京都大学防災研究所年報 第 53 号 B 平成 22 年 6 月
Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No. 53 B, 2010

上下流域における生活者参加型の水辺環境マネジメント

河野真典*・野原大督・堀智晴・萩原良巳**・萩原清子***

*京都大学大学院工学研究科
**京都大学名誉教授
***佛教大学社会学部

要　旨

上下流域の水辺環境の違いを反映した水辺環境マネジメントのために，本研究では上下流域の地域住民の水辺環境に対する認識をもとにした水辺環境マネジメントのプロセスの一部分を示した。まず，調査対象流域の地域分類をふまえて選定された地域において社会調査を実施し，各地域の住民の水辺環境に対する認識を明らかにした。続いて，調査項目間の関連分析を援用して各地域の調査結果を図示し，各地域の特徴と違いを明確にした。特に，上流域における生活状況の重要性が示された。ついで，水辺環境認識の違いが地域の水辺環境評価に与える影響を明らかにするために地域環境評価関数を作成し，その結果をもとに地域ごとに代替案作成のための方針を得た。最後に，代替案作成方針を上下流関係に着目して考察し，上下流域の地域環境評価を向上させる代替案が実現可能であることを示した。

キーワード: GES環境，上下流域，生活者参加，流出解析

1. はじめに

近年，水辺環境の整備等に際して住民の意見を取り入れる機運が高まっている。例えば，1997年に改正された河川法では，第1条で治水と利水の他に環境の整備と保全が河川管理の目的に加えられ，第16条の2で関係住民の意見を反映させるための措置を講じなければならないと言及している。

具体的な取り組みとしては，例えば，淀川水系流域委員会は近畿地方整備局長からの諮問に対してその具体的な方法を提言している（淀川水系流域委員会，2007）。しかし，その方法に決定的なものはなく，いまだに模索されている段階である。河川法でも，関係住民の意見を反映させるための手段は「公聴会の開催等必要な措置」と述べているのみで，その具体的な方法については言及されていない。淀川水系流域委員会の行った方法でも，意見をあまり発言しない人の意見は聴取しがたい。

そのため，意見募集を呼び掛けて受動的に意見を聴取するだけではなく，積極的に意見とその他の情報を得るよう努める必要がある。住民は意見だけでなく，「〜だなぁ」と何となく抱く印象も持っていると考えられるため，意見だけでなく，住民が対象とする水辺環境をどう感じているか明らかにすることも重要である。

積極的に住民から情報を得るためには，住民にとって適切な調査が必要となる。1つの流域をとってもその中には様々な地域があり，抱えている問題等も様々である。例えば，同じ流域内でも上流域と下流域では異なる。

以上のことを踏まえ，筆者らはこれまで，上下流域における総合的な水辺環境マネジメントのための「生活者から得た情報をもとにした」かつ「地域の多様性を反映した」水辺環境評価を行ってきた（例えば，萩原ら，2008；河野ら，2009；萩原ら，2009a）。本稿では，その評価方法で具体的な代替案の評価を試みる中で，上下流域における生活者参加型の水辺環境マネジメントにおける課題や上記の水辺環境評価の意義を明らかにすることを目的とする。具体的には，上記の水辺環境評価においてあまり言及できなかった上流域と下流域（もしくは地域間）との関係を，治水代替案を想定することで考察する。

なお，水辺環境マネジメントの方法として，システムズ・アナリシスをベースとした適応計画方法論（萩原，2008）の考え方に依拠する。適応計画方法論は，①問題の明確化，②調査，③分析Ⅰ，Ⅱ，④代替案の設計，⑤評価，⑥コンフリクトマネジメント，という流れで示される意思決定を支援する問題解決のプロセスの合理化を目的としている。ここで“水辺環境マネジメントのための”水辺環境評価とは，代替案の設計のための指針を与えるための評価を行うという意味である。

また，「生活者」（萩原（編著），2009）という言葉は，上述した水辺環境評価が，単に住民からの情報を水辺環境のマネジメントに反映させることだけを目的とした方法ではなく，自分が関わりをもつ水辺環境の計画等へ生活者が参加する機会と方法を提供するものである，という意味で用いた。

2. 生活者参加型の水辺環境評価

本研究でこれまでに行った水辺環境評価の概要を述べる。この方法は，社会調査をベースとした方法であり，主に地域住民に対するアンケート調査をもとに行われたものである。

2.1 社会調査の概要

社会調査の概要について述べる。なお，本調査のより詳しい内容は，萩原ら（2008），萩原ら（2009b）にも記載されている。

調査対象流域は，京都市の鴨川流域とした。鴨川は京都市北西部の桟敷が岳を源流とし雲ヶ畑を経て鞍馬川と合流した後，出町付近で北東の大原から下ってきた高野川と合流し南下していく。流域面積は約207.7km^2，幹線流路延長は約33kmである。上流域は森林に覆われた山間部を流れ，上賀茂より京都盆地へ流れ出た後は，直線的に市街地を南下していく。下流の市街地から10kmほど上流が森林に囲まれた渓流河川となっているため，上下流域の調査を比較的行いやすい。流域内外からの関心も高く，生活者の参加をテーマの1つとする本研究の対象流域として適切であると思われる。

