

船舶事故調査報告書

船種 船名 漁船 第六十五慶栄丸

漁船登録番号 HK2-20978

総トン数 29トン

事故種類 転覆

発生日時 令和元年9月17日 07時20分ごろ

発生場所 北海道根室市納沙布岬東方沖

納沙布岬灯台から真方位093° 322海里付近

(概位 北緯42° 50.6′ 東経153° 06.2′)

令和2年8月5日

運輸安全委員会(海事部会)議決

委員長 武田展雄

委員 佐藤雄二(部会長)

委員 田村兼吉

委員 柿嶋美子

委員 岡本満喜子

要 旨

<概要>

漁船第六十五慶栄丸^{けいえい}は、船長ほか7人が乗り組み、北海道根室市花咲港に向けて帰港中、令和元年9月17日07時20分ごろ、北海道根室市納沙布岬東方沖において、転覆した。

第六十五慶栄丸は、乗組員8人のうち1人が死亡し、7人が行方不明となった。

<原因>

本事故は、海上強風警報が発表され、南方から発達中の低気圧が接近する状況下、第六十五慶栄丸が、納沙布岬東方沖を花咲港に向け、左舷側から風及び波浪を受けながら西進中、左舷側からの横波（左舷側から1/1000最大期待値の横揺れを生じさせた波）を受けて横揺れを生じ、左舷側（風上側）に最大限横揺れした時点で突風が吹き、風による傾斜モーメントが急激に増大し、ブルワーク没水角を超える右舷側への傾斜が生じたため、右舷ブルワークが水没し、転覆した可能性があると考えられる。

左舷側からの横波を受けて横揺れを生じ、左舷側（風上側）に最大限横揺れした時点で突風が吹き、風による傾斜モーメントが急激に増大し、ブルワーク没水角を超える右舷側への傾斜が生じたのは、第六十五慶栄丸が、左舷側から風及び波浪を受ける針路及び速力で航行していたことによるものと考えられる。

目 次

| | | |
|-------|-------------------------------|----|
| 1 | 船舶事故調査の経過..... | 1 |
| 1.1 | 船舶事故の概要..... | 1 |
| 1.2 | 船舶事故調査の概要..... | 1 |
| 1.2.1 | 調査組織..... | 1 |
| 1.2.2 | 調査の実施時期..... | 1 |
| 1.2.3 | 調査の委託..... | 1 |
| 1.2.4 | 原因関係者からの意見聴取..... | 1 |
| 2 | 事実情報..... | 2 |
| 2.1 | 事故の経過..... | 2 |
| 2.1.1 | 船位モニタリングシステムによる運航の経過..... | 2 |
| 2.1.2 | 漁業無線局と本船との連絡状況..... | 2 |
| 2.1.3 | 僚船の乗組員の口述等による事故の経過..... | 3 |
| 2.1.4 | 海上保安庁の対応状況..... | 5 |
| 2.1.5 | 漁協A及び漁協Bの対応状況等..... | 6 |
| 2.1.6 | 全国さんま棒受網漁業協同組合の対応状況..... | 7 |
| 2.1.7 | 漁業無線局の対応状況..... | 8 |
| 2.1.8 | 本事故当時における本船と乗組員の家族との連絡状況..... | 8 |
| 2.2 | 人の死亡及び行方不明に関する情報..... | 9 |
| 2.3 | 船舶の損傷等に関する情報..... | 9 |
| 2.4 | 乗組員に関する情報..... | 9 |
| 2.5 | 船舶等に関する情報..... | 12 |
| 2.5.1 | 船舶の主要目..... | 12 |
| 2.5.2 | 本船の構造等..... | 13 |
| 2.5.3 | 積載状況..... | 17 |
| 2.5.4 | 船舶検査の状況..... | 19 |
| 2.5.5 | 漁業許可の状況..... | 21 |
| 2.5.6 | 救命設備の状況..... | 21 |
| 2.5.7 | 本船の無線等連絡の状況..... | 24 |
| 2.6 | 気象及び海象に関する情報..... | 24 |
| 2.6.1 | 気象状況..... | 24 |
| 2.6.2 | 全般海上警報及び全般海上予報の発表状況..... | 25 |
| 2.6.3 | 波浪状況..... | 26 |

| | | |
|--------|-----------------------------------|----|
| 2.6.4 | 海流状況..... | 27 |
| 2.6.5 | 僚船の観測状況..... | 27 |
| 2.6.6 | 波の高さ..... | 29 |
| 2.7 | さんま漁に関する情報..... | 29 |
| 2.7.1 | さんま棒受網漁業..... | 29 |
| 2.7.2 | 令和元年度におけるさんま棒受網漁業の概況..... | 30 |
| 2.7.3 | サンマ中短期漁況予報..... | 31 |
| 2.7.4 | 北太平洋さんま漁業長期代船建造計画..... | 33 |
| 2.8 | 僚船の操業状況及び帰港状況に関する情報..... | 33 |
| 2.8.1 | 僚船の漁場等..... | 33 |
| 2.8.2 | 僚船の操業日時、場所等..... | 36 |
| 2.8.3 | 僚船の帰港判断の状況..... | 36 |
| 2.8.4 | 僚船が帰港を決めた際の当該海域における気象及び海象の状況..... | 37 |
| 2.8.5 | 本事故当時、出漁しなかった僚船の判断状況..... | 37 |
| 2.9 | 試験及び研究..... | 38 |
| 2.9.1 | 本事故発生時における本船の復原性能の推定..... | 38 |
| 2.9.2 | 本事故発生時における風波の影響の推定..... | 43 |
| 2.9.3 | 転覆に至るメカニズムの検討..... | 46 |
| 2.10 | 捜索、救助及び本船のえい航作業等に関する情報..... | 54 |
| 2.10.1 | 海上保安庁等による捜索活動..... | 54 |
| 2.10.2 | 僚船による捜索活動..... | 55 |
| 2.10.3 | 本船のえい航作業等の状況..... | 56 |
| 3 | 分析..... | 59 |
| 3.1 | 事故発生の状況..... | 59 |
| 3.1.1 | 事故発生に至る経過..... | 59 |
| 3.1.2 | 事故発生日時及び場所..... | 60 |
| 3.1.3 | 死傷者等の状況..... | 60 |
| 3.1.4 | 損傷の状況..... | 60 |
| 3.2 | 事故要因の解析..... | 60 |
| 3.2.1 | 乗組員の状況..... | 60 |
| 3.2.2 | 船舶の状況..... | 61 |
| 3.2.3 | 気象及び海象の状況..... | 62 |
| 3.2.4 | 本船の針路及び速力の状況..... | 63 |
| 3.2.5 | 本船及び僚船の操業状況に関する解析..... | 64 |

