

第7章 ただし書き操作

まえがき

ただし書き操作は一義的には洪水調節中に計画流入量より大きい洪水がきた時に貯水位が許容最高水位以下に収まるように放流量を増加させて水位の過上昇を防止するものである。

「ただし書き操作においては貯水位の上昇を抑えることに重点があるため下流河道の水位の上昇速度にはそれほどこだわる必要はないのではないか。」との意見を言う人もいる。

そうであれば「貯水位がサーチャージ水位になるまで洪水調節を継続し、貯水位がサーチャージ水位になる直前の段階で放流量を流入量に近づけ水位の上昇を抑えればよいのではないか。」ということにもなる。こうすることにより下流で何が起こるかは容易に予想できることと思うが、ここまでくると前言がいかに現場を無視した発言であるかということが判る。

近年、管理ダムが増加に従ってただし書き操作に移行するダムが多くなってきた。全国各地でただし書き操作によるダム管理者と下流住民とのトラブルが絶えない。下流住民の言い分は以下の通りである。

1. 流量が急激に増加して逃げる暇もなかった。
2. ただし書き操作に移行したものの洪水調節容量を残している。許容最高水位まで効果的に容量を活用して洪水調節効果を発揮して欲しい。

これらの意見に対して、現況ただし書き操作が十分に対処できる体制にあるか否かはダム管理の例規集を精読すれば容易に理解できることである。

本稿を読む人は、本稿からただし書き操作の考察を始めるのではなく、現況ただし書き操作ルールを先ず熟読の上でその課題を正しく認識した上で本稿の内容の評価を行って欲しいと思うものである。

つまり、「現行ただし書き操作ルールでは下流域住民の理解を得られるただし書き操作を実行することは難しい。」との認識に立ってこの問題に取り組む必要があるのではないかと感じている。

7-1. ただし書き操作の定式化

7-1-1 考え方のシナリオ

ただし書き操作の考え方を次のようにまとめてみた。

- ① まず、許容最高水位になって予想される最大の洪水流量が放流できること。
(予想される最大洪水流量になっても許容最高水位を超えないこと。設計洪水流量は、実際は当該洪水で予想される最大流入量と置き換えても支障はない。)
- ② 放流量が流入量に追いつくまでの過程では下流河道の水位上昇速度が許容される値以下であること。
- ③ 8割水位にこだわらず10割水位で収まる洪水については、出来るだけただし書き操作に移行することなく洪水調節が継続されること。
- ④ ただし書き操作に移行したとしても可能な限り洪水調節容量を有効に活用して放流量の減少に努めること。

以上の条件の中で現況ただし書き操作ルールにおいて対応されているものは、8割水位の条件の他、①の条件のみであることを認識しておく必要がある。

繰り返しになるが、この資料を読む人は今一度原点に立ち返ってダム管理例規集のただし書き操作に関する記述を熟読し、上記記述の一つ一つを再認識の上で、新たなただし書き操作の在り方について考察を展開して頂きたい。

7-1-2. ただし書き操作の解析的考察

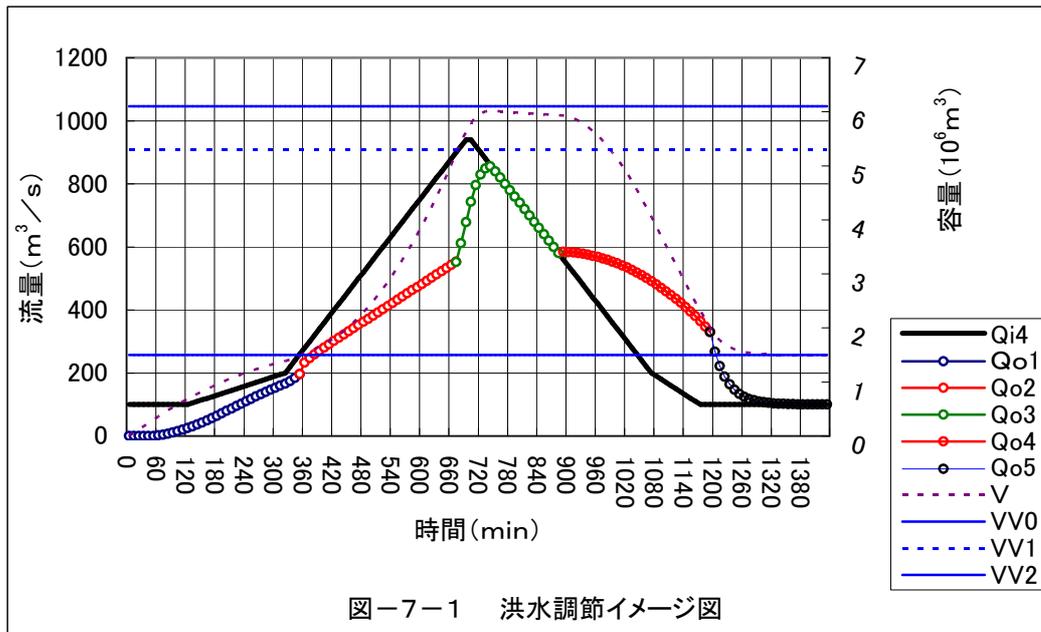
ただし書き操作を効果的に実行するに当たっては現行操作ルールでは「8割水位」に見られるように、水位に著しく偏向した判断がなされていることに留意する必要がある。

本来的にはただし書き操作は流入量、放流量、貯水量（空き容量）、下流河道の水理特性など現状で得られる情報（実測値のみで予測値を含まない。）を効果的に活用し絡ませながらただし書き操作への移行のタイミングを見計る必要がある。

このような観点から、ダム操作についての現状を正しく理解するとともに、その既成概念からの脱却をはかる必要がある。その上に立って、第1段階的にはあくまで科学的なダム操作を指向しつつ、ただし書き操作の定式化を試みる

こととする。

定式化に当たって、洪水調節の評価の切り口について触れておきたい。洪水調節操作を見るに当たっては、先ず、図-7-1に示すように、流入量と放流量を同じ（時間-流量）座標軸で見ることになるがこれは当然のことであるといえる。この図の中で Q_o2 は洪水調節、 Q_o3 がただし書き操作である。



つぎに、同時に貯水量の時間変化を見ることとなる。出来ればこれらの流量と貯水量は同じ時間軸で示すことが好ましい。どのような貯水量の状況の中で放流量が決定されたかを考察できる環境の中で展開されるよう配慮すべきである。