調査対象地域の選定は，京都の65元学区を対象とし，1985年と2005年の国勢調査による社会経済データを用いた20年間の社会環境変化に着目した主成分分析による地域分類に基づいて行った（萩原ら，2009c）。地域の相対的な位置づけを考慮し，流域内の地域の多様性を失わないように，調査対象地域として下流域から「銅駝」，上流域から「大原」と「雲ヶ畑」を選定した。

調査対象地域の概要を述べる。調査対象地域の位置関係をFig.1に示す。下流域の「銅駝」は高野川の合流点から1kmほど下流に位置し，鴨川本川に隣接している。周辺の河川敷は歩道，ベンチなどが整備され多くの人々に利用されている。上流域の「大原」と「雲ヶ畑」はそれぞれ高野川，鴨川の最上流に位置している。大原は雲ヶ畑より開けた場所にあり観光が盛んであるが，雲ヶ畑は急勾配の谷に沿って民家が並び観光は盛んではない。

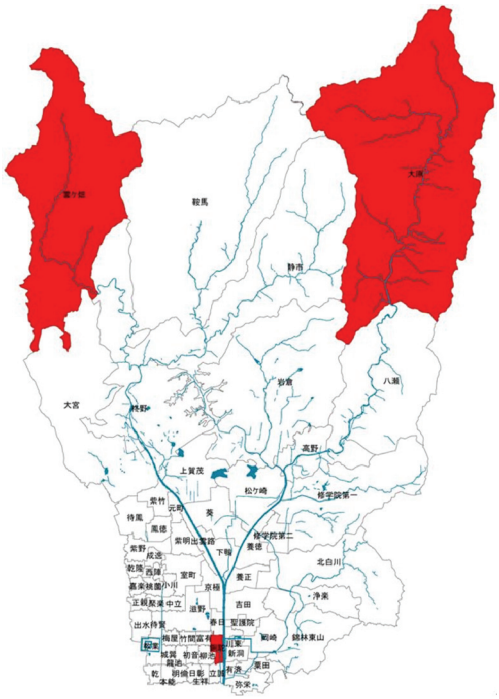

Fig.1 Regions at which a social suvey conducted

調査項目は，現地調査とヒアリングを行った上でブレインストーミング等により各地域の調査課題を抽出し，KJ法とISM法を用いて設定していった。結果として，調査項目としてジオ項目，エコ項目，ソシオ項目，および印象項目を設定した。印象項目以外の項目は，本研究のおいて環境をジオ・エコ・ソシオ環境（萩原，2008）と認識していることを反映している。印象項目は，ジオ・エコ・ソシオ環境の総合評価と考えられる項目として設定し，「親しみにくい □□□□□ 親しみやすい」のように5段階評価とした。エコ項目ではエコ環境の感性評価として鳥，魚，植物，虫，その他動物に対する「すき・きらい」を調査項目として設定している。ソシオ項目では「まつり」，「まもり」，「なりわい」，「あそび」，上流域の「生活」に関する項目を設定した。現地調査をふまえて「生活」は上流域のみ，「なりわい」は大原のみで設定されている。

調査の実施に当たっては町内会や自治会に調査票配布の了解を得た後，銅駝では2006年11月，大原と

雲ヶ畑では2007年11月に調査票をポスティングした。銅駝は世帯数が多いため，銅駝内の末丸町の全戸にポスティングし，雲ヶ畑も全戸にポスティングした。大原では観光が盛んなため観光客が多く訪れる地区にポスティングした。

結果として，末丸町，大原，雲ヶ畑でそれぞれ61件， 61件，45件(回収率はそれぞれ44%，28%，63%）の回答を得た。大原で回収率が極端に低い理由はアンケート調査が頻繁に行われていたこと，また末丸町ではセカンドハウス住民と高齢者が多いことが考えられる。

単純集計結果からは，各地域で問題になっていると想定された項目が実際に問題視されていることが確認でき，地域間比較からは地域の相対的な特徴を表す項目が明らかとなった。あそび項目からは，各地域の環境に合わせたあそびが行われていることが分かった。生態のすききらい項目からは，トビとオオサンショウウオの結果に地域の抱える問題を垣間見ることができた。

2.2　環境評価関数を用いた水辺環境評価

2.1の社会調査結果，特にジオ・エコ・ソシオ項目をもとにした地域ごとの水辺環境評価を行った（河野ら，2009）。この方法は，環境評価関数を作成して行うものである。Fig.2にその構成手順を示す。

まず，最も下に位置するジオ・エコ・ソシオ項目から数量化理論Ⅲ類を利用して少数個の評価軸を設定する。本研究の場合は，3地域とも3つずつの評価軸を得ることができた。ついで，数量化理論Ⅲ類の結果として算出される寄与率を重みとして評価軸を足し合わせることで，環境評価関数が作成される。環境評価関数の構造をみることにより，結果として，「どのジオ・エコ・ソシオ項目」が「どのように」，「どれだけ」地域の水辺環境の評価に影響するか知ることができる。

