

利根川上流ダム群の利水制御－個別ダムの性格－
A Study on the Group Control of Multi-Purpose Reservoirs

神戸大学工学部 正会員 神 吉 和 夫
関東学院大学工学部 正会員 宮 村 忠

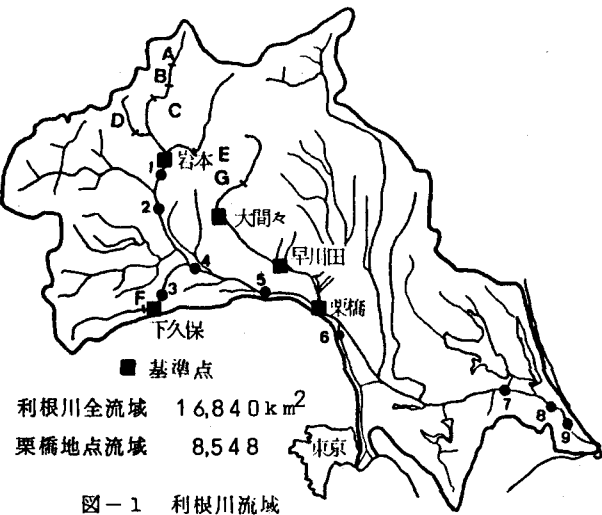
1. はじめに

首都圏では、巨大都市東京の水利用が利根川・荒川・多摩川等の複数の水系に依存して開発されてきたことから、東京都の水利用がそれぞれの水系の他の水利用と相互関係を持つという意味での、複数の水系にわたる一つの複雑な水利用構造を形成しており、本稿で取扱う利根川上流ダム群（藤原ダム・相俣ダム・藺原ダム・矢木沢ダム・下久保ダム・草木ダムの6つの多目的ダムを指す）をはじめ鬼怒川上流ダム群および他の水系のダムなどすべてのダムの統合的制御を行なうことが理想であろう¹⁾。しかしながら、これらの群を構成する個別のダムはそれぞれ個別のダムとして計画され、既存の利水などとの調整の上で、利用計画・容量配分・操作規定・アロケーション等が決められており、すべてのダムを統合的に制御しようとするれば、個別のダムそれぞれに期待されている効用とは異なる形での制御となると思われる。したがって、既存のダムの統合的制御を考える場合、個別のダムの持つ諸条件を十分に検討しなければならない。

利根川上流ダム群は矢木沢・下久保両ダムの計画の段階で既存の藤原・相俣・藺原の3ダムを含めたダム群としての利水制御が想定され、その後建設された草木ダムも含めて、現在、ダム群として統合的制御が行なわれているようである。

本稿は、この利根川上流ダム群を対象に、ダム群の統合的な利水制御の実態を明らかにすることを目標に、ダム群を構成する個別のダムの性格を分析しようと試みたものである。ダムの性格はダムの持つ自然条件および社会条件により規定されると考える。自然条件とはダム上流域の水文特性であり、社会条件とはダムの目的・規模・操作規定等の諸条件である。

図－1、表－1に、利根川上流ダム群と基準点および利根川本川筋の主要流水制御施設の位置および名称を示す。なお、用いた資料の都合により、対象期間は1978年（昭53）までとした。



表－1 主要流水制御施設（本川筋）

多目的 ダム群 他	A	矢木沢ダム
	B	須田貝ダム（発電専用）
	C	藤原ダム
	D	相俣ダム
	E	藺原ダム
	F	下久保ダム
	G	草木ダム
取水 施設 他	1	綾戸堰（群馬用水）
	2	坂東合口堰
	3	神流川合口堰
	4	備前渠用水
	5	利根大堰
	6	関宿水門
	7	大利根用水
	8	両総用水
	9	河口堰

2. 個別ダム の社会条件

2-1 ダム の目的・規模

利根川上流には、1957 年（昭 32）、藤原ダムが完成し、次いで 1958 年相俣ダム、1965 年蘆原ダムが完成する。これら 3 ダムは洪水調節・発電およびかんがい（不特定）を目的としている。

さらに、1967 年矢木沢ダム、1969 年下久保ダム、1977 年草木ダムが完成する。これら 3 ダムは、先の 3 ダムとは異なり、上記 3 目的以外に新規利水への用水補給を目的に含んでいる。

