HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	小型沿岸漁船の機械騒音
Author(s)	見上, 隆克; 山下, 成治; 五十嵐, 脩蔵
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 41(1), 43-50
Issue Date	1990-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/24048
Type	departmental bulletin paper
File Information	41(1)_P43-50.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北大水産彙報
41(1), 43-50. 1990.

小型沿岸漁船の機械騒音

見上　隆克*・山下　成治*・五十嵐脩蔵*

Machine Noise on the Deck of Coastal Fishing Boats

Takayoshi MIKAMI*, Nariharu YAMASHITA*
and Shuzo IGARASHI*

Abstract

Fishery workers operating on a fishing boat are exposed to noise, and it is said that work under exposure to high noise levels is unhealthy for workers. There have been few studies on the noise of coastal fishing boats. To investigate the noise levels in this workplace, environmental noise of 4 coastal fishing boats was measured by a sound level meter (RION NA-60).

While measuring the noise levels, the main engine was running constantly. The major noise source was the main engine of a fishing boat, and the A-weighted sound levels in the engine room were different from the type of the engine and were in the range of 94-102 dB(A) while fishing. Mean noise levels in the workplace were 13-28 dB(A) less than those in the engine room. It was observed that the peak noise levels in the engine room occured on the 1/3 octave band sound pressure levels corresponding to the revolutions of the main engine. Although the 1/3 octave band sound pressure levels from a linehauler were indistinguishable from those of the main engine, it seems that the sound level from the linehauler was lower than that from the main engine.

Near a pump unit for a hydraulic jet dredge, the noise levels were high enough to may be cause hearing loss. We compared the noise levels near the pump unit with the permissible criteria for noise exposure recommended by the Japan Association of Industrial Health. The 1/3 octave band sound pressure levels near the pump unit exceeded the permissible criteria (2 hr.-exposure) in the frequency range of 250-4,000 Hz and exceeded it (30 min.-exposure) in the range of 2,000-2,500 Hz.

緒　　言

漁船の騒音は，漁撈作業が海上であることから，漁業従事者以外の第3者に与える影響は稀であり，社会的にはあまり問題とされてこなかった。しかし，乗組員が作業上の意思伝達をする際，話者の声がエンジン騒音によりマスクされて，漁業機械の操作者が聞き取れず，労働災害に至る[1]などの弊害を及ぼす。また，高騒音下の長時間労働は乗組員の健康や作業能率に悪影響[2~5]を及ぼす。

沿岸漁業で用いられる小型漁船の騒音測定とその低減に関する研究は極めて少なく[6]，甲板上の作業位置の違いによる騒音変化を調べた例は見当たらない。

本研究は居住室を持たず，船底中央にエンジンや油圧ユニットが設置され，この上に操舵室を

* 北海道大学水産学部漁業機械学講座
(*Laboratory of Mechanical Engineering for Fishing, Faculty of Fisheries, Hokkaido University*)

Table 1. Specification of the measured fishing boats.

	Fishing boat				Engine				
Name	GT*1	L(m)*2	B(m)*3	D(m)*4	CN*5	BO (mm)*6	ST (mm)*7	PW(PS)*8	US*9
F_1	7.8	13.04	2.87	0.89	6	110	125	60	5
F_2	3.0	10.72	2.56	0.84	4	95	110	40	3
F_3	3.4	10.32	2.73	0.70	6	102	118	70	3
F_4	2.6	9.63	2.37	0.69	4	95	115	40	1

*1 GT: gross tonnage. *2 L: legistered length. *3 B: legisterd breadth.
*4 D: classification depth. *5 CN: numbers of cylinder. *6 BO: bore.
*7 ST: stroke. *8 PW: power. *9 US: used period.

