

かごしま丸の環境騒音レベル

著者	松野 保久, 関岡 幹尚, 田中 久雄, 山中 有一, 藤枝 繁, 上田 耕平, 中山 博, 矢崎 宗徳
雑誌名	鹿児島大学水産学部紀要=Memoirs of Faculty of Fisheries Kagoshima University
巻	41
ページ	45-52
別言語のタイトル	The Environmental Noise Level of the Fishing Training Ship KAGOSHIMA MARU
URL	http://hdl.handle.net/10232/14376

かごしま丸の環境騒音レベル

松野保久, 関岡幹尚, 田中久雄, 山中有一,
藤枝 繁, 上田耕平, 中山 博, 矢崎宗徳

The Environmental Noise Level of the Fishing Training Ship KAGOSHIMA MARU

Yasuhisa Matsuno^{*1}, Mikihisa Sekioka^{*2}, Hisao Tanaka^{*2},
Yuichi Yamanaka^{*1}, Shigeru Fujieda^{*1}, Kohei Ueda^{*3},
Hiroshi Nakayama^{*3} and Munenori Yazaki^{*1}

Keywords : Noise, Sound level meter, A-weighted sound pressure level,
Environmental noise level

Abstract

The measurements of environmental noise level in the fishing training ship Kagoshima-maru have not yet been put into practical use. Therefore, to catch hold of the outline of noise level, the measurement of equivalent continuous A-weighted sound pressure level by a sound level meter at underway of Kagoshima-maru was carried out.

The highest environmental noise level was measured 100 dB near the main engine, and in the engine room, 95 dB, in the engine control room, 75 dB, respectively. The lowest level was 50 dB in the chart room. The crew's quarter, the highest noise level in the accommodation space, was 64-69 dB. The cadet's quarter was influenced considerably by the noise of the bow-thruster and the line-hauler, the noise level under fishing tuna-long-line was about 4 dB higher than the underway condition.

-
- *1 鹿児島大学水産学部漁船航海学講座 (Laboratory of Fishing Vessel Navigation, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 50-20 Shimoarata 4, Kagoshima, 890 Japan)
*2 鹿児島大学水産学部練習船かごしま丸 (Training ship Kagoshima-Maru, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 50-20 Shimoarata 4, Kagoshima, 890 Japan)
*3 鹿児島大学水産学部漁船運用学講座 (Laboratory of Fishing Vessel Seamanship, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 50-20 Shimoarata 4, Kagoshima, 890 Japan)

海上及び海洋中にある船舶、潜水艦そして魚雷等は海中雑音の主要な音源であり、この放射雑音はパッシブ・ソナーにとって重要な要素となっている¹⁾。特に潜水艦対策、魚に対する影響という見地から、艦船が海洋中に放射する水中音の研究が実施されてきた²⁾。また近年陸上における各種騒音の人体へ与える影響に対する規制法が制定され、騒音環境に対する関心が高まってきている。これに呼応して船内騒音許容基準等が定められ、船員の労働環境改善が図られている。しかし各種船舶、特に漁船に関する環境騒音レベルの調査はまだ不十分であり、練習船かごしま丸の調査もまだ実施されていない。そこで、かごしま丸の船内騒音の概略を把握し、船体から放射される海中雑音の基礎的資料の蓄積、ならびに乗組員、乗船学生に影響する環境騒音の実態を調査することを目的として、今回の測定を実施した。

方 法

かごしま丸 (1,297.08トン) が常用航走中 (プロペラ軸回転数 184 RPM, プロペラ翼角 18.5°), Fig. 1 に示した機関室, 士官居住区, 部員居住区, 教官居住区, 学生居住区及びこれに準ずる区画等における測点 64 点, 鮪延縄操業時の揚縄中 (ラインホーラー, バウスラスタ作動時) における測点 19 点で, J I S C 1502 規格による普通騒音計 (リオン積分騒音計 NL-01A) を用いて等価連続 A 特性音圧レベル (Equivalent continuous A-weighted sound pressure level: $L_{Aeq, T}$) を測定した。この時のマイクの位置は床面から 1.3m の高さとした。

