小型漁船の安全性について

川 島 利兵衛*・天下井 清*

On the Safety of Small Fishing Vessel

Rihei KAWASHIMA and Kiyoshi AMAGAI

Abstract

Fishing vessels can be classified into several specially designed types, such as the stern trawler, purse seiners and gill net fishing vessel. This is the outstanding feature of recent fishing vessel developments in Japan.

On the other hand, small fishing vessels are usually used for various fishing operations, and are all equipped with the necessary fishing gear for the respective operations.

Considering the practical uses of small fishing vessels in commercial fishing, their safety on the seaway should be assured by considering the changes in stability for each fishing operation.

Therefore, based on the investigation of transverse stability in various fishing operations, the authors discussed criteria for stability of fishing vessels, especially in commercial fishing operations.

1. ま え が き

昭和56年度における日本の動力漁船の総数は 398,440 隻で、このうち、20トン未満の動力漁船は 389,543 隻である。これは全動力漁船数の97.8%となっている。北海道についても、在籍 50,964 隻中 20トン未満の漁船は、97.5%に及んでいる⁽¹⁾。

前述のように⁽²⁾、20トン未満の小型漁船に関しては、復原性規則は適用されないが、水産庁による復原性基準が設定されている。これらには、漁船の行動海域を、甲、乙および丙に分けて、船型とくに主要寸法に関連する復原性能要素の基準が示されている。現在、復原性基準が検討されていると聞いている。

日本の漁船の種類をみると、最近建造されている大型漁船の傾向は、船尾トロール船、まき網漁船等、近代漁業を代表する性能の高い漁労設備を備えた専用漁船とも言えるべき船型が多い。これらの傾向に対して、小型漁船においては、単一魚種漁業への専用化というよりは、対象とする魚種に対応して漁労設備を変えるという多様な漁船の使用により漁業に従事している。

北海道周辺海域は、200海里専管水域設定の後においても、また今日、漁業資源の問題が厳しく立ちはだかっているが、なお比較的資源豊かな漁場に恵まれ、年間を通じて多種多様な漁船漁業が営まれている。

対象魚種の生態、あるいは国内外の漁業資源保存の方策に従って、各種魚種に対する漁期、漁区が設定され、また漁具漁法等の制約の下で、それぞれの小型漁船は、対応する漁労設備を備え、年間を通じて、種々の漁業に従事している。

一方、北海道周辺海域は、小型漁船にとって厳しい海象気象である。このような漁業事情において、北海道の主要漁業の一つであるサケマス漁業では、20トン未満の小型漁船が、東経143度以東の海域に出漁する、また、裏作には、イカ釣り、またはサンマ漁業に従事する。

このような厳しい条件下における小型漁船にとって、安全性の問題は最も基本的な問題として重要であり、北

* 正会員 北海道大学水産学部（函館市港町3の1の1）

海道周辺における海難発生事情からみても、復原性に関する問題は主要な関心事となっており、今日、小型漁船の乗組員も非常な注意を向けている。

著者らは、漁船運用の基本的な問題として漁船の安全性について研究してきたが、本文では、小型漁船における漁船漁業の実態に即した漁船の復原性の安全を検討するために、各種漁業に従事する小型漁船の実態調査に基づいて、小型漁船の復原性について考究した。

2. 小型漁船における漁労設備と復原性

前述のように、小型漁船による漁船漁業の特徴は、年間を通じて操業される各種漁業に対応して漁労設備を装備し、これに応じた漁具漁法、そして漁獲物搭載等の漁労作業が行われる。これら、ハードウェアとソフトウェアとも言える両面にわたる相違は、漁船の復原性能に変化を与える。これは、復原性の安全性に大きな影響を与えることになる。

従って、このような実態に基づいて、復原性の基準についてもある程度の許容度を配慮する必要があると考える。

昭和55・56年の2年間にわたり、北海道周辺海域の漁業について、小型漁船の復原性に関する実態調査が、道東、日高、苫小牧地区における漁船漁業を対象に実施された⁽³⁾。

