

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を仮定し、その関係式(線形回帰式)を秋田県内32地点の時間雨量観測所でのそれらの変量のデータを用い、重相関法<sup>1)</sup>により推定した。表-1は伊藤<sup>2)</sup>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。

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

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 $1/a$ 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居の方法<sup>3)</sup>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<sup>4)</sup>の研究にならい、表-1に示した変量を取りあげている。 $P_1$ 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<sup>5)</sup>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。

$$1/a, I_0 = k_0 + w_{01}P_1 + w_{02}P_2 + \dots + w_{0n}P_n \quad \text{--- (2)}$$

本研究の解析においては、 $1/a, I_0$ 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 $\lambda$ 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、 $\lambda$ 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)

| 因子名         | 変量                                                 | 単位                    |
|-------------|----------------------------------------------------|-----------------------|
| P1 高度       | 地点の標高                                              | m                     |
| P2 起伏度 1km  | 地点より1km離れた2点(最高・最低の地点)の平均高度との差                     | $(h_1 - h_2) \cdot m$ |
| P3 起伏度 4km  | 周囲に4km離れた $h_1$ と $h_2$ の差                         | $(h_1 - h_2) \cdot m$ |
| P4 起伏度 8km  | 周囲に8km離れた $h_1$ と $h_2$ の差                         | $(h_1 - h_2) \cdot m$ |
| P5 起伏度 16km | 周囲に16km離れた $h_1$ と $h_2$ の差                        | $(h_1 - h_2) \cdot m$ |
| P6 傾度       | 地点を中心とした半径300m以内で300m以上の高さをもち、中心から放射状に伸びる部分の角度の最大値 | 度                     |
| P7 傾度日雨量    | 60日連続日雨量                                           | mm/day                |
| P8 傾度2日雨量   | 20日連続2日雨量                                          | mm/2day               |

表-2 予測変量(因子)

| 因子名            | 変量 (単位)                                                         | 参考値とも比較可能なスケール |
|----------------|-----------------------------------------------------------------|----------------|
| P1 高度          | 地点の標高 (m)                                                       | 1/500          |
| P2 起伏度(1km以内)  | 地点を中心とした半径 1km 以内の最高点の標高と地点の標高との差(m)                            | 1/500          |
| P3 起伏度(4km以内)  | 地点を中心とした半径 4km 以内の最高点の標高と地点の標高との差(m)                            | 1/500          |
| P4 起伏度(16km以内) | 地点を中心とした半径 16km 以内の最高点の標高と地点の標高との差(m)                           | 1/200          |
| P5 日本海からの距離    | 地点の日本海海岸への最短距離 (km)                                             | 1/1000         |
| P6 方位角         | 地点直線の河川または谷の下端の方位角、北を0とし東まわりの角度をとる(度)                           | 1/500          |
| P7 傾斜 (W-E)    | 地点の西 1km 点の標高と、東 1km 点の標高との差 (m)                                | 1/500          |
| P8 傾斜 (N-S)    | 地点の北 1km 点の標高と、南 1km 点の標高との差 (m)                                | 1/500          |
| P9 傾斜 (NW-SE)  | 地点の北西 1km 点の標高と、南東 1km 点の標高との差 (m)                              | 1/500          |
| P10 傾斜 (NE-SW) | 地点の北東 1km 点の標高と、南西 1km 点の標高との差 (m)                              | 1/500          |
| P11 距離         | 地点を中心とした半径 4km 以内の谷の数                                           | 1/500          |
| P12 傾度         | 地点を中心とした半径 200m 以内で、地点より 200m 以上の高さをもち、中心から放射状に伸びる部分の角度の最大値(度)  | 1/200          |
| P13 傾度方向       | 地点の傾度で傾度の大きい最も傾いた方向、方位角をとって東を0度と設定し、方位角を決定する(度)                 | 1/200          |
| P14 全地形因子からの距離 | 地点の日本海海岸への最短距離 (km)                                             | 1/1000         |
| P15 最急度の方位     | 地点を中心とした半径 4km 以内の 100m 点の地点に対する方位角、方位角をとって東を0度と設定し、方位角を決定する(度) | 1/500          |

(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る。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。

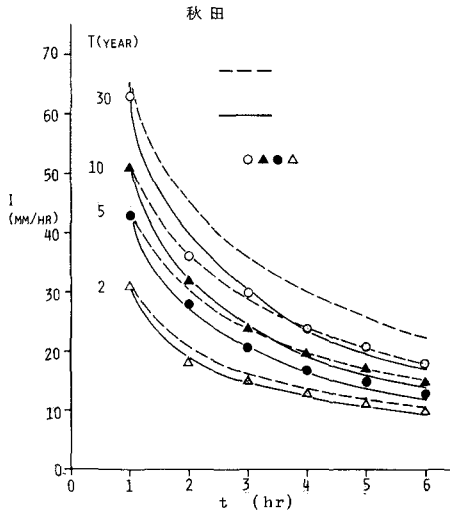


図-1 確率別降雨曲線

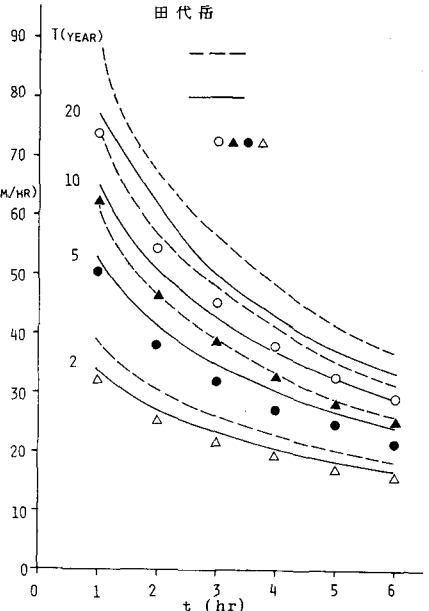


図-2 確率別降雨曲線

〈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：水文気象の誌(XII)、水温の研究 第12巻 第1号