

II-48

豊平川上流部における水文気象観測結果(第3報)

北海道電力(株) 正員 西村哲治

〃 正員 坂本 容

北海学園大学工学部 正員 嵯峨 浩

北海道大学工学部 正員 藤田睦博

1. はじめに

水資源の有効活用ならびにダム放流時の下流河川の安全確保のため、ダム管理において精度の高い出水予測システムの確立が重要課題となってきた。このため、降雨・融雪による出水を時間単位で予測するシステムの確立を目指して、1989年秋に藻岩ダム流域において各種の水文気象観測を開始した。本報告は、これら水文気象観測のうち、豊平川支流の簾舞川と観音沢川の2つの流域における春から秋にかけての降雨出水に関する観測結果(1991年と1992年の2カ年の観測結果)に重点を置き、報告するものである。

2. 観測対象流域と観測概要

水文気象に関する観測は、藻岩ダム流域(流域面積約520km²)で実施している。¹⁾ このうち、降雨出水に関する観測は、雨量、流量、土壌の湿潤状態などの現地観測が中心である。雨量、流量の観測は、流域内でほぼ均一に実施しているが、土壌の湿潤状態の観測は、豊平川支流の簾舞川中流部と観音沢川下流部の2箇所で行っている。藻岩ダムの流水管理においては、藻岩ダムの直上流に位置する砥山ダムの水運用状況(ダム放流量、発電使用水量)とともに、簾舞川と観音沢川の2つの流域からの出水量が重要な項目となっている。ちなみに、藻岩ダム流域のうち砥山ダム流域を除いた流域面積は約65km²である。簾舞川の流域面積は約10km²、観音沢川の流域面積は約4km²であるので、面積比はそれぞれ約15%、約6%となる。土壌の湿潤状態の観測方法は、土壌水分センサー(KADEC-S5、コーナースステム(株))を河道沿いの傾斜地に埋設(地表面下20、30、50、70cmの4測点)することにより土壌の負圧を測定し、雨量、河川水位とともに10分インターバルで連続観測している。

3. 降雨出水に関する観測結果

(1) 降雨出水時の観測結果

前回²⁾の報告の中で、1991年の簾舞川における雨量、河川水位、土壌の負圧値の観測結果から、降雨による土壌の特性について検討した結果、降雨によって飽和した土壌の回復は、季節によって異なること、すなわち、夏期での回復は速く、秋期での回復は遅くなっていることが確認できた。同年の観音沢川での観測結果および1992年の簾舞川・観音沢川の観測結果でも同様の傾向が認められた。このことから、降雨後の土壌の回復の速さは季節別に評価できるものと考えられる。

(2) 降雨量、降雨直前の土壌の負圧値と流出率の関係

簾舞川と観音沢川の観測結果から、流出率と降雨量、流出率と降雨直前の土壌の負圧値について検討するにあたり、解析の対象とした降雨は、一雨雨量が20mm以上のものとした。また、降雨の連続性は、降雨の無い時間が5時間以上記録した場合に、降雨が終了したとみなした。

The Result of Hydro-meteorological Observation in Upper Region of Toyohira River (3)

by Tetsuji NISHIMURA, Yoh SAKAMOTO, Hiroshi SAGA and Mutsuhiro FUJITA

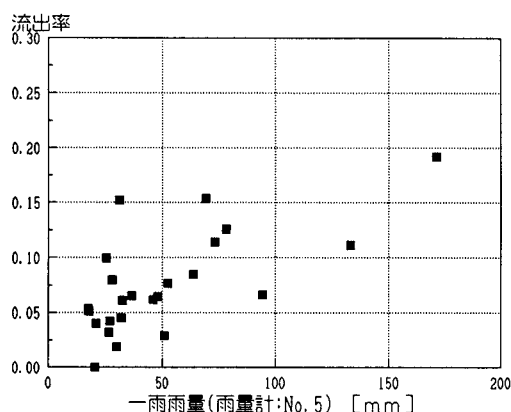


図-1. 1 流出率—一雨雨量 [簾舞川]

