

景観からみた平常時の河川目標流量の設定に関する研究

島谷幸宏

正会員 工修 建設省土木研究所 環境部河川環境研究室 (〒305茨城県つくば市旭1番地)

平常時の河川流量を景観から設定するための研究である。3つの階層からなる景観評価プロセスモデルを構築し、9都市の215人の被験者に対する42河川スライドを用いた景観心理実験を行った。

結果は、①流れの量的イメージは「流量感」であらわしうる、②「水量感」は心理量「水面が広い」と「水深が深い」で説明できる、③心理量「水面が広い」は「みかけの水面幅」と「みかけの川幅」の比W/Bと高い相関を示す、この結果を用い④正常流量設定の手順を提案した。

Key Words : normal flow, river, landscape, discharge

1. はじめに

近年、河川をはじめとする水辺の環境的な価値が見直され、各地で水辺整備のための施策が展開されている。これまでの河川整備の大部分は、河川の平常時の流量は操作不能な与件のものとして取り扱われてきたために、河川ならではの水の流れを意識し、それを利用しようとする計画が実行されることはある多くなかった。しかし、近年、三田ニュータウンや多摩ニュータウンのように河川の平常時の流量自体をも計画の対象とし、流量増強対策を検討中の事例もみられるようになってきた。その際、景観や生物、親水活動の観点より確保すべき目標流量を設定することが課題となってきている。

また、一・二級河川では工事実施基本計画の中で「流水の正常な機能を維持するために必要な流量」すなわち「正常流量」を設定しなければならない(河川法施行例第10条)。原則として正常流量は、10ヶ年第1位相当の渇水時にも維持できるよう計画するものとなっており、舟運、漁業、景観、塩害の防止、河口閉塞の防止、河川管理施設の保護、地下水位の維持、動植物の保護、流れの清潔の保持、および水利流量の10項目を総合的に考慮して定めるものとされている¹⁾。これらの項目の中で従来特に定量化が困難な項目として漁業、景観、動植物の保護の3項目が挙げられている²⁾。しかし近年、河川環境に対する要望が増大し、これらの項目についても早急に定量化を図り確保すべき流量を設定することが必要となってきた。

2. 目的

このように景観や生物の観点から平常時維持すべき目標流量を設定する手法を確立することが社会的な課題となっているがこれまで景観や生物と流量の関係についての研究はあまり多くない。ここで対象とする景観について言えば、久保田ら³⁾、杉尾⁴⁾の研究があるのみである。この両研究とも景観の構成要素を列挙し、流量と景観との関連についての十分な考察がなされる前に多変量解析を行って流量と景観との関係を定量化しようとした研究であり、十分な結果が得られていない。また類似の研究として、流れのイメージについて行われた研究が数例あるのみで⁵⁾⁶⁾⁷⁾、物理的な量との関連性についてまで十分には踏み込んでいない。

このような状況に鑑み、本研究では人との係わりが多く、景観と流量の関係が深いと考えられる河川中流部(自然堤防地帯)を特に対象に洪水時以外の平常時の河川目標流量を、景観の観点より設定する際の基本的な考え方および目標流量を設定する際に基本となる物理的諸量と景観との関係について研究した結果について述べるものである。

3. 方法

(1) 評価構造のモデル化

環境の評価に関する既往の研究をみてみると、讃井・乾(1899)⁸⁾、小池ら(1988)⁹⁾などの研究がある。讃井・乾の研究は G.A.Gelly(1955)が提唱したパーソ

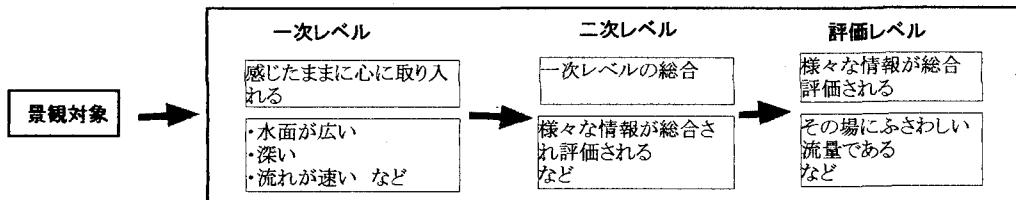


図-1 景観評価プロセスモデル

ナルコンストラクト理論に基づき、面接調査法の一つであるレパートリー・グリッド法を用い住環境の評価構造を明らかにしようとした研究である。G.A.Gellyは人間モデルを「人間は経験を通じてコンストラクトシステムと呼ばれる各人固有の認知構造をつくりあげ、その認知構造によって環境およびそこでの様々な出来事を理解し、またその結果を予測しようとしている。」としている。讃井・乾らはこの人間モデルに基づき、「人間が目や耳などの感覚器で知覚した環境を意味のある世界として理解する際の認知の単位」としてのコンストラクトがいくつかの階層性をもったヒエラルキー構造をなしているとして分析を進めている。

小池ら(1988)の研究は、讃井・乾の研究、およびスキーマ理論に基づき、都市河川の評価構造を解明しようとした研究である。都市河川の評価構造を3つの階層からなるコンストラクトに分けています。各コンストラクトは「外的環境を一時的に感じ取る部分」「判断」「評価」の3つの順に階層化している。小池らは、「評価」のコンストラクトは主観性・抽象性が高く、「外的環境を一時的に感じ取る部分」は客観的で、具体性に富むとしている。

これらの研究成果を参考に、本研究では景観評価プロセスモデルを3つのプロセスからなる以下のようなモデルを設定する。

人は、自然と人々の営みの結果あらわれた姿すなわち景観対象を視覚を通して心の中に取り入れる。まず視覚特性と比較的ダイレクトに結びつくと考えられる一次レベルの情報処理がなされると仮定する。次にこの一次レベルの情報処理結果のいくつかを統合した形での情報処理がなされる。これを二次レベルの情報処理結果と考える。さらにこれらの二次レベルを総合し景観の評価がなされると考える。これを評価レベルと呼ぶ。本論文ではこのような景観評価プロセスを用い分析を進める(図-1)。

これを具体的に述べると、流量変動により変化する物理的諸量は、水深、水面幅、流速などであり、その変化に伴い一次レベルの「水面が広い」、「水深

が深い」「流れが速い」などのイメージが変化する。一次レベルのイメージのいくつかが統合され、二次レベルのイメージである流れの量的(水量感)あるいは質的(上流のような流れ、大河のような流れなど)なイメージが変化する。一次レベル、二次レベルのイメージに意味的な判断が加味され、評価がなされると考えるのである。

