

|                      |            |           |          |                      |            |          |         |
|----------------------|------------|-----------|----------|----------------------|------------|----------|---------|
| 中央大学理工学部<br>(独)水資源機構 | 学生員<br>正会員 | ○腰塚<br>佐藤 | 雄太<br>直良 | 河川環境管理財団<br>中央大学理工学部 | 正会員<br>正会員 | 戸谷<br>山田 | 秀雄<br>正 |
|----------------------|------------|-----------|----------|----------------------|------------|----------|---------|

我が国のダムの多くは利水と兼用された多目的ダムであるが、そのほとんどは治水容量のみで流量制御が行われている。しかし洪水時において確実にダムに流入してくる量を算出することで、ダムへの流入量を前期放流として流量制御を行うことが可能になり、利水容量を確保した上で治水容量を大きくとることができる。すなわち、ダムの持つ治水・利水容量を最大限に活用した新しい流量制御が実現可能であると考えた。そこで本研究では、ダム流域における過去の実測データを回帰することにより得られる様々な流出特性に応じた、より効果的な放流操作の1方法を提案する。

Figure 1 is a schematic diagram of the water level and storage capacity of the reservoir. The diagram shows a cross-section of the reservoir with various water levels and storage volumes. The top level is the 'サーチャージ水位' (Surcharge Water Level) at EL. 454.4m, labeled as '非常用洪水吐(1門)'. Below it is the '夏期制限水位' (Summer Limit Water Level) at EL. 440.6m. The '有効貯水容量' (Effective Storage Capacity) is 5050 x 10^3 m^3, and the '夏期洪水調節容量' (Summer Flood Regulation Capacity) is 2650 x 10^3 m^3. The '最低水位' (Minimum Water Level) is at EL. 403.7m. The '貯水容量' (Storage Capacity) is 6 x 10^3 m^3, and the '既水量' (Existing Water Volume) is shown. The '堆砂容量' (Sediment Storage Capacity) is shown at the bottom. The '基礎岩盤' (Foundation Rock) is indicated. The '常用洪水吐(2門)' (Normal Flood Outlet 2) is at the bottom right, labeled as '最大7.0(m)まで放流可能' (Up to 7.0m maximum discharge possible).

```

graph TD
    A[ダムへのピーク流入量 Q_peak から  
ピーク以降 n 日間の総流入量 V(t) を算出できる] --> B[流入量 Q_in(t) から求められるピーク以降 n 日間の総流入量 V(t) を  
前期放流として放流し、洪水流入前にダムの貯水位を下げる]
    B --> C[治水容量を大きくとった状態で洪水を迎えることができる]
    C --> D[前期放流として放流した量は洪水の遷滅部で流入するため、  
ダム水位は回復する・・・図5～図6]
  
```

ダムへのピーク流入量  $Q_{peak}$  から  
ピーク以降  $n$  日間の総流入量  $V(t)$  を算出できる

流入量  $Q_{in}(t)$  から求められるピーク以降  $n$  日間の総流入量  $V(t)$  を  
前期放流として放流し、洪水流入前にダムの貯水位を下げる

治水容量を大きくとった状態で洪水を迎えることができる

前期放流として放流した量は洪水の遷滅部で流入するため、  
ダム水位は回復する・・・図5～図6

連絡先：〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部 TEL03(3817)1805 FAX03(3817)1803