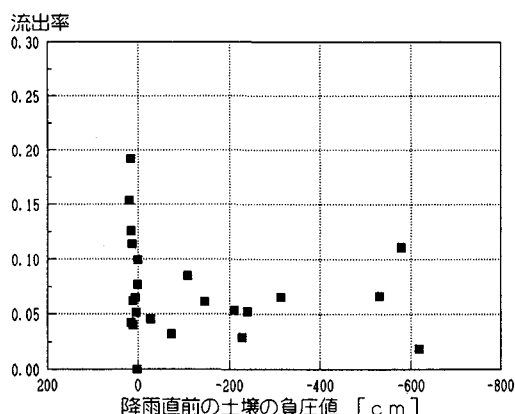


図-1. 2 流出率—土壌水分 [簾舞川]

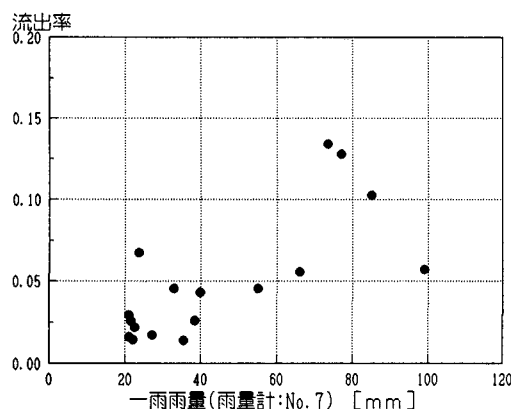


図-2. 1 流出率—一雨雨量 [観音沢川]

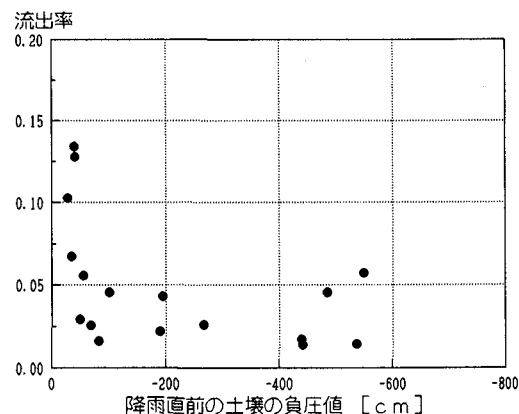


図-2. 2 流出率—土壌水分 [観音沢川]

図-1. 1～1. 2 は、簾舞川の最下流に設置した雨量計（No. 5）の一雨雨量が20 mm以上を記録した降雨について、流出率と降雨量、降雨直前の土壌の負圧値の関係について示したものである。一雨雨量が20 mm以上の降雨は、1991年が9回、1992年が13回あった。図-1. 1 は、流出率と降雨量の関係を、縦軸に流出率、横軸に雨量計（No. 5）の一雨雨量をとり、示したものである。1991年と1992年の2カ年の観測では、一雨雨量が100 mmを越える降雨は2回しかなく、降雨の大半が100 mm以下であったことが分かる。流出率と一雨雨量の関係は、全体的には一雨雨量が多いと流出率が大きくなる傾向にあるものの、データのばらつきが大きい。これは、降雨時の土壌の湿潤状態が、先行降雨、季節、植生などにより異なってくるためと考えられる。図-1. 2 は、流出率と土壌の湿潤状態を示す指標として降雨直前の土壌の負圧値を考え、縦軸に流出率、横軸に降雨直前の土壌の負圧値をとり、示したものである。図より、降雨直前の土壌の負圧値が小さい場合（湿潤状態）では、流出率が大きく、逆に負圧値が大きい場合（乾燥状態）では流出率が小さくなる傾向にあることが分かる。ただし、図中の土壌の負圧値が-550 cm前後で2測点ほど流出率が全体の傾向から大きめの値となっているが、これらの降雨は、一雨雨量が多かったため、流出率が大きくなったものと考えられる。

図-2. 1～2. 2 は、先の簾舞川での検討と同様に、観音沢川での観測結果についてまとめたものである。一雨雨量は、観音沢川下流に設置した雨量計（No. 7）を基準としてまとめたが、解析の対象となっ

た降雨は、1991年が9回、1992年が9回であった。観測値に若干のばらつきはあるものの、全体的な傾向として、簾舞川での観測結果と同様、一雨雨量が多いほど流出率は大きくなる傾向にある。また、降雨直前の土壌の負圧値が大きいほど流出率は小さくなっているのが分かる。観測期間中の一雨雨量の最大は約100mmであったが、この時の流出率は約0.05と小さかったのは、降雨直前の土壌の負圧値が大きかったためと考えられる。

