

前略

第 31 回流域委員会で私の意見書について、河川管理者側より述べられたデータの正規分布への適合度を疑問視するご意見が述べられました。この問題について  $\chi^2$  検定を用いて検討し、その結果について以下のように意見書を作成しました。次回流域委員会でご検討頂きたく、宜しくお願いします。

(1)2.5 倍引伸しによる基本高水流量の正規分布の検証

計算の手順

- 1 . STATISTICA によりデータを整理して、ヒストグラムを作成する。
- 2 . ヒストグラムに従って、データを 1500 から 7000 迄の 11 個のセルに分割する。各セル毎

にセル内確率を求め、これより  $\chi^2$  分布を求める。(  $\bar{x} = 3421.5, s = 1203.0$  )

- 3 . 高水流量が正規分布と認められるかどうかを検証する。

セル	度数 ( f i )	$\frac{\text{限界値} - \bar{x}}{s}$	外側 確率	セル内 確率	$m_i$	$\frac{(f_i - m_i)^2}{m_i}$
1500 ~ 2000	1	- 1.181	0.119	0.119	4.05	2.29
2000 ~ 2500	7	- 0.766	0.221	0.102	11.01	3.59
2500 ~ 3000	7	- 0.350	0.113	0.108	11.22	2.89
3000 ~ 3500	7	0.065	0.48	0.367	12.48	2.40
3500 ~ 4000	5	0.481	0.165	0.141	4.83	0.01
4000 ~ 4500	0	0.896	0.185	- 0.020	0.51	068
4500 ~ 5000	3	1.312	0.095	- 0.09	2.92	0.00
5000 ~ 5500	1	1.728	0.042	- 0.053	1.80	0.40
5500 ~ 6000	1	2.143	0.016	- 0.026	0.88	0.02
6000 ~ 6500	1	2.559	0.005	- 0.014	0.37	0.59
6500 ~ 7000	1	2.974	0.001	- 0.004	0.13	5.82
合計 セル数 = 1 1	34					18.69

注記：上表中 - のデータは全て絶対値を取る。

前頁の表計算により求めた  $\chi^2$  の値は 18.69 となる。セル数 11 より自由度 8 の  $\chi^2$  表の値より、5% で 15.51、2.5% で 17.53、1% で 20.1 となる。従って、正規分布としての適合性は 1% で有意となる。通常 5% で有意の判定をすることが多いが、2%、1% を用いることもある。中央値と平均値との差がかなり開いているが、それだけで有意でないとはいえない。このデータは「武庫川治水検討業務(その2)報告書(H15.3月)表 7.1.3 の 348 例の降雨データから抽出された、引伸し倍率 2.0 以下の全ての降雨を対象にしたもので、意図的に選別されたものではなく、その意味では無作為に選ばれたデータといえる。こうした条件を考えれば正規分布として取り扱えると起案がえられる。

### (2)2.0 倍引伸しによる基本高水流量の正規分布の検証

#### 計算の手順

1. STATISTICA によりデータを整理して、ヒストグラムを作成する。
2. ヒストグラムに従って、データを 2000 から 7000 迄の 10 個のセルに分割する。各セル毎にセル内確率を求め、これより  $\chi^2$  分布を求める。(  $\bar{x} = 3535.9, s = 1102.8$  )
3. 高水流量が正規分布と認められるかどうかを検証する。

