



Title	噴火湾における小型漁船の行動の限界について
Author(s)	天下井, 清; Amagai, Kiyoshi; 川島, 利兵衛 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 31(2), 191-200
Issue Date	1980-06
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23716
Type	departmental bulletin paper
File Information	31(2)_P191-200.pdf



噴火湾における小型漁船の行動の限界について

天下井 清*・川島利兵衛*・松島 寛治*

On the Limits to Movement of a Pollack Gill Netter
in Uchiura Bay

Kiyoshi AMAGAI*, Rihei KAWASHIMA* and Kanji MATSUSHIMA*

Abstract

This study concerns the safety of small fishing boats in terms of their usefulness as fishing instruments. Small fishing boats play an important role in the entire fishing process. During the fishing season, October to February, the fishing operation was investigated. As an exceptional example a ship's motions were measured in a rough sea which was limiting for small fishing boats. The seakeeping qualities of typical 9.9 GT fishing boats were clarified by measuring ship form and motion and by theoretical calculations of response characteristics to waves and of the ship's transverse stabilities.

The safety of small fishing boats is discussed in terms of the results of this study.

まえがき

噴火湾海域におけるスケトウダラ漁業の操業期間は毎年10月より翌年2月までで着業漁船の90%は20トン未満の小型漁船である。漁船は集団操業を行っており、所属漁業協同組合によって船団組織が構成され、出漁および途中帰港などは船団長の判断によって実施されている。判断の基準は新聞、ラジオ、テレビなどの天気予報を参考にしながら前浜が穏やかなときは先に出漁した漁船より沖の気象の情報を得て判断がなされ、なお、判断がつきにくいときは全船出港し漁場の気象海象が操業困難と認められた場合に船団長間で協議して全船の帰港が決定されている。出港後の操業の中止は漁場にもよるが風速10m以上の風が吹いたときまたは予想されるときに決定されている。著者らは道南の小型漁船の復原性についてこれまでも究明してきたが¹⁾、本稿ではさらに復原性能の見地から噴火湾におけるスケトウダラ刺網漁船の行動の限界を明らかにするために操業の実態を調べ、船体運動を計測し上記出漁の判断基準および出漁中の小型漁船の安全性について検討した。

スケトウダラ漁期間における復原性能

スケトウダラ刺網漁船は出港が決定されると午前2時から5時の間に集団で出港し、漁場までの所要航走時間は1時間から3時間である。これらの出港時刻および航走時間は漁期間中の漁場の移動にともなって変わる。漁場に到着すると、それぞれ小グループに分かれ、漁場に分散して乗組員総員で投網準備に入る。前日に投網してある場合には、まず前日設置した刺網を1建(25反、1放しとも

* 北海道大学水学部漁船運用学講座

(Laboratory of Fishing Boat Seamanship, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

いう) 風下側からネットホーラーにより船内に取り入れてから後に投網する。小型漁船では網を收容後、網から羅網魚を取りはずさないで、甲板上に積載したまま帰港することが多い。漁獲物の多い場合は魚倉に格納する。砂原漁業協同組合所属の漁船91隻について1976年12月10日から1977年2月10日までの漁期間の水揚台帳にもとづいて1日当りの総漁獲量を稼動漁船数で除したものを1隻当り平均漁獲量の日変化として図1に示した。漁獲量のピークは1月中旬であった。今、代表的な9.9トン型漁船としてU船を抽出しその漁獲量の日変化を図2に示す。操業日、漁獲量ともに砂原漁業協同組合所属の漁船の平均と同様の傾向を示し漁獲量の最大値は7.8トンであった。したがって1日8トン程度までの漁獲物を積載したときの9.9トン型漁船の復原性能をモデル化して考える。U船の船型