なお、ここでは流量が変動することにより生態系や底質が変化することも考えられ、それによって景観も二次的に影響を受けると思われるが、これらは生態系や水質など他の項目の課題であるとの認識により、ここでは取り扱わない。

実際のプロセスはもっと複雑であると考えられるが、工学上有用であれば、モデルはなるべく単純な方がよい。本論文ではこのような景観評価プロセスモデルを用い研究を進めこのモデルの有効性についても論じる。

(2) 量的なイメージとしての水量感

ここで二次レベルのイメージと考えられる流れの量的なイメージを「水量感」で代表させるが、その理由を検討してみる。

私達は河川の水の量的なイメージをどのように認識しているのであろうか。まずそのことについて考えてみよう。

河川の水の量を表わす言葉を類語辞典¹⁰⁾で調べてみると、「流量」「水量」「水嵩」の三つの語が掲載されている。

それぞれの意味を引用する。

【流量】河川の流量を測定する。流量計

○単位時間内に通過する水・電流の量
(文章)

【水量】水量の多い滝、貯水池の水量が減る。

この川は水量が豊かだ。

○川・池などの水の量
(日常)

【水嵩】大雨で川の水嵩が増した。冬になると

水嵩が減る。

○川などの水量、水の分量
(日常)

表-1 被験者の属性

地方	都市	所属	10代	20代	30代	40代	50代	合計
			男女	男女	男女	男女	男女	男女
北海道	北海道 札幌市	北海道開発局	0	0	3	3	3	12
東北	宮城県 仙台市	太田区役所	0	0	3	3	3	12
関東	栃木県 足利市	足利市役所	0	0	3	3	3	12
北陸	新潟県 新潟市	北陸地方建設局	0	0	3	3	3	12
愛知県	桑名市	木曽川下流工事事務所	1	0	3	3	3	12
中部	岐阜市	淀川工事事務所, 淀川総合管理事務所, なにわ国道工事事務所	0	0	3	4	3	13
近畿	大阪府 広島市	中国地方建設局	0	0	3	3	3	12
中国	香川県 高松市	香川県庁	0	0	3	3	3	12
四国	福岡県 福岡市	九州地方建設局, 北九州工事事務所	0	0	3	3	3	12
九州			1	0	27	28	27	109
合計			1	0	27	28	27	109

	うなづく	うらわ	いどこひのき	うやま	うねる
(1) 好き	5	4	3	2	1
(2) 水量感がある	5	4	3	2	1
(3) 水質がよさそうだ	5	4	3	2	1
(4) 流速が遅そうだ	5	4	3	2	1
(5) 水面が広い	5	4	3	2	1
(6) 水深が深い	5	4	3	2	1
(7) 美しい	5	4	3	2	1
(8) 自然的な	5	4	3	2	1
(9) 水際に近づきやすい	5	4	3	2	1
(10) 緑が多い	5	4	3	2	1
(11) 周辺の雰囲気がよい	5	4	3	2	1
(12) 魚がいそう	5	4	3	2	1
(13) よく手入れされている	5	4	3	2	1
(14) そばに住みたい	5	4	3	2	1

図-2 調査票

これらを分析すると、「流量」は単位時間内に通過する水などの量を表わす文章語あるいは専門用語である。すなはち一般に用いられる語ではない。「水嵩」は水の分量を表わす日常語ではあるが、水の量そのものというより、水の増減、多少の程度を表わす時に主に用いられる語である。これらに対し「水量」は「流れる量」に加えて、そこに「たまっていいる量」も含んだ水の量を表わす言葉である。しかも、最も一般的な日常語である。

これら3つの語の中で、「水量感」が日常使われる言葉であることがわかったが、このことは、日本人が川の水の量を認識するときに、流れる量ばかりではなく、溜った状況もあわせて認識していることがわかる。日常使われるということから、量を評価する景観的なイメージは「水量感」で代表することが適切であることがわかる。そこで、これ以降「水量感」を取り上げ検討を進める。

表-2 河川の諸元

No.	河川名	水面幅(m)	川幅(m)	水深(m)	流速(m/s)
1	中筋川	13.0	61.4	0.30	0.24
2	後川	40.0	147.0	0.40	0.22
3	八宋川	6.0	16.0	0.15	0.09
4	坂折川	12.0	50.0	0.30	0.60
5	ヤイト川	2.5	27.0	0.20	0.11
6	山路川	2.0	21.0	0.10	0.07
7	柳瀬川	15.0	55.0	0.20	0.30
8	古津川	21.0	29.0	0.60	0.09
9	松川	9.5	19.0	0.60	0.15
10	江戸川	13.5	400.0	3.00	0.00
11	綾瀬川	20.0	30.0	1.50	0.00
12	串良川	20.0	90.0	0.60	0.25
13	石沢川	21.0	87.0	1.00	0.51
14	鳴瀬川	30.0	240.0	0.53	0.69
15	肝属川	16.0	65.0	0.44	0.43
16	中川	75.0	400.0	4.00	0.00
17	土川	14.0	36.0	0.70	0.20
18	浅野川	40.0	62.0	0.40	0.50
19	四万十川	50.0	85.0	0.40	0.29
20	古川	12.0	33.0	0.35	0.62
21	浅野川の内川	38.0	55.0	0.25	0.80
22	河の内川	16.0	28.0	0.70	0.30
23	多摩川	50.0	335.0	0.55	0.13
24	鶴見川	27.0	115.0	0.30	0.57
25	土器川	9.6	156.0	0.29	0.05
26	土器川	0.0	145.0	0.00	0.00
27	福井谷川	2.0	20.0	0.10	0.20
28	矢落川	6.6	52.5	1.50	0.02
29	奥田川	6.0	20.0	0.50	0.05
30	一の坂川	3.0	10.0	0.20	0.30
31	滝沢川	6.0	19.0	0.30	1.00
32	千歳川	22.5	35.0	0.40	1.00
33	北白石川	7.8	130.0	0.10	0.30
34	中津川	18.0	70.0	0.30	0.40
35	千曲川	19.0	18.6	0.45	0.35
36	譽似發寒川	10.0	38.0	0.20	0.25
37	津和野川	31.0	49.0	0.50	0.40
38	芹川	35.0	50.0	0.30	0.30
39	吉田川	50.0	60.0	0.50	0.60
40	月寒川	10.0	62.0	0.20	0.60
41	酒谷川	28.0	87.0	0.60	0.30
42	明野川	3.0	30.0	0.30	0.10

注) 見通せる範囲の平均の値を示した。(縦断方向に約5点の平均値、従って厳密な意味の平均値でなく、目安の値である)