$L_{Aeq, T}$ は次式によって定義される³⁾。

$$L_{Aeq, T} = 10 \text{Log} \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P_A(t)}{P_0^2} dt \right] \quad (1)$$

ここで, T : 測定時間 (積分時間), $T = t_2 - t_1$

P_0 : 基準音圧 $20 \mu\text{Pa}$ ($2 \times 10^{-5} \text{N/m}^2$)

$P_A(t)$: その瞬間瞬間における A 特性音圧

今回の測定は (1) 式において T を 1 分とした。また、騒音計で騒音測定を行うと同時にテープレコーダ (SONY カセットダンスケ D 5 M) に録音し、その後周波数解析装置 (リ

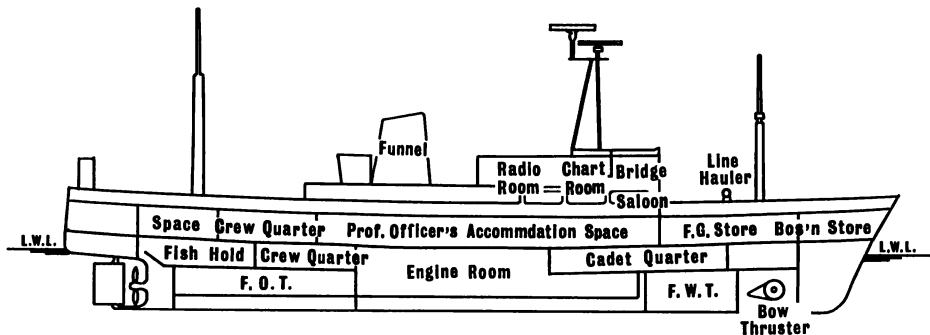


Fig. 1 The general arrangement of the fishing training ship Kagoshima-maru.

オン騒音・振動解析装置 S A - 74 A) により解析を実施した。

今回の測定に使用した測定機材の仕様の大略を次に示す。

積分騒音計 N L - 01 A

測定範囲 : 26~142 dB (L_{Aeq})

周波数範囲 : 20~8,000 Hz

カセットデンスケ D 5 M

周波数特性 : 20~19,000 Hz

騒音・振動解析装置 S A - 74 A

サンプリング点数 : 64~8,192

周波数レンジ : 1 Hz から 100 kHz

周波数分解能 : 周波数レンジの 1/25~1/3,200

なお周波数補正回路 A 特性で測定された騒音レベルは dB (A) で表記される場合が多いが、本報告では、すべての測定は等価連続 A 特性音圧レベルであるので、騒音レベルの表記は単に dB とした。

結果及び考察

常用航走中の騒音 騒音レベルの全測定結果を Table 1 に示した。機関室全体が 95 dB 以上であり、特に主機前方 1m の測点においては 100.2 dB の最大値を示した。これは中速ギヤードディーゼルを主機関（ターボチャージャー付）とする小型漁船の 101~111 dB⁴⁾、あるいはカーフェリーの 100~110 dB⁵⁾ と近い値を示した。機関室内にある機関制御室は 74.2 dB であり 20~25 dB の防音効果が認められた。

