

IV—23

地域水資源開発計画におけるコンフリクト調整への多基準分析の適用

北海道大学 正員 加賀屋誠一

1. はじめに

水資源開発は、その河川流域の住民に様々な影響を与える。特にダム建設にみられる影響は、上流地域と下流地域では一般に正反対である。すなわち、上流地域の犠牲の上に下流地域の受益を生むといった、利害対立の形が現われる。このようなダム開発におけるコンフリクトには、受益者・起業者と、水没者間の属人的なもの¹⁾と、下流受益地域と、上流被受益地域間の属地的なものがある。そしてそれらのコンフリクト調整のために現在採られる代表的対策としては、「水没補償」と「開発利益の還元」の考え方がある。これらはいずれも、ダム開発にとって必ずといって発生するコンフリクトであり、また必ず議論がされる調整方法である。しかしながら、コンフリクトを調整する方法・基準については、未だ一般化されたものはないと言ってよく、また具体的な実施例も少ない。したがって、今後関連する法律を十分活用していくためにも調整システムの確立が必要となる。

ここでは、水資源開発に伴う種々の問題解決のためにシステム分析の一方法を用いることを提案する。そしてその方法を水源地域対策に適用し、地域振興と生活再建を含めた総合的な対策立案のための支援システムとして位置づけ、その手順を考えることとする²⁾。次に得られた意思決定支援システムによって、いくつかの代替案と評価基準を導入し分析を行ない、最適な計画代替案の選好可能性についてを検討することとする。

2. 水資源開発に伴うコンフリクトとその対策

2.1 水源地对策

ダム建設は、水没関係住民に新たな土地で新たな生活を営むことを余儀なくさせる。また水源市町村に対しては、人工的過疎化に拍車をかけ、周囲の環境変化はこの問題も生じさせることが多い。一方、ダム開発によって得られた受益は主として下流地域にもたらされる。このように、利得損失が明確に分離されるため、水源地域問題は、現在最も解決困難な社会的問題の1つとなっている。このような建設による利益・不利益の格差は正、悪影響の緩和のための種々の施策を水源地域対策と考える。現在、対策の具体的なものとして、損失補償、公共補償などの起業者補償と、水源地域対策特別措置法（水特法）および、それに基づく水源地域整備計画事業、さらに水源地域対策基金による措置などがある。最近の例では、それらの施策が補完的に運用されていることが多い³⁾⁴⁾。

この中で特に補償基準というものを考えると、「公共用地の取得に伴う損失補償基準要綱」、「公共事業の施工に伴う損失補償基準要綱」などで補償の対象、補償費用などが決められているが、ダム補償の場合は、各ダム建設ごとに、地元との個人補償要綱や地域の総合施策など独自に取り決めを行なっているのが多い。また「水源地域対策特別措置法」は、水没地域市町村の衰退にはどめをかけるため、生活環境、産業基盤等を整備すべく、整備計画を策定し、その実施を推進する等特別の措置を講ずることを目的としている。因みに、昭和55年6月現在、水特法の指定を受けているダムは全国で47事業であり、その内地域指定、整備計画決定ダムは31である。これらの整備計画における事業費としては、道路56.2%、治水8.2%、土地改良7.1%、下水道6.0%が多く、他にスポーツ・レクリエーション施設、宅地造成、公共施設等、多種多岐にわたったものがある。一方、水源地域対策基金は、昭和51年度から創設されたが、受益が2都道府県以上に及ぶ指定水系（利根川・荒川水系、木曾三川水系、淀川水系）や、豊川、矢作川（共に愛知県）等同一県内市町村で構成される「県内基金」も増加している。

このような種々の対策がそれぞれの開発事業の中で生まれてきており実施方法によっては、水資源開発事業を通して流域、あるいは地域総合計画といったものが新たに考えられる。また地域において効果的な対策を考え、それを実施することは、地域の再編成や再建にも影響を与えることとなるので水源地对策は、非常