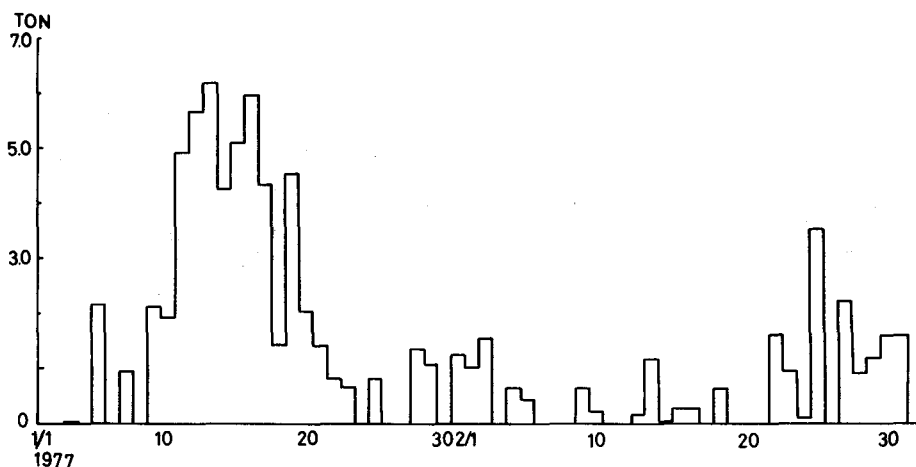


Fig. 1. Catch number of pollack for each fishing boat per day in Sawara "Gyokyo" in 1977.

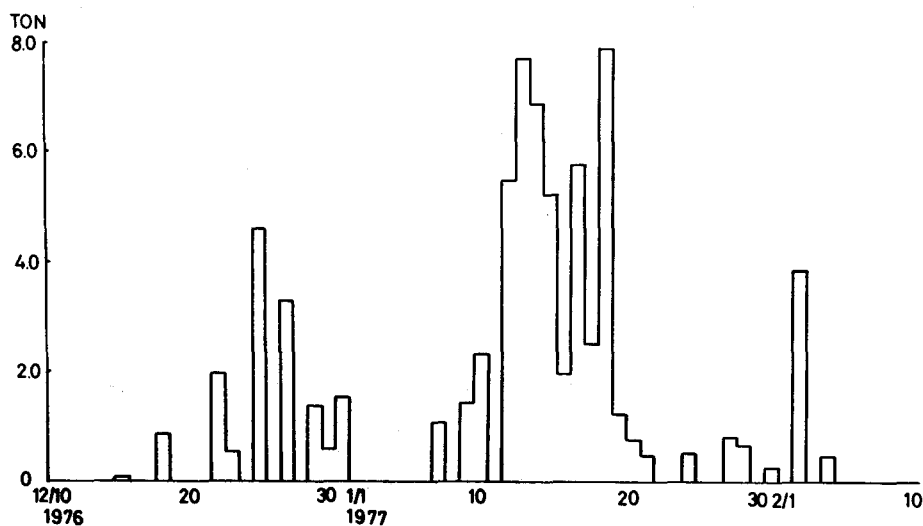


Fig. 2. Catch number of pollack per day for U Maru in 1976, 1977.

計測によって求めた船体線図は図3であり、軽荷状態を基準状態として傾斜試験および動揺試験によって重心位置および減衰特性を決定した。基準状態は前部喫水 0.89 m, 船尾喫水 0.73 m, トリム 0.16 m, 排水量 13.62 トン, KG 1.23 m, GM 0.42 m である。9.9 トン型漁船における漁獲物の積載位置は図4に示す A, B, D であり漁具の積載位置は C である。スケトウダラ漁業の最盛期には漁獲物の 99% がスケトウダラであり、その比重は 0.866 であった。したがって A, B, D それぞれの最大積載量は 1,024 トン, 3,016 トン, 3,982 トンで計 8,022 トンである。漁船が使用できる漁具は規則では乗組員 1 人について 1 建て (刺網 25 反) とされている。本稿では通常積載されている平均建数 4 建てとした。刺網漁具の構成は細糸アミラン 210 デニール 3 寸目, 浮子はガラス玉径 9.9 cm を 1 反につき 15 個使用し, 沈子には平均重量 1 kg の石を 2 反に 9 個使用している。アンカーは 18 kg である。したがって総重量は 1,085 トンである。

