

京都大学防災研究所 正 員 池淵同一
京都大学大学院 学生員 嶋田善多

1. はしがき 本研究は、日単位での流出解析に注目し、普通観測と自記観測データの同一日界での相違、日界のとり方の相違などが流出解析にどのような影響を及ぼすかを実際データを用いて考察したものである。

2. 普通・自記観測データの比較分析 木津川上流域曾爾地点雨量ならびに青蓮寺ダム流入量の毎時自記観測データ(テレメータシステム)ならびに曾爾地点雨量普通観測データ(自記(転刷マス型)・普通雨量観測点の標高は422, 424 m, 水平距離にして2km離れている)を10年間(1970~1979)収集し、1)普通雨量計による日雨量と自記雨量計による9時~9時雨量合計値、2)自記雨量計による0時~24時雨量合計値と9時~9時雨量合計値、3)0時~24時流量値の時間平均値と6時、18時流量値の平均値、の3項目についてデータ処理をほどこした。処理データはさらに雨量、流量規模ごと、季節ごとにも分割し、各分割内で散布図、平均値、分散、相関係数を求め、それらの値の比較分析により、各ケースごとの考察を試みた。項目1), 3)では同一日界での普通観測と自記観測データの相違を、2)では日界のとり方による相違をみようとしたものである。表-1は項目1)についてみたものである。ほぼ同じ地点でしかも同一時間内の雨量を比較しているのに全体を通しての相関係数は高い。規模、季節ごとでみると、夏、秋、30mm~のように平均値が大きいほうが相関が高くなっている。自記雨量計にはある一定の雨量強度以上になると打点が追いつかない、普通雨量計よりも高い位置に設定されるため風などの影響で降雨の補足率が低下するなど、ある程度誤差が含まれることが考えられるが、結果では雨量規模が大きいほうが相関が高くなっている。データ処理で一方の値のみを分割基準にして比較したことや、水平距離にして2kmとはいえ離れていること、自記雨量計のもつ誤差は雨量規模の大きいところではその占める割合が小さくなる、などいくつかの原因が考えられよう。項目2)については両者の全年にわたる相関は低く、規模、季節ごとにみても低くなっている。時間雨量から日雨量への変換が0時~24時、9時~9時と異なり、0時~9時の間での降雨の降り方が日々異なることを考えると、全体的に相関の低いことは理解できる。表-2は項目3)についてみたものであり、両者の春、夏、冬、の相関は高く、平均値、分散も類似しているが、秋は普通観測のほうが平均値、分散ともに大きくなっており、相関も悪くなっている。1日2回しか測定しない普通観測では1日のうちの流量変化が激しいときに大きな誤差を出してしまうからであろう。

以上のことから、雨量については普通・自記観測のどちらのデータを用いても日界が同一であればあまり差はないが、実際に降雨、流量データを用いて日単位の流出解析を行なうにあたっては、観測時間の日界の統一が必要であろうし、少なくとも降雨入力に対しては普通観測データを用いたのか、自記観測データを用いたのであればどの時間帯のものであるのか、その選択を明記しておくことも必要ではなからうか。流量に関しては普通・自記観測によるデータの相関は高いが、時間単位で急激な流量変化のある出水を多く含む期間では自記観測でないと信頼できる測定値が得られないのでは。もちろん、雨量、流量とも自記観測では欠測の多いデータを収集してしまう場合もあり、よりよい計器への改良と管理の改善が必要なことはいままでもないが。

R - MA

	平 均 値	分 散	相 関 係 数
A	4.870	193.804	0.90950
B	4.119	132.720	
0~9	1.883	21.921	0.90732
B	0.989	4.183	
10~24	17.443	104.812	0.48556
B	14.329	26.307	
30~	40.078	140.404	0.57177
B	36.883	127.163	
spring	3.515	72.199	0.70177
B	3.614	78.358	
summer	7.958	374.632	0.89250
B	6.615	263.121	
fall	5.298	270.833	0.76111
B	4.481	244.090	
winter	1.790	29.240	0.78776
B	1.309	21.326	

A: 青蓮寺ダム流入量
B: 曾爾地点雨量(9時~9時、0時~24時、30分間隔)

Q

	平 均 値	分 散	相 関 係 数
E	3.737	213.102	0.75303
F	3.290	833.628	
0~9	2.218	21.986	0.95941
F	2.302	3.184	
10~24	15.608	27.138	0.98182
F	13.149	32.109	
30~	42.148	1347.3	0.79043
F	28.440	822.848	
spring	2.754	6.513	0.943
F	2.740	6.877	
summer	5.272	70.208	0.967
F	5.089	68.658	
fall	5.334	730.381	0.780
F	11.327	3198.330	
winter	1.671	4.281	0.947
F	1.648	4.109	

E: 0時~24時平均流量値
F: 6時流量値と18時流量値の平均値

3. 統計的単位図法による流出解析 解析に用いたデータは雨量(自記0時~24時)、流量(0時~24時平均)の対応と、雨量(普通日雨量)、流量(6時、18時の平均)の対応の2ケースに限定している。前者は物理的意味あいからみてもっとも実現象に近い対応とみなされ、後者はデータのみにみてもっとも物理的対応が弱いケースに相当している。日単位の流出解析にはタンクモデル法などいくつかのモデルが提案されているが、ここではとりあえずウィナーの予測理論に立脚して提案された統計的単位図法を

