

少雨の空間的生起特性

京都大学防災研究所 正員 池淵 周一

京都大学 工学部 学生員○白村 暁

1. はじめに 本研究では、渇水に対する指標として少雨を取り上げ、まず近畿圏の代表的な流域において累加月降雨量の分布性をPlotting Position で照合し、理論的な確率分布への適合性を検索すると同時に、琵琶湖の代表渇水年における各流域の降雨量の再現期間を算出する。さらに、各流域の降雨量の同時生起性を多次元同時非超過確率で表現し、近畿圏における少雨の空間的生起特性を考察する。こうした分析を通して、渇水期間の長短に応じて各種の再現期間をもった渇水がどの程度の面積を覆うか、また実用上の問題として、流域間輸送を伴うような広域導水の可能性に対するマクロ的かつ一次処理的情報を提供せんとするものである。

2. 降雨の確率分布特性と少雨の空間的同時生起特性 少雨に対する指標として月降雨量、累加月降雨量を用い、降雨量の特徴づける分布として従来からよく用いられる正規分布、対数正規分布、立方根正規分布の3つの確率分布を考える。各分布間相互のパラメータ（平均値、分散）の関係は、正規変量の平均値、分散をそれぞれ m_x, σ_x 、対数正規変量の平均値、分散をそれぞれ m_y, σ_y 、立方根正規変量の平均値、分散をそれぞれ m_z, σ_z 、とすると、

$$m_x = \ln m_y - \sigma_x^2 / 2 \cdots (1), \sigma_x^2 = \ln \{1 + (\sigma_y / m_y)\} \cdots (2)$$

$$m_z = 3\sigma_x^2 m_x + m_x^3 \cdots (3), \sigma_z^2 = 15\sigma_x^6 + 45\sigma_x^4 m_x^2 + 15\sigma_x^2 m_x^4 + m_x^6 - m_z^2 \cdots (4)$$

となる。データの平均値および分散を求め上記の式に従ってパラメータ変換を行うことによって、分布の正規化を行い正規分布表から非超過確率を容易に求めることができる。また各分布への適合性を調べる方法としてPlotting Position を用い、ここでは一般的によく使われるThomas Plot を採用する。さらに降雨の空間的同時生起特性に関しては、多次元正規分布を理論分布と仮定し同時確率密度関数を積分することによって得られる確率値を理論値とし、また実測データから条件を満たすデータをカウントすることによって得られる確率値を実測値として、両者を比較することにより評価を行うものとする。

3. 琵琶湖の代表渇水年をベースとした適用と考察 本研究は近畿圏を対象としていることを踏まえて、代表的な5つの流域すなわち琵琶湖流域、木津川、桂川、大和川、紀ノ川それぞれの上・中流域を対象流域とする。また対象データとしては1918年から1967年の50年間にわたる各流域の面積月降雨量データを用いた。さらに非超過確率を求める際の対象渇水期間は琵琶湖の代表渇水年（-30cm以下の水位低下期間が3ヶ月以上継続している）をもとに、少雨の発生が渇水に及ぼす影響を考慮して、琵琶湖の水位低下が-30cmとなる1ヶ月前からを採り、6月～翌年3月、7月～12月、8月～12月、9月～翌年3月

Shuichi IKEBUCHI and Satoru SHIRAMURA

の4ケースにつき、それぞれ累加月を増やしていった。図-1は桂川流域における6月から翌年2月までの正規、対数正規、立方根正規の各確率紙上に対するPlotting Positionである。正規確率紙に比べ対数正規確率紙や立方根正規確率紙上の降雨量分布は、微妙ではあるが上に反り返った形状を示しておりこの傾向は他の流域においてもほぼ同様のことが確認された。また、他の正規確立紙に対するPlotting Positionから、多少の例外はあるものの累加月を3ヶ月以上にするとほぼ直線になることが窺われ、累加月降雨量の分布を正規分布として扱うことが可能であることがわかる。降雨量分布が正規分布に従うと仮定した際の代表渇水年における各流域の非超過確率は表-1のようになる。表-2、表-3は多次元同時非超過確率の理論値および実測値の例を示している。基準値の設定は琵琶湖流域における再現期間をもとに5つのケースを考え、桂川、木津川、琵琶湖の3流域を対象とした場合と、全流域(5流域)を対象とした場合について計算を行っている。各流域における少雨生起に比べ空間的同時少雨生起には当然のことながらかなりの稀少性が認められるが、累加月の増加とともにその傾向は弱まっていくようである。また各流域における累加月降雨量の分布に類似性が認められるほど理論値と実測値は一致する傾向にある。

4. おわりに 今後、データ年数を増やして分析に対する信頼性を高めるとともに、少雨からより直接的な渇水指標である、水位・流量さらには水需要指標との対応を踏まえた、渇水の空間的生起特性を検討していきたい。

