

川のせせらぎによる静寂空間の創造 ～特に流水音に関する感応調査～

CREATION OF QUIET SPACE BY MEANS OF MURMUR OF WATER IN RIVER
—ESPECIALLY, RESPONSE INVESTIGATION ON SOUND OF
FLOWING AND FALLING WATER IN MAN-MADE RIVER—

海老澤 里奈¹・懸山 聡¹・島田 広昭²

井上 雅夫³・斉藤 恭司⁴

Rina EBISAWA, Satoshi KAKEYAMA, Hiroaki SHIMADA,
Masao INOUE and Kyouji SAITOH

¹学生会員 関西大学大学院工学研究科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35)

²正会員 関西大学 助手 工学部土木工学科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35)

³正会員 工博 関西大学 教授 工学部土木工学科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35)

⁴正会員 (株)クレスト 技術第一部 (〒550-0014 大阪市西区北堀江1-10-2)

この研究の目的は、静寂空間を街かどや公園あるいは老人施設内に川のせせらぎ音によって創出しようとするものである。このため、まず人間にとって快い流水音の特性を把握することを目的に、流水音に対する2種類の意識調査を行った。一つは、“残したい日本の音風景100選”のうちから3音を対象としたインターネットによる感応調査であり、いま一つは万博記念公園で録音した流水音に対するものである。前者の調査結果では、最も快い流水音は、せせらぎが70%、溪流は18%、滝は11%であり、これはそれぞれの音が「何の音に聞こえるか」という質問の正解率と良く対応した。また、後者の結果でも「快い音」としての評価点数が高いものは、せせらぎであった。特に聴覚生理学において快い音とされている周波数が500～1,000Hzで音圧レベルが60～70dBの範囲に周波数バンド分析の結果が入っているものの評価が高かった。

Key Words : 静寂空間、せせらぎ、流水音

1. まえがき

我が国は、未曾有の超高齢社会をまもなく迎えようとしている。このような時代における社会基盤の整備は、ゆとりや人間性への回帰を基本としたものでなければならない。その具体的な施策の一つに静寂空間の創造が考えられる。ここでの静寂空間とは、無音の空間ではなく、「閑さや 岩にしみ入 蟬の声」にも詠まれているようなものをイメージしている。したがって、こうした空間は、高齢者の心身の憩いの場となり、心の豊かさを享受できる場となれよう。

この研究の目的は、こうした静寂空間を街かどや公園あるいは老人施設内に川のせせらぎ音によって創出しようとするものである。具体的には、たとえ

ば現在、大和川では水質浄化機能を高めるために薄層流工法の採用が検討されているようであるが、さらに、これに快い流水音を発生させるような工夫を加えることができれば、そこに静寂空間の創造が期待されよう。

このように、この研究成果の実際問題への適用に関しては、視覚、聴覚のいずれの面からも、川のせせらぎによって、我々が日常生活の中で失いつつある静けさを取り戻すことの可能性が考えられる。

従来、こうした音環境に関しては、音響工学のみならず土木工学の分野においても取り扱われており、既にサウンドスケープ¹⁾という概念も一般に定着している。特に水音に関しては、例えば我が国におけるものに限定しても、灘岡ら^{2), 3)}や村上ら⁴⁾による海岸での波音に関する研究、また、石野ら^{5), 6)}、中村

ら⁷⁾および吉村ら⁸⁾による河川の地形や水量と音の特性に関する現地調査などがあり、かなりの研究成果が得られている。さらに、聴覚生理学⁹⁾においても、せせらぎ音は人間の聴覚にとって快適なものであることが明らかにされている。しかし、せせらぎについても、その水量・景観・音・人間、この一連の関係は必ずしも明確になっているとは云えない。