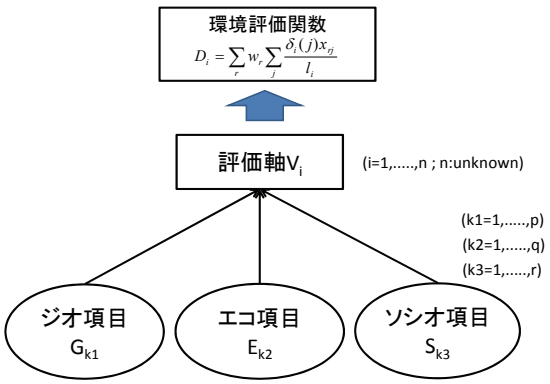

Fig.2 The structure of the environment valuation function

上記の方法により算出されたジオ・エコ・ソシオ項目が地域の環境評価に与える影響を表す数値をTable 1-Table 3に示す。これらはそれぞれ末丸町，大原，雲ヶ畑の結果である。3つの評価軸それぞれにおけるジオ・エコ・ソシオ項目の影響を示す数値とそれらの合計値が示されている。このため，合計値はジオ・エコ・ソシオ項目が地域の環境評価へ与える総合的な影響の大きさと方向（値の正負）を示していると考えられる。

Table 1 The points scored (Suemarucho)

j	項目名	利用時の不安感・不満感	洪水の不安感	季節感	合計値
1	河川敷の広さ十分	0.918	-0.187	0.086	0.818
2	洪水の危険を意識	-0.465	-2.556	0.443	-2.578
3	ソメイヨシノ好き	0.559	0.393	-0.166	0.786
4	外来種絶滅すべき	1.046	-0.063	-0.263	0.719
5	トビ被害の知識	-2.553	-0.355	-0.321	-3.230
6	休息	-2.114	0.405	-1.646	-3.355
7	花を見る	-1.746	0.244	1.034	-0.467
8	犬の糞	-0.981	0.760	0.670	0.448
9	ホタル観賞楽しみ	-0.084	0.929	0.706	1.551
10	送り火楽しみ	0.351	-0.178	-0.137	0.036
11	清掃作業を見た経験	0.430	-0.065	-0.043	0.322
12	草すっきりが好き	1.163	0.158	-0.294	1.027

Table 2 The points scored (Oohara)

j	項目名	水辺の楽しさ	暮らしにくさ	下流への不満感	合計値
1	水がきたない	-0.791	-0.722	0.409	-1.105
2	水際に降りやすい	4.250	-0.728	-0.223	3.298
3	洪水の危険意識する	0.563	-0.523	0.467	0.506
4	植生雑木林増やす	0.801	-0.092	-0.013	0.697
5	オイカワ	-0.683	0.998	0.380	0.695
6	散歩	0.048	1.209	-1.136	0.120
7	不法投棄	-0.784	0.983	-1.203	-1.003
8	八朔踊り楽しみ	0.486	1.091	0.489	2.066
9	高齢化	-0.474	0.190	0.165	-0.118
10	日常の医療	-1.430	-1.075	0.249	-2.256
11	日常の買い物	-0.093	-1.897	-0.799	-2.788
12	伝統の継承	0.538	1.039	0.478	2.055

Table 3 The points scored (Kumogahata)

j	項目名	暮らしにくさ	水辺の楽しさ	地域への不満感	合計値
1	水がきれい	0.517	1.548	-0.718	1.347
2	水際に降りやすい	1.351	2.142	0.102	3.594
3	洪水の危険意識する	0.639	-0.217	0.358	0.781
4	植生：雑木林を増やす	0.396	-1.139	-2.253	-2.995
5	シャクナゲ好き	0.683	-1.498	0.090	-0.725
6	ゴリ好き	1.052	-0.903	0.406	0.555
7	シカ困る	0.749	0.328	0.561	1.637
8	松上げ楽しみ	-0.067	0.073	0.432	0.438
9	高齢化	-1.083	0.413	-0.781	-1.452
10	日常の医療	-2.466	-0.078	0.479	-2.065
11	日常の買い物	-1.724	-0.862	0.372	-2.214
12	救急医療	-2.073	0.933	0.025	-1.115

2.3　環境評価関数を用いた水辺環境評価の意義と課題

Fig.2の手順で構成された環境評価関数を用いた水辺環境評価の意義は，まず地域の個性を反映した評価となっている点である。これは，調査票の設計段階でジオ・エコ・ソシオ項目が地域に合わせて設定されていることや，地域の特徴を反映するように数量化理論Ⅲ類に用いる説明変数を選択していることによる。

ついで，2.2の評価構造に基づいて代替案の設計が

可能と考えられる点である。これは，環境評価がジオ・エコ・ソシオ項目と関係づけられていることによる。これらのことより，2.2の方法は地域の個性を反映した水辺環境マネジメントに貢献すると考えられる。

しかし，上下流域の総合的な水辺環境マネジメントにどのように貢献可能かはこれまで検討していない。例えば，上流の人口の少ない地域で個性を反映した代替案を独自に実行することは困難な場合が多いと考えられる。

そこで，以降の章では，水辺環境マネジメントにおいて不可欠な治水代替案を鴨川流域において想定し，2.2で述べた方法でその評価を試みる中で，この方法が上下流域の総合的な水辺環境マネジメントにどのように貢献できるか検討する。まず，3で鴨川流域における治水代替案の想定を行う。

3. 治水代替案の設定

治水は水辺環境マネジメントに欠くことのできない要素である。本研究で行った社会調査でもすべての地域で洪水に関する調査項目が設定されている。

ただし，想定される治水代替案は鴨川で検討する上で適切なものでなければならない。そこで，まず鴨川のこれまでの治水整備と現状について述べる。その上で，適当と思われる治水代替案を設定する。