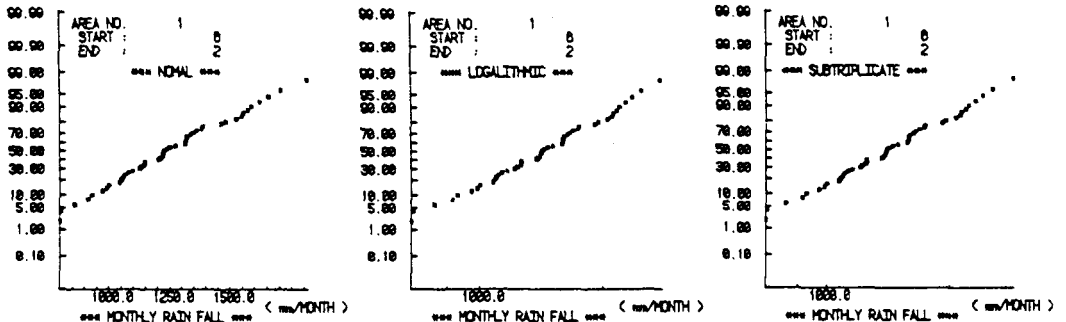


図-1. 6月から翌年2月における累加月降雨量分布(桂川流域)

表-1. 代表渇水年における各流域の再現期間(正規)

渇水年	琵琶湖	桂川	木津川	大和川	紀ノ川
1902	16	31	12	14	18
1902	9	33	29	22	26
1902	11	95	46	14	20
1902	12	110	25	9	14
1902	11	68	27	8	10
1902	2	78	22	10	25
1902	3	69	16	10	15
1951	8	9	7	5	3
1951	8	16	16	10	9
1951	12	13	20	24	29
1951	12	13	12	12	8
1951	12	13	10	7	6
1958	6	5	5	7	5
1958	7	16	16	15	12
1958	8	46	25	36	11
1958	9	31	19	38	11
1958	10	38	28	18	6
1958	11	55	27	18	7
1958	12	63	42	26	10
1960	1	60	59	36	16
1960	2	23	30	22	9
1960	3	31	42	29	12
1924	7	21	10	23	2
1924	7	44	53	12	55
1924	7	10	10	10	39
1924	10	12	18	7	26
1924	11	12	27	8	26
1924	12	17	35	9	31
1922	8	6	4	6	6
1922	8	18	9	13	10
1922	8	10	10	10	7
1922	8	6	6	6	4
1922	12	2	5	7	8

表-2. 3次元同時生起確率の理論値および実測値(再現期間で表示)

琵琶湖流域の再現期間	5.0	7.9	13.4	25.0	50.0
9月					
再現期間に対する月降雨量	133.0	101.6	70.2	38.8	7.4
同時生起確率(理論値)	13	29	93	625	∞
実測値	8	17	50	∞	∞
9月～10月					
累加月降雨量(mm)	273.7	242.7	211.7	180.7	149.7
理論値(年)	9	14	26	52	119
実測値(年)	8	8	24	49	∞
9月～11月					
累加月降雨量(mm)	377.2	343.4	309.7	275.9	242.2
理論値(年)	7	12	21	40	84
実測値(年)	10	12	16	16	∞
9月～12月					
累加月降雨量(mm)	490.6	452.6	414.5	376.5	338.5
理論値(年)	6	10	17	32	65
実測値(年)	7	16	16	24	49
9月～1月					
累加月降雨量(mm)	626.8	586.9	546.9	507.0	467.1
理論値(年)	5	9	15	28	58
実測値(年)	5	12	16	24	24
9月～2月					
累加月降雨量(mm)	742.9	701.8	660.6	619.4	578.3
理論値(年)	5	8	14	26	53
実測値(年)	7	10	16	16	24
9月～3月					
累加月降雨量(mm)	864.0	819.9	775.8	731.7	687.7
理論値(年)	5	8	14	27	54
実測値(年)	5	10	16	16	24

表-3. 5次元同時生起確率の理論値および実測値(再現期間で表示)

琵琶湖流域の再現期間	2.0	3.1	5.6	11.8	30.0
9月					
再現期間に対する月降雨量	220.2	172.7	125.2	77.7	30.2
同時生起確率(理論値)	11	25	87	783	∞
実測値	6	13	25	50	∞
9月～10月					
累加月降雨量(mm)	358.8	312.9	266.0	219.1	172.2
理論値(年)	8	15	28	70	246
実測値(年)	10	16	49	49	49
9月～11月					
累加月降雨量(mm)	470.9	419.8	368.8	317.8	266.7
理論値(年)	9	13	24	53	146
実測値(年)	16	25	49	49	∞
9月～12月					
累加月降雨量(mm)	586.2	538.7	481.2	423.7	366.1
理論値(年)	7	10	18	36	92
実測値(年)	12	16	25	∞	∞
9月～1月					
累加月降雨量(mm)	737.8	677.4	616.9	556.5	496.1
理論値(年)	5	8	14	30	75
実測値(年)	6	10	24	48	∞
9月～2月					
累加月降雨量(mm)	857.3	795.0	732.7	670.5	608.2
理論値(年)	5	7	13	26	63
実測値(年)	4	8	24	24	48
9月～3月					
累加月降雨量(mm)	986.4	919.7	853.0	786.4	719.7
理論値(年)	5	8	14	30	76
実測値(年)	5	8	16	24	48