

景観からみた河川水質に関する研究

Study on Water Quality of Rivers from the view point of Scenery

○島谷幸宏* 皆川朋子**

Yukihiro SHIMATANI*, Tomoko MINAGAWA**

ABSTRACT; The purpose of the study is to evaluate the water quality of rivers from the view point of the human sense by image test of river water. The result indicated 1) The image of "Clear water" has less relation with the value of BOD. 2) The image of "Clear water" has strong relationship with the image of "Transparent". 3) The image of "Transparent" has strong relationship with "Transparency by cylinder test", and is explained by "Transparency by cylinder test" and "depth". 4) "Water color" reflects "Clear water".

And it's showed that "Transparency by cylinder test" is presumed from the optical absorbance of SS at 610nm, which is percolated with filter papers from river water.

Key Words; clear water, transparency, human sense, filter absorbance method

1. はじめに

近年、排水規制、下水道整備の進捗により、河川の水質は改善されつつあるが、新たな問題が生じている。一つは、BODで代表される水質指標値は良好であるが、実感として水がそれほどきれいと感じられないという感覚的な問題である。もう一つは、発ガン物質や環境ホルモンで代表される微量有害物質の問題である。本論文では、前者の人の感覚と水質との関係を明らかにする。

感覚的な観点から水質管理を行っていく場合、人の感覚特性（その中でも特に視覚）と水質の関係を明らかにしていく必要がある。関連した既往研究をみると、植物プランクトンや汚れの程度と水の色との関係について、森下等の研究¹⁾²⁾、また、親水活動の観点から、「水のきれいさ」評価と視覚的要素との関係については、青木、島谷、平山らの研究がある。島谷らは、「透視度」が大きく寄与していること、河床に水ワタが生えている場合等は「河床の状況」が関与していること、「水の色」の評価として、赤や紫等、川の色としてめったにない色の評価は低く、河川に多く見られる黄から青は、青になるにしたがい評価は高くなる傾向があることを示している³⁾。青木は、色相値が高くなるに従って、「水のきれいさ」の評価は高くなることを示している⁴⁾。また、水質と人の評価に関して、平山らは「河床付着物量（乾燥重量、強熱減量、クロロフィル）」と「水のきれいさ」との関係を示し、「水のきれいさ」には流速が関与していることを示唆している⁵⁾。

以上のように、これらは景観要素個々についてみたものであり、その評価構造が体系的に明らかにされているわけではない。そこで、本研究では、特に水質と視覚の関係性を人の評価を通して研究を進め、その景観評価の構造を明らかにし、今後の景観からみた河川水質管理に資することを目的とする。

2. 方法

本研究では、景観からみた河川水質の評価を明らかにするため、以下を行う。

*正員、工学修士、建設省土木研究所 環境部 河川環境研究室

**正員、工学修士、同上

River Environment Division, Pubric Works Reseach Institute, Ministry of Constraction

- ①現地観察及び過去の研究成果を総合し、河川水の外観に影響する物理要素を整理する。
- ②①を踏まえ、現地景観評価実験を行い、景観からみた水質評価を明らかにする。
- ③②の結果より、景観からみた水質管理について考察する。

3. 水の外観に影響を及ぼす物理要素

ここでは、まず、河川水の外観に影響する物理要素を整理する。

図-1に現地観察及び既往研究¹⁾³⁾⁷⁾¹¹⁾から、水の外観を認知するときに関係すると考えられる物理的要素を示した。河川水面まで到達する光は、太陽光が直接地表まで到達する直接光、大気中の分子・エアロゾル・雲粒などによる多重散乱を受けたのち地表面に到達する散乱光、周辺の建築物、樹木などからの反射光などからなる。

水面に到達した光は一部は直接反射し人の目に入るが、残りは水中に入る。水中では水の分子、溶存物質、懸濁物質による吸収、散乱を繰り返す。一部の光は河床まで到達せず水中で懸濁物質により反射し再び水中から出て人の目に入る。河床まで到達した光はそこで吸収、反射し再び水中を通り空中へ出て人の目に入る。

投射角（水面の垂直線と光軸がなす角）は水中への光の反射・透過を支配する物理量である。俯角(D)は水面が水平の時、 $D=90^\circ$ - 投射角であり、水中への光の反射・透過を支配する景観物理量である。水面が水平の場合、俯角が小さい領域は反射率が大きく、反射の影響が強くなり水中は見にくくなる。たとえば俯角 30° の時反射率は 0.1 であるが、俯角が 10° になると反射率は 0.4 になる。また水中から反射してくる光は投射角が臨界角 49° より大きくなると全反射を起こし光は水面に出て行かなくなる。水平面では前述したとおりであるが、河川の水面は風や流れにより波が生じ、水平でないのが一般的である。波があると水面は局部的に傾いており投射角はさまざまな値をとる。したがって俯角の小さい領域でも水中が見える場合がある。一方俯角の小さい領域でも波の影響で空を映す場合もある。これが水面の見え方を複雑にまた美しくしている要因の一つであるが水質の認知にとっては基本的には俯角の大きい領域が重要である。反射領域では何を映しているかが、水の外観に影響を与える。光源および、反射の観点から天候は水の外観に影響を与える要因である。

