

1 本系における広域利水問題に関する学際的アプローチ

京都大学工学部 正員 吉川 和広
島根大学工学部 正員 岡田 寛夫
日本水道コンサルタント 正員 ○渡辺 晴芳

1° はじめに

従来、地域の水需要に対する供給と、その排出下水の処理は、個々の地域内に、それぞれ上水道事業体、下水道事業体を設置し、各地域単位で行われてきた。しかしながら、年々増加していく水需要量に対し地域の行政区域内での水源開発が随分ちになってきており、また、需要増加に伴う排出下水の増加に対しても、下水道整備が進みつかず、河川汚濁がすすむという状況にあり、いわゆる水需給問題・下水処理問題が生じてきている。

このような問題に対する解決策の1つに、広域水道方式と広域下水道方式を組み合わせた新しい水利利用形態としての広域利水システムが提案されている。これに関し筆者らは、特に1本系流域に広域利水システムを導入する計画(広域利水計画)の策定に関して、個々の地域が主体的に行動するという仮定のもと、いくつかの分析を行ってきた⁽¹⁾⁽²⁾。しかし、これまでに分析が地域の行政体を計画者として定義していたのに対し、本研究では、広域利水計画の策定を水道事業体および下水道事業体が分担して行動するとして、1本系内の複数地域の間で形成される広域利水システムの代替案を求め、さらに、協力メカニズムの理論と援用することにより、その費用配分方法について検討する。

2° 広域利水計画の策定

1本系内に3つの需要地域が存在し、各地域が本系合に關する取水・排水施設、下水処理に關する二次処理施設の建設を要している場合について考える。広域利水システムの導入を含めると、各地域の施設建設方法の組み合わせには、次の5ケースが考えられる。

- I. 個々の地域が単独で施設建設する
- II. 上流域と中流域が共同建設する
- III. 上流域と下流域が共同建設する
- IV. 中流域と下流域が共同建設する
- V. 全地域が共同建設する

本研究では、これらの組み合わせを提携構造と呼び、協力する地域の集合を提携と呼び表す。

各地域は、本利用施設の建設における目標として、一般に、

- ① 需要の充足
- ② 河川水質の保全
- ③ 経済効率性の追求

をもち、どのような建設方式においてもこれらの充足をいかにかが問題となる。

本研究では、①、②については、需要量・河川水質基準を必ず満たすこととして制約条件として与え、③の経済性を目標とする最適化問題を形成して、上記の目標を必ず代償率を求めることにした。

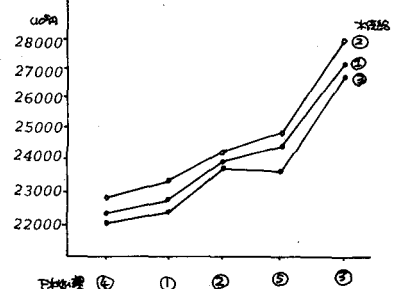
3° 広域利水計画代替案の作成

次に、1つの提携構造のもとで存在する水利利用システムの代替案をどのように求めるかという問題について考察する。こ

表-1 提携方式による施設量 (単位)

提携方式	①	②	③	④	⑤
①	21824	23224	26663	21254	23382
②	22223	23189	27774	21662	23771
③	21698	23186	26732	21224	23305

図-1 各提携の経済効率性



これに關する、水道事業体および下水道事業体が、地域の行政区画を超えて本利用の広域化をはかるとして、存する。

本研究では、広域水道方式として、

- ① 単独に取水浄水施設を建設する。
- ② 上流域に取水浄水施設を一括建設する。下流へは送水する。
- ③ 下流域に取水浄水施設を一括建設する。上流へは送水する。

の3つの水供給パターンを想定し、広域下水道方式としては、

- ① 三次処理施設を単独に建設し両利用を行う。
- ② 下流域に三次処理場を建設し、上流域は、送水して処理を委託する。
- ③ 上流域に三次処理場を建設し、下流域は、送水して処理を委託する。
- ④ ②のパターンで、下流域が上流域へ両利用の送水をする。
- ⑤ ③のパターンで、上流域が下流域へ両利用の送水をする。

の5つの下水処理パターンを想定して、これらの組合せから、1つの提議は、15個の広域利水システムに1つ2つ検討するものとする。

この5つの組合せに関する分析は、水道事業体と下水道事業体をプレイヤーとして、建設費用の最小化を目的とする協力ゲームとしてとらえることができる。1例として、提議構造IVについて分析しよう。表-1に示すような総建設費用を得たとき、各組合せに対する経済的効率性を示した図-1から、下水処理パターンをどうにか決める際に非常に重要であることがわかる。さらに、表-1・図-1から、提議構造IVの場合には、③・④というパターンの本利用システムが経済的であるという結果を得た。

4° ゲームの解概念における費用配分

いま、各提議構造において、提議を組む地域と、単独に行動する地域のそれぞれの建設費用が表-2のようになっている。この表をもとにすれば、各地域の行政主体をプレイヤーとする協力ゲームの特性関数を定義することができる。特性関数とは、ある提議が形成されることにより、最低限支払わなければならない建設費用の負担分のことである。本研究では、ゲーム理論を援用して、この建設費用の配分について分析を行う。

ゲームの解概念の一つであるカーネリの理論において費用配分を行っている。表-3のようになっている。これから、上流域はIとIVで、中・下流域はIVで最善と考えることにする。当該本系における広域利水システムの採用は、中流域と下流域の2地域で行い、上流域は単独建設するのがよいということがわかる。

5° おわりに

本研究では、1本系における広域利水計画に於いて、各地域の主体的な行動力に基づく計画の策定に必要な情報が上記のゲームの考え方を援用した方法論によって得られることを提議し、特に、実証的分析を通じて示された。

しかしながら、広域利水システムをどのよう形で採用するかという問題については、地域特性（地理的条件、人口の分布、工業の分布など）をさらに考慮していく必要があると思われる。特に、本研究では、各地域の本利用システムに対する評価は、建設費用に關してのみ行われたとしているが、本系は、需要充足、水質保全などの目標を定めて、多目標の状況での評価・分析が望まれるのである。

（参考文献）

- (1) 吉川・岡田・篠田、「広域の本利用問題に関するゲーム論的アプローチ」52年度関西大学経済学部研究報告集
- (2) 吉川・岡田・篠田、「広域的・多目的本利用問題に関するゲーム論的アプローチ」52年度全国大学経済学会研究報告集
- (3) 篠田、「ゲーム論的アプローチにおける広域利水計画に関するシステム分析」京大経済学論叢（昭和59年）

表-2 提議構造別費用 (10⁹円)

	I	II	III	IV	V
上流域	2187			2187	
中流域	5388		5346		
下流域	16436	16439			
上流域		7643			
中流域			18811		
下流域				21224	
下流域					27686
総計	24011	24082	24157	23410	27686

※：上流・中流・下流の順に1・2・3の順序とする。

表-3 配分費用 (10⁹円)

	I	II	III	IV	V
上流域	2187	2522	2518	2187	2586
中流域	5388	5121	5346	5087	6016
下流域	16436	16438	16230	16137	19084