| | | |
|--------|-------------------------------------|----|
| 3.2.6 | 本船及び僚船の帰港状況に関する解析..... | 66 |
| 3.2.7 | 本船の操船状況に関する解析..... | 67 |
| 3.2.8 | さんま棒受網漁業の状況に関する解析..... | 67 |
| 3.2.9 | 転覆に関する解析..... | 68 |
| 3.2.10 | 安全対策に関する解析..... | 69 |
| 3.2.11 | 事故発生に関する解析..... | 70 |
| 3.3 | 捜索、救助及び本船のえい航作業に関する解析..... | 72 |
| 3.3.1 | 捜索、救助に関する解析..... | 72 |
| 3.3.2 | 漁協A及び漁協Bの対応状況に関する解析..... | 74 |
| 3.3.3 | 本船のえい航作業に関する解析..... | 75 |
| 4 | 結 論..... | 76 |
| 4.1 | 分析の要約..... | 76 |
| 4.2 | 原因..... | 78 |
| 4.3 | その他判明した安全に関する事項..... | 79 |
| 5 | 再発防止策..... | 80 |
| 5.1 | 転覆事故に対する再発防止策..... | 80 |
| 5.2 | その他判明した安全に関する事項に対する対応策..... | 80 |
| 5.3 | 事故後に講じられた事故等防止策..... | 81 |
| 付図1 | 事故発生場所概略図..... | 82 |
| 付図2 | 本船の一般配置図..... | 83 |
| 付図3 | 外洋波浪実況図（令和元年9月17日00時及び12時）..... | 84 |
| 付図4 | アジア太平洋地上天気図（令和元年9月17日03時及び09時）..... | 85 |
| 付図5 | 日々の天気図（令和元年9月及び10月）..... | 86 |
| 付表1 | 本船のVMS位置情報..... | 87 |
| 写真1 | 転覆の状況（1）..... | 91 |
| 写真2 | 転覆の状況（2）..... | 91 |
| 別添1 | 漁船転覆事故に係る解析調査報告書 | |

1 船舶事故調査の経過

1.1 船舶事故の概要

漁船第六十五慶栄丸^{けいえい}は、船長ほか7人が乗り組み、北海道根室市花咲港に向けて帰港中、令和元年9月17日07時20分ごろ、北海道根室市納沙布岬東方沖において、転覆した。

第六十五慶栄丸は、乗組員8人のうち1人が死亡し、7人が行方不明となった。

1.2 船舶事故調査の概要

1.2.1 調査組織

運輸安全委員会は、令和元年9月18日、本事故の調査を担当する主管調査官ほか1人の船舶事故調査官を指名した。

1.2.2 調査の実施時期

令和元年9月19日、27日、10月30日、31日、11月11日、12月9日～12日、17日、令和2年1月10日、29日、3月27日 口述聴取

令和元年9月20日、10月29日 現場調査及び口述聴取

令和元年9月24日、26日、10月17日、11月1日、18日、12月16日、26日、令和2年1月16日、2月4日、8日、12日、14日、19日、21日、3月23日、4月20日、5月7日、13日、14日 回答書受領

令和元年9月25日、30日、10月28日、12月16日、令和2年1月27日、28日 口述聴取及び回答書受領

1.2.3 調査の委託

本事故の調査に当たり、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所海上技術安全研究所に対し、本事故発生時における第六十五慶栄丸の復原性能の推定、風波の影響の推定、転覆に至るメカニズムの検討等に関する調査を委託した。

1.2.4 原因関係者からの意見聴取

原因関係者からの意見聴取は、本人が本事故で死亡したため、行わなかった。

2 事実情報

2.1 事故の経過

2.1.1 船位モニタリングシステムによる運航の経過

全国さんま棒受網漁業協同組合（以下「全さんま」という。）が管理する衛星を利用した船位モニタリングシステム（以下「VMS」という。）によれば、第六十五慶栄丸（以下「本船」という。）の船位は1時間ごとに記録されており、令和元年9月12日09時24分～17日07時20分における‘船位の記録’（以下「VMS位置情報」という。）は、図1及び付表1のとおりであった。

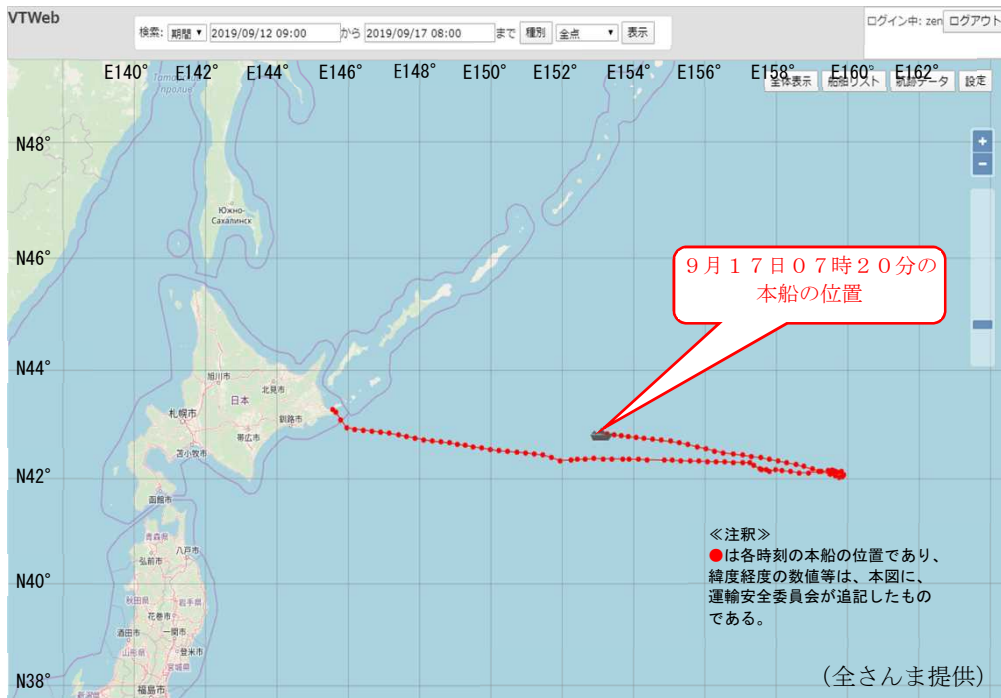


図1 本船のVMS位置情報

(付図1 事故発生場所概略図、付表1 本船のVMS位置情報 参照)