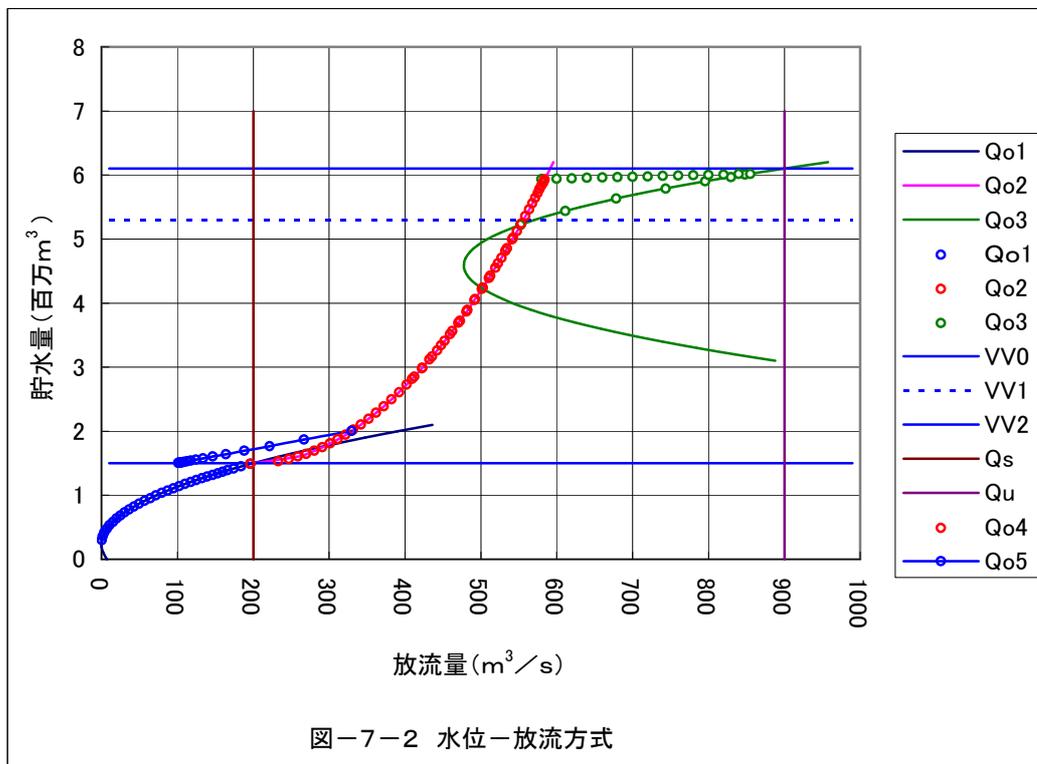
貯水量の時間変化はH-Vカーブにより貯水位の時間変化とも置き換えることが出来る。

一般的には流入量と放流量の時間変化のみで評価しようとする人が多い。しかしながら貯水量の時間変化を無視して流入量と放流量だけで評価をすると予想もしないところで間違いを起こす場合があり危険である。

とくに洪水期制限水位より低い水位で洪水が流入した場合など、水位が足りなくて十分に水理学的に放流能力を確保することが出来ない場合がある。このようなケースでは当然水位と放流量を関係付けながら考察する必要があることは言うまでもない。

図-7-1は貯水位（貯水量）と流量を併記はしているものの、単に併記して

いるだけに過ぎず、それぞれの諸量を水理的に関連付けられるものではない。

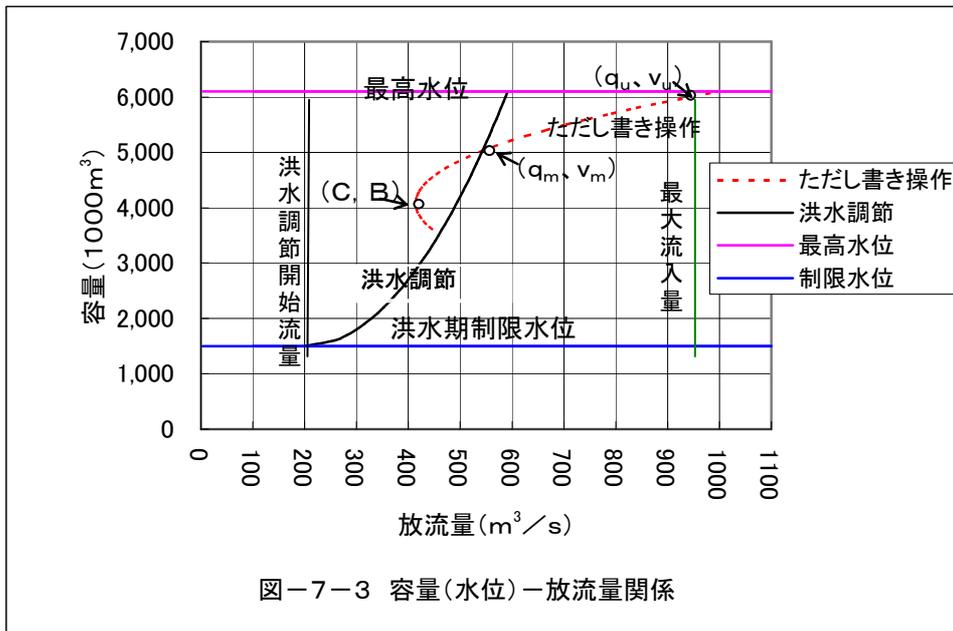


このような場合、別途、図-7-2に示すように洪水調節を放流量と水位の関係で表現しておくとなかなか便利である。なぜなら貯水位と放流量の関係であれば、これらの洪水調節はそのまま放流可能曲線と直接比較ができるからである。この図においても洪水調節が $Qo2$ 、ただし書き操作が $Qo3$ で示されており、図-7-1との関係で見ると興味深い。

また、貯水位と放流量の関係は貯水量と放流量の関係でもあるからこれは貯留関数であるということに気がつく人が多いのではなかろうか。つまり、ダムによる貯留と放流は見方によっては特別な形態の河道貯留関数であるとの見方も出来る。ダムの洪水調節機能を河道貯留関数的に見ると、ダム操作の解析的考察において新たな展開が期待できるのではないかと考えられる。

図-7-3は洪水調節中の現在時点 (v_m, q_m) から目標点 (v_u, q_u) を目指した操作を行う場合のただし書き操作の放流関数を示している。

下流河道の水位上昇速度をコントロールしながら、さらに、貯水池水位をコントロールしつつ放流量を流入量に近づけていく操作としては第3章の(3-14)式から(3-20)式を適用しながら考察を展開していくこととする。

