

AHP による合意形成的アプローチ — 河川流域計画を題材として —

池森 茂治¹・平塚 彰²・安田 義郎³・栗田 功⁴

¹学生会員 大阪産業大学大学院工学研究科 (〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3-1-1)

²正会員 工博 大阪産業大学助教授 工学部都市創造工学科 (〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3-1-1)

³兵庫県立大学助教授 経営学部 (〒655-2197 兵庫県神戸市西区学園西町 8-2-1)

⁴正会員 工博 大阪産業大学 経済学部 (〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3-1-1)

1997年に改正された河川法は、水質などの環境悪化の深刻化、地域の個性を生かした川づくりへの高まりなどを受け、河川環境の整備と保全、そして、地域住民の意見を反映した河川整備の導入などが盛り込まれている。この改正を踏まえ、われわれは河川整備計画における意見に対して一対比較を行うことで、計画案の優位性を求めることができる AHP に注目し、学生に対してアンケートを実施しその適用を試みた。その結果、河川流域計画において学生は自然保護を含む水辺利用対策を望んでいることがわかった。

河川流域計画においては、意思決定要因を選択するために ISM や DEMATEL 法を用い、それらを踏まえた上で AHP による評価を行う方がより適切な評価ができるものであると考えられる。

Key Words : consensus building, river basin plan, AHP, ISM, DEMATEL method

1. はじめに

環境リスクを伴う河川流域における水資源開発に対し、河川計画の見直し・延期という記事を新聞などでよくみかけるが、この問題には、基本的に受益者と受苦者という対立構造（ジレンマ）の存在がある。洪水や渇水などの水害を受けた人々にとっては、一刻も早い治水・利水対策が望まれる一方、第三者にとってはより冷静な対応をとるというスタンスがとられることになるであろう。つまり、経験や場所によって被害の捉え方はさまざまであり、水資源開発といっても、利害関係者（ステイクホルダー）の意思によって、開発に対する賛否はさまざまである。そこで、本研究では、これまでの河川流域事業における合意形成に関する整理を行うとともに、河川総合利用に対する意識（水辺・利水・治水）に関して、とくに青年層の意識を把握するために学生を対象にアンケートを実施した。また、一対比較を行うことで計画案の優位性を求めることができる AHP をアンケート結果に適用することにより、これからの河川流域事業を発展させるためのモデルについて検討を行っている。

2. 合意形成について

合意形成の問題については、これまで哲学をはじめとする多くの分野で問題提起されてきた。この合意形成に至るまでには利害関係者でリスクコミュニケーションが行われる。リスクコミュニケーションという用語は、1980年代から使われるようになってきた比較的新しい言葉で、1989年の米国研究評議会（National Research Council）では「個人、機関、集団間での情報や意見のやりとりの相互作用的過程」と定義している。つまり、リスクに関する情報を交換し、ともに意思決定に参加するという双方向的なやり取りの過程がリスクコミュニケーションであると考えられる。また、専門家と地域住民とのリスクコミュニケーションによる意思決定で生じるのが社会的ジレンマである。社会的ジレンマとは、個人の利益または集団の利益かのどちらかの選択を迫られる状況をいう。リスクコミュニケーションと社会的ジレンマの意味を踏まえると、合意形成とは妥協や打算も入り混じったうえで意を合わせるという社会的行為を意味するものではないかと考えられる。

3. 河川流域における合意形成モデルの事例

河川流域における工事例には、ダム建設、防災そして生態系の保護を目的とする工事などさまざまなものがあり、利害の調整も地域によって異なっている。ここでは、事例として、第十堰で揺れ動いている徳島県吉野川の例を見てみることにする。

吉野川は、図 - 1 に示すように四国西部に位置する山間部にその源を発し、四国中央部を流れ、徳島平野の中央部を貫流している。そして、徳島県の石井町、上坂町にまたがる第十堰（固定堰）から旧吉野川を分流したのち、河口部では川幅 1km を超える大河となって紀伊水道に注いでいる。その流域は四国全域にまたがり、流路延長は 194km、流域面積は 3,750km² とわが国では有数の大河である。また、地形が急峻で河川勾配が急なため、降雨が短時間に流れ下ることにより洪水量が大きくなるといった自然条件下にある。