水中の光は水の分子によって吸収される。純粋な水では水深が 10m で明るさが 46%、100m では 7% になる。色別では赤い光は 1m で 50% に低減するが、青い光は 100m でも 50% しか低減しない。したがって深いと青く見える。また水に含まれているイオンも光を吸収する。イオンの種類によって色が異なり、火山性の湖などで見られるが、多くの人々が生活する平地の河川ではほとんどこのような河川はみられない。有機汚濁物質、植物プランクトン、土粒子などの懸濁物も光を吸収・反射する。植物プランクトンがあると緑色を帯び、土粒子が多いと茶系になる。細かい粒子が多いと光を乱反射し、白っぽく見える。水深が深ければこれらの懸濁物質に遮られ河床まで光が届かない。水の外観はこれら懸濁物質の光学的特性、濃度および水深に影響を受ける。

河床まで届いた光は河床で吸収・反射され水中に戻る。河床が見える場合には河床の外観が水の外観にも影響を及ぼすと考えられる。

以上のように、水の外観に影響を及ぼす

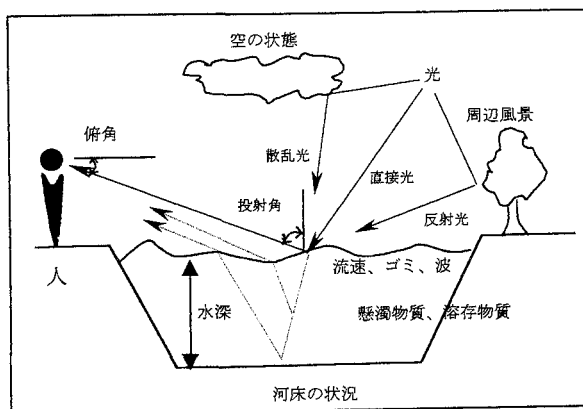


図-1 水の外観に影響を及ぼす物理要素

物理要素としては、天候、懸濁物質、水の色、水深、波、ゴミ、流速、河床の状況、水面に映った周辺景等があげられる。

4. 人の感覚と水のきれいさ

ここでは前節で見た物理的な要素のどれに対して、どのように水のきれいさを判断しているかを、現地観測実験によって明らかにする。

4. 1 調査の方法

平成9年8月27、28日の2日間、東京都、茨城県、埼玉県の22河川(図-2)を対象に、水質に関する現地景観心理実験を行った。河川の選定にあたっては従来の研究を参考に、なるべく視覚的にみた水質(透視度や水の色等)がばらつくように配慮した。被験者は22人、学生3人、会社員7人、自営業2人、主婦4人、その他6人である(表-1)。

アンケート調査は5段階SD法調査で行った。視点場は、橋梁上あるいは河岸である。景視からみた河川水質の評価項目は「水のきれいさ」とした。また、水質の認知に係わる評価項目は、表-2の9つの評価項目を選択した。なお、前章で水質の外観に影響するとした物理量のうち、水深については、「水の透明感」や「川底のみえ」との関係性で説明するため、評価項目には含めないものとした。天候について晴れの日に限り条件をほぼ一定とした。水面に映った周辺景、流速、波については、人は水の外観を評価するとき、これらの影響がない場所でみていると考えられる。

また、調査時にバケツにより採水し、透視度、濁度、BOD、D-BOD、クロロフィル-a、T-N、NH₄ などの水質分析を行った。その他、水の外観に関する要素として、水の色、河床のみえの状況（見えるかどうか）、河床の状況を記述した。なお、水の色については、水自体の色の記述及びマンセル標準色票を用いた河床を含めた色の測定を行った。

4. 2 対象河川の水質

表-3、4に対象河川の概要と水質分析結果を示す。透視度の最小は伝右川の9で、最大は山田川、桂川、西田川の100以上である。また、BODは5mg/l以上の河川は4河川のみで、伝右川141.2mg/lが最も高く、続いて東仁連川18.7mg/l、洞峰公園8.4mg/l、鬼怒川5.4mg/lであり、2mg/l以下の河川は12河川と多い。