(3) 方法

水量感と河川諸量との関係を明らかにするためにスライドを用いた景観心理実験を行った。

①被験者

全国9都市在住の公務員215名(河川技術に従事しない者)(表-1)

②刺激

42河川の流軸方向が見通せるスライド視点は橋梁上のものと堤防上のものとがある。山間渓流部を除く平野部の河川に限定し、河川の規模や周辺の都市化の状況、流量、水深、地域などがばらつくよう配慮した。(表-2)

③刺激の提示方法

広い視野を確保でき、視角を一致させることができないスライドにより提示する。35ミリレンズで連写撮影したものを、バックライト型の大型スクリーンに映写し、なるべく現地での視角、仰俯角が一致

- (1) 好き
- (2) 水量感がある
- (3) 水質が良さそうだ
- (4) 流速が速そうだ
- (5) 水面が広い
- (6) 水深が深い
- (7) 美しい
- (8) 自然的な
- (9) 水際に近づきやすい
- (10) 緑が多い
- (11) 周辺の雰囲気がよい
- (12) 魚がいそう
- (13) よく手入れされている
- (14) そばに住みたい

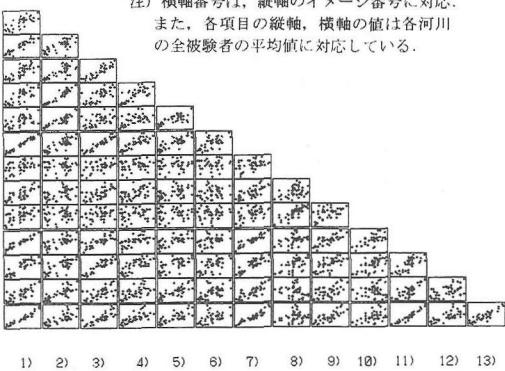


図-3 各イメージの散布図

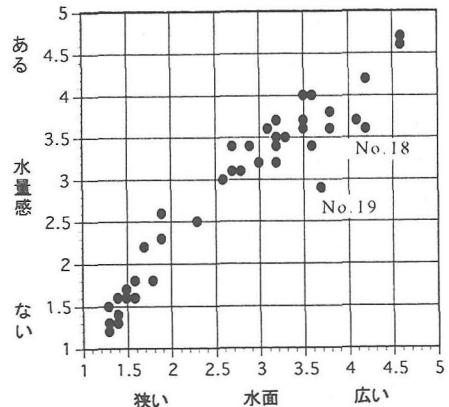


図-4 「水面が広い」と「水量感」の関係

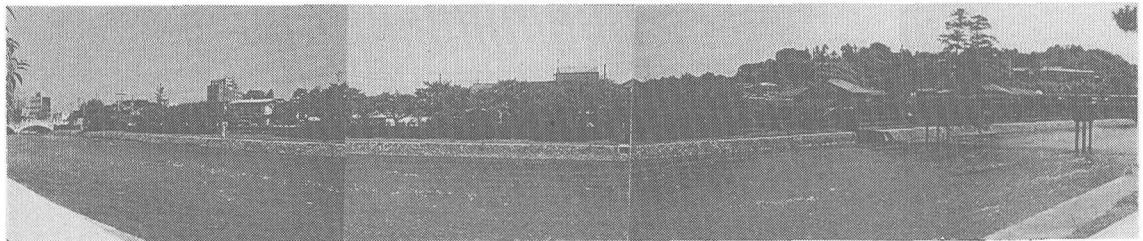


写真-1 No.18 浅野川



写真-2 No.19 四万十川

するように配慮した。No. 1 ~ 29 のスライドの撮影は建設省の所管事務所が、No. 30 ~ 42 は土木研究所がそれぞれ行った。

④ 調査票

(1) 「水量感があるーない」の他に、水量感と関係があると思われる(3)「水質が良さそうだー悪そうだ」(4)「流速が速そうだー遅そうだ」(5)「水面が広いー狭い」(6)「水深が深いー浅い」(7)「緑が多いー少ない」の5つのイメージとその他景観に関連がある8個のイメージを加え、計14のイメージについて図-2のように示した。分析は調査票に示した数字を得点として215名の平均値に基づいた。

4. 結果

(1) 水量感と他のイメージとの関係

図-3に、各イメージの関係の散布図を示した。なお以降、記載を簡潔にするためイメージの対を表わすのに調査票の左側に記載してある言葉のみを「」で示すものとする。

「水量感がある」と強い相関関係を示すのは「水面が広い」相関係数 $r = 0.95$, 「水深が深い」 $r = 0.89$ である。散布図をみても「水量感がある」と「水面が広い」は強い正の直線的な相関関係があることがよくわかる。この関係をさらに詳しくみるために図-4を示した。

「水量感」と「水面が広い」は強い関係があるが、No. 18, No. 19 の河川は「水面が広い」と思われているにもかかわらず、「水量感」はあまり感じられていない。そこで、この2河川についてその理由を検討してみる。

No. 19 は高知県の四万十川で、川幅 85 m, 水面幅 50 m, 平均水深 40cm の河川である。四万十川の地点は農村を流れる掘り込み河道となっており、低水路とほぼ同じ水面幅で水は流れしており水面幅は広い。しかし、平坦な河床となっており、水深がほぼ一様で河床がよく見え深い印象を与える。「水量感がある」2.9, 「水面が広い」3.5, 「深い」2.2,

「速い」2.7 となっており、やはり「深い」の平均値が極めて低い。そのため「水量感」の平均値は2.9にしかならなかつたと思われる。

No. 18 は、石川県の金沢市内梅の橋下流の浅野川で、川幅 62 m, 水面幅 40 m, 平均水深が 40cm の河川である。この付近の浅野川は河床勾配 1/250 と急で、流速約 50cm/s で、低水路幅と同じ水面幅で流れている。しかし、河床がよく見え深い印象を与える。「水量感がある」3.6, 「水面が広い」4.2, 「深い」2.1, 「速い」2.5 となっており、「深い」の平均値が低く、「水面が広い」と思われているにもかかわらず、「水量感」のイメージは低くなつたものと思われる。

このように、「水面が広い」で「水量感」をほぼ説明できるが、「水深が深い」と思われる場合には、必ずしも「水面が広い」のみで十分に説明しえないことがわかる。

そこで、基準変数Yを「水量感があるーない」、説明変数を X_1 「水面が広いー狭い」, X_2 「深いー浅い」, X_3 「速いー遅い」として変数増加法で重回帰分析を行つた。