とりあげた。表3、4はその結果である。自記と普通とでは大きな相違は認められないが、相対的には自記のほうが再現性がよいようである。つぎに、低水流量部の再現精度に重点をおく意味で、対象を降雨期に限り、入力では中間流出成分および地下水流出成分への降雨の供給量を考え、蒸発散効果も取り入れ算定し、中間流出と地下水流出を分離し、出力では地下水流出の単位図から推定された地下水流出量を実測流出量から分離して中間流出を求め、それを用いて中間流出の単位図を算出する、いわゆる改良された統計的単位図法の適用を考えた。図-1は1978.6.1~11.30、1979.6.1~11.30の期間における適用結果の単位図であるが、自記ではピーク値が $\tau=0$ 、普通では $\tau=1$ にあり、データのとり方の相違が結果に現われている。また両者とも $\tau=2$ では値が小さく、中間流出は一両日中に終了するようである。こうした結果はデータのとり方を明記する必要があるようであり、統計的単位図に限らず、タンクモデル法などにおいても、とくに低水部より高水部の応答特性に顕著に現われてくるのではなかろうか。図-2、3はこうした単位図を用いての流量の再現性をみたものであり、表-5は観測流量 $Q(t)$ と計算流量 $\hat{Q}(t)$ の平均値、分散、相関係数ならびに $F = \sum (Q(t) - \hat{Q}(t))^2 / \sum Q(t)$ なる誤差評価値を求めたものである。こうした結果では普通のほうが自記よりもわずかながら高い再現精度をもっているが、観測流量に可能な限り合致させようとするあまり、こうした結果になったのではなかろうか。物理的対応の意味あいをより検討していくためにも今後データ数を増やして同様の考察をほかについていきたい。と同時に、一地点のみのデータに基づく比較分析から、降雨の空間的分布を考える意味で、標高の相違、面積雨量としての評価なども考えていきたい。

表3 普通 - 統計的単位図法

	平均値	分散	相関係数
1 winter *77.12.1~*78.2.28	0.96 0.68	0.08 0.25	0.46688
2 spring *78.3.1~*78.5.31	1.63 1.48	3.96 2.40	0.71482
3 summer *78.6.1~*78.8.31	1.92 2.25	20.16 24.75	0.90117
4 fall *78.9.1~*78.11.30	0.37 0.35	0.48 0.32	0.84332
5 spring *79.3.1~*79.5.31	1.86 1.69	2.37 1.82	0.75995
6 summer *79.6.1~*79.8.31	2.43 2.70	4.04 3.62	0.90027
7 fall *79.9.1~*79.11.30	1.80 6.06	67.50 84.96	0.93487

上段：観測流量 下段：計算流量

表4 自記 - 統計的単位図法

	平均値	分散	相関係数
1 winter *77.12.1~*78.2.28	0.96 0.75	0.07 0.22	0.43007
2 spring *78.3.1~*78.5.31	1.52 1.32	1.90 1.59	0.73843
3 summer *78.6.1~*78.8.31	2.08 2.31	15.49 26.11	0.81183
4 fall *78.9.1~*78.11.30	0.31 0.36	0.41 0.35	0.90838
5 spring *79.3.1~*79.5.31	1.83 1.67	1.99 1.54	0.81149
6 summer *79.6.1~*79.8.31	2.42 2.67	15.05 11.97	0.92368
7 fall *79.9.1~*79.11.30	5.27 6.43	87.05 110.46	0.85202
8 winter *79.12.1~*80.2.29	1.35 0.97	0.55 0.65	0.67930

上段：観測流量 下段：計算流量

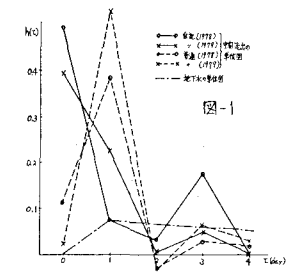


図-1

表5 流量再現率(%)の単位図法

年次	平均値	分散	相関係数	観測流量	計算流量	平均値	分散	相関係数	誤差評価
1978	1.22	14.19	0.8866	27.856	1978	1.14	11.02	0.91299	14.314
1979	3.95	66.10	0.83810	5.956	1979	3.70	43.82	0.88407	4.442
	1.26	19.80				3.18	10.75		

上段：観測流量 下段：計算流量

⑤石原藤次郎・高梅琢馬・池淵周一、長期流出解析に関する2・3の考察、土木学会論文報告集 No. 196 (1971.12)

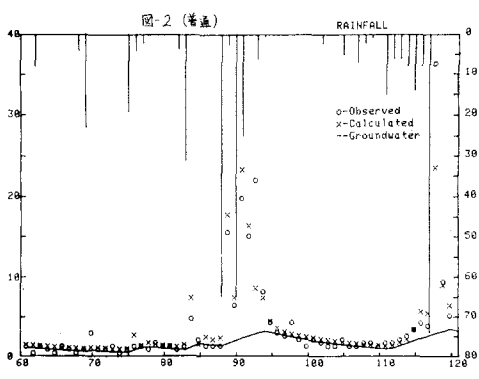


図-2 (普通)

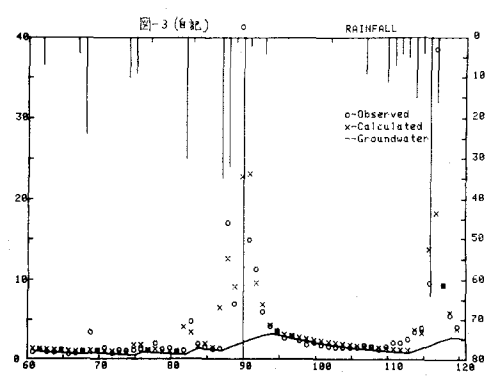


図-3 (自記)