

II-331 魚礁の振動及び剝離渦による発生音について

鳥取大学工学部の松見吉晴, 瀬山 明 向井建設 福島由紀宏

1. はじめに 魚礁の集魚理由については、従来水産関係者によって種々の要因が列挙されている。その集魚要因の中でも魚礁からの発生音は、魚に魚礁の存在を感知させる重要な刺激要因であると指摘されている<sup>1)</sup>。一方、流体中の物体から生じる音に関する研究は従来殆どなく、黒木<sup>2)</sup>の水中に張ったひもの振動音に関する研究があるにすぎない。このようなことから、発生音による集魚効果の向上を図るためには、発生音と魚礁の形状、部材径及び長さ等の関係を明かにしておく必要がある。一般に、水中音は高周波側の音ほど減衰しやすいことから、音による魚礁の集魚効果を論じる場合は低周波側の音が重要になる。本研究は、この低周波の音の発生が魚礁背後の流速変動及び流体力変動による魚礁の振動に起因するものと考え、発生音と剝離渦及び発生音と魚礁の振動の相関関係について実験的に検討を行ったものである。

2. 実験装置及び方法 実験に使用した水槽は、長さ6m、幅50cm、深さ60cmの小型循環流水槽である。なお、ここでは集音用の圧力センサーを設置するため、隔壁板で幅40cmに仕切って使用した。魚礁モデルは4本の角柱部材からなる一辺5cmの2次元モデルを用い、その空隙率 $\gamma$ は構成部材の径を変えることにより2種類( $\gamma=64, 84\%$ )採用した。水中音の測定にあたっては、小型低容量圧力センサー及び防水を施した単一指向性のマイクを使用した。これらの設置位置は、マイクが魚礁モデル後方(下流側)3cm、水槽底面より5cm離れた位置に、圧力センサーは魚礁前面から上流側10cm、水槽底面より5cmの隔壁板に設置した。また、魚礁モデル背後の流速変動の測定は、シングル型の熱線流速計をマイクの横10cmの位置に設置して行った。圧力センサーの測定記録は、隔壁板に沿う流れの乱れによる圧力変動成分を含む可能性があり、また魚礁背後の流速の測定結果においては主流の乱れ成分と魚礁モデルで生じた流れの乱れ成分を区別する必要がある。本実験では、これらの乱れ成分を明らかにするために魚礁モデルを設置しない状態における圧力センサー前面の流速及び水槽中央部の流速について測定した。魚礁モデルの振動は板バネと歪みゲージを用いた流体力測定装置により測定した。実験は水深40cm、流速10cm/sの一種類について行った。測定された各々のデータはサンプリング間隔500HzでA/D変換し、FFT法により音、流体力及び魚礁背後の流速に関するスペクトル、音と魚礁の振動及び音と流速変動のコヒーレンスを計算した。

3. 実験結果 本実験条件で生じた主流の乱れ成分及び隔壁板に沿う流れの乱れ成分の周波数は、主流の乱れ成分が140, 240Hz程度であり、隔壁板に沿う流れの乱れ成分が24Hz程度であった。

魚礁の振動及び魚礁背後の流速変動: 図-1(a), (b)は、それぞれ $\gamma=64\%$ の魚礁モデルに作用する流体力(魚礁の振動)及び魚礁背後の流速変動のスペクトルを示したもので、図中の縦軸Pは生スペクトルの最大値で正規化した値である。矢印は流体力及び流速のスペクトル形において顕著なピーク位置を表している。図(a)より、流体力に伴う魚礁の振動は、この魚礁モデルの水中固有振動数である $F=15\text{Hz}$ (図中点線の矢印)の他に、 $F=17, 20, 24\text{Hz}$ 付近(図中実線の矢印)の振動成分が卓越していることがわかる。図(b)の流速のスペクトル形には、高周波側に現れる主流の乱れ成分によるピーク以外に、 $F=17, 20, 24, 40\text{Hz}$ 付近に微小であるがピークがみられ、 $F=17, 20, 24\text{Hz}$ 付近のスペクトルピークの周波数は同図に併記している流体力のピーク周波数と一致している。魚礁の発生音は魚礁自体の振動及び魚礁背後の流速変動によるものと推測されることから、発生音の検討においては上記した周波数付近の発生音に注目して検討を