主として航海士ならびに学生の当直場所である船橋は 62.4 dB、海図室は 50.2 dB と全測点中最も小さな値を示した。船橋における騒音測定の報告は数少なく、同じ大きさの船との比較ができなかったが、この数値は低速ディーゼル機関装備の 6.5 万トン以上の船舶の船橋とほぼ同値である⁶⁾。船内騒音レベルは一般に中速ギヤードディーゼル機関のほうが低速ディーゼル機関より数 dB 大きい⁶⁾ にもかかわらず、かごしま丸の船橋、特に海図室の騒音レベルは同じ大きさの船と比較して低いものと推定される。居住区の騒音レベルは、最小値を示した通信長室の 51.1 dB から最大値を示した部員 4 号室の 69.2 dB の間にあった。船長、機関長、通信長、一航士、次席一航士、二航士の各室は 51.1~58.9 dB の間にあり、その平均値は 54.9 dB で他の居住区より低い騒音レベルにあった。これは公害対策基本法第 9 条騒音に係わる環境基準に定める「商工業住居併用地域、昼間 60 dB、朝夕 55 dB、夜間 50 dB」に相当する。これら各室は全て Trawl Deck より上方にあり甲板、隔壁等により、空気音、個体音とも大きく減少したためと推定される。Upper Deck にある他の士官室は 57.2~66.1 dB で平均 61.7 dB、2nd Deck にある教官室は 62.8~69.4 dB で平均値 65.8 dB、部員室は 64.1~69.2 dB で平均値 67.0 dB、学生室は 57.2~67.2 dB で平均値 60.1 dB であった。部員室 4 号の 69.2 dB を始めとして各部員室の騒音レベルが高いのは各室が機関室後部囲壁と接しているため、また教官室 1 号 69.4 dB は機関室上部囲壁と、学生室 11 号の 67.2 dB は機関室前部囲壁と接しているため一次個体音、二次個体音ともに大きく影響したものと推定される。

Table 1 The measurement results of the environmental noise level at underway of Kagoshima-maru.

Measurement point	Leq (dB)	Measurement point	Leq (dB)
The stern part of Shaft Tunnel	85.9	No. 3 Professor's Room	62.8
The front part of Shaft Tunnel	86.9	No. 2 Professor's Room	65.3
Engine Room	100.2	No. 1 Professor's Room	69.4
Engine Control Room	74.2	1st Officer's Room	59.8
No. 1 Crew's Room	69.2	Chief Engineer's Room	58.8
No. 2 Crew's Room	68.1	Captain's Room	54.3
No. 3 Crew's Room	68.6	Chief Officer's Room	55.2
No. 4 Crew's Room	66.1	Saloon	54.6
No. 5 Crew's Room	65.8	No. 1 Laboratory	66.5
No. 6 Crew's Room	64.4	No. 2 Laboratory	65.1
No. 7 Crew's Room	64.1	No. 3 Laboratory	63.1
No. 2 Cadet's Room	57.2	Radio Room	53.6
No. 3 Cadet's Room	57.8	Chief Operator's Room	51.1
No. 4 Cadet's Room	57.9	Lecture and Cadet's Mess Room	60.0
No. 5 Cadet's Room	59.7	Galley	72.2
No. 6 Cadet's Room	57.8	Crew's Mess Room	70.4
No. 7 Cadet's Room	59.0	Professor's Mess Room	70.9
No. 8 Cadet's Room	61.7	Hospital	63.6
No. 9 Cadet's Room	61.0	Doctor's Room	61.0
No. 10 Cadet's Room	61.6	Fishing Gear Store	58.4
No. 11 Cadet's Room	67.2	Bridge	62.4
No. 1 Oiler's Room	58.4	Nautical Instrument Room	59.6
Chief Steward's Room	57.1	Chart Room	50.2
Working Space	67.5	Boatswain's Store	57.8
Steering Gear Room	80.3	No. 3 Dynamo	95.2
3rd Engineer's Room	66.1	The front of Bow Thruster Room	59.7
2nd Engineer's Room	64.3	2nd Floor of Engine Room	98.9
1st Engineer's Room	64.5	The front of Funnel	72.1
Officer's Mess Room	69.8	The stern part of Working Space	70.0
3rd Officer's Room	57.2	The stern part of Engine Room	98.9
2nd Officer's Room	58.9	3rd Floor of Engine Room	94.9
Boatswain's Room	62.2		

