

確率別降雨強度曲線に影響を及ぼす地形因子について

秋田大学 土木工学科 学生員 ○ 川平 高久
正員 石井 千万太郎

1. はじめに ある地点の確率別降雨曲線の特性を示す変量と、その地点の地形及び日降雨の特性を示す変量との間に線形の関係と仮定し、その関係式(線形回帰式)と秋田県内32地点の時間雨量観測所でのそれらの変量のデータをを用い、重相関法¹⁾により推定した。表-1は伊藤²⁾が用いた変量(因子)であり、表-2は今回新たに用いた変量である。

2. 確率別降雨曲線の特性を示す変量 一地点の降雨強度データにあてはめる確率別降雨強度式については、 $t = 1, 2, 3, 6$ hrの各継続時間毎の降雨強度式に(1)式のGumbel分布を仮定した。

$$F(y) = \exp(-e^{-y}) \quad y = a(1 - I_0) \quad y = -\ln \{ \ln(T) - \ln(T-1) \} \quad (1)$$

ここに、 I は降雨強度、 T は確率年を示す。(1)式の各継続時間毎の定数値 λ と I_0 と確率別降雨曲線の特性を示す変量とし、その変量のデータは各時間雨量観測地点において角差の方法³⁾に従って求めた。

3. 地形の特性と日降雨の特性を示す変量 地形及び日降雨の特性を示す変量として昨年度は工藤ら⁴⁾の研究にたらい、表-1に示した変量ととりあげている。 P_1 から P_6 までが地形の特性を示す変量であり、地形性の降雨量を対象としたものであり、 P_7 と P_8 は日降雨の特性を示す変量で非地形性の降雨の影響を考慮している。今回の研究では石原・鈴木⁵⁾によって開発された地形因子15個(表-2)に、表-2の P_7 、 P_8 を P_9 、 P_{10} として加えた。

4. 重相関法による解析 確率別降雨曲線の特性を示す地形因子と日雨量の特性を示す9個の因子による推定式を次のように定める。

$$\lambda, I_0 = k_0 + w_{01}P_1 + w_{02}P_2 + \dots + w_{0n}P_n \quad (2)$$

本研究の解析においては、 λ, I_0 に対する各因子の影響の度合いを知るために偏回帰係数の代わりに標準偏回帰係数を求めている。

5. 解析結果 重相関法により求めた表-1の因子に対する標準偏回帰係数を表-4に示す。使用した表-2の因子及び P_9 、 P_{10} に対する標準偏回帰係数を表-3に、今回この標準偏回帰係数の大きさの比較により基準変量に対する予測変量の与える影響の大きさを知ることが出来る。また表-3、表-4の λ は、重相関係数と呼ばれる基準変量と(2)式により計算される回帰推定値との相関係数であり、 λ は寄与率と呼ばれる量である。今回の解析では、 $\lambda = 0.799 \sim 0.951$ 、 $\lambda^2 = 0.638 \sim 0.904$ であり、十分有意であるが、表-1の因子の解析においては、 $\lambda = 0.581 \sim 0.849$ 、 $\lambda^2 = 0.337 \sim 0.720$ でありすべてが有意とは言い難い。図-1と図-2にはそれぞれ秋田と田代岳における確率別降雨曲線であり、実線は今回の解析によるもので

表-1 予測変量(因子)

記号	因子名	変量	単位
P_1	高度	地点の標高	m
P_2	起伏度 1km	地点より1km以内の最高地点の標高との差	$\lambda_1 - \lambda_0$ m
P_3	起伏度 4km	同様に4km以内の最高地点との差	$\lambda_4 - \lambda_0$ m
P_4	起伏度 10km	同様に10km以内の最高地点との差	$\lambda_{10} - \lambda_0$ m
P_5	起伏度 20km	上列の λ_{10}	λ_{20} m
P_6	経緯度	地点を中心とした半径20km以内で地点より200m以上の部分をとり、中心から放射状に引いている部分の角度の平均	度
P_7	傾斜日数	20年間の日数	mm/20年
P_8	傾斜日数	20年間の日数	mm/20年

表-2 予測変量(因子)

