

AHP法を用いたダム濁水問題へのゲーム論的考察

The Approach from the Theory of Games and using AHP to Turbid Water Issues in Dams

本條忠應**・木下栄蔵***

by Tadao HONJO and Eizo KINOSHITA

1. はじめに

ダムの濁水問題は工学的領域の課題であると同時に、地域問題としての環境コンフリクトの側面を持っている。特に、その解決にあたっては複数の主体間の利害関係の調整が必要となる。本文では濁水対策の選定に際し、AHP(Analytic Hierarchy Process)を用いたゲーム論的アプローチを試みる。

2. ダム濁水問題

ダム建設に伴い洪水の流入や、貯水位の低下時の貯水池周辺の堆砂細粒分の流入によって貯水池内に濁水が滞留し、貯水池のない場合に比較して下流河川の濁水化が長期間継続する現象を生じる場合がある。これらは河川生態の変化、河川および河口域の魚類・ノリ養殖等の生育不良、レクリエーション価値の低下等、様々な社会経済問題を引き起こすことから、今日の河川環境に対する関心の高まりとともに一層の対応が求められている。

3. ダム濁水問題へのゲーム論的検討

ゲームの理論は、主体が採択する戦略を数学的に定義し、競争・紛争関係を明示的にゲームにモデル化して現状よりベターオフする、主体の行動法則を追求する行動科学の一領域である。しかし、ゲームの場における利得の数値化に定められた方法はなく、コンフリクトの場に提示された様々な情報や個々の価値観にもとづき試行的に求められる場合が多い。

ここでは、多基準型の意志決定問題の解決手法であり、主観的評価の定量的取り扱いを可能とするAHPに着目し、現状の濁水対策の選定プロセスを追跡（現実社会の価値判断を反映）することにより、「利得」のより客観的な数値化を試みる。

(1) プレイヤーと戦略（濁水対策）

(a) プレイヤーの決定

Aダム建設事業の参画者および濁水関係に係わる団体のうちから、水源地住民、利水者、ダム管理者、河川管理者の4グループをプレイヤーとする。

(b) 戦略の選定

Aダムの濁水対策としては、これまでのコンフリクトの場で掲げられた、ダム撤去要求、被害の補償、現状管理、貯水池末端整備、貯水池迂回路の5案を対象とする。ダム濁水問題を巡るプレイヤーと戦略に対応する利得（文章表現）の全体構成表を表1に示す。表中の＋、－の符号は筆者が各プレイヤーの利得から判定したものである。

表－1 利得の全体構成表

濁水対策 プレイヤー	ダム撤去要求	被害の補償	現状管理	貯水池 末端整備	貯水池 迂回路
水源地住民	－ダム撤去運動	＋補償の獲得	－被害の受忍	－被害の継続	＋被害の減少 (約3割減)
利水者	－コンフリクト対処	－支払う補償費用の一部を負担する	＋(フリーライダー)	－整備費用の一部を負担する	－迂回路の建設費用の一部を負担する
ダム管理者	－コンフリクト対処	－被害のうち強要権は消滅しており補償当事者になり得ない	－苦情の増加コンフリクト対処	－苦情の継続	＋苦情の減少
河川管理者	－コンフリクト対処	－他ダムへの波及等河川行政、補償制度に影響	＋社会的受忍の範囲と認定	－アロケーションに見合う公共費負担	－アロケーションに見合う公共費負担

* キーワード 水資源計画、ゲーム理論、AHP、計画手法論

** 正会員 幹チェリーコンサルタント
(〒760 香川県高松市栗林町3-7-23
TEL 0878-34-5111 FAX 0878-62-5095)

*** 正会員 工博 名城大学 教授 都市情報学部
(〒509-02 岐阜県可児市虹ヶ丘4-3-3
TEL 0574-69-0143 FAX 0574-69-0155)

(2) AHP 法による利得の数値化

(a) ダム濁水対策の選定に係る階層図作成

階層図のレベル1（課題）には「ダム濁水対策の選定」を、そしてレベル2にはコンフリクトの場合における各プレイヤーのストレス感度としての『ダメージ・ウエイト』を考える。さらにレベル3では濁水問題の解決に向けての役割・責任としての『リスボンシビリティ・ウエイト』を考える。そして最終レベル4にはダム濁水対策の『代替案』を置く。図-1に階層図を示す。

