

環境用水を考慮した多目的ダムのコストアロケーション Cost Allocation of Multi-purpose Reservoirs Adopted Environmental Flow

白川直樹*・玉井信行**・松崎浩憲***

by Naoki SHIRAKAWA*, Nobuyuki TAMAI** and Hironori MATSUZAKI***

1. はじめに

水力発電の取水による減水区間の発生は河川環境に関わる問題の一つである。ダム水路式発電ではダム直下流に水がなくなることもあり、ダム反対論の背景にもなっている。

本研究では、河川環境を保全あるいは改善していくための水使用を環境用水と定義し、治水や利水と同じレベルで水環境を扱っていくための基礎的な分析を試みる。環境をそのみで論じていては、治水や利水とのトレードオフを表現できない。治水や利水の便益を経済効果として測定する研究はすでに多くある。環境の経済効果を測定することができれば総合的に河川事業を評価でき、社会的な合意形成にも役立つと考えられる。

環境用水に相当する概念としては、河川法に定められた維持流量および正常流量の用語がある。維持流量や正常流量は、河川法第一条にいう「河川が適正に利用され、及び流水の正常な機能が維持される」ために必要な流量として考えられたものである。しかし、現実には利根川、大井川、木曽川ほか全国の多くの河川で減水区間の問題が顕在化した。1988年には建設省から通達が出され、水力発電所から減水区間解消のための放流が行われるようになっている。これらの放流は水力発電の出力低下をもたらしており、発電の便益を減少させている。この便益減少はダム建設時には考慮されていなかった要素である。発電取水からの放流という環境用水を考慮すると既

存ダムのコストアロケーションがどの程度変化するか、利根川上流域のダムを例にとって試算した。

2. 利根川上流域のダム群の概要

利根川上流域には、藤原、相俣、菌原、矢木沢、奈良俣、下久保、草木といった多目的ダムがある。これらのダムには治水・不特定・発電等が参加しており、東京都・埼玉県・群馬県などの都市用水もまかなっている。これら7つのダムの容量配分を表-1に示す。

表-1 利根川上流域7ダムの容量配分

(「日本の多目的ダム」などより作成)

(上段が洪水期、下段が非洪水期)単位:10⁶m³

ダム名	総貯水量	有効容量	洪水調節容量	用水補給容量	発電容量
藤原	52.4	35.9	21.2 4.9	14.7 31.0	14.7 31.0
相俣	25.0	20.0	9.4 0.0	10.6 20.0	10.6 20.0
菌原	20.3	14.1	14.1 0.9	3.0 13.2	3.0 13.2
矢木沢	204.3	175.8	22.1	115.5	153.7
奈良俣	90.0	85.0	13.0 0.0	72.0 85.0	
下久保	130.0	120.0	35.0 0.0	85.0 120.0	85.0 120.0
草木	60.5	50.0	20.0 0.0	30.5 50.5	30.5 50.5

藤原ダムでは藤原発電所(ダム式)と玉原発電所(揚水式)に発電用水を供給している。相俣ダムでは相俣発電所(ダム式)で発電を行い、下流の桃野発電所(水路式)にも水が供給される。菌原ダムでも白沢発電所(ダム水路式)に使われた水が下流の利南発電所で使われる。矢木沢ダムでは揚水発電を行っている。草木ダムではダム式の東発電所で使っ

キーワード: 河川計画, 水資源計画

*学生会員 工修 東京大学大学院博士課程

**フェロー会員 工博 東京大学教授

***正会員 工修 東京大学助手

(〒113 東京都文京区本郷 7-3-1

TEL. 03-3812-2111 FAX. 03-5689-7217)