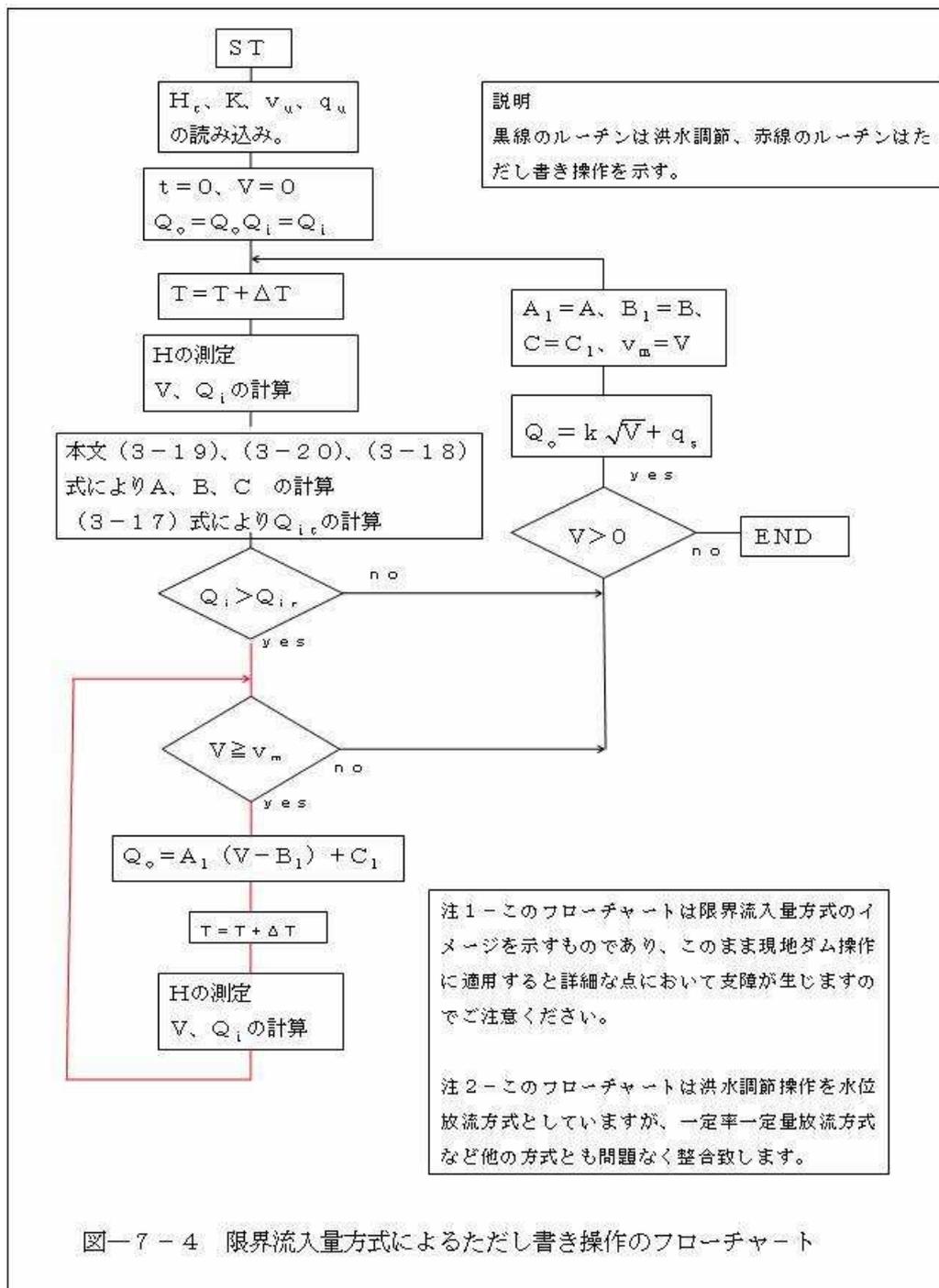


計算ステップごとの説明

ただし書きの手順をフローチャートで示すと図-7-4の通りである。以下、ステップごとに説明を加えると以下の通りである。

- ① ダム計画立地に応じて下流河道の水位上昇速度の上限値 H_c 、河道の $H-Q$ カーブの定数 K 、上限貯水位 v_u 、最大放流量 q_u 、を定めておく。
- ② 洪水調節の時間経過において、 v_m 、 q_m 、 Q_i 、 Q_o から(3-18)式により C を、(3-19)、(3-20)式により A 、 B を計算し、これらから(3-17)式により限界流入量 Q_{i_c} を計算する。
- ③ $Q_{i_c} > Q_i$ の段階では洪水調節を継続しながら②の手順を繰り返す。
- ④ $Q_{i_c} = Q_i$ となった段階で、あらかじめ求めておいた1ステップ前の A 、 B 、 C すなわち A_1 、 B_1 、 C_1 をもとに(3-14)式に代入して、ただし書き操作の放流関数を確定する。

⑤④で決定された放流関数にもとづき赤いルーチンのなかでただし書き操作を実施する。



7-2. 実態編

7-2-1. 対象洪水

1) 計画洪水波形

- ・ 計画洪水波形としては、 $t = 0 \text{ h}$ で $Q_i = 0 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $t = 15 \text{ h}$ で $Q_i = 3000 \text{ m}^3/\text{s}$ のピークとなる。その後 $t = 30 \text{ h}$ で $Q_i = 0 \text{ m}^3/\text{s}$ となるような2等辺三角形の波形とする。(図-7-5の Q_{id} 破線で示す。)
- ・ 洪水調節計画としてはピークまでは流入量の50%を貯留し50%を放流するとして放流関数は水位放流方式によって(必ずしも水位放流方式ではなく、どのような放流方式でも可能。要は洪水調節段階での放流量 q_m と貯水量 v_m が同時に把握できればよい。)次の式による。

$$Q_o = 0.235702 \times \sqrt{V}. \dots (7-1)$$

- ・ その結果最大放流量は $1775 \text{ m}^3/\text{s}$ 、最大容量は 56700000 m^3 となる。
- ・ 従って、 56700000 m^3 に対して約2割の余裕を取って 70000000 m^3 を最大可能貯水容量とする。
- ・ これらの計算結果は図-7-5において放流量と貯水量の時系列を Q_o, d 、 $V d$ として示している。

2) 異常洪水波形

- ・ 図-7-5に示すように $t = 0 \text{ h}$ で $Q_i = 0 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $t = 18 \text{ h}$ で $Q_i = 3600 \text{ m}^3/\text{s}$ のピークとなる。その後 $t = 36 \text{ h}$ で $Q_i = 0 \text{ m}^3/\text{s}$ となるような2等辺三角形の異常波形とする。

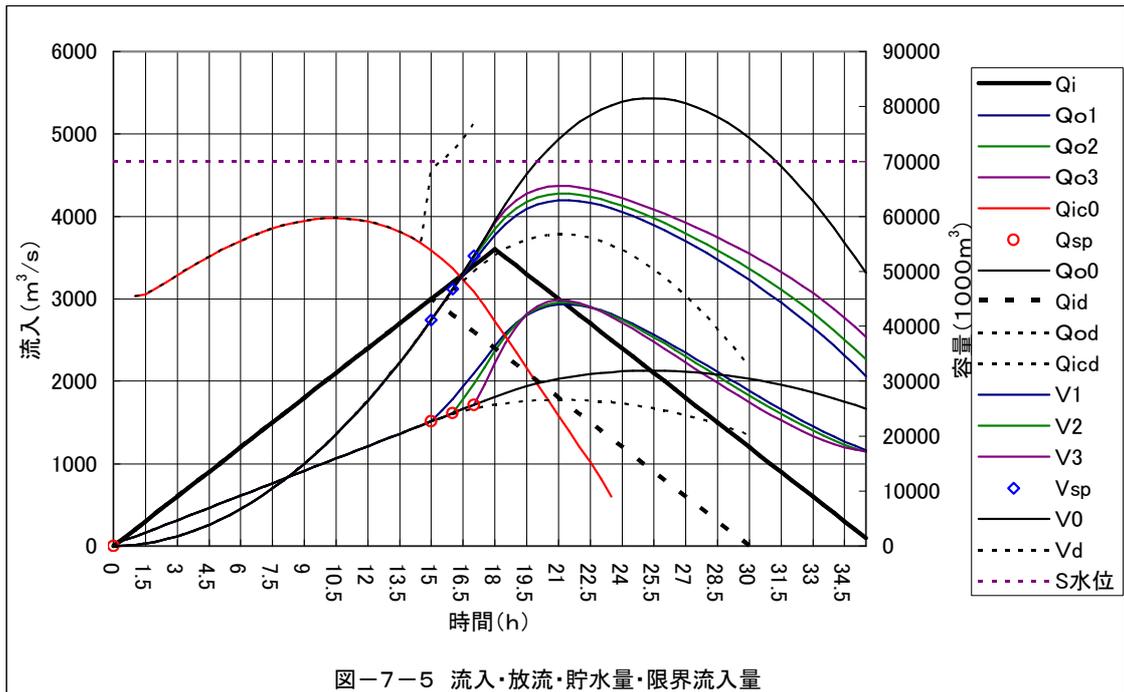
計画洪水波形に対してはピーク流量で1.2倍、継続時間で1.2倍となる。

- ・ 洪水調節は流入量に対して計画波形と同じ放流関数

$$Q_o = 0.235702 \times \sqrt{V}. \dots (7-1)$$

を適用する。

- ・ その結果最大放流量は $2128 \text{ m}^3/\text{s}$ 、最大貯水量は 81500000 m^3 となりサーチャージ容量を 11500000 m^3 オーバーすることとなる。
- ・ これらの計算結果は図-7-5において放流量と貯水量の時系列を $Q_o, 0$ 、 $V 0$ として示している。