2.1.2 漁業無線局と本船との連絡状況

漁業無線局の記録によれば、9月12～16日の漁業無線局と本船との連絡状況は、次のとおりであった。

なお、いずれの通信文も、漁業無線局が本船に無線による連絡（以下「無線連絡」という。）を行ったものであり、本船との無線連絡は、15日は記録がなく、16日が最後の記録であった。

また、受信時刻については、船団ごとに漁業無線局との無線連絡時間帯が決められており、各日とも同時刻となっていた。

(1) 12日

| 受信時刻 | 通信文 |
|--------|----------|
| 17時16分 | 変わりなく沖出中 |

(2) 13日

| 受信時刻 | 通信文 |
|--------|--------------|
| 17時16分 | しげ時化となり半速で沖へ |

(3) 14日

| 受信時刻 | 通信文 |
|--------|-------------|
| 17時16分 | 日暮れより調査にかかる |

(4) 15日

記録なし。

(5) 16日

| 受信時刻 | 通信文 |
|--------|-----|
| 17時16分 | 帰港中 |

2.1.3 僚船の乗組員の口述等による事故の経過

本事故が発生するまでの経過は、本船が所属する漁業協同組合（以下「漁協A」という。）担当者（以下それぞれを「漁協担当者A₁」、「漁協担当者A₂」という。）、本船が操業の拠点とする港の漁業協同組合（以下「漁協B」という。）担当者（以下それぞれを「漁協担当者B₁」、「漁協担当者B₂」、「漁協担当者B₃」という。）、本船と同じ船団の僚船（以下「僚船A」という。）の船長（以下「僚船船長A」という。）、僚船Aの船舶所有会社の代表者（以下「僚船会社代表者A」という。）及び他の船団の僚船（以下「僚船B」という。）の船長（以下「僚船船長B」という。）の口述並びに海上保安庁の回答書によれば、次のとおりであった。

本船は、船長（以下「本船船長」という。）ほか7人が乗り組み、さんま棒受網漁を行う目的で、根室市納沙布岬東方沖の公海上の漁場（以下「本件漁場」という。）に向けて、令和元年9月12日午前、北海道根室市花咲港を出港した。

僚船船長Aは、帰港中、17日04時00分ごろ、風雨によりレーダーの映りが悪い状況下、レーダー画面を見ていたところ、僚船Aの東南東方約10海里（M）のところに、一瞬、船影のようなものを認めたので、本船であると思い、確認するつもりで「船舶電話による連絡」（以下「電話連絡」という。）を行った。

本船船長は、僚船船長Aからの「大丈夫か、どうなのか」との問い掛けに対し、「回転を少し下げて走っている」と応答し、さらに、船影は本船のものではないこ

と、本船は僚船Aの十数M後方にいることなどを応答した。

僚船船長Aは、本船船長に対し、「気を付けて来るように」と応答した。

僚船船長Bは、06時00分ごろ、突風が吹いて波も高くなり、時折、大きな波も来ていたことから、これ以上航行するのは危険だと思い、航行をやめて風波が収まるまでその場で待機することとし、僚船Bを風波に立てようと思った。

僚船船長Bは、その場に留まり、07時00分ごろ、突風が吹いて波も高い状況から、同じ中型船の船型である本船のことが気になって本船に電話連絡を行い、「無理をして走り回らない方がいいよ」と伝えたところ、本船船長が、「今、波をもらって船を回している」などと応答した。

僚船船長Bは、本船船長の応答に続けて「もしもし、もしもし」と応答したが、本船船長の応答が続かなかったので、本船船長が船を回すなどの対応をしている最中で忙しくしていると思い、一旦電話を切った。

僚船船長Bは、07時30分ごろ、本船船長の船を回すなどの対応がある程度落ち着いていると思い、再度、本船に電話連絡を行ったところ、「電源が入っていない」との音声ガイダンスを聞いた。

僚船船長Bは、音声ガイダンスを不信に思い、同じ船団の僚船の船長及び僚船船長Aに電話連絡を行い、本船と連絡が取れない状況などを伝えた。

僚船船長Bから連絡を受けた僚船船長Aは、僚船会社代表者Aに電話連絡を行い、本船と連絡が取れない状況などを伝えた。

僚船会社代表者Aは、08時15分ごろ、僚船船長Aから電話連絡を受け、「本船が、突然声（応答）がなくなった」ことを聞き、本船の船舶所有者の携帯電話に連絡したところ、通じなかったので、漁協担当者B₃に連絡し、本船と連絡が取れない状況であることを伝えるとともに、本状況の把握に努めてほしいことを伝えた。

漁協担当者B₃は、すぐに何度も本船に連絡を行ったが、電話がつながらず、「電源が入っていない」との音声ガイダンスを聞いた。

漁協担当者B₁は、10時15分ごろ、本船の船団長へ電話を掛けたところ、本船と連絡が取れない状況を知り、10時20分ごろ、本状況を確認する目的で、僚船会社代表者A及び漁協担当者B₃に連絡を行った。

漁協担当者B₁は、漁協Bの花咲事務所（以下「漁協B事務所」という。）に向かうこととし、漁協担当者B₁、漁協担当者B₃及び他の漁業協同組合（以下「漁協C」という。）の担当者（以下「漁協担当者C₁」という。）の3人が漁協B事務所に集合した。

漁協担当者B₁は、10時40分ごろ、漁協担当者A₁に連絡を行い、海上保安庁に対して遭難信号の問合せを行うことを打診し、漁協担当者A₁が同打診を了承した。

漁協担当者B₁、漁協担当者B₃及び漁協担当者C₁は、本船に係る情報収集を行うとともに対応について協議し、11時00分ごろ、全さんまに対して本船のVMS位置情報の問合せを行ったところ、本船のVMS位置情報が途絶えていることを知った。

漁協担当者B₁は、11時30分ごろ、海上保安庁に対し、本船と連絡が途絶えていることなどの通報を行った。

漁協担当者A₁は、本船が転覆などしていれば、本船には自動的に海面に出て遭難信号を発する装置が設置されているので、いまだ遭難信号が受信されていない状況から、本船が波をかぶり電気系統が故障し、連絡が付かない状況になっているのではないかと考えていたところ、海上保安庁から連絡があり、救助要請を行った。

