

吉野川第十堰問題におけるプレイヤー抽出と リスク配分に関する研究

萩原良巳・畑山満則・坂本麻衣子・奥村純平

要 旨

水資源開発をはじめ公共事業計画において、住民参加が重要な位置をしめてきており、地域住民をプレイヤーとして認識することが必要になると考えられる。特に、水資源の開発はその影響圏が広範に及ぶため、多くのステークホルダーが関与することになる。多くのステークホルダーが計画に関与する場合、どのような枠組みでもって一個のプレイヤーとして捉えれば良いのかという問題が生じる。本研究では、一般に分析者の判断にのみ委ねられがちなプレイヤーの設定を、その根拠が明らかとなるような客観的な分析を経て行うためのプロセスを提案する。吉野川第十堰問題を事例としてそのプロセスを示し、コンフリクト分析を行う。そして、提案するプロセスの有用性と、吉野川第十堰問題の今後のコンフリクトマネジメントの方向性と可能性について考察する。

キーワード：水資源開発，コンフリクト，ゲーム理論，住民参加，合意形成

1. はじめに

1.1 日本における水資源コンフリクト

長良川河口堰問題以降、日本において、水資源の開発をめぐる開発と環境の鋭い対立が見受けられるようになった。たとえば、吉野川可動堰建設、諫早湾干拓事業、二風谷ダム建設、川辺ダム建設等におけるコンフリクトはメディアを通して報道され、記憶に新しい。なかでも、吉野川可動堰建設をめぐる建設の可否を問う住民投票が徳島市において行われ、建設反対派の圧倒勝利で終わり、建設計画が白紙に戻されるという公共事業計画としては異例の展開を見た。

1.2 コンフリクトのモデル化と問題点

利害の対立する意思決定主体間のコンフリクト問題をモデル化し分析する手法としてゲーム理論が広く用いられている。ゲーム理論において、コンフリクトは意思決定主体（プレイヤー）、意思決定主体の有する戦略、戦略に対する利得・効用から構成さ

れる。モデル化においては、着目するコンフリクトの本質を損わぬよう、十分な注意を払いながら各構成要素を抽出しなければならない。一般に、構成要素の決定は分析者の判断に委ねられ、モデル化のレベルにおける議論は主に利得・効用の設定に集中することが多い。しかしながら、モデル化の際に最も優先されるであろうプレイヤーの抽出も、分析者の判断のみに委ねられるのではなく、然るべき分析を経て行われるべきであると考えられる。そこで本研究では、吉野川第十堰問題におけるプレイヤーの抽出を、社会データとハザードマップを考慮して行うプロセスを示す。

1.3 プレイヤー抽出の重要性

水資源の開発をはじめ公共事業計画の策定において、住民参加が重要な位置をしめてきている。今後この傾向はますます増長すると推察され、公共事業計画において地域住民をプレイヤーとして認識することが肝要になると考えられる。特に、水資源の開発はその影響圏が広範に及ぶため、多くのステーク

クホルダーが関与することになる。コンフリクトをモデル化する上で、すべてのステークホルダーをプレーヤーとして考慮するのが良いのか、一部が良いのかを、まず考えなければならない。さらに、地域住民をプレーヤーとして認識する場合、どのような枠組みでもって一個のプレーヤーとして捉えれば良いのかという問題が生じる。プレーヤーの設定次第では、当然その後のモデル化が大きく異なってくる。

1.4 吉野川第十堰問題におけるプレーヤー

吉野川第十堰問題においては、徳島県内の吉野川流域に沿って25の市町村が存在する。各市町村の首長の意見聴取が2003,2004年に行われたが、その意見には多かれ少なかれ違いが見られた。それならば、すべての市町村を一個のプレーヤーとして認識するのが良いだろうか？

本研究では、多くの要素を考慮することがコンフリクトの本質を捉える上で必ずしも効果的であるとはいえないという認識のもと、25の市長村を社会データ、ハザードマップ、各市町村首長の意見をもとにグルーピングを行うことで、プレーヤーを抽出する。

社会データとしては、人口、世代構成、財政力指数、産業構成、衛生・福祉に関するものを用い、主成分分析を行うことで各市町村の意見の出所となる社会的な背景に着目する。

また、各市町村の意見の出所としては当然浸水リスクも重要な要素であると考えられる。本研究では、第十堰破堤時を想定した浸水に対するハザードマップと、浸水深による被害の差を考慮して、浸水リスク関数を作成することで、各市町村の浸水リスクを評価する。

さらに、各市町村首長の意見の本質的な部分に着目しグルーピングを行う。

以上3つの要素を考慮することで、徳島県内吉野川流域の25の市町村からプレーヤーを抽出し、各プレーヤーの特徴や構造を理解した上で、コンフリクト分析を行う。

2. 流域市町村の分析

吉野川可動堰問題は、流域の市町村が各々の立場から、様々な論点で意見を述べ合い、混沌とした政治的な問題に発展している。このような数々の意見は歴史的な変化や、産業構造、経済規模を背景としていると推察でき、吉野川可動堰問題を論じる上で流域市町村の地域分析が重要となると考えられる。

本章では、徳島県内の25流域市町村の社会経済的

な統計データを用いて、主成分分析を行うことで市町村の相対的な関係を分析し、プレーヤー抽出のために社会的な背景の類似した市町村のグルーピングを行う。

2.1 地域分析

主成分分析の対象となるデータ（総務省統計局、2004）をTable 1のように選出した。量的データの大きい徳島市がグラフ上で突出するため、グラフ上で他の市町村が徳島市に引き離される形で固まってしまい、徳島市以外の市町村のグルーピングが困難になるため、これらのデータに対して、一部基準化を行った。これをTable 2に示す。

主成分分析の結果、Fig. 1のように25市町村の分布が得られた。それぞれの主成分軸についての解釈を以下に示す。

第1主成分（寄与率；43.3%）：プラスの負荷量が多いのは、以下の変数である。「()内は因子負荷量」

- ・ 人口総数に対する65歳以上の人の割合 (0.922)
- ・ 総面積に対する可住地面積の比率 (0.913)
- ・ 財政力指数 (0.863)
- ・ 総面積に対する道路実延長の比率 (0.850)
- ・ 人口総数に対する15歳未満の人の割合 (0.558)

マイナスの負荷量が多いのは以下の変数である。

- ・ 人口総数に対するし尿処理人口の比率 (-0.723)

以上から第1主成分は「都会度」や「社会のインフラがどの程度整備されているか」という傾向を示す主成分であると考えられる。第1主成分のプラスの値が大きい程‘人口総数に対する65歳以上の人の割合’、‘人口総数に対する15歳未満の人の割合’がともに大きいことを示している。つまり人口という要素そのものが第1主成分に大きく寄与している。第1主成分軸の値が大きければ大きい程、市町村の人口が多く、かつ人々が住む場所も広く、道路といったインフラも整備されていることを示している。他にも財政力指数がプラスに寄与していることから、市町村の財政状態も第1主成分が大きい程豊かであると考えられ、都会であるほどその発展がめざましい第3次産業就業者の比率もプラスに寄与している。第1主成分がマイナスならば、し尿処理人口の比率が増加するという結果も考察を裏付けている。

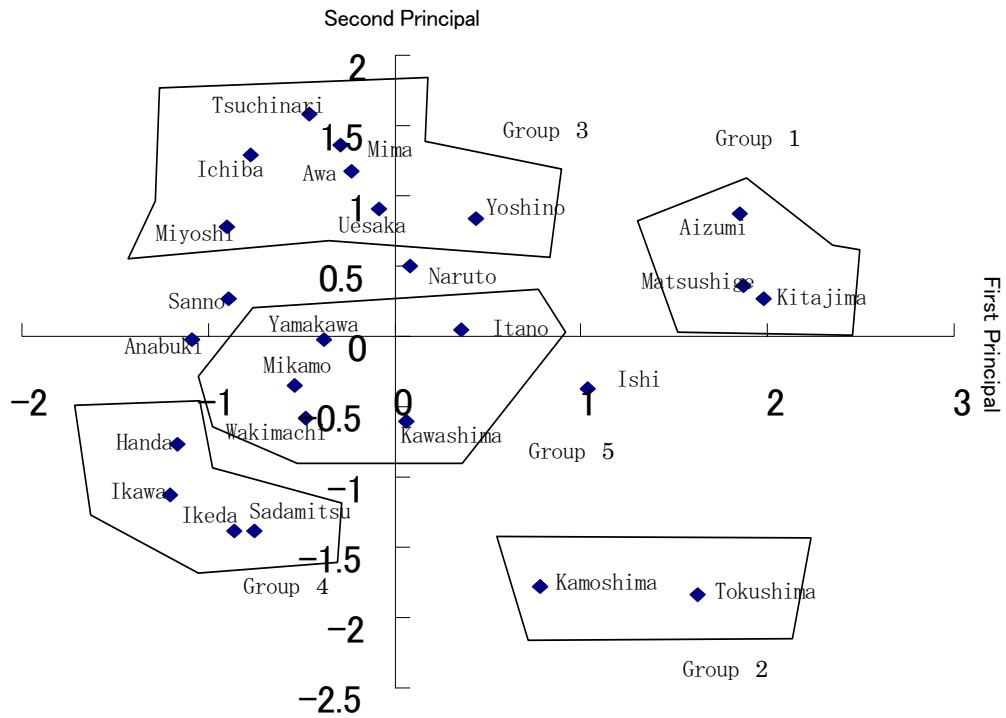


Fig. 1 Results of principal components analysis

第2主成分（寄与率；18.2%）：プラスの負荷量が大きいのは、以下の変数である。

- ・ 人口総数に対する第1次産業就業者の比率 (0.715)
- ・ 人口総数に対する第2次産業就業者の比率 (0.623)

マイナスの負荷量が大きいのは、以下の変数である。

- ・ 人口総数に対する一般病院数と一般診療所数の和の比率 (-0.787)
- ・ 65歳以上の人口に対する老人ホームの比率 (-0.424)

第2主成分は市町村の「福祉の充実」を示していると考えられる。第2主成分がプラスならば一般病院や診療所といった医療施設、または老人ホームが人口に対して不足するという状況を示している。逆に第1次産業や第2次産業が産業構造の中で大きな割合を占め、社会的な福祉が整っていないことを示している。

第3主成分（寄与率；11.9%）：プラスの負荷量が大きいのは、以下の変数である。

- ・ 65歳以上の人口に対する老人ホームの率 (0.552)
- ・ 人口の総数に対する15歳未満の人の比率 (0.510)
- ・ 人口の総数に対する第2次産業就業者の比率 (0.494)

・ 人口総数に対するし尿処理人口の比率 (0.356)
マイナスの負荷量が大きいのは、以下の変数である。

- ・ 人口総数に対する第1次産業就業者の比率 (-0.377)

プラスに寄与する15歳未満の比率、マイナスに寄与する第1次産業就業者の比率に注目し、この成分は「過疎度」を表すものとする。すなわち、一般に高齢者の多い市町村は若者が大都市へ出て行き過疎化が進んでいると考えられ、また、第1次産業就業者に高齢者が多いことを考えれば、第3主成分軸がプラスに大きい市町村に若者が多いことを示し、マイナスに大きければ高齢者が多いことを示すと考えられる。

以上、3つの主成分の累積寄与率は73.4%であり、もとの情報を73.4%まで集約していると解釈できる。これらの解釈により市町村をグルーピングした結果がFig. 1に書き込んである。

グループ1：都市化が進んでいるが、社会福祉の充実が遅れた市町村

グループ2：都市化が進んでおり、社会福祉も充実した市町村

グループ3：都市化、社会福祉の充実共に遅れた市町村

Table 3 List of normalized data form 1990 year book

	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9	y10	y11
Ikeda	0.176	0.196	0.178	0.4	0.04	0.153	0.259	0.849	2.437	0.001122	0.000260
Myoshi	0.208	0.186	0.206	0.18	0.12	0.185	0.204	0.791	3.829	0.000644	0.000000
Ikawa	0.163	0.212	0.222	0.18	0.04	0.182	0.235	0.732	6.809	0.000853	0.001605
Sanno	0.184	0.202	0.288	0.18	0.15	0.157	0.202	0.665	5.251	0.000989	0.000979
Mikano	0.195	0.189	0.23	0.23	0.1	0.169	0.229	0.751	3.72	0.000825	0.000000
Mima	0.178	0.184	0.424	0.21	0.14	0.172	0.189	0.389	6.955	0.000705	0.000000
Handa	0.157	0.225	0.229	0.15	0.1	0.191	0.175	0.38	4.134	0.001182	0.000656
Sadamitsu	0.159	0.218	0.257	0.23	0.1	0.160	0.221	0.52	7.577	0.001305	0.000665
Wakimach	0.182	0.179	0.27	0.34	0.08	0.167	0.216	0.493	3.736	0.000993	0.000291
Anabuki	0.173	0.205	0.169	0.2	0.09	0.181	0.207	0.641	3.343	0.000824	0.000000
Yamakawa	0.182	0.18	0.384	0.31	0.06	0.201	0.227	0.602	6.908	0.000656	0.000454
Awa	0.181	0.176	0.59	0.35	0.13	0.189	0.197	0.606	7.225	0.001001	0.000812
Ichiba	0.184	0.184	0.376	0.27	0.16	0.156	0.204	0.609	4.499	0.000747	0.000452
Kawashim	0.175	0.183	0.64	0.28	0.06	0.170	0.233	0.595	8.762	0.001331	0.000660
Tsuchina	0.181	0.18	0.339	0.27	0.19	0.139	0.189	0.607	3.586	0.000236	0.000000
Yoshino	0.177	0.143	1	0.21	0.09	0.166	0.209	0.608	11.79	0.000682	0.000000
Kamoshim	0.179	0.167	0.706	0.49	0.05	0.144	0.266	0.538	10.66	0.001164	0.000449
Uesaka	0.192	0.149	0.626	0.34	0.11	0.156	0.212	0.622	8.201	0.000558	0.000000
Ishi	0.178	0.157	0.903	0.46	0.09	0.154	0.252	0.528	13.84	0.000992	0.000506
Itano	0.18	0.153	0.482	0.35	0.09	0.152	0.207	0.508	7.103	0.000871	0.000473
Aiou	0.235	0.092	1	0.63	0.04	0.185	0.24	0.25	13.95	0.000935	0.000424
Tokushim	0.178	0.126	0.716	0.87	0.03	0.121	0.316	0.198	8.311	0.001245	0.000270
Naruto	0.179	0.154	0.426	0.68	0.07	0.160	0.255	0.399	5.109	0.000836	0.000301
Matsushig	0.201	0.102	0.993	0.7	0.07	0.144	0.282	0.266	10.99	0.000661	0.000808
Kitajima	0.204	0.1	10	0.66	0.03	0.197	0.264	0.299	15.51	0.000895	0.000527