3.1 鴨川のこれまでの治水整備と現状

現在の鴨川が形作られる契機となったのは，1935年6月29日の大水害である。気象庁(2010)によれば，この日は京都地方気象台における日降水量の中で，観測史上（1880年11月～）2位の281.6mmを記録し，鴨川の沿川では，死者12名，浸水家屋24,000棟以上，橋梁32橋が流出した。

この水害を契機に1936年から1947年にかけて鴨川の約17.9㎞と高野川の約5.2㎞の改修が行われた。改修に当たっては，風致維持の関係上相当の考慮を必要とされたため，京都の景観との調和に配慮されたものとなっている。当初計画されていた京阪電車と琵琶湖疏水の地下化は，この時点では実現されなかった（京都府，2010）。この整備の結果，京都地方気象台における日降水量の中で，観測史上1位の288.6mmを記録した1959年8月13日には，下流域において外水氾濫は起こらなかった。

その後，1980年代の終わりから1990年にかけて，100年に1度起こり得る降雨による洪水に対応するためのダム建設計画が持ち上がった。この計画は，鴨川ダム建設反対連絡会の地道な活動を契機として反対運動が広がっていき，1990年に撤回されるに至っている。

近年では，1936年から1946年の改修では実現されなかった京阪電車と疎水の地下化が1987年に完成したことを受け，河道拡幅・護岸整備などの改修が1992年から1999年にかけて行われた。併せて，四季折々の花木や水面を眺めながら散策できる「花の回廊」が整備された。

今後の整備計画としては，約30年間を対象期間とする鴨川河川整備計画が2010年1月に策定された。治水に関しては，長期的には100年に1度起こり得る降雨による洪水に対応できることを目標としつつも，当面は概ね30年に1回起こり得る降雨による洪水を流下させることを目標と設定している。

3.2 想定する代替案と検討課題

想定する代替案は，鴨川のこれまでの治水を踏まえダムとする。ダム建設は鴨川において1990年頃に問題となり，多くの批判を受け建設が断念されたことがあったため，実際に鴨川ダム問題時に出ていた批判をもとに，代替案としてのダムを評価する際の課題を挙げることができる。

鴨川ダムに対する主要な批判は，「建設計画の進め方」と「ダムの必要性への疑問」にあった。前者は情報の非公開など不透明な計画の進め方を批判し，後者はダム建設の根拠となる基本高水流用の合理式による算出方法（1,500m^3/sec）に関するものである。

「ダムの必要性への疑問」については，流出シミュレーションによる評価が必要となる。合理式による基本高水流量の算出方法に対する批判は，計算の曖昧さに関すること，特に流出係数が大きすぎること，および合理式を適用するには鴨川流域は大きすぎることであった（田中，1992）。

4. 流出シミュレーションによる評価

近年は計算に必要な情報が充実し計算機の能力が向上しているため，3.2で挙げた検討課題「ダムの必要性の疑問」の批判に応え得る流出モデルが開発されつつある。そこで，本研究では，分布型流出モデルを用いてこれらの批判に実際にどの程度応えることができるか検討した。

4.1 流出モデルの概要と流出シミュレーション

ここでは，「Hydro-BEAM」と呼ばれる流出モデル（小尻ら，1998；佐藤ら，2009など）を用いる。このモデルはメッシュ型多層モデルであり，流域を1kmのメッシュに分割して降水等の追跡計算を行うものである。個々のメッシュはA層～D層の4層の鉛

直構造を有しており，A層～C層の水平流出は河川に流入し，D層は河川流量には影響を及ぼさない地下水層となっている。河川にはKinematic Wave Modelを適用し，地表面およびA層は中間流出を考慮したKinematic Wave Modelが適用されている。B層～D層は，線形貯留モデルが採用されており，B, C層では，貯留水量が層圧に達し，飽和状態になると溢水量は上層に復帰流として流入する。蒸発散量はA層から差し引き，A層の水量がゼロのときはA層から，さらにB層の水量がゼロの時はC層から差し引く。

次に，流出モデルの選択理由を示す。このモデルは土地利用ごとにパラメータを設定することができるため，3.2で挙げた流出係数が大きすぎるという点については詳しく検討することができる。そのため，流出係数設定の曖昧さは軽減されると思われる。

また，流域の大きさに関係なく用いることができ，時間変化を考慮することができるため，「合理式を適用するには流域面積が大きい」点についても検討することができると思われる。

4.2 パラメータ同定方法とその結果

計算時の曖昧さを軽減するために，ここではパラメータ同定を機械的に行った。具体的には，観測日流量と計算日流量のRMSEを最小化することを目的とし，反復計算により同定する方法（ここでは，二分法と呼ぶ）で設定した。

二分法の手順を以下に示す。ここで，p_i はパラメータ i（$i=1,\ldots,n$）の値を表す。$i=1$ から手順①を始める。なお，$rmse_{\min,1}$ の初期値には大きな値（例えば，9999.0）を与えておく。

① ［初期値の設定］
パラメータ i の初期値 $p_{i,o}=p_i$ を与える。

② ［RMSE の算出］
$p_i^{\min}=0.9p_i$，$p_i^{\max}=1.1p_i$ とし，それぞれのパラメータを用いた場合の RMSE，$rmse1$ と $rmse2$ を算出する。

③ ［パラメータ i の収束判定］
$|rmse1-rmse2|\le 0.01$ の場合，$rmse1<rmse2$ なら $p_i=p_{i,1}$ とし，$rmse1>rmse2$ なら $p_i=p_{i,2}$ として，⑤へ進む。$|rmse1-rmse2|>0.01$ の場合は④へ進む。