兼ねた囲いのある型とエンジンのみに囲いがあり，操船部分には囲いの無い型の沿岸小型漁船における騒音を測定し，甲板上の作業位置と作業環境騒音の関係を調べたものである。本報告にあたり，実船観測にご協力を頂いた北海道森町船主高瀬俊雄氏，八雲町山県清光氏，水口健蔵氏，小笹初次郎氏に謝意を表する。なお，本研究の一部は文部省科学研究費補助金（一般研究 (B)，研究課題番号 614660214) によるところが大きかった。ここに記して謝意を表する。

測定漁船と方法

測定に供した漁船は 4 隻であり，その主要諸元を表 1 に示す。これらの漁船は，2～8 トンの小型船で，F_1 はホタテガイ養殖業とスケトウダラ刺網漁業に，F_2, F_3, F_4 はホタテガイ養殖業とウバガイ桁曳網漁業に用いられている漁船である。漁船 F_1, F_2 は騒音測定のみに供したものであり，F_3, F_4 はカバガイ桁曳網漁業操業中に騒音測定を行ったものである。

騒音レベルの測定は，騒音計（リオン NA-60) の指示値を直読するかまたはデータレコーダで記録したのち，FFT アナライザ（小野測器 CF-910) の A ウエイト解析によった。音圧レベルの測定は騒音計に 1/3 バンドパスフィルタニット（リオン NX-02A) を装着し，出力を対数変換してデータレコーダ (FM 変調) に記録するか，もしくは騒音計の F 特性によってデータレコーダ (DR 変調) に記録した騒音データを FFT アナライザの 30 バンド 1/3 オクターブ分析によって解析した。FFT アナライザによる解析では，必要に応じて 32 回の平均化処理を行った。

騒音計は漁船甲板の振動を考慮し，測定者が約 1 m25 cm の高さに手で支持し，ラインホーラ付近の測定以外は，いずれもエンジン室方向に向けられた。また，エンジン室内の測定は，エンジン室の戸から騒音計を差し込んだ点，機械付近の騒音測定では機械から 50 cm～1 m 離れた点で測定した。

結 果 と 考 察

暗騒音 エンジン騒音やラインホーラなど漁業機械の特定の騒音を対象とするとき，機械以外の暗騒音を知る必要があり，海上でエンジンを停止したときの騒音の一例を図 1 に示した。これらの測定時の海況条件はいずれも穏やかであり，風浪階級，うねり階級とも 1 程度であった。

図左端の 4 つの点は，レベルの高いものからそれぞれ漁船 F_2 の向波（測定位置は前甲板中央と舷側）と横波（前甲板中央)，F_4 の向波（前甲板中央）の騒音レベルを示したものである。騒音レベルの値はいずれも 55～75 dB(A) の間で大きく変動し，波の船体への当たり方によって大きく

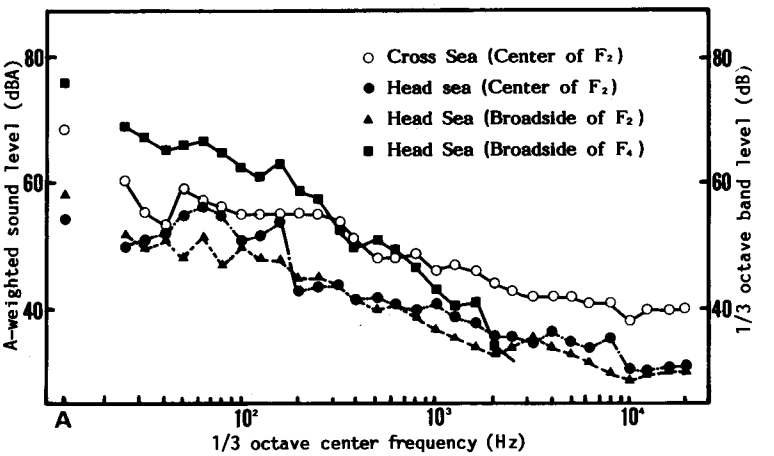


Fig. 1. A-weighted sound level and noise spectra by wave. A : A-weighted sound level.

