

中小河川のダム群集合管理計画

CENTRALIZED OPERATION CONTROL OF DAM GROUPS ON MEDIUM OR SMALL RIVERS

高橋 勲*

By Wataru TAKAHASHI

From the viewpoint of the natural disaster prevention, the construction of dams on rivers may prove appreciable effects when the successful functioning of their control in groups is guaranteed.

In recent years, the construction and operation of dams, equipped with flood control facilities, under jurisdiction of prefectural governments are increasing in number on medium or small rivers.

With regard to the control procedures of the above-mentioned dam groups, presented herein is a paper on the research and planning of a system for a satisfactory functioning of the control of dams to obtain the security of basins, based on the analyses of the existing operation control procedures of dams.

Keywords : river planning, flood control, water resources, operation control of dam

1. まえがき

河川に建設されるダムは、専用ダムや治水・利水・親水の機能を合わせ持つ多目的ダムがあり目的別にみても多様である。

ダム建設事業主体は、建設省や各府県など多くの分野にまたがっている。

本論文では、これらのうち治水上の機能を有し、しかも建設省の予算補助を受けて府県が建設し、管理を行っているいわゆる補助ダムを対象とする。

これらのはとんどは、中小規模の河川に建設され最近その数を増しており、ダム個々に個別管理が行われている。ダムが増すにつれて個別管理ダムの数も増し、同時に、いくつかの問題が生じている。そこで本論文では現行管理内容を分析したうえで問題処理を可能とする方式を考案し、計画を立て、過去の洪水に対してシミュレーションを行い、その計画が適切であることを検証するものである。

2. 課題および現状分析

補助ダム建設完了数は昭和30年には全国で20であつ

た。それが昭和40年には53となり、60年には対40年比でおよそ4倍の197^{1),2)}になっている。管理ダムが急増するにつれて生じている問題点は次のようなものがある。

(1) 問題点

数多いダム管理所の統轄は県の水防本部のおかれている県庁の河川担当課に置かれているケースが多い。

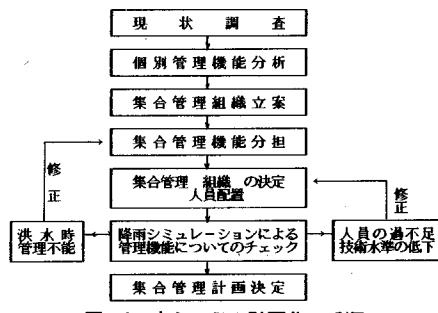
そこで、①降雨とそれに起因する洪水は、通常、数個のダム、ならびに相当数の河川に影響を及ぼすような一定の広さの地域にほぼ同時に発生する。このため、洪水に際して定期連絡、洪水情報連絡等は一時に集中する。したがって県本部では各河川の洪水に対応する必要が生じ、各ダムに対して集中的な対応ができない。②県本部より遠隔の地にあるダムは、事故、故障、長時間の異常洪水等に対する処置、応援など即応しにくいケースが出る。③山岳地と平地部、あるいは県東部と県西部など地域によって異なる降雨状態が発生した場合、各地に点在するダムの状況把握には困難がある。④管理職員の増加と技術、熟練度については、ダム操作規則にそういう雨ばかりでないうえに、洪水時の主ゲート操作を必要とする規模の降雨は通常年1~2回発生する程度である。この程度の機会にしか経験を積むことができない情勢下で、短時日に管理職員を育成することは難しい。⑤ダム

* 正会員 工博 千葉工業大学教授 土木工学科
(〒275 習志野市津田沼2-17-1)

管理職員の構成は、ほとんどが土木技術者である。情報、計測、操作、連絡等機械化している現在、それに適合した職種の技術者の配置が望まれている。

これら諸事項が原因となって生ずる危険性についてはダムのもつ重要さからして看過し得ないものである。

著者は、次の手順により検討を進め、前述の問題点解消のため、新しいシステムの計画化を図るものである。



(2) 個別管理の分析

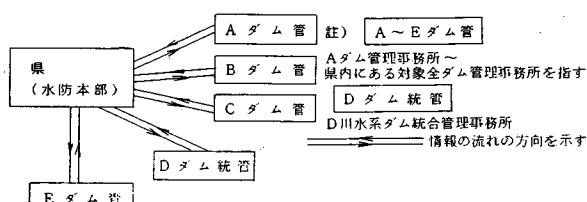
補助ダム管理は「建設省河川砂防技術基準(案)」あるいは、建設省河川局監修「多目的ダムの建設」³⁾等に基づいて各ダムに適応した操作規則を作成し運用している。ダムごとに行っている個別管理の内容は次のとおりである。

a) 管理業務の内容

大別すると、洪水時2項目、平常時2項目になる。すなわち、洪水時には、①洪水調節、②洪水時に発生する不測の事態に対する処理行動である。また、平常時には、①関連水利施設への水門操作、②ダム本体、各種機器の整備点検と日月報の作成、などである。

このうち、各管理所とも全員一斉に稼動するのは洪水時の2項目であることはいうまでもない。

個別管理の系統図を図2に示す。



b) 現状管理機能の分析

前述の業務を行う機能を分析した結果は表1のとおりである。

この機能の運用を、平常時と洪水時に分類する。両者は洪水警戒体制を取った時点で区分される。

① 平常時の機能分担

洪水期、非洪水期を通じ恒常的業務で機能期間が最も長い。洪水時には応急的な整備点検しかできない各種機器など、本格的な修理整備を行うこと。さらに洪水時の各種記録、洪水に関する資料の収集、整理、解析などである。

