

北上川上流部ダム流域の雨量予測手法について

建設省東北地環 ○坂本 静夫
建設省東北地環 土田 良治

I まえがき

ダムの統合管理を行っていくためには、降雨予測が必要不可欠である。何故なら事前に流入予測が正確になされ、はじめてそのダムの効果の最大に発揮できるからである。そのため、北上川上流域を3ブロック(北部・奥羽・北上山系流域)に分割し、対象降雨を梅雨前線性降雨と限定し、各流域毎に先12時間までの日時間毎の平均雨量予測式を作成した。次いで各流域の平均雨量から、それぞれの流域に含まれる四丁田・御所・湯田・石刈・田瀬ダムの各集水流域の日時間平均雨量を求める関係式を導いた。

II 降雨予測の手法

集中豪雨の量的予測手法としては、1)力学統計的予測、2)ブラッソボックス指数法、3)地形性降雨予測、4)MOS(model output, post statistics)手法、5)レーダー情報を用いたの短時間予測等がある。一般に集中豪雨の発現機構の多くは、成層不安定による対流雲の発達によるものと理解されているが、対流活動の度合いを時間・空間的かつ定量的に予測することは極めて困難な現状にある。又当流域大雨の65%を占める梅雨末期の集中豪雨は、「気圧系や成層不安定による上昇流によって起る降水現象」であると言われているので統計的予測に力学的手法を加えて解析した。その結果予測精度は悪かった。その原因として当流域が北上山地と奥羽山脈に挟まれた特殊な地形であるため、地形的条件がかなり入っているものと考えられる。従って再度、地形性降雨を加味し、予測式を作成した。

III 降雨解析

1) 3流域と5ダム流域面積雨量の相関関係式の作成

3分割流域と、それに含まれるダム流域との面積雨量の比較は10kmメッシュ格子状の降雨量判読によって求めた。従って以後については3分割流域について検討を加え、最後に5ダム流域に分割する方法をとった。

(a) 北部流域と四丁田ダム流域…両者は全く同じ流域で当然相関係数は1、回帰係数も1である。

(b) 奥羽山系流域と御所・湯田・石刈ダム流域 1)御所ダム流域 = $1.22 \times$ (奥羽山系流域)

2)湯田ダム流域 = $1.24 \times$ (奥羽山系流域) 3)石刈ダム流域 = $0.97 \times$ (奥羽山系流域)

(c) 北上山系流域と田瀬ダム流域…田瀬ダム流域 = $1.19 \times$ (北上山系流域)

2) 統計的予測手法(重回帰解析)

雨量の統計的予測は、被予測因子Y(雨量)と予測因子XP(高気圧観測資料)の力学的關係に基づき、多くのサンプルから、その重回帰式を解くことにより回帰係数 a_p を定めるものである。すなわち、 $Y = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i X_i \dots (1)$ を実測された値の組 n 個($Y_j: X_{1j}, X_{2j}, X_{3j}, \dots, X_{pj}$) ($j = 1, 2, 3, \dots, n$)からつくるときには最小二乗法により

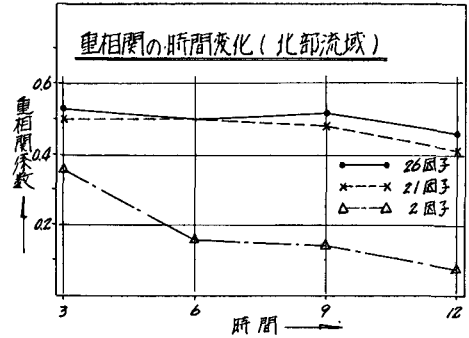
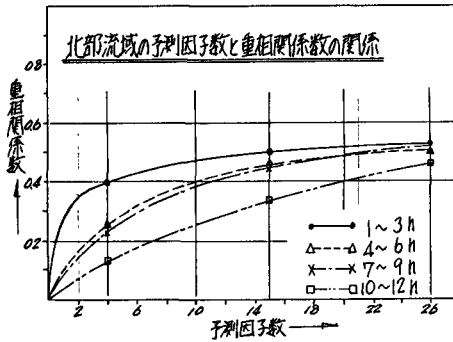
$$S^2 = \sum_{j=1}^n \{ Y_j - (a_0 + \sum_{i=1}^p a_i X_{ij}) \}^2 \rightarrow \min (\text{最小}) \text{ なるように } \partial S^2 / \partial a_i = 0 (i = 0, 1, 2, 3, \dots, p) \dots (2)$$

