

46 溪流・流路工水面反射パターンの視覚的效果について

鳥取大学 農学部 生存環境科学大講座 久保田 哲也

1. はじめに

ここ数年の間、砂防や治山の施設に景観上の配慮がなされ、さまざまな試みが行われている。このような状況下、ダムや護岸など施設本体の景観対策に関する研究はある程度進んだと思われるが、流れの水面の景観上の考察は、周辺景観の一部としての「倒景」など造園的なもの以外では、ごく少数例（例えば、島谷ら 1990）を除いてほとんどもなされていないと考えられる。景観は元来、全身感覚として広くとらえるべきであるとする考えもあり、最近では溪流や落差工の水流音音環境の研究もなされている。音環境あるいは視覚的な効果という観点からはその音響周波数または空間周波数特性とりわけ“ゆらぎの特性”が重要であるとされ、“ $1/f$ ゆらぎ”（ f ：周波数）が人間に好まれることが、最近の研究では指摘されている（武者 1994）。本研究では、このように景観を広く包括的に評価して行く意味にから、溪流・流路工の流水面における光の反射パターンについて、その静的空間周波数特性に着目し、それらとアンケート結果を比較検討することにより、好ましい水面パターンとそれを持つ水路の条件を検討したので報告する。

2. 研究方法と研究対象事例

2. 1 研究方法

2.1.1 水面反射パターンの空間周波数解析

この解析では、次節の研究対象地域において撮影した写真より水面反射の有無をデジタル化し、自己相関からパワースペクトルを求める標準法とHanningのスムージングを用い、空間周波数を求めた。ただし、この場合、反射パターンを対象としているため、水面の色彩濃度は解析の対象としていない。また、写真上の最小パターン解像度が約1mmとなるよう拡大した写真を用い、切断周波数は 5 cm^{-1} とした。

2.1.2 アンケート調査と判別解析

アンケートは、景観・環境に敏感な森林や環境関係を専攻する学生を中心に、背景をはずした水面のみの写真を見せて回答させた。設問は、該当する水面パターンを「良い」「やや良い」「やや悪い」「悪い」の4段階で評価させるものとした。回収できたアンケートは32であったが、上記の評価段階ごとに集計し、それぞれの段階ごとの百分率に整理した。この集計結果と前出の空間周波数特性を比較し、空間周波数による水面反射パターンの分類を行い、水面パターン群を検討する。上記評価段階を判別変数として、このパターン群について重判別解析と正準判別を実行した。

2. 2 研究対象

研究の対象は自然溪流ならびに流路工における流れとし、両者について天候の良い日を選び、大山や蒜山山麓である鳥取県東伯郡天神川流域、岡山県真庭郡の旭川流域において現地調査及び、解析に供する写真の撮影を行った。その際、撮影は流れの中心において、下流から上流へ向けてほぼ同じ仰角で行った。ただし、光の反射角度の関係でパターンが捕らえ易い角度が変わるため、仰角は異なる場合もある。また、水面パターンはそれぞれ異なるものを選定することとした（写真1）。比較対象として、流れのほとんど

無い運河の水面パターン、溪床の礫の配置パターン、広葉樹々冠及び松林からの木漏れ陽、砂丘上の風紋を撮影し、水面と同じ方法でそのパターンの空間周波数を求めた。

3. 結 果

3. 1 空間周波数解析

周波数解析結果は図1のパワースペクトルに整理した。また、木漏れ陽などの参考パワースペクトルを図2に示した。図2の溪床の礫、木漏れ陽、砂丘上の風紋などは $1/f$ ゆらぎを示している。また、図1から、今回収集した水面パターンは大きく分けて、次の3群に分類できると思われる。つまり、1) $1/f$ ゆらぎの比較的明確な“ $1/f$ 型”、2) $1/f$ ゆらぎは明確ではないが、パワースペクトルが周波数に伴い比較的単調に減少したり減少が少ないという傾向を持たず、高周波側に卓越周期をもつ“周期型”、3) 前述の両者どちらでもない“非 $1/f$ 型”。周期型の三面張水路1(写真1)は規則正しい射流の衝撃波が見られ、 $1/f$ 型の蒜山自然溪流1は比較対象の「広葉樹木漏れ陽」を受ける水面であって木漏れ陽の影響を受けて $1/f$ ゆらぎを示すものと考えられる。