変動した。また，音圧レベルのオーバオール値はいずれも 62～85 dB の間にあった。図の 4 本の曲線は，波が船体に当たったときに生ずる騒音の周波数解析を示したものである。いずれも低い周波数帯で音圧レベルが高く，200 Hz くらいから徐々に減少する傾向が見られた。これらの値は，エンジン騒音や漁業機械騒音など特定した騒音を調べるとき，船体に当たる波の暗騒音を考慮しなければならない場合もあり得ることを示すものである。以降の測定では，甲板上の作業環境騒音の測定を目的としていたので，暗騒音による補正は特に行わなかった。

航行時と操業時の騒音　漁船 F_1 における作業甲板上の騒音レベルを図 2, 3 に示す。図はエンジンハウスの前の壁と船の中心線の交点を原点にとり，これより 1 m 間隔の格子点を測定点としたことを示す。図 2 は航行時を，図 3 は操業時を示し，図中の数値の上段は騒音レベル，下段は音圧レベルのオーバオール値を示している。この漁船のエンジン室内の騒音レベルは，エンジン回転数が 2,200 rpm の航行時で 114 dB(A)，エンジン回転数が 700 rpm の操業時では 97 dB(A) で，回転数が一定している場合は騒音レベルの変動が少なかった。エンジン室外の騒音レベルは，エンジン室の壁が遮音効果を生じ，エンジン室内に比べて航行時，操業時でそれぞれ 19～28 dB(A), 13～20 dB(A) 低かった。音圧レベルは，騒音レベルに比べて壁の減衰効果が小さかった。この漁船は，右舷の船首，船尾にラインホーラを有し，測定時に船首側ラインホーラを作動させたが，ラインホーラ騒音のみを取り出すことはできなかった。しかし，ラインホーラに近づくにしたがって，騒音レベルが上がっていることから，ラインホーラも騒音源の一つと見ることができよう。なお，ラインホーラだけの騒音計測は，本船ではエンジンを停止すると，ラインホーラが作動しないので困難である。

図 2, 3 の（ ）内の数値は，エンジン室に設置されている戸を開けたときの騒音，音圧レベルを示している。漁船 F_1 の戸は，図の太線で示した部分に設置されていた。戸から遠ざかるにつれて，開閉による騒音，音圧レベルの違いが見られなかったが，戸の付近では，開閉の効果が顕著に現れた。エンジン室の戸付近での作業では，戸の開閉によって作業者に及ぼす影響が大きいので，エンジン室の戸は閉めておくことが望ましい。

エンジン室の騒音が，その壁を通過して外に放射されるとすれば面音源と見なされるが，エンジン室の大きさから計算すると，1 m 以上壁から離れた点では点音源と見なされ，騒音は距離の逆 2 乗減衰する[7]。しかし，本測定では等音圧曲線は描くことができなかった。これは騒音の伝播が

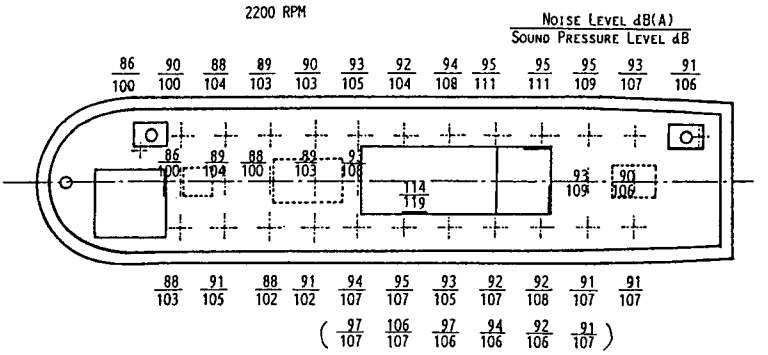


Fig. 2. Noise distribution on deck of fishing boat F_1 enroute.