7-2-2. ただし書き操作の第1段階

いま、図-7-5, 図-7-6において洪水調節の過程にあるものとして任意の時間で早い順に t_1 、 t_2 、 t_3 の3つのケースで但し書き操作に移行するものと仮定する。

それぞれの時点で仮に但し書き操作に移行するとした場合の放流量と貯水量の時系列変化を $Q_o.1$ 、 $Q_o.2$ 、 $Q_o.3$ ならびに $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ として示した。

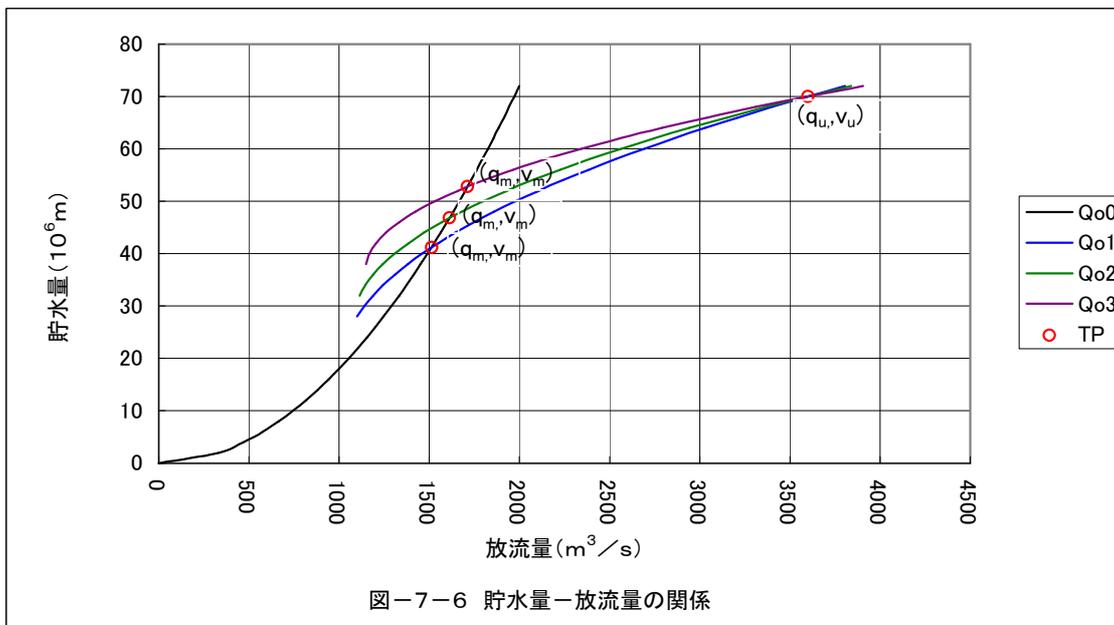
同時に異常洪水波形を実線で示し、洪水調節を貯水位に関わりなく継続すると仮定した場合の、これに対応する放流量、貯水量の時系列を $Q_o.0$ 、 $V0$ で示している。

ここでは、ただし書き操作に移行した後、最大放流量は移行のタイミングが遅くなるほど大きくなっている。また、貯水容量も移行のタイミングが遅くなるほど大きくなっていることがわかる。

しかしながら、貯水容量はすべてサーチャージ容量である 70000000 m^3 以下に収まっている。

なお、ここで $Q_o.1$ と $V1$ 、 $Q_o.2$ と $V2$ 、 $Q_o.3$ と $V3$ の相関図を図-7-6に示した。洪水調節状態から但し書き状態へ移行する点は3つ通りあるもののそれぞれの移行点は (q_m, v_m) であるが、目指す点は (q_u, v_u) となる。

図-7-5は時系列主体の洪水波形の表現であり、図-7-6はH-Qカーブと同じ座標で示されており、水理特性主体の洪水調節波形の表現である。また、図-7-6の表現は(3-14)式をグラフ化したものであることにも注目すべきである。



次に、図-7-7について説明する。

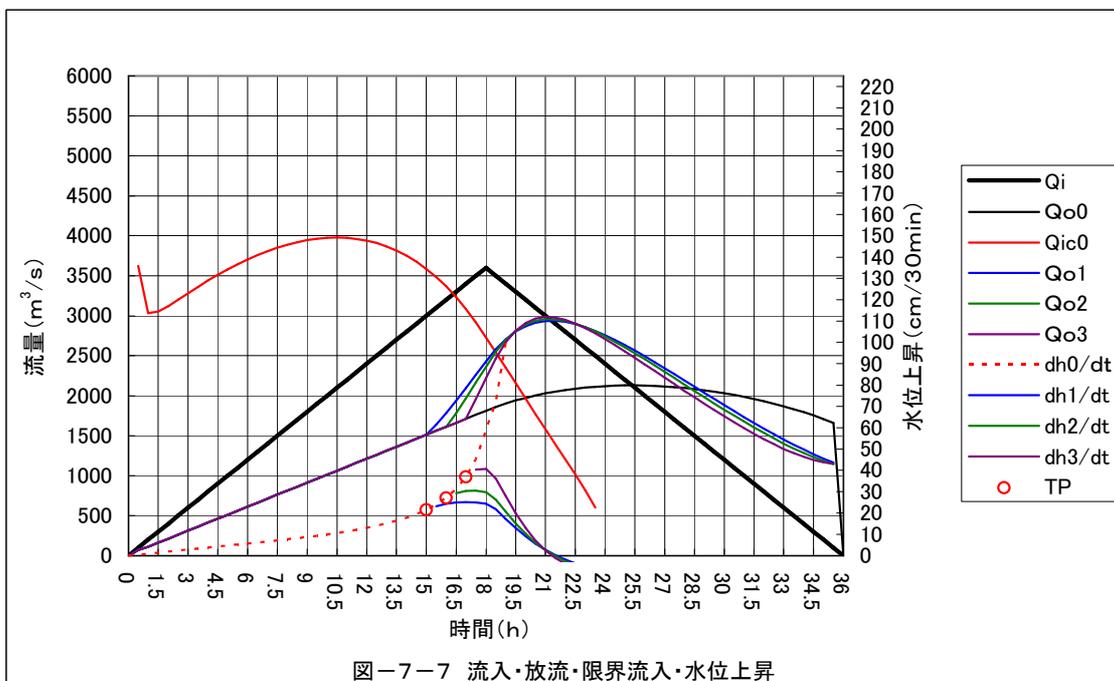


図-7-7の dh_0/dt はそれぞれ任意の時間帯で仮にただし書き操

作に移行すると仮定した場合の移行時点での下流河道の水位上昇速度を（3-16）式に基づいて計算し、プロットしたものである。

これと同時に t_1 、 t_2 、 t_3 時点でただし書き操作に移行した場合のそれぞれのただし書きにおける放流量の時系列とともに下流河道の水位上昇速度を追跡して dh_1/dt 、 dh_2/dt 、 dh_3/dt としてプロットした。