グループ 4：都市化が遅れているが、社会福祉の充実が進んだ市町村

グループ 5：都市化が遅れており、社会福祉の充実が県の中で中程度の市町村

2.2 地域変化の分析

Fig. 1 から読み取れるように、三野町、穴吹町、鳴門市、石井町の分類を一意的に行うことは困難であった。そこで本節ではこれら市町村の分類を歴史的な経緯にもとづき行うこととする。具体的には 25 市町村について Table1, 2 と同様の項目について過去のデータを集め、2004 年度版のデータとともに主成分分析を行うことで、時間経過を考慮した分析を行う（萩原ら、1977）。

新しく得られた主成分軸上で各市町村の値がどのように変化しているかという市町村の変化についての情報を得ることができ、それをもとに前節では分類できなかった 4 市町村をグルーピングする。着目する社会経済的統計データに関する変化と、Fig. 1 に示される現在の分布との対比の中で、改めて地域の特性を浮き彫りにするのがねらいである。なお、過去のデータとしては、1990 年に台風 19 号による甚大な被害が発生していることや、吉野川第十堰の可動化の検討が 1991 年に始まったことなどから 1990 年のデータを用いることとした。1990 年の社会

データ（農林水産省、1990）（徳島県地方課、1990）（総務省自治財政局、1990）（環境省、1990）（厚生労働省、1990a）（厚生労働省、1990b）（国土地理院、1990）を Table 3 に示す。

Table 2, 3 のデータを用いて主成分分析を行った。この結果を Fig. 2 に示す。主成分分析の軸の解釈は以下の通りである。

第 1 主成分（寄与率；32.8%）：プラスの負荷量が大きいのは、以下の変数である。「() 内は因子負荷量」

- ・ 人口総数に対する第 3 次産業就業者の比率 (0.817)
- ・ 財政力指数 (0.760)
- ・ 総面積に対する道路実延長の比率 (0.635)

マイナスの負荷量が大きいのは、以下の変数である。

- ・ 人口総数に対する第 1 次産業就業者の比率 (-0.738)
- ・ 人口総数に対する第 2 次産業就業者の比率 (-0.723)

日本は高度経済成長期の第 1 次、2 次産業を主体とする発展から、サービス業を中心とした第 3 次産業へとシフトしたという歴史的な経緯をもつが、この第 1 主成分はそういった日本の多くの他地域で経験した歴史的な経緯を表現していると解釈ができる。

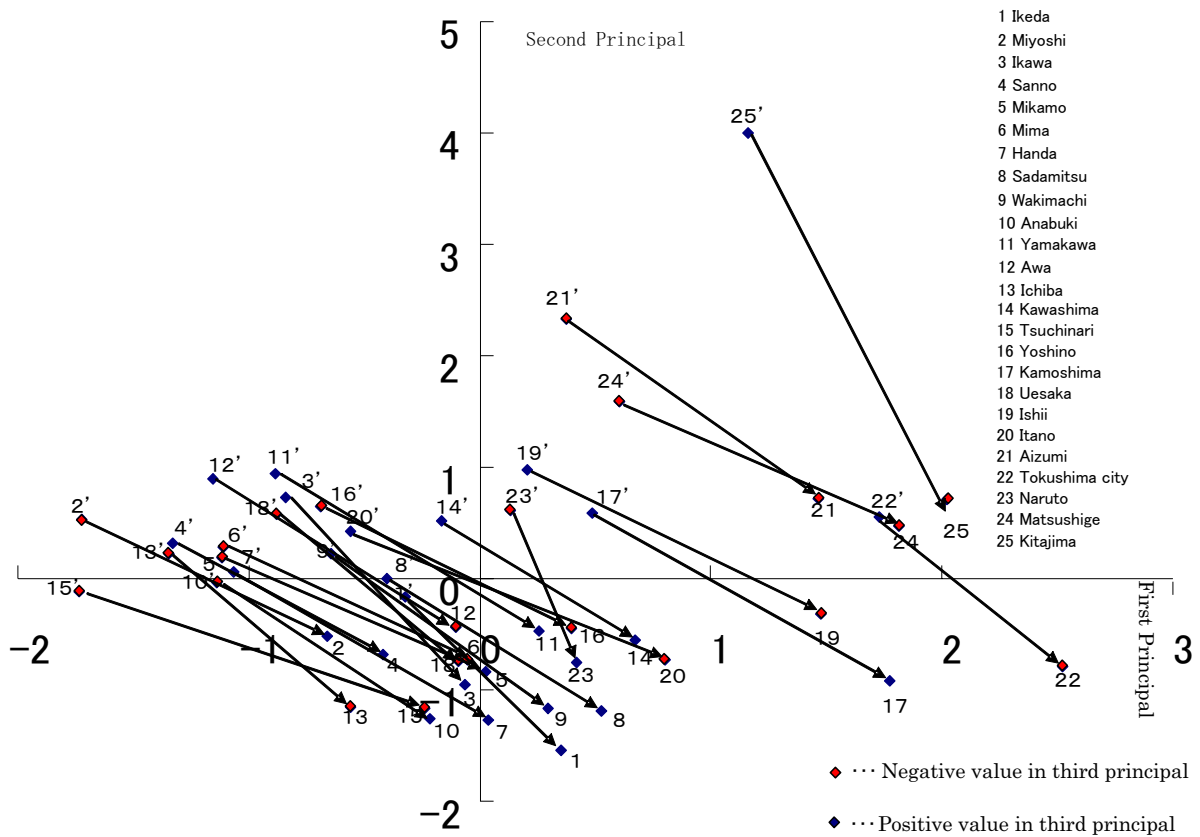


Fig.2 Results of principal components analysis and changing process

したがって、この第1主成分を「産業形態と経済的豊かさ」と呼ぶことにする。

第2主成分（寄与率；21.8%）：プラスの負荷量が多いのは、以下の変数である。

- ・ 人口総数に対する15歳未満の人の比率 (0.837)
- ・ 総面積に対する可住地面積の比率 (0.644)
- ・ 総面積に対する道路実延長の比率 (0.519)

マイナスの負荷量が多いのは、以下の変数である。

- ・ 人口総数に対する65歳以上の人の比率 (-0.682)

ここでは‘人口総数に対する15歳未満の人の比率’、‘人口総数に対する65歳以上の人の比率’で表される老若という2つの対立要素に注目して、第2主成分は市町村の若さ、すなわち「高齢化の度合い」を表すものとする。

第3主成分（寄与率；12.5%）：プラスの負荷量が多いのは、以下の変数である。

- ・ 65歳以上の人口に対する老人ホーム数の比率 (0.766)
- ・ 人口総数に対する一般病院数と一般診療所数の和の比率 (0.639)

マイナスの負荷量が多いのは、以下の変数である。

る。

- ・ 人口総数に対する第1次産業就業者の比率 (-0.422)

一般的に第1次産業就業者には高齢者が多いという事実と照らし合わせると、高齢者の多いところほど社会福祉の充実が下がるという傾向を表す軸であると解釈できる。プラスの負荷量が多い2つの項目に着目して、この第3主成分は「老人に優しい地域」とした。

以上、3つの主成分の累積寄与率は67.1%であり、もとの情報を67.1%まで集約していると解釈できる。

こうして各主成分に解釈を与えることで過去から現在へのベクトルの変化が大きな意味を持つことになる。Fig. 2に各市町村の変化が示されている。これから分かるように、すべての市町村のベクトルが右下方向であるということは、各市町村において産業の構造の変化、経済的発展、高齢化が共に進んでいることを示している。

さらにFig. 3を用いて、過去の状態と比較することで現在の状態がより明確になる。Fig. 3にはFig. 1でグルーピングできなかった4市町村の経緯をベクトルで示しているが、三野町、穴吹町、石井町については過去から現在へのベクトルの傾き・大きさは

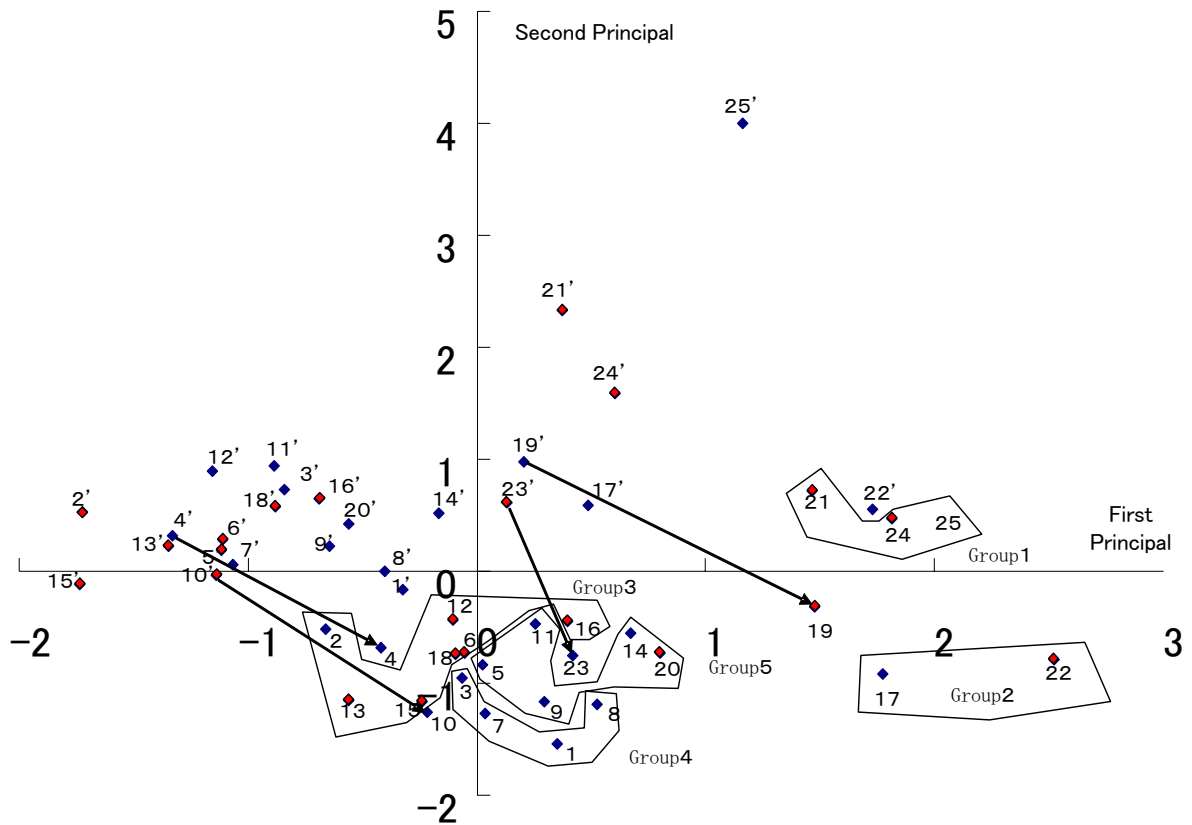


Fig. 3 Grouping towns using results of principal components

他の市町村と似通っていることが分かる。そこでこれらの市町村の変化は他の市町村と類似していると考え、Fig. 3 上で現在の市町村のプロットのみに着目し、一意的に石井町をグループ 2 へ、三野町、穴吹町についてはグループ 3 へグループピングする。

鳴門市はどうであろうか？鳴門市のベクトルの勾配は突出して急であり、安易にグループ 5 へグループピングすることはできない。ベクトルの勾配が急であるということは、鳴門市は過去から現代への変化の中で産業構造の変化や経済的な成長が他の市町村と比べ穏やかであったということを示す。また Fig. 1 の第 2 主成分軸「社会福祉の充実」は若干のプラス（＝やや乏しい）となっていることもあわせて考えれば、鳴門市をグループ 3（都市化、社会福祉の充実共に遅れた市町村）と分類することもできるが、
 ‘産業構造の変化や経済的な成長が他の市町村と比べ穏やかであった’ という分析結果だけで、今現在都市化が遅れた市町村であると解釈することは難しい。さらに今回分析に用いたデータは基準化したデータであり、基準化する前のデータにおいて鳴門市は徳島市に次いで量的に突出していた。以上より鳴門市は都市規模こそ大きい、その割に産業構造や経済的発展の小さな市町村と考えられる。本章では鳴門市の解釈をここでとどめ、グループピングを保留することにした。