2変数までとつた場合,

$$Y = 0.63X_1 + 0.47X_2 - 0.1$$

となり $r^2=0.971$, $F(2, 39) = 659$, $P < 0.01$

3変数の場合,

$$Y = 0.51X_1 + 0.51X_2 + 0.17X_3 - 0.28$$

$$r^2=0.979, F(3, 38) = 589, P < 0.01$$

となる。この結果より「水深」「水面幅」の2変数において高い重相関係数が得られ、2変数でほぼ説明できることを示している。これより「水量感があるーない」はおおむね2つの心理量「水面幅が広いー狭い」「水深が深いー浅い」で説明できることが示された。

(2) 「水面が広い」と物理諸量の関係

「水面が広い」と直感的に関係が強いと考えるこ

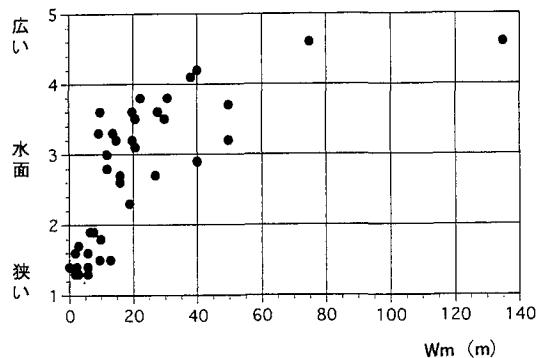


図-5 Wm と「水面が広い」の関係

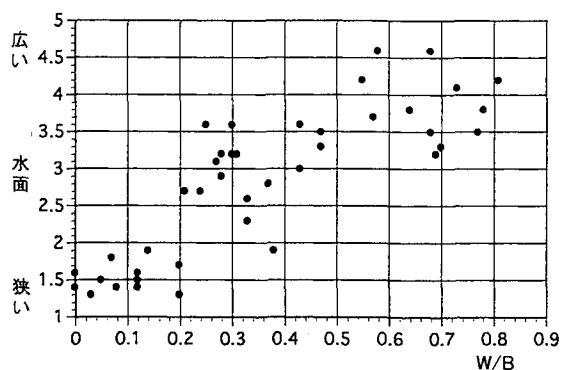


図-6 W/B と「水面が広い」の関係

とができる指標として見通せる範囲の平均的な水面幅(Wm)が考えられる。

Wm と「水面が広い」との関係を図-5に示した。Wm が大きくなるにしたがつて「水面が広い」の平均値は上昇する傾向にあるが、Wm が 15 m 以下の河川においてはバラツキが大きくなる。たとえば Wm=10 m にもかかわらず水面幅が広い（平均値 3.6 のものもある）と思われている河川もある。このように「水面が広い」というイメージは特に Wm が小さい領域で十分に説明しえない。

川幅が小さい河川でも、その川幅いっぱいに水面が確保されている場合には、水面が広いと感じるであろうし、一方いくら水面幅が広くとも、川幅がそれに比してもっと広い場合にはそれほど水面幅が広いとは思われないであろう。これは人が川という器の大きさとの関係で水面が広いかどうかを判断しているからと考えることができる。

このことを踏まえ、ここで「みかけの水面幅(W)」と「みかけの川幅(B)」の比「W/B」を提案する。「みかけの水面幅(W)」「みかけの川幅(B)」とは、目でみたときのみかけ上の水面幅と川幅の大きさのこと、網膜上にうつる大きさすなわち視角に

対応する。ここでは便宜上、刺激として提示したスライドを焼き付けた写真から求める。川において視線が集中する範囲は流軸方向を中心に仰・俯角の小さい領域に集中する事がこれまでの研究で明らかになっている¹¹⁾。なお俯角が小さすぎる領域では水面、川幅を視認しにくくなることを考えて、俯角1°～5°の範囲で「W/B」を求めた。なお「W/B」は流軸方向に対する俯角1°, 2°, 3°, 4°, 5°の「W/B」の平均値とした。上・下流とも流軸方向が見通せる場合には、上・下流方向の平均のW/Bで求めた。

図-6に「W/B」と「水面が広い」の関係を示した。多少ばらつくものの正のかなり強い相関がみられ、W/Bが「水面が広い」かどうかを判断するときの一つの大きな材料となっていることがわかる。

$$(Y = 3.7X + 1.5, r^2=0.72)$$

(3) 「深い」と物理諸量の関係

見通せる範囲の平均的水深と「水深が深い」の関係を図-7に示した。この図より水深と「水深が深い」には一定の関係が認められる。例えば水深が40cm未満になると「水深が深い」3.0以上ではなく、「水深が浅い」と思われている。水深が60cmを超えると、一例を除き、「水深が深い」は3.0以上となる。「深い」が2.0以下となるのは水深30cm以下の場合のみとなっている。このように実際の水深と「水深が深い」にはある一定の関係があるが、水深が1.5mもあるのに「深い」の評価が2.7という例外的な例もある。

これは、水深が「深い」「浅い」の判断を水深ばかりではなく「川底の見え方」「河岸の傾き」「水面上に見える石や草」「水の色」などにより行っていることによると考えることができる。しかしながら「水深の深さ」に係わる要因は多く、今回のデータ数では十分に定量化はできなかった。

ここでは参考に筆者が内観法により求めた「水深の深さ」の判断基準を示す。

- ①「川底が見える場合」…水が透明であれば浅く、水に青く色がついていれば深くみえる。
- ②「川底が見えない場合」…この場合には川幅や河岸の傾斜、水面に出る石や草の状況から判断する。川幅が広ければ「深く」、川幅が狭い場合には、河岸の傾斜がゆるやかであれば「浅く」、急であれば「深く」みえる。水面に石や草が出ていれば「浅く」みえる。