4. 3 結果

(1)「水のきれいさ」と既往の水質指標との関係

図-3に水質指標と「水のきれいさ」との相関係数（線形）を示す。相関係数（線形）が0.6以上は透視度のみで、 $r=0.81$ である（図-4）。また、濁りの程度を表す濁度について「水のきれいさ」との関係を見ると、

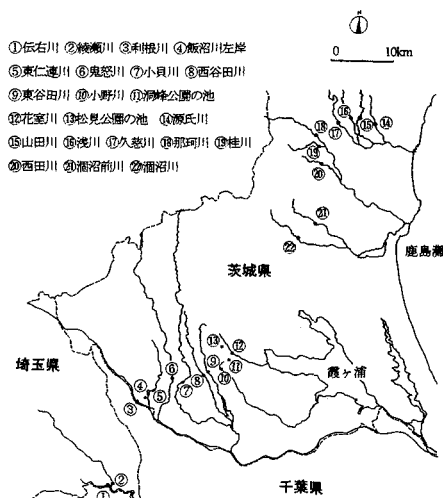


图-2 対象河川

表-1 被験者の年齢構成

	20歲代	30歲代	40歲代	50歲代	計
男	2	4	3	3	12
女	3	3	2	2	10

表-2 評価項目

		1 2 3 4 5	
①	「水のきれいさ」	きたない	きれいい
②	「水質のよさ」	悪い	よい
③	「水の色のきれいさ」	きたない	きれいい
④	「水の透明感」	透明でない	透明である
⑤	「川底のきれいさ」	きたない	きれいい
⑥	「におい」	しない	する
⑦	「浮いているゴミ」	きたない	きれいい
⑧	「川に落ちているゴミ」	きたない	きれいい
⑨	「浮いている油」	きたない	きれいい

注) 1, 5: そう思う。2, 4: ややそう思う。3: どちらでもない

対数曲線により近似され、相関がみられる(図-5、 $y=-1.03\ln(x)+5.4$ 、 $r^2=0.50$)。その他の項目は高い相関はみられない。透視度や濁度を除く既往の水質指標と「水のきれいさ」は一致していないことが分かる。例えば、BODと「水のきれいさ」との関係(図-6)は、特にBOD2mg/l以下では「水のきれいさ」の評価のばらつきはかなり大きい。BOD等の水質指標は人の感覚と一致していないのは従来の研究⁸⁾と同様である。

(2)「水のきれいさ」に関する要因

①「水のきれいさ」と他の心理量との関係

水質のよさを代表すると考えられる「水のきれいさ」と他の心理量との関係をみても、「水のきれいさ」と「水質がよい」「水の色きれいさ」の相関は極めて強く(相関係数 $r=0.99$)と、ほぼ同じ意味の評価語であることがわかる。続いて「水の透明感」「川底のきれいさ」である。このうち「水の透明感」は「水のきれいさ」の

ような判断が入った二次レベルのイメージというよりは、視覚刺激と直接関連づけることが可能な一次レベルのイメージと考えられる。そこで詳細にその関係をみても。図-7に「水のきれいさ」と「水の透明感」の散布図を示した。ほとんどの点が直線上に並ぶが、鬼怒川、澗沼川、洞峰公園池、利根川の4河川のみが外れている。鬼怒川、澗沼川は当日、出水で濁っていた。そのた

表-3 対象河川の概要

No.	河川名	川幅 (m)	水面幅 (m)	視点	水の色		川底の みえ	河床の状況
					水自体	河床含む		
1	伝右川	22.5	18	河岸(沿道)	黒灰緑系	5GY3/4	×	一部ヘドロ
2	綾瀬川	30	26	〃	灰緑系	10GY4/2	×	—
3	利根川	540	205	河岸	茶系	2.5GY5/3	△	シルト
4	飯沼川用水路	17	2	橋梁上	緑茶系	10Y5/4	×	—
5	東仁連川	20	3	測道	緑茶系	10Y5/4	×	—
6	鬼怒川	320	165	河岸	茶系(濁)	5Y5/2.5	×	—
7	小貝川	210	100	河岸	茶系	6Y6/3	△	ブロック(護岸)
8	西谷田川	10	1.2	橋梁上	透明	7.5Y8/5	△	接続ブロック
9	東谷田川	33	18	橋梁上	緑茶系	7.5GY5.5/3	×	—
10	小野川	10	8	橋梁上	茶系(濁)	10Y4.5/6	×	—
11	洞峰公園の池	310	200	橋梁上	茶緑(濁)	10Y6/3	×	—
12	花室川	30	3	橋梁上	茶系(濁)	7.5Y4/4	×	—
13	松見公園の池	75	50	河岸	茶系(濁)	7.5Y6/3.5	×	(コイ)
14	源氏川	40	6	橋梁上	茶系(濁)	10Y4/3	○	中〜大礫上にシルト
15	山田川	82	15	橋梁上	透明(少し黄系)	7.5Y6.5/5	○	黄色っぽい土
16	浅川	35	5	橋梁上	透明(少し黄系)	5Y6/6	○	茶色っぽい
17	久慈川	320	50	河岸	モスグリーン系 (水際は透明)	6GY5/6	○(水際)	中礫
18	那珂川	350	75	河岸	モスグリーン系 (水際は透明)	7.5GY7/2	○(水際)	中礫
19	桂川	25	7	橋梁上	透明	透明	○	小礫
20	西田川	20	4	橋梁上	茶系(濁)	2.5Y3/3	△	小礫の上に土
21	澗沼前川	23	5	橋梁上	茶系(濁)	2.5Y3/3.5	△	シルト
22	澗沼川	75	30	河岸	茶(濁)	2.5Y5/5	×	—