著者らは草木ダムにおいてただし書き操作が行われた 2001 年 9 月 10 日[台風 15 号]の洪水に関して解析を行い式(5)・(6)による放流操作に基づいて放流したときのダム貯水位の時系列を実測の貯水位の値と比較した。解析には図-3 で示した流出パラメータの平均値を用いた。実測の流入量と放流量のハイドログラフと式(5)・(6)による放流量のハイドログラフとの比較及びそれぞれのダム貯水位の時系列の比較を図-5 に示す。図-5.2~5.4 は流量制御が必要ない段階で降雨が終了した場合に式(5)・(6)による放流操作を行ったときのダム貯水位の時系列をみるために、流入量の最大値が  $500\text{m}^3/\text{s}$ ,  $300\text{m}^3/\text{s}$ ,  $100\text{m}^3/\text{s}$  だったと仮定して解析を行った結果を示したものであるがいずれもダム貯水位はほぼ夏期制限水位までほぼ完全に回復することが分かる。この時放流量は河川流量の維持等を考慮し、最低でも  $10\text{m}^3/\text{s}$  は放流するようにした。さらに、様々な洪水形態に適用させた場合のダム貯水位の時系列をみるためにそれぞれのケースにおいて流出パラメータを変化させた場合の解析結果も図-6 に示した。ここで比較に用いた流出パラメータは図-3 に示した  $a_0, \beta, \Sigma Q_{\text{Min}}$  及び  $a_0, \beta, \Sigma Q_{\text{Max}}$  である。 $a_0, \beta, \Sigma Q_{\text{Min}}$  を用いた場合にはダム貯水位は完全に夏期制限水位まで回復しているが、 $a_0, \beta, \Sigma Q_{\text{Max}}$  を用いた場合には、ダム貯水位は夏期制限水位までは回復していない。これは式(5)・(6)に基づいた放流操作を行った場合計算上放流量が負の値を取るときも  $10\text{m}^3/\text{s}$  を放流するように放流条件を与えたからであると考ええる。以上の結果から、より合理的なダム操作を行うには流出パラメータの平均値( $a_0, \beta, \Sigma Q_{\text{Average}}$ )を用いることが妥当と考えられるが、本研究で提案する放流操作は解析に用いる流出パラメータの値を様々な洪水形態に応じて変化させた場合でも十分適用可能であることを示したものであり、ダムの機能を最大限に活用する非常に有効な新しい放流操作方法を提案したと考える。

## 5. まとめ

本研究で得られた知見を述べる。

- 1) ダム流域における過去の実測データからその流出特性を抽出した結果、実測流入量の最大値と実測流入量の最大値を逓減開始とした4日間の累積流入量の関係が得られ、草木ダムでは逓減部の総流出量は最低でも  $2050 \times 10^4 \text{m}^3/\text{s}$  が草木ダムに流入しており、そのほとんどが  $3000 \times 10^4 \text{m}^3/\text{s}$  以上流入している。草木ダムの利水容量が  $3000 \times 10^4 \text{m}^3/\text{s}$  であるから、前期放流で最低水位まで貯水位を下げた状態で洪水を迎えたとしても、ピーク流入量発生から4日間でダム貯水位は夏期制限水位まで回復することが可能である。
- 2) 流入ハイドログラフ逓減部の解析解から逓減期間の累積流入量を算出し、ピーク流入量以降にダムに流入してくる量を決定することが可能になり、ダム管理の洪水制御において逓減特性を用いた最適放流量の決定につながる非常に有益な知見を示した。
- 3) 解析解によって得られた逓減部の累積流入量を先に前期放流として放流する操作方法を提案した。この操作方法に基づき実際過去に起きた洪水時例を対象に解析を行った結果、前期放流によって低下したダム貯水位は確実にダムに流入してくる量によって夏期制限水位まで回復することが可能であることを示した。これによりダムの持つ利水容量を確保した上で治水容量を最大限に活用した新しい流量制御が実現可能であることを示した。
- 4) 本研究で提案する新しい放流操作は、過去の実測データから回帰し求めた流出パラメータの値をそれぞれ変化させても、ダム貯水位が夏期制限水位まで回復することを示した。これにより本研究で提案する放流操作は様々な洪水形態に応じた放流を行なうことが可能であることを示した。

謝辞：本研究の遂行に当り貴重なデータを提供して頂いた草木ダム管理所に深甚なる感謝を表す

参考文献：1) 志村光一, 大原憲明, 松木浩志, 山田正：水理計算に基づく大規模河道網の洪水流出特性に関する研究, 水文・水資源学会誌, Vol. 14, No3<pp. 217-228, 2001. 2) 山田正：山地流出の非線形性に関する研究, 土木学会水理講演会論文集, Vol. 47, pp. 259-264, 2003