② 洪水時の機能分担

平常時に比べて管理業務は大幅に増大する。表1の管理機能のほとんどすべてが運用される。さらに、いつ発生するか推定できない洪水を予想し常に準備と訓練を行っていなければスムーズに対応できない。

表1 ダム管理所の機能

機能項目	実施内容	備考
(1) 情報収集	ダム流域の雨量テレメーター ダム上・下流の河川水位テレメーター 貯水池水位 ダム閑保機関からの情報収集 ダム貯水池周辺の状況情報収集	
(2) 情報伝達及び交換	観測機器の故障 ゲート操作系機器の故障 警報施設系の不調 ダム流域の不測の事態発生 河川課との協議	
(3) 警報及び通報	警報サイン・スピーカーの吹鳴操作 関係機関への通報 警報車による通報	同左の確認 関係する各機関へ行なう 警報の徹底を期する 下流河川の出水状況把握
(4) 情報処理	水象・気象状況の解析 情報記録の整理ファイル	
(5) 半断	洪水調節計画の決定 予備放流の実施 洪水調節開始から終了まで ダム貯水池水位の保持	
(6) ゲート操作	ゲート操作 ゲート開度	
(7) 機械機器の点検・整備	ダム本体、ゲート及び捲揚設備の点検 予備エンジン・予備電源の点検・試運転 設置機器・通信機器・警報施設の点検	洪水時の停電を予想、 準備、約30分間要する
(8) 月報等の整備等	日報・月報の作成 月報の作成 記録写真的撮影	
(9) 訓練研修	操作・計算・通信等	月報等の整備・訓練研修等は平常業務とみなされるが、出水期にも必要

3. ダム群集合管理組織計画

2.(1)で述べた諸点は、ダム建設が進む中でこのままでは管理機能を現状の水準に維持することすら困難になって、ダム群の管理機能障害に発展するおそれが出来る。しかし、昨今の社会の要請は、さらに安全で確実な生活環境を求めるもの⁴⁾で、当然ダム管理もその線にそうものでなければならない。そこで、現状管理の含む欠点を補うように、次の方法で管理組織を計画する。

(1) 単数集中型から複数集中型へ

情報の集中、異常時の即応、実態把握の困難、管理技術レベル、職員配置等に要約される問題点は、管理ダム数の増大による、いわば過密化の状態によるものである。

事実、管理ダム数が多くない時点では問題として起きたことを併せ考察すると、一点集中管理方式から適当な規模への集中管理が望ましい。

そこで、①各機能活動上整合が取れ運用がスムーズで組織上信頼が置けること、②故障、異常事態等への対応が迅速に取れること、③ダム本体、下流域、職員等の安全が保たれること、④管理業務遂行上に必要な職員の確保、技術水準の維持が図れること、以上の①～④を条件として図-3に示すようなシステムを計画した。

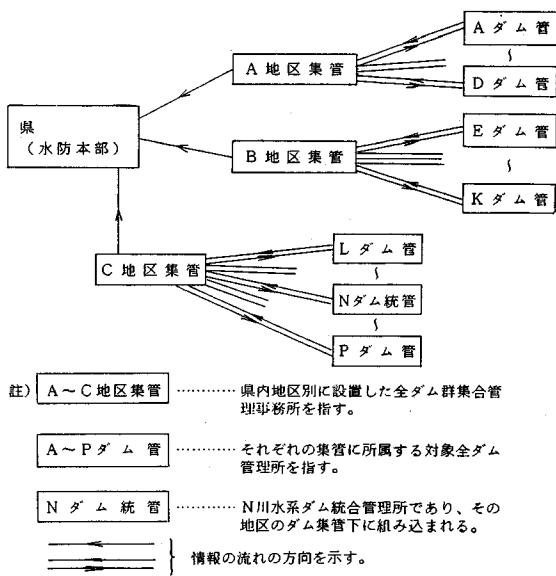


図-3 ダム集管系統図

これは県内をいくつかのブロックに分けて、その地域内の数河川水系にあるダム群をまとめて管理するもので、著者はこれをダム群集合管理システムと定義する。

このシステムは、ブロック内ダム群の管理組織と、それぞれの組織への機能分担、さらに機能運用にあたる人員配置の3要素によって成立する。

管理機能障害に発展するおそれのある問題点はこれによって十分に取り除き得るものである。

(2) ダム管理所とダム群集合管理事務所の機能分担

本システムの有用性は現方式の改善にあり、特にシステムの信頼度が高いこと、安全性がさらに確保されることの2点が満たされる必要がある。そこでダム群集合管理システムは平常時に管理業務の遂行が図られるとともに、洪水時に計画を上回る大洪水や、その他の異常事態が発生した場合でも的確に対応し得るものでなければな

らない。

基本として、地域の中心に中枢組織のダム群集合管理事務所（以下「集管」と略記する）を設置する。

さらに、集管の管轄下に、指令が中断するような場合にもダム側で単独に洪水調節が一時的に行える最小限度の判断と処理機能をもつダム管理所をダムごとに置く組織とする。

そのうえで、それぞれの組織に対して機能分担を明確にする。この機能分担は、平常時と洪水時2つに分けて行う。

a) 平常時の機能分担

ダム操作規則の定めや、実績などから恒常的業務として、各種機器の点検保守、およびダム本体の点検、ならびに利水関連のゲート操作、日常管理業務記録の整理等が主である。洪水時との対比でみると、洪水に対する準備作業とみなすこともできる。