計算方法は異なるものの、それぞれのスタート時点では当然のことながら dh_0/dt に一致する。

ここで、（3-17）式において $H_c = 30 \text{ cm} / 30 \text{ min}$ として Q_{ic} をそれぞれの時間毎に計算してプロットすると Q_{ic} のようになる。ここで Q_{ic} と Q_i は $t = t_2$ で交差していることに注目すべきである。

Q_i と（3-17）式による Q_{ic} が交差するという事は、裏返せばただし書き操作への移行時点をも t_2 とした場合の下流河道の水位上昇速度が $30 \text{ cm} / 30 \text{ min}$ となっていることに他ならない。

つまり、流入量が限界流入量より大きくなる前にただし書き操作に移行すれば下流河道の水位上昇速度は許容される速度以下に抑えることが出来ることを示している。

7-2-3. さらに高度化したただし書き操作に向けて

次に図-7-5 においてはただし書き操作に入り、貯水量を 7000000 m^3 以下におさえることは出来たが、結果的に貯水量を余して十分に活用しなかった形になっている。

この主要因の一つは設計洪水流量になった段階で許容最高水位になるように放流関数が設定されていることによるものである。従って、ただし書き操作に移行しても設計洪水流量以下で洪水が終了すれば水位は許容最高水位に至ることはないということである。

そこで、誘導関数法を適用して、さらに放流量を抑えながら、最高許容水位を超えない範囲で貯水位の上昇を許容して放流量の減少を図ることとする。

このときの条件としては「流入量が減少に転じていること」であるが、その時の放流量は（3-24）式による流量がただし書き操作流量を下回った段階で当該流量による一定量放流に移行するものとする。

$$Q_o = Q_i - \sqrt{\frac{(v_u - v_s)}{1800}} d Q_i \dots \dots \dots (3-24)$$

ただし、流入量： Q_i ，1時間あたりの流入量の低減量： $d Q_i$ ，現在の貯水量： v_s ，目標とする放流量： Q_o （一定量），目標とする貯水量： v_u

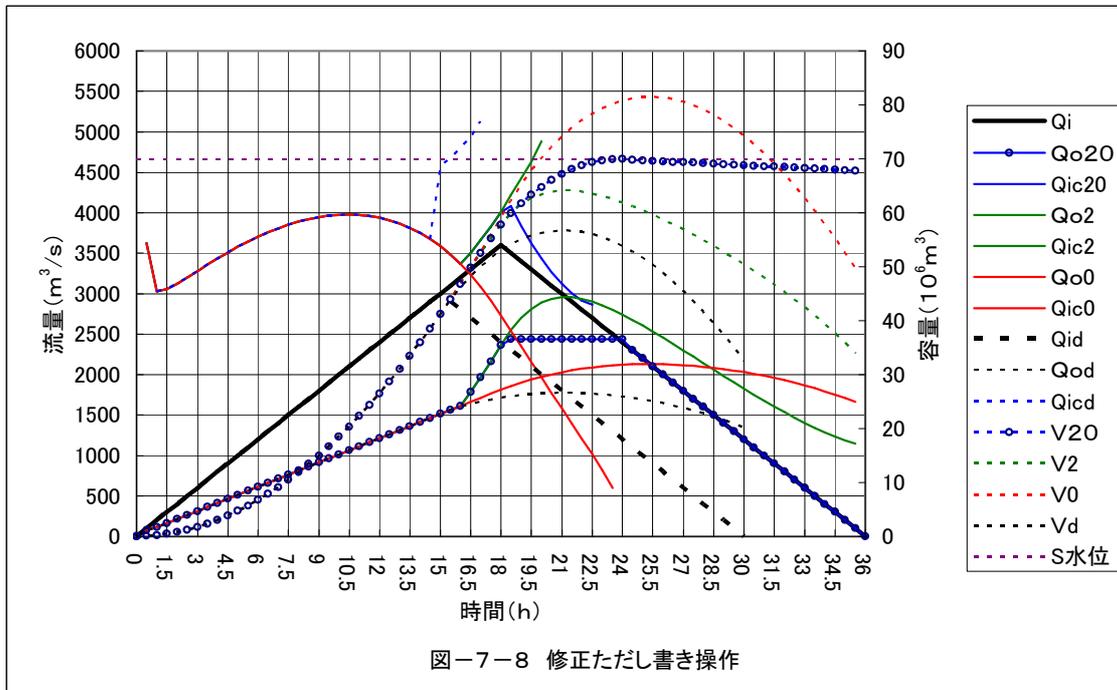


図-7-8 修正ただし書き操作

これらの計算結果を図-7-8に Q_{o20} 、 V_{20} として示している。単にただし書き操作のみの場合の Q_{o2} 、 V_2 と比較すると貯水量が最大限に活用されて最大放流量が約 $500 \text{ m}^3/\text{s}$ 減少していることがわかる。

ところで、(3-24)式は効果的方法であるが、流入量が減少傾向の時のみに適用できる方法である。したがって、流入量が増加傾向の時には適用できない。ただし書き操作へ移行する状況は流入量が減少傾向の時のみならず、増加傾向の時にも考慮しなければならない。流入量が増加傾向の時にただし書き操作へ移行した事例として平成18年の鶴田ダム洪水がある。このような状況の時に流入量が減少傾向になるまでただし書き操作への移行を見合わせればどのような結果を招くか説明するまでもない。

図-7-8には限界流入量も併記している。高度なただし書き操作において、たとえば、限界流入量方式を併用しながら放流量をコントロールしていけば、別の角度から、ただし書き操作の高度化が可能となることを示している。

たとえば、「ただし書き操作へ移行後、限界流入量 (Q_{ic2}) が流入量の1.2倍になった段階で一定量放流に移る。」といった具合である。

1. 2倍がよいか、1.3倍がよいかはそれぞれのダムでシミュレーションによって適切な値を決めればよい。

いずれにしても、流入量が上昇傾向にあるときにただし書き操作への移行の道が閉ざされているただし書き操作規則とは致命的な問題を内蔵していると言わざるを得ない。

7-2-4. 限界流入量の篩い分け効果

限界流入量は、結果として、大きい洪水に対しては早めにただし書き操作に移行するようなシグナルを出して欲しいし、ただし書き操作にはいる必要のない規模の洪水は、例えば、8割水位を超えて水位がサーチャージ水位に近づくような場合においてもただし書き操作に移行せず洪水調節を継続できることが望ましい。