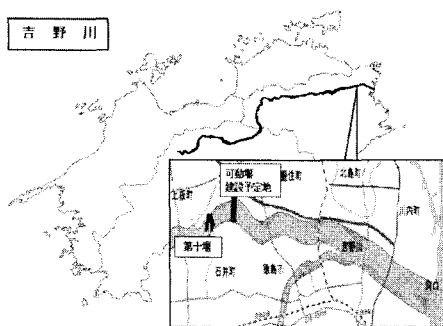


図 - 1 吉野川第十堰

この吉野川で、治水・利水を目的とする「開発推進派」と生態系の保護を目的とする「自然環境保護派」による意見交換が現在も行われている¹⁾。計画では、石井町、上坂町にまたがる第十堰（固定堰）を撤去し、下流約 1.2km（河口から約 13km 地点）に可動堰を建設することになっている。これに対し徳島県住民による抗議運動が展開されてきた。いわゆる第十堰問題である。「開発推進派」とは事業者である。事業者は、第十堰の老朽化、堰上げによる上下流間の不公平性、魚類遡上の困難性などを挙げて可動堰建設を推進している。一方、「自然環境保護派（徳島県の地域住民）」は、第十堰は歴史・文化遺産であり、現状でも豊かな生態系を育むといった理由で可動堰建設に反対している。この問題は住民投票にまで発展し、投票率は住民の約半数にあたる 55% であったが、そのうち総投票数の 90% の住民が可動堰建設に反対するという結果を示すものとなった。

ここで、吉野川における「開発推進派」と「自然環

境保護派」の位置付けを表 - 1 に示す。住民投票の結果は反対が大半を占める結果となり、この表ではタイプ A となる。また、「開発推進者」である事業者と「自然環境保護派」との関係は A1 と A2 を往来しており、開発推進者は自然環境保護派（地域住民）に合意を求めているが相互に共有するという合意形成には至っていないものと考えられる。

表 - 1 「開発推進派」と「自然環境保護派」の位置付け

		開発推進派		
		タイプ1 計画の提案	タイプ2 計画の理解	タイプ3 合意形成
自然環境保護派	タイプA	A1	A2	A3
	反対	信頼関係の確立	賛成・反対意見の把握	計画案の見直し
	タイプB	B1	B2	B3
	中立	計画の把握	計画内容の理解	計画内容の再確認
	タイプC	C1	C2	C3
	賛成	さらなる計画の提案	計画内容の充実	受け入れ条件の了解 (合意形成)

4. 環境価値の評価

環境価値の評価を行うには、対象となる問題の現況分析が必要になる。すなわち、現在どのようなコンフリクトやジレンマがあるのかを明確にすることが大切である。これができなければ、どこに問題があるのかが分からないからである。この変化を把握する方法には社会調査として質問紙調査やインタビューなどの代表サンプル調査が挙げられ、代表的な分析法として多変量解析や、定性的もしくはカテゴリ変数をも扱うことができる数量化分析などが用いられている。また、代替案評価分析手法としては一対比較に基づく AHP, ISM, DEMATEL 法および Hasse Diagram method などがある。

この問題解決型合意形成において河川流域に関する環境価値を知る技法の一つとして有効なものに AHP が挙げられよう。AHP とは、T.L.Saaty が提唱した OR であり、これは幾つかの候補（代替案）の中から最良のものを選びたいという問題において、勘や直観やフィーリングといった人の主観を取り入れつつ、合理的な決定を促す階層構造を作り上げていく技法である。AHP での要素間における重要性の尺度は、1（同くらい重要）、3、5、7、9（極めて重要）を用いる。また、各代替案の重みは代替案の一対比較 A における n 個の固有値のうち最大固有値 $\lambda_{\max}$ とその固有ベクトル W から求める。この結果から各代替案の重みベクトルと各代替案の一対比較における整合度（コンシス