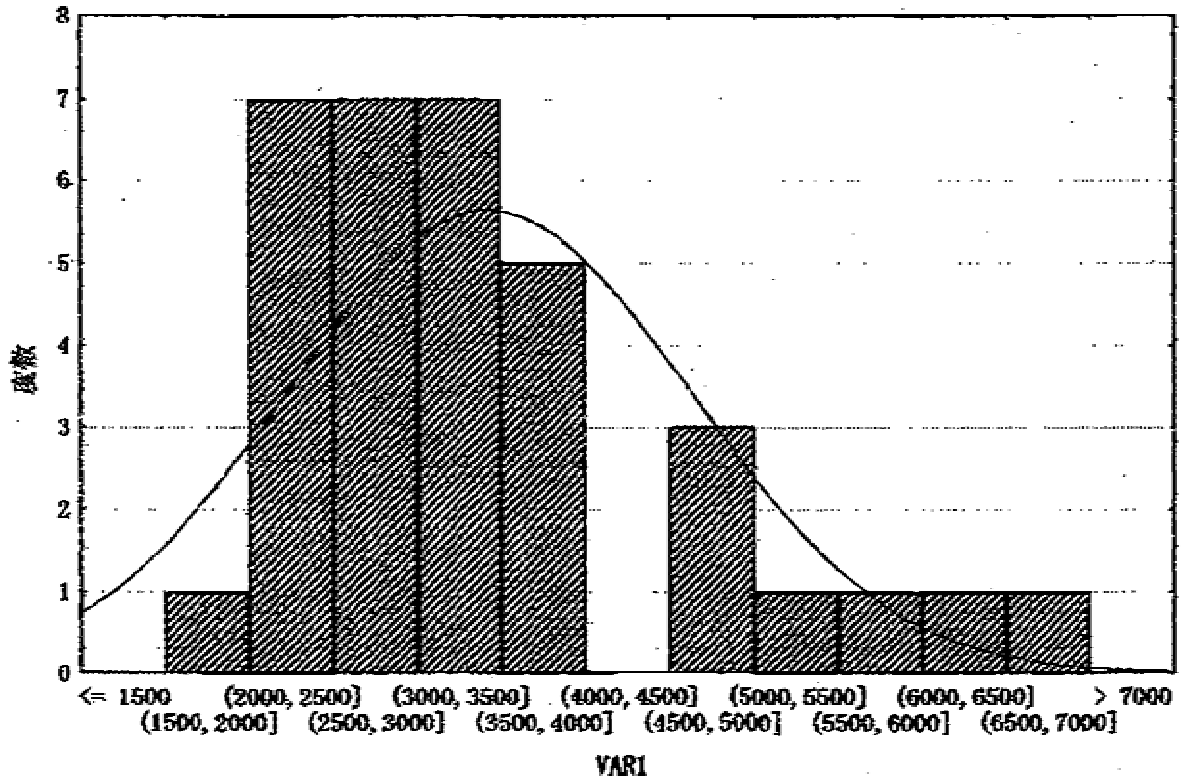
セル	度数 ( f i )	$\frac{\text{限界値} - \bar{x}}{s}$	外側 確率	セル内 確率	$m_i$	$\frac{(f_i - m_i)^2}{m_i}$
2000 ~ 2500	3	- 0.939	0.173	0.173	1.73	0.93
2500 ~ 3000	3	- 0.486	0.314	0.141	1.41	1.79
3000 ~ 3500	4	- 0.033	0.486	0.345	3.45	0.09
3500 ~ 4000	5	0.421	0.337	- 0.149	1.49	1.61
4000 ~ 4500	0	0.874	0.190	- 0.147	1.47	1.47
4500 ~ 5000	2	1.328	0.092	- 0.098	0.98	1.06
5000 ~ 5500	0	1.781	0.037	- 0.061	0.61	0.61
5500 ~ 6000	0	2.234	0.013	- 0.048	0.48	0.48
6000 ~ 6500	0	2.688	0.004	- 0.009	0.09	0.09
6500 ~ 7000	1	3.141	0	- 0.009	0.09	9.20
合計 セル数 = 10	18					17.33

表(1)の場合と同様に、 $s^2 = 17.33$ 、セル数 10 より、自由度 7 の  $s^2$  の値より、5%で 14.07、2.5%で 16.01、1%で 18.48 となる。従って、1%で有意となる。この場合も中央値と平均値とにかなりの隔たりがあり、ヒストグラムからは理想的な形ではないにしても、正規分布と認めてもよいと考えられる。

Sum p = 150.0  
Z = 1.17%

ヒストグラム (2. 5倍以下の引き伸ばし率(050905). STA 43v+50c)