ここでは様々な規模の洪水に対して限界流入量がどの様なかたちでただし書き操作に移行すべきか否かを指示しているかを2つの角度から明らかにすることとした。

その-1

図-7-9-(1) ~ 図-7-9-(3) に図-7-4の手順によって実施した洪水規模毎の洪水調節のシミュレーション結果を示している。

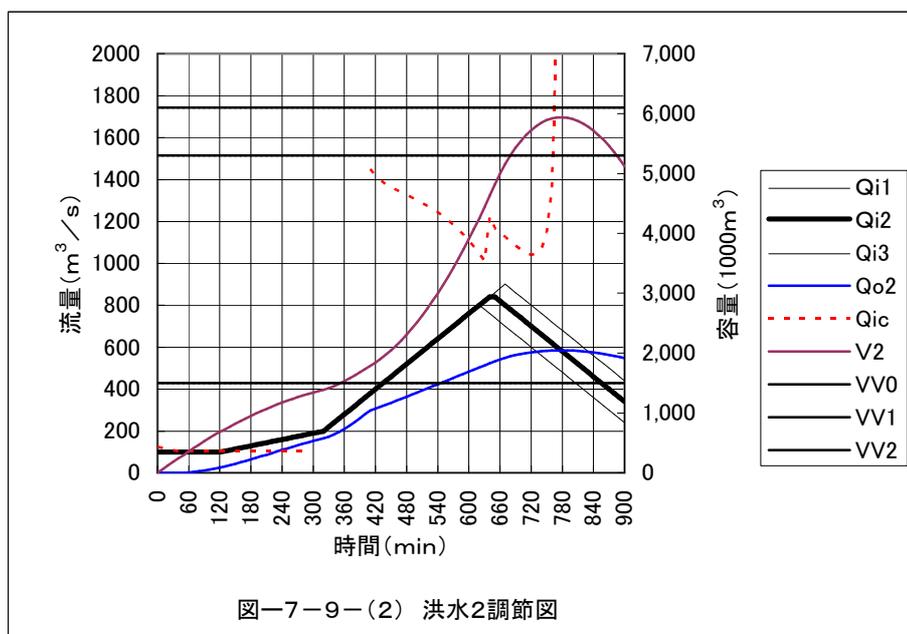
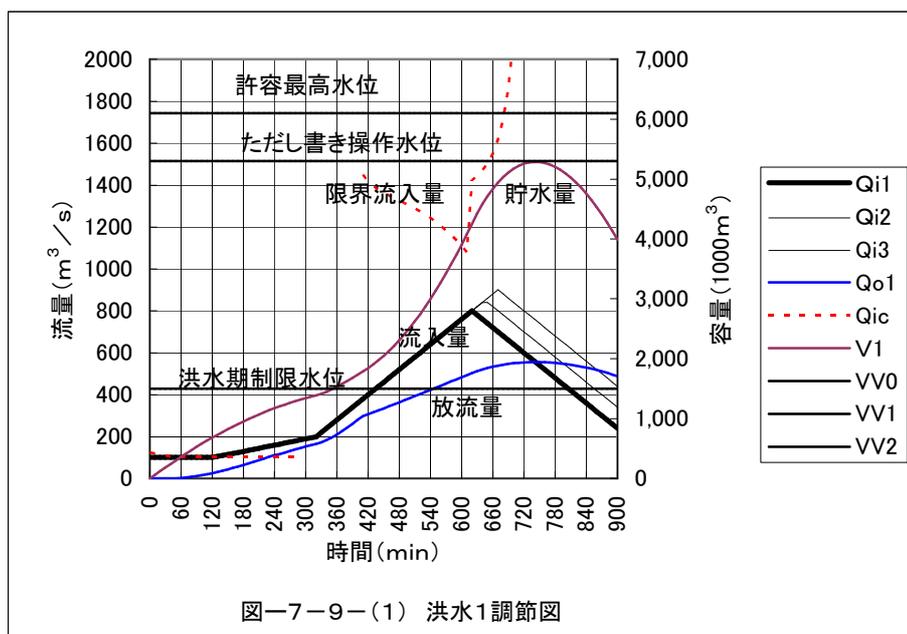
図-7-9-(1) は8割の容量で終わる程度の洪水 Q_{i1} に対して限界流入量方式を適用したものである。洪水の始まりから終わりまで限界流入量 Q_{ic} は流入量 Q_{i1} を上回っている。従って、ただし書き操作に移行することなく洪水が終了している。

図-7-9-(2) は洪水調節容量に近い容量を必要とする洪水 Q_{i2} が発生した場合のケースであるが、限界流入量は流入量に近づいたものの流入量を上回っており、水位はただし書き操作水位を越えたにもかかわらず、ただし書き操作に移行することなく、洪水を終了することができている。

図-7-9-(3) は洪水調節容量を上回るような洪水 Q_{i3} に対するもの

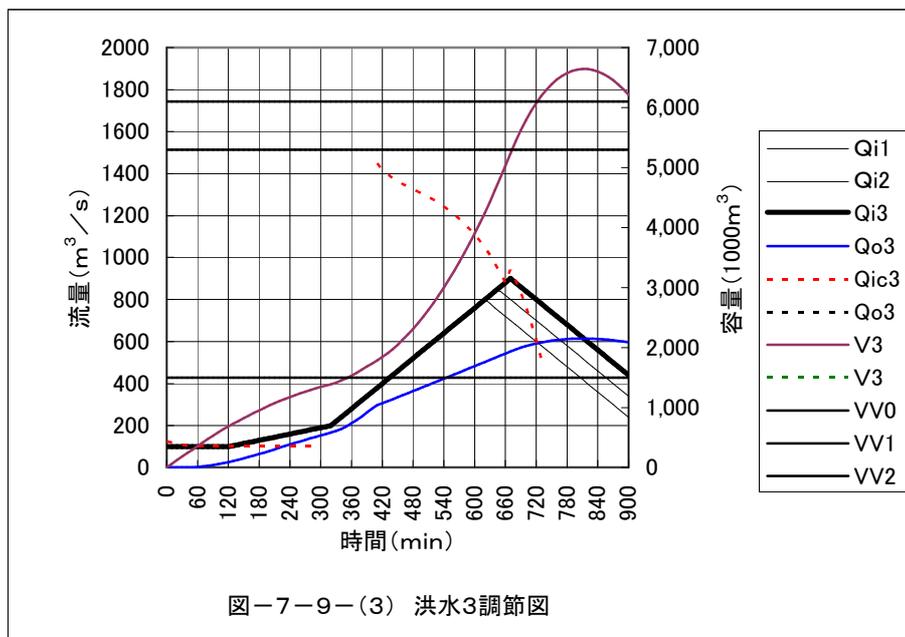
である。限界流入量が流入量を下回ったため、このまま洪水調節を継続した結果貯水位は許容最高水位を上回ることとなった。

さらに、異常洪水 Q_{i3} に対しては、 $Q_i=Q_{ic}$ となった段階でただし書き操作に移行して水位の過剰な上昇を回避することとなるが、その結果を図-7-9-（4）に示している。



これら、図-7-9-（1）～図-7-9-（3）を見ると、限界流入

量はただし書き操作に入るべきか否かを確実に指示しているということが出来る。(なお、限界流入量がピーク流量の発生した時刻を境にして不連続となっているが、これは、ピーク以前は q_u =設計洪水流量とし、ピーク以降は q_u =当該時刻の流入量としたことによるものである。)

