

### 3 溪流魚道の音環境と流水環境に関する研究

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

自然環境に対する関心が高まって久しく、国立公園など良好な自然の中に立地する場合の多い砂防・治山施設について、景観や生態系など自然環境との調和に配慮がなされるようになってきている。この自然環境には流水のサウンドスケープ（音環境）も含まれると考えられる。洪水時の例外を除き、溪流における日常の流水音あるいは落水音が、人の心を和ませる音であるとされる点に異論が唱えられることは少ない。しかし、落差工から発生する落水音については時として不快であるとの意見が聞かれ、その周波数分布やゆらぎの特性が研究されている（久保田 1995、1996、水山ら 1995）。これまでの研究は、魚道のない床固工あるいは全面斜路式のものを対象としているが、溪流の落差工には魚道が設置される場合が多くなっている。本研究では、魚道に焦点を当てた音環境とそれに関連すると思われる流水環境（ばっ気面積、溶存酸素濃度）を調査・研究したので報告する。

#### 2. 研究手法及び研究の対象箇所

心理的に快適なサウンドスケープとは、音の大きさ（音圧実効値）がほぼ等しい場合、高い周波数で変化に富み、特定の周波数に偏らないもの（Pocockら 1992、大橋 1994）、あるいは、周波数のゆらぎ特性が  $1/f$ （ $f$ ：周波数）型になっている（武者 1994、佐治 1994）ものといわれている。本研究では、最も音圧の大きな場所である魚道直下流から上流に向けて水流音を指向性マイクにより集・録音し、既往の研究（久保田 1995）に準じて、周波数解析を行った。また、同じ位置で普通騒音計による騒音レベル（A特性）の計測も行った。さらに、上記の既往の研究によると、流水音の周波数特性は水中に取り込まれる気泡の量に影響されると考えられるので、これに関連する“ばっ気水面面積”の計測と、ポータブルDO計による溶存酸素濃度(DO)の測定を代表的な魚道に対して行った。計測の対象箇所については、鳥取・岡山両県の常に水量のある魚道を11カ所、自然溪流を1カ所（例えば、写真1）選んだ。参考として、市販の「 $1/f$  ゆらぎCD」に収められた潮騒の周波数解析も同時に実行した。

#### 3. 周波数解析及び計測結果

3.1 周波数解析結果 結果を図1-1、1-2のパワースペクトルに示す。この図によれば、自然石を用いた魚道の音環境はほぼ  $1/f$  ゆらぎになっており、通常の階段式魚道や導流壁式魚道の場合はそれよりスペクトル勾配の大きなやや単調で低音域に偏ったものとなっている。周波数特性は流量や落差高数mオーダーの相違によって変化する（久保田 1995、1996）。しかし、図1で流量がほぼ同じものを比較しても前述の傾向は変わらない。落差高の差についても全魚道とも10~50cmであり周波数特性にほとんど関係ないと考えられる。また、背景音として、周波数特性の良くないとされるコンクリート製落差落水音の影響が考えられる箇所もあるが、指向性マイクによる直下流での集音を行ったことでその影響は少ない上、小泉谷川1号魚道や河内川下流など魚道にのみ水が流れていた（背景に床固工の落水音を含まない）階段式魚道と、背景にコンクリート床固工の落水音を有する自然石張魚道（三徳川三朝魚道）の比較においても、前者の階段式魚道に周波数特性の悪さが見受けられる。一方、溪流の流水音とCDの潮騒は、ほぼ  $1/f$  ゆらぎ特性を示す。

3.2 騒音レベル 騒音レベルは概ね60~76.5ホンであった。これは、「うるさい」レベルに相当する。しかし、魚道上流側では約5ホンほど減少する。また、距離と共に減衰する。

3.3 ばっ気水面面積A。 落差などの原因で気泡の混入が生じ、常に気泡で満たされている水面の時間平均的な面積A。は、図2のように、自然石を用いた魚道では通常のコンクリート製魚道よりも多く、気泡の混入量が多いことを示している。

3.4 DO測定結果 魚道入口上流のDOに対する魚道下流出口のDO増加率を図3に示した。増加率は極めて小さく  $10^{-2}$ ~ $10^{-3}$ オーダーであった。上記で示した魚道以外も含む25カ所の魚道を比較した図3によれば、全面越流型階段式魚道のDO増加率が多少大きい傾向が見られる。

#### 4. 考察

1) 魚道の水流音音環境は、自然石を用いたタイプもしくは全面越流型魚道がそれ以外のタイプよりも  $1/f$  ゆらぎに近く、快い水音を発生するものと考えられる。

2) このことは、自然石を用いたタイプの流れの乱れが大きく、A。並びにDO測定結果からも推定

できるように、気泡混入量と気泡の振動が大きくなるなどのため(久保田 1995)と思われる。

5. 結語

本研究においては、魚道の流水音音環境に着目し、その周波数特性とそれに関連する流水環境を調査したが、気泡混入量の多い自然石を用いたタイプの魚道が、音環境的には好ましいと思われる。従って、魚の遡上行動面のみならず音環境の観点からも、自然の落水に近い流れを再現させ得るタイプの魚道が望まれるのではないかと考える。最後に、本研究に当たり魚道の諸情報を提供いただいた建設省倉吉工事事務所及び鳥取県砂防利水課の皆様、並びに流水環境測定に際し尽力してくれた鳥取大学水土保全学研究室専攻生の武田朋子さんに深く感謝いたします。