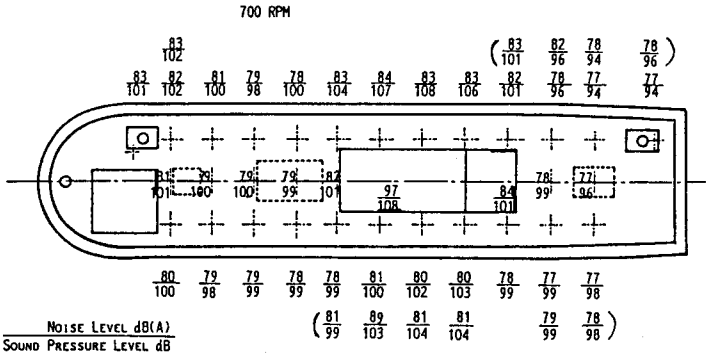


Fig. 3. Noise distribution on deck of fishing boat F_1 under fishing operation.

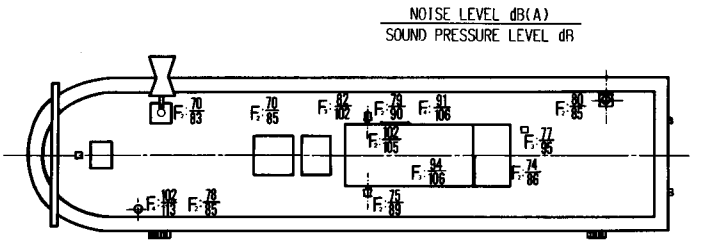


Fig. 4. Noise distribution on deck of fishing boats F_2, F_3, F_4.

エンジン室からの放射とともに，船体を直接伝播したり，船底近くの空間を伝播するなど船体構造に影響されるためであると思われる。騒音の低減をはかるためには伝播経路の詳細な測定が必要であろう。

図4は漁船 F_2, F_3, F_4 の騒音，音圧レベルを示したものである。漁船 F_2, F_3 は，漁船 F_1 と同様に右舷船首，船尾にラインホーラを設置しているが，ウバガイ桁曳網漁業用にエンジンハウス両舷にドラムウインチが設置されている。また，漁船 F_4 は船尾にラインホーラをもたないが，噴射式桁曳網漁業用に水噴射ポンプ（ポンプユニット）を甲板上に置いている。これらの漁船では，

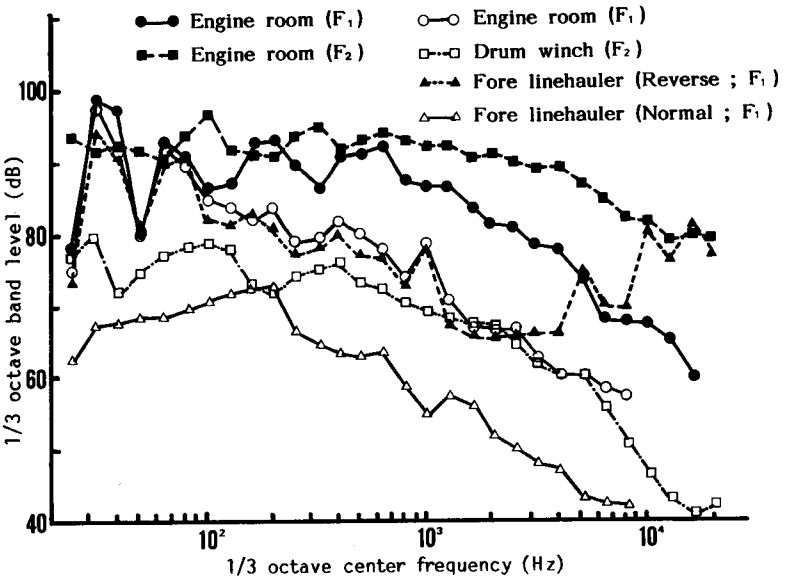


Fig. 5. Noise spectra in engine room and near fishing machine.