操業中漁獲物を ABD の順に積載していくが、積載量の増加にともなって船体状態は変化する。図5に横メタセンター高さ GM の漁獲物重量に対する変化の計算値を示した。GM は 0.30 m から 0.42 m の範囲で変化し、GM の最小値は漁獲物を 4,559 トン積載したときとなる。次に積載した漁

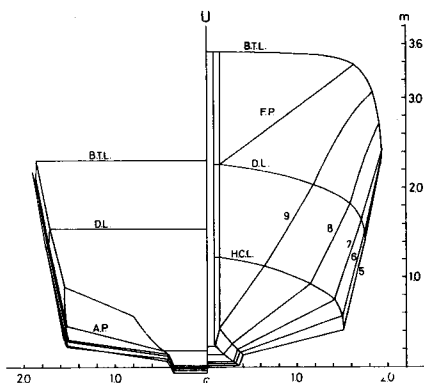


Fig. 3. Body line of 9.9 GT fishing boat U Maru.

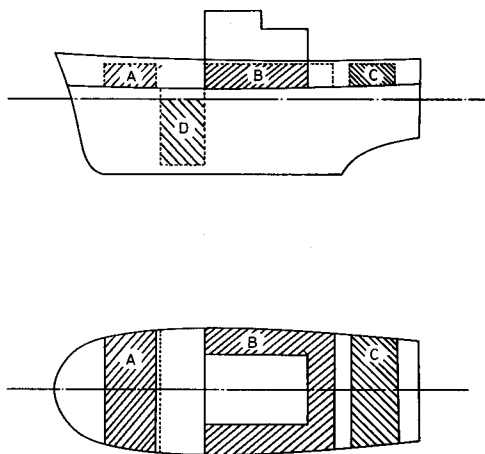


Fig. 4. Loading place for catch and fishing gears on 9.9 GT fishing boat.

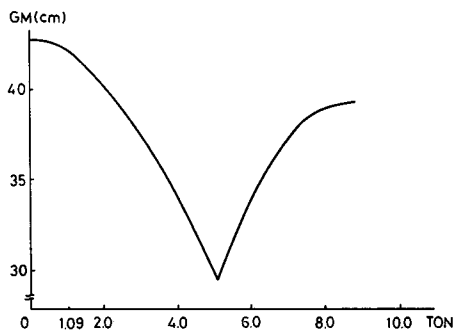


Fig. 5. Change of GM due to loading of catch in 9.9 GT fishing boat.

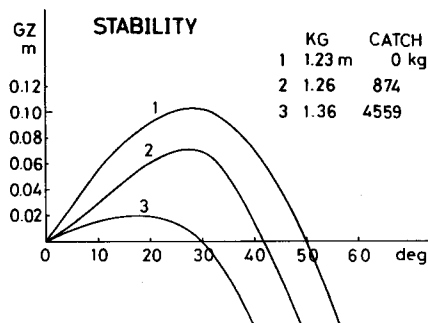


Fig. 6. Transverse stabilities for loading conditions of 9.9 GT fishing boat.

獲物による GM の変化の中で、GM の最小値に対する状態その他についての復原力曲線を求めると図 6 となる。復原力範囲は 30 度から 50 度の間である。

横揺最大値の予測

荒天下出漁強行時の船体動揺

1977 年 12 月 7 日白尻漁港の風速は 8 m/sec~10 m/sec であったが、出漁判断のための船団長間の協議が続き、その結果、03 時 40 分に全船が出港した。04 時 07 分縦揺が激しいため半速に速度を落しなおも協議しながら漁場に向ったが、04 時 20 分全船の帰港命令が船団長よりだされた。著者らは図 7 に船体線図を示した 19.9 トン型 M 船に乗船し出港後の縦揺および横揺の計測を行なった。図 8、9 に

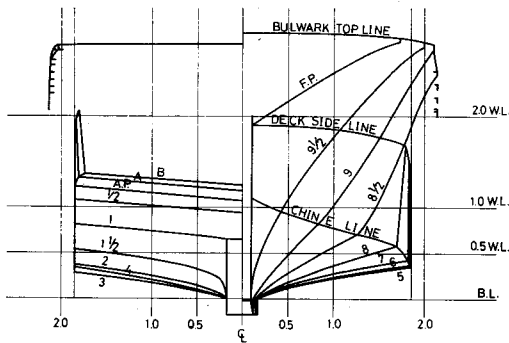


Fig. 7. Body line of 19.9 GT fishing boat M Maru.