表-2 に、各ダムの利水目的の内訳を示す。草木ダムを除く他の 5 ダムの不特定補給は栗橋地点においてかんがい期に $140\text{m}^3/\text{s}$ （河口堰完成後は $125\text{m}^3/\text{s}$ ）確保（ただし、藤原・相俣・蘆原の 3 ダムにこの目的が付されたのは矢木沢・下久保両ダムの建設後）であり、下久保ダムではさらにダム直下流において、かんがい期 $10\text{m}^3/\text{s}$ および非かんがい期に責任放流として $2.35\text{m}^3/\text{s}$ 確保となつている。

図-2 に、各ダムの利水容量（計画）の年変化を示す。この利水容量は、ダム計画で採用された渇水基準年の流況に対して理想的なダム制御が行なわれた時に必要な貯水容量であり、実際のダム制御では利水に用いられる貯水容量の上限を示す。矢木沢・下久保両ダムと他の 4 ダムでは利水容量がかなり異なること、および矢木沢ダム以外の 5 ダムは洪水期での洪水調節容量確保のため利水容量が減らされているのがわかる。利水容量がさらに各目的により分割されたダムもあるが、発電専用容量（矢木沢ダムのみ）を除けば実際の制御上は必ずしも意味を持つものではない。

2-2 操作規則

ダムの制御はダム操作規則にもとづいて行なわれることになっている。矢木沢・下久保・草木の 3 ダムについて操作規則をみると、洪水調節に関する記述が具体的かつ詳細であるのに較べて、利水制御については具体性に欠けている。基準地点における確保流量などは明記されているが、それを確保するために必要な具体的な制御手法は示されていない。

ダムの管理は、藤原・相俣・蘆原の 3 ダムは河川管理者である建設省、矢木沢・下久保・草木の 3 ダムは水資源開発公団が行なっており、用水補給を目的とする都市用水などは直接ダム制御を行わず、発電のみがダム管理者の監督のもとに専用施設（発電所）によりダムから取水を行なっている。用水補給と発電は利水容量を共用しており、両目的に必要な放流量が異なれば、競合関係となるが、操作規則では、

- (1) 確保水位
- (2) 発電は用水補給に支障を与えない範囲内

といった記述がみられる。

2-3 栗橋地点上流域の利水構造

図-4 は、栗橋地点上流域の利水構造をモデル化して示したものである。栗橋地点では先に述べた不特定

表-2 利根川上流ダム群の利水目的内訳

ダム名	電 気				農業用水	都市用水	工業用水
	発電方式	発電所名	発電方式	総出力 (kw)			
藤 原	水力発電	藤 原	ダム式	21 600	4 特定補給		
相 俣	水力発電	相 俣	ダム式	7 500	6 特定補給		
蘆 原	水力発電	Cl 沢	ダム式	26 000	5 特定補給		
矢木沢	水力発電	矢木沢	ダム式	240 000	農業用水 $15.6\text{m}^3/\text{s}$	都市用水 $4.0\text{m}^3/\text{s}$	
下久保	水力発電	下久保	ダム式	15 000	6 特定補給	かんがい $12.6\text{m}^3/\text{s}$	工業用水 $1.8\text{m}^3/\text{s}$
草 木	水力発電	草 木	ダム式	20 300	農業用水 $13.4\text{m}^3/\text{s}$	かんがい $7.04\text{m}^3/\text{s}$	工業用水 $1.88\text{m}^3/\text{s}$