平常時の機能分担を表-2に示す。

表-2 平常時の機能分担

機能	ダム管理所	通信	ダム群集合管理事務所
機器の保守点検	・管理所に設置されている各種機器の保守・点検 (例えば、水門の遠方操作卓・監視装置各種通信装置)	←	・事務所に設置されている各種機器の保守点検 (例、通信装置・情報処理機器)
記録の整理	・日報・月報の作成並びにダム集管への報告	→	・月報・旬報の作成並びに諸機関への報告

註) 通信の矢印は「業務主導側からの流れ」を示す。

b) 洪水時の機能分担

ダム管理所が主体となって行う業務を、ダム流域ならびに同貯水池の周辺およびダム下流域の情報収集と、ゲート操作にとどめ、洪水調節に関する処理、判断等大部分は集管で集中して行い、その実行をダム管理所に指示することにする。

これによってダム管理所は自所の有する諸計器の能力の範囲内において観測、操作に専念することができる。

これはまた、ダム管理所と集管との連絡が不測の事故のため、断たれた場合でも一時的にダム管理所において洪水調節操作ができる最少の能力を有することとなり、分散管理も可能なダブルチェック型となる。

一方、集管では地域内各ダム管理所および気象台を始めとし、隣接する土木事務所等関係他機関からの広域的な情報を集め処理して降雨、洪水に対し的確な判断を行い指示する。さらに警報車の整備、出動等洪水時に必要な業務は集管に移し能率化する。

報告書（月・日報および記録等）、警報発令なども集管とダム管理所で照合することで正確度を増す。

表-3 洪水時の機能分担

機能	ダム管理所	通信	ダム群集合管理事務所
1情報収集	ダム流域の雨量テレメーター ダム上下流の河川水位 テレメーター 貯水池水位 ダム開拓地域からの収集情報 ダム貯水池取扱いの状況の情報	→ → → → → → →	ダム流域の雨量テレメーター ダム上下流の河川水位の テレメーター 貯水池・水位テレメーター 広域雨量分布の把握 ダム下流河川の状況
2情報伝達及び交換	集合管理事務所との協議 監視機器の故障 ゲート操作系機器の不調 警報装置の故障 ダム流域の不測の事態発生	↔	ダム管理所との協議
3警報及び通報	警報サイレン・スピーカーの 吹鳴操作	←	警報サイレン・スピーカーの 吹鳴操作の指示 関係機関への通知通報 警報車による報知
4情報処理	気象・水象情報の解析計算 情報記録の整理	←	気象・水象情報の解析計算 情報記録の整理
5判断	洪水調節計画の決定 子備放流開始時期 子備放流総量及び放流方式 洪水調節開始時期 ゲート開度・時期の決定 調節方式の決定 計画の修正 調節後の貯水池 水位の低下方法 洪水に適しない流入の調節放流 調節方式・調節量の決定	→ → → → → → → → → → → → →	洪水調節計画の決定 子備放流開始時期 子備放流総量及び放流方式 洪水調節開始時期 ゲート開度・時期の決定 調節方式の決定 計画の修正 調節後の貯水池 水位の低下方法 洪水に適しない流入の調節放流 調節方式・調節量の決定
6ゲート操作	ゲート操作 ゲート開度の確認	→	ゲート開度の確認
7機械器具の点検整備	ダム本体、ゲート及び機器設備 の点検 予備エンジン及び予備電源設備 の点検 並びに試運転 監視機器 通信機器、警報施設 の点検	電気設備の点検 無線通信設備、無線警報施設 の点検 監視機器の点検・整備 その他の運転機の点検・整備	
8年報等の整備等	日報・月誌の記録作成 月報の作成	日報・月報・年報等の諸記録 作成及び関係機関へ報告	
9教育訓練		←	教育訓練

1 通信の矢印は「業務主導側からの流れ」を示す。

2 情報処理並びに判断は、分散管理体制を運用するため、ダム管理所での独立機能を維持するように比較的小規模で容易な洪水にたいしては極力、ダム管理所で機能するようになることが望ましい。

教育、訓練は平常時に集管でまとめて行うが、出水時に、管内の管理所で実際に行う業務に参加させて熟練度を上げることができる。

具体的な機能分担は表-3に示す。

c) 特殊ダムの取扱い

数多くの多目的ダムの中には、当該地域における各利水目的上の必要性、あるいは地形上の制約から洪水に際し、集管下の他のダムと同一取扱いのできない場合も出て来る。これらのダムについては、ダムの能力、機能上の特殊性を調査し、集管、あるいはダム管理所に別機能を付加することにより対応する。

(3) 集合管理システム人員配置案

ごく一般的には、重要な業務を処理する組織に対して必要な人員は充足させるのは当然であると認識されている。実際には、この常識が通用せず、人員増を伴うような場合は組織を変更することすら困難である。

一方、本システムは分担した機能を有効に運用して始めて効力を發揮するものであり、適切な配置なくしては成り立たない。そこで現実に即した実際化の可能な人員

配置案を計画の中に取り入れる。

ダム管理所はダム近傍に設置し、連絡系等の異常事態には単独でも機能できるものとすることは、すでに述べたとおりである。現在、機器系の進歩が大きいので情報処理や連絡には新しい機器の導入が図られている。しかし、洪水調節の重要性から操作ミス、誤作動は防がなければならず、このチェックと機器の保守、点検等は洪水時のダム運用とともに比重は大きい。

そこで配置としては、まずダム管理所には、情報収集、同処理等のため土木技術者1名、水門操作、情報連絡、機器保守のため電気系技術者または機器系技術者の1名計2名構成とする。