3. 2 アンケート調査結果と重判別解析結果

アンケート調査集計表を表1に、水面パターンごとの回答結果を図3に示した。これを群ごとに見ると、概ね $1/f$ 型の好感度が最も良く、次が周期型、非 $1/f$ 型となっている。水面パターンの数は、統計的には少ないと思われるが、群毎の判別がどの程度有意かを考える意味から、重判別解析と正準判別を行ったが、重判別解析の上記3水面パターン群判別結果は、表2の様になっている。ここでは、「良い」「やや良い」「やや悪い」「悪い」の4変数を用いているが、全群とも100%の判別ができ得ることが分かる。ただし、Wilksの Λ 検定を行えば、 $\Lambda=0.0419$ であり、この時検定は自由度(6, 6)のF分布による検定に帰着できる(奥野ら 1971)。上記の Λ より計算できる $F=3.88>F(6, 6; 7.5\%)$ なので、この判別結果は、7.5%の水準では有意といえる。さらに、図4には正準変量の散布図を示したが、上記3パターン群がきれいに別れているのを見て取れる。

さらに、同じ4変数を用い、水面パターンを“ $1/f$ 型”と“その他の型”の2群に分けた判別では、表3のように判別率は前者に対して67%ほど、後者に対しては100%となっている。この時のWilksの Λ 検定は、 $\Lambda=0.302$ で、自由度(2, 5)のF分布による検定に帰着できる(奥野ら 1971)。上記の Λ より計算できる $F=5.78=F(2, 5; 5\%)$ なので、この判別結果は、5%の水準では有意といえる。しかし、正準変量の散布図(図5)では上記2群の内に判別境界近傍に位置するものがあり、この2群の判別では不十分なことが推測できる。

4. 結 語

本研究においては、溪流・流路工水面の静的なパターンに関する視覚効果を検討したが、その空間周波数パワースペクトルにおける $1/f$ ゆらぎ特性と人間の視覚認識の関係は、ある程度の水準において有意であることが確認され、やはり $1/f$ 型の空間周波数特性を示すものが好まれると考えられる。ただし、音環境でも知られているように、周波数範囲の狭く単調な周波数特性をもつものは人に飽きを感じさせ、好まれない(久保田 1994、武者 1980)と考えられる。その結果、アンケート結果でも「周期型」が、こ

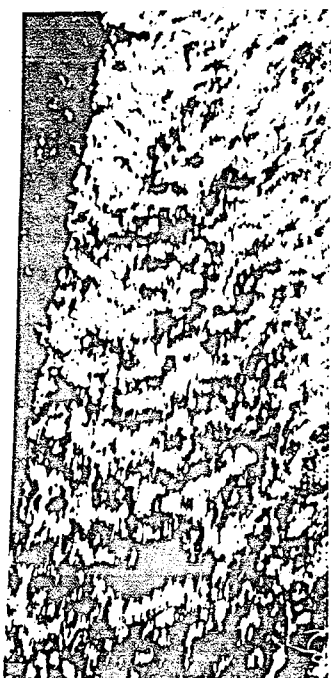
の次に好まれる結果になっていると思われる。従って、水面パターンについて言えば、必ずしも人工水路が自然のものより好まれないとは言えないが、流れの周辺に樹木があり、その木漏れ陽が漏れて来るような環境がより好ましく、近自然工法を採用する際にも樹木を護岸近くに配置する、あるいは溪床に砂礫をランダムに置くのではなく、自然の溪流に近い配置として、流れに1/f型の水面パターンを与えるなど工夫が必要と考えられる。

参考文献

1) 久保田哲也：溪流及び落差工周辺の水流通環境について、平成6年度砂防学会研究発表会概要集、1994 pp289~292 2) 武者利光：ゆらぎの世界、講談社、1980 pp141~149 3) 武者利光：ゆらぎの発想、日本放送出版協会、1994 pp58~63, 69~95, 142~145 4) 奥野忠一ら：多変量解析法、日科技連出版社、1971 pp311~313 5) 島谷幸宏、千田庸哉：河川環境講座(その3) -水の見え方-、土木技術資料、32 5、(財)土木研究センター、1990 pp73~77。



5 (水面No.)



