

2010 年 8 月豪雨の特徴と忠別ダムの洪水調節効果の検証

室蘭工業大学 学生会員 ○井上 峻志
 室蘭工業大学 正会員 中津川 誠
 北海道釧路総合振興局 正会員 大橋 和平

1. はじめに

2010 年 8 月 23 日から 24 日未明にかけて前線を伴った低気圧が道北を通過し、後志北部から石狩湾そして上川地方の忠別川上流部では細長く帯状に広がった降雨域が発生し、その豪雨によって洪水が発生した。2007 年 4 月に供用が開始された忠別ダムにおける既往最大のピーク流入量を観測したが、ダムによる洪水調節効果により下流の被害を回避することができた。本研究では、忠別ダムの洪水調節により下流の水位にどの程度低減効果を発揮したかを検証する。

2. 降雨の概況

2.1 既往降雨との比較

今回の豪雨よりも雨量強度の大きな雨が過去にいくつか存在し、本イベント豪雨が未曾有の豪雨であったとは言えない。近年では 2007 年に雨量強度の大きな豪雨が発生している。しかし、今回の豪雨は局地的かつ短時間に集中する雨としては既往最大級の事例であった¹⁾。

2.2 降雨の時空間的特徴

忠別ダム流域の降雨の時空間的特徴を捉えるため、地上観測雨量およびレーダ雨量を用いて検討した。忠別ダム管理所の地上観測雨量では、3 時間で 94mm と激しい雨が観測され、短時間での強い雨だったことがわかる。他の雨量観測地点においても同傾向の観測結果が得られた¹⁾。

忠別ダム流域の雨量をきめ細かい空間分布として表現するため、レーダ雨量から本イベントと 2007 年の最大 3 時間雨量のコンター図を図-1 に示す。これを見ると、忠別川沿いに時間雨量 80mm の雨域が覆っていることがわかる。山田はこの強雨域は線状降水帯がもたらしたものであると指摘しており²⁾、それが忠別川上流域の川沿いに豪雨をもたらしたと考えられる。

3. 流出の概要

2010 年 8 月豪雨は、ダムの供用開始以後において既往最大の流入量を発生させたが、ダムの洪水調節操作によってダム下流での被害は回避された。しかしながら、ダム流域内の観測所（忠別川上流地点）では、水位計が破損するような激しい流れが生じていた。その原因を探るため、本イベントと同規模の降雨が観測された 2007 年 7 月出水時の過去 30 日間の降雨履歴（図-2）と豪雨時のハイドログラフ（図-3）を比較してみる。図-3 より豪雨時の総雨量は本イベントでは 2007 年に対して 1.4 倍であったのに対しピーク流量は約 3.5 倍ともなっていた。図-2 よりこれは本イベントでは 2007 年と比べ流域平均雨量で約 10 倍の前期降雨（大雨前 30 日間の総雨量）が降っていたことから、流域が湿潤状態にあって流出率が大きくなったことが急激な流出の起きた要因の一つであると考えられる。

4 分布型流出モデル

4.1 斜面流出モデル

斜面流出量は、直接流出成分に kinematic wave 法、地下水流出成分に 2 価の線形貯留関数法をそれぞれ適用し、2

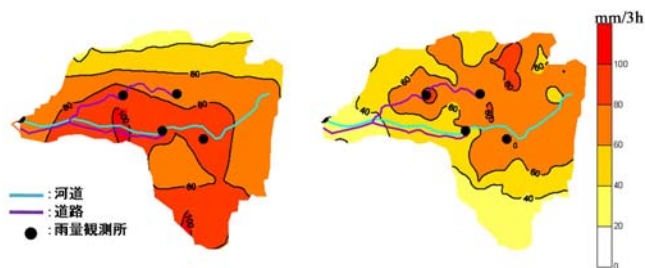


図-1 忠別ダム流域の 3 時間最大雨量の空間分布
 (レーダ雨量を使用、左から 2010 年 8 月、2007 年 7 月)