次に、ダム群集合管理事務所であるが、統括責任者として所長1名、管下のダムおのおのに対応する土木技術者1名、すなわち各ダムとマンツーマンとする。

これと同数の警報車と出動する運転広報者を置き警報の撤底を図る。

表-4 集合管理システム人員配置案

事務所区分	専門分野	人員数	主な業務内容
ダム管理所	土木技術者 機械電子機器系 技術者	1 1	情報収集・同処理、日・月報等 ゲート・通信機器等保守・点検 ゲート操作・情報スピーカー・ サイレン吹鳴連絡等
ダム群集合管理事務所	所長 土木技術者 機械電子機器系 技術者 運転者	1 N N/2 N	統括 情報処理、洪水調節の諸判断 連絡・通信警報・諸機器の点検 保守・ゲート操作の確認 警報車の運転・点検・警報
合計		4N+N/2+1	(管下のNダムの合計)

註) N: 管理下のダム数

各ダムの水門の保守、補修と、機器、テレメーター等情報系とに対し、それぞれ管下のダム数の1/4名ずつ、計1/2(1ダム当たり)とする。これで機械、電気系技術者は1名で2ダム担当となる。

以上をまとめると表-4集合管理システム人員配置案に示すとおりになる。特種なケースについては事情により配置を増す。

4. 集合管理システムの適用例による検討

組織、機能分担、人員配置によって構成される集合管理システムが実際に発生する洪水に対し、計画どおりの対応が可能か、あるいは改善を要するかは、実施例をみない限り検証できない。

したがって、ここでは富山県内のダム群を対象にして、過去に発生した洪水を用い、本計画のシミュレーションを行った。そのうえで修正を加え本計画を決定した。

(1) 富山県内の対象ダム群

富山県のダム群を対象にした理由は以下のよう点である。同県はダム建設が盛んで、その数も急増しており、

昭和 60 年代には県内の中小河川に 13 の補助ダムを築造し、多目的使用する計画がある。うち現在すでに 9 ダムが完成し、管理に移っている⁵⁾。将来昭和 70 年代には 20 数個のダム群に増設する構想もあるなど、ダムの数が多い。

同県の河川は急流が多く、したがってダムも急流河川に建設されており、各ダムはいずれも貯留量が少ない。

流域面積も 20~50 km² ほどのダムが多い。これを同規模の流域面積をもつ全国平均と比貯留量を比べると 48.5 % と半分以下の比貯留量しかない⁷⁾。このように貯留量の少ないダムでは流域特性による影響も受けやすく、ゲート操作も頻繁でダム管理も難しい⁶⁾。

中小河川も県内一円に分布しており、しかも、補助ダムは 1 河川 1 ダムがほとんどで同一水系に 2 ダム設置するものが少数あるだけであること、などである。

同県のダム群等の配置について図-4 に示す。

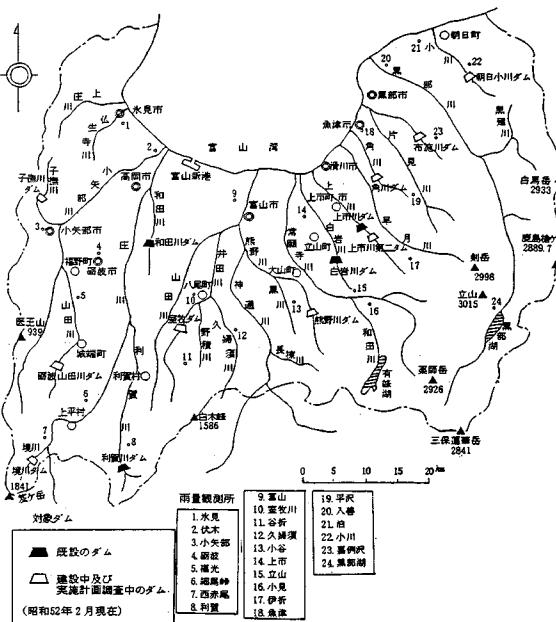


図-4 富山県のダムおよび雨量観測所位置図

(2) 集合管理ダム群の選定

ダム群の選定は、ダムの設置されている河川流域を含む 1 つの地域範囲を決定することであり、本計画の基本となる。したがってその適否はこの管理組織の機能維持、向上の成否に大きな影響がある。

地域決定要件を、地域特性、管理実施機関、基地からの管理可能域の 3 項に分ける。

a) 地域特性

資料調査から流域、水系、ならびに降雨特性など現況、水文等による分類、共通地域社会としての住民の認識な

どから共通性あるいは類似点が見出せる範囲地域を定め、その地域にあるダム群をまとめる。

県の地域性を特徴づける要因に流域概要、地質、融雪洪水、地すべり、土砂流出等がある。しかし、これらはダム群を区分するまでの特徴はない。そこで洪水の直接原因である降雨について調べる。

① 降雨の地域的分布の類型化

同県には既在資料として大正 2 年 10 月から昭和 30 年 7 月までの洪水時の日雨量線図があった。これを降雨の地域分布 I とする。さらに、比較的観測記録が整った昭和 39 年から同 49 年までの洪水時の降雨を、県農業気象月報所収の全観測所 24 地点の記録から日雨量線図にした。

これを降雨の地域分布 II とし、これらの日雨量線図から地域分類を行ったところ、次のようにになった。

すなわち、全域型…県内全域に降る。平地型…山地部に少なく平地部に多い。東域型…県東部に偏る降雨型。中域型…県中央部に集中する傾向の降雨。西域型…県西部に偏る降雨型。である。