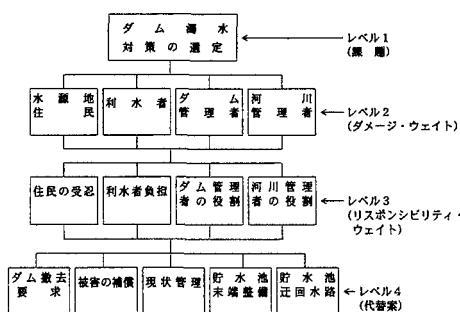


図-1 ダム濁水対策選定の階層図

(b) 一対比較による各レベル要素の重要度

階層図において各要素の比較検討を通じて代替案の重要度を決定する。表-2は各要素間の重要度を表現する際の基準となる一対比較値である。表-3～表-7に結果を示す。表-3を例にとると、表中の①の7はコンフリクトの場合における『ダメージ・ウエイト』に関して水源地住民は、利水者よりかなり重要であることを意味している。ここで表-4～表-7の重要度は各プレイヤーの各戦略に対する利得を示していると考えられる。図-2は「ダム濁水対策の選定」における各レベル要素の重要度を示す。

表-2 一対比較値

一対比較値	意味
1	両方の項目が同じくらい重要
3	前の項目の方が後の方より若干重要
5	前の項目の方が後の方より重要
7	前の項目の方が後の方よりかなり重要
9	前の項目の方が後の方より絶対的に重要
上の数値の逆数	後の項目から前の項目をみた場合に用いる

表-3 ダム濁水対策の選定

	水源地住民	利水者	ダム管理者	河川管理者
水源地住民	1	①7	3	7
利水者	1/7	1	1/5	1
ダム管理者	1/3	5	1	5
河川管理者	1/7	1	1/5	1
重要度	0.58	0.07	0.28	0.07

表-4 住民の受忍

	ダム撤去要求	被害の補償	現状管理	貯水池末端整備	貯水池迂回路
ダム撤去要求	1	1/3	3	1	1/5
被害の補償	3	1	5	3	1
現状管理	1/3	1/5	1	1/3	1/3
貯水池末端整備	1	1/3	3	3	1/3
貯水池迂回路	5	1	3	3	1
重要度	0.12	0.33	0.06	0.13	0.36

表-5 利水者負担

	ダム撤去要求	被害の補償	現状管理	貯水池末端整備	貯水池迂回路
ダム撤去要求	1	3	1/5	3	5
被害の補償	1/3	1	1/5	3	7
現状管理	5	5	1	5	7
貯水池末端整備	1/3	1/3	1/5	1	5
貯水池迂回路	1/5	1/7	1/7	1/5	1
重要度	0.21	0.14	0.53	0.09	0.03

表-6 ダム管理者の役割

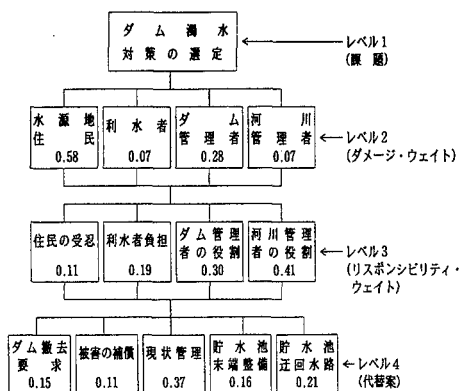
	ダム撤去要求	被害の補償	現状管理	貯水池末端整備	貯水池迂回路
ダム撤去要求	1	3	1/5	1/3	1/5
被害の補償	1/3	1	1/3	1/3	1/5
現状管理	5	3	1	1/3	1/5
貯水池末端整備	3	3	3	1	1/3
貯水池迂回路	5	5	5	3	1
重要度	0.08	0.05	0.16	0.23	0.47

表－7 河川管理者の役割

	ダム撤去要求	被害の補償	現状管理	貯水池末端整備	貯水池迂回水路
ダム撤去要求	1	1	1/7	3	3
被害の補償	1	1	1/5	1/3	1
現状管理	7	5	1	3	5
貯水池末端整備	1/3	3	1/3	1	3
貯水池迂回水路	1/3	1	1/5	1/3	1
重要度	0.17	0.09	0.53	0.15	0.06

表－8 利得の全体構成表（数値表現）

プレイヤー	ダム撤去要求	被害の補償	現状管理	貯水池末端整備	貯水池迂回水路
水源地住民	ダム撤去要求 8	+補償の獲得 23	-被害の受忍 4	-被害の継続 9	+被害の減少 (約3削減) 25
利水者	-コンフリクト対応 5	-支払う補償費用の一部を負担する 4	+(フリーライダー) 14	-整備費用の一部を負担する 2	-迂回水路の建設費用の一部を負担する 1
ダム管理者	-コンフリクト対応 5	-被害のうち過剰補償は削減しており補償当事者になり得ない 3	-苦情の増加 コンフリクト対応 9	-苦情の継続 13	-苦情の減少 27
河川管理者	-コンフリクト対応 8	-他ダムへの波及等河川行政、補償制度に影響 4	+社会的受忍の範囲と認定 25	-アロケーションに見合う公共費負担 7	-アロケーションに見合う公共費負担 3