海上保安庁は、14時42分ごろ、北緯42°51.9′ 東経153°11.9′ 付近において、航空機が転覆した船体を発見した。

海上保安庁は、18日09時45分ごろ、巡視船が、船体発見場所付近に到着して状況調査を開始し、10時35分ごろ転覆した船体に本船の船名表示を確認した。

2.1.4 海上保安庁の対応状況

海上保安庁の回答書によれば、次のとおりであった。

(1) 本事故当日の海上保安庁への通報及び連絡状況

17日11時30分、漁協Bから海上保安庁に対し、一般加入電話にて、次の内容の通報があった。

ア 漁協A所属の本船が僚船へ、横波を受けてあか^{*1}汲みをする旨の電話連絡を最後に音信不通となっていると各漁船で噂になっている。

イ 漁協Bからも本船の船舶電話に架電したが、つながらない状態である。

ウ 浮揚型極軌道衛星利用非常用位置指示無線標識装置^{*2}（以下「EPIRB」という。）搭載船につき、遭難信号を受信していないか海上保安庁に確認したい。

海上保安庁は、当該通報に対し、遭難信号情報は入っていない旨回答するとともに、同一電話により、漁協Bから、
エ 僚船と本船の通話時刻は不明である。

*1 「あか」とは、波又は甲板上などに打ち込んだ海水のことをいう。

*2 浮揚型極軌道衛星利用非常用位置指示無線標識装置（EPIRB：Emergency Position Indicating Radio Beacon）とは、人工衛星に向けて遭難信号を発するブイ方式の無線装置であり、船舶が沈没したときに水圧センサが働いて自動的に浮揚し、遭難信号を発信する自動式のものと及び乗組員が手動で発信スイッチをONにする持ち運び式のものがある。

オ VMS位置情報が07時20分を最後に途絶えており、位置は北緯42°50′東経153°06′である。

カ 本船は花咲港向け帰港中と聞いている。

旨の情報を得た。

(2) 海上保安庁の通報受理後の漁協Aに対する連絡状況

海上保安庁は、上記(1)の通報受理後、12時10分ごろまでの間において、海上保安庁から漁協Aに架電したところ、次の内容の情報を得た。

ア 本事故については、漁協Bから連絡があった。

イ 本船が、「横波をくらっている」との連絡を最後に音信不通状態となっている。

ウ 07時20分現在の本船の位置は、北緯42°50′東経153°06′である。

エ 乗組員は8人である。

2.1.5 漁協A及び漁協Bの対応状況等

(1) 漁協A

漁協担当者A₁及び漁協担当者A₂の口述によれば、漁協Aの対応状況は、2.1.3に記載したほかは、次のとおりであった。

漁協Aは、漁協Bから連絡を受けた後、情報収集を行っていた。

本船は、主たる根拠地が北海道大樹町となっており、漁協Aの所属船であるが、花咲港で水揚げを行うなど、同港を操業の拠点とする港としているので、本船の操業に関する取扱いを漁協Bにお願いする形となっており、本船に対し、漁協Aから直接連絡を行うことはなかった。

本船は、船団としても、本件漁場における操業が初めてであった。

漁協Aとしては、本事故当時、想像以上に低気圧が発達している感じも受けており、何とか低気圧を上手に回避し、花咲港まで戻ってくることができればよいと思っていた。

また、沖の状況のことは詳しく分からないが、本事故当時、波が高い状況であったものの、まさか本船が転覆するような事故に至っているとは予想もしないところであり、本船は漁協Aの所属船で一番大きな船になるが、三角波が発生するような海域であったのか、また、相当な波を受けてしまったのかもしれないと本事故後に思った。

(2) 漁協B

漁協担当者B₁、漁協担当者B₂及び漁協担当者B₃の口述によれば、漁協Bの対応状況は、2.1.3に記載したほかは、次のとおりであった。

漁協担当者B₁は、本船の状況についての情報に接した後も、引き続き情報収集に当たるなど対応を行っていたが、まさか本船が転覆するような事故に至っているとは思わなかった。

漁協Bは、17日11時30分ごろ、海上保安庁に対して通報を行った後、理事、監事及び僚船会社代表者Aが出席する会議において、対策についての協議を行い、その後も引き続いて情報収集等を行った。

漁協Bは、18時00分ごろ、漁協担当者A₁が漁協Bに到着したので、漁協担当者B₁等により現状説明等を行い、漁協担当者A₁と情報共有を行った。

漁協Bは、18日08時00分ごろ、漁協担当者A₁、漁協担当者B₁等が海上保安庁に赴き、情報確認等を行った。

2.1.6 全さんまの対応状況

全さんま担当者の口述によれば、次のとおりであった。

(1) 17日09時00分過ぎごろ（全船のVMSをチェック）

毎日09時及び15時の通常チェック作業により、本船のVMSが、07時20分以降発信されていないことを確認した。

(2) 10時24分ごろ（本船のVMSをチェック）

3時間以上VMS未発信の場合の連絡ルールにより、本船のVMSが3時間以上発信されていなかったため、本船に電話連絡を行ったところ、本船が応答しなかったため、ファクシミリで電波が出ていないことを本船に通報した。

(3) 11時06分ごろ（漁協Bからの問合せ）

漁協担当者B₁から、本船のVMS位置情報を教えてほしいとの問合せの連絡があったため、本船のVMSの最後に電波が出た位置及び時間を回答した。

その際、漁協担当者B₁から、「朝方、本船から、『船に波を受けている。』との連絡があり、それを最後に連絡が取れなくなった。」との情報を得た。

(4) 16時12分ごろ（漁協Aからの電話連絡）

漁協Aから、「近くに僚船（以下「僚船C」という。）がいるのを聞いたが、連絡はどうすればよいか。」との連絡があり、発見場所付近を航行する船舶には、乗組員の捜索、救助に協力してほしい旨を要請するとともに、近くの僚船Cには漁協Aから直接連絡してほしいことを回答した。

また、上記要請内容の周知放送も実施した。

2.1.7 漁業無線局の対応状況

漁業無線局担当者の口述によれば、次のとおりであった。

(1) 17日11時50分ごろ（漁協担当者C₁からの連絡）

漁協担当者C₁から、本船と連絡が取れない、船舶電話及びインマルサット無線電話ともにつながらない、全さんまに問い合わせたところ、VMSは07時20分ごろ途切れている、本船から07時ごろ「あかが来る」と僚船に連絡があった旨の電話連絡を受けた。

(2) 11時55分ごろ（僚船Aへの電話連絡）

僚船Aに連絡を行ったところ、04時ごろ本船とは連絡が取れていたが、現在は取れていない、07時ないし08時ごろ本船が僚船Bと連絡をしていた際、「波をもらった」と言っていた旨の情報を得た。