発生状況を地域分布 I (大正 2 年~昭和 30 年) と地域分布 II (昭和 39 年~昭和 49 年) に分けて示すと、表-5 になる。

表-5 降雨の地域分布型比較 (5)

表別	地域分布	全 域 型	平 地 型	東 域 型	中 域 型	西 域 型
降雨の地域分布 I		5 3	0	1 8	9	2 0
" " II		5 2	1 0	2 8	2	8

両者とも全域型が過半数以上を占め全県規模の洪水が多い。

地形上から平野部は県中央部に多く、地域分布 I と地域分布 II とでは中域型と平地型が丁度入れ替わった数値になっている、類似しているのでまとめ中域型と区分する。

これによると、全域型は県内一円となるので地域区分から除くと、東、中、西の 3 区分が出てくる。

② その他の特性

計量することのできない特性の 1 つに共通社会の住民認識がある。富山市の西に呉羽山 (標高 76.8 m) の低い丘陵性の山があり、これより東を呉東、西を呉西とよんで県内を 2 分した形になっている。行政上の別は全くないが、地域区分として住民の間に定着している。

b) 管理実施機関

河川管理者以外でもダム建設も管理も可能であるが、これらを同一条件のもとに管理するにはいまだ解決すべきことが多いので今回は補助ダムに限ることとする。

c) 管理可能範囲

ダムサイトは一般に遠隔地にあるので、基地となる集管事務所は各ダムから交通体系上比較的均等距離にある地方中心的な都市周辺に置くこととする。この場合、異

常事態等の応援班の到達時間が問題となる。晴天時と異なり荒天、または洪水時等で出動するケースには通常の2~3倍の時間を要する。そこで実際に所要時間を計測し、さらに準備等の時間も算入し、この場合は2時間目標とする。

表-6 ダム群集合管理計画(3か所案)

選択及びダム名	所長	土木技術者	機械技術者	電子機器技術者	運転者	計
東部集管 朝日小川ダム 布施川ダム 角川ダム 上市川第1ダム 上市川第2ダム 白岩川ダム	1	5	2	1	5	14
		1		1		2
		1		1		2
		1		1		2
		2	1	1	1	5
		1		1		2
小計	1	12	3	7	6	29
中部集管 熊野川ダム 室牧ダム	1	2	1	1	2	7
		1		1		2
		1		1		2
小計	1	4	1	3	2	11
西部集管 和田川ダム 利賀川ダム 境川ダム 磯波山田川ダム 子撫川ダム	1	4	1	1	3	10
		2		1		3
		1		1		4
		1		1		3
		1		1		2
		1		1		2
小計	1	10	3	6	4	24
合計	3	26	7	16	12	64

以上の条件を総合し、集管3か所案(東、中、西部)とし表-4により配置を行い、ダム群集合管理計画を立案すると表-6のとおりである。

(3) システム・シミュレーション

ケーススタディーにおけるシステム・シミュレーションは、対象13ダムについて、運用を2段階に分けて行う。まず過去に発生した洪水の中から代表的洪水群を選び、これを用いて、各ダムで洪水調節を実行し、これによる貯水池の水位変動を把握する。

次に、この貯水池の挙動と、たとえば計画を上回る長時間の降雨とかの異常事態にどのように対応できるかなど洪水時の集管システム稼動シミュレーションを行う。

以上を実行するため、昭和39年~昭和49年間の降雨の中から10洪水を選ぶ。これは地域分布が、全域、地域別、発生原因が偏らず全部にまたがるようにする。

また、規模においては、各年発生する程度のものから、過去最大級となった降雨までの各規模のものとする。

このようにして選定した10洪水は表-7に示す。

表-7 シミュレーション対象洪水

洪水年月日	s.43.8.28	s.44.8.10	s.45.6.14	s.45.8.6	s.46.6.11
降雨原因	秋雨前線	低気圧前線	梅雨前線	前線	梅雨前線
地域型	全域型	東域型	全域型	平地型	全域型
s.46.7.25	s.46.9.5	s.47.7.12	s.47.9.16	s.49.8.25	
梅雨前線	台風秋雨前線	低気圧前線	寒冷前線	台風	
東域型	全域型	全域型	全域型	全域型	

a) ダム貯水池の水位挙動シミュレーション

水位挙動シミュレーションでは設置されたダム群が発生した洪水に対し、洪水調節ルールに従って操作が行われた場合どのようであったかを水位変動にして示すものである。

そこで上記各降雨に対し、全ダムの流出量を算定し洪水調節を行う。

使用する条件は次の①、②のとおりである。

① ダム流域からの流出量計算

13ダムの中にはいまだ設置されていないダムを含むが、全ダムの流出量を時系列で表わす。流出量計算の方法は数多くあるが、既設ダム以外は水文資料は十分とはいえないものが多い。そこで、補助ダム等で比較的よく用いられる貯留関数法¹⁰⁾を用いて算定を行う。

② 洪水調節方式

調節方法は既設ダムについて現在用いている操作規則¹¹⁾による。未設置ダムでは、各ダム計画の中の洪水調節計画に基づき調節方式を定めて行う。

既設ダムが一定率~一定量調節方式を取っているので未設ダムにもこの方式を取り入れる。したがって調節方式の諸元として、以下のものが必要である。○ダムの初期水位、○一定率調節開始流量、○調節比率、○一定量調節開始流量、○貯水上限(この水位に達した場合、流入量=流出量とする)