注)川底のみえ:○:見える、○(水際):水際のみ見える、△:水際のみ少し見える、×:見えない

表-4 対象河川の水質

No.	河川名	透視度	濁度	BOD	D-BOD	P-BOD	Chl-a	T-N	D-T-N	P-T-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N
1	伝右川	9	46.9	141.2	90.5	50.6	12.9	8.22	4.23	3.99	0.010	0.00	2.14
2	綾瀬川	37	9.8	4.4	1.6	2.9	10.1	3.30	2.78	0.52	0.173	1.22	1.11
3	利根川	41	11.2	1.7	0.6	1.2	18.6	2.26	2.09	0.16	0.010	2.02	0.05
4	飯沼川用水路	14	40.3	18.7	3.9	14.8	165.1	5.24	2.90	2.34	0.278	1.79	0.38
5	東仁連川	40	11.8	5.4	0.8	4.6	29.4	4.03	3.42	0.60	0.366	2.05	0.84
6	鬼怒川	29	27.3	1.4	0.2	1.2	14.9	2.40	1.99	0.40	0.036	1.86	0.09
7	小貝川	85	5.4	1.6	0.3	1.3	14.0	1.71	1.57	0.14	0.017	1.44	0.11
8	西谷田川	61	8.6	3.1	1.3	1.8	24.0	1.87	1.59	0.28	0.031	1.29	0.15
9	東谷田川	53	9.3	3.5	1.5	2.0	9.7	2.44	2.05	0.38	0.053	1.37	0.33
10	小野川	44	9.2	2.1	1.0	1.1	16.0	1.37	1.09	0.28	0.015	0.88	0.13
11	洞峰公園の池	11	44.8	8.4	1.2	7.2	95.3	1.53	0.32	1.21	0.004	0.00	0.14
12	花室川	40	11.3	1.9	0.5	1.4	11.6	1.10	1.04	0.06	0.017	0.85	0.07
13	松見公園の池	49	8.2	4.8	0.8	3.9	26.9	1.18	0.69	0.49	0.002	0.00	0.67
14	源氏川	75	5.1	1.5	0.7	0.8	7.5	0.43	0.36	0.06	0.008	0.10	0.15
15	山田川	100	1.6	1.1	0.6	0.4	5.4	0.59	0.52	0.07	0.004	0.40	0.05
16	浅川	87	4.8	1.1	0.4	0.8	25.9	0.60	0.48	0.13	0.006	0.33	0.02
17	久慈川	92	4.5	0.8	0.3	0.6	2.7	0.93	0.80	0.13	0.003	0.74	0.05
18	那珂川	77	6.3	1.1	0.4	0.7	2.0	1.34	1.27	0.07	0.006	1.21	0.05
19	桂川	100	3.3	1.2	0.5	0.7	1.7	3.36	3.14	0.22	0.029	2.96	0.12
20	西田川	100	3.5	1.4	0.6	0.9	11.4	1.18	1.11	0.07	0.004	0.97	0.04
21	澗沼前川	52	11.3	1.5	0.6	0.8	10.0	1.73	1.49	0.24	0.029	1.09	0.12
22	澗沼川	40	13.6	1.3	0.7	0.6	15.2	1.17	0.80	0.37	0.014	0.68	0.09

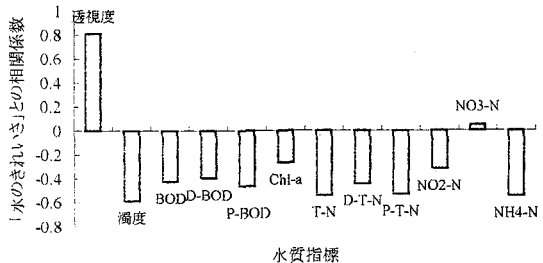


図-3 水質指標と「水のきれいさ」との相関(相関係数)