(3) 12時03分ごろ（僚船Bへの電話連絡）

僚船Bに連絡を行ったところ、本船とはその後連絡が取れていない、僚船Bは現場海域の最後方にいる旨の情報を得た。

(4) 12時20分ごろ（漁協B事務所の市場への連絡）

漁協B事務所の市場に連絡を行ったところ、本船に電話はつながらない、遭難信号は出ていない旨の情報を得た。

2.1.8 本事故当時における本船と乗組員の家族との連絡状況

乗組員の家族の口述によれば、本事故が発生した航海に当たる4航海目（以下、8月17～21日を「1航海目」、8月24～28日を「2航海目」、8月29～9月5日を「3航海目」、9月12～17日を「4航海目」という。）における連絡状況は、次のとおりであった。

(1) 9月12日

ふだんから、出港時には、本船船長から携帯電話により連絡があったが、12日の出港時にも本船船長から携帯電話で、出港した旨の連絡があった。

(2) 9月15日（本事故の前々日）

16時ないし17時ごろ、本船船長から、帰港中であり、帰港には2日掛かる旨の電話連絡があった。

(3) 9月16日（本事故の前日）

16時ないし17時ごろ、本船船長から電話連絡があり、日常的な会話をし、その際、本船船長が、ふだんと変わりない感じだったので、順調な航海を続けていると思っていた。

本事故の発生日時は、令和元年9月17日07時20分ごろであり、発生場所は、納沙布岬灯台から真方位093° 322M付近であった。

2.2 人の死亡及び行方不明に関する情報

乗組員の家族の口述並びに海上保安庁の広報資料及び回答書並びに戸籍抄本によれば、次のとおりであった。

(1) 本船船長

9月18日13時30分ごろ、巡視船の潜水士による船内捜索中のところ、本船の船橋内から、心肺停止状態の男性1人を発見、揚収した。

その後、他の巡視船により、男性を花咲港まで搬送し、20日13時ごろ、家族により男性の身元が本船船長と確認された。

死因は、溺水死であった。

(2) 他の乗組員

他の乗組員7人（以下「本船機関長」、「甲板員A」、「甲板員B」、「甲板員C」、「甲板員D」、「甲板員E」、「甲板員F」という。）は、行方不明となり、甲板員Bは、後日、死亡届により除籍され、ほか6人は、令和2年3月30日に死亡が認定された。

2.3 船舶の損傷等に関する情報

本船の転覆時の損傷状況は、明らかにすることができなかった。

2.4 乗組員に関する情報

(1) 本船船長

ア 性別、年齢及び海技免状

本船船長 男性 52歳

五級海技士（航海）

免許年月日 平成25年9月2日

免状交付年月日 平成30年2月28日

免状有効期間満了日 令和5年2月27日

イ 主な乗船履歴等

乗組員の家族及び僚船会社代表者Aの口述並びに船員保険厚生年金保険被保険者資格取得確認及び標準報酬決定通知書及び同被保険者標準報酬改定通知書によれば、次のとおりであった。

学校を卒業してから漁船に乗っており、約34年間の漁師歴があった。

本船に乗船する前は、僚船Aの船舶所有会社で約10年間漁船に乗ってお

り、主に甲板長職に就いていたが、平成25年9月に海技士（航海）の免許を取得し、同社を退職する2年前に、1年間199トン型漁船の船長を、続いて1年間29トン型漁船の船長兼漁労長をしており、29トン型漁船の船長兼漁労長経験は、本船で2隻目であった。

本船には、令和元年6月20日から船長として乗り組んでおり、8月20日から船長兼漁労長職に就いていた。

本船出港時の健康状態は、良好であった。

(2) 他の乗組員（本船機関長及び甲板員）の経歴等

乗組員の家族及び親族の口述及び漁協Aの回答書並びに船員保険厚生年金保険被保険者資格取得確認及び標準報酬決定通知書、同被保険者標準報酬改定通知書及び乗組員名簿によれば、次のとおりであった。

ア 本船機関長

学校卒業後、漁師となり、主に機関関係の船員として漁船に乗り組んでおり、約55年間の漁師歴があった。

昭和55年4月に海技士（機関）の免許取得後は、機関士又は機関長として漁船に乗り組んでいた。

本船に乗船する前は、直近で他のさんま漁船に甲板員B及び甲板員Eと共に乗り組み、機関長職に就いていたが、平成31年（令和元年）は同船がさんま漁を行わないこととなり、その際、機関長を探している船があることを聞いて本船に乗船することとした。

本船には、令和元年6月20日から機関長として乗り組んでいた。

本船出港時の健康状態は、良好であった。

イ 甲板員A

学校を卒業後、1年程度の陸上勤務を経た後、漁師となり、主に甲板員又は甲板長として漁船に乗り組んでおり、約59年間の漁師歴があった。

本船に乗船する前は、直近で約3年間さんま漁船に甲板員として乗り組んでおり、その後約2年の下船期間を経た後、本船に甲板員として乗船することとなった。

本船には、令和元年8月13日から甲板員として乗り組んでいた。

本船出港時の健康状態は、良好であった。

ウ 甲板員B

学校を卒業後、漁師となり、主に甲板員として鮭鱒、さんま、毛がに、こんぶ漁などの多くの漁船に乗り組んでおり、約54年間の漁師歴があった。

本船に乗船する前は、直近で他のさんま漁船に本船機関長及び甲板員Eと共に乗り組み、甲板員として約9年従事したが、平成31年（令和元年）は

同船がさんま漁を行わないこととなり、本船に乗船することとした。

本船には、令和元年6月20日から甲板員として乗り組んでいた。

本船出港時の健康状態は、良好であった。

エ 甲板員C

漁師歴としては、若い頃に甲板員として、1回数か月程度で2回ほど漁船に乗り組んだ経験があった。

本船に乗船する前は、陸上での職務に就いており、令和元年5月ごろまでの陸上での職務を経た後、休業となり、その際、本船で船員を募集していることを知り、本船に乗船することとした。

本船には、令和元年8月9日から甲板員として乗り組んでいた。

本船出港時の健康状態は、良好であった。

オ 甲板員D

学校を卒業後、花川漁業部に漁師として参画し、平成10年4月有限会社花川漁業部（以下「A社」という。）となった後は、自身が代表を務めて主に経営に携わっていた。

本船の乗組員不足の状況により、令和元年9月12日から甲板員として乗り組んでいた。

本船出港時の健康状態は、良好であった。

カ 甲板員E

20歳ごろから漁師となり、主に甲板員として漁船に乗り組んでおり、約24年間の漁師歴があった。

本船に乗船する前は、直近で他のさんま漁船に本船機関長及び甲板員Bと共に乗り組み、さんま漁の時期のみ甲板員として約3年従事したが、平成31年（令和元年）は同船がさんま漁を行わないこととなり、本船に乗船することとした。