表-8 ダム群集合管理シミュレーションに用いる諸条件

諸元条件	名	朝日小川	布施川	角川	上市川第1	上市川第2	白岩川	熊野川	
流域諸元	流域面積(km ²)	34.6	13.9	16.2	44.7	38.7	24.0	39.8	
	河跡長(km)	7.2	5.5	6.9	14.0	11.9	11.0	13.6	
	勾配	0.0958	0.1527	0.0839	0.0844	0.0983	0.0517	0.0882	
洪水調節ルール	制限水位(m) [*]	182.00	265.00	123.00	188.80	276.00	129.20	318.50	
	初期水位	-	-	120.25	184.00	-	-	-	
	予備放流水位(m)(EL)	-	-	-	(75.00)	275.5	-	-	
貯水位上限	確保水位(m)	-	-	-	-	-	137.50	-	
	リリーフ水位(m)(EL)	-	-	-	-	-	-	326.00	
	洪水時高水位(m)	190.00	274.00	133.00	-	-	-	-	
調節開始流量	(m ³ /S)	100.0	25.0	25.0	100.00	300.00	30.00	60.00	
	最大放流量	(m ³ /S)	270.00	145.00	70.00	305.00	330.00	240.00	300.00
	一定率放流の比率	1	0	0.59	0.29	0.71	0.12	0.68	0.40
一定量放流開始流量	(m ³ /S)	50.00	230.00	180.00	385.00	550.00	340.00	580.00	

諸元条件	名	笠置川	和田川	利根川	穂波山田川	境川	子撫川	
流域諸元	流域面積(km ²)	85.2	34.0	38.0	10.8	37.7	31.8	
	河跡長(km)	26.0	13.0	6.9	4.5	0.5	11.2	
	勾配	0.0357	0.0173	0.0638	0.0622	0.0772	0.0277	
洪水調節ルール	制限水位(m)	249.00	41.50	889.00	253.50	556.00	100.40	
	初期水位	247.50	40.50	887.00	-	-	-	
	確保水位(m)(EL)	246.00	41.50	-	-	-	-	
貯水位上限	リリーフ水位(m)	-	44.10	895.50	-	-	-	
	洪水時高水位(m)	-	-	-	266.00	561.00	107.00	
	常時高水位(m)	239.00	-	-	-	-	-	
調節開始流量	(m ³ /S)	100.00	60.00	60.00	30.00	180.00	40.00	
	最大放流量	(m ³ /S)	265.00	126.00	200.00	40.00	250.00	170.00
	一定率放流の比率	1	0.33	0.48	0.52	0.09	0.19	0.37
一定量放流開始流量	(m ³ /S)	595.00	185.00	330.00	140.00	540.00	390.00	

*: 実際は制限水位であるが常時高水位として表示されているもの。

これらシミュレーションに用いるダムの諸数値を表—8に示す。

③ 調節による貯水池の挙動

洪水調節シミュレーションはすべてのダムについて、ダムごとに、洪水ごとに行った。この一連のシミュレーションの中で昭和44年8月10日洪水は全県下に及んだ。特に県東部では全ダムが洪水調節を行った。中でも角川ダムは計画高水量以上が流入し、ダムも満水位に達し、流入量=流出量の操作も行った。その変化は図—6に例示する。全ダムに行った結果を表—9にまとめて示す。

これによると、最大級の昭和44年8月10日洪水以外の9洪水では一定率調節を行ったダムもいくつかはあったが、いずれも満水位以下で安全に調節ができた。

また、調節開始流量の比流量が2.0以下のダムでは操作頻度が多くなった。

シミュレーション対象期間内でも、つまり10年に1度は満水位に達するようなダムがあり、相当慎重な操作が必要であることなどがわかる。

b) 管理機能稼動シミュレーション

前項では、本システムで調節ルールどおりに運用した

表—9 ダム群洪水調節による貯水位挙動シミュレーション結果

ダム名	初期水位	s.43 8.28	s.44 8.10	s.45 6.14	s.45 8.6	s.46 5.11	s.46 7.25	s.46 9.5	s.47 7.12	s.47 9.16	s.49 8.25	比流量
朝日小川ダム	制限水位	*							*			2.9 15.3
布施川ダム	制限水位	*				*	*	*				1.8 16.5
角川ダム	制限水位	*** *** *** ***			*	*	*					1.5 11.1
上市川第一ダム	制限水位	*										2.5 8.6
上市川第二ダム	制限水位	*										7.8 14.2
白岩川ダム	制限水位	*				*	*					1.3 4.2
熊野川ダム	制限水位	*				*	*	*	*			1.6 14.6
宝牧ダム	制限水位					*				*		1.2 7.0
和田川ダム	制限水位	*				*						1.8 5.4
利賀川ダム	制限水位	*	*	*	*	*	*	*	*	*		1.6 8.7
標榜山田川ダム	制限水位											2.8 13.0
境川ダム	制限水位											4.8 14.3
子抱川ダム	制限水位	*			*							1.1 12.3
TOTAL	*** *** ***	2.0 0.0	8.1 1.1	1.0 0.0	2.0 0.0	3.0 0.0	6.0 0.0	5.0 0.0	3.0 0.0	2.0 0.0		m³/ Sec/km²

註) *一定率調節開始時刻 比流量 = (上級ダム開閉操作量の比較量) / (下級ダム開閉操作量の比較量)

** 制限水位を超過して出たもの

*** 满水位以上に達したもの

場合貯水池に問題は生じないことがわかった。そこで本項では、本システムが表—9で示されるようにダム群を作動させ得るかどうかについてシステム稼動シミュレーションを行うものである。