本論文では、こうした関係をできるだけ明らかにするため、流水音や落水音に対する感応調査を行い、その結果について検討しようとした。

2. 調査方法

アンケートによる流水音に対する意識調査は、大別して2種類行った。一つはインターネットを用いた感応調査であり、いま一つは被験者との直接面接法によるものである。

(1) インターネットを用いたアンケート調査

インターネットによる意識調査では、“残したい日本の音風景100選”のうちから、3種類、すなわち、せせらぎ、溪流、滝の音を聞かせ、まず、それらが何の音に聞こえるかを質問するとともに、これらのうち、最も快いものと不快なものを選ばせた。なお、この調査における被験者は、インターネットのホームページにアクセスした121人であり、年齢は11歳から64歳までの男性：112名、女性：9名である。

(2) 直接面接法によるアンケート調査

被験者との直接面接法によるアンケート調査は、さらに大きく2つに分けられ、一つは流水音に対する一般的な意識調査であり、いま一つは万博記念公園で録音した流水音に対する感応調査である。前者では、実際に流水音を聞かせる前に12種類の水音を列挙し、その中から快いものと不快なものを挙げさせた。また、後者では、せせらぎが4音、滝が2音の合せて6種類の流水音に対する感応調査を行った。なお、これらの調査は97年と98年の2回にわたって行った。それぞれの調査における被験者は、97年は大学生35名（男性：25名、女性：10名）、98年は中学生43名（男性：21名、女性：22名）および大学生24名（男性：10名、女性：14名）である。さらに98年には、このうちの大学生15名（男性：10名、女性：5名）について、音だけではなく、流水音に映像を伴ったものに対しても感応調査を行った。この調査に際しては、まず音だけでそれぞれの流水音に対する感応調査を行った後、同じ被験者に対し、流水音の音源周辺における映像を見せながら音だけのものと同様の感応調査を行った。

3. 調査結果および考察

(1) インターネットによる調査結果

図-1には、インターネットによるアンケート調査

に用いた3種類、すなわち、せせらぎ、溪流、滝のうち、最も快い流水音と不快なものの調査結果を示した。これによると、最も快い音として、せせらぎを選んだ人は70%、溪流は18%、滝は11%である。一方、不快な音としては、滝が56%、溪流が28%、せせらぎが16%となり、快い音と全く逆の傾向を示している。

図-2には、せせらぎ、溪流、滝の流水音が、それぞれ何の音に聞こえるかという質問に対する正解率を示した。これによると、せせらぎの正解率は71%、溪流が34%、滝が29%となり、せせらぎの正解率はきわめて高いことがわかる。

図-1および2を対応させてみると、せせらぎの流水音には、他のものに比べ、流況をイメージさせる情報が多く含まれていることがわかる。すなわち、せせらぎはその音を聞くだけで、2/3以上の人々がせせらぎと認識していることがわかる。一方、滝の正解率は最も低い、その音を滝の音と認識して不快と感じている人は、正解者の半数以下である。すなわち、滝そのもののイメージは、決して不快なものではないが、この流水音を滝の音ではなく、雑音としている人が多いものと思われる。このように、正解率の高い音が快く、正解率の低い音が不快に感じられることは興味深い結果である。