④ ［$p_i^{\min}$ または $p_i^{\max}$ の更新］
$rmse1<rmse2$ の場合 $p_i^{\max}=(p_i^{\min}+p_i^{\max})/2$ とし，$rmse1>rmse2$ の場合 $p_i^{\min}=(p_i^{\min}+p_i^{\max})/2$ として，②に戻る。

⑤ ［パラメータの収束判定］
パラメータ i の最適値 $p_i^*=p_i$ として，パラメータ i に関する計算を終了する。$i\neq n$ の時 $i=i+1$ として①に戻る。$i=n$ の時，パラメータの組み合わせ $(p_1^*,p_2^*,\ldots,p_n^*)$ による RMSE（$rmse_{\min,2}$）を算出し，$|rmse_{\min,1}-rmse_{\min,2}|>0.1$ ならば，$(p_{1,o},p_{2,o},\ldots,p_{n,o})=(p_1^*,p_2^*,\ldots,p_n^*)$ として①に戻る。$|rmse_{\min,1}-rmse_{\min,2}|\le 0.1$ ならば，$(p_1^*,p_2^*,\ldots,p_n^*)$ を最適なパラメータの組み合わせとする。

Table 4 Values of parameters

パラメータ		初期値	設定値1	設定値2	単位
等価粗度	畑	0.30	0.30	0.30	$m^{-1/3}s$
	山林	0.70	0.70	0.70	$m^{-1/3}s$
	市街地	0.03	0.03	0.03	$m^{-1/3}s$
	河道：水路勾配1/1000以上	0.04	0.04	0.04	$m^{-1/3}s$
	河道：水路勾配1/1000未満	0.25	0.25	0.25	$m^{-1/3}s$
表面流出率	畑	0.30	0.30	0.30	—
	山林	0.55	0.55	0.55	—
	市街地	0.85	0.85	0.85	—
層厚	A層	0.30	0.84	0.61	m
	B層	0.50	0.78	1.18	m
	C層	2.50	2.50	2.50	m
	D層	10.00	10.00	10.00	m
運動式定数	斜面	1.667	1.667	1.667	—
	河道	1.333	1.333	1.333	—
差分間隔	空間差分	500	500	500	m
	時間差分	300	300	300	s
透水係数	A層透水係数	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-4}	ms^{-1}
間隙率	A層間隙率	40	40	40	%
	B層間隙率	40	40	40	%
	C層間隙率	30	30	30	%
	D層間隙率	30	30	30	%
線形貯留モデル定数	B層水平流出係数	0.0700	0.0490	0.0270	d^{-1}
	C層水平流出係数	0.0030	0.0094	0.0012	d^{-1}
	D層水平流出係数	0.0400	0.0400	0.0400	d^{-1}
	B層鉛直流出係数	0.0700	0.0895	0.1051	d^{-1}
	C層鉛直流出係数	0.0100	0.0285	0.0236	d^{-1}
	D層鉛直流出係数	0.0000	0.0000	0.0000	d^{-1}

RMSE算出に用いる観測日流量と計算日流量には深草観測所（京都市伏見区深草向河原町地先）地点のものを用いた。パラメータ同定期間は1990年-1996年とし，同定結果の確認期間は1997年-2003年とした。1990年以降をパラメータ同定および同定結果確認の期間とするのは，流出モデルに考慮されていない鴨川運河の工事の影響が1990年以前の観測値にあると考えられるためである（京都新聞社(編)，1990）。

Table 4にパラメータ同定結果を示す。同定は，網掛け部分の6つのパラメータについて行った。これらの値は土壌に関するものであり，観測されたデータが少なく，流域によって大きく異なると思われるためである。パラメータの初期値は過去に他の流域で適用されたものを用いた。設定値1と設定値2は4.2の方法でパラメータ同定されたものである。設定値1は同定期間のすべての日の観測値を用いてRMSEを算出した結果であり，設定値2は$50m^3/sec$以上の日流量が観測された日の観測値のみを用いてRMSEを算出した結果である。

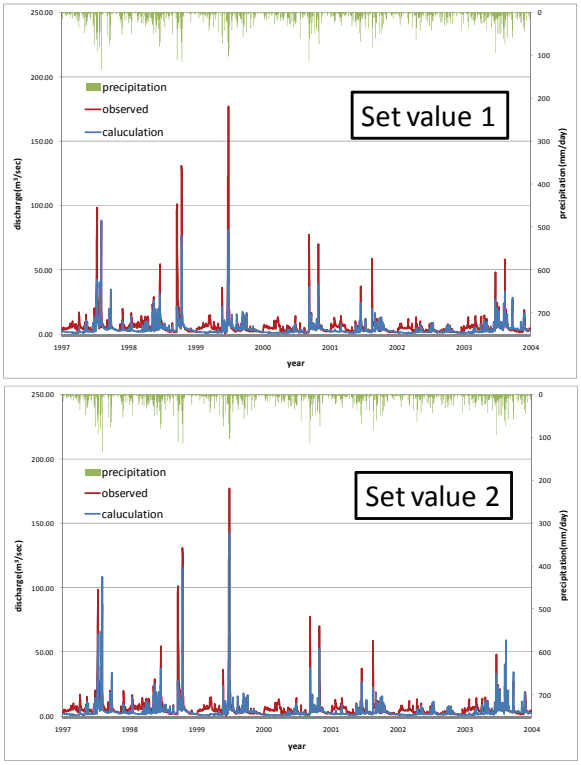

Fig.3 Hydrograph of 2 set values

設定値2の同定を行ったのは，設定値1によるハイドログラフにおいて流量が大きな日の再現性があまり良くなかったためである。実際に，同定確認期間のハイドログラフ（Fig.3）において，設定値2の方が設定値1よりも流量の多い日の再現性が良い。