6 写真1 研究対象



7

表1 アンケート調査集計表

水面番号	1	7	8	2	5	3	4	6
良い (%)	37.5	6.2	75	3.1	15.6	6.2	12.5	9.4
やや良い	40.6	50	15.6	56.3	59.4	21.9	40.6	21.9
やや悪い	18.8	34.4	3.1	28.1	15.6	53.1	34.4	46.8
悪い	3.1	9.4	6.3	12.5	9.4	18.8	12.5	21.9

水面No.	種別	群種
1	森山自然溪流0	1/f型
2	床固工天端	周期型
3	二面張水路2 (小礫配置)	非1/f型
4	二面張水路1 (大礫配置)	非1/f型
5	三面張水路1 (衝撃波)	周期型
6	三面張水路3 (新しい)	非1/f型
7	三面張水路2 (古い)	1/f型
8	Amsterdam運河の水面	1/f型

表2 重判別関数による判別結果 (3群の場合)

群名	正答率(%)	群別判別率(%)		
		G 1	G 2	G 3
G 1	100	100	0	0
G 2	100	0	100	0
G 3	100	0	0	100

G 1 : 1/f型、G 2 : 非1/f型、G 3 : 周期型。

表3 重判別関数による判別結果 (2群の場合)

群名	正答率(%)	群別判別率(%)	
		G 1	G 2
G 1	66.7	66.7	33.3
G 2	100	0	100

G 1 : 1/f型、G 2 : その他の型。

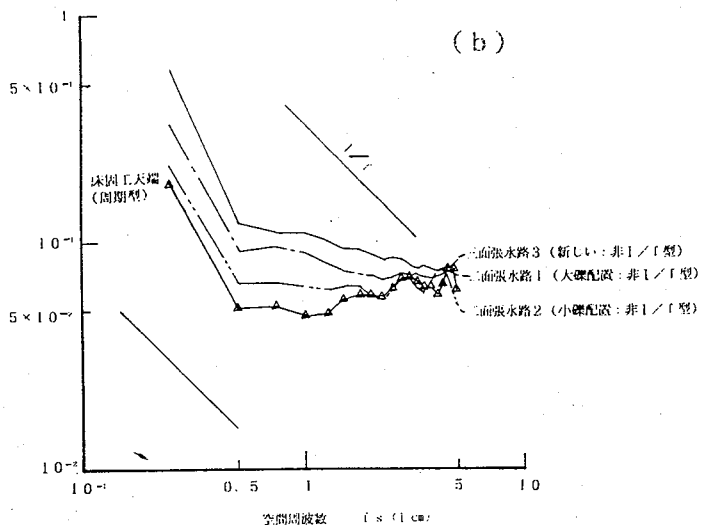
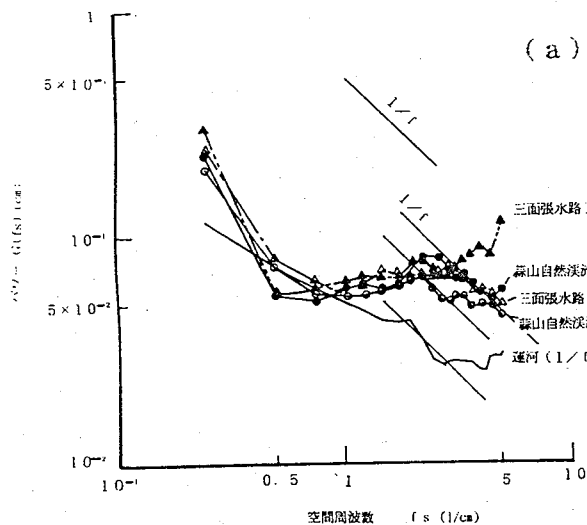