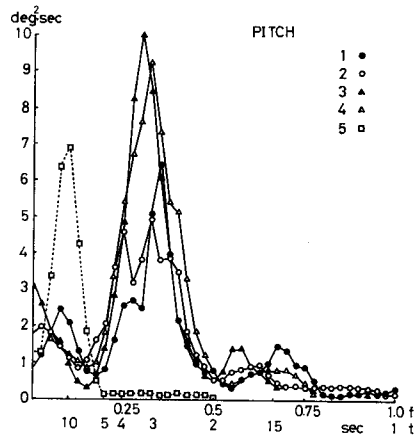


Fig. 8. Power spectra of pitching motion in rough sea in 19.9 GT fishing boat M Maru, 1 to 4 Bow sea, 5 Quartering sea.

Table 1. Analysis of ship's motion in

Exp.		Spectral Analysis				No. of D. Amp.
		ϵ	T_{sec}	m_0	σ	
1	PITCH	0.785	2.59	1.122	1.498	53
	ROLL	0.887	3.69	0.688	1.172	40
2	PITCH	0.808	2.74	1.208	1.554	51
	ROLL	0.856	2.94	0.740	1.216	47
3	PITCH	0.811	2.92	1.460	1.708	48
	ROLL	0.836	3.06	0.625	1.118	47
4	PITCH	0.780	2.80	1.579	1.777	47
	ROLL	0.846	3.30	0.915	1.352	45
5	PITCH	0.908	4.57	0.637	1.128	37
	ROLL	0.789	2.33	4.056	2.848	47

そのパワースペクトルを示す。スペクトル1から4は斜向波による往航時の経過時間毎，スペクトル5は斜追波による帰航時のものである。漁場に進むにつれて激しくなる縦揺が帰港を決意させたが、帰航時の横揺のスペクトルのパワーが往航時に比較して大きくなっていることが安全性の面から注目

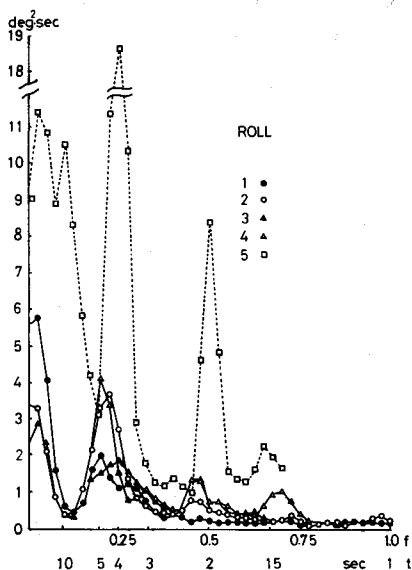


Fig. 9. Power spectra of rolling motion in rough sea in 19.9 GT fishing boat M Maru, 1 to 4 Bow sea, 5 Quartering sea.

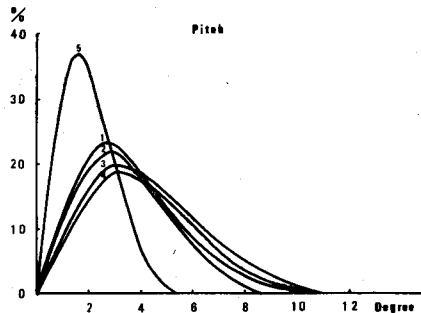


Fig. 10. Cumulative distribution of double amplitude in pitch angle.

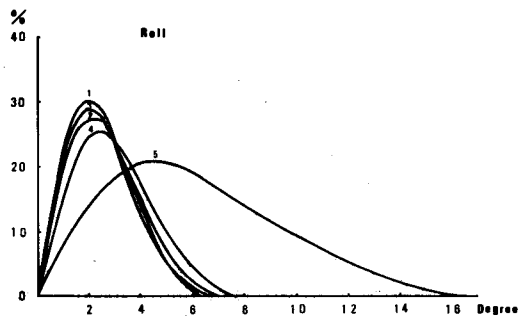


Fig. 11. Cumulative distribution of double amplitude in roll angle.