4.3　100年確率降雨による流出シミュレーション

1/100確率日雨量による流出シミュレーションを行い，合理式により算定された1,500m^3/secと比較する。なお，1/100確率日雨量として，合理式算定の際に京都府から提供された資料に記載されていた日雨量285.5mmを用い（田中（1992）内に引用されている値），降雨強度の時間分布は3通り（一様；三角形・頂点中心型；三角形・頂点後半型）でシミュレーションを行う。

シミュレーションの結果をFig.4に示す。ピーク流量が最も大きくなるのは，設定値1と設定値2共に降雨強度が三角形・頂点後半型の時であり，それぞれ757m^3/sec，664m^3/secであった。どちらも1,500m^3/secよりは小さい。どちらの結果が正しいかは現時点で不明であるが，流量の多い日の再現性が良い設定値2の方がピーク流量が小さい結果となっていることから，パラメータ同定に用いた観測値の影響でピーク流量が小さいわけではないと考えられる。

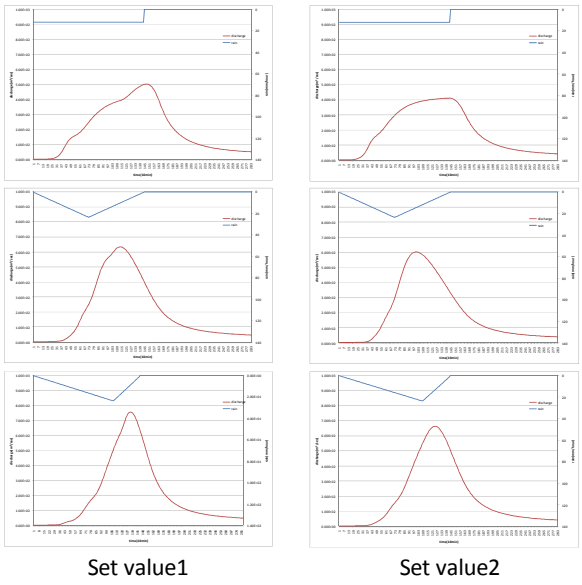

Fig.4 Simulation of 2 set values

4.4　考察

(1) 流出シミュレーション結果の1,500 m^3/secとの比較と妥当性

合理式により算定された1,500m^3/secよりFig.4の結果は小さいものとなったが，京都地方気象台における日降水量の中で，観測史上1位の288.6mm（1959年8月13日）の推定流量は715 m^3/secとされている（京都府，2010）。推定方法については触れられていないために詳細を検討するには至っていないが，この値とFig.4の結果は近い値となっている。

しかし，結果の妥当性については検討の余地が多く残っている。例えば，本研究においては，初期の各層の水位が高い状態から計算を始めており，初期条件は流出量が多くなりやすい状態にしている。また，降雨分布は三角形型で与えたのみであるため，降雨強度の最大値は約23.5mm/hourに過ぎない。近年は50mm/hourを超える降水が多く観測されるようなっており，ピーク流量を過小評価している可能性は高い。以上のことから，本研究の結果にはまだ検討の余地が多く残っていること，及び即座にダムの必要性を否定するものではないことをここで指摘しておきたい。

(2) 計算結果に伴う曖昧さを排除することの限界

流出シミュレーションの持つ問題として，ダム建設問題時に批判されたような計算結果に伴う曖昧さを0にすることはできないだろうという点が挙げられる。今後も計算に必要な情報はますます充実し計算機の能力も向上していくと考えられるが，上流域の森林等に手を加えることへの抵抗感がなくなるわけではなく，批判を受けることは避けられないと思われる。

このことは，上下流域の水辺環境マネジメントにおいて治水に関する代替案を評価する際にも流出シミュレーションの結果のみを根拠とするべきでない可能性を示唆している。設計された代替案が上流域と下流域の水辺環境評価に与える影響を示すことが重要となる。

ただし，上述したようにまだ流出シミュレーションの曖昧さを減少させる上で検討すべき余地が残っている。今後は，計算結果が厳しい批判を受けるとの視点から，パラメータを合わせる方法などをどのようにするべきか検討しなければならない。

(3) 流出シミュレーション結果と社会調査結果との関係

流出シミュレーション結果と本研究で行ってきた社会調査結果のつながりは，ジオ・エコ・ソシオ項目の中でもジオ項目「洪水の危険」が最も直接的に関係している（Fig.5参照）。流出シミュレーションの結果がジオ項目「洪水の危険」に与える影響を設定することができれば，流出シミュレーション結果の影響を水辺環境評価構造の中で検討することができると考えられる。

ただし，本研究の流出シミュレーション結果の妥当性に検討の余地が数多く残っている。そのため，流出シミュレーション結果を根拠としてジオ項目「洪水の危険」にどう影響するか設定するのは現時点では行うべきでないと考えられる。