テンシー指数 (C.I.) を求め、一般に整合度が 0.10 (場合によっては 0.15) 以下であれば、隣接行列 A における一対比較は整合性を持つとされている。

$$A \cdot W = \lambda_{\max} \cdot W \quad (1)$$

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

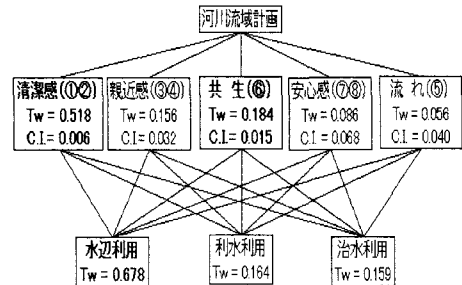
ここに、 A : 隣接行列
 W : 固有ベクトル
 $\lambda_{\max}$: 最大固有値
 $C.I.$: コンシステンシー指数
 n : 固有値数

わが国における社会資本整備 (公共事業) において AHP は用いられてきてはいるが、河川流域計画において使用されている例はあまり見受けられない。そこで、河川流域計画に対する青年層の意識 (水辺・利水・治水) を把握するために、大阪府または兵庫県に位置する 3 大学の学生のうち 446 名を対象に表 - 2 のようなアンケート調査を平成 16 年 6~7 月に実施した。学生にはアンケートを配布したあとすぐに回答してもらい、その日にすべて直接回収している。その内容は身近な河川として、自宅周辺の河川を思い浮かべ、その河川流域の状況について回答するものである。なお、このアンケートについては河川流域に住む地域住民に対しても実施することが可能であるが、今回はまず、さまざまな地域から大学に通う学生がそれぞれの地域で接している河川に対する意見を把握することにより、これからの河川流域のあり方を考察することができると考え学生を対象とした。

表 - 2 アンケート調査項目

項目	感想	まったく思わない	あまり思わない	どちらとも言えない	ややそう思う	非常にそう思う	わからない
① 水がきれい。							
② 河川周辺にゴミが少なくきれい。							
③ 水辺に近づきたい。							
④ 川に入り泳ぎたい。							
⑤ 常に河川は流れている。							
⑥ 自然の生態系に恵まれている。							
⑦ 散歩やジョギングをする人が多い。							
⑧ 開放感がある (ほっとする)。							
⑨ 水辺に駐車場がある。							
⑩ 河川周辺の交通量が多い。							

このアンケートで学生が河川流域計画に望んでいる要素として清潔感 (①②)、親近感 (③④)、共生 (⑥)、安心感 (⑦⑧) そして流れ (⑤) に分類し、計画案として取り上げた水辺利用、利水利用そして治水利用との関連性について AHP による分析を行った。その結果、図 - 2 のような関係が判明し、これにより、学生は自然環境保護を含む水辺利用対策を望んでいることがわかった。



ここに Tw: 総合重要度 CI: 整合度

注) 番号は各調査項目を示す。

図 - 2 AHP による階層構造

5. ISM および DEMATEL 法による評価

また、本研究では AHP のほかに ISM および DEMATEL 法による河川流域計画の階層構造についても試みている。

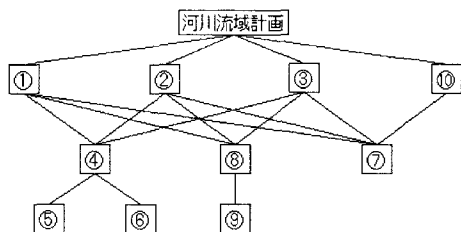
ISM とは、Interpretive Structural Modeling の略で、J.W.Warfield によって提唱されたものである。これは、社会問題を構成するさまざまな要因間の相互関連構造を明らかにする方法である。ISM では要因間の比較を行い、要素 i が要素 j に影響を与えていれば 1、そうでなければ 0 として関係行列 E を作成する。そして、この関係行列 E に単位行列 I を加えた行列が式 (3) を満足するまでブール代数演算規則に従って計算を行い、要因間の直接的および間接の関係を表現する可達行列 N を求める。これを踏まえて本研究で行った ISM による階層構造を図 - 3 に示す。

$$\begin{aligned} (E+I)^{r-1} &= (E+I)^r \\ &= (E+I)^{r+1} \\ &= N \end{aligned} \quad (3)$$