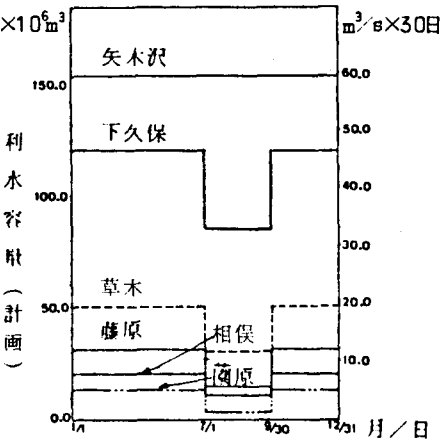


図-2 利根川上流ダム群の利水容量の年変化（計画）

確保流量に加えて、草木ダムに依存する新規利水6.66 m³/s に対する用水補給を行なうことになっている。
 なお、同図では渡良瀬川流域の利水は省略した。

栗橋地点の確保流量の確保は、ダム計画時には基準渇水年の既知の資料を用いる机上計算であり簡単であるが、実際の利水制御では容易ではない。栗橋地点の流況は、ダムからの放流とダム残流域の自然の流出が途中の利水の複雑な取水および還元の影響を受けたものと考えられるからである。また、矢木沢ダムからの放流が栗橋地点に効果を持つのは約1.5日後といわれており、その間に流域に降雨があれば矢木沢ダムの放流が無効放流となる可能性もある。

先に述べた操作規則が具体性を欠くことから、実際の利水制御では栗橋地点のように複数のダムによって確保流量を確保する場合、上記の複雑な問題はあはるものの、各ダムからの放流量決定には任意性が生じ、いわゆるダム群の統合的制御が必要となる。栗橋などの基準点の確保流量を確保する制御が、ダム群による統合的制御の基本であろう。それが可能であれば問題は無い。しかし、可能でなければ問題は非常に複雑となる。

3. 個別ダムの自然条件

自然条件としてダム流入量を取りあげるが、藤原ダムでは流入量が藤原ダム上流にある発電専用の須田貝ダムおよび矢木沢ダムの制御に大きく影響されるので、純粹な意味での自然の条件ではない。他のダムについても、小規模の発電所などがある。

表-3に、各ダムの年平均流入量および月平均流入量の年平均流入量に対する比を示す。資料は建設省多目的ダム管理年報によった。草木ダムについてはデータ期間が2年と短かいため考察は行なわず、参考のため示す。藤原ダムについては矢木沢ダム建設前後の変化を明らかにするためデータ期間を分けて示している。データ期間に長短があり、それも長くて20年程度、ダムの規模の大きい矢木沢・下久保両ダムで11年（矢木沢ダムについては昭和40年からのデータが建設省多目的ダム管理年報に示されているが、下久保ダムとの比較のため期間を合わせた）
 表-3 各ダムの年平均流入量、および月平均流入量の年平均流入量に対する比であるが、以下のことがわかる。

月平均流入量の年平均流入量に対する比をみると、矢木沢ダムと、矢木沢ダム建設前の藤原ダムはほぼ同様のパターンを示し、比の大きな月は4、5月であり、冬期の比は小さい。4・5月の流入量は雪解け水である。藤原ダムの矢木沢ダム建設後の変化は、4月の減少と8月の増加