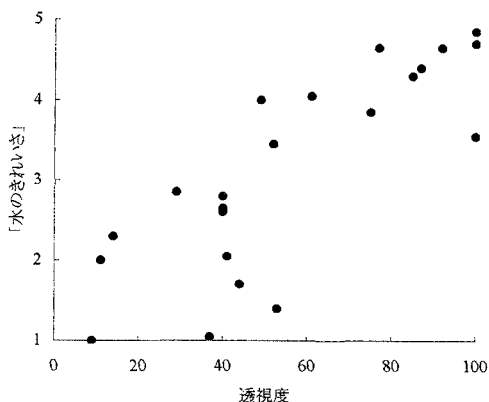


図-4 透視度と「水のきれいさ」の散布図

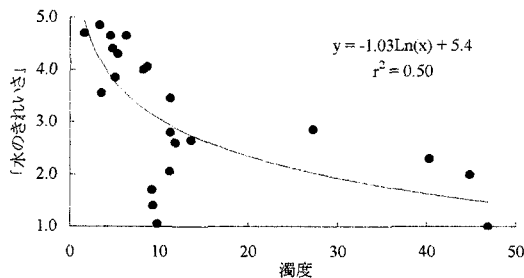


図-5 濁度と「水のきれいさ」の散布図

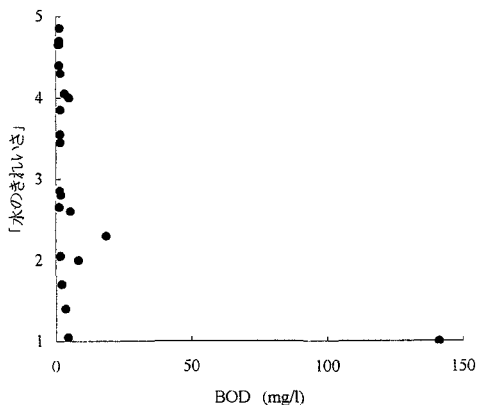


図-6 BODと「水のきれいさ」の散布図

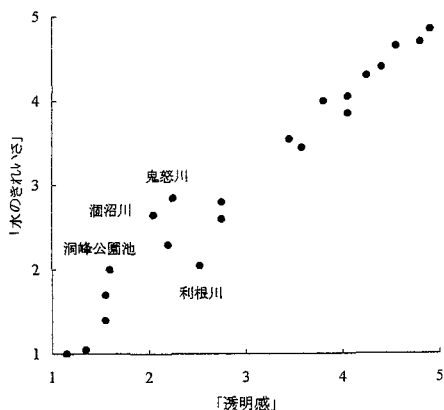


図-7 「水の透明感」と「水のきれいさ」の散布図

め「透明感」に比して「水がきれい」の評価値は高くなっている。人がその時の出水の状態も加味し水質を判断していることが分かる。しかし鬼怒川は平常時は水は透明で4ポイントあげてもよい河川にもかかわらず、3ポイント以下であったのはやはりその時の透明感に大きく影響を受けていることがわかる。洞峰公園池も茶系で汚濁という感じがしないためと考えられる。一方、利根川は「水の透明感」に比して「水のきれいさ」が高くなっている。「水の透明感」は浅い水際域で評価し透明さが感じられたことによるものと考えられる。

なお、今回の調査では「水が透明」で「河床が汚い」河川がなかったので、そのようなはずれ値はみられなかったが、既往研究にあるように、水が透明でも河床に水わたなど生えている場合には水質の評価値は下がると考えられる。

次に、「水のきれいさ」を目的変数に、「水の色のきれいさ」「水質のきれいさ」を除く他の心理量を説明変数として重回帰分析を行ったところ、「水の透明感」(X_1)、「川底のきれいさ」(X_2)が採択された。

$$Y=0.66X_1+0.35X_2, \quad r^2=0.99, \quad F(2,19)=6125, \quad P<0.01$$

「水のきれいさ」はほぼこの2者で説明でき、その他の評価項目の関与は小さい。

②「水の透明感」に関与する物理量

「水のきれいさ」を9割以上説明している「水の透明感」に関与する物理量として、透視度があげられる。図-8は透視度と「水の透明感」の関係を示したものである。「水の透明感」と「透視度」の相関係数は $r=0.85$