た水を小平発電所および高津戸発電所に供給している。ダム式発電所では減水区間は生じない。また、矢木沢ダム以外では発電は独自容量をもっていない。

これらのダムの建設は流況に影響を与えており、例えば草木ダムでは生態的フラッシュ流量の生起回数が少なくなったことが示されている¹⁾。

3. 現行のコストアロケーション法

昭和42年、「新アロケーション方式要綱」が決定され、それまでの「身替り妥当支出法」に代わって「分離費用身替り妥当支出法」が多目的ダムのコストアロケーションの基準方式になった。前記7ダムのうち藤原ダムや相俣ダムなど6ダムは旧方式で計画され、昭和48年着工の奈良俣ダムのみが新方式に基づいている。

分離費用身替り妥当支出法は日本式 SCRB 法とも呼ばれ、アメリカ合衆国で提案された SCRB 法を日本の事情に適合するよう改良したものである²⁾。この方式では各事業用途はそれぞれの専用費のほかに分離費用と残余共同費の一部を負担することになる。残余共同費は、総計額から分離費用の和を引いたものである。身替り建設費と妥当投資額の小さい方から専用費を引いた額を残余便益といい、この額の割合に応じて残余共同費が割振られる。それぞれの用途は、少なくとも分離費用を負担することになる。旧方式では分離費用を考慮しなかった。昭和42年に決定されたこの方式は、その後係数など細部の改正を重ねて今日も使われている。

発電の場合、身替り建設費は一般に妥当投資額を上回るので計算されない。妥当投資額は、年効用、年経費、資本還元率および建設利息率から計算される。発電の年効用は、

$$\text{年効用} = \text{kW 単価} \times \text{有効電力} + \text{kWh 単価} \times \text{有効電力量}$$

として求められる。単価は火力発電所の燃料費を基準に算出されるため妥当投資額は代替施設建設費とほぼ等しくなる。分離費用は、発電独自容量がない場合は調整使用の実態から評価され、揚水発電で独自容量がある場合はその容量を差し引いたダムの建

設費を共同施設費から引いて評価される。

利根川上流域の多目的ダムのコストアロケーションを表-2に示す。

表-2 7ダムの費用割振
(「日本の多目的ダム」より作成)

ダム名 (完成年度)	建設費負担(単位:百万円)		
藤原 (S32)	治	水	1701 (41.6%)
	特 定 不 発 電	定	660 (16.1%)
		電	819 (20.0%)
		電 (玉原)	918 (22.5%)
相俣 (S34)	治	水	405 (22.2%)
	特 定 不 発 電	定	975 (53.4%)
		電	445 (24.4%)
藁原 (S40)	河	川	4544 (90.7%)
	農	業	316 (6.3%)
	発	電	150 (3.0%)
矢木沢 (S42)	治	水	1947 (16.2%)
	不特定かんがい		1896 (15.8%)
		特 定 かんがい	
	発	電	3500 (29.2%)
	上	水	2966 (24.7%)
奈良俣 (H2)	河	川	39549 (32.4%)
	特 定 かんがい 都 市 用 不 発 電		3407 (2.8%)
			78733 (64.5%)
			311 (0.3%)
下久保 (S43)	治	水	7577 (37.0%)
	かんがい		2109 (10.3%)
		都 市 用 水	10690 (52.2%)
	発	電	102 (0.5%)
草木 (S51)	治	水	12726 (40.4%)
	不特定かんがい		1418 (4.5%)
		特 定 かんがい	
	都 市 用 水	16821 (53.4%)	
	発	電	315 (1.0%)

4. 環境用水の設定

1992年に建設省が示した「正常流量検討の手引き(案)」では、維持流量の概略規模を流域面積100km²あたり0.69m³/sという目安から推定することとしている。この値は、全国の河川の実態調査の結果から割り出したものである。また、10ヶ年最小渇水流量以上で10ヶ年平均渇水流量程度を目安にするともしている。もちろん個別のケースにおいては、生態系・景観・水質などを考慮して詳細に検討することが必要である。また、前述の1988年建設省通達では、水力発電所からの河川維持流量の放流量は集水面積100km²あたり0.1~0.3m³/s程度と定められている。