図－2 ダム濁水対策の選定における重要度

(3) ゲームの場からみた利得構造

(a) 水源地住民と利水者の利得構造

表－4～表－7の各プレイヤーの各戦略に対する重要度を使って、全体構成表に利得を数値表現する。この時、各プレイヤー相互の利得の比較ができるよう次の補正を行う。図－2のレベル2とレベル3の重要度の和を表4～表7の重要度に乗ずる。補正後の全体構成表を表－8に示す。たとえば、表－8の左上（水源地住民*ダム撤去要求の組み合わせ）の数値8は、表－4の{ダム撤去要求の重要度：0.12}×100×(0.58+0.11)により求められる。

ここで表－8の利得（文章表現）の+、－と数値の大小関係から利得のゼロ点はおおよそ13に相当すると考えられる。よって、表中の数字から13を差し引き、コンフリクトの基本的枠組み（ゲームの場）をなす水源地住民と利水者についての利得比較を整理したものを表－9に示す。

表－9 ゲームの場の利得比較

プレイヤー	水源地住民	
	容認する	容認しない
利水者	被害補償 -9	+10 補償の獲得
水源地住民	+1 (フリーライダー)	-9 被害の受忍
ダム管理者	-8 コンフリクトへの対応	-5 ダム撤去要求への対応

表中、右上の組はゲーム上、選択肢として存在しないため、利得を仮想値（-100、-100）とした。

表－9の各ボックス内には、2つの数字がある。始めの数字が利水者の「利得」、後者が水源地住民の「利得」を表す。たとえば左上の組（-9、+10）は利水者が被害補償を選び、住民が容認した場合であり、利水者の得る利得が-9点、住民が得る利得が+10点であることを示す。ここで表－9を戦略行動のゲームとしてみると、利水者にとって被害補償（-9、+10）は現状管理（+1、-9）に比べ利得が少ないため、利水者は現状管理を選ぶこととなる。一方、住民にとっては、利水者が被害補償ではなく現状管理を選んだ場合、現状管理を容認する場合の-9点に対して、容認しない場合の-5点の方が利得が大きい。よって、このゲームは、「利水者

は現状管理を選び、住民はそれを容認しない」という『均衡』＝（現実のコンフリクト状況）に至る。

（b）ゲームの場からみた濁水対策の利得構造

表－9に、さらに貯水池末端整備、貯水池迂回路を加えた場合の利得構造を表－10に示す。利水者の利得は、現状管理＋1点に比べ貯水池末端整備－11点、貯水池迂回路－12点と満足度が次第に低下しており、この2案の濁水対策が選ばれるインセンティブは乏しいと言える。この結果から、利水者および住民にとってインセンティブの働く「濁水対策」は、利水者＞＋1点、住民＞－5点の利得が必要であり、今後の濁水対策の代替案の検討にあたっては、新たな便益を付加する方向が必要と考えられる。

表－10 濁水対策の利得構造

プレイヤー	水 源 地 住 民		
	濁水対策	容 認 す る	容 認 し な い
利 水 者	被害補償	－9 補償の獲得	－100, －100
	現状管理 (フリー ライダー)	＋1 被害の受忍	－8 コンフリクト ダム撤去要求 への対応
	貯 水 池 末端整備	－11 被害の継続	－100, －100
	貯 水 池 迂回路	－12 負担増大	＋12 被害の減少 －100, －100

表中、右上1段目と3段目と4段目の組はゲーム上、選択肢として存在しないため、利得を仮想値（－100, －100）とした。

4. まとめ

水資源開発における環境問題としてのダム濁水問題を、工学的課題に限定せず環境コンフリクトとしてとらえ、AHPを用いたゲーム論的考察を試みた。本研究で明らかになった事項は次の点である。

- ① AHPを用い、濁水対策に対する各プレイヤーの利得の数値化を行った。
- ② ゲーム理論の視点からコンフリクトの枠組みと濁水対策の利得構造を明示した。

本手法の特徴は今日の環境問題の解決の方途を、ゲーム理論に準拠して明示したものであり、意志決定プロセスの透明性を有していると考えられる。今後、より客観性を持たせるためプレイヤーの価値基準の把握手法、戦略に対する評価要素の抽出、最適な階層構造の導出等に向け検討を加えていきたい。