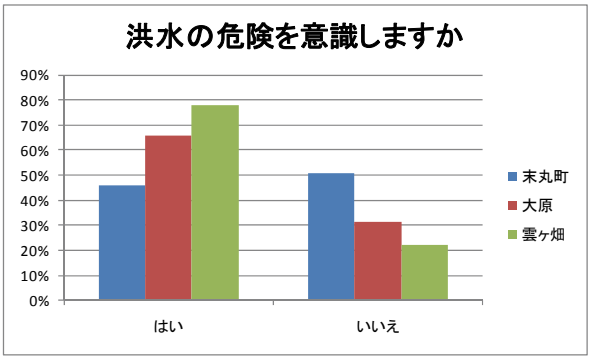

Fig.5 Total of “about flood risk”, Geo item

5. 生活者参加型水辺環境評価構造をもとにした評価とその意義

2.2で述べた生活者参加型の水辺環境評価構造をもとに，治水代替案としてのダムの評価を試み，4.の流出シミュレーションの結果を踏まえた考察を行う。なお，ダムは上流域に建設されるものとする。

5.1 水辺環境評価構造をもとにした代替案としてのダムの評価

(1) 末丸町

末丸町におけるジオ・エコ・ソシオ項目の得点（水辺環境評価への影響）はTable 1に示されている通りである。ダムは上流域に建設されるため，末丸町への直接的な影響は「洪水の危険」の軽減にあると考えられる。末丸町では数量化理論Ⅲ類による評価軸の設定の時点でも洪水の危険に関する軸が得られており，水辺環境の総合的な評価に対する影響も大きい。

(2) 大原

大原におけるジオ・エコ・ソシオ項目の得点（水辺環境評価への影響）はTable 2に示されているとおりである。ダムは上流域に建設されるため，大原では洪水の軽減効果はあまり期待できないと考えられる。ダム建設により大原の水場環境評価を向上させるには，ダムに付加的な価値を見出さなければならない。そこで，水辺環境評価に大きく影響するジオ・エコ・ソシオ項目をもとにどのような価値を見出せばよいか考察する。

まず，ダム建設に伴ってあそびやすさの向上を目的とした水辺環境整備が行われれば，大原の水辺環境評価を向上させることができると考えられる。なぜなら，大原の水辺環境評価を向上させる項目の中でも，「水際への降りやすさ」の値が大きいからである。「水際への降りやすさ」は「あそぶスペースの必要性」との関連があることから，水辺でのあそびやすさを向上させることで大原の水辺環境評価を向上させることができると考えられる。

次に，大原の水辺環境評価を減少させる項目をみると，「日常の医療」と「日常の買い物」の絶対値が大きい。ダム建設に伴って大原に病院と買い物をできる場所を作ることは難しいかもしれないが，観光資源として活用できる可能性はある。例えば，観光が盛んになり，下流の市街地と大原とを結ぶバスの本数が増えれば，上記の項目による暮らしにくさは軽減されると考えられる。

(3) 雲ヶ畑

雲ヶ畑におけるジオ・エコ・ソシオ項目の得点（水辺環境評価への影響）はTable 3に示されている通りである。雲ヶ畑も上流域にあるため，大原と同様に，水辺環境評価に大きく影響するジオ・エコ・ソシオ項目を見てダム建設にどのような価値を見出せばよいか考察する。

雲ヶ畑の水辺環境評価を向上させる項目をみると，大原と同様に「水際への降りやすさ」の値が大きい。しかし，「水際への降りやすさ」と「あそぶスペースの必要性」の間に関連が認められず，かつ単純集

計ではあそぶスペースを必要としない人の方が多かった点が大原と異なっている。そのため，雲ヶ畑ではあそびやすさの向上を目的とした水辺環境整備は必ずしも求められてはいないと思われる。

その一方で，水辺環境評価を減少させる項目をみると，「日常の医療」，「日常の買い物」の絶対値が大きい。大原と異なり観光が盛んな地域ではないが，ダム建設に伴い交通機関の整備等を明示的に行うように代替案を設計すれば，これらの点が軽減され雲ヶ畑の水辺環境評価を向上させると考えられる。

5.2 水辺環境評価構造をもとにした評価の意義

(1)流域内の地域ごとに評価可能のため目的の追加につながる

上流域と下流域でそれぞれ評価軸が設定されているため，上下流域の水辺環境評価をともに向上させるように代替案としてのダムを設計することができる。つまり，下流域の治水に加えて，上流域の水辺環境評価の向上を目的の1つとして明示することができる。流出シミュレーション結果に伴う曖昧さを0にすることができない可能性を考えると，この点は重要であると考えられる。

鴨川流域の場合，下流域の治水や利用のしやすさに関する整備が行われてきている一方で，上流域の水辺環境整備はあまり行われていない。生活の不便さも考慮すると，下流域の市街地との差が様々な面（年齢構成や人口など）で開くばかりであり，上流域の水辺環境評価の向上を重視する必要性が高いということができるだろう。

しかし，上流域は人口が少ないため，水辺環境整備の対象として優先的に考えられることはあまりないと思われる。つまり，上流域だけで行える代替案を設計し実行することは困難である。そのように考えると，下流域の治水と併せて上流域の水辺環境評価の向上を考えることのできる治水代替案は，上流域にとって重要と考えられる。本研究が行ってきた水辺環境評価構造をもとにした評価は，治水代替案に上流域の水辺環境評価の向上を組み込む必要性に説得力を与えていると考える。