参考文献 1)久保田哲也：溪流及び落差工周辺の水流音環境について、新砂防 48-1 pp3~11 1995。 2)小田晃ら：床固め、砂防ダムの流れの音に関する研究、新砂防 48-3 pp6~13。 3)武者利光：ゆらぎの発想、日本放送出版協会 pp58~95 1994。 4)大橋力：鳥取県工業技術振興協会「脳にやさしい音環境」講演会資料 pp8~11 1994。 5)D. C. Pocock et. al. 米田巖ら訳編：心のなかの景観、古今書院 pp45~74 1992。 6)佐治晴夫：「ゆらぎ」の不思議な物語、PHP研究所 pp153~161 1994。 7)久保田哲也ら：全面魚道落差工の音環境に関する研究、新砂防 48-6 pp3~9 1996。

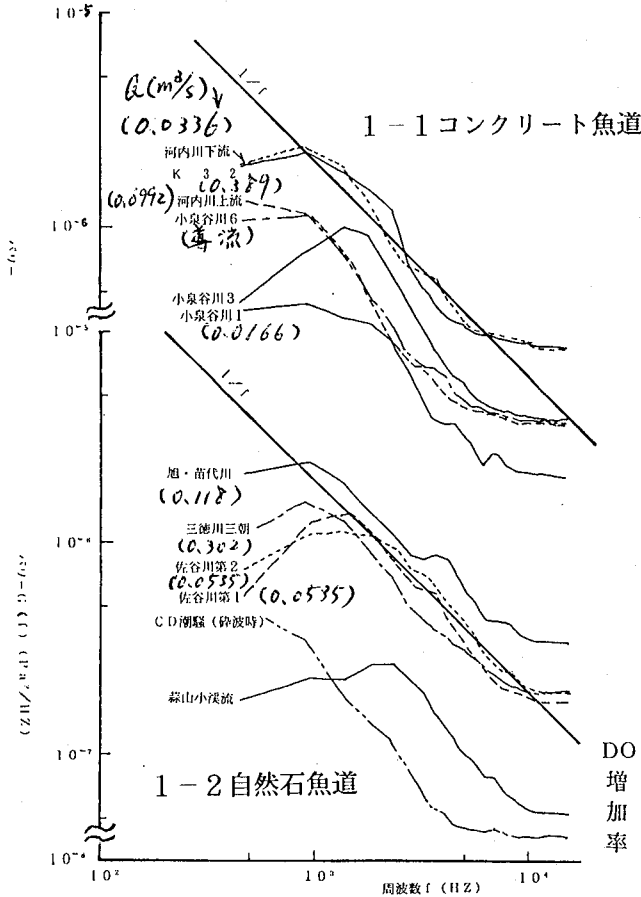


図1 音のゆらぎ特性(パワースペクトル)

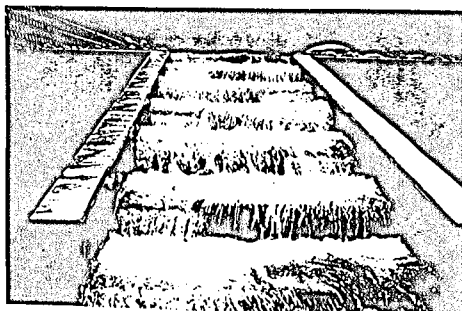


写真1 研究対象魚道の例(小泉谷川1号)

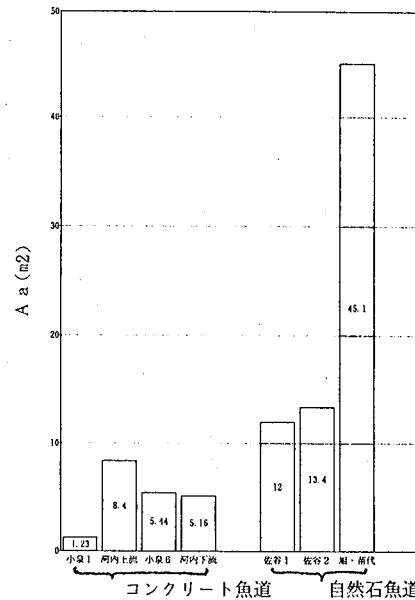


図2 魚道タイプ別ばっ気水面面積 (m²)

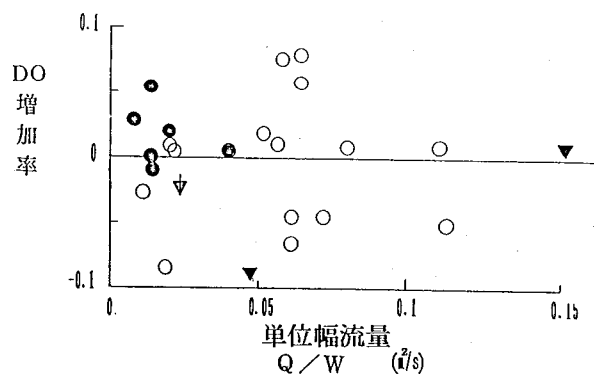


図3 魚道下流DO増加率