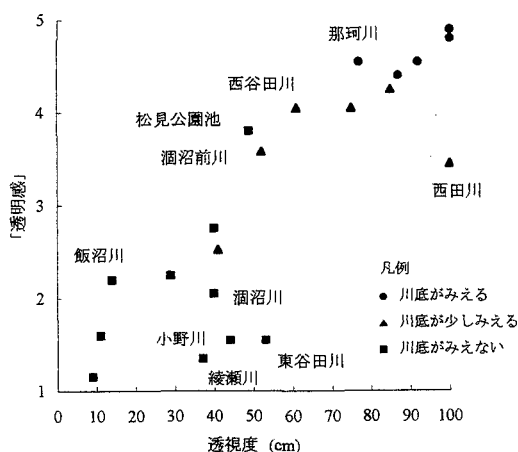


図-8 透視度と「水の透明感」の散布図

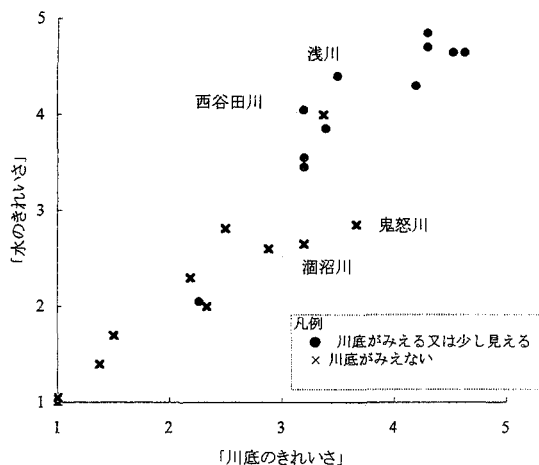


図-9 「川底のきれいさ」と「水のきれいさ」の散布

であり、かなり相関がある。しかしながら、「透視度」のみで「水の透明感」を説明することは難しい。そこで、「水の透明感」が「透視度」に比例すると仮定し、これにはずれている河川から、「透視度」の他の要因を検討してみる。

綾瀬川、東谷田川、小野川、濁沼川のように、透視度に比して、「水の透明感」の評価値が低いAグループと、松見公園池、西谷田川、濁沼前川のように透視度に比して、「水の透明感」が高いBグループに大きく分けられる。「水の透明感」に関与する「透視度」以外の要因を考えてみる。

Aグループは、4河川とも川底がみえない深い河川であり、Bグループの濁沼前川、西谷田川は川底が少しみえる浅い河川であり、松見公園池は底がみえないものの、水を通してコイの泳ぐ姿がみられたため、透明感を感じることができたものと考えられる。すなわち人は、「水の透明感」を評価する時、川底がみえるかどうかを判断基準の一つとしていることが推察される。また、飯沼川については川底はみえないが水深が浅いこと、那珂川については視点場が河岸であったことから、水際の浅い水深のところの河床がよく見えるところで評価がなされたことが要因として考えられる。

以上から、「水の透明感」（物理的な水の透明さ）とともに、「深さ」や「川底の見える方」が関係していることがわかる。透視度に比して浅く「川底がよくみえる」場合は、より「透明」にみえ、深く「川底がよくみえない」場合は同じ透視度であっても「より透明にみえない」ことを示している。水深が深くなると、水自体がさまざまな物質が光を吸収し、水の色も変わり濁ったようにみえると考えられる。したがって「川底の見える方（みえるかどうか）」も「透視度」と「水深」の関数と考えられる。

そこで、「水の透明感」を目的変数(Y)とし、「透視度」(X₁)、「川底の見える方」(X₂)を説明変数として、重回帰分析を行ったところ、

$$Y=0.60X_1+0.40X_2, \quad r^2=0.91, \quad F(2,19;0.01)<43.3$$

となり、「水の透明感」は「透視度」と「川底の見える方」でよく説明できる。

(3) 「川底のきれいさ」に関する要因

図-9に「水のきれいさ」と「川底のきれいさ」の関係を示した。これに川底がみえるかどうかをプロットした。川底がみえない場合でも「水のきれいさ」と同様に判断していることが分かる。また、河床がみえる場合、「水のきれいさ」が高い河川では「川底のきれいさ」も高い。川底の状況は水質に規定されるためと考えられる。河床の状況と「川底のきれいさ」については、今回対象とした河川においては河床の付着物は

ほとんどなく、明瞭な関係を得ることはできない。

(4)「水の色のきれいさ」に関与する要因

前述したように「水の色」は「水のきれいさ」「水質のよさ」と同じ判断基準で評価されている。これは、「水の色」は水質を反映して着色している、例えば、植物プランクトンが発生していないときの水の色は無色（貧腐水性）であるが、栄養塩が入り植物プランクトンが増えてくると緑色（ β 中腐水性）になり、さらに栄養塩が増えてくると黄緑色、茶色（ α 中腐水性）、黒色（強腐水性）となる⁹⁾ためであると考えられる。