以上、主成分分析を用いて 25 市町村を 5 つのグループに分類したが、災害が起こった場合に都市化の進んだ市町村ほど経済的な損失が大きく、福祉の充実の乏しい街ほど災害弱者である高齢者の被災リスクが大きいことを考えれば、最も危険なのはグループ 1 と考えられる。Fig. 4 にこれらグループの地理的配置を示す。この図から、藍住町、松茂町、北島町は共にグループ 1 でかつ旧吉野川流域であることが分かる。吉野川の水は流域市町村に工業用水、農業用水と様々な面で利水される。旧吉野川流域も例外ではなく、第十堰の分流で流れ込む吉野川の水を利用している。しかし、第十堰の分流の機能は十分でなく、旧吉野川流域の市町村に水利用の不公平をもたらしているという指摘がある。さらに本章で示した地域分析による災害リスクの大きさを考慮すれば、旧吉野川流域は可動堰に関するコンフリクトを解決していく上で無視できない要素であることが改めて確認できる。また上流・下流という区別はもとより、吉野川をはさんだ右岸と左岸でもグループピングの傾向が表れていることが分かる。社会の形成に地理的なネットワークが大きく関与していることを示していることが確認できる。

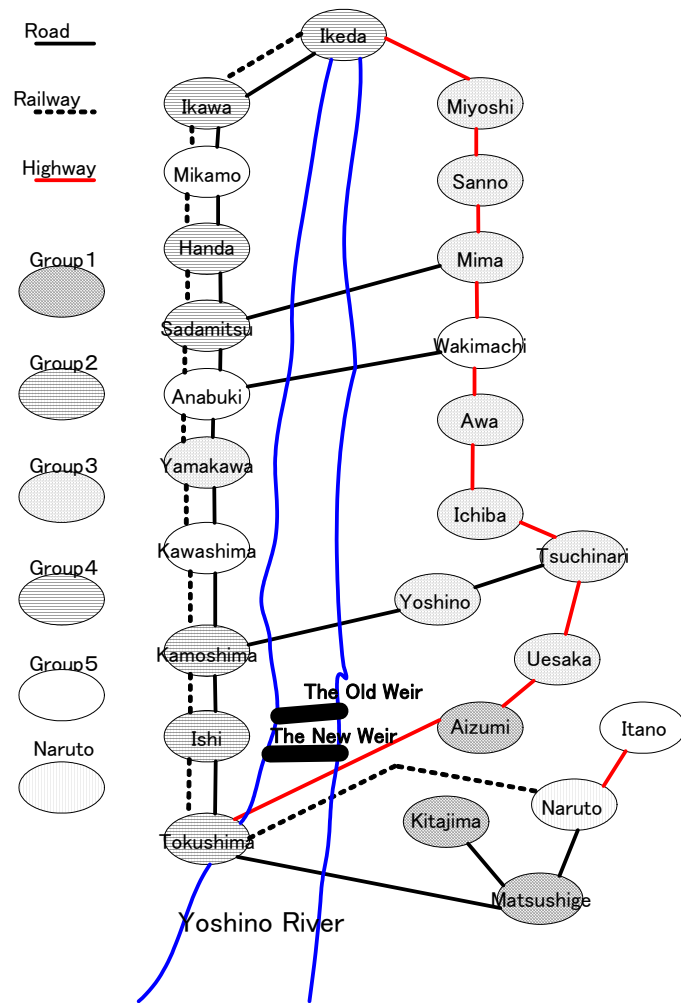


Fig. 4 Spatial distribution of groups

3. 地域の浸水リスク

3.1 浸水リスクとは何か

本章では、各市町村の実際的な「浸水リスク」を分析する。そのために、まずは本研究における「浸水リスク」を以下で定義する。

大雨が降ると、河川が氾濫し人の生活する空間や、農地、あるいは交通機関が「浸水」することが考えられる。その浸水によって直接的に人命や財産が奪われたり、二次的にインフラの被害に起因する生活上の障害、健康への危害なども考えられる。一般的にそれらの深刻さは浸水深が深いほど増大すると考えられるが、他にも地形的な勾配であったり、地盤の水はけ、避難所など防災対策の充実、洪水の発生時期など様々な外的要因で増減することが考えられる。

浸水被害は浸水規模と外的要因で決定されると考えられるので、浸水の規模が分かった上で、さらに外的要因をすべて考慮できれば、ある地域が浸水した際の人的被害や経済的被害を明確に表現できる

と考えられる。しかし、外的要因は「災害発生時に誰がどこを歩いているか」といった細かいことまで考慮するならば無数に存在し、時間軸をもって変動するので、これらすべてを考慮して予測することは不可能である。そこで、浸水によって生じる被害を予測するときには被害の大小を確率的に論じることになる。本研究では、浸水リスクの定義として「降雨によって生命・財産に与える被害の確率と重大さの1つの測度」（堤・萩原，2000）を用いることとする。

3.2 ハザードマップによる浸水リスク評価

次に各市町村の浸水リスクを具体的に分析することを考える。浸水リスクは浸水規模と外的要因によってその大小が決まると述べたが、本研究では浸水深と浸水面積によって表される浸水規模で浸水リスクを評価することとする。つまり「浸水面積が広ければ広いほど、浸水深が深ければ深いほど降雨によって生命・財産に与える被害の確率と重大さの1つの測度は大きくなる」と考えるのである。浸水リ

スクの推定にあたっては国土交通省発行の浸水想定区域図（国土交通省四国地方整備局徳島工事事務所，2004）を用いた。この図は，‘指定時点の吉野川の河道の整備状況，早明浦ダム・池田ダム・富郷ダム・柳瀬ダム及び新宮ダムの洪水調節施設等を勘案して，岩津下流域については，洪水防御に関する計画の基本となる降雨である概ね 150 年に 1 回程度起こる大雨が降ったことにより吉野川がはん濫した場合に想定される浸水の状況を，シミュレーションにより求めたもの’とあり，‘また，岩津上流域については，洪水防御に関する計画の基本となる降雨である概ね 100 年に 1 回程度起こる大雨が降ったことにより吉野川がはん濫した場合に想定される浸水の状況を，シミュレーションにより求めたもの’とされている。ただし，シミュレーションの実施に当たって，支派川の氾濫，想定を超える降雨，高潮，内水による氾濫等を考慮してはいない。

図上では浸水深は 0.5m 未満，0.5~1.0m，1.0~2.0m，2.0~5.0m，5.0m 以上という 5 つのオーダーで色分けがなされており，各々の浸水面積を地図上から読み取れば，各市町村の浸水規模を評価することができる。なお，浸水面積を算出する方法として本研究では GIS を用いて，具体的に以下の作業を行った。

入手できた浸水想定区域図はラスタデータ（地理情報システム学会，2004）であり，ベクトルデータ（地理情報システム学会，2004）ではなかった。そのため国土地理院発行の数値地図 25000（2001 年 10 月発行）における水涯線データに区域図を重ね合わせ想定区域図を示すポリゴン（地理情報システム学会，2004）を作成した。このポリゴンと数値地図 25000 における行政界データをオーバーレイ（地理情報システム学会，2004）することにより市町村単位での浸水深別の浸水面積を得た。もとの浸水想定区域図は 5 つのオーダーで浸水深ごとに色分けがなされているが，本研究の分析においては 0.5m 未満，0.5~1.0m を 1 つのオーダーとしてまとめ，計 4 つのオーダーで面積を算出する。これは色分けを区別することがポリゴン化された浸水想定区域図上で困難だったためである。しかし，この 2 つのオーダーの浸水深は比較的浅く，次節で作成する浸水リスク関数にも大きな影響はないと考え，4 つのオーダーとした。算出した浸水深別浸水面積を Table 4 に示す。また，面積を算出する際に作成したポリゴンデータを Fig. 5, 6 に示す。

3.3 浸水リスク関数の作成と浸水領域の分析

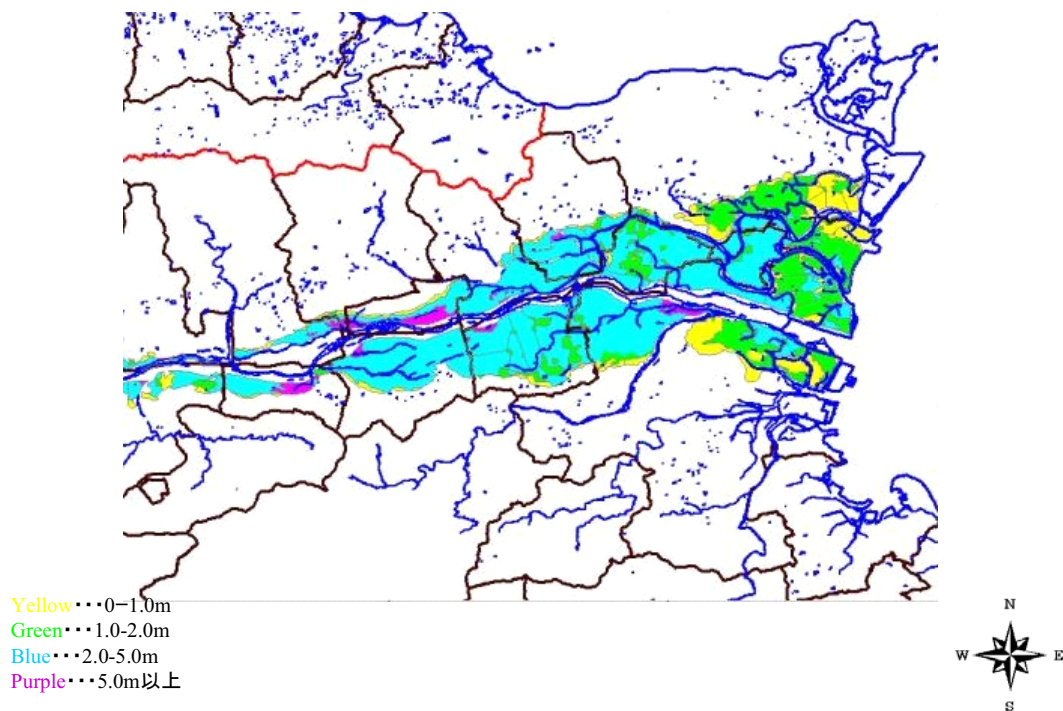
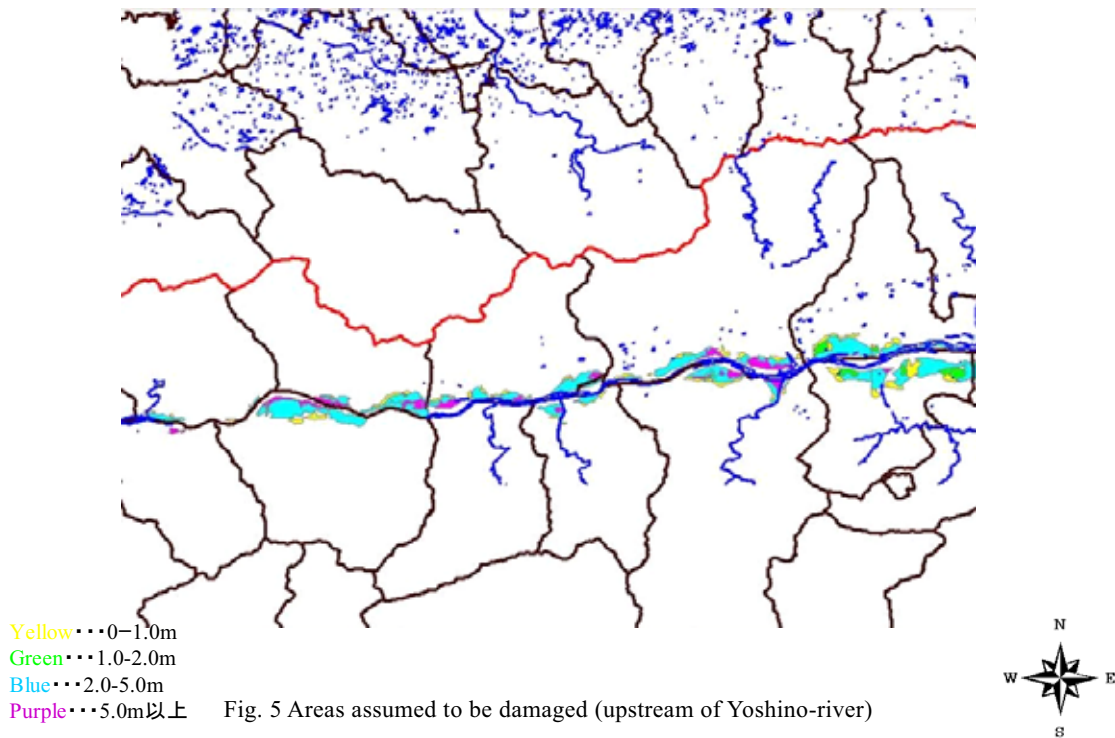
本節では，Table 4 から浸水リスクをより客観的に評価するための浸水リスク関数を作成する。今，各