$y = 34 * 500 * normal(x, 3421.676, 1203.224)$

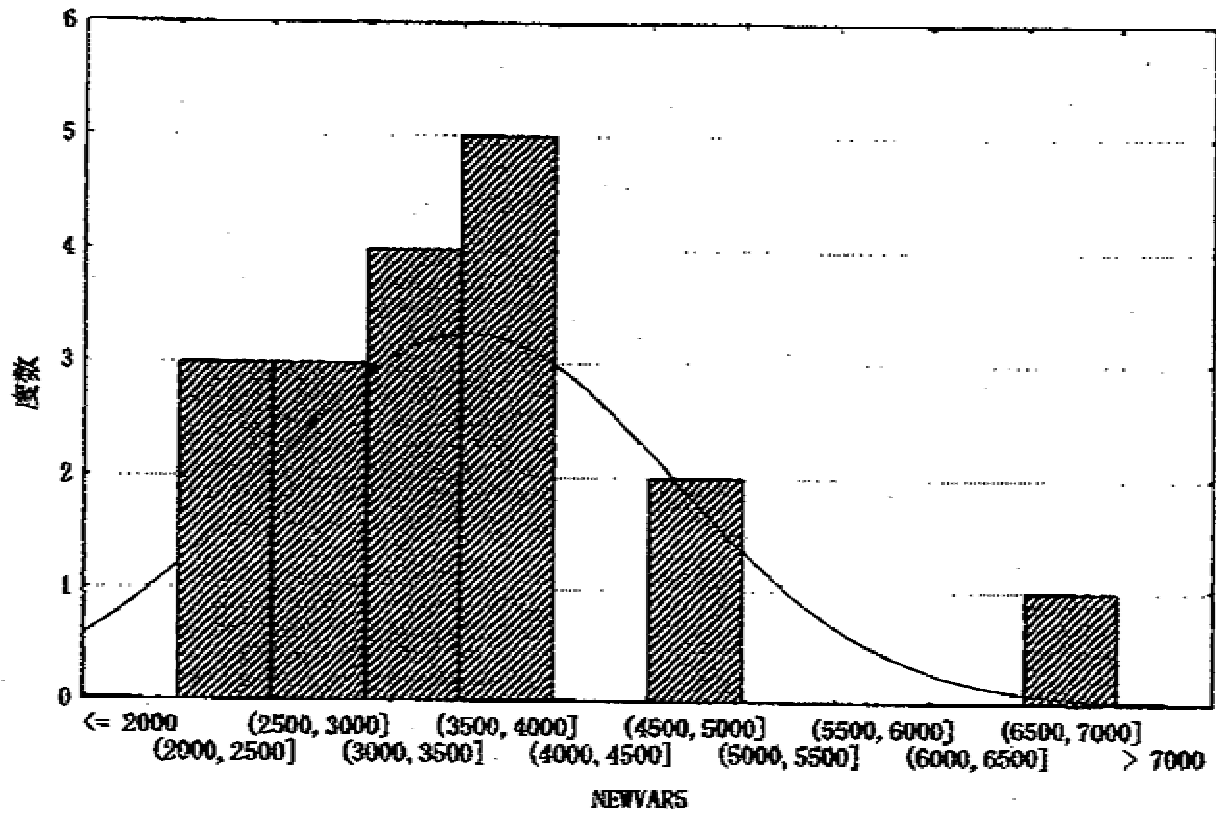


ヒストグラムの統計量

ケース数	平均	中央値	合計	最小値	最大値
34	3421.676	3031.5	116337	1569	6744
下側四分位点	上側四分位点	範囲	四分位点範囲	分散	標準偏差
2555	3837	5175	1282	1447749	1203.224
標準誤差	歪度	標準誤差歪度	尖度	標準誤差尖度	
206.3513	1.198411	0.403053	1.036103	0.787898	

Sum of squares = 1102.146  
 Z = 1.709975

ヒストグラム (050623資料2-3ピーク流量 STA 30v\*39c)  
 $\gamma = 18 * 500 * normal (\mu, 3535.39, 1102.14)$



ヒストグラムの統計量

ケース数	平均	中央値	合計	最小値	最大値
18	3535.389	3185.500	63637.00	2368	6828
下側四分位点	上側四分位点	範囲	四分位点範囲	分散	標準偏差
2872	3862	4460	990	1214716	1102.146
標準誤差	歪度	標準誤差歪度	尖度	標準誤差尖度	
259.7773	1.709975	0.536278	3.717454	1.0037795	

付表 3 正規分布表(両側確率)

