,192
3	1972/9/16	1,058
4	1968/8/28	1,045
5	1952/6/30	983
6	1990/9/19	956
7	1967/8/13	890
8	1981/8/22	831
9	1974/7/9	830
10	1979/10/18	828
11	1959/7/10	820
12	1995/8/30	817
13	1979/9/30	815
14	1975/8/22	796
15	1964/7/17	793
16	1964/7/7	771
17	1991/7/12	748
18	1953/9/24	729
19	1959/9/26	699
20	1959/8/12	679
21	1967/10/27	648
22	1961/7/3	623
23	1961/7/11	613
24	1978/6/27	611
25	1996/6/24	607
26	1965/9/16	589
27	1983/9/27	584
28	1955/8/20	583
29	1957/7/7	580
30	1983/7/20	577
31	1963/6/3	573
32	1979/8/21	573
33	1942/9/20	562
34	1970/6/14	549
35	1985/6/24	474
36	1977/8/8	467
37	1984/6/25	463
38	1958/4/22	448
39	1945/10/8	437
40	1993/8/15	434
41	1952/9/7	433
42	1998/8/12	405
43	1997/6/28	399
44	1987/5/23	396
45	1996/8/15	395
46	1998/6/27	394
47	1965/5/26	387
48	1961/10/28	386
49	1976/8/2	373
50	1993/7/12	368
51	1971/6/11	361
52	1998/9/16	359
53	1975/7/12	353
54	1976/9/9	346
55	1981/7/2	342
56	1952/9/11	333
57	1958/7/25	313
58	1983/7/15	312
59	1960/8/12	307
60	1997/7/8	305
61	1985/6/29	300
62	1965/7/11	294
63	1972/7/11	290
64	1989/9/2	282
65	1989/9/6	273
66	1971/9/5	272
67	1980/10/13	267
68	1997/11/17	254
69	1947/10/23	254
70	1965/7/20	228
71	1993/5/13	226
72	1966/9/17	215
73	1974/9/7	205
74	1979/7/1	177
75	1961/6/29	165

表QP-Sr-3-6 犀川大橋基準点 ピーク流量の確率評価

57年間(1942~1998)の非毎年57データの非毎年57データ(飽和雨量ゼロ)

データは、乙30号証による。

確率年を3000年まで計算

SLSC0.04以下の確率分布は一つ(Gp)

水系名	犀川
河川名	犀川
地点名	犀川大橋
データ件数	57
α	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) = $(X_p - X)/S$	1.83
K(非毎年) = $(X_p - X)/S$	2.07

	Lexp	Gp	GpExp
X-COR(99%)	0.97	0.994	0.97
P-COR(99%)	0.985	0.994	0.99
SLSC(99%)	0.051	0.027	0.06
対数尤度	-373.5	-378.9	-381.7
pAIC	751	763.8	767.5
X-COR(50%)	0.973	0.989	0.973
P-COR(50%)	0.985	0.988	0.987
SLSC(50%)	0.077	0.036	0.095

確率水文学	確率年	Lexp	Gp	GpExp	掛け率	飽和雨量 100
	2	448	448	422	0.76	340
	3	586	620	582	0.76	471
	5	740	781	760	0.76	594
	10	934	945	984	0.76	718
	20	1119	1071	1198	0.76	814
	30	1226	1131	1322	0.76	860
	50	1360	1196	1476	0.76	909
	80	1482	1247	1617	0.76	948
	100	1540	1269	1684	0.76	964
	150	1645	1305	1805	0.76	992
	200	1719	1328	1891	0.76	1,009
	400	1898	1375	2098	0.76	1,045
	600	2003	1398	2219	0.76	1,062
	800	2077	1413	2305	0.76	1,074
	1000	2135	1423	2372	0.76	1,081
	1500	2240	1441	2492	0.76	1,095
	2000	2314	1452	2578	0.76	1,104
	3000	2418	1466	2699	0.76	1,114

JackKnife推定値	確率年	Lexp	Gp	GpExp
	2	448	449	410
	3	586	637	580
	5	740	801	770
	10	934	949	1008
	20	1119	1045	1237
	30	1226	1083	1368
	50	1360	1117	1533
	80	1482	1137	1683
	100	1540	1143	1755
	150	1645	1150	1884
	200	1719	1152	1976
	400	1898	1148	2196
	600	2003	1142	2325
	800	2077	1136	2417
	1000	2135	1131	2488
	1500	2240	1120	2617
	2000	2314	1111	2708
	3000	2418	1098	2837

JackKnife推定誤差	確率年	Lexp	Gp	GpExp
	2	23	24	18
	3	29	43	28
	5	40	51	45
	10	56	56	69
	20	72	77	92
	30	81	95	106
	50	93	124	123
	80	105	153	138
	100	110	167	146
	150	120	192	159
	200	126	210	169
	400	143	253	192
	600	153	277	205
	800	160	294	215
	1000	165	306	222
	1500	175	328	236
	2000	182	343	245
	3000	191	363	259

表QP-Sr-4 観測雨量を貯留関数法に代入して求めた犀川大橋基準点の100年確率流量(飽和雨量ゼロ)

流量 乙第30号証による
 観測期間 57年間(1942~1998)
 流域面積 150.2 km²
 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

計算方法 **非毎年資料による流量確率評価**
 観測年数区間の流量データを降順に並べ、観測年数と同数の上位データを代入して各確率分布モデルを求める。

NO.	確率分布モデル	観測年数					備考
		20	30	40	50	57	
		観測年					
		1942~ 1961	1942~ 1971	1942~ 1981	1942~ 1991	1942~ 1998	
1	Lexp	1595	1562	1564	1538	1540	
2	Gp	—	1208	1202	1223	1269	
3	GpExp	1972	1767	1778	1715	1684	
SLSC0.04以下の全分布数		0	1	1	1	1	
SLSC0.04以下の全分布平均値		—	1,208	1,202	1,223	1,269	

注: 観測年数20と30の間の差は、1961年の1211m³/sの影響、50と57の差は、1998年の1192m³/sの影響と考えられる。

2015.5.15,naka