本船には、令和元年7月1日から甲板員として乗り組んでいた。

本船出港時の健康状態は、良好であった。

キ 甲板員F

学校を中退後、調理関係の職に就き、漁船に乗り組むのは本船が初めてであった。

船に興味をもっていたようであり、漁師をやってみたいというようなことを人づてに聞いたことがあった。職業安定所で本船の船員募集を見て、乗船を決めたようであったが、令和元年のさんま漁が行われる約3か月間乗船するつもりであった。

本船には、令和元年8月9日から甲板員として乗り組んでいた。

本船出港時の健康状態は、良好であった。

2.5 船舶等に関する情報

2.5.1 船舶の主要目

| | |
|--------|--|
| 漁船登録番号 | HK 2-20978 |
| 主たる根拠地 | 北海道広尾郡大樹町 |
| 船舶所有者 | A社 |
| 総トン数 | 29トン |
| Lr×B×D | 19.04m×4.87m×2.24m |
| 船質 | アルミニウム合金 |
| 機関 | ディーゼル機関1基 |
| 出力 | 809kW |
| 推進器 | 固定ピッチプロペラ1個 |
| 航行区域 | 第1種 ただし、鮭鱒流網漁業、かじき等流網漁業、棒受網漁業、刺網漁業及び一本釣（いか）漁業に限る。 |
| 最大搭載人員 | 船員11人、その他の乗船者0人 計11人 |
| 進水年月 | 平成11年3月 |

また、船舶検査証書によれば、その他の航行上の条件として、操業区域は、A1水域^{*3}、A2水域^{*4}及びA3水域^{*5}（湖川を含む）に限ると記載されていた。

（図2参照）

^{*3} 「A1水域」とは、海岸局との間でVHF無線電話により連絡を行うことができ、かつ、海岸局に対してVHFデジタル選択呼出装置により遭難呼出しの送信ができる水域（湖川を除く。）であって告示で定めるもの及び1974年の海上における人命の安全のための国際条約の締約国である外国の政府（締約国政府）が定めるものをいい、日本では定められていない。

^{*4} 「A2水域」とは、海岸局との間でMF無線電話により連絡を行うことができ、かつ、海岸局に対してMFデジタル選択呼出装置により遭難呼出しの送信ができる水域（湖川及びA1水域を除く。）であって告示で定めるもの及び締約国政府が定めるものをいう。

^{*5} 「A3水域」とは、インマルサット直接印刷電信又はインマルサット無線電話により海岸地球局と連絡を行うことができる水域（湖川、A1水域及びA2水域を除く。）であって告示で定めるものをいう。

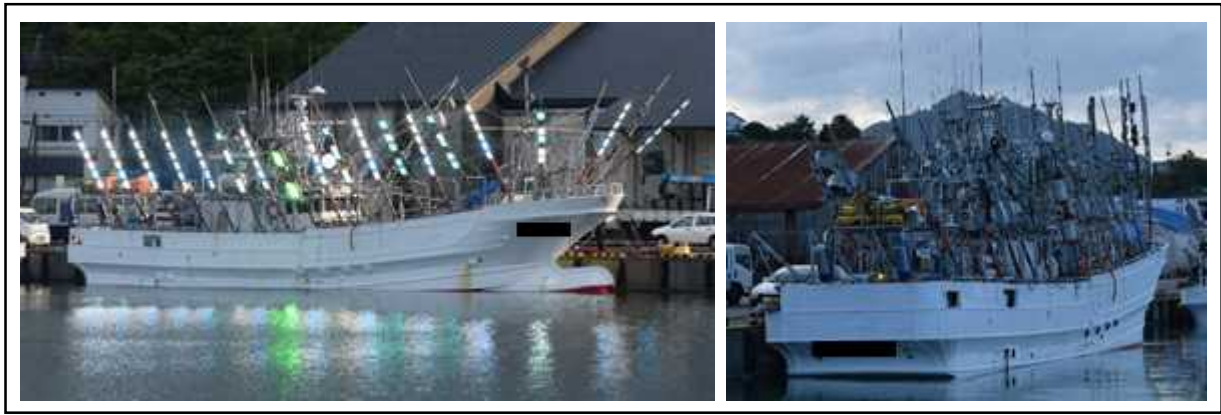


図2 本船

2.5.2 本船の構造等

(1) 構造

一般配置図及び本船の第1回定期検査時等の写真によれば、次のとおりであった。

本船は、鮭鱒流網、かじき等流網、棒受網、刺網及び一本釣（いか）漁業に従事する漁船で、船首部に甲板倉庫、氷倉、第1～3魚倉が、中央部に操舵室が、同操舵室下部には船尾方に賄室が、同賄室下部には、船首方に機関室が、船尾方に船員室が、船尾部に補機小屋が配置されていた。

本船は、甲板倉庫の扉、操舵室出入口の扉、機関室、船員室等出入口の扉、補機小屋左舷側の扉及び同小屋上部右舷側ハッチが、それぞれ開口部となっていた。

本船は、放水口が、船首部の甲板に片舷5か所ずつ、船尾部の甲板に片舷2か所ずつ設置されていた。

(付図2 本船の一般配置図 参照)

(2) 操舵室内配置

本船の電装関係工事会社代表者の口述によれば、次のとおりであった。

ア 操縦席等

操舵室左舷側後部に出入口があり、左舷側中央部の出入口付近に操縦席が、右舷側後部に寝台（二段）が配置されていた。

操縦席前方には、操船用リモコン、ガバナハンドル、クラッチハンドルが設置されており、同操縦席右横には台が設けられ、同台上に航海計器等が設置されていた。

イ 航海計器等

操舵室前面中央部から操縦席右横の台上にかけて、レーダー（No.1）、レーダー（No.2）、プロッター、全周型カラースキニングソナー（モニ

ター) (No.1)、ソナーモニター (No.2)、魚群探知機がそれぞれ配置されていた。

また、操舵室前面左舷側上部にはインマルサットミニC (VMS) 2台が、操縦席右横の台の上部に、天井から2つのパソコンモニター (1つはプロッター用、1つは気象海象情報等表示用) が吊り下げられていた。

ウ その他機器等

操舵室中央部右舷側にパソコン (2台)、プリンターが、操舵室後部に衛星電話ハンドセット、船舶電話、配電盤などが配置されていた。

(3) 機関室内配置

本船の造船所担当者の口述及び船舶件名表によれば、次のとおりであった。機関室には、中央部に主機が、左舷側に配電盤が配置されており、左舷側前部に発電補機が、右舷側前部に警報盤が配置されていた。