調査内容は次の通りである。

- 1) 各魚種漁業時の漁労設備と、出入港時の各状態における復原性能調査
- 2) 乗組員の荒天時の安全運航に関するアンケート調査

本文では、これらの調査結果のうち、19.9トン型標準型漁船に主点を置いて考究する。

2.1 各魚種漁業時の漁労設備

2.1.1 小型漁船による漁船漁業の漁期区分

北海道日高、東部地区における20トン未満の小型漁船の操業漁期間を図1に示す。図に示すように、釧路地区では主として、太平洋サケ・マス、およびイカ釣りまたはサンマ棒受網漁業およびカレイ雑刺網漁業があり、苫小牧地区ではスケソウタラ刺網、イカ釣り、太平洋サケ・マスおよびエビカゴの各漁業に従事している。

2.1.2 小型漁船の漁労設備

19.9トン型漁船に関して、対象魚種に応じて漁労設備を装備して操業に従事する。代表的な漁船漁業についてみる。

1) サケ・マス漁業時の漁労設備

搭載する漁具機器類を表1に、サケ・マス漁業の装備状態を図2および図3に示した。

図1 主要漁期区分

図2 サケマス漁業時

図3 サケマス漁業時

表 1 サケマス漁業時における漁労設備および所有機器

漁労機器, 装置	A 丸	B 丸	C 丸	D 丸	据 付 場 所
レ ー ダ ー	1	1	2	1	船 橋
魚 群 探 知 機	1	1	1	1	船 橋
無 線 機	3 (中波 1) (短波 25W, 1W)	3 (中波 1) (短波 25W, 1W)	3 (中波 1) (短波 25W, 1W)	4	船 橋
ラ ジ オ ブ イ	6 (中波 4) (短波 2)	11 (中波 7) (短波 4)	6	9	サイドカバー上
ロ ラ ン	1	1	1	1	船 橋
ネット・ホーラー		1	1		
ライン・ホーラー	1	1		1	前 部 甲 板
ボールローラ (ネットキャリアー)	2	2	3	2	船 尾 甲 板
サーチライト	1	1	1 (1.5kW)	1	船 橋 屋 上
主 機	久 保 田 約 4.7 トン	450 P S 約 5 トン	ダ イ ヤ 約 2.7 トン	280 P S	
発 電 機	80kW, 30kW 3 kW	30kW, 25kW 40kW			
補 助 機 関		55 P S			
冷 凍 機	有	有 (約 600kg)	有	有	

19.9トン型漁船の行動等の特徴は、速力 8～10 knots, 行動日数2週間, 乗組員は7～10名, 操業のための航走距離 1000～1300 miles, 主要寸法を表2に示した。

2) イカ釣り漁業時の漁労設備

19.9トン型漁船では、自動イカ釣り機を10～12台を装備する。重量は1台約80kgであるから800～900kgが両舷に取付けられる。更に集魚灯は13個×2列の計26個、これらの電源として船尾甲板中央部に重量4トン(160kW)の発電機が据付けられ、発電機カバーが取付けられる、これらの写真を図5に示した。

3) サンマ棒受網漁業時の漁労設備

図4に示した写真のように、サンマ棒受網用ウインチおよびサイドローラーが装備される。集魚灯は13～15灯取付けられる。船尾甲板中央部に電源用発電機・重量2トン(100kW)が据付けられる。発電機カバーが取付けられる。

2.2 漁業時における復原性能調査

小型漁船においては、各魚種漁期によって漁労設備が異なっている。

著者らは、各魚種漁業に従事する漁船の出入港時の復原性能調査を行った。

本文では、調査結果のうち19.9トン型漁船の場合についてみる。

これらの調査結果を表3および表4に示した。

表2 漁船A, Bの主要寸法

Fishing vessel	GT(tons)	L×B×D	Remark
A	19.9	15.10×3.98×1.43	Steel
B	19.9	15.20×3.80×1.48	FRP

図4 サンマ漁業時

図5 イカ釣り漁業時

表3 漁船Aにおける傾斜試験結果

Item	dm	df	da	Trim	KM	Disp.	GM	KG	Tr	k
Salmon F. V. leav. port	1.44	0.72	2.16	1.44	1.803	72.57	0.393	1.411	5.72	0.481
arriv. port	1.69	1.19	2.20	1.02	2.255	87.49	0.368	1.887	6.05	0.458
aft. unl. catch	1.35	0.43	2.27	1.84	2.230	70.75	0.575	1.745	5.75	0.545
Squid fishing leav. port	1.41	0.79	2.03	1.24	2.177	70.17	0.537	1.640	5.26	0.482
Gill net fishing leav. port	1.35	0.66	2.04	1.34	2.161	67.05	0.632	1.529	5.40	0.536