19.9 GT small fishing boat M Maru.

Statistical Analysis of Time History					
H	H_{rms}	$H_{1/3}$	$H_{1/10}$	H_{max}	χ^2 -value $\chi^2(0.05)$
3.602	4.140	5.896	8.331	10.703	12.70 < 18.31
2.420	2.748	3.861	4.877	5.828	1.33 < 11.07
3.711	3.993	5.292	6.782	7.234	11.65 < 14.07
2.744	3.015	4.220	5.426	6.141	2.64 < 12.59
4.293	4.686	6.245	8.264	9.211	9.70 < 16.92
2.665	2.960	4.126	5.452	6.048	5.45 < 12.59
4.614	4.980	6.819	8.190	9.081	3.96 < 16.92
3.131	3.414	4.699	5.824	7.133	6.05 < 14.07
1.984	2.322	3.451	4.595	5.593	4.98 < 11.07
6.257	7.330	10.954	13.875	15.437	20.60 < 25.00

に値する。このときの動揺の全振幅のヒストグラムより求めた確率密度曲線は図 10, 11 であり、反転帰港することにより縦揺振幅は小さくなり横揺振幅が極めて大きくなることを示している。また表 1 に示すようにこの確率密度曲線は 5% の危険率でカイ二乗検定の結果レイレイ分布に近似できる。

9.9 トン型漁船の横揺推定

位相の関係は消えてしまうが周波数応答振幅特性 $|H_{y\zeta}(\omega)|$ と、波高のスペクトル $S_{\zeta\zeta}(\omega)$ および応答のスペクトル $S_{yy}(\omega)$ との間には $|H_{y\zeta}(\omega)|^2 = S_{yy}(\omega) / S_{\zeta\zeta}(\omega)$ の関係が成り立つ²⁾。したがって図 12, 13 に示した M 船の横揺の周波数応答振幅特性 $|H_{y\zeta}(\omega)|$ と図 9 に示した横揺応答のスペクトル

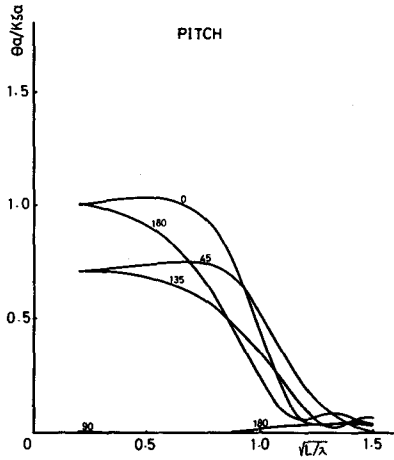


Fig. 12-a. Pitch response in 19.9 GT fishing boat M Maru, GM=0.568 m, Ship's speed=2 knot.

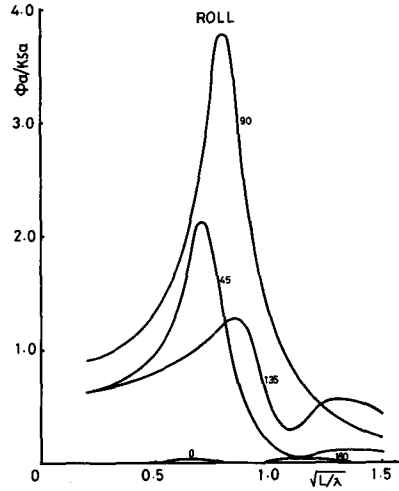


Fig. 12-b. Roll response.