主機の前方には油圧クラッチがあり、同クラッチ左舷側にサイドスラスト用クラッチが、同右舷側に主機駆動の発電機が配置されていた。

燃料油タンクは、機関室後部の左右両舷側にそれぞれ配置されていた。

(4) 燃料油タンク等

補油会社担当者の口述及び本船の容積図によれば、次のとおりであった。

本船は、燃料油タンク6個、小出しタンク1個、油圧作動油タンク1個及び清水タンク1個を備えており、ふだんは1番及び3番燃料油タンクを使用しており、4番燃料油タンクは安定性を保つために、常時満タンの状態であった。

本船の燃料油タンクは、NO.1 F.O.T (以下「1番燃料タンク」という。)、NO.2 F.O.T (以下「2番燃料タンク」という。)、NO.3 F.O.T (以下「3番燃料タンク」という。) 及びNO.4 F.O.T (以下「4番燃料タンク」という。) があり、それぞれのタンク容量は、1番燃料タンクが7.46 m³、2番燃料タンクが1.88 m³、3番燃料タンクが6.26 m³ (各舷3.13 m³)、4番燃料タンクが4.00 m³ (各舷2.00 m³) の、合計19.60 m³であった。

(図3参照)

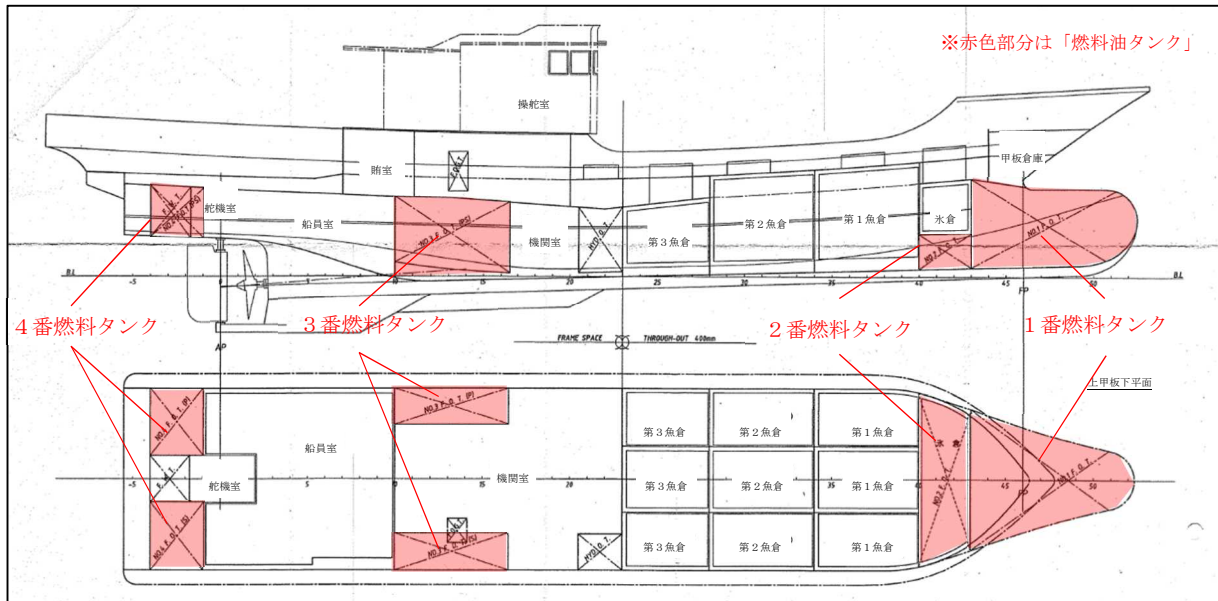


図3 本船の容積図（燃料油タンク等の状況）

(5) 燃料油系統

本船の造船所担当者の口述によれば、次のとおりであった。

燃料油系統は、機関室前部及び後部に集合管があり、バルブの切替えにより、燃料油を移送することができるようになっていた。

1番燃料タンク及び2番燃料タンクは、機関室前部の集合管から、3番燃料タンク及び4番燃料タンクは、機関室後部の集合管から燃料油を移送することができるようになっていた。

(6) 漁具及び漁労装置

ア 漁具及び漁労装置の重量

重量重心トリム計算書（さんま棒受網漁業）によれば、本船の漁具及び漁労装置の状況及び各設備等の重量は、表1のとおりであった。

表1 漁具及び漁労装置の重量

| 項目 | 重量 (t) |
|-------------|--------|
| 荷役用ブーム | 0.14 |
| 集魚灯用支柱 | 0.17 |
| 集魚灯用梁 | 0.11 |
| 集魚灯 (21本) | 0.53 |
| 集魚灯用トランス | 0.26 |
| サーチライト (船尾) | 0.20 |
| サーチライト用トランス | 0.14 |
| 八段巻 | 0.25 |
| 八段巻ワイヤー | 0.08 |
| サイドローラー | 0.80 |
| 網 | 1.00 |
| 網桁 | 0.15 |

| | |
|----------------|-------|
| 桁吊ブーム (前) | 0.05 |
| 桁吊ブーム (中) | 0.05 |
| 桁吊ブーム (後) | 0.05 |
| ホース吊ブーム | 0.03 |
| 200Aビニールホース | 0.25 |
| さんま選別機 | 0.35 |
| フィッシュポンプ | 0.40 |
| 真空ポンプ | 0.12 |
| 補機小屋 | 0.80 |
| 補機・発電機 | 6.30 |
| 配電盤 | 0.30 |
| 補機用バッテリー | 0.12 |
| 油圧ユニット | 0.40 |
| 電線 | 1.00 |
| 魚流し台 | 0.06 |
| ワイヤーロープ・滑車・ロープ | 0.20 |
| 合計 | 14.31 |

イ 漁労装置の変更

本船の電装関係工事会社代表者及び本船の造船所担当者の口述並びに重量重心トリム計算書によれば、次のとおりであった。

白熱灯の集魚灯21竿の重量は0.53tであるが、本事故当時、本船に実際に搭載されていた集魚灯は26竿であり、メーカー（以下「B社」という。）製のLED灯9竿、もう1つのメーカー（以下「C社」という。）製LED灯16竿、サンマライト1竿であった。

(ア) 建造時の1竿分の計算

白熱灯1竿の重量は、次のとおりであった。

$(\text{白熱灯の球}0.2\text{kg} + \text{ソケット}0.3\text{kg}) \times \text{白熱灯の数}15\text{個} / 1\text{竿} + \text{傘}1\text{kg} = 8.5\text{kg}$