利根川上流域の7ダムのうち発電により減水区間が生じるのは、ダム水路式発電を行っている相俣、

菌原，下久保，草木の4つのダムである。100km²あたり0.69m³/sおよび0.3m³/sという値をこれらのダムに当てはめると、表-3のようになる。ダム建設以来（累年）のダム流入量の渇水流量を比較のため記した。比流量0.69m³/sの場合、菌原ダムや下久保ダムでは渇水流量を大きく上回る値となり、この表には示していないが低水流量も上回っている。

表-3 環境用水の水量				
ダム名	集水面積 (km ²)	環境用水 (m ³ /s)		累年の渇水流 入量 (m ³ /s)
		比流量 0.69	比流量 0.3	
相俣	110.8	0.77	0.33	1.28
菌原	493.9	3.41	1.48	1.97
下久保	322.9	2.23	0.97	1.14
草木	254.0	1.75	0.76	2.48

これら正常流量という形の環境用水をコストアロケーションに含めることを考える。従来の正常流量は、基準点（栗橋など）での流量を確保することを目標としていた。そのため、水力発電の取水口と放水口の間に基準点がなければ、減水区間の発生を容認することになってしまう。環境用水は河川のあらゆる区間で必要であることを考えるとこれでは不十分である。多目的ダムの場合、従来方式では正常流量に含まれる水量も発電を通して放流されているが、このうちダム直下流の環境用水の分は発電を通さずに放流することが必要である。これは発電の取り分が減少することを意味し、計画時に算定した発電便益が過大評価だったということになる。アロケーションの手順に即しているならば、流量資料をもとに計算した有効電力および有効電力量を低めに設定し直すことが必要で、その結果年効用は低くなり、妥当投資額が低下する。

使用水量と発電量は比例関係にある。実績使用水量と発電量から、環境用水の放流により年間発電電力量がどれだけ減少するか計算したのが表-4である。この数値は平成4年の実績値に基づいている。各月ごとに環境用水の必要量を算定し、満水放流など実績ダム放流でまかなえる分を差し引いたのが年間あらたに必要となる環境用水である。ダム発電は

従来通り行えるとし、水路式およびダム水路式の発電に使用されていた水量が発電減につながることにした。上段の値は比流量0.69m³/s/100km²の目安で放流量を決定した場合、下段は表-3の渇水流量を放流量とした場合である。

表-4 環境用水の放流と発電量減少(平成4年)

(上段が比流量0.69m ³ /s, 下段が渇水流量の場合)			
ダム名	環境用水 (10 ³ m ³ /年)	実績使用水量 (10 ³ m ³ /年)	発電減の 割合
相俣	20043	144173	8.1%
	34803		14.1%
菌原	101436	221943	45.7%
	56025		25.2%
下久保	58852	178670	32.9%
	27303		15.3%
草木	41473	290714	9.9%
	60647		14.4%

比流量0.69m³/s/100km²を用いた場合、菌原ダムの値が45.7%と大きいのは、この地点での流量が流域面積に比して小さいからである(表-3参照)。これは下久保ダムにもいえる。下久保ダムの比流量が小さいのは流域の地質が原因である。ここでは0.69m³/s/100km²を用いるよりも渇水流量(などの自然流況)から放流量を推定の方が望ましいであろう。環境用水は流量をその地点の自然状態に近づけることが目的だからである。前述の通り、具体的な放流量は、生態系、景観、水質などを詳細に検討して決定されるべきである。全体に、発電量は約10%から25%減少することがわかる。

5. 環境用水を含めたコストアロケーション

前節で求めた発電量の減少を発電便益の減少としてコストアロケーションを計算しなおしてみる。環境用水の量は各ダム流入量の渇水流量を推定値として用いる。有効電力と有効電力量がともに表-4で計算したとおり減少することとし、妥当投資額を算出した。その結果を表-5に示す。専用費は変わらないので残余便益は小さくなり、負担率も下がる。これら4ダムは身替り妥当支出法で計画されていたのでその方式で計算した。菌原ダムと下久保ダムでは妥当投資額が専用費を上回ったため建設費負担は