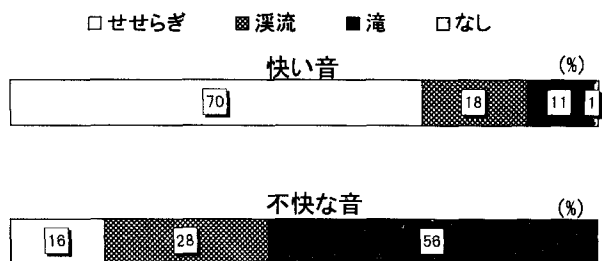


図-1 インターネットを用いた流水音に対する意識調査の結果

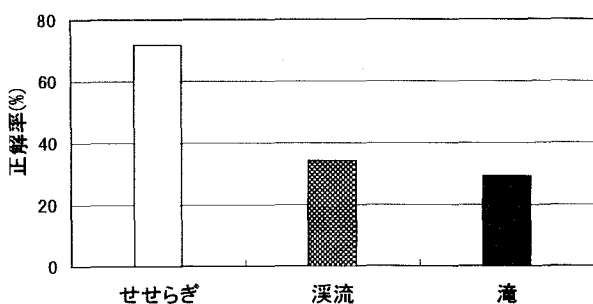


図-2 各流水音に対する正解率

(2) 直接面接法による調査結果

a) 流水音に対する一般的な調査結果

直接面接法による意識調査では、あらかじめ被験者に示した12種類の水音のうち「快い音」と「不快な音」をそれぞれ2つまで選ばせた。図-3はその結

果である。これによると、「快い音」として川のせせらぎを挙げた人がもっとも多く、過半数に達している。以下、砂浜に打ち寄せる波、滝、池に石を落とす音などが多い。これに対して、「不快な音」としては、雨漏り、強い雨、岩場で碎ける波、シャワー、洪水の順に挙げられている。これらのことから、静かな自然の風景を感じさせるような音が「快い音」としてとらえられており、「不快な音」としては、音源のイメージが悪いものや恐怖感を伴うものが挙げられていることがわかる。この原因は、被験者固有の過去の体験や意識に強く影響されているものと思われる。また、図示はしていないが、被験者を年齢別にみると、20代の大学生に比べ、10代の中学生では、滝や池に石を落とす音を「快い音」として挙げた者が多い。これは、大学生に比べて、特に中学生は自然の中で遊びたいと望んでいるためであろう。一方、大学生は性別にかかわらず、弱い雨の音を「快い音」として挙げているが、このような音は「切なくて、精神的にもリラックスできる」という答えもあり、水音に対する意識には年齢による影響もみられるようである。また、被験者を性別にみると、男性は池に石を落とす音を「快い音」として挙げていることが特徴的であり、これは幼少時代、川や池など自然の中で遊んだ楽しい思い出が心地よさを感じさせているものと考えられる。

以上のように、音に対する心理や生理的反応は、個人の属性や過去の体験などに強く影響されるものと云えよう。

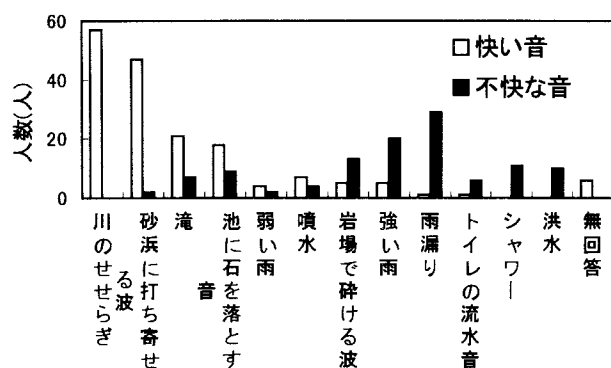


図-3 「快い音」と「不快な音」に関する意識調査の結果

b) 流水音に対する感応調査結果

流水音に対する感応調査では、万博記念公園内の人工河川において、せせらぎに5測点、溪流に2測点および滝に3測点の合せて10測点を設け、そこにおける流水音を録音するとともに、そこでの地形および水理量を測定した。表-1には、感応調査に用いたそれぞれの流水音の音圧レベルと水理量を示した。

まず、インターネットを用いた調査と同様に、各流水音が何の音に聞こえるかという質問に対する正解率を示したものが図-4および5であり、それぞれ97年と98年に行ったものである。これらによると、

全般的に滝よりせせらぎの方が正解率の高いことがわかる。特に、図-5のS8については、正解率が74.6%であり、ほとんどの人がこの音をせせらぎと認識している。すなわち、S8の流水音が最もせせらぎのイメージを持っている音であると云えよう。一方、図-4で最も正解率が高かったS5については、98年には、正解率が28.4%に低下している。この原因は、明らかでないが、アンケート調査時の流水音を再生する順番の違いによる影響も考えられる。また、正解率が低かった滝については、その音を「テレビのノイズ音」と答えている人が多い。