表4 漁船Bにおける傾斜試験結果

Item	dm	df	da	Trim	KM	Disp.	GM	KG	Tr	k
Salmon fishing leav. port	1.56	1.05	2.20	1.05	2.096	78.77	0.265	1.830	6.56	0.538
arriv. port	1.57	1.34	1.79	0.45	1.982	74.59	0.367	1.615	6.05	0.480
unl. fish. gear	1.57	1.30	1.84	0.54	1.951	75.45	0.350	1.601	6.10	0.473
unl. fish. catch	1.18	0.91	1.44	0.53	2.107	50.38	0.416	1.691	6.90	0.583
leave port	1.49	0.94	2.04	1.10	1.997	73.74	0.678	1.319	6.20	0.669
Stick-held dip net fishing leave port	1.43	0.66	2.20	1.54	2.068	72.78	0.310	1.758	6.30	0.460
Gill net fishings leave port	1.50	0.92	2.08	1.16	2.002	74.75	0.329	1.673	6.70	0.503

2.3 小型漁船の復原性に関する意識調査

道東方面の小型漁船に対して、荒天時の安全に関するアンケート調査を行った。過去における集団操業に関する調査等においても、漁民の荒天時の対処について、すでに報告されているので、復原性に関する項目についてのみ、表5に示した。

表5 復原性に関するアンケート調査

	A 船	B 船	C 船	D 船
気象・海象について				
危険を感じる波高と方向 これまで経験した最大波高・風速		波高2m以上 横・斜追い・追い波 波高5~6m, 24~25m/sec 瞬間27m/sec	追い波 7~10m 24~30m/sec	横・斜追い波 向い波では4~5m 22~23m/sec 瞬間35m/sec
波の打込みについて				
甲板上に青波が打込んだことがあるか。 その時の波の方向	有	有 甲板水没 サイド・カバーを越えた 横・斜追い・追い波	有	有 船首が水没 向い・横・追い波
転覆の危険について				
転覆の危険を感じたことがあるか。 操業中の横傾斜はどの位か。 転舵による傾斜 より安全な船としてどのように考えているか。	ゴムタンクで傾斜を調整している	マンボなしのときカレー刺網で2回 ブルワークをこえて海水が入る程まで ゴムタンクに水を入れて調整 船の幅を4m以上を望む。	サンマ漁業時数回 風圧で30°位傾斜するときゴムタンクに水を入れて調整する。 舵角を25~30°急にとることはできない、15°位が限界、但し、満載時は20°	サケ・マス時・本年3回 横・追い波時・速力の大きいとき 1本500ℓのゴムタンクに水を入れて傾斜を調整する。 デッキ上に海水打込みのないこと 船幅を広く

3. 小型漁船の復原性解析

線図等の資料のある19.9トン型漁船の調査対象船について、復原性解析を行った。

漁船の復原性解析については、静復原力曲線に基づく、 C_1 、 C_2 および C_3 係数を求める方法がある⁽⁴⁾。 C_2 係数は安全性における復原性規則と同一の方法により求められるが、漁船行動の特殊性からみて、漁船の場合は、更に土屋博士が提唱しているように甲板上打込み海水を考慮した C_2 、 C_3 係数による解析が必要であると考えられている。

本文では、対象としている19.9トン型漁船では、操業の実態からみても、復原性のダイナミカルな解析による考察が必要であると考え、 C 係数による解析を試みた。

C 係数理論の適用において、この小型漁船の実態調査によるアンケートに示されるように、運航実態に合せた解析が必要であると考えた。

すなわち、 C 係数計算に際して、復原力に算入できる甲板上の水密区画、乾舷、ブルワークの効果等の取扱い、 GZ 計算上の浸水角あるいは限界角の選定等、種々の問題がある。