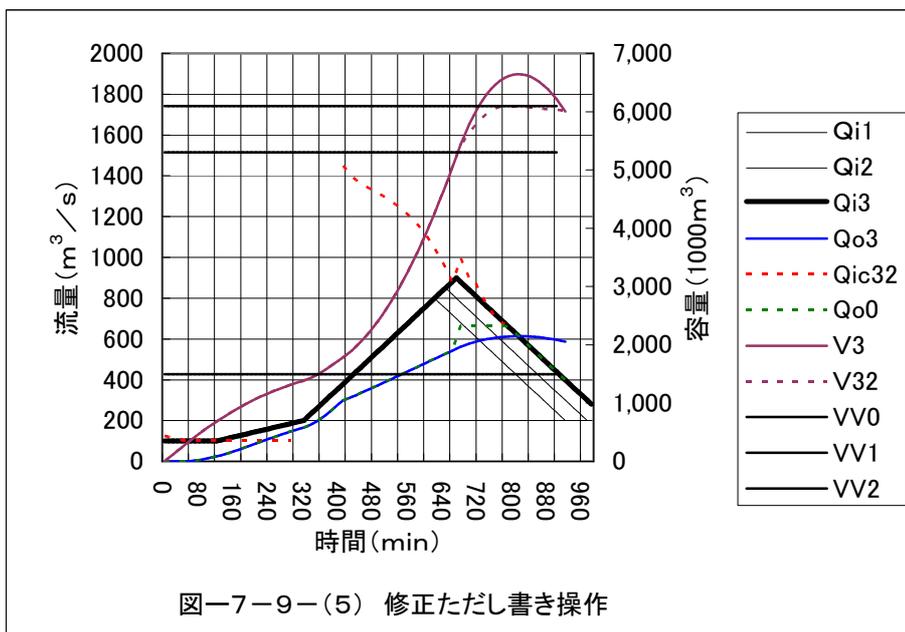
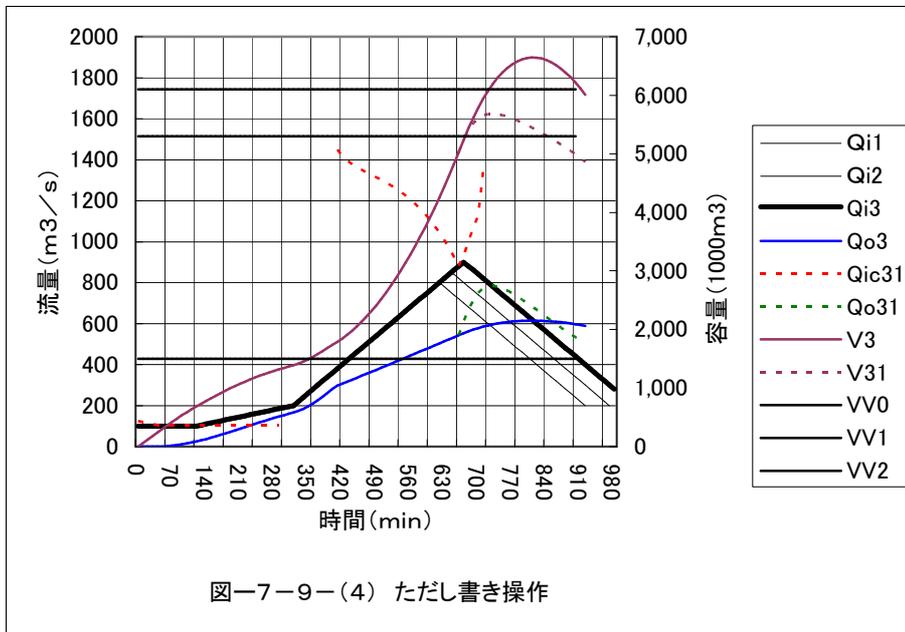


これらの結果から考えると、ただし書き操作に移行するか否かの判断において貯水池容量の空き容量は重要な判断の要素であるが、そのほかにも、流入量、放流量、下流の河道の水理特性、水位の上昇条件など多くの要素を同時に勘案しながら判断すべきことが重要であることわかる。

もちろん、現行のただし書き操作要領においても、ただし書き操作水位に近づいた段階で、総合的に判断がなされることとなっているが、現状ただし書き操作要領においては、まず、水位がある水準に達した段階で、ただし書き操作に移行すべきかどうかの判断がなされることになっている。また、その判断方法に対する説明が抽象的であることもあり、貯水位が8割水位に近づくと、ただし書き操作に移行すべきか否かの判断に悩む現場も多い。

一方、限界流入量方式によれば、ただし書き操作水位以上になってもただし書き操作に移行する必要がない場合(図-7-9-(2)の例)もあるし、逆に、ただし書き操作水位になる前にただし書き操作に移行すべき時もあることがわかった。また、限界流入量方式を適用すれば、貯水位がただし書き操作水

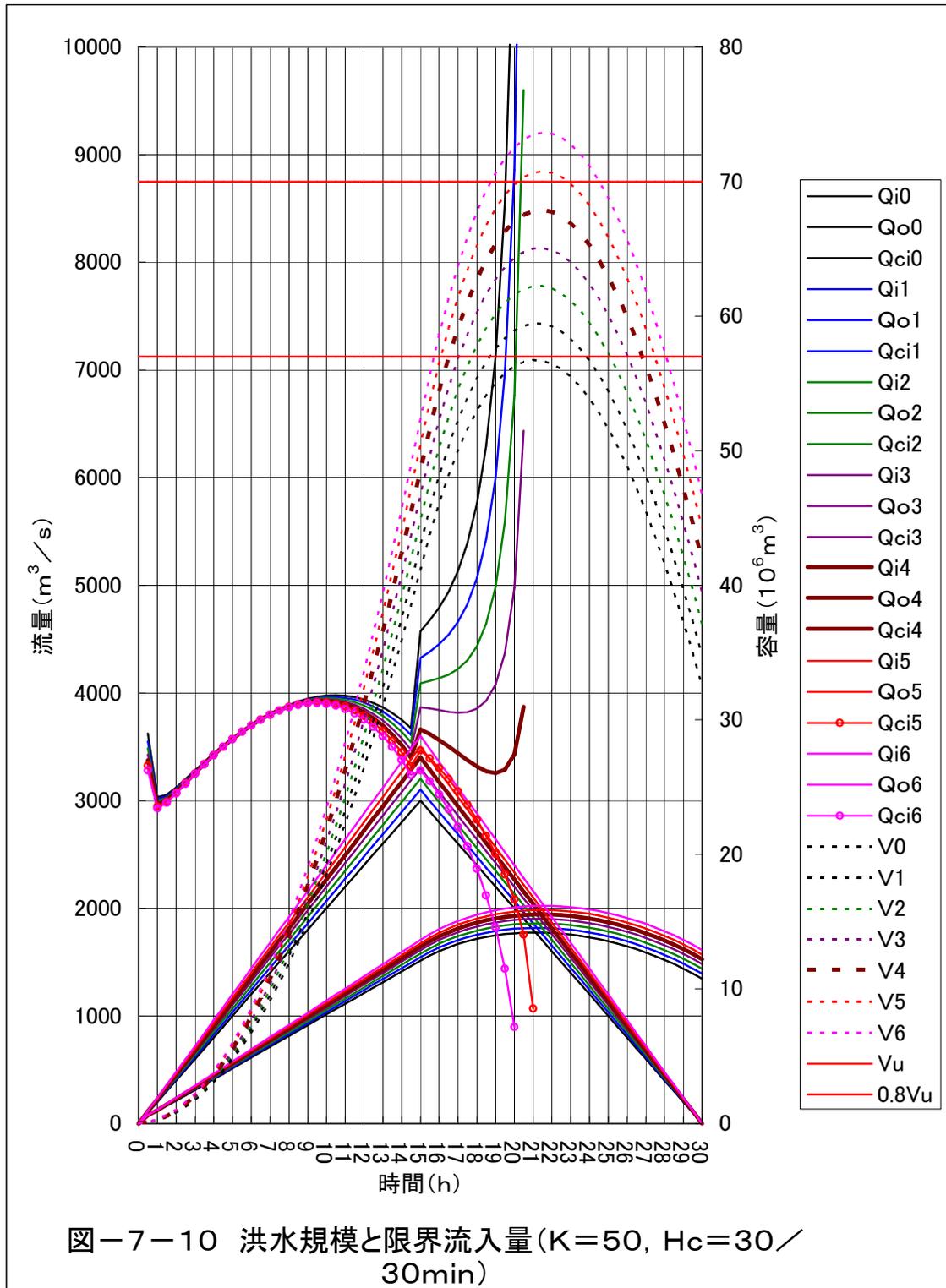
位を越えてもそれがサーチャージ水位以下で収まる洪水であれば、殆どのケースにおいてただし書き操作に移行することなく、洪水調節を継続できることがわかった。