感応調査では、それぞれの流水音に対して相反する形容詞の10種類のペアを示し、それらについて5段階評価を行った。たとえば「快い」と「不快な」については、最も快いものを100点、以下順に75点、50点、25点とし、最も不快なものを0点とした。

図-6および7は、こうした「快い音」としての平均評価得点を示したものであり、それぞれ97年と98年の調査結果である。これらによると、図-6のS1を

表-1 感応調査に用いた流水音の水理条件

測点	音圧レベル(dB)	流量(m ³ /s)	水位差(cm)
S1	71.2	0.043	9.8
S5	73.8	0.043	12.4
S8	74.5	0.062	10.5
S9-3	71.5	0.014	7.0
S9-3'	70.0	0.009	5.0
M2	76.0		
C1	83.0	0.645	
F1	84.0		580
F2	83.0		60
F3	76.0		100

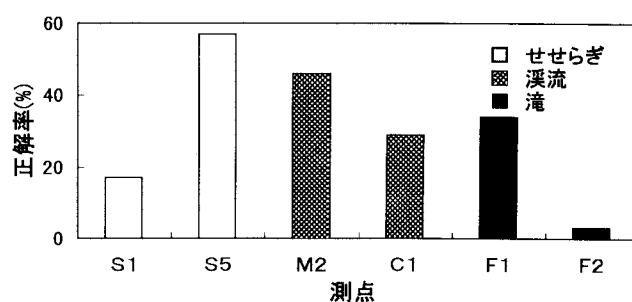


図-4 各流水音に対する正解率(97年の調査結果)

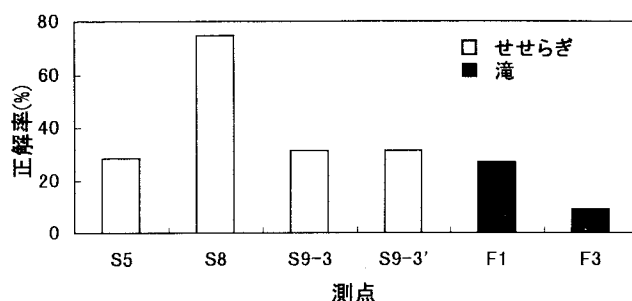


図-5 各流水音に対する正解率(98年の調査結果)

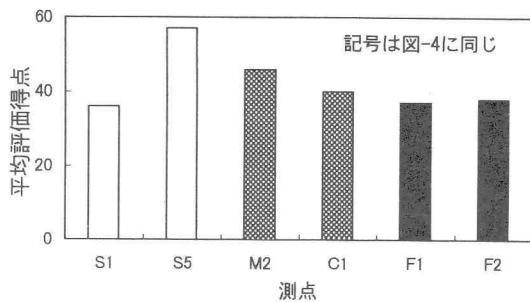


図-6 「快い音」の平均評価得点(97年の調査結果)

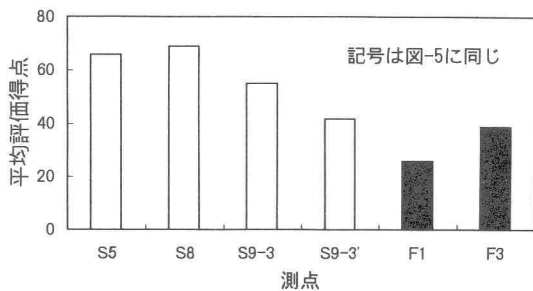


図-7 「快い音」の平均評価得点(98年の調査結果)