従って、

- 1) ブルワーク・トップ没水角を浸水角とすること、2) 限界角を55度とすること、3) 復原力計算に、甲板上の構造物を舷側までとすること。

等の諸条件を入れて C 係数計算を行った。計算結果を図6および図7 a, bに示した。

図6 調査対象漁船のC係数—I

図7 a 調査対象漁船のC係数—II

図7 b 調査対象漁船のC係数—III

4. 小型漁船の復原性

これらの実態調査、復原性調査および解析に基づいて、小型漁船の復原性について考察する。

4.1 小型漁船の復原性の実態

表3および表4に示した重心・傾斜試験結果に基づいて、各状態における慣動半径を求め係数を各表の第10項に示した。

表4はFRP船であるが、サケマス漁業の出入港時についてみると、排水量等の変化に比して、慣動半径の変化が大きいことが認められる。表3の鋼船においても同じ傾向にある。重心の高さは出入港時において、もっとも高いことが分る。

表6 漁船Aの復原性能

Item	n	Mean v.	Sigma	Unb. sig.
Disp (t)	5	73.61	7.166	8.012
GM (m)	5	0.501	0.103	0.115
KG (m)	5	1.642	0.165	0.185
k	5	0.500	0.034	0.038

表3および表4について、各要目のうち、排水量、K G、GMおよびkの統計値を表6および表7に示した。各状態における要目の分散と、平均値の関係から、GMの分散に示される拡がり大きいことが認められる。各魚種漁業における出入港状態に対応して、GMの変化量が大きいことが分る。

4.2 復原性解析の結果

図6および図7に、 C_2 係数計算の結果を、GM、 F_b 面に示してある。 $C_2=1$ 曲線の右側が安全を、左側は不安全領域を示している。洋上で、漁船が横揺同調周期に等しい横波の中で、同時に、真横方向から、風速15m/secの定常風と、60%の突風率をもつ横風圧力をうけて、同調横揺れをするとき、これらの仕事量に等しい復原力を船がもつときが $C_2=1$ に相当する。従って、この図によって、復原性能の安全の判定をすることが可能である。

表4に示した船体状態を、このGM、 F_b 面上でみると、復原性能の良否の判定ができることになる。

図6は、船体の復原力に対して浸水角をブルワークトップとして計算したもので、各状態に対応する点は何れも不安全側にあることを示している。また、甲板室を舷側まで広げて計算した場合、計算条件は図6と若干変っているが、図7aに示すように、風速15m/secの場合は安全側に、各状態がおかれている。

図7bには、限界角 55° として計算した場合を示しており、何れも安全側にあることが分る。

C_3 係数について、図7aに示すように、 C_3 係数つまり、甲板上海水打込みに関する係数で、この係数に対しては安全ではないことを示している。

4.3 アンケートに示された安全意識

出漁海域からみると、サケ・マス漁業がもっとも遠い漁場となっている。

従って、小型サケ・マス漁船としての復原性の問題が、もっとも厳しい条件として、捉えている様であった。

復原性に関するアンケートの結果は表5に示されているが、ことに“転覆の危険について”の問いに対する答えの中で、

- 1) 追波で速力の大きい場合に転覆の危険を感じたとしていること。
- 2) 横傾斜を、ゴムタンクに水を入れて修正していること。

と述べられているが、1)項は、著者らの模型実験との対応で、その可能性が示されている。また、2)項については、前節に述べた様に、ブルワークを越えての海水浸入は復原性を危くすることは明らかで、風等による横大傾斜に対処する処置が、このような方法で実施されていることが分る。

また、 C 係数による復原性解析が、可成りの意味をもつことが示されているものと、解釈できる。

5. お わ り に

小型漁船の復原性の安全に関して、本文では主として19.9トン型漁船について論じてきた。

この調査研究から、小型漁船においては、従事する漁船漁業の実態、特徴を把握した上での安全対策が必要であらう。

また、この復原性調査の過程において、漁民諸氏が、調査の意義を理解し、進んで、多忙な時間帯の出入港直前、直後において、復原性調査に協力してくれたことは、今もなお感銘深いものがある。

ここに、ご協力に深謝する。なお本研究の発表に当って、北海道漁船海難防止センターのご理解に深謝する。

また、 C 係数計算には、水産工学研究所、山越康行氏のご協力に深謝する。

参 考 文 献

- (1) 水産庁漁船統計抄録；漁船登録による漁船統計表，漁船 240号，91～113，1982
- (2) 川島利兵衛；漁船の安全性について，航海 66，45～63，1980
- (3) 北海道漁船海難防止センター；漁労設備と復原性に関する調査研究，昭和56年度調査報告書，p 23，1982
- (4) 土屋 孟；漁船の復原性能の理論的解析，漁船研究技報，125，1～39，1971