記号	因子名	変量(単位)	単位
P_1	高度	地点の標高(m)	1/5万
P_2	起伏度(1km以内)	地点を中心とした半径1km以内の最高地点の標高と地点の標高との差(m)	1/5万
P_3	起伏度(4km以内)	地点を中心とした半径4km以内の最高地点の標高と地点の標高との差(m)	1/5万
P_4	起伏度(10km以内)	地点を中心とした半径10km以内の最高地点の標高と地点の標高との差(m)	1/20万
P_5	日本海からの距離	地点の日本海海沿への放射距離(km)	1/100万
P_6	方位角	地点を原点とする方位角の方向、北を0とし東まわりは角度とする(度)	1/5万
P_7	傾斜(N-E)	地点の北10m点の標高と、東10m点の標高との差(m)	1/5万
P_8	傾斜(N-S)	地点の北10m点の標高と、南10m点の標高との差(m)	1/5万
P_9	傾斜(NW-SE)	地点の北東10m点の標高と、南西10m点の標高との差(m)	1/5万
P_{10}	傾斜(NE-SW)	地点の北西10m点の標高と、南東10m点の標高との差(m)	1/5万
P_{11}	方位角	地点を中心とした半径4km以内の方位角	1/5万
P_{12}	傾斜度	地点を中心とした半径20km以内で、地点より200m以上の部分をとり、中心から放射状に引いた線する距離を引いたときの傾いている部分の角度の最大値(度)	1/20万
P_{13}	傾斜度方向	地点の周囲で傾斜度が最大になっている方位角、方位角をおなじ算度で角度を換算(度)	1/20万
P_{14}	全気圧傾斜からの距離	地点の半径4km以内の傾斜距離(1km)	1/100万
P_{15}	最高地点の方位	地点を中心とした半径4km以内の最高地点の方位角、方位角をおなじ算度で角度を換算(度)	1/5万

(注)表中の地点とは、観測地点または推定地点を示す。

破線は表-1の因子を用いた解析

によるものである。図中のマークは基準変量の I_0 を用いて求められた確率別降雨強度である。

図-1の秋田では、今回の解析による推定曲線はかなり適合していると言えよう。しかし表-1の因子による推定曲線は、大きな値をとる傾向にある。継続時間毎に見るならば、両曲線共に継続時間1時間の降雨強度の推定に成功している。しかしながら、図-2の田代岳においては両曲線共に実際より大きな値をとっている。特に、表-1の因子による曲線に著しい。

しかし両曲線を比較するならば、因子の数を増すことにより適合度を高めることができたといえる。

6. おわりに 表-3と表-4の標準偏回帰係数を見ると、因子により I_0 と I_0 に与える影響の大きさが、同様の片寄りを見せるものがあり、それらの因子間には共通の性格があると想像される。今後はその因子間の関係の解明をバリマックス法を用い行なっていきたい。

謝辞 本研究において茂田先生の御助力及び秋田気象台の職員の皆様の御協力を深く感謝します。

表-3 標準偏回帰係数と重相関係数

t (hr)	1/a						I ₀					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
W ₁₁	0.557	-0.103	-0.370	-0.500	-0.512	-0.835	-0.108	0.138	0.594	0.519	0.452	0.435
W ₁₂	-0.753	-0.318	-0.209	-0.029	-0.046	0.123	0.161	0.076	-0.088	-0.101	-0.107	-0.035
W ₁₃	0.027	0.219	0.366	0.417	0.394	0.486	-0.269	-0.152	-0.243	-0.756	-0.236	-0.246
W ₁₄	0.090	0.523	0.441	0.423	0.461	0.601	-0.181	-0.089	-0.055	-0.010	0.023	0.052
W ₁₅	-0.486	-0.430	-0.123	-0.007	-0.003	0.153	-0.513	-0.293	-0.671	-0.624	-0.523	-0.562
W ₁₆	0.591	-0.064	0.104	0.019	0.077	-0.090	-0.008	-0.263	-0.378	-0.357	-0.323	-0.360
W ₁₇	1.251	1.567	1.614	1.777	1.969	1.879	0.960	1.093	1.100	1.118	1.138	1.179
W ₁₈	-0.554	-0.677	-0.775	-0.959	-1.209	-1.042	-0.053	-0.053	-0.064	-0.060	-0.075	-0.134
λ	0.743	0.660	0.656	0.606	0.601	0.581	0.616	0.684	0.763	0.805	0.827	0.849