図-10は、「水の色」のきれいさと「水のきれいさ」の関係と「水の色」を示したものである。

「水の色」は、調査時に実際に見えている「水の色」をマンセル値で測色したが、水には透明感があるため測色は難しく、誤差が大きいと考えられた。そこで、ここでは対象河川の水自体の色を、①透明、②茶系（薄）、③茶系（濁）、④モスグリーン系、⑤茶緑系（茶>緑）、⑥緑茶系（緑>茶）、⑦黒灰緑系、灰緑系に区分し、「水の色」と「水のきれいさ」の関係をみてみる。「黒系」<「緑茶系」「茶緑系」「茶系（濁）」<「茶系（薄）」<「モスグリーン系」<「透明」の順に「水のきれいさ」の評価は高くなる傾向にある。

なお、対象河川の「水の色」を水質と関連づけると、茶色系は土粒子によるもの、茶緑系は土粒子と植物プランクトン、緑茶系は植物プランクトンによるもの、黒灰系は嫌気化した粒子によるもの、モスグリーンは水深によるものと考えられる。

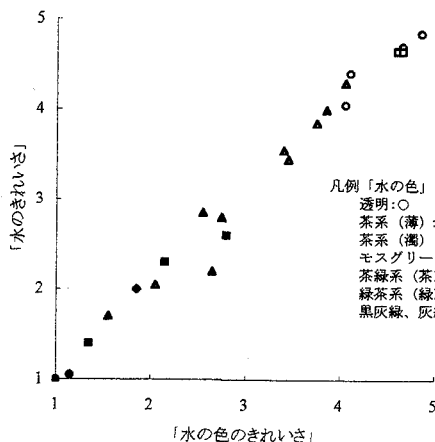


図-10「水の色」のきれいさと「水のきれいさ」散布図

5. 景観からみた河川水質管理にむけて

前節で「水のきれいさ」は「水の透明感」と極めて関係が深く、しかも「水深」が重要な要素であることが明らかになった。浅い方が「水がきれい」に見えるわけであるが、河川管理上、水質のためだけにすべてを浅くすることはできない。したがって景観の観点から「水をきれい」にするには「透視度」を向上させることが重要であることが明らかとなった。

「透視度」は30cm又は50cm計で測定する場合が多く、最大でも100cmまで測定するのが限度である。一方、水質が向上してくると100cm以上の透視度が重要である。例えば四十万川では近年潜った時に護岸が見える距離が短くなったといわれているが、その透視度は2mを越え、それを求める方法は十分に確立されていない。そこでここではろ紙吸光法による透視度の推定法⁹⁾¹⁰⁾について述べる。

5. 1 ろ紙吸光法とは

ろ紙吸光法は、河川水をろ過し、ろ紙に残った物質の吸光度を測定し、水質を記述する方法である。今回は採水した200mlの水をろ紙(Whatman GF/B 1 μ m)でこし、105～110℃で2時間乾燥させ、自記分光光度計(島津製作所UV-2400PC)で反射吸光度を5nmピッチで220nm～850nm間で測定した。

図-11にろ紙吸光法による反射吸光度を示した。反射吸光度が低い程、水に含まれる光を吸収する懸濁物が多いことを示している。例えば、透視度が低い伝右川(9cm)、飯沼川(14cm)は、特に可視光部の400nm以上の波長で吸光度が高い。透視度が高い山田川(100cm)では吸光度が低いことがわかる。飯沼川、松見公園池で見られる波長670nm付近でのピークはクロロフィルaの存在を示している。