(2)「建設計画の進め方の不透明さ」を改善できる

流出シミュレーション結果に新たに目的を加えて明示することができるため，鴨川ダム問題時に批判された「建設計画の進め方の不透明さ」を改善することができると思われる。例えば，下流域の治水を改善できるという点だけでなく，上流域の水辺環境評価を向上させることができることを社会調査の分析結果によって示すことができる。また，地域住民から得た情報をもとにしている点も「建設計画の進め方の不透明さ」を改善することに貢献しているといえるだろう。

6. おわりに

本論文では，鴨川流域において治水代替案としてのダムを想定し，その評価を「流出シミュレーション」と「生活者参加型の水辺環境評価」をもとに行った。

「流出シミュレーション」をもとにした評価では，計算結果の曖昧さを0にすることが困難であることを問題点として指摘した。流出シミュレーション結果をもとにした評価は計算機の能力の向上等により今後もより正確なものになる可能性が高いと思われるが，その結果にはどうしても曖昧さが残ってしまうと思われる。河川流量による評価は必要だが，曖昧さを持つ結果をもとに設計された代替案が地域住民等に受け入れられるかどうかは定かではない。

そこで，「生活者参加型の水辺環境評価」をもとにした評価では，流出シミュレーション結果の曖昧さを踏まえた意義を考察した。意義として，「上下流域それぞれの評価が可能であることにより，地域に合わせた目的を追加して設定できる点」，「建設計画の不透明さを改善できる点」について言及した。

今後の課題としては，代替案の設計を生活者参加型の水辺環境評価をもとに作成することである。今回は，上下流域の違いを考慮する上で生活者参加型の水辺環境評価が有用であることを示すために治水代替案としてダムを想定したが，社会調査をベースとした代替案の設計をまだ行えていない。したがって，生活者参加型の水辺環境評価をもとに代替案を設計することが今後の課題となる。

参考文献

河野真典，萩原良巳，萩原清子（2009）：上下流域の水辺GES環境評価に関する一考察, 環境システム研究論文集37，pp.395-401.

気象庁(2010) : 気象庁 Japan Meteorological Agency, http://www.jma.go.jp/jma/index.html，2010年1月アクセス.

京都新聞社(編)（1990）：琵琶湖疏水の100年，京都市水道局.

京都府（2010）：鴨川河川整備計画，http://www.pref.kyoto.jp/kamogawa/，2010年1月アクセス.

佐藤嘉展・森英祐・浜口俊雄・田中賢治・小尻利治・中北英一（2009）：気候変動に対する先行適応のための流域スケールでの洪水および渇水リスク評

価，京都大学防災研究所年報第52号，pp.573-586.
小尻利治，東海明宏，木内陽一（1998）：シミュレーションモデルでの流域環境評価手順の開発，京都大学防災研究所年報第41号，pp.119-134.
田中真澄（1992）：ダムと和尚―撤回させた鴨川ダム―，北斗出版.
萩原清子（編著）（2009）：生活者が学ぶ経済と社会，昭和堂.
萩原清子・萩原良巳・柴田翔・河野真典（2009a）：印象による水辺環境評価システムに関する考察，水文・水資源学会誌　Vol.22，pp.441-455.
萩原良巳（2008）：環境と防災の土木計画学，京都大学学術出版.
萩原良巳・萩原清子・松島フィオナ・柴田翔・河野真典・松島敏和（2008）：生活者の印象による水辺GES環境評価，京都大学防災研究所年報第51号，pp.675-694.
萩原良巳・萩原清子・河野真典（2009b）：上下流域の地域特性に基づいた水辺環境マネジメントに関する一考察，京都大学防災研究所年報第52号，pp.885-897.
萩原良巳・萩原清子・松島敏和・河野真典（2009c）:鴨川流域の社会･生態環境の変化，京都大学防災研究所年報第52号，pp.831-850.
淀川水系流域委員会（2007）：答申　住民参加のさらなる進化に向けて，淀川水系流域委員会.

Environmental Management on Waterside with Public Participation between Up and Down Stream Regions

Masanori KAWANO*, Daisuke NOHARA, Tomoharu HORI, Yoshimi HAGIHARA**
and Kiyoko HAGIHARA***

* Graduate School of Engineering, Kyoto University
**Professor Emeritus, Kyoto University
*** Faculty of Sociology, Bukkyo University, Japan

Synopsis

In a basin, the environment on waterside in upstream and downstream regions is very different. The environmental valuation by local residents is important in the environmental management. To give a consideration to differences among regions in the environmental management on waterside, the authors aim to clarify the environmental valuation on waterside based on local residents' perception and impression. To clarify the characteristics of the regions which are chosen from up and down stream regions in a basin, a social survey is conducted there. The characteristics of the regions are shown in diagrams which show that life circumstances are important for upstream regions. Using the diagrams, regional environmental valuation functions are made to clarify effects of the characteristics. Secondly, with the aid of Cramer's coefficient of contingency and factor analysis, the environmental valuation on waterside through local residents' impressions are composed. These functions and the valuation through impression analysis give plans to make alternatives. Finally, flood control alternatives are reevaluated with the emphasis on upper and lower streams conflict, so that the environmental management on waterside should be done in view of 'diversity and integration.'

Keywords: Geo-, Eco- and Socio- Environment, up and down stream regions, public participation, runoff analysis