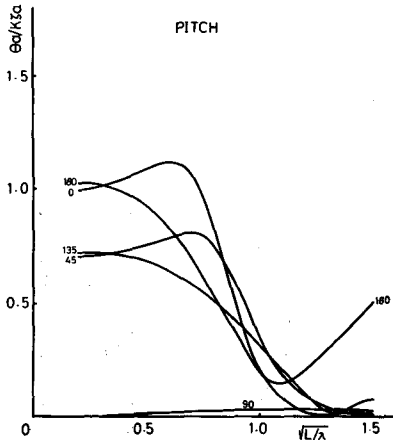


Fig. 13-a. Pitch response in 19.9 GT fishing boat M Maru, Ship's speed=6 knot.

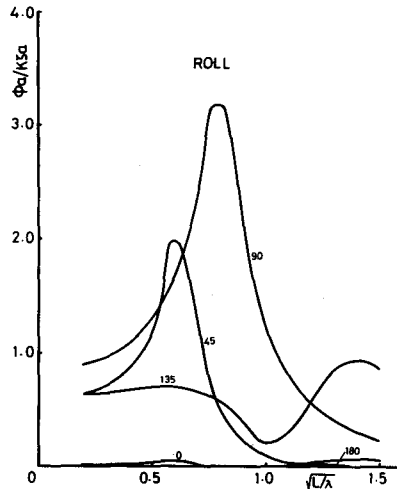


Fig. 13-b. Roll response.

ル $S_{yy}(\omega_e)$ より、このときの全船帰港命令が出された海面の波高のスペクトル $S_{\zeta\zeta}(\omega)$ が推定できる。M船の横揺減減係数は実測値 $a=0.104$, $b=0.018$ を使った。横揺応答のスペクトルは出会周波数に対するものであるから $S_{yy}(\omega)$ に変換して求めた波高の推定スペクトルを図14に示す。

今、代表的な9.9トン型スケトウダラ刺網漁船としたU船に加えてL船、H船の船体線図が図15, 16, 周波数応答振幅特性が図17, 18, 19 であるときに同様にU, L, H 船の横揺の応答スペクトル $S_{yy}(\omega)$ は図20のように推定できる。横揺減減係数はそれぞれU船は $a=0.2851$, $b=0.0803$. L船は $a=0.2846$, $b=0.0513$, H船は $a=0.0775$, $b=0.0424$ の実測値を使った。

9.9トン小型漁船の横揺最大値

横揺全振幅の確率分布がレイレイ分布で近似できれば全振幅の平均値、有義値および $1/1000$ 最大期待値などは表2のように与えられる²⁾。図20の9.9トン型小型漁船の横揺の応答スペクトル $S_{yy}(\omega)$ は横波状態における $S_{yy}(\omega_e)$ であるが、最も横揺が大きくなる斜追波状態に対する出会周波数変換をしそれぞれのスペクトルの原点回りのモーメント

$$m_0 = \int_{-\infty}^{\infty} S_{yy}(\omega_e) d\omega_e \text{ を求めれば、 } \sigma^2 = 2m_0,$$

$H^2_{rms} = 8\sigma^2 = 1/N \sum_{i=1}^N H_i^2 = E$ の関係から有義値および最大期待値が予測できる。表1に示したように横揺の応答スペクトルの ε は $0.789 \sim 0.887$ であったので、ここでは $\varepsilon = \sqrt{2/3}$ のときの関係

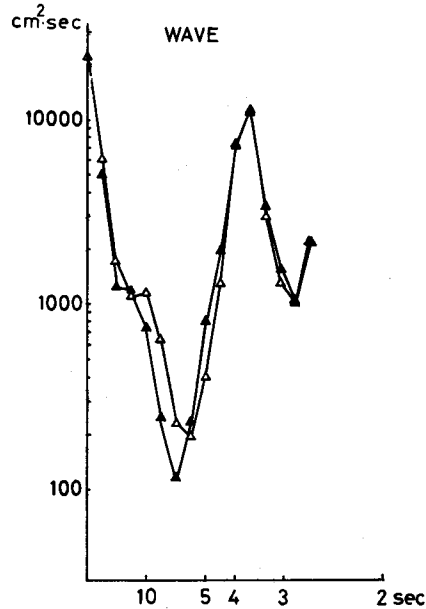


Fig. 14. Calculated power spectra of wave height in rough sea which was limiting for small fishing boats.