このためにまず予想される異常事態に取り得る方法を設定しておき、発生時に機能させるようにしておく。

① 異常事態と対応

人身事故等による管理所の機能停止、調節計画を超える洪水、水門操作系の故障、予備電源、予備エンジン等設備の故障、警報系の故障等には応援班を急派する。

たとえば地すべり等が発生し貯水池および流域内の異常、観測機器、情報処理機器の故障等が起きた場合は、集管側で流域内外の広域的資料から判断を下すとか、あるいは事前にキャッチするよう努め、早期に指示する。

このほか、通信系の故障には、一時的にダム側で対応し、復旧を急ぐとともに応援班を出動させる。などの設定をしたうえで次の稼動シミュレーションに入る。

② 貯水位の変動とダム群集合管理の機能

大雨注意報発令により当該集管が警戒体制を取る時点からダム管理所でも待機が始まる。

各集管ごとに、前節で行った水位変動図を用いダム別に、時間雨量、流入流出、ダム水位曲線を発生する降雨時間経過とともにに対応させてゲート操作など管理業務を進める。この際、記録から当該洪水により発生した地域の災害に合わせたシステムの運用を行った。

表—10 ダム群集合管理稼動シミュレーション結果
(昭和44年8月10日洪水)

出水日	S.44.8.10. 前線 東域型
降雨分布	全域に3~4個の降雨ピークあり 今日深夜、8日未明にかけて、程度 9.10.11日…第三回目の大雨に多く、9日午前より昇過ぎ及び ほぼ24時間おき、10日午前頃にかけて11日は、 1日2回それぞれ降雨ピークあり 2.0~3.0mm/hrとなる
各集管開始始ダム	2ヶ所案 東部集管…朝日小川川、布施川川、角川川、上市川第一川、上市川第二川 西部集管…熊野川川、和田川川、利賀川川 3ヶ所案 東部集管…朝日小川川、布施川川、角川川、上市川第一川、上市川第二川 中部集管…熊野川川 西部集管…和田川川、利賀川川
稼動シミュレーション	ほぼ5昼夜待機 9日夕刻、小康状態の際、東部中部は全ダム管理所へ、西部は2ダムを除いて全ダムへ、交替要員派遣、構成、ダム乗合土木事務所より 11日第4回目のピークには角川川、上市川川へ応援派遣 上市川第一川同第4回の応援は道路不通と降雨激しく到達不可能 布施川川への応援も考慮するが、第2回応援するまでに致らなかった
ダム管理所	全ダム管理所5昼夜待機 布施川川…満水位近くまで水位上昇すれば放流量=放流量に至るので調節について乗管と協議並びに上部管理者と協議 角川川…第3回目のピークまでは持ちこたえたが第4回目のピークまで急であり乗管と協議中で高水流量を実現し、水位上昇に達し調節不能となる 流入量=放流量となる 上市川(第一、第二)…お互いに治水の空き容量、放流、流入量を集結しながら操作し、第一川へまとめ乗管へ報告す 西部…中部は利賀川川が操作忙しかった外は特に問題はない
ダム集管構成案比較及び考察	東部に比し、中、西部開削であるが、東部の応援を中心、西部よりの応援は、その割合を増す。また、乗管はまづよい、このような一般的な長期的な異常事態では3ヶ所案の方が対応性がよい 上市川のように水素連続ダムでは乗管の下におく方がよい 特に山深いダムでは応援も自由に出来ないので緊急時の対応性を持たせることが必要である

この運用を対象 10 洪水に対して行い、その中で代表的な昭和 44 年 8 月 10 日洪水についての結果を表-10 に示す。この表の稼動シミュレーションと考察の関連は次章で述べる。

なお、表-10 にある集管 2 か所案は 3 か所案の東部はそのまま、中部ダム群と西部ダム群を合わせ西部集管とし東・西の 2 集管としたものである。

5. 集合管理計画の決定

各洪水ごとの稼動シミュレーションの結果、支障なく対応可能でダム管理所とダム群集合管理事務所の機能と配置は、ほぼ計画時の目的を達している。

しかし、集合管理の基礎となる組織、すなわちダム群の地域区分と機能を実行する配置人員の 2 項目について、下記のとおり修正を必要とすることとなった。

(1) ダム群の地域区分

これについては表-10 を用いて分析を行う。

同表の降雨分布および図-5 の雨量の表示にみられるように、数個の降雨ピークがあった。このため 5 昼夜に及ぶ長期の警戒体制となった。

雨の降り始め 7 日夜から待機が続くので 9 日夕刻、東部、中部全ダム、西部の一部ダム管理所に交替要員を派遣した。編成は事前に設定してあったが大規模動員となつた。さらに降雨も続き長期化したので 11 日に角川ダムと上市川第 1、第 2 ダムへ再応援を行つた。しかし、それまでの洪水で途中の道路が冠水、流失する災害があり上市川水系ではダムへ到達できず応援は引き返した。

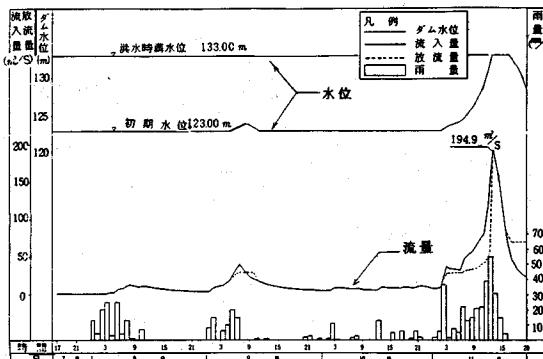


図-5 角川ダム水位変動図(昭和44年8月10日洪水)