漁船 F_1 のように細かい測定はできなかったが，エンジン室内の騒音，音圧レベルは漁船によって異なり，作業甲板上の騒音環境はエンジン室内騒音とエンジン室の遮音効果に大きく左右される。しかし，漁船 F_4 のようにポンプユニット (エンジンと一体型) を搭載している漁船では，このポンプユニットが極めて大きな騒音源となっていた。

各漁船の騒音レベルの値は，日本産業衛生学会の許容基準によれば[7]，85 dB(A) では 480 分以上，95 dB(A) では 60 分以上暴露してはならないとしているので，航行時のエンジン室付近では騒音の低減を必要とする。操業時の騒音レベルは航行時に比して低く，日帰り作業をする小型沿岸漁船では 8 時間以上この騒音環境下で作業することは稀なので，許容基準上問題が無い。しかし，人間の判断を伴う作業では，騒音レベルが 80 dB(A) を越えると作業時間のばらつきが大きくなると報告されているように[2]，騒音の低減が必要であろう。

作業場所の違いによる騒音特性　漁船 F_1 と F_2 における操業時のエンジン室内と漁業機械付近における騒音の 1/3 オクターブ分析結果を図 5 に示す。漁船 F_1 のエンジン室内の騒音は，100 Hz 以下の周波数帯に顕著なピークがあり，周波数が高くなるにしたがって，レベルが低下する傾向が見られたが，漁船 F_2 ではピークが認められず，また，4 kHz まではほぼ同レベルで，これより高い周波数で若干低下していた。

エンジンの燃焼工程は，クランク軸 1 回転当たり m (回) 燃焼し，そのその回転数を n (rpm) とすると，毎秒当たりの燃焼回数 F_c は

$$F_c=\frac{mn}{60}$$

で表せる。漁船 F_1 の操業時は，エンジンが 6 気筒 4 サイクル，点火間隔が 120° (軸 1 回転当たり 3 回の燃焼工程) であり，回転数が 700 rpm であったので，毎秒 35 回の燃焼工程となる。図 5 で，35 Hz を基本周波数とする整数倍にピークが見られ，漁船 F_1 の騒音特性はエンジンの毎秒燃焼回

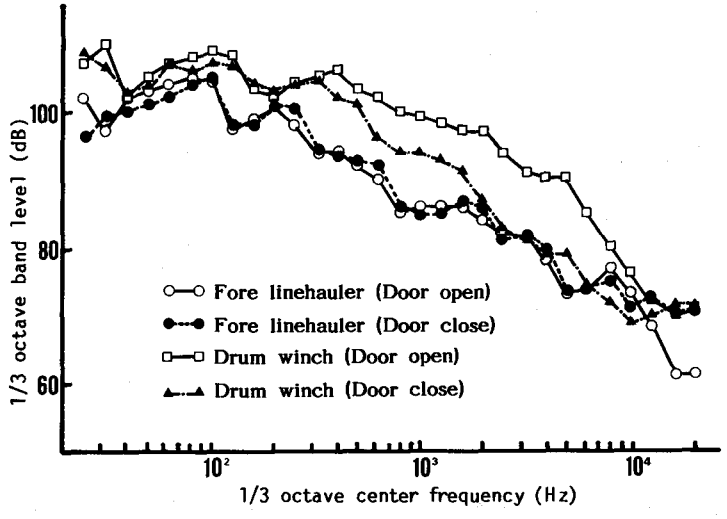


Fig. 6. Difference of noise spectra between when the engine room door is opend and when it is closed.