Table 4 Square measures damaged by floods

	Flooded Area(km*2)			
	Under 1m	1-2m	2-5m	Over 5m
Ikeda	0.00	0.10	0.00	0.16
Miyoshi	0.00	0.50	0.00	0.10
Ikawa	0.15	0.00	0.00	0.00
Sanno	0.69	1.78	0.00	0.30
Mikamo	0.54	2.75	0.00	0.35
Mima	0.76	1.96	0.00	0.43
Handa	0.00	0.00	0.00	0.00
Sadamitsu	0.08	0.82	0.00	0.24
Wakimachi	1.12	1.71	0.00	0.61
Anabuki	0.65	1.34	0.07	0.41
Yamakawa	0.07	3.25	0.88	1.21
Awa	0.00	2.91	0.57	1.05
Ichiba	0.19	2.24	0.00	0.40
Kawashima	1.17	2.57	0.22	0.33
Tsuchinari	0.13	0.33	0.06	0.21
Yoshino	1.86	2.98	0.00	0.95
Kamoshima	0.33	15.30	0.00	0.64
Uesaka	0.31	7.85	0.00	0.16
Ishi	0.40	17.68	2.76	0.69
Itano	0.19	8.68	0.38	0.54
Aiou	0.00	10.40	3.29	0.27
Tokushima	1.05	45.22	15.90	9.42
Naruto	0.00	1.80	10.66	10.79
Matsushige	0.00	1.22	4.76	2.98
Kitajima	0.00	6.94	0.66	0.10

市町村に 1.0m 未満の浸水領域 A_1 ，1.0~2.0m 未満の浸水領域 A_2 ，2.0~5.0m 未満の浸水領域 A_3 ，5.0m 以上の浸水領域 A_4 を得ており，これらに重みをつけた 1 次結合を浸水リスク関数とすることを考える。重みのつけ方は一般に浸水深が深いほど浸水リスクが大きいことを考慮に入れて行うべきであり，その過程において旧建設省（1974）が発行している「建設省河川砂防技術基準（案）同解説」の中の浸水深と被害率の関係を参考にした。この中で「流量規模別に想定される被害額は資産額に被害率を乗じて算出する」とあり，ここでの被害率は資産が浸水によってどれほどの割合で経済的に損失するかを予測する目安になっている。本研究では，この被害率から重みを近似的に決定する。

旧建設省による浸水深と被害率の関係を Table 5 に示す。本来ならば吉野川流域の過去の浸水被害分析をした上で，この地域に特化した被害率を考えるべきであるが，本研究では Table 5 中 B グループの家屋の被害率と床上浸水深の関係をもとに浸水リスク関数を作成することとする。この被害率は吉野川流域を対象としておらず，さらに土地の勾配が全て 1/500~1/1000 であるという仮定にもとづいたものであり，吉野川流域における厳密な被害額を算出するものであるとは言えない。しかし，25 市町村の相対



的な被害の大きさの比較は十分行えると考え。なお、旧建設省の注によると「床上浸水 200cm 以上の棟数の 45%、土砂堆積 50cm 以上の棟数の 50%は、

全壊として被害率を 1 とし、別計算して加える」とあり、全壊は別個に評価がなされている。しかしながら、本研究では全壊は被害率 1 であると考え、あ

Table 5 Relationship between damages and water depth estimated by Ministry of land infrastructure and transport

資産種類等	浸水深等	床下浸水	床上浸水					土砂堆積(床上)	
			50cm	50~	100~	200~	300	50cm	50cm
			未満	99cm	199cm	299cm	300	未満	以上
家屋	Aグループ	0.03	0.053	0.072	0.109	0.152	0.22	0.43	0.57
	Bグループ	0.03	0.083	0.126	0.177	0.266	0.344	0.43	0.57
	Cグループ	0.03	0.124	0.21	0.308	0.439	0.572	0.43	0.57
家庭用品			0.086	0.191	0.331	0.499	0.69	0.59	0.69
事業所	償却資産		0.18	0.314	0.419	0.539	0.632	0.54	0.63
	在庫資産		0.127	0.276	0.379	0.479	0.562	0.48	0.56
農漁家	償却資産		0.156	0.237	0.297	0.366	0.45	0.37	0.45
	在庫資産		0.199	0.37	0.491	0.576	0.692	0.58	0.69

- 注) 1. 床上浸水200cm以上の棟数の45%、土砂堆積50cm以上の棟数の50%は、全壊として被害率を1とし、別計算して加える。
 2. 家屋のA、B、Cのグループ区分は、地盤勾配による区分で、Aは1/1000以下、Bは1/500~1/1000、Cは1/500以上である。
 3. 表は、水害統計調査結果(36~42年)によって作成したものである。

Table 6 Compensated relationship between damages and water depth

被害率	床上浸水				
	50cm	50~	100~	200~299cm	300以上
	未満	99cm	199cm		
家屋(Bグループ)	0.083	0.126	0.177	0.5963 { =45/100(*1) +55/100*(0.266) }	0.6392 { =45/100(*1) +55/100(0.344) }

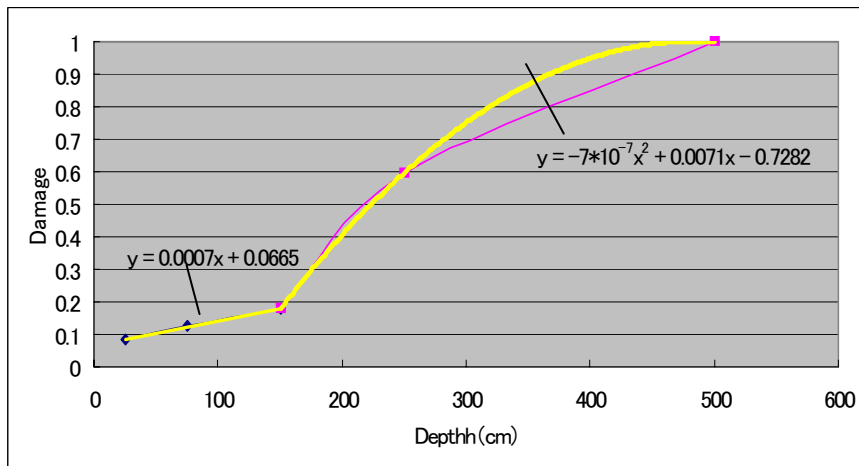


Fig. 7 Flood risk evaluation model

らかじめ補正を加える。

こうして Table 6 に示す関係を得る。さらに 50cm 未満の浸水深については 25cm, 50~99cm については 75cm, 100~199cm については 150cm, 200~299cm には 250cm の被害率を対応させる。そして、浸水深が十分に大きくなれば被害率は限りなく 1 に近づくと考えられるので、浸水深 5m は浸水深として十分大きいと考え、近似的に (500,1) という点を想定する。

次に以上の関係へ近似曲線を導入する。近似曲線の導入にあたっては、(25,0.083), (75,0.126), (150,0.177)の部分については線形近似を、(150,0.177), (250,0.5963), (500,1)の部分については多項式近似を用いた。なお近似曲線の決定は最小二乗法によって

行われており、決定された近似曲線において前述のプロットとの誤差の二乗和は最小化されている。このようにして決定された近似曲線を Fig. 7 に示す。

この近似曲線 $f(x)$ は以下のように定式化できる。

$$f(x) = \begin{cases} f_1(x) = 0.0007x + 0.0665 & (0 \leq x < 200) \\ f_2(x) = -7.0 \cdot 10^{-6} x^2 + 0.0071x - 0.7282 & (200 \leq x) \end{cases} \quad (3.1)$$

次に式 (3.1) をもとに浸水リスク関数を構築する。近似に用いている被害率は家屋に対して適用されるので、まず浸水面積のデータを 1995 年の国勢調査データをもとに世帯数に変換することとする。このために、各市町村について家屋が均等に分布している

と仮定する。すなわち、各市町村の全面積を A 、浸水面積を A_s 、全世帯数を N 、浸水世帯数を N_s とすると次の等式が成立すると考える。

$$\frac{A_s}{A} = \frac{N_s}{N} \quad (3.2)$$

1.0m 未満の浸水世帯数 N_1 、1.0~2.0m 未満の浸水世帯数 N_2 、2.0~5.0m 未満の浸水世帯数 N_3 、5.0m 以上の浸水世帯数 N_4 について近似式 (3.1) をもとにそれぞれ重みをつけると浸水リスク関数 $G(x)$ は以下のように定義できる。なお、近似式 (3.1) への浸水深の代入については各浸水深範囲の中間点を採用している。

$$G(x) = f_1(50)N_1 + f_1(100)N_2 + f_2(250)N_3 + f_2(500)N_4 \quad (3.3)$$

さらに式(3.2)より式(3.3)は以下のように書きかえられる。

$$\begin{aligned} G(x) &= f_1(50) \frac{A_1}{A} N + f_1(100) \frac{A_2}{A} N \\ &\quad + f_2(250) \frac{A_3}{A} N + f_2(500) \frac{A_4}{A} N \quad (3.4) \\ &= \frac{N}{A} \{ f_1(50)A_1 + f_1(100)A_2 \\ &\quad + f_1(250)A_3 + f_2(500)A_4 \} \end{aligned}$$

本研究ではこの式(3.4)を浸水リスク関数として各流域市町村の浸水リスク評価に用いることとする。浸水リスク関数より得られる値の単位は世帯数である。式(3.4)にもとづいて算出された値を各市町村の一般世帯数、全面積、浸水領域面積のデータとともに Table 7 と、Fig. 8 に示す。

これより、浸水リスク値としては徳島市が突出していることが分かる。また、他の市町村の浸水リスクが相対的にかなり低く見積もられてしまうことも分かる。その中にはハザードマップ上ではその面積のほとんどが浸水しているような市町村もあり、データを基準化することは各市町村の情報を対等に評価する上で有用であることが改めて確認できる。

4 市町村の浸水被害リスク認知とプレーヤー抽出

本章では、第 2 章と第 3 章を合わせて、各市町村について社会的背景と浸水リスクという 2 つの情報をもとに、各市町村の特徴をより明確にした上でグルーピングを行う。

4.1 地域特性の総合化

ここでは、これまでの 2 つの結果を総合的に分析するために、2 次元上に地域間軸と浸水リスク軸を想定し、25 市町村のグループ分けを行うことを考える。

浸水リスク軸に関しては第 3 章において浸水リスク関数を定義し、浸水リスク値を得ているので、これをさらに全世帯数で割り基準化した値を用いる。基準化の理由はこれまでと同様で、量的データとして突出している徳島市と他の市町村を対等に分析するためである。

地域分析においては多変量データを扱った主成分分析を行っており、その分析結果は第 1 主成分軸、第 2 主成分軸、第 3 主成分軸と多次元にわたっていた。そこでまずはこれらの軸を総合した地域関数 $F(z)$ を定義する。このような主成分分析の 1 元化は次のような式が提案されており (萩原ら, 1979)、これを引用することにする。

$$F(z) = \sum_{\alpha} C_{\alpha} z_{\alpha} \quad (4.1)$$

式(4.1)において C_{α} は第 α 主成分の寄与率、 z_{α} は第 α 主成分の数値そのものを表している。つまり第 α 主成分について、その寄与率を掛けあわせたものを順次足し合わせることで主成分軸全体を 1 次結合で表現しているのである。ここでは、第 2 章において基準化された現在のデータを分析することで得られた 3 つの主成分を用いて地域関数を作成する。もう一度各主成分の意味にたちかえれば式(4.1)は地域関数値

$$\begin{aligned} &= (\text{第 1 主成分寄与率}) \times (\text{都会度を表す値}) \\ &\quad + (\text{第 2 主成分寄与率}) \times (\text{福祉の充実を表す値}) \\ &\quad + (\text{第 3 主成分寄与率}) \times (\text{過疎度を表す値}) \end{aligned}$$

となる。

地域関数をこのように定義することで、その値の大小に応じて各市町村の性質を表現できると考える。以下ではこの地域関数の具体的な意味について解釈する。

第 3 主成分までの累積寄与率は 73.4% であるので、単純に考えてこの関数はもとのデータから得られる情報の 73.4% を表現していると考えられる。主成分の解釈はもとの変数とその因子負荷量によって行ったので、地域関数の線形性に着目し因子負荷量の重み付きベクトルを定義し、これを地域関数の重み付き因子負荷量と捉え、地域関数においてもこれを用いて解釈を行うこととする。なお、重み付きベクトルとはすなわち、各主成分の成分行列に寄与率をかけて足し合わせて得られるベクトルである。絶対値の大きな変数を抽出し以下に示す。