ここに、 E : 関係行列

I : 単位行列

N : 可達行列



注) 番号は各調査項目を示す。

図-3 ISMによる階層構造

また、DEMATEL法とは、Decision Making Trial and Evaluation Laboratory の略で、スイスのバテル研究所が世界的複合問題を分析するために開発したものである。専門的知識をアンケートにより集約することによって、問題の構造を明らかにするものである。これは、要素 i が要素 j にどれくらい直接影響（寄与）しているかを知るために a_{ij} （クロスサポート行列 A ）をつくることによって問題の構造を明らかにする技法である。ISMでは影響度を1または0で行列を表しているのに対して、DEMATEL法では、それを0（無視する直接影響（寄与））、2、4、8（非常に大きい直接影響（寄与））で示している。本調査におけるDEMATEL法での直接影響行列 D による構造化グラフを図-4、全影響行列 F による構造化グラフを図-5、間接影響行列 H による構造化グラフを図-6および相関グラフを図-7にそれぞれ示す。

直接影響行列 D

$$D = s \cdot A \quad (4)$$

全影響行列 F

$$F = \sum_{i=1}^{\infty} D^i = D(I - D)^{-1} \quad (5)$$

間接影響行列 H

$$H = \sum_{i=2}^{\infty} D^i = D^2(I - D)^{-1} \quad (6)$$

ここに、 s : 尺度因子 ($s > 0$)
 A : クロスサポート行列
 I : 単位行列

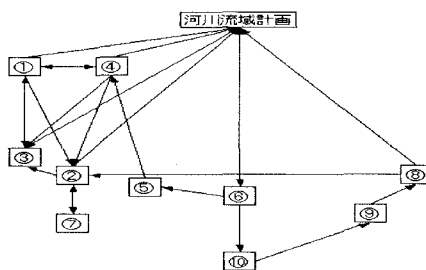


図-4 直接影響行列 D による構造化グラフ

($p=0.100$ (p :しきい値))

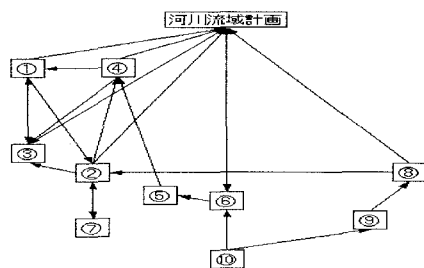


図-5 全影響行列 F による構造化グラフ

($p=0.100$)

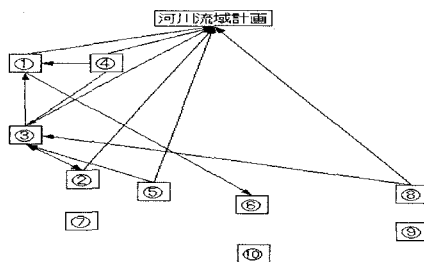


図-6 間接影響行列 H による構造化グラフ

($p=0.025$)

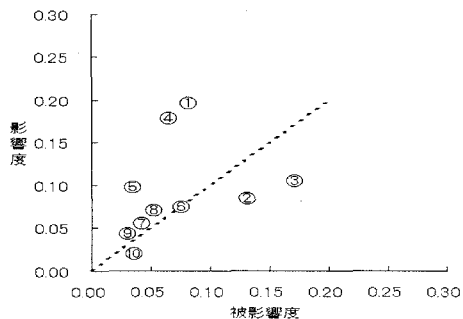


図-7 相関グラフ（影響度と被影響度の関係）

今回、ISM および DEMATEL 法を用いて、とくに青年層に望まれる河川総合利用についての合意形成的アプローチを試みた。しかし、どちらの手法も意思決定を行う際に考えられる階層構造は得られたものの、計画案の提案までには至らなかった。このことより、河川流域計画においては、ISM や DEMATEL 法は、AHP を行う際のアンケートや意見を集めるときの意思決定要因を選択するために用いることが有効ではないかと考えられる。