数と良く一致した。この現象は漁船 F_3 においても認められ，他の報告と一致した[8]。漁船 F_2, F_4 でも同様の傾向が認められると考えられる。しかし，漁船 F_2 では，エンジンは 4 気筒 4 サイクル，点火間隔 180° (軸 1 回転当たり 2 回の燃焼工程)，操業時の回転数が 400 rpm であったので，毎秒 13 回の燃焼工程となるが，データレコーダの DR 変調記録特性によりピークが認められなかったと思われる。

漁業機械付近の騒音は，漁船 F_1 では低周波数成分がエンジン室とほぼ同じであったが，漁船 F_2 では全周波数帯域にわたって大幅に減衰していた。ラインホーラ付近の騒音特性も同様の傾向を示した。これはエンジン室の囲いの材質や構造などによる騒音減衰特性などの違いによるものであろう。漁業機械付近の騒音は，エンジン室からの漏れが大きいほどスペクトルパターンは良く一致していた。また，エンジン室の騒音に比べて，高周波数帯域の減衰が低周波成分の減衰より大きかった。漁業機械自身の出す騒音の特性は計測できなかったが，機械付近の騒音はエンジン騒音の影響を強く受けることが分かった。しかし，漁船 F_1 のラインホーラ付近の騒音は，低周波帯域で正転時と逆転時で同じ特性を示したが，逆転時の 4 kHz より高い周波数帯で異常な値を示した。これはラインホーラの逆転側の軸受の故障 (後で判明した故障) によるもので，10 kHz では，エンジン室からの騒音より 25 dB も高い値を示した。機械が故障した場合は，摩擦音や打撃音などによる異常な騒音を発生することがこのことからも分かる。

図 6 は，漁船 F_4 におけるエンジン室の戸の開閉効果を見たものである。エンジン室の戸に近いドラムウインチ付近では，低周波数帯域ではあまり違いが認められないが，周波数が高くなるにつれて閉めたときの減衰効果が大きくなった。船首ラインホーラ付近では，船首方向に戸が無いこと，エンジン室から比較的離れていることのため，全帯域にわたって戸の開閉による騒音特性の違いは認められなかった。

図 7 は，噴射式桁曳網漁業用のポンプユニットを搭載した漁船 F_4 の騒音特性を示したものである。エンジン室内の騒音は，31.5 Hz を基本周波数とする整数倍にピークをもつ明らかにエンジンによる騒音が認められたが，ポンプユニット付近では，63 Hz を中心とする整数倍の周波数に

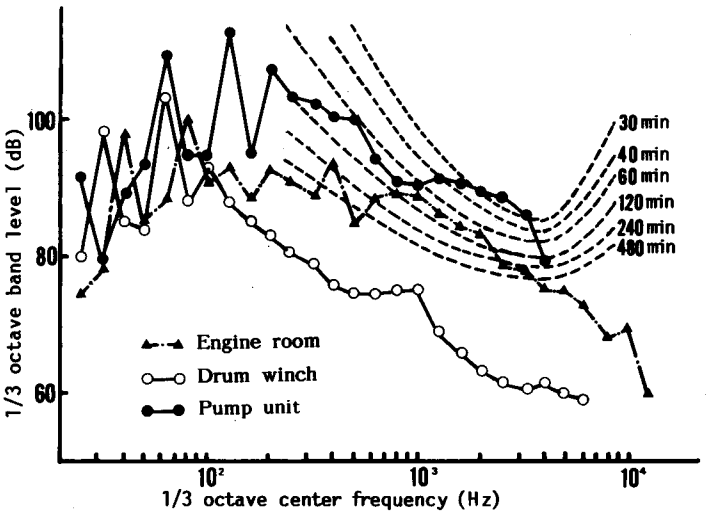


Fig. 7. Noise spectra near the pump unit and near the drum winch and in engine room. The broken lines are the permissible criteria for noise exposure recommended by the Japan Association of Industrial Health.