これらの結果をふまえて、かごしま丸常用航走中の概略の等音圧線を Fig. 2 に示した。騒音レベルは、機関室を中心として機関室の音源から離れるに従って低くなり、その下降傾向は船尾側より船首側が大であった。これは機関室の騒音とは別に、船尾付近にある騒音源である操舵機室、急速冷凍室、推進器等の影響によるものと推定されるが、船尾付近の細部にわたる検討は今後待ちたい。又機関室の上方において煙突付近を除き騒音レベルの下降傾向は顕著であった。そして機関室付近においては、隔壁の存在によって騒音レベルは階段状に低くなる傾向にあった。これは個体音に比較して空気音の減少が著しいためと推定される。すなわち機関室からの空気音が大きく伝搬する煙突の前方の Nav. Bridge Deck で 70 dB を越える騒音レベルにあったことから裏づけることができる。この騒音分布は 11,300 トンの船舶の常用航走中の例⁷⁾と一致した傾向にあった。

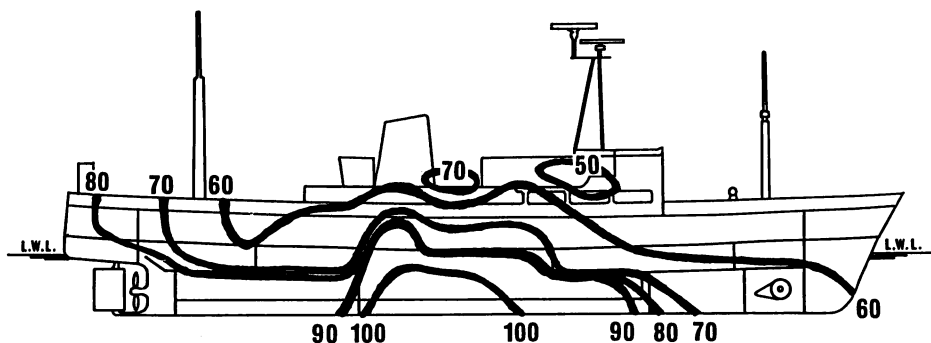


Fig. 2 The equal environmental noise level lines at underway (Unit: dB).

機関室, 学生室 2 号, 学生室 11 号, 部員室 4 号, 部員室 7 号の周波数解析 (20 Hz~8 kHz, 測定時間 52 秒間の平均) の例を Fig. 3 に示した。極大値を示した周波数 525 Hz, 1.075 kHz, 2.1 kHz, 3.025 kHz, 3.825 kHz, 5.075 kHz に着目して各周波数毎の音圧レベル減衰率を次式により求めた。

$$\Delta f = (L_{fE} - L_{fP}) / L_{fE} \quad (2)$$

ここで, Δf : 各周波数の音圧レベル減衰率
 L_{fE} : 各周波数の機関室の音圧レベル
 L_{fP} : 各周波数の各部屋の音圧レベル

各室の減衰率は次のとおりである。

周波数 (kHz)	部員室 7 号	部員室 4 号	学生室 11 号	学生室 2 号
0.525	0.486	0.497	0.483	0.717
1.075	0.708	0.697	0.667	0.857
2.1	0.906	0.919	0.804	0.968
3.025	0.916	0.953	0.885	0.967
3.825	0.974	0.979	0.910	1.000
5.075	1.000	0.976	0.909	1.000

この結果, 減衰率は約 2 kHz まで急激に大きくなり, 3 kHz を越えると最大値 1 に極めて近づく傾向にあった。さらに機関室の船首側隔壁に接する学生室 11 号と船尾側隔壁に接する部員室 4 号では, いずれの周波数においても部員室 4 号の減衰率が大きかった。各周波数における両室の減衰率の差は 2.1 kHz で最も大きく, それより高い周波数では低い周波数の約 2.5 倍となった。すなわち, 部員室 4 号は学生室 11 号より 2.1 kHz 以上の高周波成分の減衰が大きかったことを示している。これは Fig. 3 に示したように, 部員室 4 号は機関制御室と接しており, 学生室 11 号は直接機関室と接していることに起因するものと推定される。又部員室 4 号と部員室 7 号の各周波数に対する減衰率はほぼ類似したものとなったが, 学生