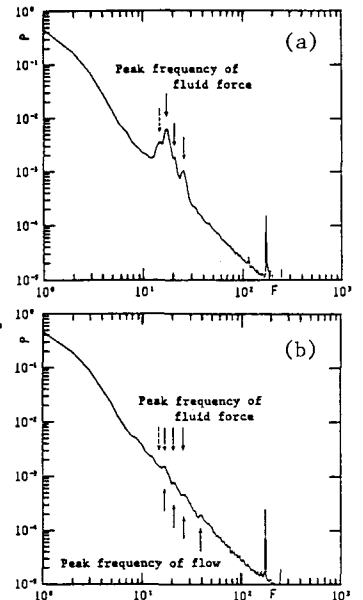


図-1

進めることにした。発生音と魚礁の振動及び流速変動の関係：図-2(a)はマイクによって測定された音のスペクトル，(b)は音と魚礁の振動のコヒーレンス，(c)は音と魚礁背後の流速変動のコヒーレンスを示したものである。図(a)において $F=15, 20, 24\text{Hz}$ 付近にみられるピークは，図中矢印で表している流体力のスペクトルピークの周波数とほぼ対応している。また，図(b)においても $F=20\text{Hz}$ 付近で $C=0.45$ のピーク値を取り，この周波数をもった魚礁の振動成分が音の発生要因になっていることがわかる。一方，音のピーク周波数と流速のスペクトルピークの周波数の関係は，図(a)より $F=20, 24, 40\text{Hz}$ 付近で両者は一致し，図(c)において $F=20\text{Hz}$ 付近にピークがみられることから，魚礁背後の流速変動も音の発生要因であると指摘できる。図-3(a)~(c)は，それぞれ圧力センサーによって測定された音のスペクトル，音と流体力及び音と流速変動のコヒーレンスを示したものである。図-2の結果と同様， $F=20\text{Hz}$ 付近にみられる音のスペクトルピークの周波数は，流体力及び魚礁背後の流速変動の各々のピーク周波数と対応し，図(b)，(c)において $F=20\text{Hz}$ 付近でのコヒーレンスは0.6と高い値を示す。このことから，魚礁の振動及び魚礁背後の流速変動により生じた圧力波は魚礁上流側にも伝播していることがわかり，魚礁からの音の発生に対しては魚礁の振動及び流速変動と密接な関係にあると指摘できる。図-4は魚礁モデルを設置した場合と設置しない場合の圧力センサーによる集録音の各周波数のパワースペクトルの差をdb(デシベル)表示して示したものである。同図に併記している流体力及び流速のピーク周波数付近におけるdbは正の値を示し，このようなdb表示によっても魚礁からの音の発生が確認できる。また，低周波側( $F<10\text{Hz}$ )のdbの値はゼロ程度を示すことより， $\gamma=64\%$ の魚礁モデルから発生する音は周波数10Hz以上の音になる。そして， $F=60\sim 70\text{Hz}$ 付近にみられる音は，魚礁の振動及び魚礁背後の流速スペクトルのピーク周波数と対応がなく，この音の発生については水槽内の音の反射の影響が考えられるが，十分な結論を得るまでに至っていない。なお，ここでは $\gamma=64\%$ の結果について述べたが， $\gamma=84\%$ についても同様の結果を得ている。

4. おわりに 以上魚礁からの発生音について，魚礁の振動及び魚礁で形成される流れの乱れの卓越成分と関連づけて検討した結果，発生音は魚礁の振動及び魚礁背後の流速変動と密接に関係付けられることが一応定性的に明らかになった。しかし，魚礁の振動及び流速変動と無関係であった発生音については，今後水槽内の音の反射を考慮した実験より検討を加える必要がある。本研究は科学研究費奨励(A)並びに鋼材倶楽部研究助成金(代表者野田英明教授)による研究の一部であることを付記して謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 魚礁総合研究会, 水産増殖叢書, 1976
- 2) 黒木敏郎, 鹿大水産学部紀要, 1958

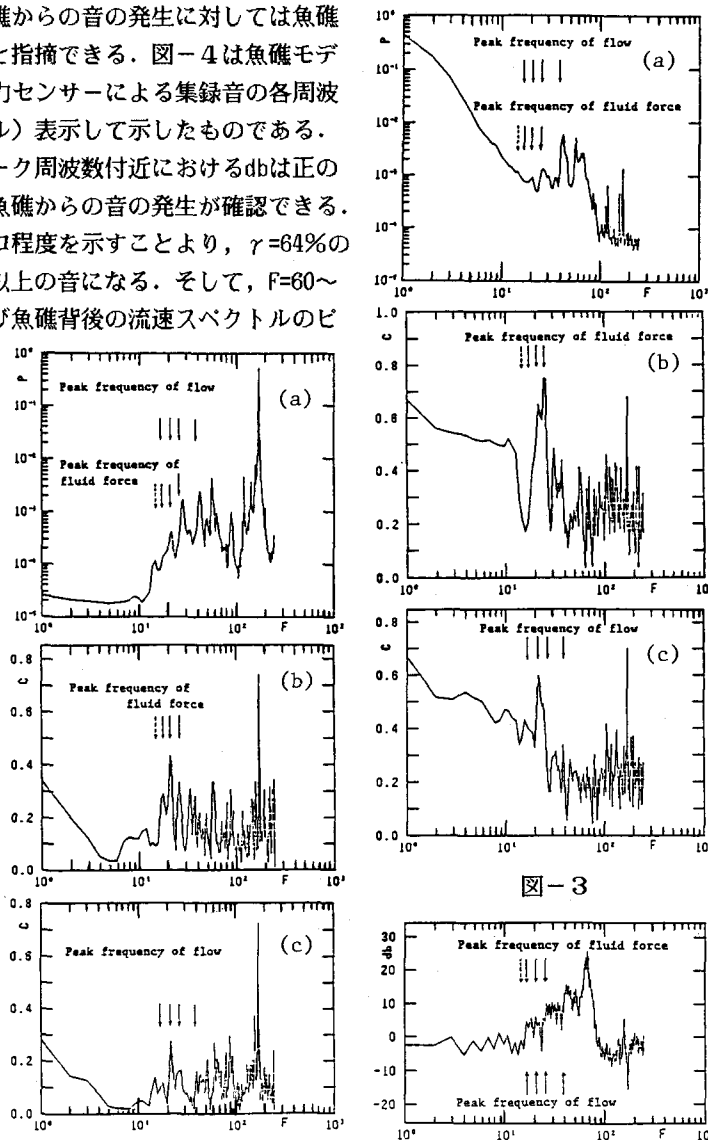


図-3

図-2

図-4