

鳥取大学工学部 正員 岡田憲夫

1. 研究の目的と背景

本研究では、わが国で実施された多目的ダムの費用割り振りの典型的な実例を取り上げるとともに、ゲーム理論を用いた1つの新しい費用割り振りの方法とその適用の可能性について検討する。

わが国では多目的ダムの費用割り振りの方法として分離費用身替り妥当支出法(S.C.R.B.)を原則として用いるように法制化されているが、その基本的性格やその運用の方法などいくつかの問題点があり、今後その改善を図っていく必要がある。中でも重要な改善の方向として、参加主体(各用途)間の利害(コンフリクト)の公正な調整と参加の動機づけ(incentives)のメカニズムをどのような形で明示的に費用割り振りの方法に組み込んでいくかという課題があると考えられる。このような視点から本研究ではS.C.R.B.に代るアプローチとしてゲーム理論の応用の可能性に着目する。

2. テースタディ

当該共同プロジェクトの参加主体は河川(洪水制御と流水の正常な機能維持)、上水、工業、発電の4者であり、各用途ごとに設定された取水量・必要水位・洪水処理水量に基づいて、図-1に示すように既貯留量配分がなされている。この共同プロジェクトの総費用は240.51億円と算定されている。

3. 代替提携構造

当該プロジェクトの参加主体である河川(R)、上水(M)、工業(I)、発電(P)は、このプロジェクトに参加するだけでなく、単独能力はいくつかの代替プロジェクトを想定しうる。たとえばRはそれ自体単独のプロジェクトを起すことも可能である(無提携R)、あるいはM、I、Pと組むことにより(RM)、(RI)、(RP)、(RPI)、(RPM)、(RIM)なる種々の提携方式による代替プロジェクトを考えることができる。このようにして表-1に示すように合計14個の提携方式が考えられる(無提携を含む)。この14の提携方式全体を「代替提携構造」という。その中の任意の1つの提携方式を集合Sで表わす。次に各提携方式による代替共同(単独)プロジェクトを仮に建設した場合の費用C(S)を算出し表-1に示す結果を得た。なお前述したようにC(RMIP)=24.051(百万円)である。

4. 参加の動機づけのための基本要件

各参加主体が想定しうる提携方式・代替プロジェクト費用C(S)は、各自にとつての代替プロジェクトの選択の余地の大きさ、換言すれば各自が当該共同プロジェクトに固執しなけいばならない程度を表わしている。従って最終的に各自が当該プロジェクトに留るための条件(動機づけ)としては、各自の代替プロジェクト

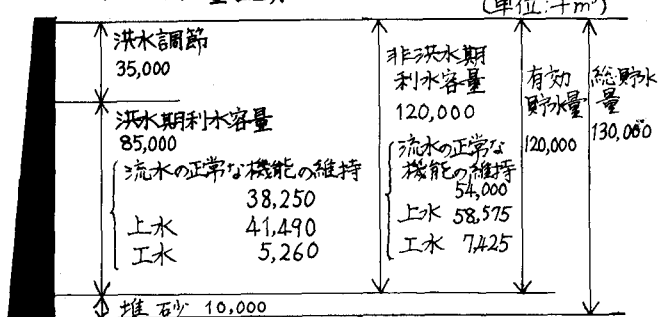
表-1 代替提携構造と
代替共同(単独)プロジェクト費用
(単位:百万円)

提携S	計算ベース*	
	I	II
R	12,600	12,600
P	10,800	14,710
I	2,500	2,500
M	11,300	11,300
RP	12,600	16,510
RI	13,100	13,100
RM	19,400	19,400
PI	10,800	14,710
PM	11,300	15,210
IM	10,300	10,300
RPI	13,100	17,010
RPM	19,400	23,310
RIM	20,140	20,140
PIM	10,800	14,710

* I: 専用費を規定し、各用途に割り振る。

II: 専用費と共同費の区別をしない。

図-1 貯留量配分



の選択の余地の程度が費用割り振りの結果「適正」に反映されることが必要とされる。ここでは、Peyton・Okada・Hashimoto¹⁾の研究成果をふまえ、多目的システムの費用割り振りにおけるコンフリクトの調整のための基本的要件として以下の4つを列挙する。