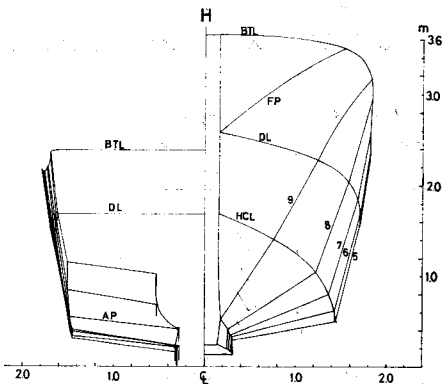


Fig. 15. Body line of 9.9 GT fishing boat H Maru.

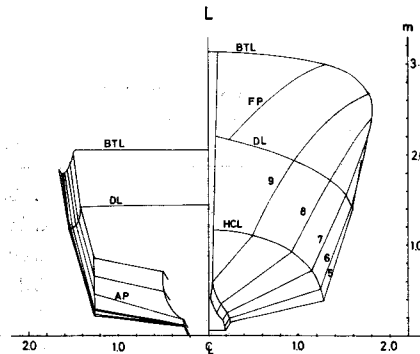


Fig. 16. Body line of 9.9 GT fishing boat L Maru.

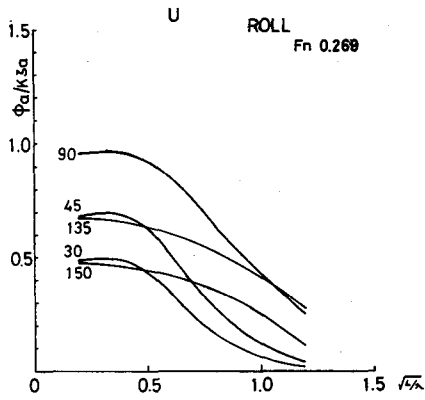


Fig. 17. Roll response in U Maru.

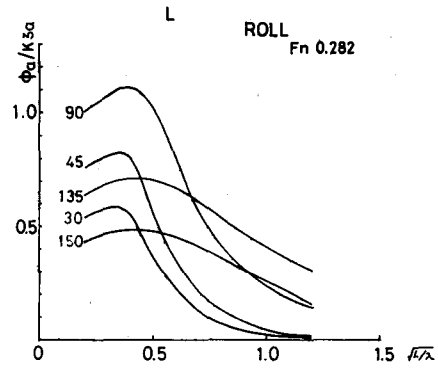


Fig. 18. Roll response in L Maru.

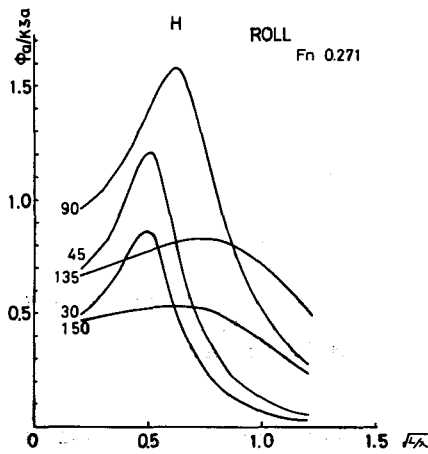


Fig. 19. Roll response in H Maru.

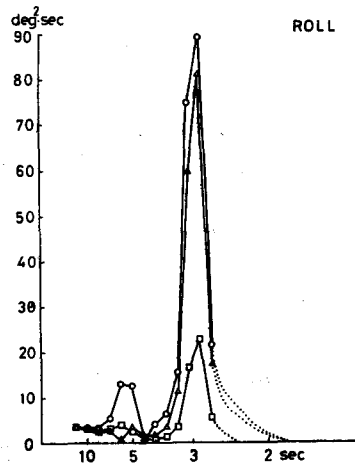


Fig. 20. Calculated power spectra of roll angle in rough sea which was limiting for 9.9 GT small fishing boats.
 ○: H Maru, △: U Maru, □: L Maru.