Table 7 Square measures calculated with flood risk evaluation model

	Flooded Area	Households	Flooded Area(km*2)				Flood Risk Value
			Under 1m	1-2m	2-5m	Over 5m	
Ikeda	168.7	6512	0.00	0.10	0.00	0.16	7.32
Miyoshi	54.7	1854	0.00	0.50	0.00	0.10	6.11
Ikawa	44.5	1771	0.15	0.00	0.00	0.00	0.60
Sanno	43.0	1583	0.69	1.78	0.00	0.30	23.16
Mikamo	67.7	2994	0.54	2.75	0.00	0.35	35.52
Mima	46.8	2827	0.76	1.96	0.00	0.43	48.97
Handa	51.6	2067	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sadamitsu	45.5	2188	0.08	0.82	0.00	0.24	18.42
Wakimachi	111.3	5838	1.12	1.71	0.00	0.61	52.23
Anabuki	108.7	2499	0.65	1.34	0.07	0.41	16.69
Yamakawa	41.3	3541	0.07	3.25	0.88	1.21	195.71
Awa	48.3	3831	0.00	2.91	0.57	1.05	147.93
Ichiba	72.6	3328	0.19	2.24	0.00	0.40	34.47
Kawashima	17.7	2624	1.17	2.57	0.22	0.33	142.44
Tsuchinari	56.9	2196	0.13	0.33	0.06	0.21	12.51
Yoshino	13.3	2575	1.86	2.98	0.00	0.95	310.83
Kamoshima	33.7	7939	0.33	15.30	0.00	0.64	662.87
Uesaka	34.4	3510	0.31	7.85	0.00	0.16	130.41
Ishi	28.9	7388	0.40	17.68	2.76	0.69	1247.58
Itano	36.2	4119	0.19	8.68	0.38	0.54	229.20
Aizumi	16.2	8784	0.00	10.40	3.29	0.27	2009.67
Tokushima	185.2	98483	1.05	45.22	15.90	9.42	13864.30
Naruto	118.4	20472	0.00	1.80	10.66	10.79	3164.42
Matsushige	12.2	4264	0.00	1.22	4.76	2.98	2191.49
Kitajima	8.8	6414	0.00	6.94	0.66	0.10	1068.03

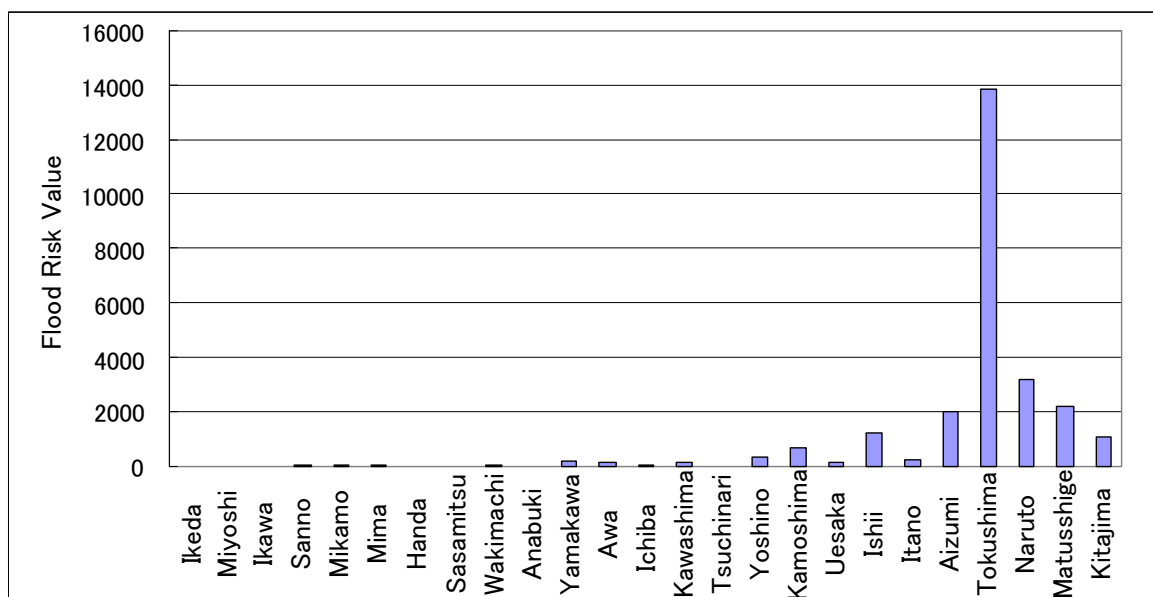


Fig. 8 Values of flood risk calculated with flood risk evaluation model

プラスの重み付き因子負荷量が大きいのは、以下の変数である。「() 内は重み付き因子負荷量」

- ・ 総面積に対する可住地面積の比率 (0.433)
- ・ 人口総数に対する 65 歳以上の人の比率 (0.430)
- ・ 総面積に対する道路実延長の比率 (0.404)
- ・ 人口総数に対する 15 歳未満の人の比率 (0.355)

・ 財政力指数 (0.341)
 マイナスの重み付き因子負荷量大きいのは、以下の変数である。

- ・ 人口総数に対するし尿処理人口の比率 (-0.266)
- ・ 65 歳以上の人口に対する老人ホーム数の比率 (-0.194)

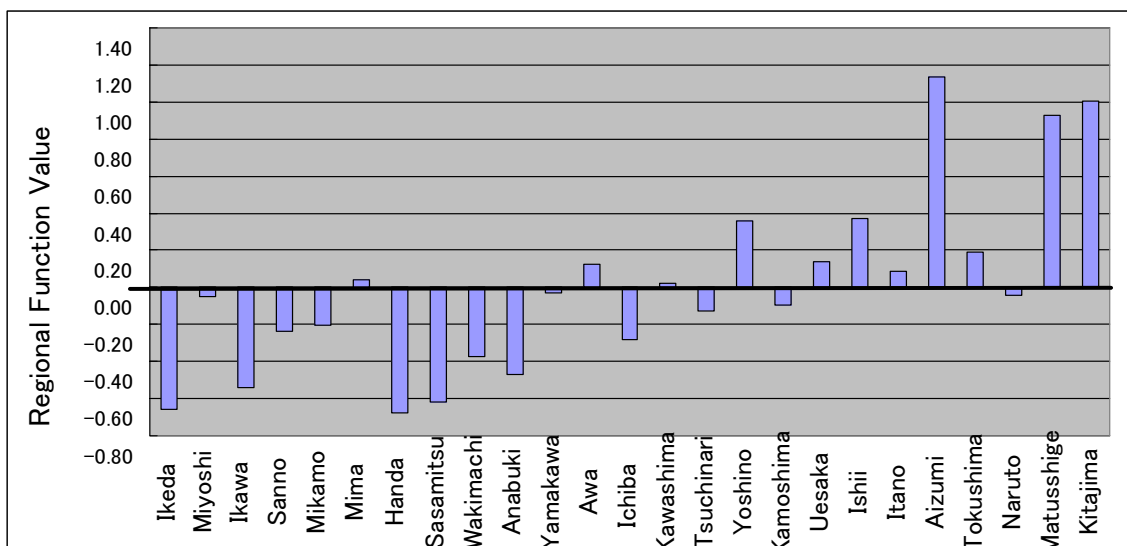


Fig. 9 Values calculated with regional model

Table 8 Values of regional model and normalized values of flood risk

	Regional Function Value	Normalized Flood Risk Value
Ikeda	-0.65	0.00
Miyoshi	-0.05	0.00
Ikawa	-0.54	0.00
Sanno	-0.24	0.01
Mikamo	-0.20	0.01
Mima	0.04	0.02
Handa	-0.68	0.00
Sadamitsu	-0.62	0.01
Wakimachi	-0.38	0.01
Anabuki	-0.47	0.01
Yamakawa	-0.03	0.06
Awa	0.13	0.04
Ichiba	-0.28	0.01
Kawashima	0.02	0.05
Tsuchinari	-0.13	0.01
Yoshino	0.36	0.12
Kamoshima	-0.09	0.08
Uesaka	0.14	0.04
Ishi	0.37	0.17
Itano	0.09	0.06
Aiou	1.13	0.23
Tokushima	0.19	0.14
Naruto	-0.05	0.15
Matsushige	0.93	0.51
Kitajima	1.01	0.17

以上をもとに地域関数の解釈を行う。地域関数の値がプラスに大きければ、道路が整備され、可住地面積が広く、人口そのものも多く、経済的にも豊かな市町村であるということが分かる。逆にマイナスならば、し尿処理人口の比率が多く下水道が整備さ

れていないインフラストラクチャーの充実の乏しい市町村であると言える。

浸水リスクとの兼ね合いで見れば、浸水時に地域関数値の大きな市町村ほど、道路が浸水し、多くの人が浸水による直接的な被害を被り、経済的にも損失が大きいが予想される。つまり、この地域関数は「災害損失ポテンシャル」を表していると考えることができる。

市町村ごとの地域関数値を Fig. 9 に示す。これより藍住町、松茂町、北島町といった旧吉野川流域は災害損失ポテンシャルが高いことが分かる。また地域関数と基準化した浸水リスク値を Table 8 に示し、市町村ごとにプロットすると Fig. 10 を得る。Fig. 10 より地域関数値が高ければ、浸水リスク値も高い傾向があることが分かる。

4.2 グループング

Fig. 10 には第2章のグループ分けが書き込まれている。これより、グループングの結果と浸水リスク分析の結果には相関関係があることが分かる。グループごとにその浸水リスクの大小関係に明らかな傾向があるからである。地理的な位置は浸水リスクにも関連があることが浸水想定区域図から明らかなので、結果、2つの分析に相関が生じたと考えられる。

Fig. 10 の解釈を踏まえた上で、浸水リスクを考慮したグループングを行う。本研究ではこのグループングに際して、クラスター分析を用いることとする。クラスター分析はサンプル間に距離と類似度を定義し、それらにもとづいてグループングする手法であり、本研究においてサンプルは市町村に当たる。市町村の基準化された浸水リスク値と地域関数値にクラスター分析を適用し、クラスター化の第3階層ま

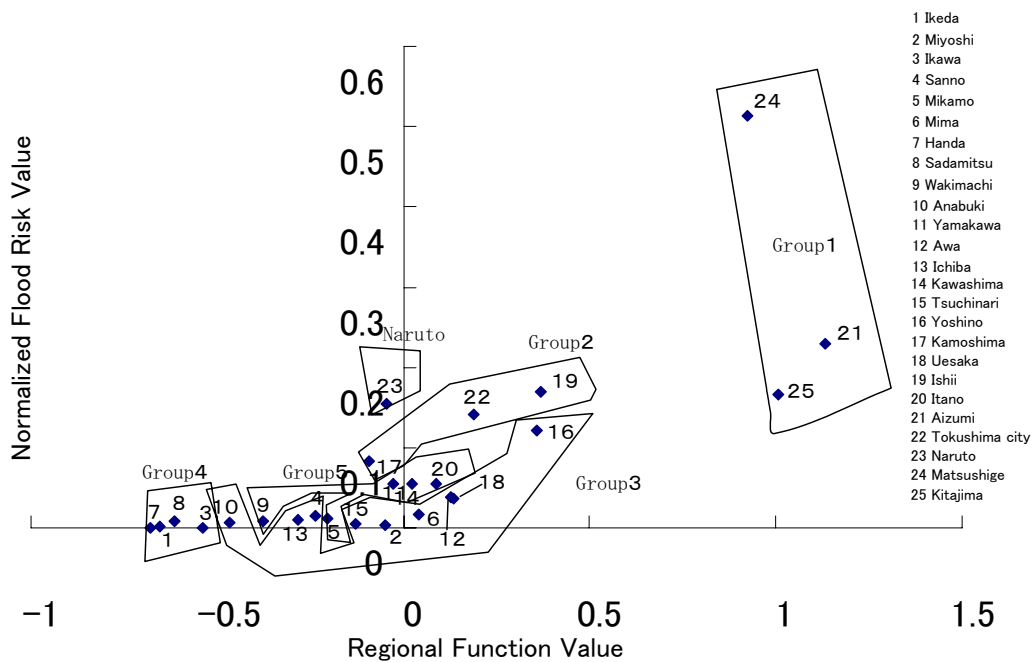


Fig. 10 Distribution of towns and groups on regional model - normalized flood risk model dimensions

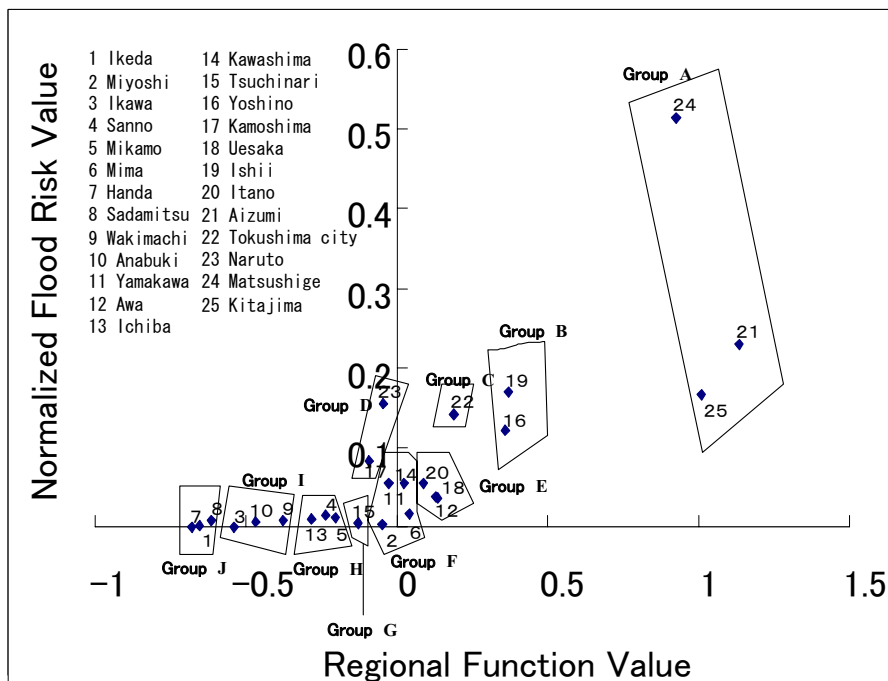


Fig. 11 Distribution of groups created by cluster analysis

でに出来た 10 クラスターを抽出する。このクラスターを図 4.2 に書き込んだものが Fig. 11 である。Fig. 11 より第 3 階層における 10 クラスターは、これまでの分析の流れを受けた性質を有していることが分かる。すなわち、地理的特異性を指摘してきた 3 つの旧吉野川流域市町村がグループ A を構成していることや、浸水リスク値が他の市町村と比べ明らかに突出している徳島市が単独でグループ C を構成していること