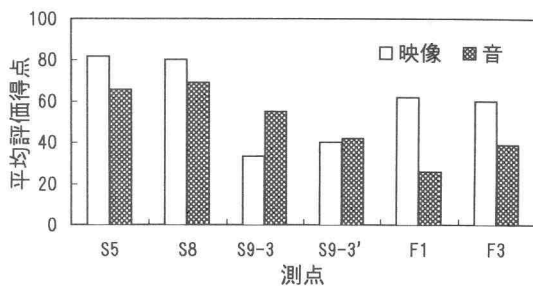


図-8 「快い音」の平均評価得点

除き、いずれの場合も、せせらぎが滝よりも快いとされていることがわかる。なお、せせらぎの中で最も評価の低かったS1は、形容詞では、「暗い」「鈍い」「重い」など、また、言葉では「どぶ」や「雨樋」など暗いイメージのものが多かった。さらに、図示はしていないが、中学生の性別による意識の違いは、滝について現れており、F1とF3は、女性よりも男性の方が高くなっていることは興味深い結果である。これは、意識調査の結果と同様に男性が女性に比べて力強い音への精神的欲求が高いことの現れと推測できる。一方、大学生の性別による意識の違いとしては、次のことがいえる。すなわち、6種類の流水音の全てにおいて、男性より女性の平均評価得点の方が上回り、特にF3については、男性より女性の方が20点近くも高くなっている。このように、同じ年齢層のもとでは、男性より女性の方が全ての水音に対して評価の高いことがわかる。さらに、一般的に、S8やS5のように「快い音」としての平均評価得点が高かったものは、正解率も高く、「好きな音」の意識調査で「川のせせらぎ」を選択した被験者が多かったという結果とも一致している。

図-8は、「快い音」としての平均評価得点について

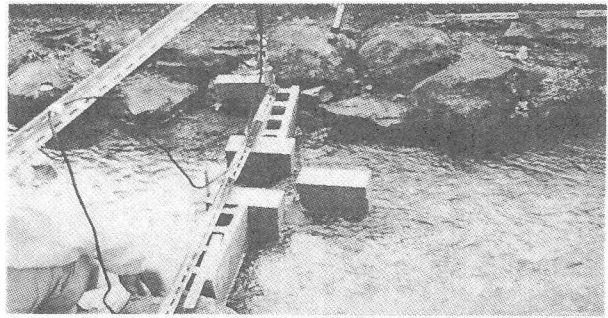


写真-1 測点S9の流況

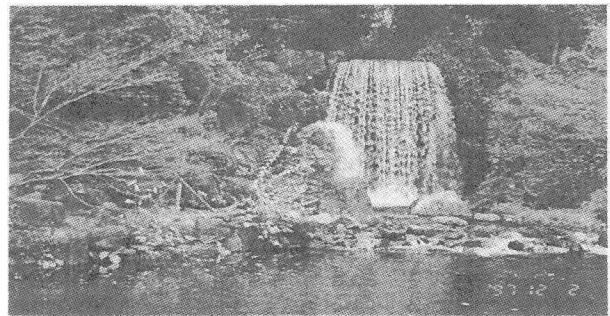


写真-2 測点F1の流況

て、音だけのものと映像を伴った調査結果を比較したものである。これによると、S9の平均評価得点は映像を用いた方が低い。これについては、S9は写真-1に示すように、流れにブロックとレンガを用いて、人工的に水音を発生させたものであり、音だけを聞いた場合は、落水よりも高い評価がなされているが、映像にはブロックが映し出され、違和感があることから、「快い音」としての平均評価得点が低くなったものと思われる。逆に、滝については、映像を用いて行ったアンケートの方がかなり高く評価されている。特に、F1については、音だけの場合には最も評価が低く、ホワイトノイズなどに間違われていた音である。しかし、実際には写真-2にも示されるように、F1は高さが5.8mもある滝である。特に秋など紅葉の季節には大変情緒のある滝で、景観も優れているため、平均評価得点が高くなったものと思われる。このことは、現地調査時に、これを写真撮影している来園者にインタビューしたところ、滝の景色を見ながらその音を聞くと気にならないが、音だけを意識すると気になるという指摘もあった。

以上のことから、一般的にも、視覚的感覚が聴覚的感覚に及ぼす影響は非常に大きく、音だけの調査では「快い音」としての評価が低かった滝も、映像を見せることで快さの度合いが向上することがわかった。これは、音を考慮した河川づくりの研究をすすめていく上で非常に興味深い結果であり、今後は視覚的感覚と聴覚的感覚の総合的なバランスを考慮する必要がある。