図1 パワースペクトル

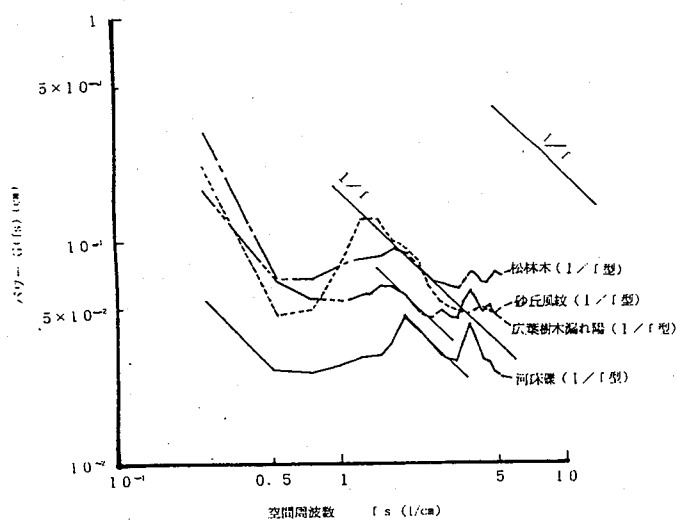


図2 比較パワースペクトル

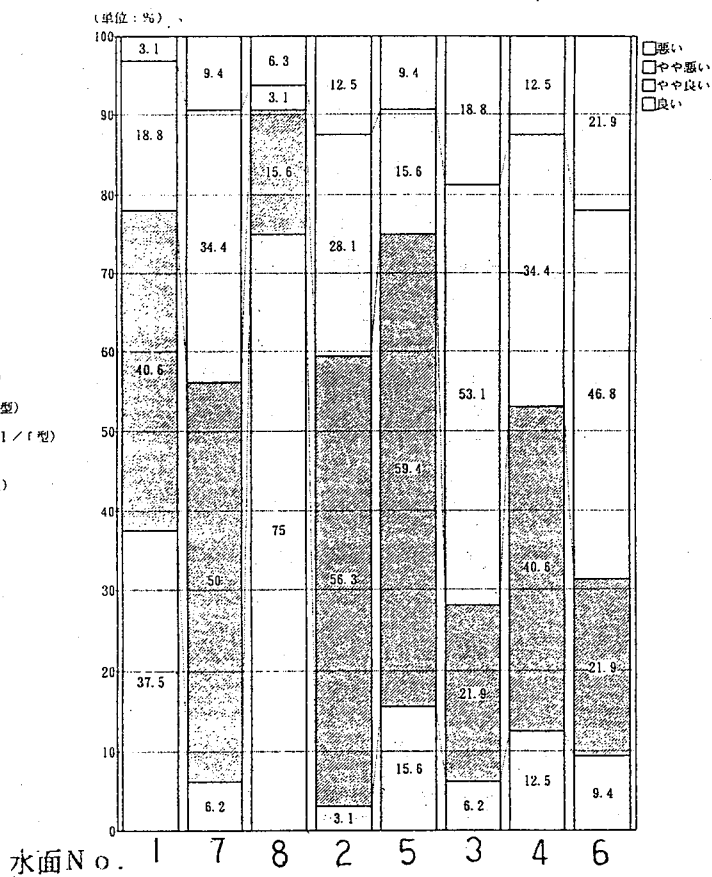


図3 アンケート回答

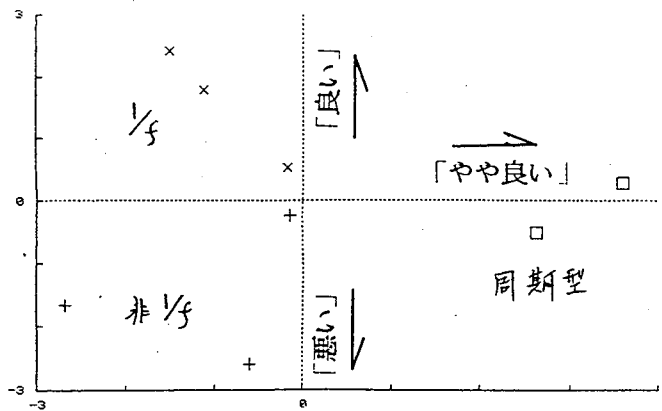


図4 3群の正準変量散布図

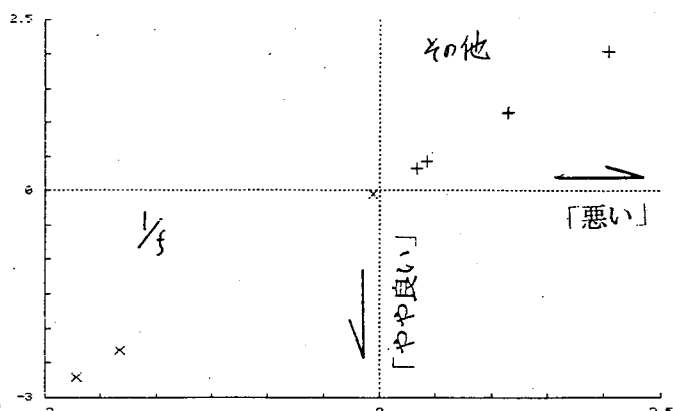


図5 2群の正準変量散布図