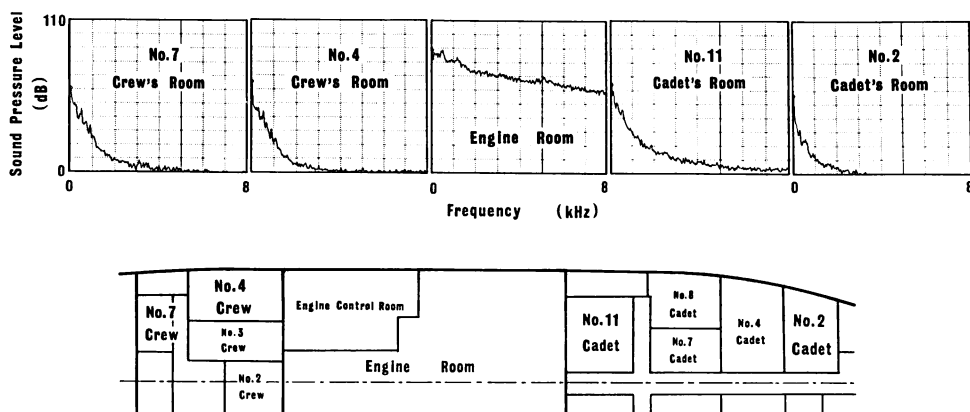


Fig. 3 The results of frequency analysis and the arrangement of crew's and cadet's rooms.

室11号と2号では2.1 kHz以下の周波数帯の減衰率に大きな差がみられた。両部員室は1mの空間を挟んで位置しているが、両学生室は他の2つの学生室を挟み8.5m離れており、この距離差が影響したものと推定されるが、この起因に関しては今後の細密な測定に待ちたい。

鮪延縄操業中の騒音 バウスラスタース及びラインホーラー作動中における測定結果と常用航走中における L_{eq} の比較をTable 2に示した。機関室主機前方1mの測点では常用航走中より1.6 dB、制御室で3.6 dB低くなっている。これは主機回転数減少によるものであり、又発電機3号の測点で2.7 dB高くなったのは操業中はバウスラスタース運転のため他に1台

Table 2 The comparison of the noise level at fishing tuna-long-line with the noise levels at underway.

Measurement point	Under Fishing L_{eq} (dB)	Under Way L_{eq} (dB)	Difference (dB)
The stern part of Shaft Tunnel	83.5	85.9	-2.4
The front part of Shaft Tunnel	85.4	86.9	-1.5
Engine Room	98.6	100.2	-1.6
Engine Control Room	70.6	74.2	-3.6
No. 3 Cadet's Room	66.5	57.8	8.7
No. 4 Cadet's Room	66.3	57.9	8.4
No. 5 Cadet's Room	64.0	59.7	4.3
No. 6 Cadet's Room	61.8	57.8	4.0
No. 7 Cadet's Room	63.0	59.0	4.0
No. 8 Cadet's Room	66.2	61.7	4.5
No. 9 Cadet's Room	62.3	61.0	1.3
No. 10 Cadet's Room	62.8	61.6	1.2
No. 11 Cadet's Room	68.8	67.2	1.6
Lecture and Cadet's Mess Room	61.8	60.0	1.8
Bridge	63.9	62.4	1.5
No. 3 Dynamo Engine	97.9	95.2	2.7
The front of Bow Thruster Room	80.3	59.7	20.6