図-9および10は、各流水音における周波数バンド分析の結果を示したものである。これらによると、

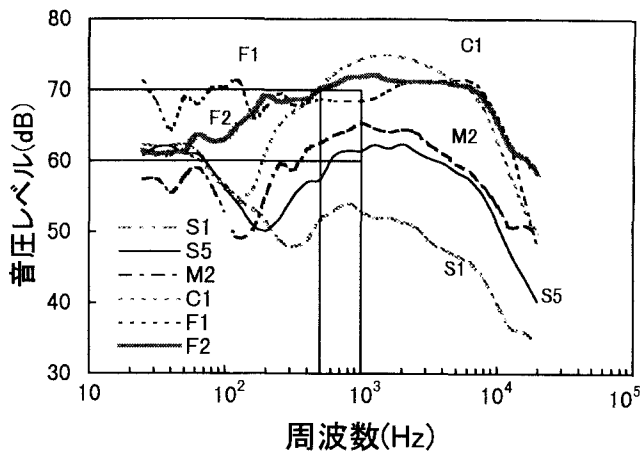


図-9 各流水音に対する周波数バンド分析の結果
(97年の調査結果)

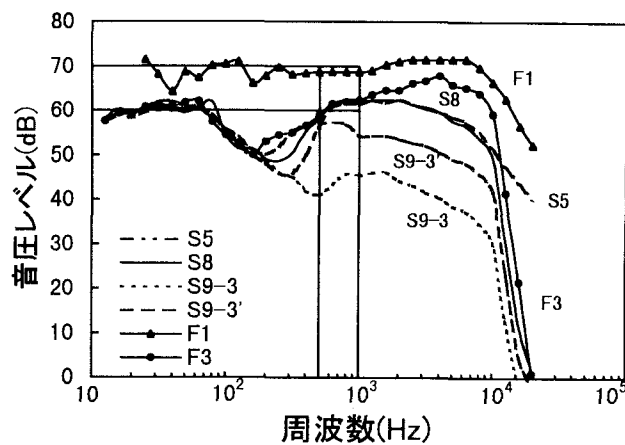
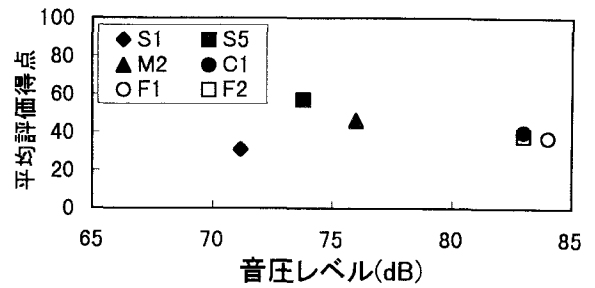


図-10 各流水音に対する周波数バンド分析の結果
(98年の調査結果)

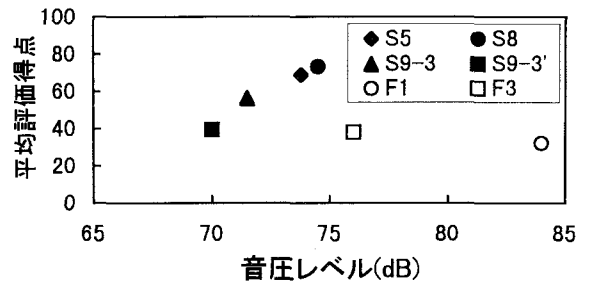
いずれの調査でも「快い音」として評価の高いS5の周波数バンド分析の結果は、聴覚生理学上の快い音の条件、すなわち、周波数が500～1,000Hzにおいて音圧レベルが60～70dBを満たしている。また、98年の調査で最も「快い音」としての評価が高かったS8についても同様の結果が得られた。