(4) 「水量感がある」と物理諸量の関係

前節までで「水量感がある」は「水面の広さ」と「水深が深い」で、また「水面の広さ」は「W/B」

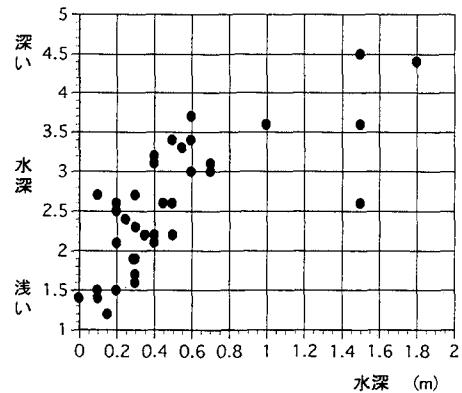


図-7 水深と「深い」の関係

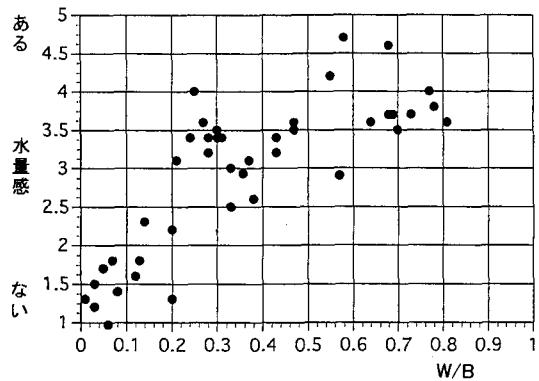


図-8 「水量感」とW/Bの関係

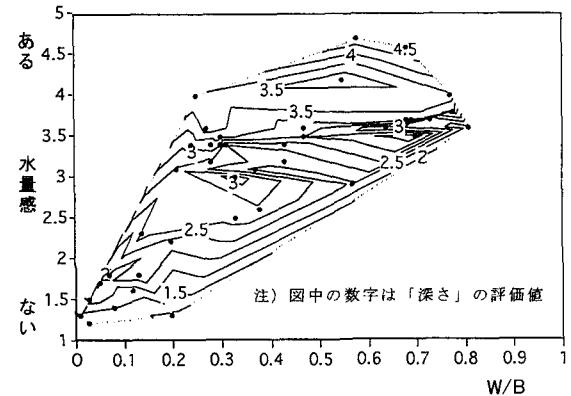


図-9 W/Bと「水量感」と「深い」(等高線)

で概ね説明できることがわかった。しかし心理量の「深さ」は実際の水深でかなり説明できるが、定量化は難しく種々の要因から成り立っていることが明らかになった。

そこで「深さ」は一つの指標での定量化が困難であるので心理評価値を代表として、「水量感がある」とW/B「水深が深い」の関係をみてみよう。

表-3 河道特性別の流量変動と景観変動の関係

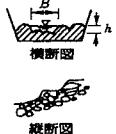
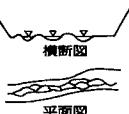
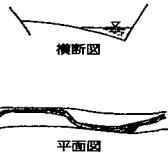
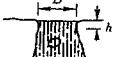
流量からみた河道区分	河 道 模 式 図	河 道 の 特 徴	流量の変動と景観の変動の区分
渓流河道 (階段状河道)		<ul style="list-style-type: none"> 粒度分布の広い山間部の河川において、比較的規則的な階段状の河床形態が発達する。大きな石がかみあつて壙に相当する部分がつくられ、その下流が洗掘され、プールが形成される。 	渓勝地となっていることも多く、流量の変動により水深、水面幅の変動が大きい。名前のついている奇岩などがある場合には岩の見え具合が重要となり、その場合には水深が景観上重要なとなる。
複列砂州河道		<ul style="list-style-type: none"> 複状地河道および低水路幅が広い場合の中間地河道 河道は直線的 中間地河道の d_{m} が 0.2cm 以下の砂川 	この河道は、流量が変動することにより水面幅および渕の数の変動が景観上支配的である。深い渕の水深等は多少の流量の変動によっても影響はあまり受けない。また勾配が急で一定の流速は生じるため、流速が問題となることはあまりない。
交互砂州河道		<ul style="list-style-type: none"> 勾配 $1/500 \sim 1/2000$ 砂利河川、中間地あるいは山地河道 河道は蛇行している場合が多く、渕曲部凹側にポイントバーが形成される。 渕と淵が交互に現われ、平常時は景観的にも緩やかな流れが特色となる。 	砂州の横断勾配が緩いため、流量変動による水面幅の変動がもっとも大きい。また、流量が変動することにより、渕の波立ちの状況も変動する。
感潮河道		<ul style="list-style-type: none"> 感潮域に対応し、河床勾配 $1/5000$ 程度以下 河床材料は細砂からなる。 流れの強さに対し、耐侵食があり河道変動は少ない。 	<p>感潮域であり、水位は流量よりも海の潮位が支配的である。 満潮時は低水路に水が湛えられるが、干潮時には河床が顔を出すこともある。</p> <p>(水量感) 干潮時の流量 (動的イメージ) 干潮時に逆流する区域が設定により異なる。</p>
渕		—	流量の変動により、渕の幅、越流水深、渕の色(白面の状況)、渕の形状(1筋、2筋あるいは2段、3段)などが変動する。
掘込み十断面底ばかり河川 (土砂流出の少ない河川)		<ul style="list-style-type: none"> 都市河川で河床、側岸とも固定しており、流域からの生産土砂量が少ないため、砂州はできない。 	流量の変動による、水面幅の変動は大きくなく、水深、流速の変動がある。 $V = 1/3 R^{2/3} I^{1/2}$ より考えると、 V の変動は H の変動の $2/3$ 程度である。

図-8に「水量感」とW/Bの関係をまた図-9にはその図に「水深が深い」の評価値を等高線で示した。これらの図からW/Bと「水量感」にはかなり強い相関がみられることがわかる(曲線近似すると $Y=4.4X^{0.85}$, $r^2=0.73$)。しかも、「水深」の影響も受け、水深の評価値が低いと同じW/Bでも「水量感」の評価は低くなる。

例えば「水深が深い」の評価値が3.0あればW/Bが0.2以上になると「水量感」の評価値は3.0を十分超えるが、「深い」の評価値が2.0より小さくなると「水量感」の評価は大幅に下がる。「深い」の評価値2.0の傾きが急であることを考えると、みかけのW/Bの値が小さい領域で特に「深い」の影響は大である。

なお、「水量感」と他の量、川幅、水面幅、流速、流量、単位幅流量($=Q/B$)などの関係も検討したが、高い関係は認められなかった。

5. 考察

(1) 河道特性別の流量及び景観変動特性

本論文では、河川中流部を対象に検討を進めているが、その位置付けを明瞭にするために、河川特性別の景観変動特性について考察する。

河川の特性を渓流、中流、下流、その他に分け、流量変動によって景観のどのような点が変動するのかを概念的に示す(表-3)。

a) 渓流河道

河川の最上流部に位置する区間で、比較的規則的な階段状の河床形態が発達する¹²⁾。大きな石がかみ合ってステップに相当する部分がつくられ、その後流が洗掘され、プールが形成される。この区間は、景勝地となっていることが多い、景観上留意すべき箇所も多い。