Table 2. Statistical values of the 1/nth highest observations

	$\varepsilon=0$	$\varepsilon=\sqrt{2/3} \approx 0.816$
H	$0.886\sqrt{E}$	$0.511\sqrt{E}$
$H_{1/3}$	$1.416\sqrt{E}$	$1.211\sqrt{E}$
$H_{1/10}$	$1.80\sqrt{E}$	$1.647\sqrt{E}$
H_{100}	$2.28\sqrt{E}$	$2.157\sqrt{E}$
H_{1000}	$2.74\sqrt{E}$	$2.636\sqrt{E}$

H ; Average roll amplitude, $H_{1/3}$; Significant roll amplitude, $H_{1/10}$; One-tenth highest roll amplitude, and so forth.

Table 3. Predicted double amplitude of rolling angle in 9.9 GT small fishing boat in beam sea.

Ship	m_0	\sqrt{E}	H	$H_{1/3}$	$H_{1/100}$	$H_{1/1000}$
U	2.16	5.87	3.00	7.10	12.66	15.47
L	0.72	3.39	1.79	4.10	7.31	8.93
H	2.84	6.74	3.44	8.16	14.53	17.76

Table 4. Predicted double amplitude of rolling angle in 9.9 GT small fishing boat in quartering sea.

Ship	m_0	\sqrt{E}	H	$H_{1/3}$	$H_{1/100}$	$H_{1/1000}$
U	70.02	33.47	17.10	40.53	72.19	88.22
L	15.38	15.68	8.01	18.98	33.82	41.33
H	70.32	33.54	17.13	40.61	72.34	88.41

式を用いる。この結果、9.9トン型小型漁船の横波状態および斜追波状態における横揺最大値の予測値は表3, 4に示すとおりである。

考 察

噴火湾における小型漁船の行動の限界は船自身の安全性の面より検討されなければならない。その点で集団操業を行ない船団組織を構成していることの効用は言うまでもない。噴火湾に出漁している船団において気象上の安全限界として5トン未満の小型漁船を基準に風速 10 m/sec 以上の風が出漁途中帰港の決定の判断の基準となっている。しかし、ときどき今回のように全船が出漁したのち悪天候のために帰港する場合があります、さらには操業後の天候の悪化による帰航時の安全性については十分に注意を払う必要が認められる。風速 8 m/sec の気象下において9.9トン型漁船U船、H船では斜追波状態において片舷40度の大幅れをする確率が1000揺れに1揺れあることが予測された。このことはこれらの漁船の復原力範囲が30度から50度の範囲であり、またブルワークトップが水没し甲板上に大量の海水が流入する角度が32度から36度程度あることから危険に遭遇する確率は有と判断されよう。さらに漁獲物を積載後はGMが悪化するために現在のような積載方法に拘泥していると極めて危険性が高いということになる。したがって5トン未満漁船については相当に厳しい状態であることが予想される。風速 10 m/sec の基準が噴火湾においては、小型漁船の条件次第で十分その行動の限界の基準であると同時に転覆という危険に出会う確率を有した数値でもある。

要 約

- 1) 噴火湾における9.9トン型スケトウダラ小型漁船における漁獲物積載モデルを推定しこれにもとづいて小型漁船の安全性について考察した。GM値が最小になるのは漁獲物を約4.5トン積載したときである。
- 2) 安全性の面より航行不能と判断された荒天下における19.9トン型漁船の縦揺および横揺を計測記録した。そしてこのときの波高のパワースペクトルを推定した。
- 3) 9.9トン小型漁船の斜追波状態における横揺最大値の予測を行ない、片舷40度の大幅れをする確率が1000揺れに1揺れあることが予測された。

4) 風速 10 m/sec の基準が噴火湾においては小型漁船の条件次第で十分その行動の限界の基準であり、転覆という危険に出会う確率を有した数値でもあると言える。

文 献

- 1) 天下井 清・川島利兵衛 (1976). 北海道における小型漁船の船型および復原性の解析 (I). 道南地方における小型漁船. 日本航海学会論文集第 56 号, 147-154.
- 2) 耐航性に関するシンポジウム (1969). 日本造船学会.