- (i) 集団合理性(個人合理性を含む)……全参加者の中の任意の一部に対して割り振られる費用の総和は、このグループが提携Sを組んだ場合にかかる代替プロジェクト費用を上回ってはいけな。この条件の特殊な場合として $S = \{R, I, M\}$, $\{R, I\}$, or $\{P\}$ のとき(単独・無提携), この条件は「個人合理性」とよばれる。
- (ii) 全体合理性……当該共同プロジェクト費用の全体は余すところなく全参加者に割り振らねばならない。
- (iii) 費用増分の原因者負担(marginality principle)……全参加者のうちの任意の一部が提携Sを想定しているとし、そこに残りのグループS'が加わった結果、全員が共同プロジェクトに参加してはならないとする。この場合Sに本来属していた参加者の言い分としては、後のグループS'が加わることによって生じた費用の増分はこのS'のグループに負担させるべきである。これを「費用増分の原因者負担の原則」とよぶ。
- (iv) 割り振り費用増減の単調性(monotonicity principle)……現実問題として当該共同プロジェクトの総費用が当初の算定額を上回ることがある(逆にまれには下回ることもある)。この場合、「プロジェクト費用が増大(減少)したのであれば自然な帰結として各自に割り振られる費用も一様に増大(減少)しなければならない」という原則である。

5. 弱最小コア法(Weak Least Core Method)

Peyton・Okada・Hashimotoは以上の全ての原則を充足する方法として弱最小コア法(Weak Least Core Method)を開発し、その理論的な妥当性を実証している。これは(i)集団合理性と(ii)全体合理性の2条件を充足する解の集合「コア」というものを次のような考え方で1点(唯一の解)に絞っていく方法である。すなわち

$$\text{コア} \left\{ \begin{array}{ll} \sum_{u \in S} x_u \leq C(S) & \text{(集団合理性)} \quad (1) \quad x_u: \text{参加主体 } u (= R, M, I, P) \text{ に対する割り当て費用} \\ \sum_{u \in N} x_u = C(N) & \text{(全体合理性)} \quad (2) \quad N: \text{参加主体 } u \text{ 全体の集合 } (R, M, I, P, EN) \end{array} \right.$$

の拡張概念として次のようなLPを考え、その解を弱最小コア(Weak Least Core)と称する。

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{Min } \varepsilon & (3) \\ \sum_{u \in S} x_u \leq C(S) + |S|\varepsilon & (1)' \\ \sum_{u \in N} x_u = C(N) & (2) \end{array} \right.$$

ここでεはいわば各提携Sの構成員のそれぞれに対して付加する補助金(税金)に相当する概念量である。すなわち弱最小コアは、提携Sの各グループに対してその提携の大きさ|S| (グループの構成員の数のこと、例えば $S = \{R, M, I\}$ のとき|S|=3である。)に比例して要求水準の増大(低下)を許容する場合に達する均衡解である。

6. 適用の実際と結果の考察

上で説明した最小コア法(W.L.C.)を先の実例に適用して計算を実施し、表-2に示す結果を得た。その際、発電の専有費を予め発電に割り当ててから残りのプロジェクト費用をW.L.C.法により割り振る場合と、「専有費」と「共同費の区別をしない場合の双方について計算をし、いずれの場合も同一の結果が得られることがわかった。この特性は理論的に容易に証明される。一方、表-2には現行のS.C.R.B.による結果も掲げられているが、この方法の場合

表-2 費用割り振りの計算結果の一例 (単位: 百万円)

費用割り振り方法	計算ケース	河川	上水	工水	電力	総費用
弱最小コア法(W.L.C.)	I 専有費を規定し各用途に割り振る	10.095	7.795	1.495	4.666	24,051
	II 専有費と共同費を区別しない	10.095	7.795	1.495	4.666	24,051
分離費用身替り法(S.C.R.B.)	I 専有費を規定し各用途に割り振る	10,581	8,314	1,075	4,081	24,051
	II 専有費と共同費を区別しない	11,253	8,994	1,253	2,551	24,051

合この特性は成立しない。実際、「専有費」「共同費」の区別は多分に操作的・恣意的である。これにもW.L.C.はS.C.R.B.に比して理論的・実地的に優れ、特性を有することが示さゆい、詳細は講演時説明することにする。

¹⁾ [参考文献]
Peyton, Okada & Hashimoto: Cost Allocation in Water Resources Development — A Case Study of Sweden, WP-79-77 IIASA, Sept. 1979.