の発電機が並列運転されたためである。特に今回の測点はバウスラスター，ラインホーラーともに前甲板に装備されているため，その影響を最も大きく受けると推定される学生室の騒音レベルを主に測定した。バウスラスター，ラインホーラー両者が同時に作動している時，各学生室は1.2～8.7 dB，平均4.2 dB 常用航走中より騒音レベルが高くなった。ラインホーラー作動時（バウスラスターは停止），ラインホーラーから2つの甲板を隔てて，その直下にある学生室3号ならびに最も遠い距離にある学生室9号どちらにおいても騒音レベルは1.1 dBの増加にとどまった。このことから学生室では，鰯延縄揚縄操業中においては，バウスラスターによる騒音の影響が大であると推定される。船員居住区の騒音レベルについて，外航労務協会，外航中小船主労務協会の調査によれば，設計目標値として

3,000～20,000 G/T 未満	70 dB 以下
20,000～65,000 G/T 未満	65 dB 以下
65,000 G/T 以上	60 dB 以下

を掲げている⁵⁾。居住区は外航商船に比べて，大型カーフェリー，さらに小型カーフェリー，漁船の騒音レベルの方が高いのが一般的傾向である⁵⁾。常用航走中，鰯延縄操業中にかかわらず，かごしま丸の居住区は全て70 dB以下であり，船体の大きさから比し，騒音に関する限り生活環境は悪条件であるとはいえない。

要 約

ターボチャージャーを備えた中速ギヤードディーゼルを主機関とするかごしま丸は，他船と同様に主機近くにおける騒音レベルが100 dBを越え，機関室内全て約95 dB以上であった。1日8時間労働で85 dBを聴力障害が起こる限界とされており，ここに勤務する機関部員は当然そのことに留意する必要がある。しかし機関制御室は75 dB程度であり聴力障害の恐れは少ない。一方，海図室は船内で最も低い50 dBを示した。これは陸上における静かな事務所に相当し，チャートワークを行うには最適である。

居住区は騒音レベルが最も高かった部員室においても64～69 dBの間にあり，外航労務協会などの3,000～20,000 G/Tの船舶の騒音レベル設計目標を下回った。学生室の騒音レベルは常用航走時57～67 dB，鰯操業時62～69 dBの間にあり，各学生室は操業時に平均4 dB高くなった。特に常用航走時，学生室11号と学生室2号では10 dBの差がみられた。10 dB大きくなると感覚的に2倍の大きさに聞こえる³⁾といわれている。乗船に不慣れな学生にとって，陸上生活から船上生活へと急激な環境変化への順応に際し，この騒音レベルの違いが一部神経質な学生にとって不利な条件となる可能性がある。

かごしま丸の船内環境騒音レベル分布は，騒音源である機関室を中心として船尾側のレベルは船首側のレベルより高い傾向にあった。隔壁が存在することによる機関室騒音の減衰は，周波数帯域により異なり，約2 kHzまで減衰率は急激に増大するが，3 kHzを越えるとはほぼ一定値となる傾向にあった。

参 考 文 献

- 1) R. J. Urick (1978) : “水中音響の原理”, (土屋明訳西村実監修), pp. 316-363, (共立出版, 東京).
- 2) 中野有朋 (1976) : 船と騒音 (1). 船の科学, 29 (10), 92-97.
- 3) 北村恒二 (1986) : “新訂騒音と振動のシステム計測”, pp. 56-63, (コロナ社, 東京).
- 4) 神田 寛 (1974) : 機関室騒音と機関部乗組員の聴力障害. 日本船用機関学会誌, 9 (10), 21-28.
- 5) 神田 寛 (1983) : “騒音性難聴とその防止対策”, pp. 1-109, (船員災害防止協会, 東京).
- 6) 小黒英男 (1975) : 船内騒音の統計的解析. 日本航海学会論文集, 54, 107-115.
- 7) 中野有朋 (1977) : 船と騒音 (4). 船の科学, 30 (2), 103-109.