$u$	*	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	*	$u$
0.0	1.0	000	920	840	761	681	601	522	442	362	283	0.9	0.0
0.1	0.9	203	124	045	966	887	808	729	650	572	493	0.8	0.1
0.2	0.8	415	337	259	181	103	026	949	872	795	718	0.7	0.2
0.3	0.7	642	566	490	414	339	263	188	114	039	965	0.6	0.3
0.4	0.6	892	818	745	672	599	527	455	384	312	241		0.4
0.5		171	101	031	961	892	823	755	687	619	552	0.5	0.5
0.6	0.5	485	419	353	287	222	157	093	029	965	902	0.4	0.6
0.7	0.4	839	777	715	654	593	533	473	413	354	295		0.7
0.8		237	179	122	065	009	953	898	843	789	735	0.3	0.8
0.9	0.3	681	628	576	524	472	421	371	320	271	222		0.9
1.0		173	125	077	030	983	937	891	846	801	757	0.2	1.0
1.1	0.2	713	670	627	585	543	501	460	420	380	340		1.1
1.2		301	263	225	187	150	113	077	041	005	971	0.1	1.2
1.3	0.1	936	902	868	835	802	770	738	707	676	645		1.3
1.4		615	585	556	527	499	471	443	416	389	362		1.4
1.5		336	310	285	260	236	211	188	154	141	118		1.5
1.6		096	074	052	031	010	989	969	949	930	910	0.0	1.6
1.7	0.0	891	873	854	836	819	801	784	767	751	735		1.7
1.8		719	703	688	672	658	643	629	615	601	588		1.8
1.9		574	561	549	536	524	512	500	488	477	466		1.9
2.0		455	444	434	424	414	404	394	385	375	366		2.0
2.1		357	349	340	332	324	316	308	300	293	285		2.1
2.2		278	271	264	257	251	244	238	232	226	220		2.2
2.3		214	209	203	198	193	188	183	178	173	168		2.3
2.4		164	160	155	151	147	143	139	135	131	128		2.4
2.5		124	121	117	114	111	108	105	102	988	960	0.00	2.5
2.6	0.00	932	905	879	854	829	805	781	759	736	715		2.6
2.7		693	673	653	633	614	596	578	561	544	527		2.7
2.8		511	495	480	465	451	437	424	410	398	385		2.8
2.9		373	361	350	339	328	318	308	298	288	279		2.9

附表 5  $\chi^2$  表(上側確率)

$\phi$	0.995	0.99	0.975	0.95	0.05	0.025	0.01	0.005
1					3.84	5.02	6.63	7.88
2	0.0100	0.0201	0.0506	0.103	5.99	7.38	9.21	10.60
3	0.0717	0.115	0.216	0.352	7.81	9.35	11.34	12.84
4	0.207	0.297	0.484	0.711	9.49	11.14	13.28	14.86
5	0.412	0.554	0.831	1.145	11.07	12.83	15.09	16.75
6	0.676	0.872	1.237	1.635	12.59	14.45	16.81	18.55
7	0.989	1.239	1.690	2.17	14.07	16.01	18.48	20.3
8	1.344	1.646	2.18	2.73	15.51	17.53	20.1	22.0
9	1.735	2.09	2.70	3.33	16.92	19.02	21.7	23.6
10	2.16	2.56	3.27	3.94	18.31	20.5	23.2	25.2
11	2.60	3.05	3.82	4.57	19.68	21.9	24.7	26.8
12	3.07	3.57	4.40	5.23	21.0	23.3	26.2	28.3
13	3.57	4.11	5.01	5.89	22.4	24.7	27.7	29.8
14	4.07	4.66	5.63	6.57	23.7	26.1	29.1	31.3
15	4.60	5.23	6.26	7.26	25.0	27.5	30.6	32.8
16	5.14	5.81	6.91	7.96	26.3	28.8	32.0	34.3
17	5.70	6.41	7.56	8.67	27.6	30.2	33.4	35.7
18	6.26	7.01	8.23	9.39	28.9	31.5	34.8	37.2
19	6.84	7.63	8.91	10.12	30.1	32.9	36.2	38.6
20	7.43	8.26	9.59	10.85	31.4	34.2	37.6	40.0
21	8.03	8.90	10.28	11.59	32.7	35.5	38.9	41.4
22	8.64	9.54	10.98	12.34	33.9	36.8	40.3	42.8
23	9.26	10.20	11.69	13.09	35.2	38.1	41.6	44.2
24	9.89	10.86	12.40	13.85	36.4	39.4	43.0	45.6
25	10.52	11.52	13.12	14.61	37.7	40.6	44.3	46.9
30	13.79	14.95	16.79	18.49	43.8	47.0	50.9	53.7
40	20.7	22.2	24.4	26.5	55.8	59.3	63.7	66.8
50	28.0	29.7	32.4	34.8	67.5	71.4	76.2	79.5
60	35.5	37.5	40.5	43.2	79.1	83.3	88.4	92.0
70	43.3	45.4	48.8	51.7	90.5	95.0	100.4	104.2
80	51.2	53.2	57.2	60.4	101.9	106.6	112.3	116.3
					112.1	118.1	124.1	128.3