流量の変動により特に大きく変動するのは水深、

水面幅と考えられる。景観上、水面幅、水深が重要である。なお水深の変動により、名前のついているような奇岩がある場合には、その見え方が変わらなようすに水深を確保することが必要な場合もある。

b) 中流

①複列砂州河道…勾配 1/400 より急な扇状地河道 (Segment I)¹³⁾ 及び河床材料の平均粒径が 2 mm 以下のの中間地河道 (Segment II)¹³⁾ では、砂州が複列に発達し、瀧の数が複数になる¹³⁾。この河道では、流量の変動により瀧の幅と瀧の数が特に変動する。川幅に比して水面幅が小さい河川が多く、それがこの河道の風景の特徴となっている。瀧の数や水面幅及び水深が水量感の指標となると考えられる河道である。

②交互砂州河道…勾配が 1/500 ~ 1/2000 の砂利河川では、交互に砂州が発達する¹³⁾。この区間では砂州の前縁部が早瀬となり、白波立ち、その砂州の前縁部からの流れが落ち込んだ部分が水深が深く、淵となりゆるやかな流れとなる。このような砂州、瀬・淵などがこの区間景観上の特色となる。

砂州の横断勾配が小さいため、流量変動により水面幅が変動する。

c) 下流

感潮区間…感潮区間では、水位は河口水位によって支配される。流れはゆるやかで、河床材料は一般に細砂からなる。流量変動による景観変動はあまり大きくない。干潮時のほうが流量の影響を受けやすい。

d) その他

①瀧

景勝地となる瀧は、景観の観点より流量が問題となる場合がある。瀧口の形状、瀧が存在する場所の地形、流量などにより風景が決まる。流量が変動することにより、瀧幅、瀧の色、瀧の形状（1段か2段かなど）などが変動する。

②堀込み単断面底ばかり河川（無砂州の場合）

都市内の小河川にみられるタイプである。河床が平らであるため流量が変動しても、水面幅は変わらず、変化するのは水深、流速のみである。したがって水深や流速をどれ位に確保するかが景観上の課題となる。あき缶などのゴミが水面上に見えると水深が浅いという印象を与えると思われる。

以上のように、中流部では流量の変動により、水面幅が変動し、それが景観の量的イメージに影響を及ぼすことが推察される区間である。

(2) 中流部における水量感の認知特性

4. で示したように、中流部では「水量感」は「水

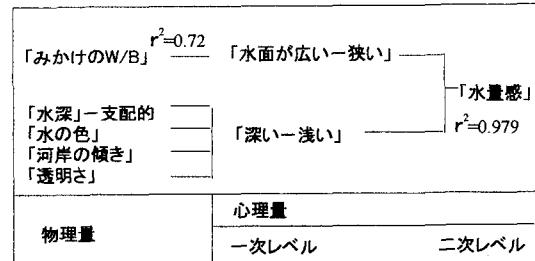


図-10 「水量感」に関する総括表

面の広がり感」と「水の深さ」の2つの心理量によってよく説明される（図-10）。

「水面の広がり感」は「みかけの河川幅」と「みかけの水面幅」の比W/Bと相関が高い。

これと類似の対象間の比に基づく指標として街路や広場で用いられているD/H（街路幅あるいは公園の広さと建物高の比）、著者らが提案した対岸景における水面のみえる量の適度さの指標 r （水面/堤防高のみえの比）などをあげることができる¹⁴⁾。

人が比較的大きな物理空間を対象間の比によって判断していることは興味深い。W/Bもこの一例といつてよいだろう。W/Bとは人が川という器と水面幅との関係性によって、水面が広いかどうかを判断していることを示す指標と考えることができる。

なお、W/Bは、網膜上に映る大きさ、すなわち水面幅と川幅比をあらわすので以下のような特徴を持つ。①W/Bは実際の水面幅/川幅よりも大きくなる。②近くのW/Bは大きく、遠方になれば実際の水面幅/川幅に近づく。③視点の位置が低くなると、W/Bは大きくなる。

心理量「水の深さ」は物理量の「水深」が支配的であるが、河岸の傾きや水の色、水の透明さにも関連して判断されていると推測される。

結局、「水量感」はW/Bと心理量「水の深さ」によって説明できる。

(3) 地域差の検討

a) 各イメージの都市間分散による検定

ここでは、前節までで検討した一次レベルのイメージと考えられる「水深」、「流れの速さ」や二次レベルのイメージと考えられる「水量感」、「水質」などについて地域ごとにイメージの差があるかどうか検討する。地域について検討するのは、河川目標流量はそれぞれの地域において決定されるもので、地域差が特に重要と考えられるからである。