に重要な方策であり地域計画そのものとも考えることもできる。

2.2 受益者負担と公平性

受益者負担の概念としては、「開発利益」の負担としての意味、例えば公共用地取得の場合に周辺地域の超過買収を行なって事業主体が開発利益を吸収するときに代表されるもの、また「公共サービス」としての公共料金などによる直接的な負担、さらに「公共サービス」の費用を受益に応じて分担する「応益原則」・「利益原則」といったものがある。このような受益者負担の概念を考えると広範な適用性が該当し、公共事業とその受益還元システムの必要性が指摘されている今日、その可能性は大きいと言える。しかしながら、ダム開発の場合、受益の大きさに確定、公平な配分方法を求めることの困難さ、あるいはダム相場などと呼ばれる開発効率の小さいダムの開発を阻害することなどの問題点が発生している。したがって、一般的な水資源開発における受益者負担基準を決めることは難しく、むしろ、下流地域全体と上流水源地域の地域特性、または、公平性、公正性の確保に基づいた相互の交渉による妥協解を明らかにすることで、受益者負担の具体的な実現性があるといえる。換言すれば、水資源開発における受益者負担の基本的な考え方は、広く流域全体の地域開発の問題として、公正・公平の観点を欠くことがなく、また、下流受益地域のみに開発の手が集中することがなく行なわれるべきで、流域圏の地域計画レベルにおいて相互に開発利益を増進されることを考えるべきである。しかも、それらの受益者負担は、一過性のものではなく、長期的な保障のもとにあるものである。その意味から、相互的な生活環境の質を高めるべき施策「水源地域対策基金」の位置づけ、市町村間の交流等のソフトウェア的施策を含めたダイナミックで、弾力性に富んだものとならなければならない。本研究では、水源地域のいくつかの計画代替案について以上の観点から構成し策定するものとする。

3. 分析の方法と手順

3.1 事業計画選択の方法

これまで述べたように、水資源開発にともなう水源地域においては、地域の再編成、再開発によって人工的過疎化等のデメリットを軽減する必要がある。地域の再編成、再開発の方法には、数多くの施策が考えられ、その施策の組合せにより最適な総合的施策を選択する必要がある。これら総合的施策すなわち、総合的⁵⁾事業計画の選択の方法として、伝統的な方法である費用便益分析がある。費用便益分析は、あるプロジェクトを採用するための必要条件として、割引きされた便益が割引きされた費用を上回ること、便益の現在価値と費用の現在価値の差が正でなければならないとし、さらに、複数のプロジェクトの順位付けの場合には、便益－費用比率あるいは便益－費用差の絶対値で判断することが一般的な方法である。しかしながら、評価値が、主として貨幣価値に因らなければならないこと、評価の際に、複数の異なった意思決定システムを反映できないこと、最近のように評価目的が多様性を持つ場合、その対応が難しくなることなどの問題点がある。それらの欠点を補う方法として、目標計画法、階層計画法、多属性効用関数法などいわゆる数学的計画法としての多目的計画法が近年数多く開発されている。これらの方法は、目的あるいは選好性の多様性と異質性を考慮できる点で極めて有効である。しかしながら、多目的最適化モデルは、連続的な場で解析が行なわれるモデルであり、実際の多くの意思決定問題は、相異なったある種の離散的な代替案の集合の中での選択の場合が多い。⁶⁾（例えば、楽観的な案や悲観的な案など）

以上のような一見離散的な代替案の序列化あるいは、それに伴った選択の方法のために開発された技法が、多基準分析であり、今まで開発されたものとしてトレードオフ分析、目標到達法、調和分析、一致性分析（ELECTRE method, Concordance analysis）等がある。^{7),8)}ここでは、ELECTRE methodから発展した方法としてよく用いられている一致性分析（Concordance analysis）をコンフリクト調整のために拡張した新しい方法を考え適用することとする。ここで、一致性とは、いくつかの代替案の序列化に用いられる概念で、序列・選択性が高ければ、一致性が高いと考えることとしている。

3.2 分析手順

一致性分析の拡張した新手法は、図1に略述した手順で行なうものとする。

(1)問題とその構成要素の案出………先述したように
 一致性分析は、事業計画の異なった代替案の機能抽出
 と、それに対する序列化を行なう分析過程を考えるもの
 である。したがって、まず第一に代替案の適確な案
 出、正確な記述の方法が必要になる。一般的に代替案
 は、いくつかの施策の組合せと考えられるから、機能
 的連鎖による計画案をまとめる。ここではそれらを論
 理式で表現し整理することとする。