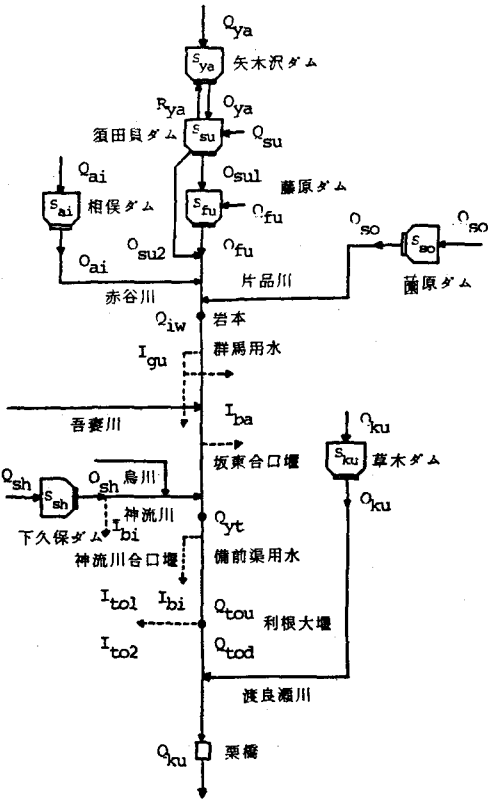


図-3 栗橋上流域の利水のモデル化

ダム名	データ期間 (年数)	年平均 流入量	月平均流入量の年平均流入量に対する比											
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
藤原	32-53 (22)	m ³ /s 22.02	0.55	0.55	0.67	8.00	8.69	1.60	1.13	0.87	0.58	0.48	0.54	0.51
	32-41 (10)	19.83	0.29	0.31	0.49	2.62	2.99	1.39	1.23	0.53	0.59	0.55	0.51	0.49
	43-53 (11)	23.87	0.67	0.63	0.72	1.65	2.51	1.64	1.03	1.09	0.65	0.44	0.49	0.46
相模	34-53 (20)	5.44	0.34	0.38	0.73	2.21	1.67	1.37	1.35	1.02	1.18	0.76	0.68	0.44
渡良瀬	40-53 (14)	10.13	0.25	0.31	0.52	2.33	2.18	1.15	1.16	1.00	1.49	0.67	0.55	0.36
矢木沢	43-53 (11)	15.34	0.29	0.25	0.40	2.14	3.11	1.86	1.05	0.74	0.54	0.57	0.63	0.43
下久保	43-53 (11)	5.90	0.31	0.29	0.39	0.87	0.76	1.15	2.29	1.55	2.31	1.01	0.59	0.41
草木	52-53 (2)	10.30	0.30	0.25	0.49	1.09	1.14	1.46	1.86	1.90	1.77	0.75	0.56	0.38

に顕著であり、4月の減少は矢木沢ダムによる雪解け水の貯留、8月の増加は矢木沢ダムからの用水補給のための放流の影響である。相俣・蘆原両ダムは雪解け水が多く、また梅雨期・台風期の流入も少なくない。一方、下久保ダムは他のダムと異なり、雪解け水は少なく、梅雨期・台風期の流入が多い。表-4に、各ダムの年平均総流入量および4～5月流入量とダムの有効貯水容量および4～5月流入量に対する比を示す。

表-4 各ダムの年平均総流入量および4～5月平均流入量の有効貯水容量および利水容量(非洪水期)に対する比

ダム名	データ期間 (年数)	① 年平均総流入量 ($\times 10^6 \text{ m}^3$)	② 有効貯水容量 ($\times 10^6 \text{ m}^3$)	③ 利水容量 (非洪水期) ($\times 10^6 \text{ m}^3$)	①/②	①/③	④ 4～5月流入量 ($\times 10^6 \text{ m}^3$)	④/③
蘆原	1962-64 (3)	626.02	35.89	31.01	17.44	20.19	230.08	7.47
	43-53 (11)	752.92	35.89	31.01	20.98	24.28	261.16	8.42
相俣	34-53 (20)	171.79	20.00	20.00	8.59	8.59	55.63	2.78
蘆原	40-53 (14)	319.48	14.14	13.22	22.59	24.17	120.55	9.12
矢木沢	43-53 (11)	484.29	175.86	153.70	2.75	3.15	212.08	1.38
下久保	43-53 (11)	186.06	120.00	120.00	1.55	1.55	25.32	0.21
草木	52-53 (2)	324.96	50.50	50.50	6.43	6.43	60.54	1.20

量および利水容量(非洪水期)に対する比を示す。年平均総流入量の利水容量に対する比をみると、蘆原・蘆原両ダムが約20と大きく、次いで相俣、矢木沢、下久保各ダムの順となっている。下久保ダムではダムの規模が年平均総流入量に近い。4～5月流入量の利水容量に対する比をみると、矢木沢ダムが1.38となっておりダムの規模が4～5月の流入量に近いことがわかる。下久保ダムでは0.21と、他のダムと異なり1を割っている。図-4に、矢木沢・下久保両ダムの月平均流入量の変動特性を示す。下久保ダムは雪解け水が少ないばかりでなく、梅雨期・台風期の流入量の変動幅が大きく不安定である。

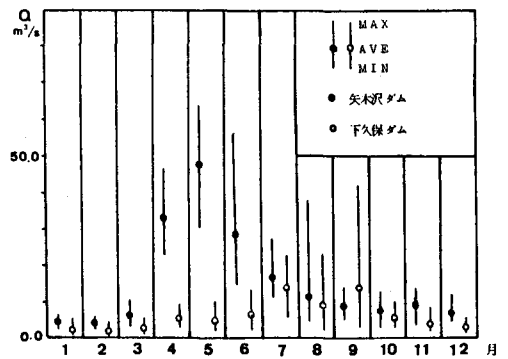


図-4 矢木沢ダム・下久保ダムの月平均流入量の変動特性
データ期間 1968～1978(昭43～昭53)