これより、流出率の予測（推定）には、一雨雨量と降雨直前の土壌の負圧値の評価が重要となることが確認できた。このため、統計処理の一手法として重回帰分析を用い、流出率を目的変数、一雨雨量と降雨直前の土壌の負圧値の2変数を説明変数として解析した結果を図-3～4に示す。横軸は雨量と流量の観測結果から求めた流出率であり、縦軸は一雨雨量と降雨直前の土壌の負圧値から計算した流出率（推定値）を示している。また、図中の直線は、流出率の計算値（雨量と流量からの計算値）が推定値と等しいことを意味している。両図とも多少のばらつきはあるものの、ほぼ良好に流出率を推定できることが分かった。

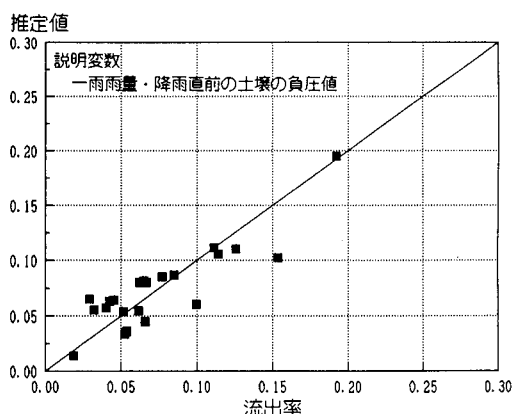


図-3 一雨雨量と降雨直前の土壌の負圧値による流出率の推定【簾舞川】

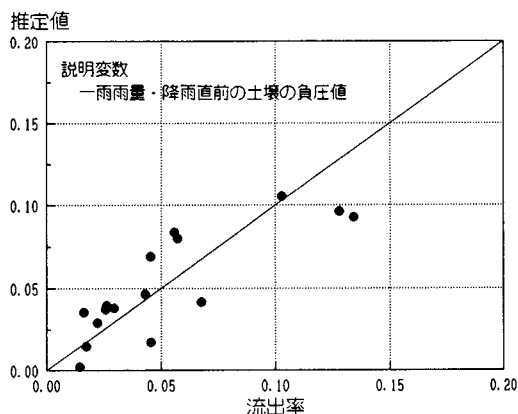


図-4 一雨雨量と降雨直前の土壌の負圧値による流出率の推定【観音沢川】

(3) 土壌の特性

土壌の負圧値は、簾舞川と観音沢川の2箇所では観測しているが、実際のダム管理では観測していない項目である。また、流域内の広い範囲で土壌の負圧値を連続観測し、このデータをダム管理に活用することは、実運用上合理的でないとと思われる。このため、簾舞川と観音沢川の2箇所での観測結果を用いて、雨量などのように容易に観測できる項目を基準として、土壌の特性が推定できることが実運用上望ましい。ここでは、先に示した(1)の検討結果を踏まえ、土壌の負圧値の月別の評価（季節係数）と降雨前の雨の無い時間（無降雨時間）の2変数を用いて、降雨直前の土壌の負圧値の推定を行うこととする。なお、季節係数は、土壌の復元力の大きさ（傾き）を月別で5段階で評価し、簾舞川、観音沢川ともに同じ値を用いることとした。

図-5～6は、簾舞川、観音沢川の土壌の負圧値の観測結果に基づき季節係数を決定し、雨量観測結果に基づいて無降雨時間を求め、これら2変数（季節係数と無降雨時間）を説明変数として重回帰分析を行った結果である。図は、横軸に降雨直前の土壌の負圧値の観測値をとり、縦軸に季節係数と無降雨時間から推定した降雨直前の土壌の負圧値をとり、その推定結果を示したものである。この結果、両流域とも季節係数と無降雨時間を用いることにより、降雨直前の土壌の負圧値を良好に推定できることを示している。

図-3～4の検討（一雨雨量と降雨直前の土壌の負圧値の2変数による流出率の検討）に図-5～6の推定結果を適用して、一雨雨量、無降雨時間、季節係数の3変数を説明変数として流出率の検討を行った結果を図-7～8に示す。図は、横軸に雨量と流量の観測結果から求めた流出率、縦軸に説明変数から推定した流出率をとり、示したものである。なお、図-3～4の検討結果と比較するために、一雨雨量と降雨直前の

土壌の負圧値の2変数を説明変数とした解析結果を白抜きで示している。両図とも、2変数と3変数による推定結果に余り差がないことから、土壌の負圧値の観測結果を用いること無く、容易に観測できる雨量の観測結果を基準として、流出率の推定が可能であることが分かった。このことは、流域からの土壌の特性を把握する方法として、有効な手段であると考えられる。