(2) 計画案インパクトマトリクスの設定………このマ
 トリクスは、意思決定基準に対して各計画代替案のイン
 パクトを評価した結果を表わす。すなわち、計画案
 i の意思決定基準 j に対する結果を、 p_{ij} ($j=1, \dots, J$
 $i=1, \dots, I$) で表わすと、それぞれの単位で評価され
 る。(例えば、費用単位一円、土地利用量一ha、施設
 水準など) 今、各意思決定基準に対して最も高い結果
 の水準を規範と考え、その要素を p^0_j ($j=1, \dots, J$)
 とする。そして、満足あるいは、欲求の結果水準とし
 て、実際値と規範値間の相対的偏差を求める。この基
 準化によって異なったスケールで起こる問題が解消さ
 れる。

(3) 各基準に対する重み付け………基準 j に対する各
 ウェイトを ω_j ($j=1, \dots, J$) と定義すると、それらは
 各基準の相対的重要度を表わす。これは、規範レベル
 p^0_j に関して基準 j の結果の相対的偏差に対する重
 要性を表わしている。ここでの重み付けの方法は意思
 決定者(計画策定者)へ各基準の相対的重要性を質問
 し尺度0~10で算定する。あらゆる便益的基準にとっ
 ては、結果 $p_{ij} > p^0_j$ より有利であると考えられる
 ので重みベクトルは、規範に関する正と負の偏差に対
 して対称ではない。2つの異なった重みベクトルは、
 それぞれ ω^- 、 ω^+ で定義される。

(4)一致性集合の決定………この集合は、計画代替案
 の一対比較手法に基づいて作成される。代替案 i と i'
 ($i, i'=1, \dots, I, i \neq i'$) の各対に対して意思決定基準集合
 は、2つのサブ集合に分割される。そのうち代替案 i
 と i' の一致性集合は、計画 i が計画 i' より選好的であ
 るすべての基準から構成される。すなわち、

$$K_{ii'} = \{ j | p_{ji} \geq p_{ji'} \} \quad \dots\dots (2)$$

ここでの $\geq$ は、弱選好関係を表わす。これは、多くの
 基準に関して計画 i が計画 i' に対して支配的である時
 $K_{ii'}$ はより多くの要素を含むことを意味している。ま
 た、もう1つの集合は、不一致性集合 $D_{ii'}$ と定義され
 る。

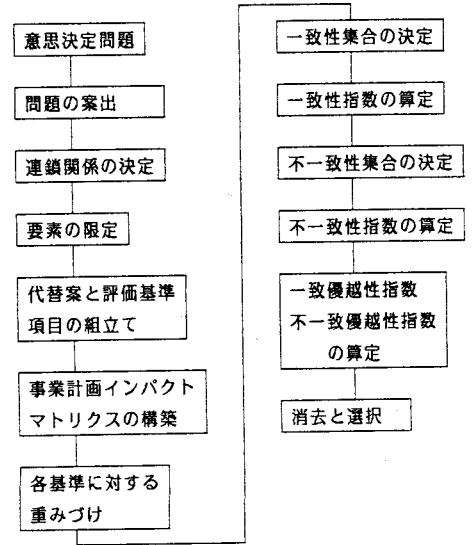


図1 分析の手順

表1 水資源開発に伴うインパクト項目

A 補償に関するもの	
1水没者(個人)補償システム	Cp
2公共補償システム	Cu
B 産業基盤育成に関するもの	
3農林業育成システム	A
4商工業育成システム	I
C 周辺環境整備に関するもの	
5レクリエーション利用システム	R
6文化財記念館等保存システム	Pc
7修景保存システム	Ps
8生活環境整備システム	L
D 長期的管理運営に関するもの	
9基金システム	F
10電力等サービスシステム	E
11施設等運営システム	M

(5) 一致性指数の計算………ELECTRE 等、従来の分析においてこの指数は、

$$C_{ii'} = \frac{\sum_{j \in K_{ii'}} \omega_j}{\sum_{j=1}^J \omega_j} \dots\dots\dots (3)$$