4. 個別ダムの性格

4-1 ダムの貯水位変動

ダムの貯水位変動は、以上に述べた自然条件および社会条件を反映していると考えられる。図-5に、各ダムの貯水位変動の一部を示す。資料は建設省多目的ダム管理年報によった。ここでも、草木ダムは参考としてのみ示す。蘆原ダムについては矢木沢ダム建設前後の変化をみるため、矢木沢ダム建設以前の貯水位変動の一部も示している。各ダムの貯水位変動をみると、以下のようなものである。

蘆原ダム(矢木沢ダム建設以前)

貯水位変動には一年を周期とする明らかなパターンがみられる。パターンは3月末まで発電により低下させた貯水位を雪解け水により常時満水位まで回復させ、洪水期直前に制限水位まで下げ洪水期の終わる9月末から再び貯水を始めて冬期渇水時の発電の使用にそなえるものである。

蘆原ダム(矢木沢ダム建設後)

矢木沢ダム建設以前のパターンを基本的には維持している。大きな変化は洪水期に制限水位を常時越えていることである。これは、蘆原ダムの放流能力が小さく矢木沢ダムからの用水補給に支障するため、クレストオーバーによる利水放流が行なわれているためである。なお、1978年(昭53)末の貯水位低下は蘆原ダムを下池とするダム揚水式の玉原発電所の工事のためである。