表-4 標準偏回帰係数と重相関係数

t (hr)	1/a						I ₀					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
W ₂₁	-0.307	-0.071	-0.121	-0.183	-0.205	-0.226	0.261	0.344	0.439	0.354	0.410	0.442
W ₂₂	0.361	0.573	0.640	0.640	0.757	0.788	-0.144	-0.103	-0.083	-0.082	-0.058	-0.071
W ₂₃	0.014	0.349	0.195	0.210	0.086	0.103	0.550	0.646	0.753	0.735	0.594	0.557
W ₂₄	-0.206	-0.100	-0.079	0.014	-0.025	-0.071	-0.050	-0.272	-0.191	-0.164	-0.112	-0.082
W ₂₅	-0.138	-0.032	0.042	0.042	0.138	0.202	-0.757	-0.700	-0.700	-0.549	-0.538	-0.443
W ₂₆	0.296	0.308	0.254	0.171	0.221	0.229	-0.094	-0.023	0.004	0.020	0.014	0.023
W ₂₇	-0.425	-0.072	-0.122	-0.205	-0.070	-0.001	-0.068	-0.205	-0.136	-0.144	-0.101	-0.052
W ₂₈	0.146	0.485	0.438	0.424	0.402	0.344	-0.332	-0.093	-0.067	-0.050	-0.046	-0.072
W ₂₉	0.402	-0.026	-0.126	-0.194	-0.320	-0.412	0.186	0.108	0.193	0.177	0.158	0.136
W ₃₀	-0.460	-0.252	-0.234	-0.172	-0.031	0.106	0.062	0.080	0.188	0.191	0.205	0.229
W ₃₁	-0.007	-0.461	-0.528	-0.513	-0.561	-0.548	0.005	0.072	-0.040	-0.060	-0.035	-0.024
W ₃₂	-0.459	1.292	1.219	1.458	1.620	1.784	-0.780	-0.792	-0.077	-0.070	-0.077	-0.026
W ₃₃	1.115	-0.548	-0.365	-0.560	-0.630	-0.844	0.361	0.283	0.434	0.342	-0.390	-0.438
W ₃₄	-0.095	-0.009	-0.036	-0.135	-0.167	-0.120	0.371	0.076	0.071	0.117	0.119	0.164
W ₃₅	0.062	0.468	0.556	0.725	0.777	0.825	0.374	0.421	0.370	0.355	0.307	0.313
W ₃₆	0.674	0.410	0.761	0.880	1.271	1.412	-0.020	0.219	-0.096	0.021	0.173	0.347
W ₃₇	-0.416	-0.194	-0.524	-0.653	-1.073	-1.121	0.565	0.328	0.616	0.524	0.435	0.312
λ	0.871	0.799	0.828	0.803	0.815	0.800	0.911	0.925	0.937	0.951	0.945	0.946

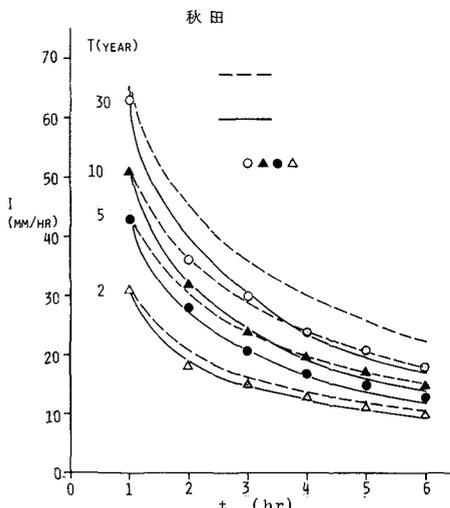


図-1 確率別降雨曲線

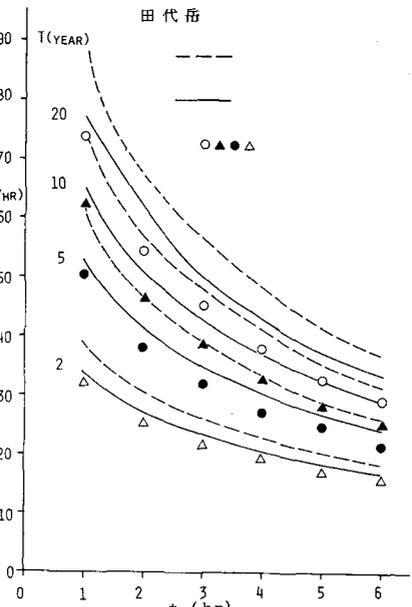


図-2 確率別降雨曲線

〈参考文献〉 1)芝祐順：相関分析法、東大出版会、1971。 2)伊藤：秋田県内における確率別降雨曲線と地域特性に関する研究、卒業論文、昭56。 3)土木学会：極値分布、水理公式集、P.147。 4)工藤・小松：北海道における確率降雨分布と地域特性について、土木学会北海道支部論文報告集、昭和44年度。 5)石原：水文気象の話 (XII)、水温の研究 第12巻 第1号