と定義される。

一致性指数は、一致性集合 $K_{ii'}$ の基づく i に関して代替案 i' の相対的重要性を表わしている。ここでの $C_{ii'}$ は明らかに $0 < C_{ii'} < 1$ の条件を満たす。 $C_{ii'}$ の高い値は、一致性集合 $K_{ii'}$ に関する限り、代替案 i' より代替案 i が強く選好されるということを示している。すなわち、 $C_{ii'} = 0$ ならば代替案 i がどの基準でも i' より悪い。また $C_{ii'} = 1$ ならば、計画代替案 i が、他の代替案 i' より完全に優勢を保っているといえる。一致性指数 $C_{ii'}$ は、非対称一致性マトリクス C に含まれる。

$$C = \begin{vmatrix} - & C_{12} & \dots & C_{1I} \\ C_{21} & - & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ C_{I1} & \cdot & \cdot & C_{II} \end{vmatrix} \dots\dots\dots (4)$$

(6) 不一致性マトリクス………一般的に、2つの代替案 i と i' の比較は、 i のある結果が i' より良好であるという情報を持たらす。しかし一方、他の i' の結果は、 i より悪いことになる。したがって、代替案 i の代替案 i' より相対的な優勢度合の計測に加えて、代替案 i が代替案 i' より劣悪であるという結果についても計測しておく必要がある。ここで用いる指数は、不一致性指数と定義し次のように表わす。

$$d_{ii'} = \frac{\sum_{j \in D_{ii'}} (\omega_j |p_{ji} - p_{ji'}| / d_j^{\max}) m_{ji'}}{\dots\dots\dots} \dots\dots (5)$$

$$d_j^{\max} = \max_{0 < i, i' < I} \omega_j |p_{ji} - p_{ji'}| \dots\dots\dots (6)$$

$m_{ji'}$ は、 $D_{ii'}$ に含まれる要素数。 $d_{ii'}$ は、 $0 < d_{ii'} < 1$ であることが明らかである。

不一致性は、2つの計画代替案の相対的相違を計測するものである。ここでは代替案 i の代替案 i' との相違の最大なものは $d_{ii'} = 1$ で示されるし、また最小なものは、 $d_{ii'} = 0$ で示されることが明らかである。要素 $d_{ii'}$ は、非対称不一致性マトリクス D を構成する。なお補足すれば、マトリクス C と D は異なった情報を含む。すなわち、 C は意思決定基準の相対的選好性に関係し、 D は事業計画結果における相違性に関係する。これら補完的マトリクス C と D は、非計量的取り扱いが可能になり費用便益分析に比べ汎用性が大きくなる。

表2 計画代替案の概要と評価基準

計画代替案
1生活再建優先型 従前の地域の産業形態を基本にし、雇用機会の増進を図り、さらにできるだけ人口流出のない施策を考えること
2公共施設重視型 公共用地をできるだけ確保し、生活環境の質を高めるための施設作りを進め、さらに施設の管理運営面での施策を考えること
3地域振興重視型 地域の新しい産業を育成し、またそれに伴う施設作り、環境作りを行ない、雇用機会の増大と、住民の積極性を促す施策を考えること
4周辺利用推進型 ダム貯水地周辺の自然・社会環境を整備し、レクリエーション等の利用、あるいは周辺にある資源を利用した産業立地を推進する施策を考えること
5補償優先型 補償を最大限に確保し地域振興、周辺利用等を特別重視しない場合

評価基準
1自然保全地域面積 (ha)
2レクリ利用面積 (ha)
3農業利用面積 (ha)
4商工業利用面積 (ha)
5雇用機会レベル
6公共施設レベル
7交通施設レベル
8観光客入込レベル
9自治体投資レベル
10個人補償レベル
11長期融資基金レベル