このように、せせらぎの流水音については、周波数が500～1,000Hzにおいて、音圧レベルが、60dBに近いものほど「快い音」としての平均評価得点が高いようである。さらに、周波数特性曲線に着目してみると、せせらぎと滝の周波数特性の最も大きな違いは、100Hz前後での音圧レベルの落ち込みの有無である。さらに、100Hzから1,000Hz間の傾きの違いに着目すると、図-10の結果に最もその傾向が現れている。すなわち、最も得点の高かったS8やS5の傾きは大きい。さらに、滝においても、F1よりF3の方が評価は高いが、その違いは、F1は曲線の傾きが小さいのに対して、F3はせせらぎと同じような傾きを持っていることである。すなわち、100～1,000Hzにおける曲線の傾きの大きい方が評価は高くなると云えよう。

図-11には、「快い音」としての平均評価得点と



(a) 97年の調査結果



(b) 98年の調査結果

図-11 「快い音」の平均評価得点と音圧レベルとの関係

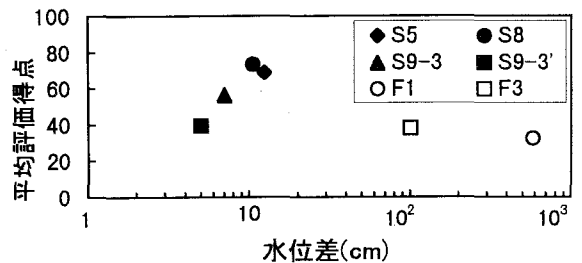


図-12 「快い音」の平均評価得点と水位差との関係
(98年の調査結果)

音圧レベルとの関係を示した。また、図-12には、「快い音」としての平均評価得点と音源における上下流部の水位差との関係を示した。特に、図-11(b)および図-12などから明らかなように、黒色でプロットされたせせらぎの平均評価得点は、音圧レベルや水位差の増大とともに高くなることがわかる。しかし、白色でプロットした落水に関しては、明瞭な傾向はみられない。したがって、調査対象としたせせらぎ程度では、音圧レベルが大きく水位差も大きいところのものが快く感じられていると云えよう。

図-13は、因子分析の結果の一例であり、その中でも「快い」に着目し、それとその他の39種類の形容詞との相関関係を示した。これによると、音だけを用いた方法では、総合的にみて、「美しい」「澄んだ」「愛らしい」「豊かな」「優しい」「明るい」などの形容詞が「快い」との相関関係が高い。例えば、「美しい」という形容詞には、「形や色が目に快い」「きれいだ」「清らかだ」といった意味がある。音のみを聞かせたアンケート調査でも、このような視覚的なものに対する形容詞が「快い」と相関があることは、被験者の想像力の豊かさを表し

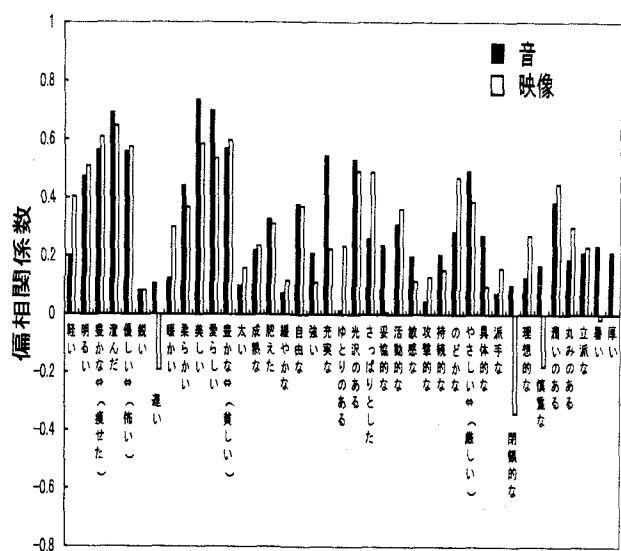


図-13 「快い」に対する相関関係

ているものと云えよう。これらの「快い」と相関の高かった形容詞には共通して前向きなイメージがあり、快い水音をイメージしやすいのではないかと考えられる。一方、「攻撃的な」「妥協的な」「太い」などが「快い」との相関関係が低い。