などである。また、Fig. 11 よりクラスター分類は主に地域関数の値で行われていると言え、各グループを以下のように解釈することとする。

グループ A (藍住町, 北島町, 松茂町): 浸水リスク, 災害損失要因ともに最も高い

グループ B (石井町, 吉野町): 浸水リスクが高く, 災害損失要因も多い

グループ C (徳島市): 徳島市のみで構成される。

浸水リスクが高い

グループ D (鳴門市, 鴨島町) : 浸水リスクが高い

グループ E (阿波町, 上坂町, 板野町) : 浸水リスクがやや高く, 災害損失要因もやや多い

グループ F (三好町, 山川町, 美馬町, 川島町) : 浸水リスクがやや高い

グループ G (土成町) : 土成町のみから構成される。浸水リスクは低い

グループ H (三野町, 三加茂町, 市場町) : 浸水リスクの低い, 災害損失要因もやや少ない

グループ I : (井川町, 穴吹町, 脇町) : 浸水リスクの低い, 災害損失要因も少ない

グループ J : (池田町, 半田町, 貞光町) : 浸水リスクの低い, 災害損失要因が最も少ない

グルーピングの結果を地理的ネットワークとして図示したものを Fig. 12 に示す。Fig. 12 より、グルーピングごとの浸水リスク値と今回のクラスター分析の結果は上流か、中流か、下流か、旧吉野川流域か否かといったことが大きく関わっていると見える。以下この 10 グループを中心にプレーヤーの抽出を行う。

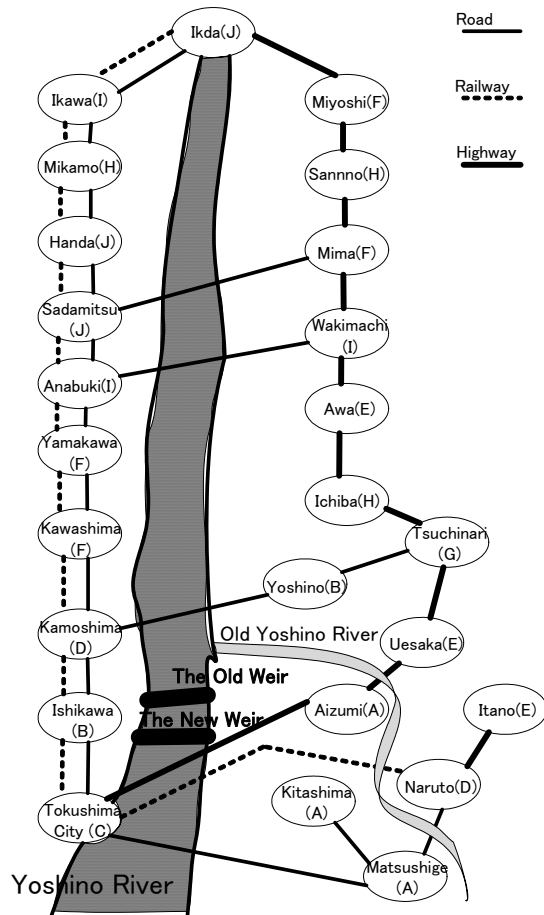


Fig. 12 Spatial distribution of groups created by cluster analysis

4.3 市町村の一般的な要望

各市町村の地域特性と浸水リスクに関する分析と、それにもとづいたグルーピングを行ってきた。本節ではこれらの性質をふまえた上で各市町村の首長の発言を読み取っていく。吉野川可動堰建設問題については各流域市町村首長が見解を述べている (徳島新聞社, 2004) が、今までの市町村の特性を踏まえた上でこれらの発言を分析することが、本節での目的である。具体的には各グループに首長の発言に傾向が見られるかなどを考察していく。Table 9 にグループごとに括った意見聴取の中での首長の発言の抜粋を示す。以下はその要約である。

グループ A : 意見に統一性は見られないが、浸水リスクが極めて高いこともあり、早期改築や可動化など立場は明確化されている。

グループ B : 2 市町村で形成されており、どちらも可動化を愛好している。ただし、吉野町はその可動化について妥協的な意見を述べており柔軟な姿勢が見られる。

Table 9 Opinions of mayors

Group	Location	Opinion
Group A	Aizumi	可動堰を選択肢に含めると結論が出るまでに長い時間を要する。可動化にこだわらず、一日も早い現堰の抜本的な改築を
	Matsushige	台風や大雨の時にスムーズに水が流れるのがベスト。できれば可動堰化でお願いしたい
	Kitajima	早期改築が基本。堰の漏水を止め、築堤をやりながらいろいろ考えて補完していてもいい
Group B	Yoshino	世論を二分し、可動堰がどうしてもできないならば現堰の修繕をきちんとすべきだ
	Ishi	堰を改築するなら、固定堰より可動堰の方が水をスムーズに流し、安全で安定している
Group C	Tokushima	可動化の是非については住民投票で決着しており、当然、可動化には反対
Group D	Kamoshima	可動堰が一番優れていると思うが、政争の具として引かずべきでない。現堰改修を含めて全体の整備計画をつくるべきだ
	Naruto	すべての手法を速やかに再検討し、何がベストなのかを住民の意見として取りまとめるべきだ
	Uesaka	一日も早い改築が必要。固定堰だけでなく可動堰も含めて検討してほしい
Group E	Itano	計画が白紙に戻されたのだから、ゼロから議論すべきだ。可動堰を選択肢から外さないでほしい
	Awa	可動堰に反対ではないが、現状では可動堰化は困難。可動堰以外での整備を国に要望すべきだ
Group F	Yamakawa	可動堰に反対ではないが、堰がなくなると川の形状が変わり住民生活に支障をきたす。現堰を改修してくれたらありがたい
	Kawashima	可動堰にこだわると問題解決は困難。現堰の改修で済ませる方法を考えたり、緑のダムに取り組みたりする必要がある
	Mima	可動堰が悪者だと決めつけられたことに歯がゆさを感じる。可動堰の性格を理解してもらおう努力を怠った
Group G	Miyoshi	一番コストが安く機能的な堰をつくってほしい。可動堰を外せというのは分からない
	Tsuchinari	大洪水時にうまく水を流すためには可動堰も検討の余地がある。固定堰との併用も考えてはどうか
Group H	Mikamo	徳島市の反対の住民投票ばかりがマスコミに取り上げられ残念。早く結論を出し改築してほしい
	Ichiba	県益のためには「可動堰プラス橋」という国の計画を参考にすべきだ。国交省と専門家の検討は重みがあるのではないかと
Group I	Sanno	当然可動堰であるべきだ。堰によって分水されている旧吉野川流域の市町は分水の必要性をもっと訴えるべきだ
	Ikawa	可動堰も含めて対応し、上流と下流、環境と安全とが共生できるようにしてほしい
	Anabuki	可動堰と固定堰のどちらが正しいかは分からないが、まず住民の声を聞いてほしい
Group J	Wakimachi	過激な反対の声が大きく、冷静な判断ができなかったのでは。可動堰の是非論を地域経済への波及効果などと合わせて議論すべきだ
	Sadamitsu	正しい議論ができず、可動堰はすべて悪という傾向はいかぬのか。3年前(住民投票)の結果を学び、手順を踏んだ素直な検討が必要
Group J	Ikeda	政治問題化した改築方法について、触れることを避けたいが、総合的な観点から対策を願う
	Handa	流域住民で可動堰の賛否を問えば、徳島市の住民投票での10万人の反対より賛成者がはるかに多いはずだ

グループ C：徳島市のみで構成される C グループは浸水面積に限れば最大であるにも関わらず、可動化については強い反対の姿勢を示している。

グループ D：鳴門市のように議論の仕方そのものに提言する中立的な意見が見られる。鴨島町については可動化を 선호しつつも、妥協的な姿勢を見せている。

グループ E：3 市町村から構成される。そのすべてに強い選好があるとは言いがたいので中立的なグループと言える。

グループ F：可動化を支持する意見、現堰の改修を支持する意見、議論の仕方への提案など様々な意見が混在している。

グループ G：土成町のみで構成されており、強い選好を持たない中立的な意見を持っている。

グループ H：3 市町村より構成されており、そのうち 2 つの市町村が可動化を支持している。残りの市町村も徳島市の住民投票の結果ばかりが取り上げられてきたことに対して批判的であり、可動化に対する選好の強いグループであると言える。

グループ I：3 市町村から構成されるが、いずれも議論の仕方に終始しており中立的なプレーヤーであると言える。

グループ J：可動堰化に賛成する声も見られることが分かる。可動堰反対の民意を示した徳島市の住民投票に言及した上で、可動堰に賛同する意見が見られることも特徴的である。

Table 9 より 25 市町村のそれぞれの思惑が見て取れる。可動堰化を支持、現堰の改修を支持、あるいは議論の仕方の提案にとどまるなどといった中立的な立場、大きく括れば以上 3 つの立場に分けることができるが、中身はそう単純ではない。つまり同じ「現堰の改修を支持」の立場であっても「可動堰を選択肢に含めると結論が出るまでに長い時間を要する。可動堰にこだわらず、一日も早い現堰の抜本的な改築を」とする藍住町と「世論を二分し、可動堰がどうしてもできないならば現堰の修繕をきちんとすべきだ」とする吉野町では結論は同じ「現堰の改修を支持」でも結論へ至るプロセスではかなり違って来るからである。つまり後者において選好は「可動堰化」であるが結論は「現堰の改修を支持」となっているのである。このように吉野川可動堰問題では同じく立場を「現堰の改修を支持」としつつも早期改修のためやむなしとするか否かで意見は異なる。つまり、吉野町のような妥協案を打ち出しているプレーヤーの存在が特徴的なゲームであると言える。

4.4 プレーヤーの抽出

これまでの経緯を受け、コンフリクト分析で用いるプレーヤーを抽出することを考える。その抽出の基準の 1 つは地域分析と浸水リスク分析によって行ったグルーピングの結果である。もう 1 つの基準は各市町村首長の発言から読み取れる選好である。細かいニュアンスまで考慮するならば、各市町の発言からは様々な選好が読み取れるが、以下のように意見の種類を大きく分類する。

意見 i (可動堰化 > 現堰の改修)

現堰の改修よりも可動化をよしとする意見であり、さらに早期解決のためであっても妥協する方針を打ち出していない意見

意見 ii (可動堰化 > 現堰の改修)

現堰の改修よりも可動化をよしとする意見であり、さらに早期解決のためには妥協する方針を打ち出している意見

意見 iii (現堰の改修 > 可動堰化)

可動化よりも現堰の改修をよしとする意見

意見 iv (明確な意見を有していない)

以上の意見のいずれにも該当しない意見であり、はっきりとした選好を打ち出していない意見

前節で選好と結論が異なるプレーヤーの存在を指摘した。事実この問題には可動堰をベストとしつつも、早期解決のために現堰の改修でやむなしとするプレーヤーが存在する。そのようなプレーヤーと妥協していないプレーヤーの意見を分類したものが意見 i と意見 ii である。

グループ内でどのような意見が混在しているかを Fig. 13 に、これらの意見の分布と地理的ネットワークの関連を Fig. 14 に示す。これより、意見の分布はランダムで地理的ネットワークとの間に相関があるとは言いがたい。これまでの分析によるグルーピングの過程で何度か地理上のネットワークとの関連を指摘してきた。つまり社会的背景や浸水リスクには地理的ネットワークと関連があると指摘してきたわけだが、意見にはこのような地理的關係との強い傾向は見られない。このことから各首長の意見が必ずしも自らの市町村の現状に基づいたものではないということが推察できる。

これまで第 2 章、第 3 章と 2 回のグルーピングを行ってきたが、次章でコンフリクト分析を行うために、これらのグループを上記の 4 種類の意見にもとづいて分類し、4 つの選好を有する 4 人のプレーヤーを抽出する。