表3 インパクトマトリクスと重み

基準	重み		計画代替案				
	C	D	1	2	3	4	5
1	0.036	0.036	18.0	18.0	5.0	27.3	90.5
2	0.055	0.109	26.3	41.3	54.3	72.3	19.3
3	0.182	0.091	120.0	93.0	83.0	27.3	54.5
4	0.036	0.091	8.0	35.0	45.0	45.0	8.0
5	0.073	0.127	9	6	8	8	9
6	0.109	0.091	5	8	6	6	3
7	0.109	0.091	5	6	7	8	5
8	0.091	0.109	1	3	6	8	1
9	0.091	0.036	-5	-5	-10	-8	-3
10	0.182	0.182	10	7	7	7	10
11	0.036	0.036	2	6	8	8	2

(重み ω および $d_j^{\max}$ は等しいとした。)

(7) 一致優越性指数………一致性指数 C_{ij} と C_{ji} の相違は、計画代替案 i の j' に対する絶対的優越性を計算することによって評価される。もしこの違いが正であれば、代替案 i は j' に対して正に優越性があると考えられることができる。この考え方は、代替案 i の他のすべての代替案に対する全一致優越性指数を算出する場合に用いる。この一致優越性指数は、次のように計算される。

$$C^d_i = \sum_{j'=1}^I C_{ij'} - \sum_{j'=1}^I C_{ji'} \dots (7)$$

明らかに、 C^d_i の正の値は代替案 i の他の代替案に対する優越性を表わしている。 C^d_i の値が優越性は強くなる。結果的に、一致性情報に基づいて最適なものとして選ばれた計画代替案は $\max C^d_i$ の条件を満たしている。他のすべての代替案は一致優越性の順位で選択される。不一致優越性指数も同様に表わされる

(8) 消去と選択………以上の手順は、不適切な代替案、すなわち C^d_i の小さい値のものを、 D^d_i (不一致優越性指数) の大きなものを消去するのに用いることができる。また最も適切な代替案を選択するのに、例えば、最も高い平均順位等を用いることによって求めることができる。

4. 分析例と結果

ここでは、ある河川流域 A を想定し、その上流において建設される B ダムによって生じる補償、生活再建および地域振興計画等、地域計画に関連する総合的施策について考え、対象地域での最適代替案の選択方法について検討するものとする。また、 B ダムの水源地域

は、 C 市、 D 市の 2 市にまたがっており、ダムによる用水確保、治水等の直接的便益は主として 2 市以外の下流市町村に持たせられるとする。この場合、上流水源地域と下流受益地域のコンフリクト調整も大きな課題であるが、水源地域市町村間での地域計画上のコンフリクト調整も必要不可欠な課題である。ここでは、水源地域での合意に基づく計画案の策定を考えることとする。なお、手順は前述したものに従うものとする。

(1) インパクト項目の抽出………ダム建設による影響について、そのインパクト項目を抽出すると、表 1 のように整理される。ここでは、水没者に関係するもの、水源地域に関するもので、大別して補償、産業基盤整備、周辺環境整備、将来の管理運営の方法等に関係するものが案出された。

(2) 計画代替案の構造………上述したインパクト項目について、それらの機能を考え機能連鎖を組立てると次のような形が得られる。(P は計画案)

$$P = (C_p \wedge C_u) \wedge (A \vee I) \wedge (RVP_c \vee P_s) \wedge LVFVE \wedge M \dots (8)$$

これらの機能連鎖の項目を結合させ、いくつかの計画代替案を策定する。ここでは、それらの組合せで数種類の案が考えられるが、その代表的なものを表に示すように整理し分析に用いた。

(3) インパクトマトリクス………次に、インパクトを評価するための評価基準として、いくつかの項目を設定し、各代替案によって持たせられる評価値を算定する。さらに、各地域 (各市) の重要性に基づいた情報

表 4 一致性マトリクス C

$i \backslash j'$	1	2	3	4	5
1	—	0.437	0.564	0.528	0.382
2	—	0.400	0.472	0.436	0.327
3	0.436	—	0.418	0.382	0.618
4	0.527	—	0.254	0.218	0.618
5	0.436	0.400	—	0.182	0.618
6	0.527	0.563	—	0.091	0.618
7	0.472	0.436	0.382	—	0.436
8	0.563	0.599	0.381	—	0.527
9	0.163	0.382	0.382	0.564	—
10	0.108	0.381	0.381	0.472	—