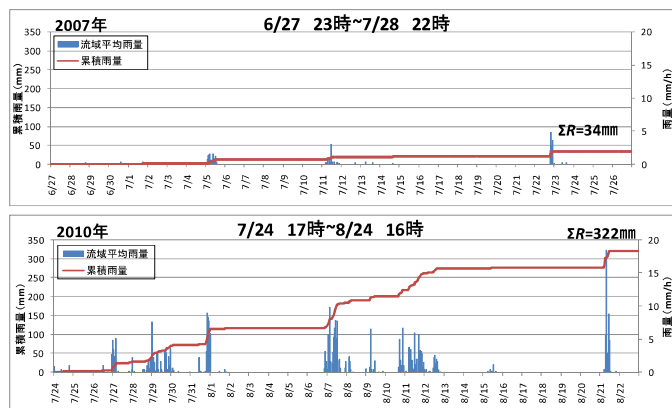


図-2 大雨の降り始め前 30 日間の時間雨量及び積算雨量

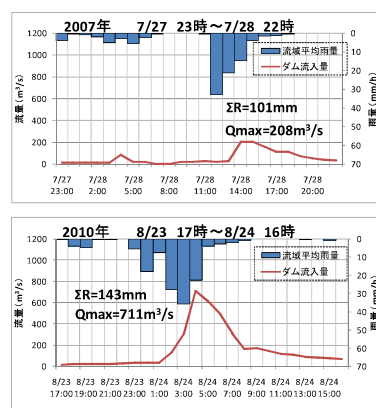


図-3 大雨時の時間雨量と時間流量（毎正時）

キーワード 忠別ダム、豪雨、分布型流出モデル、洪水調節

連絡先 〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1

国立大学法人 室蘭工業大学 TEL0143-46-5276

成分を考慮した計算を行った。

$$\begin{cases} \frac{\partial h_s}{\partial t} + \frac{\partial q_s}{\partial x} = f r, q_s = \alpha h_s^p \\ \alpha = \sqrt{i_s/n_s}, p = 5/3 \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} s = k_1 q_b + k_2 \frac{dq_b}{dt}, \frac{ds}{dt} = r_b - q_b \\ r_b = (1-f)r, k_1 = c_1 k_2, k_2 = (c_3 - 1)/c_0 \\ c_0 = (\delta/T_c)^2, c_1 = \delta^2/T_c, \delta = 2.1 \end{cases} \quad (2)$$

ここで、 h_s : 斜面水位 (m), q_s : 単位幅流量 (m^2/s), f : 流出率, r : 雨量強度 (mm/s), i_s : 斜面勾配, n_s : 等価粗度 ($\text{m}^{-1/3}$), s : 貯留高 (mm), q_b : 地下水流出成分流出高 (mm/h), r_b : 地下水流出成分に供給される水量 (mm/h), $p, k_1, k_2, c_0, c_1, c_3$: モデル定数, δ : 減衰係数, T_c : 地下水流出成分の時定数。

4.2 河道追跡モデル

河道追跡には、kinematic wave 式を変形した次式を用い、差分法で計算を行う。

$$\frac{\partial q_c}{\partial t} + \frac{5}{3} \frac{i_c^{0.3} q_c^{0.4}}{n_c^{0.6} B^{0.4}} \frac{\partial q_c}{\partial x} = 0 \quad (3)$$

ここで、 q_c : 河道流量 (m^3/s), i_c : 河道勾配, n_c : 粗度係数 ($\text{m}^{-1/3}$), B : 河道幅 (m)。

5. ダムの効果

5.1 ダムの洪水調節操作の概況

24日3時に流域平均の時間最大雨量で36mmを観測し、とくに1時から4時までの3時間で86mmの降雨となり、ダム放流量が増加して2時に流入量が洪水量の $100\text{m}^3/\text{s}$ を超えたため洪水調節を実施した。24日4時に常時満水位を超えたことにより発電放流を停止し、常用洪水吐から越流し、4時20分には流入量がピーク($844.2\text{m}^3/\text{s}$)に達した。そして5時10分にはコンジットゲートから放流を開始した。結果としてダム貯水位は24日11時に415.73mまで上昇した後、低下に転じた。(図-4)