また、いずれの方法でも、「美しい」「澄んだ」「豊かな」「優しい」といった形容詞が「快い」との相関関係が高い。これらの形容詞には、人間にとって自然あふれる心地よいイメージがあり、視覚的、聴覚的感覚のいずれにおいても、人間は自然のイメージを好むことがわかる。また、「遅い」「閉鎖的な」「慎重な」といった形容詞は音だけの方法では相関係数が正であったが、映像を伴った方法では負になった。

このように、調査方法によって若干の違いはみられるが、「快い」と相関の高い形容詞は、「美しい」「澄んだ」「愛らしい」などであった。いずれも、赤ちゃんを連想させるような形容詞であることは興味深い。

4. あとがき

以上、川のせせらぎによる静寂空間の創出を最終的な目的として、流水音に関する感応調査を行ってきた。この研究は端緒についたばかりであり、十分な成果は得られなかったが、人間にとって、川のせせらぎは快い音の発生源であることが再確認された。また、滝などの落水音であっても、映像を伴った感応調査では、快い音としての評価が向上することも明らかになった。

このように、快い音、特に河川環境における快い音の評価には、石野ら¹⁰⁾も指摘しているように、聴

覚ばかりではなく、視覚も影響することが実証できた。したがって、今後は音環境の感応調査においても、映像を伴ったものや現地での感応調査を行うことが重要であろう。また、その評価方法についても、今回のようなアンケート調査ばかりではなく、人体の生理的变化¹¹⁾、すなわち、脳波の変化、指尖振動の反応、血圧の変化、筋電図、皮膚温などの計測を行い、人間の生理的变化と流水音との関係についても明らかにし、所期の目的の達成に努めていきたい。

謝辞：最後に、本研究を行うにあたり、現地調査でお世話になった日本万国博覧会記念協会、アンケート調査に協力してくれた関西大学第一中学校の生徒や関西大学の学生諸君、現地調査に大いに助力してくれた関西大学海岸工学研究室の学生諸君に謝意を表する。

参考文献

- 1) 鳥越けい子：サウンドスケープ，その思想と実践，pp.8-9，鹿島出版社，1997。
- 2) 灘岡和夫，徳見敏夫：海岸の音環境に関する基礎的研究，第35回海岸工学講演会論文集，pp.757-761，1988。
- 3) 灘岡和夫，玉嶋克彦：海岸環境要素としての波の音の特性について，海岸工学論文集，第36巻，pp.869-873，1989。
- 4) 村上仁士，伊藤禎彦，細井由彦，荒木秀夫，小藪剛史：脳波の変動特性を加味した波の音の快適性に関する基礎的考察，海岸工学論文集，第42巻，pp.1156-1160，1995。
- 5) 石野和男，田中瑞穂，関 文夫，鶴見圭子：明治大正期自然式総合園内の河川環境現地調査～内苑水路の水理環境調査結果～，土木計画学研究・講演集，No.18(2)，pp.473-476，1995。
- 6) 石野和男，関 文夫，鶴見圭子，田中瑞穂：明治大正期自然式総合園内の河川環境現地調査～流水形態と流水音に関する考察～，土木計画学研究・講演集，No.18(2)，pp.477-480，1995。
- 7) 中村俊亮，泉山中三，小谷野哲朗：小川から発生する環境音の調査結果について，日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集，pp.201-204，1994。
- 8) 吉村道彦，塩田正純：水によって発生する環境音についての検討，日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集，pp.133-136，1992。
- 9) 永田 晟：溪流のせせらぎとストレス解消～人間性豊かな河川～，河川，第596号，pp.6-12，1996。
- 10) 石野和男，田中瑞穂：庭園の遺水を例とした日本古来の河川環境評価に関する研究，水工学論文集，第40巻，pp.163-168，1996。
- 11) 志賀一雅：アルファ波と水辺，河川，第596号，pp.27-31，1996。

(1999.4.26受付)