6. AHP による広島県太田川における地域住民の河川に対する意識調査

ここでは学生の評価と地域住民の評価との相関性を考察するため、広島県がホームページにて公開²⁾している河川流域に関する地域住民のアンケート調査結果のうち、太田川における調査結果を基に AHP による分析を行った。太田川は、広島県西部を貫流する中国地方有数の一級河川で水源を中国山地の高峯海拔 1,339m の冠山に発し、その流域は広島市および東広島市、高田、佐伯郡の一部など 2 市 5 郡にまたがり流域面積は 1,700 km²、幹線流路延長は 103 km である。

広島県太田川を選んだ理由は、一級河川であり多くの地域住民が関わっていること、また、広島県が行ったアンケート内容と本研究のそれが類似しており、この調査結果から AHP による分析を行うことで本研究との比較・研究ができるからである。広島県によるアンケート調査は平成 12 年 11 月～平成 13 年 1 月に実施され、新聞折り込みにて用紙を配布し、郵送による回収としている (5,270 名、回収率 14.3%)。広島県によるアンケート調査結果を AHP にて分析した結果、図 - 8 のような階層構造が判明した。

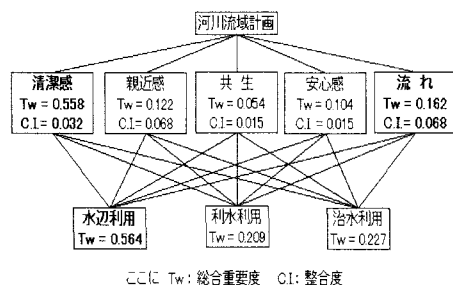


図 - 8 AHP による階層構造

図 - 8 において、太田川周辺では、清潔であり、流れ (洪水等) に対しても安全である水辺利用対策を望むという結果が得られた。また、4. 環境価値の評価

における AHP による分析で示したように、河川流域計画では、学生は自然環境保護を含む水辺利用対策を望んでいる結果となった。したがって、この二つの分析結果より、学生 (近畿圏に在住) と地域住民 (広島県に在住) は河川流域計画においては共に水辺利用対策を望んでいることがわかった。

7. 河川流域計画における意思決定フローチャート

河川事業などの水資源開発の意思決定を行うには、以下の三点が改善課題として考えられる。第一には、ステイクホルダーがどのような範囲で相互にどのような提案を形成しているかを明確にする、もしくは推測する必要があるということ。第二には、生態系の現状調査と開発後の変化予測を行う必要があること。そして第三には、ステイクホルダーによって明らかに予測が異なり議論が平行状態になる場合には、合意形成を目指す上で公正・公平に事を進めることが大切となってくる、ということである。

AHP による計画最適案や河川流域で発生している問題点を踏まえ、流域河川計画を検討した結果、図 - 9 に示すような河川流域計画の意思決定のフローチャートを得るに至った。これは、それぞれの河川や事業予定地における問題点を考察・意見交換することで AHP の結果を踏まえた適切な解決方法を見つけるためのものである。ここでいうハードな代替案とは、ダムや堰などの建設によるものをいい、またソフトな代替案とは地域住民の身近な水質保全活動から河川流域を維持するものを指す。そして、ここで提案しているフローチャートでは、もし、地域住民と事業者の意見・主張に対立状態が存在する場合には、河川流域事業計画の延期または中止も視野に入れることが望ましいことになる。