図一七九一(四)には、ただし書き操作へ移行後の放流量と貯水量の変化を示している。同時に限界流入量をも記入している。限界流入量はただし書き操作へ移行後に大きく流入量を上回る結果となっている。

(3-24) 式による放流のほか、限界流入量がたとえば流入量の1.2倍

程度にまで上回った段階で一定量放流に移行すると図-7-9-(5)に示すように限界流入量はその段階で流入量に接近していく。このことは、限界流入量の高度なただし書き操作への適用性を示していると言える。



その-2

図-7-10において、いま計画最大流入量が $3000\text{ m}^3/\text{s}$ の洪水 Q_{i0} を考えてみる。一定のルールにもとづき放流した場合の容量は約 56700000 m^3 である。これに約2割の余裕を考えてサーチャージ容量を 70000000 m^3 とする。

つぎに、流入量の最大値を $100\text{ m}^3/\text{s}$ 刻みで増加させ、最大 $3600\text{ m}^3/\text{s}$ まで6通りの異常洪水波形を考える。

つぎにこれらの異常洪水波形を一定のルール ($Q_0 = 0.235702 \times \sqrt{V}$) で調節した場合の放流量と貯水量の時系列変化を図-7-10に示している。これによればV5、V6の2つの洪水で許容最大容量 70000000 m^3 を超えることとなる。

つぎに $k = 50\text{ m}/\text{s}$ 、 $H_0 = 30\text{ cm}/30\text{ min}$ として、 Q_{i0} をそれぞれの洪水について計算して流入波形とともに図-7-10に示している。

ここで、調節容量が 70000000 m^3 以下の洪水についてはすべて限界流入量が当該流入量を上回っている。調節容量が 70000000 m^3 を上回っている2つの洪水だけが限界流入量が流入量を下回ることとなっている。

このことは、限界流入量方式によればサーチャージ容量(10割容量)を下回る洪水のすべてにおいてただし書き操作に移行することなく洪水調節を継続することが出来ることを指示している。

つまり8割水位以上になっても限界流入量はただし書き操作に移行する必要はないと言うことを指示しているのである。

7-3 まとめ

以上、ただし書き操作について、その定式化とともに実際の異常洪水に対する対処の仕方について実態編を含めて説明した。

冒頭のただし書き操作に関するシナリオの中で以下の5点を制約条件として挙げた。これらの条件に対して、改めてこの段階で確認してみることにする。

- ① まず、許容最高水位になって予想される最大の洪水流量が放流できること。
(予想される最大洪水流量になっても許容最高水位を超えないこと。)

- ② 放流量が流入量に追いつくまでの過程では下流河道の水位上昇速度が許容される値以下に収められること。
- ③ 8割水位にこだわらず10割水位で収まる洪水については、出来るだけただし書き操作に移行することなく洪水調節が継続されること。
- ④ ただし書き操作に移行しても可能な限り洪水調節容量を有効活用して放流量の減少に努めること。

これらの諸条件に対して以下のような形で対処することが出来た。

- ① に対しては、(3-14)式の放流関数の設定において、許容最高水位 v_u において当該洪水の予想最大洪水流量 q_u が放流可能となるよう措置することにより対処することとした。
- ② に対しては、(3-17)式に示す限界流入量を求め、これが流入量より大きくなならない段階でただし書き操作に移行することで下流河道の水位上昇速度を所定の値以下にコントロールする方法を提案した。
- ③ に対しては、水位上昇速度を許容値以下に抑えつつギリギリまで洪水調節を継続することでただし書き操作への移行を遅らせることによりこの条件に対処することとした。
 こうすることにより、図-7-10に示すように、調節容量が10割以下の洪水については8割容量を超えても予測値に頼ることなく洪水調節を継続できる可能性があることが判った。
- ④ に対しては、7-2-3で言及したように、流入量が減少傾向になった段階で(3-24)式に基づく放流量の設定によって、貯水池空容量の有効利用とともに最大放流量の減少を図ることが出来た。
 また、流入量が増加傾向にあっても、限界流入量との関係において最大放流量を減少させることが出来ることも紹介した。

以上、ただし書き操作について幾つかの切り口から考察を展開したが、現状で得られる情報を最大限に活用することにより相当の改善の可能性があることを説明した。

これらの方法は定式化されているから誰が何時行っても殆ど同じ答えが得られるというメリットもある。このことは取りも直さず自動化が出来るということでもある。従って、ダム管理者はこの定式化の過程の全てを理解する必要性はないのである。このシステムの有効性を理解し認識して当該ダムのただし書き操作システムとして採用するという意志決定さえすれば後は殆ど自動制御によって実行できるような環境の整備が可能である。

それでは、このシステムを採用してダムコンに組み込まれた場合に、所長は何をどの段階で判断すればよいかを示すと以下の通りである。

いま、従来通りの洪水調節が計画通りに実施されていると仮定する。

① 10分ごとに次の判断を行う。

Q_i と Q_{ic} がダムコンにより計算されてモニターに示されている。

Q_i が Q_{ic} より大きい小さいかを監視しながら Q_{ic} が Q_i より大きいことが確認されればそのまま洪水調節を継続できることを確認する。

② Q_i が Q_{ic} より大きくなるという可能性がコンピュータにより示された段階で1時間前のただし書き操作移行に関する予告を出す。 $(Q_i$ と Q_{ic} の2つの線を延長して交差する時刻により予測する。)

③ Q_i が Q_{ic} より大きくなった直後にただし書き操作に移行する指示ボタンを押す。放流量はダムコンが自動的に計算して指示する。

④ Q_i と Q_{ic} の関係を監視しながら Q_{ic}/Q_i が一定の値以上(たとえば1.15とか1.20など)になったら一定量放流に移行する。 $(Q_{ic}/Q_i$ はダムコンが計算してモニターに表示する。)

—この段階から高度なただし書き操作—

⑤ Q_{ic}/Q_i が1.0以下になったらただし書き操作に移行する。

⑥ ④と⑤を繰り返す。

⑦ $Q_o > Q_i$ となったら定水位操作に移行する。

(..... なお、④⑤⑥⑦の手順は洪水流入量が確実に減少傾向にあれば(3-24)式による対応に置き換えることができる。.....)

以下は従来と同じ。

以上、ただし書き操作についていくつかの角度からの考察を展開したが、これらの考察の中でいえることは、流入量と放流量が同じであれば貯水位は絶対に上昇しないということである。逆に、流入量に対して放流量が著しく小さい場合（流入量から放流量が乖離する場合）において貯水位は上昇する。

しかしながら、洪水調節は流入量から放流量を低減させてダム下流の流量を減少させることである。従って、洪水調節とただし書き操作は操作の目的が真っ向から対立することとなる。この対立する操作機能をいかに円滑に結びつけるかが、ただし書き操作の課題であるといえる。

洪水調節操作において流入量から大きく乖離した放流量を限られた情報と条件（下流の河道水位の上昇速度、貯水池の空き容量）の中で一致させていく動作であるということに帰結する。

目次に戻る