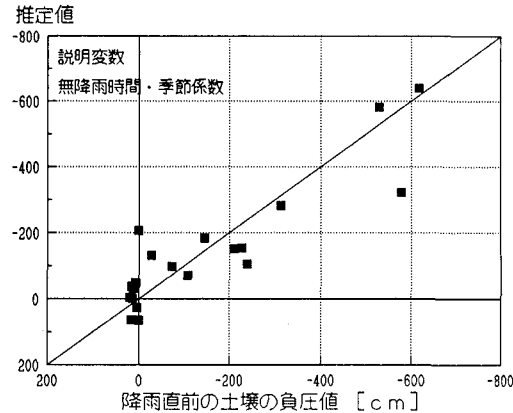


図-5 季節係数、無降雨時間による
降雨直前の土壌の負圧値の推定 [簾舞川]

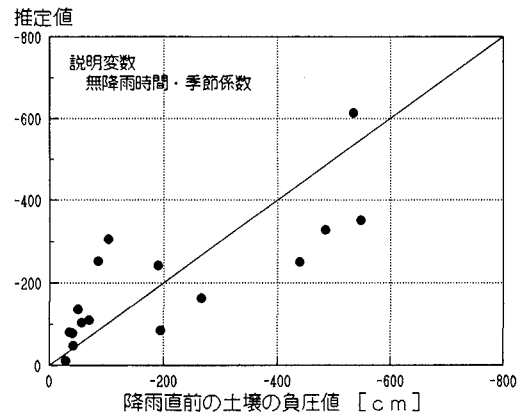


図-6 季節係数と無降雨時間による
降雨直前の土壌の負圧値の推定 [観音沢川]

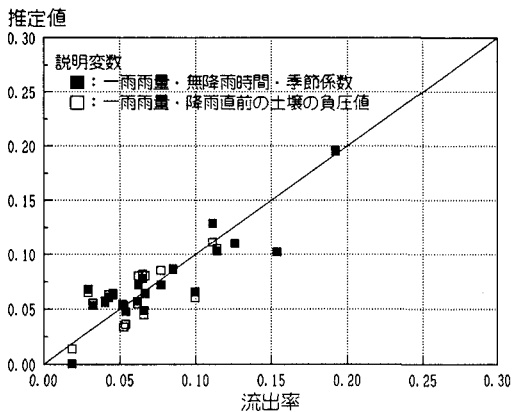


図-7 一雨雨量、無降雨時間、季節係数
による流出率の推定 [簾舞川]

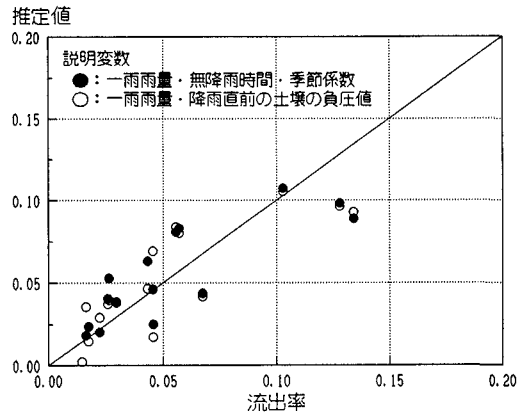


図-8 一雨雨量、無降雨時間、季節係数
による流出率の推定 [観音沢川]

4. おわりに

今回は、雨量および土壌の特性に着目し、流出率と一雨雨量、降雨直前の土壌の負圧値の関係について検討した。その結果、降雨直前の土壌の負圧値は、季節係数、無降雨時間からほぼ推定可能であることを示し、さらに、この結果を用いて流出率の推定についても検討した。今後は、これまでの現地観測を継続し、土壌の負圧値推定の精度向上を図っていくとともに、調査流域における出水予測モデルの構築に反映させていきたい。

※参考文献 1) 西村、高橋、藤田、山田：豊平川上流部における水文気象観測システムと観測結果(第1報)、土木学会北海道支部論文報告集第47号、pp395-400、1991.2 2) 西村、嵯峨、八田、藤田：同(第2報)、土木学会北海道支部論文報告集第48号、pp469-472、1992.2 3) 西村、嵯峨、藤田、坂本：降雨出水時の土壌水分の特性について、土木学会第47回年次学術講演会講演概要集第Ⅱ部、pp486-487、1992.9