5.2 洪水流出の再現結果

前節で述べた分布型流出モデルを用いて下流基準点である暁橋地点(ダムより13km下流、図-5)での流量を算出し、観測値と共に図-5に示す。また、 $H-Q$ 式から求めた水位の結果を観測値と共に図-6に示す。以上より、ダム有の計算は観測値をほぼ再現していることがわかる。なお、ダム放流量がダム直下流5kmにある江卸地点の流量と系統的な差が見られた。今のところ原因は不明だが、ダム放流量として江卸地点の観測データを与えた。

5.3 ダムの洪水調節効果

再現した結果と観測値は暁橋地点で以下ようになった。ダムがなかった場合のピーク流量は $833\text{m}^3/\text{s}$ 、観測値は $171\text{m}^3/\text{s}$ となっており、 $662\text{m}^3/\text{s}$ 低減されたと推定される。ダムがなかった場合のピーク水位は210.81m、観測値は209.69mとなっており、1.12m低減されたと推定される。

このことからダムは十分な洪水調節機能を発揮していた

ことが分かる。また、「忠別ダムの防災調査状況(平成22年8月24日出水)」³⁾では暁橋地点で推定約1.3mの水位を低減させることができたとの報告があり、その結果ともほぼ一致していることが確認された。

6. まとめ

本事例は線状降水帯をもたらす大雨に加え流域が湿潤状態にあり、それに伴う急激な流出があったものであり、その際の流出とダムの有無の違いを分布型流出モデルで検証した。これによってダムの洪水調節効果が実証されたが、さらなる大雨に対するダム機能向上策の検討が今後必要と考えられる。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、資料を提供して頂いた北海道開発局旭川開発関係各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) 大橋ら: 2010年8月豪雨による忠別ダム流域の流出特性について, 土木学会北海道支部論文報告集, 2010.
- 2) 清水: 2010年8月北海道豪雨災害調査報告, 土木学会河川災害に関するシンポジウム, 2011.
- 3) 北海道開発局旭川開発建設部 HP

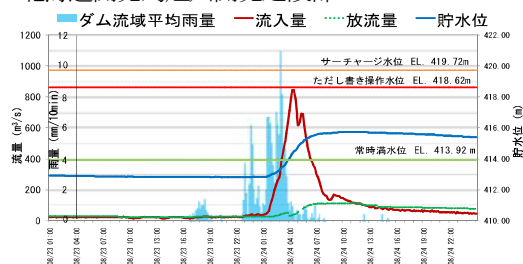


図-4 ダムの洪水調節状況

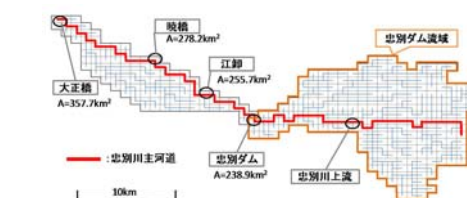


図-5 流域の疑似河道網

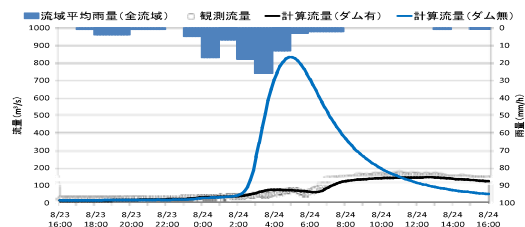


図-6 流量推定結果(暁橋地点)

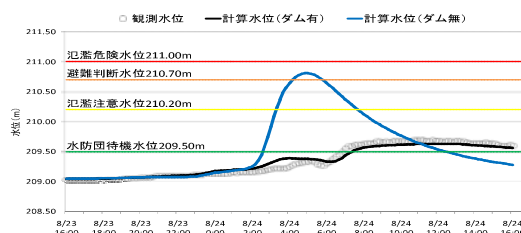


図-7 水位推定結果(暁橋地点)