全県的規模のこの洪水では全ダムともほとんど同時期に 5 昼夜連続して洪水調節や待機を行つた。このため東部に比べると雨量の点では中・西部はやや少ないが中・西部から東部への応援はできない。

また、東部集管内では同時に洪水調節運用を行つておらず、東部集管のみで応援対策は取れない。そこで同集管と隣接土木事務所とにより応援班を編成し対応し

た。

このように応援対策が組みやすいこと、一定時間内に目的ダムに到達しやすいことなどの点で集管 3 か所案が 2 か所案よりよいことがわかった。

他の洪水でも同様なことがいえ、全 10 洪水のうち 6 回まで同じようなケースがあった。

さらにシミュレーションでは、上市川水系のように上・下流連通してダムがある場合は、2 ダム統合管理したうえで集管体制下におくことがよいこともいえる。

また西部集管では問題を生ずるまでは至らなかつたが岐阜県境にある境川ダムは隔遠地にあり管理所の強化をしておく必要があった。

(2) 人員配置計画

配置案表-4 によって行ったシミュレーションでも対応稼動は可能であることがわかる。しかし、洪水が広範で長期にわたることもあるので交替、応援の必要から人員配置を修正しておいた方がよいこともわかった。

すなわち、応援要員はダム集管と関係土木事務所から事前に立てた計画にそって編成する。原則としてダム管理所と同数の 2 名とする。集管外からの要員にはダム管理経験者かあるいは定期的な管理訓練を受けた技術者をあらかじめリストアップしておき、その中から選択する。

しかし、応援班の熟練度を維持するためには、現に管理を行つているダム集管の技術者をキャップにする必要がある。集管では $N + N/2$ 名の機械、電気系と土木技術者が洪水調節に従事している。各ダム一斉に応援が必要となった場合でも N 名は各ダム担当として集管に残るので、応援には $N/2$ 名しか期待できないことになる。そこで全ダム応援班に 1 名あて集管職員を当てることができるよう集管に $N/2$ 名を増員しておくこととする。

このようにして決定した修正配置案を表-11 に示す。

表-11 集合管理システム人員基本配置案

事務所区分	専門分野	人員数	主な業務内容
ダム管理所	土木技術者 機械電子機器系技術者	1 1	情報収集・同処理、日・月報等 ゲート・通信機器等保守・点検 ゲート操作・情報スピーカー・ サイレン吹鳴連絡等
ダム群集合管理事務所	所長 土木技術者 機械電子機器系技術者 運転者 補助要員(土木技術補助者)	1 $N/2$ $N/2$ $N/2$	総括 情報処理・洪水調節の諸判断 連絡・通信監視・諸機器の点検 保守・ゲート操作の確認 警報車の運転・点検・警報 情報収集・処理 情報・警報等
合 計		$5N + 1$	補助

注) N 管理下のダム数

6. 結論

本論文は、前章 2.(1) に示したダム数が増すことによって生ずる問題点の解消を通じ、ダム管理の安全と信

頼を高める目的で立てた計画が有効なことを論じたものである。

本ダム群集合管理システムは、組織、機能分担、人員配置の3要素から成っている。適切な地域区分と、チェックシステムが取れる機能分担を行った。特に著者はダム管理に関する経験と現状から、熟練者を含む人員増がきわめて困難なことを認識したうえで、実現化が図られ、かつ機能対応可能な配置を計画した。

その結果シミュレーションにより、過度の集中による障害の防止、異常事態へのすみやかな対応、情報把握の確実、管理技術の維持、機器の保全などに大きな効果を期待し得ることが明らかになった。さらに、近年、降雨観測レーダー網の整備、気象衛星の情報、コンピューターの実用化などが一段と進み、降雨や前線の動き、台風進路予測技術等に確かさを増してきている。そのうえ、通信、交通体系の整備など社会資本の整備も本システムにとって有利に展開されつつあることから、集合管理は広く適用される可能性が大きいものである。

謝　　辞：本研究を進めるにあたり、終始ご懇切なご指導と有益なご助言をいただいた東京大学工学部 高橋

裕教授をはじめ、資料収集等ご協力をいたいたいた関係者、ならびに関係機関、特に富山県の各位に対し、ここに感謝の意を表します。

参　考　文　献

- 1) 建設省開発課資料、河川総合開発事業概要、昭和61年度版。
- 2) (財)ダム技術センター、日本のダム事業、昭和59年2月、同センター発行。
- 3) 建設省河川局監修、多目的ダムの建設、第2巻、土木施工管理技術研究会、昭和52年2月。
- 4) 高橋 裕ほか：土木工学大系、自然環境論(Ⅲ)、彰国社、昭和55年11月。
- 5) 富山県資料、富山県河川開発、昭和60年度版。
- 6) 大熊 孝：日本における多目的ダムの特徴、学術月報、Vol. 34, No. 7.
- 7) 高橋 猶：ダム群集合管理システムに関する計画学的研究、昭和61年3月、富士出版印刷。
- 8) 富山県資料、日雨量線図集、大正3年～昭和30年。
- 9) 富山県資料、農業気象月報、富山県内雨量資料、昭和39年～昭和49年。
- 10) 3)と同じ、第1巻。
- 11) 富山県規則、富山県内の各ダムの操作規則。

(1986.11.12・受付)