それぞれのイメージについて、各河川ごとに各都市の平均値について、都市間のばらつきを分散値として求めてみた。分散の平均値は「水面が広い」=

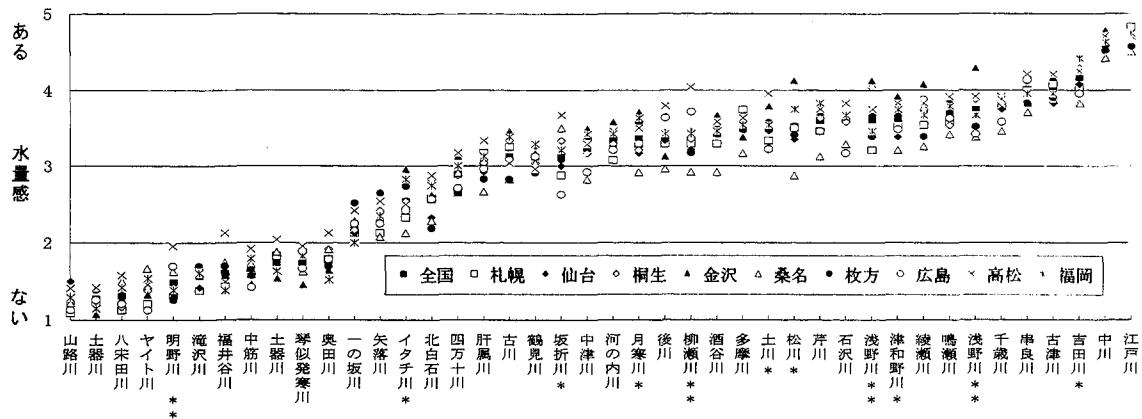


図-11 各地域の河川別平均値のはらつき

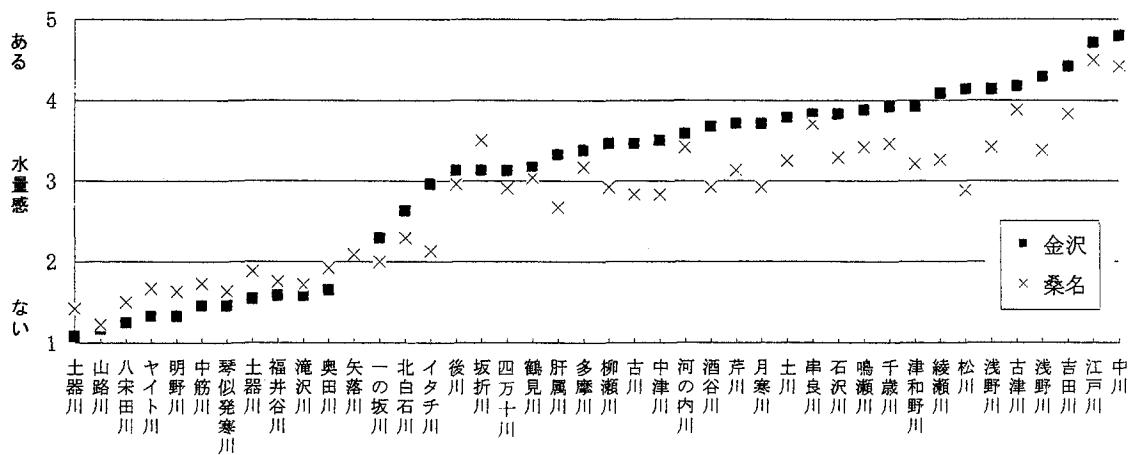


図-12 水量感の都市差

0.18、「流速が速そうだ」=0.18、「水深が深い」=0.18 <「水量感がある」=0.20 <「水質が良さそうだ」=0.23 となった。t検定による平均値の差の検定を行ったところ、一次イメージと考えられる前3者と二次レベルのイメージと考えられる「水量感がある」、および「水量感がある」と二次レベルのイメージと考えられる「水質が良さそうだ」は10%水準で有意傾向あり、前3者と「水質が良さそうだ」は1%水準で有意差が認められた。

このように「水質」のイメージに関して地域間のばらつきが最大で、ついで「水量感」、そして一次レベルのイメージと考えられる「広い」「深い」「速い」のイメージが地域間のばらつきはもっとも小さい。

b) 水量感の地域差

水量感について各河川ごとに、各都市の「水量感がある」の評点の分布形に差があるのかを χ^2 検定したみた。図-11中、河川名に*, **マークを示したもののが都市間の分布形に前者が5%水準、後者

が1%水準で有意差があるものである。

42河川中12河川に有意な差が生じている。各都市の平均値でみてみると、全体としてそれほど大きな差ではないが、金沢、高松が比較的高く、桑名、広島が比較的低い評点となっている。金沢と桑名のみを取り出した図-12ではさらに詳細な傾向が読みとれる。金沢の被験者が桑名の被験者よりも敏感に反応する傾向があり、水量感が2よりも高い域では高めに、水量感が2よりも小さい域では低めに評価している。

桑名は、木曽川の下流部に位置する。木曽川の下流部は広大な水面と比較的深い水深になっている。一方、金沢には犀川、浅野川の2河川および都市内を辰巳用水などの水路が流下する。両河川とも今回の調査では水面幅、水深ともに中位に、水量感ではやや上位に位置する河川である。桑名の人にとって木曽川に比べれば今回提示したすべての川の水面幅は小さく流量感も無かったと考えられる。一方金沢

の被験者は、市内にいろいろなサイズの河川や水路が流下し、スライドによる刺激と比較が可能ないろいろな水辺が存していると考えられ桑名に比べ敏感に反応したと考えられる。このように常日頃接する河川の状況により水量感の判断のレベルや敏感さは異なると考えることができる。

また、広島は桑名同様、太田川という大河川が流下する都市である。このように大きな河川に接している都市の住民は水量感に対する感度は大きな河川のない都市の住民に比べ低くなり、しかも全体の水量感の値も低くなる傾向がみられる。しかし高松、金沢との差はそれほど大きくはなく、水量感の評価値で1以内の差である。

(4) 景観プロセスマodelの有効性について

本研究では3つのレベルからなる景観プロセスマodelを用いたことにより、水量感と物理量の関係がかなり明瞭になった。従来の研究で行われていたように「水量感」と物理量の関係を直接的に多変量解析などで求めていれば、ここで示したW/Bのような指標は得られなかつたと考えられる。認知プロセスを考えることにより詳細な検討が可能になった。

しかしながら水が深いところでみたように、実際の認知構造はもっと複雑である。「深い」を1次レベルとしたけれど、「深い」という判断は前述したように水の色や河岸の勾配などの情報を併せて判断していると考えられる。

このように実際の認知プロセスは3つの段階よりもさらに複雑であると考えられるが、モデルを複雑にすればするほど解析は難しくなってくる。研究の結果で明らかのように、工学上の有用さからすれば3段階の階層モデルは分析のツールとして有効であると考えている。

(5) 景観から見た流量設定の基本的な考え方

河川における景観からみた目標流量の設定フローの一案を図-13に示す。その内容を簡潔に記すと以下のようになる。

- 景観からみた目標流量を検討する区間を設定する。
- 次に、検討箇所と視点を設定する。

まず検討箇所を設定する。検討区間の中で、「重要な景観対象は何か」、「人がよく行く場所はどこか」という2つの観点より検討箇所の設定を行う。

特に、滝、名前のついた岩、淵・とろ・瀬、歴史的な構造物や施設、よく写真に撮られたり絵に描かれていたりする場所、親水設備が整備されている場所、流量変動によって大きく景観が変動する場所や人の

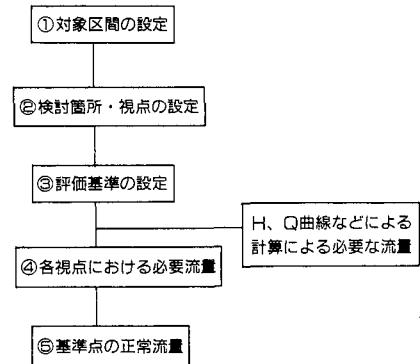


図-13 正常流量算定の手順

目に触れる機会が多い展望所・橋梁などは重要な検討箇所となる。

次に検討箇所内の視点と景観対象を設定する。その際には視点と対象間の距離や見え隠れ、俯角などにより見え方が異なるので、視点と対象の関係性を考慮した選定が重要である。

c) 各検討箇所における必要流量の算定

1) 流量変動と景観変動の関係の把握

流量の変動と景観変動の関係を物理的な要素との関係で把握する。中流部の場合はW/B及び「水の深さ」が「景観の変動」に特に重要な物理量である。

短期間で流量変動が大きいところや、流量が操作可能な場所では流量の変化と景観の関係が現場の測定・観察により直接的に把握できるが、それ以外のところでは詳細な測量や計算による水深・水面幅などの物理量の変化予測などが必要となる。