ゼロとなったが、発電量の減少による専用費の変化は考慮していない。

表一5 発電便益を減少させた場合の費用割振

ダム名	建設費負担(単位:百万円)			
相俣	治	水	466	(25.5%)
	不	定	1125	(61.6%)
	発	電	236	(12.9%)
藪原	河	川	4684	(93.5%)
	農	業	326	(6.5%)
	発	電	0	(0.0%)
下久保	治	水	7618	(37.2%)
	か	ん	2109	(10.3%)
	都	市	10751	(52.5%)
	発	電	0	(0.0%)
	発	電	0	(0.0%)

次に、環境用水を独立した用途として参加させた場合の試算を行った。特定用水と同様に、環境用水としてダム直下流で一定流量を確保する。

表一6 環境用水を独立用途とした費用割振

ダム名 (環境用水)	建設費負担率			
矢木沢 (2.70m ³ /s)	治	水	14.8%	
	環	境	8.5%	
	不	特	14.5%	
	定	定	12.9%	
	か	ん	26.7%	
	発	電	22.6%	
奈良俣 (0.13m ³ /s)	上	水	32.2%	
	河	川	0.6%	
	環	境	2.8%	
	不	特	64.2%	
	定	定	0.3%	
	か	ん	0.0%	
下久保 (1.14m ³ /s)	都	市	35.9%	
	発	電	3.6%	
	環	境	9.9%	
	か	ん	50.6%	
	都	市	0.0%	
	発	電	0.0%	
草木 (2.48m ³ /s)	治	水	35.2%	
	環	境	12.9%	
	不	特	3.9%	
	定	定	0.6%	
	か	ん	46.5%	
	都	市	0.9%	

矢木沢ダムでは東京都上水に 4.0m³/s の特定用水がある。奈良俣ダムは 8.05m³/s の上水道と 0.65m³/s の工業用水を都市用水としている。下久保ダムは上水道 14.2m³/s, 工業用水 1.8m³/s, 草木ダムは上水道 7.04m³/s, 工業用水 1.88m³/s である。環境用水もこれらの特定用水に比較して無視できない大きさであることがわかる。

6. おわりに

環境用水は、水量という切り口から河川環境を眺めるときの概念である。ここで扱った減水区間解消の問題は、ダム建設により変えられた河川環境をより良好な状態にしようという試みである。環境政策には費用がつきものだが、現状では発電者が電力量減少というかたちで費用を負担している。発電水利権を正当な権利と認めるならば、環境用水は発電者の水を横取りしていることになり、別の形の費用負担が望ましい。しかし、ダム建設前には確保されていた環境用水がダム建設によって失われたと考えるならば、発電者は決して損をしているわけではなく、多く取りすぎていた水を川に返しているとみなせよう。このとき、発電者はダム建設時に過大評価された便益をもとに建設費用を負担していたのだから、環境用水放流を考慮に入れた再アロケーションが行われるべきだといえる。

レクリエーションや観光用途については、昭和 42 年のアロケーション方式改正の際に話題にのぼり、便益算定の困難さなどから参加が見送られた経緯がある。将来のコストアロケーションはこれらの用途も含んでより公平な費用分担ができるようになっていくであろう。

<参考文献>

- 1) Tamai, N., Emura, Y., Matsuzaki, H.: A network operation of reservoirs for enhancement of the ecological flushing discharge. Proc. 27th Congress, IAHR, 1997 (in press).
- 2) 佐々木才朗：多目的ダムのコストアロケーションに関する研究
- 3) 建設省河川局：多目的ダムの建設, 1977
- 4) 建設省河川局：日本の多目的ダム (付表編), 1990