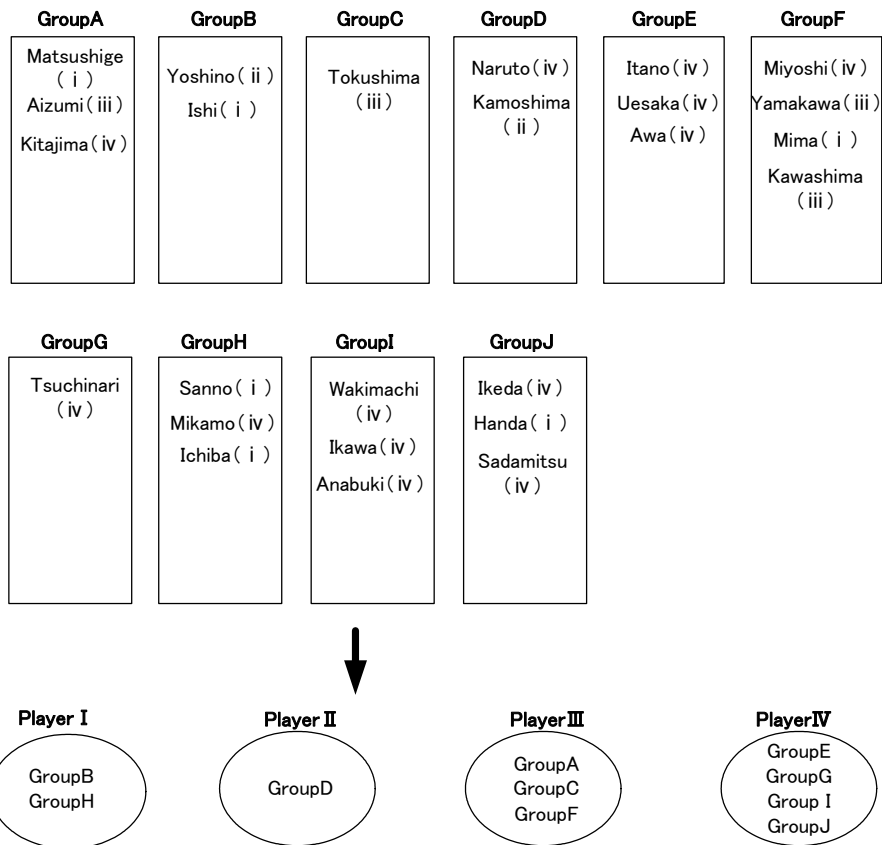


Fig. 13 Opinions in each group

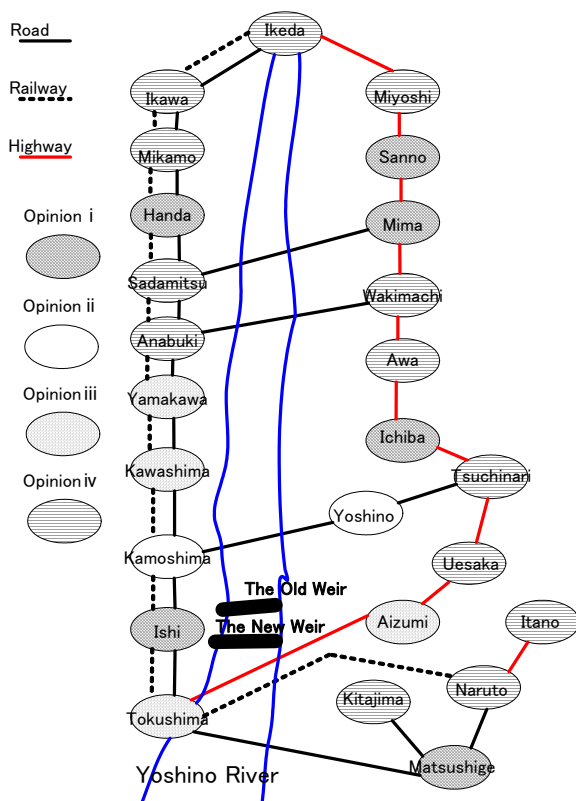


Fig. 14 Spatial distribution of opinions

まず、第3章まで得られた10グループの選好を考えることから始める。各グループの選好はグループ内の意見で最も多いものを選好とするものとし、意見の種類数が同数のものに関しては詳細に意見を読み解いてその解釈と共に選好を設定する。1つのグループ内には多くの意見が混在しているので分類が困難であるが、問題を読み解くアプローチの手段として本研究ではこうしたプレーヤーをモデル上で想定することとする。困難な分類を経てのモデル化であるので理想的とは言えないが、各市町村の意見聴取での意見は必ずしも自らの現状にもとづいていないという吉野川可動堰問題の難しさであるとも解釈できる。このような性質をふまえ、以後、グループの解釈はその都度必要に応じて市町村の意見に立ち返って行うこととする。

これまでの分析と上記の過程に基づいて以下10グループの選好を設定した。

グループ A 選好；意見 iii にもとづく

意見 i, iii, iv が同数混在するグループ A であるが、意見 i に関しては‘できれば可動化’とするなど選好は弱く、もっとも強い選好を打ち出している意見 iii をグループの選好として打ち出すこととした。

グループ B 選好；意見 i にもとづく

意見 i と ii の同数混在するグループ B であるが、そもそも意見 ii の選好は‘可動化’であるので、意見 i に飲み込まれると考えた。

グループ C 選好；意見 iii にもとづく

グループ内で意見 iii が最も多い

グループ D 選好；意見 ii にもとづく

意見 ii と意見 iv が同数混在するグループ D であるが、意見 iv は具体的な選好を持たないので、意見 ii を代表させた。

グループ E 選好；意見 iv にもとづく

グループ内で意見 iv が最も多い

グループ F 選好；意見 iii にもとづく

グループ内で意見 iii が最も多い

グループ G 選好；意見 iv にもとづく

グループ内で意見 iv が最も多い

グループ H 選好；意見 i にもとづく

グループ内で意見 i が最も多い

グループ I 選好；意見 iv にもとづく

グループ内で意見 iv が最も多い

グループ J 選好；意見 iv にもとづく

グループ内で意見 iv が最も多い

以上の選好に基づきグループを 4 つに統合し、以下 4 人のプレーヤーを抽出する。

・プレーヤー I：グループ B, H から構成されるプレーヤー（石井町，吉野町，三野町，三加茂町，市場町），選好は意見 i にもとづく

・プレーヤー II：グループ D から構成されるプレーヤー（鳴門市，鴨島町），選好は意見 ii にもとづく

・プレーヤー III：グループ A, C, F から構成されるプレーヤー（藍住町，北島町，松茂町，徳島市，三好町，山川町，美馬町，川島町），選好は意見 iii にもとづく

・プレーヤー IV：グループ E, G, I, J から構成されるプレーヤー（阿波町，上坂町，板野町，土成町，井川町，穴吹町，脇町，池田町，半田町，貞光町），選好は意見 iv にもとづく

以上 4 人のプレーヤーを抽出したが、具体的な選好を打ち出しているプレーヤー I, II, III はいずれも高い浸水リスクにさらされているグループを含んでいる。また、プレーヤー IV は浸水リスクの比較的低いグループで構成されるが、最も多くのグループを含むプレーヤーである。以上のことから 4 人のプレーヤーはどのプレーヤーも無視しがたい重要なプレーヤーであると言える。

5 コンフリクト分析

5.1 コンフリクトの構造

前章において吉野川可動堰問題におけるプレーヤーの抽出を行った。本研究では流域 25 市町村をその対象としてきたが、これまでの分析の結果をうけてこの問題には様々なグループが存在し、それぞれが個別の地域特性、浸水リスク、方針を持っていることが分かった。本章では抽出されたプレーヤーに具体的なオプションと選好を設定し、コンフリクト分析を行っていくことを考える（坂本・萩原，2004）。

本研究ではコンフリクト分析の手法としてコンフリクト解析（岡田ら，1988）を用いる。コンフリクト解析は非協力ゲーム理論を基礎とし、設定されたプレーヤーとオプションと選好より体系的に均衡解を導き出す分析手法である。前節でも述べたがプレーヤーにはそれぞれのグループの統合プレーヤーを設定しており、選好は意見にもとづき設定する。

プレーヤー I についてはその選好より‘可動化に賛成する’というオプションを設定する。ただし、このプレーヤーはあくまで統合プレーヤーであり、構成グループ内の市町村の選好は必ずしも一致しない。その含みを持たせるために‘可動化に賛成しない’という戦略も有しているとする。

プレーヤー II については本来の選好である‘可動化に賛成する’と早期解決に向けての妥協策‘議論の長期化を避け、可動化について妥協する’をオプションとして設定する。ただし、プレーヤー II の浸水リスクの高さから考えてもプレーヤー II が‘可動化に賛成もせず、妥協もしない’という中立的な立場をとるとは考え難いのでこれは戦略として除外する。

プレーヤー III については‘現堰の改修に賛成する’というオプションを設定する。‘賛成しない’という戦略を設定しているのはプレーヤー I に‘可動化に賛成しない’という戦略を設けたのと同じ理由である。

プレーヤー IV については今後可動堰推進派であるプレーヤー I を支持することも、反対派であるプレーヤー III を支持することも考えられるので‘可動化推進派を支持する’と‘可動化反対派を支持する’の 2 つをオプションとする。現在の状態は 2 つのオプションが同時に選択されていない状態、つまり‘可動堰推進派、反対派ともに支持しない’であり、中立的であることを示す。またこれら 2 つのオプションが同時に選択される状態、つまり賛成も反対もするという矛盾した状態は生じないものとする。

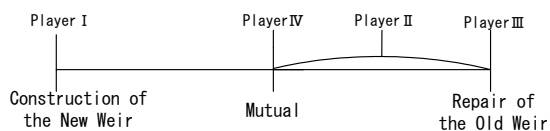
最後に全プレーヤーのすべてのオプションにつ

いて言える事だが、複数のグループから構成される代表プレイヤーの構成市町村すべてが同一の戦略を持つとは考えずらく、あくまで「全体の傾向として」という前提のもとでのオプションの選択である。そのため得られた均衡解については構成市町村ごとに個々に解釈を行う必要がある。

次に各プレイヤーの選好を設定する。選好がはっきりしているのはプレイヤー I とプレイヤー III である。プレイヤー IV については中立的なプレイヤーとしているので、選好を設けることはできない。プレイヤー II については可動堰をよしとしつつも、議論が長引くことを嫌っており、最大の選好は「早期解決」であるが、この選好をコンフリクト解析に組み込むことは難しい。よって選好を具体的に設定するプレイヤーはプレイヤー I とプレイヤー III とする。ただし、プレイヤー II については得られた均衡解の実現性を解釈する際に、それが早期に実現するか？という観点から「早期解決」という選好も考慮して分析することにする。

次にプレイヤー I とプレイヤー III のオプションに対する優先順位を設定する。現実のコンフリクトにおける選好の傾向の設定には様々なパターンが考えられるが、ここでは「プレイヤーは第 1 に最も自分の意見に近いプレイヤーを自分に引き込むことを考える」とする。つまり「現在の戦略が自分の選好に最も近いプレイヤーが、自分を支持するような戦略をとることが望ましい」とするのである。選好の大きさを視覚的に分かるようにしたものを Fig. 15 に示す。

Fig. 15 Assumptions for Preference relationship



以上の仮定のもとで、プレイヤー I とプレイヤー III は以下の順に他のプレイヤーの戦略を重視すると設定する。

プレイヤー I の選好

「(プレイヤー IV の選略) > (プレイヤー II の戦略) > (プレイヤー III の選略)」

プレイヤー III の選好

「(プレイヤー II の戦略) > (プレイヤー IV の戦略) > (プレイヤー I の選略)」

つまりプレイヤー I とプレイヤー III は最も選好を異としており、妥協案を打ち出しているプレイヤー II は中立的なプレイヤー IV よりもプレイヤー III に近いと考える。これと「自分のオプションを最も重視する」という前提を考慮すれば、プレイヤー I の

重視するオプションは

「(プレイヤー I が可動化に賛成する) > (プレイヤー IV が可動化推進派を支持する) > (プレイヤー IV が可動化反対派を支持する) > (プレイヤー II が議論の長期化を避け可動化について妥協する) > (プレイヤー II が可動化に賛成する) > (プレイヤー III が現堰の改修に賛成)」

となる。

同様にプレイヤー III は

「(プレイヤー III が現堰の改修に賛成する) > (プレイヤー II が議論の長期化を避け可動化について妥協する) > (プレイヤー II が可動化に賛成する) > (プレイヤー IV が可動化反対派を支持する) > (プレイヤー IV が可動化推進派を支持する) > (プレイヤー I が可動化に賛成する)」

の順にオプションを重視することとなる。

プレイヤー II のオプションについてはプレイヤー I, III とともに「プレイヤー II が議論の長期化を避け可動化について妥協する」を「プレイヤー II が可動化に賛成する」よりも重視している。これは後者のような選好そのものを動かすよりも、前者の方が現実的には簡単に動かせると考えるからである。つまり両プレイヤーは自分にとって望ましい状態を実現させるためにまずは簡単なことから行うと考える。

発生事象を両プレイヤーの選好順に並べると Table 10 を得る。Table 10 において現在の状態は事象 12 で表されており、そこから他の均衡解へどのようにプレイヤーの戦略が変わり得るかを示している。Table 10 をもとにコンフリクト解析を行うと事象 8, 10, 12, 20, 22, 24, 32, 34, 36 を均衡解として得る。これらの均衡解を現在の事象からの推移とともに Fig. 17 に示す。Fig. 17 において横軸はプレイヤー I の選好を表しており、右に位置する均衡解ほどプレイヤー I にとって望ましいことを意味する。縦軸はプレイヤー III の選好を表しており、横軸と同様に均衡解の位置が選好の強さを表す。すなわち、図においては相対的な位置関係のみが意味をもつ。