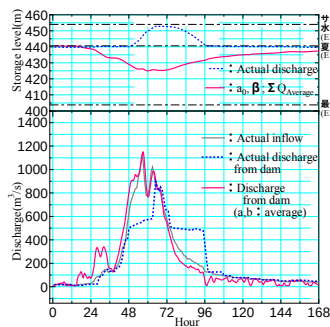


図-5.1 実測流入量と放流量の時系列

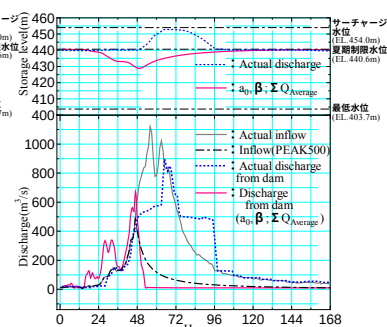


図-5.2 流入量の最大値を  $500\text{m}^3/\text{s}$  とした場合

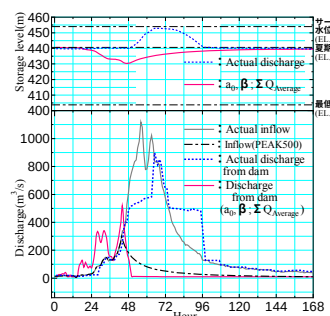


図-5.3 流入量の最大値を  $300\text{m}^3/\text{s}$  とした場合

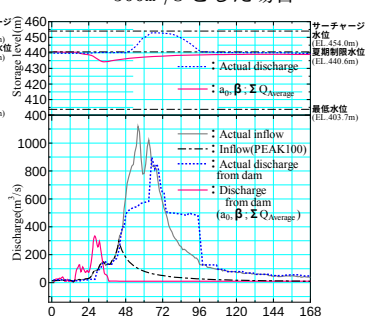


図-5.4 流入量の最大値を  $100\text{m}^3/\text{s}$  とした場合

図-5 流出パラメータ  $a_0, \beta, \Sigma Q_{\text{Average}}$  を用いた場合の流入量と放流量のハイドログラフと貯水位の時系列

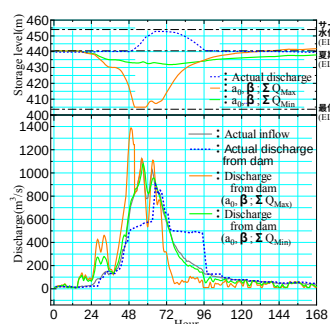


図-6.1 実測流入量と放流量の時系列

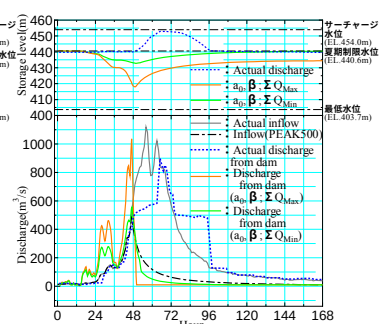


図-6.2 流入量の最大値を  $500\text{m}^3/\text{s}$  とした場合

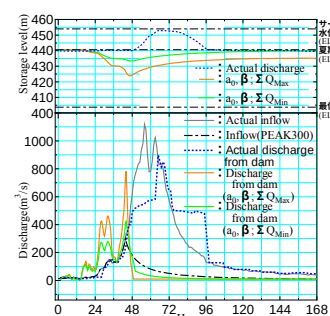


図-6.3 流入量の最大値が  $300\text{m}^3/\text{s}$  とした場合

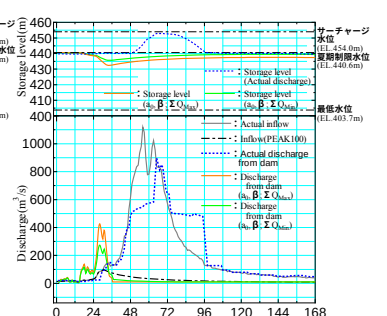


図-6.4 流入量の最大値が  $100\text{m}^3/\text{s}$  とした場合

図-6 流出パラメータ  $a_0, \beta, \Sigma Q_{\text{Max}}$  及び  $a_0, \beta, \Sigma Q_{\text{Min}}$  を用いた場合の流入量と放流量のハイドログラフと貯水位の時系列