相俣ダム

パターンは矢木沢ダム建設以前の蘆原ダムとほぼ同じであるが、洪水期に時々洪水調節を行なっている。

蘆原ダム

パターンは相俣ダムと同じであるが、雪解け水により常時満水位になり無効放流を行なうことも少なくない。

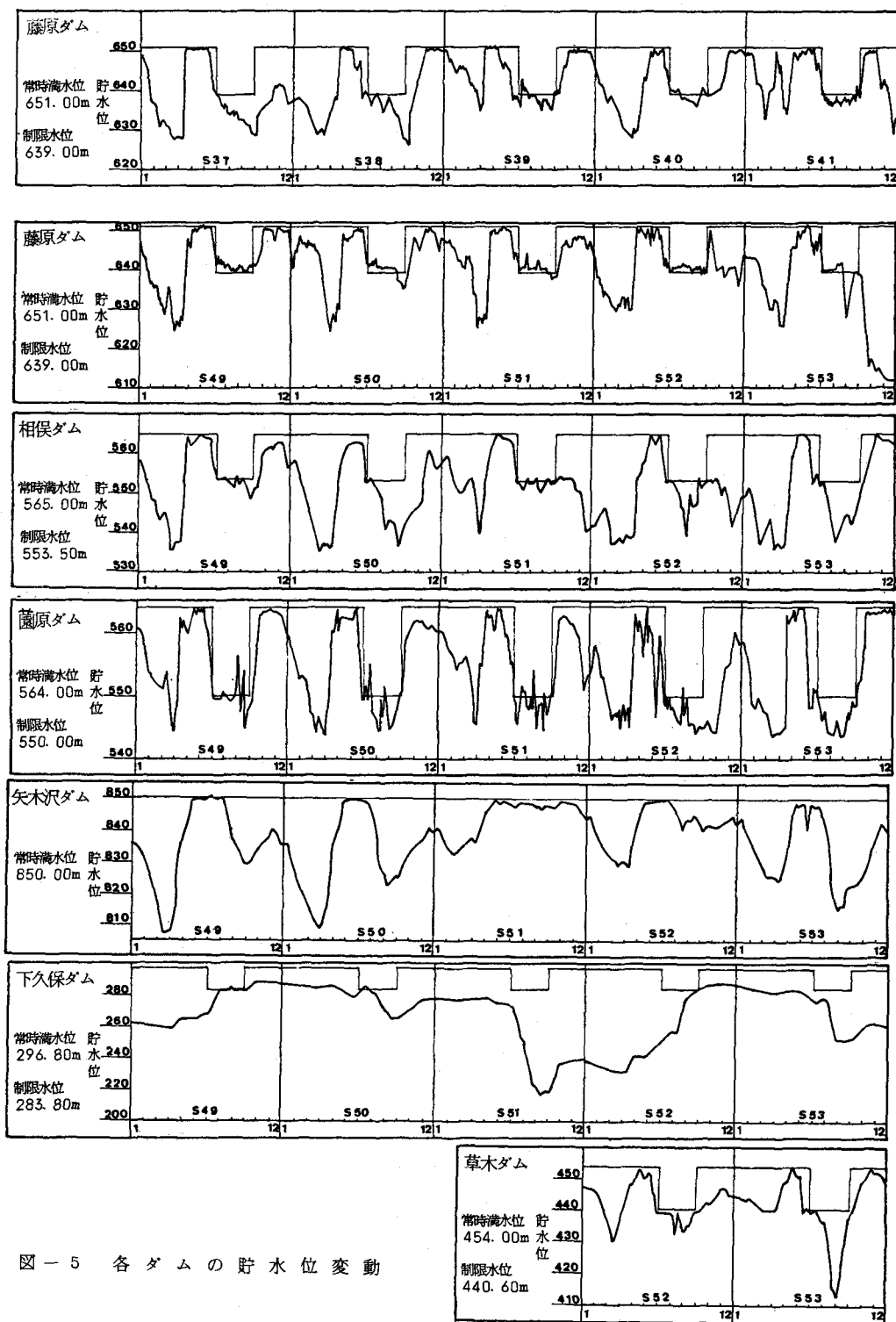


図 - 5 各ダムの貯水位変動

矢木沢ダム

冬期の発電による貯水位の低下を5月初めまでに雪解け水により常時満水位まで回復させ、かんがい期の貯水位低下をかんがい期が終わる9月下旬から冬期の発電にそなえて回復させるパターンがみられる。

下久保ダム

貯水位変動に他のダムにみられるような一年を周期とするパターンがない。なお、1976年（昭51）の貯水位低下は表面取水施設工事のためである。

4-2 個別ダムの性格

利根川上流ダム群を構成する個別ダムの利水からみた性格を以下のように総括する。

藤原・相俣・菌原の3ダムは規模が小さく、利水目的は発電とかんがい（不特定）であるが、発電を主体としたものであるといえよう。雪解け水により常時満水位まで貯えられた水も洪水期の洪水調節容量確保のため放流される。この放流水が結果として用水補給となる場合があるが、そうでなければ無効となる。ダム貯留水を使用する発電は冬期渇水時に主に行なわれている。なお、ダムの規模は藤原ダムより先に藤原ダム直上流に1955年（昭30）完成した発電専用の須田貝ダム（有効貯水容量2,200万 m^3 ）と同程度である。

矢木沢ダムは発電と新規利水を含む用水補給を目的としており、規模も大きく、冬期の発電による貯水位低下を雪解け水により常時満水位まで用水補給の始まる5月初めに回復させており、雪解け水に依存した用水補給を主体とするダムである。

下久保ダムは規模は大きいダムであるが、雪解け水は少なく、梅雨期・台風期の流入も不安定で、発電と新規利水を含む用水補給を目的としているものの、貯留水の使用には高度の判断を要求される。ダム直下流に設定されているかんがい期の不特定用水補給および非かんがい期の責任放流は下久保ダム単独で確保しなければならないが、栗橋地点などの確保流量確保のための利水制御では、経年貯留型のダムとしての統合的制御が考えられるものである。

5. おわりに

本研究は、利根川上流ダム群の利水制御の一側面を、非常に限定された資料から論じたものにすぎない。今後、関係諸機関の御協力を得て資料を充実させ、ダム群の利水制御の実態究明の研究を進めて行くつもりである。最後に、本研究を行なうに当たり、ダム制御研究における実態分析の重要性などに関して、東京大学高橋裕教授より有益な助言をいただいた。記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 稲葉ほか：利根川上流ダム群の統合管理の現状と将来構想について、水資源に関するシンポジウム、1977

他に 建設省多目的ダム管理年報 1957年～1978年（1958年欠）