5.2 コンフリクト分析

前節においてコンフリクトの構造化を行った。本節においてはこれをもとに得られた均衡解について、現在の事象 12 からの推移という観点で現状と付き合わせて解釈する。

事象 12: まさに現在の状態である。プレイヤー I は可動化を支持し、プレイヤー II は可動化を支持しつつも、議論の長期化を避け妥協している。プレーヤ

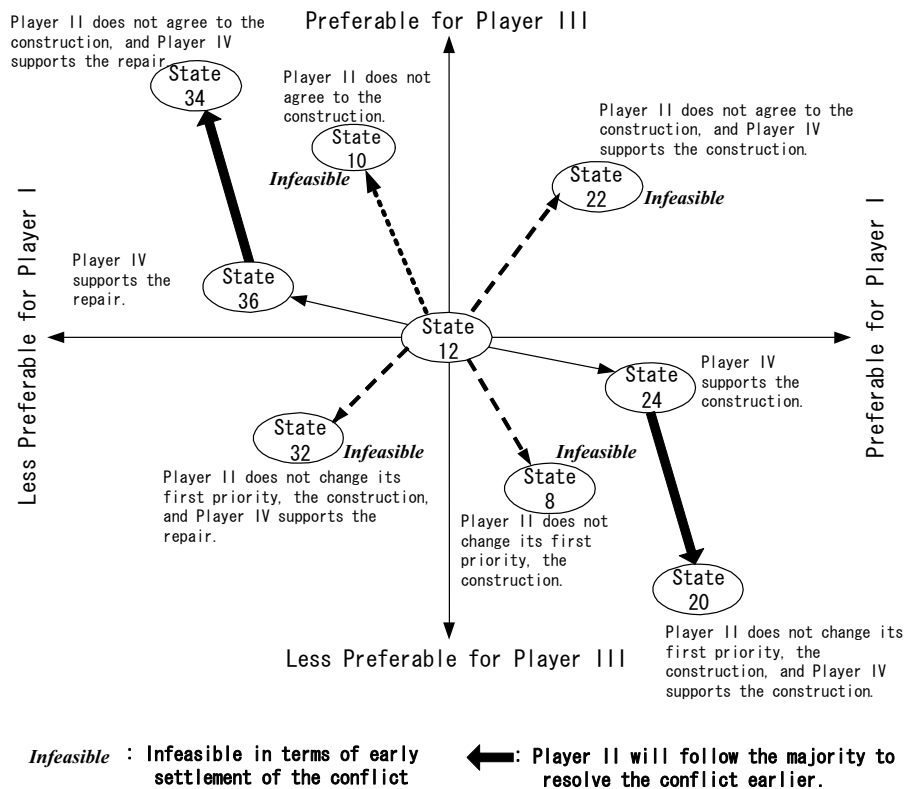


Fig. 16 Transitions of equilibria from the actual situation

一Ⅲは現堰の改修を支持しており、プレイヤーⅣは中立的な立場を守っている。

事象 8 : 現在の状況からプレイヤーⅡが妥協しない戦略を打ち出す場合である。プレイヤーⅡはグループ D から構成されており、市町村は鴨島町と鳴門市であった。このうち鳴門市は‘何がベストかを住民の意見として取りまとめるべき’との見解を示している。つまり今後、鳴門市の中で可動堰化の世論が高まれば、プレイヤーⅡが妥協を捨て事象 8 へ移ることも十分考える。グループ D 自体が浸水リスクの高い市町村だったので、その可能性は低いとはいえないであろう。

事象 10 : 現在の状態からプレイヤーⅡが‘可動化’を選好することをやめ、‘妥協’というよりも現堰の改修に賛成するような状態である。しかしながら、「可動堰が一番優れている」とする鴨島町がその選好を変えることは考えがたい。今後可動堰についての致命的な欠点が明確に指摘されるようなことが起こらない限り考え難い事象である。

事象 20 : 現在の状態からプレイヤーⅡが妥協せず、プレイヤーⅣが可動堰推進派を支持する状態である。プレイヤーⅢ以外の全プレイヤーが可動堰建設へ向

けて足並みを揃えることを表しており、得られた均衡解の中ではプレイヤーⅠにとって最も好ましい事象を意味する。プレイヤーⅡが妥協しない可能性については事象 8 の解説で述べた通りであるが、ここでプレイヤーⅣが可動堰推進派を支持する可能性について考察する。プレイヤーⅣはグループ E, G, I, J から構成されていた。そのグループ内のほとんどの市町村が中立派である。その中で多くの市町村が議論の仕方への提言をしていたが、Table 9 から分かるように‘可動堰を議論のテーブルから外さないで欲しい’との声が多く聞こえている。そのため可動堰について否定的な市町村は少なく、今後これらの市町村が可動堰化を支持することは十分に考えられるところである。

事象 22 : 現在の事象からプレイヤーⅡが‘可動化’という選好を変え、完全に現堰の改修を支持し、プレイヤーⅣが‘可動堰化’を支持する場合である。プレイヤーⅠ, Ⅲ双方にとって現状より望ましい事象であるが、前者に関しては事象 10 と同じ理由で考えがたく、現実的でない事象である。

事象 24 : 現在の事象からプレイヤーⅣが可動堰化を支持する事象である。これについては事象 20 で述べた通りであり十分考えられる事象であると言える。

事象 32 : 現在の事象からプレイヤー II が妥協せず、プレイヤー IV が可動堰反対派を支持する事象である。プレイヤー II が妥協しない可能性については事象 8 で述べた通りであり、起こり得ると考えられる。プレイヤー IV も今後の議論の中で可動堰建設に反対する可能性もあると言える。しかし、‘早期解決’を目指すプレイヤー II が大勢を占めるプレイヤー IV が可動堰反対へと傾く中で、わざわざそれと対決し議論を長引かせるということは合理的ではない。つまり大多数が可動堰建設に反対したときに、プレイヤー II が可動堰推進を支持するとは考えがたいので現実には起こり難い事象である。

事象 34 : 現在の事象からプレイヤー II が‘可動化’という選好を捨て、プレイヤー IV が可動堰反対派を支持する事象である。しかし、事象 10 と同じ理由により考えがたい。

事象 36 : 現在の状態からプレイヤー IV が可動堰反対派を支持する事象である。これについては今後の議論の中で中立派が可動堰建設に反対することは十分考えられるので、起こり得る事象である。

5.3 結果の考察

前節までのコンフリクト分析において現在の事象を含む 9 つの均衡解を得た。この結果にさらにプレイヤー II の選好である「早期解決」を考慮して均衡解を吟味した推移図が Fig. 16 に示されている。

もし大多数の市町村で構成されるプレイヤー IV が可動堰化を支持すれば、プレイヤー II も早期解決のために追従することが予想され、可動堰建設の流れは加速すると考えられる。逆に現堰の改修を支持すれば、その逆の流れになるであろう。Fig. 16 においては、多数の市町村で構成されるプレイヤー IV が可動堰反対派を支持して事象が 36 へ移った場合、プレイヤー II は議論の長期化を嫌い、可動堰化という選好を捨て、事象 34 へと推移することを示している。事象 24 から事象 20 への推移も同様の論理で説明できる。すなわち、今後プレイヤー IV が可動堰推進派、反対派のどちらを支持するかによって局面は動くことが分かる。

早期解決を目指すプレイヤー II が単独で自らの選好を変化させることは考えがたいので、Fig. 16 において事象 12 から事象 8,10 への推移は排除している。また、事象 22 と 32 については、早期解決を望むプレイヤー II が多数派のプレイヤー IV の選好とは異なる選好を支持することで議論の長期化を招くとは考えがたいので事象 12 からの推移は排除した。

Fig. 16 から分かるように、コンフリクトが今後プレイヤー IV の動向次第で、より一層二極化する可能性があるかと推察できる。ただし、プレイヤー III は強い主張を行うと考えられるグループ A (旧吉野川流域) と強い発言力を持つグループ C (徳島市) から構成される。したがって、今後事象 34 へ推移する可能性が高いと推察される。しかしながら、河川改修を河川全体での取り組みとして考えるならば、声の大きな市町村にコンフリクトの方向性が決定付けられる状況は避けるべきであろう。

そこで、コンフリクト改善に向けた一歩として、全プレイヤーに共通する根源的な選好であると考えられる「河川改修の施工」と「早期解決」に着目したコンフリクトマネジメントの方向性を決定することが重要であると考えられる。たとえば、旧徳島知事が「まずは可動堰以外のあらゆる案を検討すること」との見解を示したように、一方の意見を議論のテーブルから外すことも有効であろう。さらに、これに早期実現という視点を加えれば、まずは可動化案に関して時限付で提案と議論を行い、議論が収束しないようならば、今度は他方の案をテーブルから外し、再び時限付で提案と議論を行う。このような合意形成を目指した議論のイタレーションを展開することで、議論の中身を相互比較し、議論の収束を図ることが可能ではないかと考える。つまり、より良い案を求めればきりがなく、しかし早期実現という制約のもとではお互い何かしらの歩み寄りが必要となる。一度は相手の土俵で議論することで、自らの選好を改めて評価し、期限内に新たな提案ができないようであれば現在の案に妥協する、というような議論のためのルールを作ることがコンフリクトマネジメントの第一歩であると考えられる。本研究で示したコンフリクト分析は、このようなルール作りのための基礎情報を得るうえで有用である。

6 おわりに

本研究は吉野川可動堰問題における各市町村の意見が浸水リスクや社会的背景からみて適切な意見と言えるかどうかという疑問から出発した。そして、分析の中で各意見が必ずしも各市町村の状況を代弁するものではないということが明らかになってきた。コンフリクトという言葉が岡田らは‘なんらかの点で違いがある人や組織や社会が緊密に接触するとき、そこにももの考え方や価値観や利害に衝突が生じる(あるいは生じている状態)’と定義している(岡田ら 1988) が、その違いをプレイヤー自身が自覚していなかったり、あるいは自覚していてもそれが戦略

として反映されていないことがあり、それがますますコンフリクトを難しいものにすると考えられる。

例えば本研究の中で旧吉野川流域は地域特性も独特で、浸水リスクも極めて高いとの分析結果を得たが、その構成市町村である藍住町、北島町、松茂町は吉野川可動堰問題についてそれぞれ別の方針を持っていた。日本における‘水にまつわるコンフリクト’は利水や治水のみならず、環境や景観といった観点にも起因する。そのため、様々な価値観の混在した複雑なコンフリクトとなり、その解決には本研究で行ったようなプレーヤー抽出のためのプレーヤー分析をふまえることが重要であると考えられる。なぜなら分析を通して価値観の違いのもととなる背景を読み解くことができるからである。このような観点でコンフリクト分析を行うことは有用であり、新しい打開策を生み得ることを本研究では示せたものとする。

意見設定においてはグループの意見は多数派に代表されるとしたが、グループ内で意見分布が異なる場合のコンフリクト分析に関して、坂本・萩原(2002, 2004)がモデルを提案している。これを用いることで、意見分布と均衡解の関連を分析することも可能である。

また、研究対象とした地域では市町村合併が進行している。市町村の変化がコンフリクトの展開へ及ぼす影響を分析することを今後の課題としてあげたい。

参考文献

- 岡田憲夫・キース, W. ハイプル・ニル, M. フレイザー・福島雅夫(1998):コンフリクトの数理メタゲーム理論とその拡張, 現代数学社.
- 河口至商(19673):多変量解析入門Ⅰ・Ⅱ, 森北出版株式会社.
- 環境省(1990):日本の廃棄物処理.
- 厚生労働省(1990a):医療施設調査・病院報告.
- 厚生労働省(1990b):社会福祉施設等調査報告.
- 建設省河川局監修・社団法人日本河川協会編(1974):建設省河川砂防技術(案)同解説 調査編.
- 国土交通省四国地方整備局徳島工事事務所(2004年9月閲覧):浸水想定区域図
<http://www.toku-mlit.go.jp/river/sonaeru/kouzuimap/kouzuimap.html>.
- 国土地理院(1990):国勢調査報告書.
- 坂本麻衣子, 萩原良巳(2002):水資源の開発と環境の社会的コンフリクトにおける均衡状態到達プ

ロセスに関する研究, 環境システム研究論文集, Vol.30, pp.207-214.

坂本麻衣子・萩原良巳・Keith W. Hipel(2004):インド・バングラデシュのガンジス河水利用コンフリクトにおけるThird Partyの役割に関する研究, 環境システム研究論文集, Vol.32, pp.29-36.

地理情報システム学会(2004):地理情報科学事典, pp.40-41, 42-43, 68, 70-71, 朝倉書店.

総務省自治財政局(1990):公共施設状況調, 1990.

総務省統計局(2004):統計でみる市区町村のすがた.

提武・萩原良巳(2000):都市環境と雨水計画-リスクマネジメントによる-, 勁草書房.

徳島県地方課(1990):市町村財政概要.

徳島新聞社(2004年9月閲覧):吉野川第十堰河川整備特集 <http://www.topics.or.jp/daijyuzeki/>.

農林水産省(1990):世界農林業センサス.

萩原良巳・小泉明・中川芳一(1977):水需要構造分析法に関する一考察, 水道協会雑誌, No.511, pp.37-51.

萩原良巳・中川芳一・辻本善博(1979):渇水被害の計量化と貯水池運用について, 土木学会第15回衛生工学研究討論会講演論文集, pp.181-186.

Player Integration Process with Risk Allocation on the 10th weir problem in Yoshino-river

Yoshimi HAGIHARA, Michinori HATAYAMA, Maiko SAKAMOTO and Junpei OKUMURA

Synopsis

Public involvement has become an important part in public project planning. Therefore, it will be more necessary to consider local residents as players who are stakeholders in the planning. However, if there are lots of local residents, how are they divided into several players? In this study, the process of setting players among lots of local residents is proposed. This process is applied to Yoshino-river dam construction problem, and it is shown how this process can be help in analyzing the conflict. Furthermore, the possibility of managing the Yoshino-river dam construction conflict in the future is considered.

Keywords: Water resources development, conflict, game theory, public involvement, consensus building