から得られる $p+1$ 元連立方程式を解いて $p+1$ 個の値 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_p$ を求めるものである。

予測因子としては札幌・秋田・仙台・輪島の 9^h と 21^h の高気圧資料に基づき、当流域の大雨発現機構を再現すると思われる予測因子40種を選定した。(主な因子として気速・気温・風向等と高度として観測所の組合せ)

各ブロック毎に雨量と、それぞれ選定した予測因子との重回帰式(雨量予測式)の計算を繰返した結果図に示すような値で一般に0.6以上でない実用は不可能であると言われている。この精度が得られなかった理由として

1) 周辺観測所のデータが対象流域内の気象状況を十分に表わしていない。2) 流域内の地形が特殊であるため、地形性降雨がかなり大きいこと等が考えられる。



3) 地形性降雨予測手法

先の重相関解析の結果から 今後は より下層の気象変化を降雨に反映させる方法として地形性降雨の検討を行った。地形性降雨の計算式は雨量予報の単位時間 T を6時間として $R' = [(0.0 \cdot W_0 \cdot \nabla H)X - 0.0 \cdot Y] \times 10^{-2} \text{ mm/hr}$

ここで $X = 10.8A$ $Y = 1.02 \bar{A} \cdot \Delta P$ W_0 : 水平風速をメートルで表示したもの (m/sec) ∇H : 地形傾斜 $\cdot 0.0$: 地上の混合比 (g/kg) ΔP : 気圧差 (mb) A 及び $\bar{A}$: 減衰係数 R' : 流域平均雨量

上記解析に使用した地形因子として①地上飽差 ②地上露点温度 ③風向・風速 ④地形傾斜 ⑤安定度と種々組み合せ解析を行った。

IV 結果

予測因子の選定に当たっては、1) 予測可能な因子であること。2) どの流域にも共通に使えること。3) 独立データとして安定した精度が得られること。などを考慮した。以上の観点に立つて選定した結果 混合比(秋田700混合比・仙石700混合比)が最も妥当と考えられた。

(奥羽山系流域) 重相関係数 $r = 0.828$ 変動係数 $S = 0.539$

$$R_{CAL} = 0.166 \times (\text{秋田700混合比}) + 1.402 (R') + 1.847$$

(北上山系流域) 重相関係数 $r = 0.744$ 変動係数 $= 0.667$

$$R_{CAL} = 0.163 \times (\text{仙石700混合比}) + 1.145 (R') + 0.910$$

(北部山系流域) 重相関係数 $r = 0.700$ 変動係数 $= 0.753$

$$R_{CAL} = 1.506 \times (\text{秋田700混合比}) + 1.725 (R') - 9.548$$

以上のように重相関係数にかなりの向上がみられた。

V 検証

重相関解析の際に用いたと同じ独立データによって検証した。

いずれの流域も精度は低下しているが、重相関解析による独立データの精度の重相関係数が負やゼロに近かったことからみると相対的に精度が向上していると言える。

VI まとめ

1) 対象流域の降雨は地形性降雨が、かなりのウエイトを占める場合があり このことが重相関解析の精度を落とす大きな原因となっている。

2) 地形性降雨量を次式で評価する。 $R_{CAL} = [(0.0 \cdot V \cdot \nabla H)X - 0.0 \cdot Y] \times 10^{-2} \text{ (mm/hr)}$

但し この場合に得られる R_{CAL} を重相関解析における一因子として扱った方がより精度の向上が期待できる。

3) 本方法は実測雨量が計算時刻の前の時間を含んでいるため予測時刻帯は先の時間までである。従って、先12時間までの雨量を予測するためには、計算時刻からの時間 6時間 9時間後の盛岡の地上風、900mbの風、及び流域内の気温及び露点温度が必要となる。