ピークが見られ，125 Hz では 113 dB の高い値を示した。漁船 F_4 に搭載されていたポンプユニットは，鉄製の鋼板の中にエンジンとポンプが一体になって入っており，上部はバルブ操作や圧力ゲージを監視するため，蓋の開閉ができる構造となっていた。操業時は蓋が開いたまま用いられていたので，ポンプユニット用のエンジン騒音はエンジン室内騒音と異なり，直接作業者に影響を及ぼしていた。ドラムウインチ付近の騒音は，エンジン室の騒音とポンプユニット用エンジン騒音とがまざりあった特性を示した。

図 7 の破線は，日本産業衛生学会の許容基準値[7] を示したものである。エンジン室内とポンプユニット付近の騒音環境は，騒音暴露時間 480 分の基準値を越えている部分があった。とくに，ポンプユニット付近の騒音では，250～1,000 Hz で 120 分，1,000～1,250 Hz で 60 分，1,600～3,150 Hz では 30 分の基準値を越えており，ポンプユニット付近では 1 日に 30 分以上連続して暴露することは，聴力保護の立場から好ましくない結果となった。本測定対象の沿岸小型漁船において，乗組員が操業時に連続して 2 時間，エンジン室にいることはないが，ポンプユニットの近くでは 30 分以上作業することがあり得る。環境基準が常習的な暴露に対するものであり，また，ウバガイ噴射桁曳網漁業の操業が海況条件によって毎日行われるものではないが[1]，ポンプユニットから発生する騒音に対しては，何らかの防音対策が必要であると思われる。

小型沿岸漁船の騒音の主たる騒音源は，エンジンであることが分かったが，漁船ごとの搭載エンジンの騒音は異なり，また，エンジン室の材質や構造，船体構造などによって騒音の低減効果が異なるので，甲板作業域における騒音環境の同定には，多くの漁船の騒音観測が必要と思われる。また，作業環境騒音の低減には，エンジン室などからの騒音伝播経路の解析，エンジン騒音と漁業機械騒音の分離などの解析をするため，音の流れをベクトル量として測定できる音響インテンシティ法[9,10] などを利用した詳細な検討を行う必要があろう。

要　　約

居室をもたない小型沿岸漁船4隻を対象に，作業上の環境騒音を計測した結果，次のことが明らかとなった。

1. 操業時のエンジン室の騒音レベルは，94～102 dB(A) と漁船によって大きく異なり，作業甲板では13～28 dB(A) 低くなった。

2. 6気筒4サイクルエンジンを搭載した漁船の操業時 (700 rpm) の1/3オクターブ分析を行った結果，35 Hz を基本周波数とする整数倍にピークが認められた。

3. 小型沿岸漁船の主たる騒音はエンジンから発生し，作業甲板上ではエンジン室によって低減されるが，減衰効果は漁船によって大きな差があった。

4. 日本産業衛生学会の許容基準と噴射式桁曳網漁業用ポンプユニットとを比較したところ，250～4,000 Hz の周波数成分で暴露時間120分，2,000～2,500 Hz では30分の許容値を越えていた。

文　　献

1) 五十嵐脩蔵・見上隆克・山下成治 (1988). 小型船漁業における人間—機械系に関する基礎的研究一. 昭和62年度科学研究補助金 (一般研究 (B)) 研究成果報告書, 97 p.
2) 梅村　守・相沢直行 (1984). 騒音が作業に与える影響. 人間工学, **20**, 283-286.
3) 三浦豊彦 (1985). 作業環境騒音の評価と動向. 騒音制御, **9**, 227-233.
4) 難波精一郎 (1984). 振動・音の人間感覚の表現. 機械の研究, **36**, 117-124.
5) 大塚定男・田村明弘 (1989). 音源に対する態度の騒音評価に及ぼす影響. 日本音響学会誌, **45**, 9-18.
6) 久保　敏・山田敏夫 (1984). 沿岸漁船の騒音計測結果. 水産工学研究所報告, **5**, 207-214.
7) 安全工学協会編 (1980). 安全工学便覧. 1315 p. コロナ社, 東京.
8) 近江谷和彦・松井勝弘・松見高彦 (1977). 農用トラクタの騒音について (II). 農業機械学会誌, **39**, 351-355.
9) 子安　勝 (1987). 音響インテンシティ法による音響パワーレベル測定方法. 日本音響学会誌, **43**, 960-965.
10) 橘　秀樹 (1989). 2マイクロホンによる音響インテンシティ計測. センサ技術, **9**, 43-52.