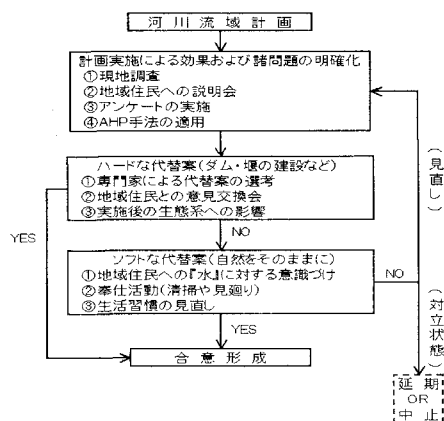


図 - 9 河川流域計画の意思決定

8. まとめ

1997年に改正された河川法は、水質などの環境悪化の深刻化、地域の個性を生かした川づくりへの高まりなどを受け、河川環境の整備と保全、そして、地域の意見を反映した河川整備の導入などが盛り込まれている。この改正を踏まえ、われわれは、河川整備計画における意見に対して一対比較を行うことで、計画案の優位性を求めることができる AHP に注目し、学生に対してアンケートを実施し、その適用を試みた。その結果、河川流域計画において、学生は自然保護を含む水辺利用対策を望んでいることがわかった。一対比較に基づく代替案評価手法としては ISM や DEMATEL 法があるが、河川流域計画においては、意思決定要因を選択するために ISM や DEMATEL 法を用い、それらを踏まえた上で AHP による評価を行う方がより適切な評価ができるものであると考える。

参考文献

- 1) 吉野川第十堰建設事業審議委員会：
<http://www.toku-mlit.go.jp/river/jyuzeki/kensin/kensin.htm>
- 2) 広島県：<http://www.pref.hiroshima.jp/doboku/kasenkikasenkeikaku/ota/kekka.pdf>
- 3) 林祐造，関沢純監訳：リスクコミュニケーション前進への提言，化学工業日報社，1997。
- 4) 建設省四国地方建設局：第十堰改築事業に関する技術報告書 治水編，1995。
- 5) 木下栄蔵：わかりやすい意思決定論入門—基礎からファジィ理論まで—，近代科学社，1996。
- 6) 木下栄蔵：成功と失敗の科学—ゲーム理論から AHP へ—，徳間書店，2003。
- 7) 清野聡子，宇多高明：公共事業の合意形成における専門家のあり方，土木学会環境システム研究論文集，2002。
- 8) 佐藤祐一，萩原良巳，内藤正明：水資源開発に伴うコンフリクトと合意形成を考慮した意思決定システムの提案，土木学会環境システム研究論文集，2002。
- 9) 天野博正：合意交渉行動モデルによる事例分析—電源立地計画事例への適用と検証—，計画行政，No.21，1988。
- 10) 土木学会環境システム委員会編：環境システム—その理念と基礎手法—，共立出版，1999。
- 11) 末石富太郎：環境計画論—環境資源の開発・保全の基礎として—，森北出版，1993。
- 12) 土木学会：合意形成論 総論賛成・各論反対のジレンマ，土木学会，2004。
- 13) 土木学会：土木とコミュニケーション，土木学会，2004。
- 14) 大熊孝：技術にも自治がある，農文協，2004。
- 15) 富山和子：環境問題とは何か，PHP 新書，2001。
- 16) 渡瀬浩：権力統制と合意形成—組織の一般理論—，同文館出版，1981。
- 17) 加藤尚武：正しい合意形成の仕方，晃洋書房，2001。
- 18) 加藤秀樹編：ひとりひとりが築く新しい社会システム，ウェッジ，2003。

CONSENSUAL BUILDING APPROACH BY AHP — IN CASE OF RIVER BASIN PLAN

Shigeharu IKEMORI, Akira HIRATSUKA, Yoshiro YASUDA and Isao AWATA

Based upon the revision of River Law in 1997, we paid attention to AHP which can determine the predomination of plan by conducting a technique called paired comparison and tried the application conducting a questionnaire to the student. As a result, it has turned out that the student desire the waterside utilization including the nature conservation in the river basin plan. First in planning the river, ISM and DEMATEL method are used for selecting the element of decision making, and it is thought that an evaluation by AHP after conducting the methods mentioned above brings about the appropriate estimation.