(上段は C 市の場合、下段は D 市の場合)

表 5 計画代替案の序列化 (C^d_i の場合)

地区	計画代替案				
	1	2	3	4	5
C	0.404	0.199	-0.110	0.070	-0.563
	①	②	④	③	⑤
D	-0.090	-0.326	0.311	0.853	-0.810
	③	④	②	①	⑤

により評価基準の重みづけを行なう。その結果は、表3のようにまとめられる。

(4) 一致性分析……作成されたインパクトマトリクスおよび重みを用いて手順(5)を行なう。得られた一致性マトリクスCを表わすと表4のような結果となる。不一致性マトリクスも同様に計算される。

(5) 代替案の序列化……得られたマトリクスから一致優越性指数(あるいは不一致優越性指数)を算出し各計画代替案の序列化を行なう。それらの結果は表5に示される。

(6) 意見相違の調整と合意の可能性……これらの結果、最終的に、各計画代替案についての意見の相違と合意の可能性が構造的に明らかになる。もし合意の可能性について対話型手法を考えるとすれば、それらを再度各地区の計画担当者に提示し重みの修正を行なう。これを何度か繰り返し、意見相違の調整をすることとする。例えば、ここでの分析結果について、これ以上の妥協点が見られない場合、相互の広域的な地域計画を考えることより、それぞれの地区での特性を生かした計画作りを考えることが好ましいと言及できる。

5. まとめと考察

以上、水資源開発に基づく水源地域へのインパクトに対して、どのような代替案が望まれるかについて多基準分析の適用の可能性について検討を行なった。それらの結果を略述すると次のようになる。

1)本分析は、計画代替案の性格が異なった、すなわち、特徴が離散的な代替案を比較する場合に有効である。特に、評価基準の種類、数を問わずまた、代替案の数も問わないので、ある意味であいまいな計画代替案においてもそれを評価することができる。しかしながら、得られた評価の数値そのものの絶対的な意味はなく相対的な評価のみである。また基準に対する重みの評価では恣意性が大きくなることが問題点である。

2)結果については、計画代替案の序列化が一意的になされ、代替案の欲求序列が明確になる。特に、それは、相異なる複数地域を対象とした場合、それぞれの欲求序列の相違が明確になることを意味している。これを利用して、複数地域共通の計画代替案が得られる可能性のついて検討できる。

3)ここでの分析例は、想定された地域において想定された意思決定機関の意見を導入して行なったものである。したがって、ここで案出して評価項目と計画代替案を他へ適用するためには、それぞれの対象地域での計画代替案と、評価基準を選択する必要がある。

さらに、これらの分析プロセスを、水資源問題ばかりではなく、種々のコンフリクトを含む地域計画策定の場合の複数意思決定者の意見調整手法として適用の可能性が大であるといえる。

6. 参考文献

- 1)華山謙；水没補償と生活再建のあり方，現代の水問題，ジュリスト総合特集23，有斐閣，pp197-202，(1981)
- 2)P.Rietveld;Discrete Multi-objective Decision Analysis,Multiple Objective Decision Methods and Regional Planning,North-Holland,pp157-190,(1980) .
- 3)厚木雄介；水源地域対策特別措置法の施行をめぐって，ダム建設と水没補償第2集，日本ダム協会，pp25-47，(1973) .
- 4)田中義昭；水源地域対策基金の業務と課題，上記文献に同じ，pp48-57 .
- 5)J.L.Cohon;Multiobjective Programming and Planning,Academic Press,pp85-97,(1978).
- 6)P.Nijkamp;Theory andApplication of Environmental Economics,North-Holland,pp250-296,(1977).
- 7)P.Nijkamp,J.B.Vos;A Multicriteria Analysis for Water Resource and Land Use Development, Water Resorces Research,vol.13,no.3,pp513-518,June 1977.
- 8)阿部宏史，天野光三，戸田常一；多基準分析に基づく計画代替案の評価モデル，第1回土木計画学研究発表会講演集，1979.1.
- 9)師岡孝次；経営工学の創造性，創造の理論と方法 創造性研究1，日本創造学会，pp100-111,(1980).