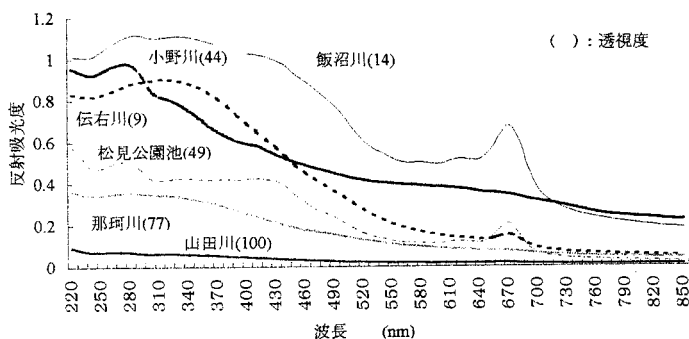


図-11 ろ紙吸光法による反射吸光度曲線

5. 2 透視度と反射吸光度の関係

波長 n の吸光度は次式で定義される。

$$E_n = (\log I_{0n}/I_{rn})$$

E_n : 波長 n の吸光度

I_{0n} : 波長 n の照射光の強度

I_{rn} : 波長 n の反射光の強度

反射吸光度法の場合、ろ過した物質がろ紙に残り、その物質の吸光特性を把握するものである。水中の物質とろ紙上の物質では特に散乱特性に違いが出る可能性があるが、本法の特徴はろ過することによって水中の懸濁物をろ紙上に濃縮できるのが特徴である。一般的な反射吸光度曲線は左上がり、波長が小さくなると吸光度が上がる。また藻類が発生している場合には 670nm 付近にピークが生じることにより簡単にクロロフィル a が推定できる⁹⁾。

ここでは、透視度と吸光度の関係をみてみる。

透視度は 吸光度 $\rightarrow 0$ の時 透視度 ∞

吸光度 $\rightarrow$ 大の時 透視度 0

より 透視度 $\propto a / E_n^b$ …(1) と仮定する。

各波長別に式(1)に基づき推定式を求め、相関を求めると、610nm の相関が最も高く $r=0.95$ 、 $r^2=0.89$ とよい相関をみせる。

$$\text{推定透視度} = 12 / E_{610}^{0.73} \dots (2)$$

610nm が相関が高い理由は、この周辺波長域に対して人間の目の感度が良いことと、この周辺の波長域が相対的に吸光度が低く、水が深いところまで到達しやすいことのためと考えられる。この式で 100cm 以上の透視度であった 3 河川の透視度を推定すると、山田川 233cm、桂川 125cm、西田川 88cm となる。

現在のところ、対象河川が少ないが、地質別あるいは地域別のデータを蓄積することによって、推定透視度を求めることができ、景観からみた水質指標となりうると考えられる。

6. まとめ

本研究では、水質と視覚の関係性を明らかにするため、茨城県、埼玉県の 22 河川を対象に現地景観実験を行い、以下の結果を得た。

- ①従来の研究でもいわれているように BOD 等の水質指標（透視度、濁度は除く）は人の感覚と一致していない。
- ②「水のきれいさ」に大きく関与している心理量は「水の透明感」である。
- ③「水の透明感」に大きく関与している物理量は「透視度」である。また、「水の透明感」は「透視度」と、

心理量「川底のみえ方」（「透視度」と「水深」）の関数であると考えられる）でよく説明できることから、「水深」も関与していると考えられる。

④「水の色」は、「水のきれいさ」、「水質のよさ」と同じ判断基準で評価がなされている。「水の色」は水質を反映しているものと考えられ、「黒系」＜「緑茶系」＜「茶緑系」＜「茶系（濁）」＜「茶系（薄）」＜「モスグリーン系」＜「透明」の順に「水のきれいさ」の評価は高くなる傾向にある。

⑤景観からみた水質管理項目として「透視度」を向上することが重要であることを明らかにし、「透視度」を推定する方法として、ろ紙吸光度法を用い推定透視度の式を提案した。

引用・参考文献

- 1) 森下郁子：特集・都市河川における水環境管理の新たな展開 河川・湖沼の水質浄化対策の推進 生態系と河川水質、河川、(社)日本河川協会、pp.22-31、1991.
- 2) 森下雅子：川と湖の博物館 1.植物プランクトン、山海堂、1991.
- 3) 島谷幸宏・保持尚志・千田庸哉：親水活動と河川水質に関する研究、環境システム研究 Vol.20、pp.378-385、1992.
- 4) 青木陽二：現場実験による水辺快適性評価の試み、国立公害研究所報告 第119号、pp.47-72.1988.
- 5) 平山公明・今岡正美 他：水質のきれいさの視覚的な判断要因に関する検討、土木学会年次講演会、pp.88-89、1997.
- 6) 島谷幸宏：景観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、土木学会論文集、No.587/VII-6、pp.15-26、1998.
- 7) 島谷幸宏：河川風景デザイン、山海堂、1994.
- 8) 建設省河川局河川計画課環境対策室・建設省土木研究所：水環境管理に関する研究～水質、特に色濁に関する新たな水質指標について～、第46回建設省技術研究会、pp.46、1993.
- 9) K.Nakamura・Y.Shimatani：A Basic Study on Comprehensive Water Indices using Glass Fiber Filters and Spectrophotometer, Water Science & Tech., Vol.34 No7-8、pp.163-168、1996.
- 10) 島谷幸宏・中村圭吾：反射吸光度（水の色）を用いた水質の総合評価、雨水技術資料 Vol.25、pp.17-21.1997.
- 11) 杉森康宏・坂本亘：海洋環境光学、東海大学出版会、1985.