

人工河川における水音の周波数特性に関する現地調査

関西学大工学部 正 会 員 ○ 島 田 広 昭
 関西大学工学部 正 会 員 井 上 雅 夫

1. はじめに

近年、各地で進められている公園整備や河川改修においては、親水機能を備えたものが多く造られるようになり、人工的に創り出された水音を実際に聴く機会も増えてきている。本研究の目的は、こうしたサウンドスケープのある親水空間を街かどや公園あるいは老人施設内に創出する際の設計指針を確立することである。そこで本研究では、河川環境における流水音と落水音を対象に現地調査を行い、その周波数特性および $1/f$ ゆらぎに及ぼす地形や水理量の影響を検討した。

2. 調査方法

本研究では、種々の流水音や落水音などが発生している吹田市の万博記念公園自然文化園内の人工河川を調査対象とし、その流況によって、水音を流水音と落水音の2種類に分類した。現地調査は、人工河川の各測点において、音圧レベルの測定、水音の録音、 $1/3$ オクターブ周波数分析を同時に行った。マイクロホンは、流水音では音源の鉛直上方 50cm、落水音では音源から水平方向に若干ずらせた位置にそれぞれ設置し、2分間の測定および録音を行った。また、音源での流量、流速、上流と下流の水位差、落水先水深および落差などの水理量の測定も行った。特に、今回の調査では、流水音は半球型の水音発生ブロックの個数や配置を変化させた場合について、また落水音は落水先の条件を水、コンクリートおよび礫に変化させた場合について、それぞれ周波数特性および $1/f$ ゆらぎ特性を検討した。

3. 調査結果および考察

(1) 周波数特性

図-1には、水音発生ブロックを水路に横1列で設置したときの流水音の周波数特性を示した。これによると、水路に1列で水音発生ブロックを設置した場合は、200～400Hz付近で音圧レベルが低下している周波数帯を除くと、水音発生ブロックの数が多いほど音圧レベルが大きいことがわかる。特に、この傾向は500Hzより高周波側で顕著である。

図-2には、落水先の条件を水、コンクリート、礫と変化した場合の落水音の周波数特性を示した。これによると、4,000Hzより高周波側での音圧レベルには差はみられないが、それより低周波側ではその影響が現れており、水、礫、コンクリートの順に大きい。このように、音源の条件によって周波数特性に及ぼす影響が、流水音では高周波側、落水音では低周波側に現れることは興味深い。

(2) $1/f$ ゆらぎ特性

図-3には、水音発生ブロックを水路に1個だけ設

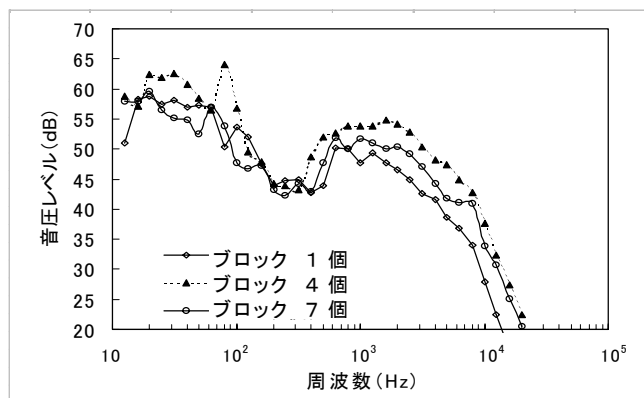


図 - 1 流水音の周波数特性

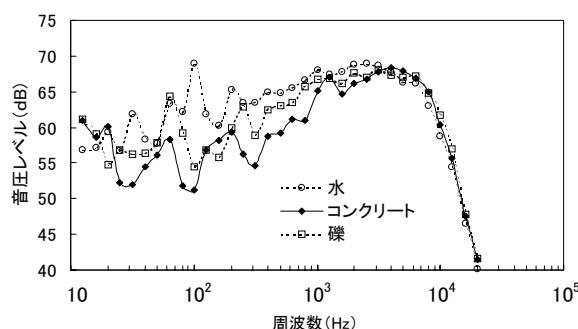


図 - 2 落水音の周波数特性

キーワード：サウンドスケープ、流水音、 $1/f$ ゆらぎ

〒564-8680 吹田市山手町 3-3-35, 関西大学工学部土木工学科, Tel/Fax(06)6368-0857

置したときの流水音のパワースペクトルを示した。なお、(a)および(b)図は、それぞれ流量が $Q=50$ l/sと $Q=30$ l/sのものであり、図中にはピーク周波数より高周波側での傾きを $1/f^n$ で示した。この傾き n が、 $1/f$ ゆらぎ特性を示す値であり、この値が1に近いほど人間にとって快いといわれている¹⁾。これらによると、 n は流量の大きいものより小さいもののほうが1に近い値を示しており、流量が小さい流水音が人間にとって快いといえる。