2) 1)で把握した景観と流量の関係に対して人がどのように評価するかを把握し、その結果に基づき必要流量を算定する。これにはいくつかの方法が考えられる。

①資料に基づく方法

歴史的に描かれてきた絵画や景勝地を写した写真などについて、景観の特徴のどの部分を重視しているかを分析し1)の結果と関連づけて流量を求める。絵画や写真などに人の評価が代表されているという考え方である。

②被験者を選定し、景観心理実験を行う方法

多数の人を対象とし、客観的な結果が得られるという利点がある。ただし流量が多くなるにしたがって一般に評価が高くなるので、評価値のどこで線引きをすべきかという問題や、流量変動に対応した景観の予測が難しくスライドや写真の出来上りに左右されるという欠点がある。

③景観の専門家や地域を代表とする人などからなる委員会や協議会を設置し、1)や景観の予測結果を

提示し、評価基準について合意を図る方法である。

④シビルミニマムの方法

たとえば「W/Bを一定の値以上とする」などの全国あるいは地域の一連の基準を設定し、最低限それを確保する方法である。

どのような方法をとるか、あるいは組み合わせるかは、その河川のおかれている景観・社会状況、自然条件により異なるものと考察される。ここでは言及しなかつたが、景観からみた必要流量をどのように流況下で達成すべきかという大きな課題が残っている。国民が渴水で飲み水に窮している時には、景観のために流量を確保する必要はないと考えられるが、かといって年に数日しか必要流量が達成されないのでは一定の景観基準は達成されたとは考えられない。この課題は重要であるがこれまで研究されたものではなく、今後の課題と考えている。

以上のように目標流量設定手順の一案を示したが、いずれにしても、水量感についての認知特性を知っておくことが基本となることは明らかであろう。

6. まとめ

本研究では、河川中流部を対象に、洪水時以外の平常時の河川目標流量を景観の観点より設定する際の基本的な考え方及び目標流量を設定する際に基本となる物理諸量と景観との関係について研究した。その結果、次のことが明らかになった。

- ①流れの量的なイメージを整理し、「水量感」で代表した。「水量感」は流れる量とともに溜まっている水の状態もあわせたイメージであることを示した。
- ②「水量感」は「水面の広がり感」と「水の深さ」の2つの心理量によってよく説明される。
- ③「みかけの河川幅」と「みかけの水面幅」の比W/Bを提案し、「水面の広がり感」と相関が高い。
- ④心理量「水の深さ」は物理量「水深」が支配的であるが、河岸の傾きや水の色、水の透明さに関連する。
- ⑤結局「水量感」はW/Bと心理量「水の深さ」によって説明できる。
- ⑥「水量感」の評価は各都市をどういう河川が流れるかによって異なる。水量が豊かな大河川に位置する桑名市や広島市の被験者は水量感が多いと感じにくい。しかし各都市間の差はそれほど大きくはない。
- ⑦3つの階層からなる景観評価プロセスモデルを構築したことにより、認知の過程を追うことができ、

「水量感」を物理量とかなり関係づけることができ、モデルの有効性を確認した。

⑧景観からみた平常時目標流量を設定する際の計画手法を提案し、W/Bが一つの重要な判断基準になりうることを示した。

謝辞：本研究の遂行に際しご協力を頂いた建設省河川局、北海道開発局、各地方建設局の方々に心から謝意を表する次第であります。

参考文献

- 1) 建設省河川局監修：改訂建設省河川砂防技術基準(案)計画編、山海堂、pp.33-34、1986.
- 2) 建設省河川局河川計画課河川環境対策室、土木研究所：水環境に関する研究、第44回建設省技術研究会、pp.713、1989.
- 3) 久保田穣、蛭間豊春、大野善雄、石井弓夫：河川景観と維持用水量、第2回環境問題シンポジウム、pp.76-81、1974.
- 4) 杉尾邦江：水力発電用ダムにおける河川景観保全のための河川維持流量の予測、ランドスケープ、vol.8、No.3、pp.38-42、1982.
- 5) 青木陽二：現場実験による水辺快適性評価の試み、国立公害研究所研究報告第119号、p.62、1988.
- 6) 土屋十園：都市河川の総合親水性に関する研究、博士論文、pp.134-144、1993.
- 7) 笹谷康之：地形の意味に関する研究、博士論文、pp.131-143、1990.
- 8) 譲井純一郎、乾正雄：パートナー・グリット[®]発展手法による住環境評価構造の抽出－認知心理学に基づく住環境評価に関する研究（1）－、日本建築学会計画学論文報告書第367号、pp.15-21、1986.
- 9) 小池俊雄、玉井信行、高橋裕、泉典洋、岡村次郎：都市河川空間の評価構造に関する研究、土木計画学研究論文集、No.6、pp.105-112、1988.
- 10) 大野晋、浜西正人：類語辞典、角川書店、1985.
- 11) 北川明、島谷幸宏、小栗幸雄、渡辺裕二、千田庸也：河川の視点場に関する研究、土木研究所資料2758号、1989.
- 12) 芦田和男・高橋保・道上正規：河川の土砂災害と対策、森北出版、1983.
- 13) 山本晃一：河道特性論ノート[Ⅰ]、土木研究所資料1625号、1980.
- 14) 島谷幸宏、平野孝明、北川明、小栗幸雄：河川景観における適度な水面の見えに関する研究、pp.310-311、土木学会第43回年次学術講演会、1988.
- 15) 大山正、東洋：認知心理学講座1、認知と心理学、東京大学出版、1984.

(1996.9.12受付)

NORMAL FLOW DISCHARGE OF A RIVER FROM LANDSCAPE POINT OF VIEW

Yukihiro SHIMATANI

The purpose is to show the procedure and basic concept of determine the normal flow discharge of rivers from landscape point of view. The process model of landscape recognition was proposed and the discharge image test of rivers was conducted using 42 rivers' pictures to 215 local officials. The result indicated 1) 'SUIRYOU KAN' means image of amount of water flow 2) Image of water flow width and image of water depth have strong relationship between 'SUIRYOU KAN'. 3) W and B were defined average of visual angle of water surface width and visual angle of width of river during $1^\circ \sim 5^\circ$ of depressed angle. W/B explained the image of water flow width.