図-4には、前述のパワースペクトルの傾き n と流水音の水音発生ブロックの個数との関係を示した。これによると、流量の大小にかかわらず、 n は水音発生ブロックの数が多いほど大きい。また、いずれの個数の場合についても、流量の小さいものより大きいもののほうが、 n は大きい。

図-5には、パワースペクトルの傾き n と落水先の条件との関係を示した。なお、横軸は下流水面を基準とした落水面の高さである。これによると、落水面が下流水面より低い場合、すなわち落水先が水の場合（横軸の値が負）底面がコンクリートのものは水深の大小にかかわらず、 n は1.4以上である。しかし、底面が礫のものは、水深が5 cmのときは1.3程度であるが、水深が20 cmのときは1.2以下である。落水面が下流水面より高い場合、落水先がコンクリートと礫のいずれの場合も、 n は落水面が $h=0$ cmで最も小さく、

$h=10$ cmまでは落水面の高さが高いほど n も大きい。さらに、落水先がコンクリートのものについて、落水面が水面下のものと下流水面より上のものとを比較すると、水面下の場合の n が大きい。しかし、落水面が礫のものについては、 $h=-5$ cmと $h=10$ cmのものが若干大きい。落水面の高さにかかわらず、いずれも n は1.2程度であり、また落水先がコンクリートのものに比べて小さい。しかしながら、落水先が礫の場合はその層厚によっても n は異なるものと思われるため、落水面が $h=0$ cmのものについて、その層厚の影響を調べた。その結果、層厚を10 cmから6 cmにすると、 n は小さくなることがわかった。

以上、流水音については、水音発生ブロックの個数や配置の影響、また落水音については落水先条件の影響を、それぞれ周波数特性と $1/f$ ゆらぎ特性から検討してきた。その結果、流水音では流量の小さいもののほうが、また落水音では落水先を水やコンクリートにするよりも礫層にしたほうが、 n の値が小さくなり、人間にとって快い水音が発生することを明らかにした。最後に、本研究に際し、現地調査でお世話になった日本万国博覧会記念協会の関係各位、ならびに現地調査や図面作成に大いに助力してくれた現東大阪市の河合信一および関西大学員外研究者の新山晃一郎の両君をはじめ当時関西大学海岸工学研究室の学生諸君に謝意を表す。

参考文献：1)武者利光：ゆらぎの発想 ～ $1/f$ ゆらぎの謎にせまる～，日本放送出版協会，pp.142-145,1994.

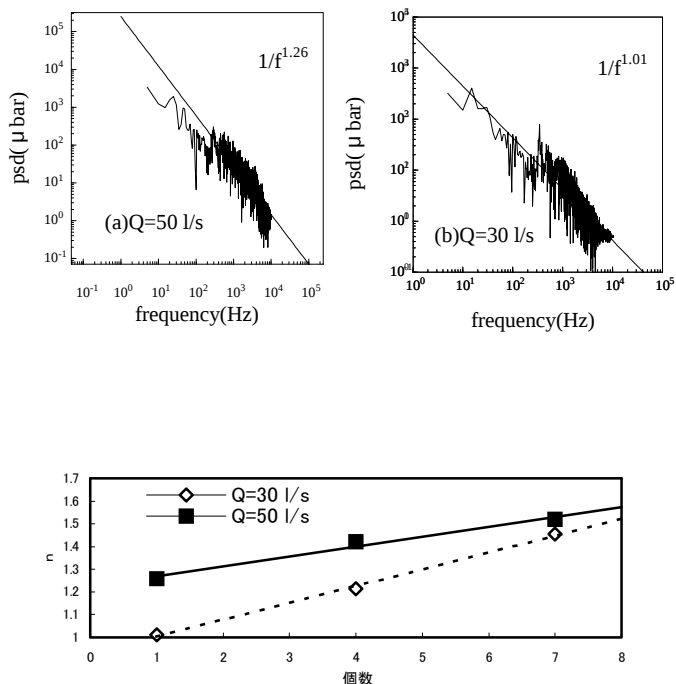


図 - 4 n と水音発生ブロックの個数との関係

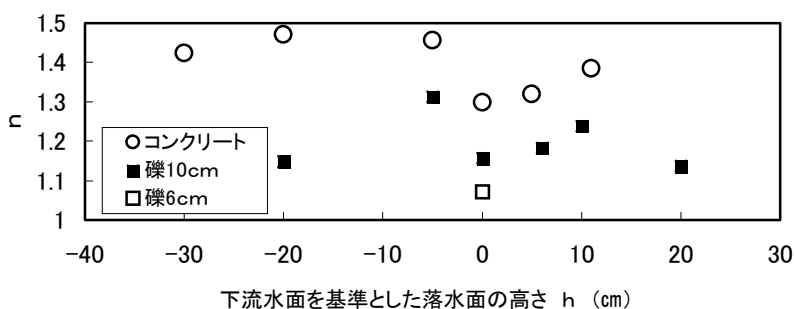


図 - 5 n と落水先条件との関係