よって、重量重心トリム計算書にある白熱灯21竿の重量は、 $8.5\text{kg} / 1\text{竿} \times 21\text{本} = 178.5\text{kg}$ となる。

重量重心トリム計算書の値との差 $530\text{kg} - 178.5\text{kg} = 351.5\text{kg}$ を不明重量とし、1竿あたり16.74kgをLED灯及びサンマライトにも加算する。

(イ) B社製LED灯の計算

B社製LED灯9竿の重量は、次のとおりであった。

$(\text{LED灯}(4.6\text{kg} \times 1\text{枚} + 9.0\text{kg} \times 2\text{枚}) + \text{トランス}13\text{kg} + \text{不明重量}16.74\text{kg}) \times 9\text{竿} = 471.0\text{kg}$ となる。

(ウ) C社製LED灯の計算

C社製LED灯16竿の重量は、次のとおりであった。

$(\text{LED灯}(2.9\text{kg} \times 6\text{枚}) + \text{冷水管}20.0\text{kg} + \text{不明重量}16.74\text{kg}) \times 16\text{竿} = 866.2\text{kg}$ となる。

(エ) サンマライトの計算

サンマライトの重量は、次のとおりであった。

(サンマライト (20kg×2台) + 不明重量16.74kg) × 1 竿 = 56.7kg となる。

よって、B社製LED灯9竿、C社製LED灯16竿、サンマライト1竿の総重量は、次のとおりであった。

集魚灯26竿 = B社製LED灯471.0kg + C社製LED灯866.2kg + サンマライト56.7kg = 1.394t

2.5.3 積載状況

(1) 燃料油

補油会社担当者の口述及び本船の容積図によれば、本船の本事故当時における補油状況及び燃料油積載状況は、次のとおりであった。

本船は、9月12日の出港の際、1番燃料タンクに3.40klを、3番燃料タンクに2.40kl (各舷1.20klずつ) の計5.80klを補油して各燃料タンクを満タンにするとともに、第3魚倉の3つに12.00klを、第2魚倉 (中) に1.30klの計13.30klを積載し、合計19.10klのA重油の補油を行っており、出港時、本船に積載されていた燃料油の合計は29.40klであった。

2.5.2(4)に記載した本船の燃料油タンクの状況と、本船の燃料油積載状況を示すと、表2のとおりとなる。

表2 燃料油積載状況

| | 1番 燃料タンク | 2番 燃料タンク | 3番 燃料タンク | 4番 燃料タンク | 魚倉 | 合計 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------|
| 燃料タンクの容量 | 7.46 | 1.88 | 6.26 | 4.00 | - | 19.60 |
| 補油 | 3.40 | (補油なし) | 2.40 | (補油なし) | 13.30 | 19.10 |
| 補油前の燃料油残量 | 4.10 | (残なし) | 2.60 | 3.60 | - | 10.30 |
| 合計 | 7.50 | - | 5.00 | 3.60 | 13.30 | 29.40 |

僚船船長Aの口述によれば、本船は、あと一昼夜ぐらいで帰港となる距離の所で本事故が発生しているのので、燃料油残量としては6~7klぐらいであったと想定されるが、少なくとも出港時の半分以下の状態であったと考えられるとのことであった。

(2) 水氷

漁協B担当者及び他の僚船 (以下「僚船D」という。) の船長の口述によ

れば、次のとおりであった。

本船は、9月12日08時00分ごろ、氷10tの積込みを行っている。

さんま漁1航海目の8月17日に、氷を12t積んでいるので、氷はフルで積んで12tだと思われる。

その後、本船は、1～2航海目で漁獲がなく、3航海目の水揚げが9月5日に行われて、さんま約1.1tを水揚げしており、その際、氷を使用し、残りはそのまま魚倉に積んでいたものと思われるので、氷は12tフルで積んで出港しているものと思われる。

本船が、12tの氷を氷倉及び魚倉（第1魚倉（左、中、右）及び第2魚倉（左、右））にどのように積載していたか、また、本事故当時における氷の残量を明らかにすることはできなかった。

(3) 漁獲

漁協B担当者の口述によれば、本事故当時の本船の漁獲状況は、さんま約0.8tであったが、本事故当時における漁獲物を積載した魚倉の位置を特定することはできなかった。

(4) 燃料タンクの使用方法及び船体バランスのとり方

僚船会社代表者A、補油会社担当者及び僚船Dの船長の口述によれば、次のとおりであった。

ア 燃料タンクの使用法

一般的に、まず船体のバランスを保ちながら機関室にある3番燃料タンクの燃料油を消費し、次に1番燃料タンクの燃料油を消費していく。

魚倉に積載した燃料油は機関室と配管で接続されていないので、魚倉内の配管にポンプを接続して汲み上げ、操業時までには1番燃料タンクに最大限移送する。

イ 船体バランスのとり方

さんま漁船の漁労装置等からすれば、トップヘビーとなることから、ほとんどの船は、漁獲がないときには魚倉に海水を張っている。その際、海水が移動しないように、魚倉には海水をいっぱい張る。本事故当時、本船がどのように漁獲物を積載し、魚倉に海水を張ったかは分からないが、一般的に、荒天時の際は、左右両舷側の魚倉に海水を張り、風波の受け方によって、機関室の燃料油タンクでバラスト調整をしながら航行するという方法をとっている。

本船は、操業をやめ、一昼夜は順調に航走してきており、今後時化することも認識していたと思われるので、漁具などを桁に結んで甲板上の水はけをよくするなど、さんま漁船の常識的な対応も、船を安定させる対応も、

それなりにとっていたと思われる。

2.5.4 船舶検査の状況

本船の造船所担当者及び本船増トン時の図面等作成会社代表者の口述並びに船舶検査の記録、船舶件名表、本船の一般配置図及び中央断面図によれば、次のとおりであった。

(1) 増トン

本船は、平成11年3月、19トンの小型漁船として進水したものであり、その後、上甲板の嵩上げ（船首部の甲板で約50cm）、船側バルジの設置などの改造が行われ、小型漁船の総トン数適正化^{*6}に伴い、同15年5月第1回定期検査（新規適用）を受検し、29トンに増トンされた。（図4、付図2 本船の一般配置図 参照）

^{*6} 運輸局では、小型船舶に改造を行い総トン数に変更になると小型船舶検査機構（小型漁船は都道府県）での手続きが必要となるほか、総トン数が20トン以上になると運輸局による測度等が必要となり、手続きを怠ると罰則が適用となることがあるので、自己点検表を参考に確認をお願いしている。また、運輸局では、立入検査の実施等により総トン数の適正化を図っており、立入検査の際には、メジャーによる実測を行う場合があるので協力をお願いしている。

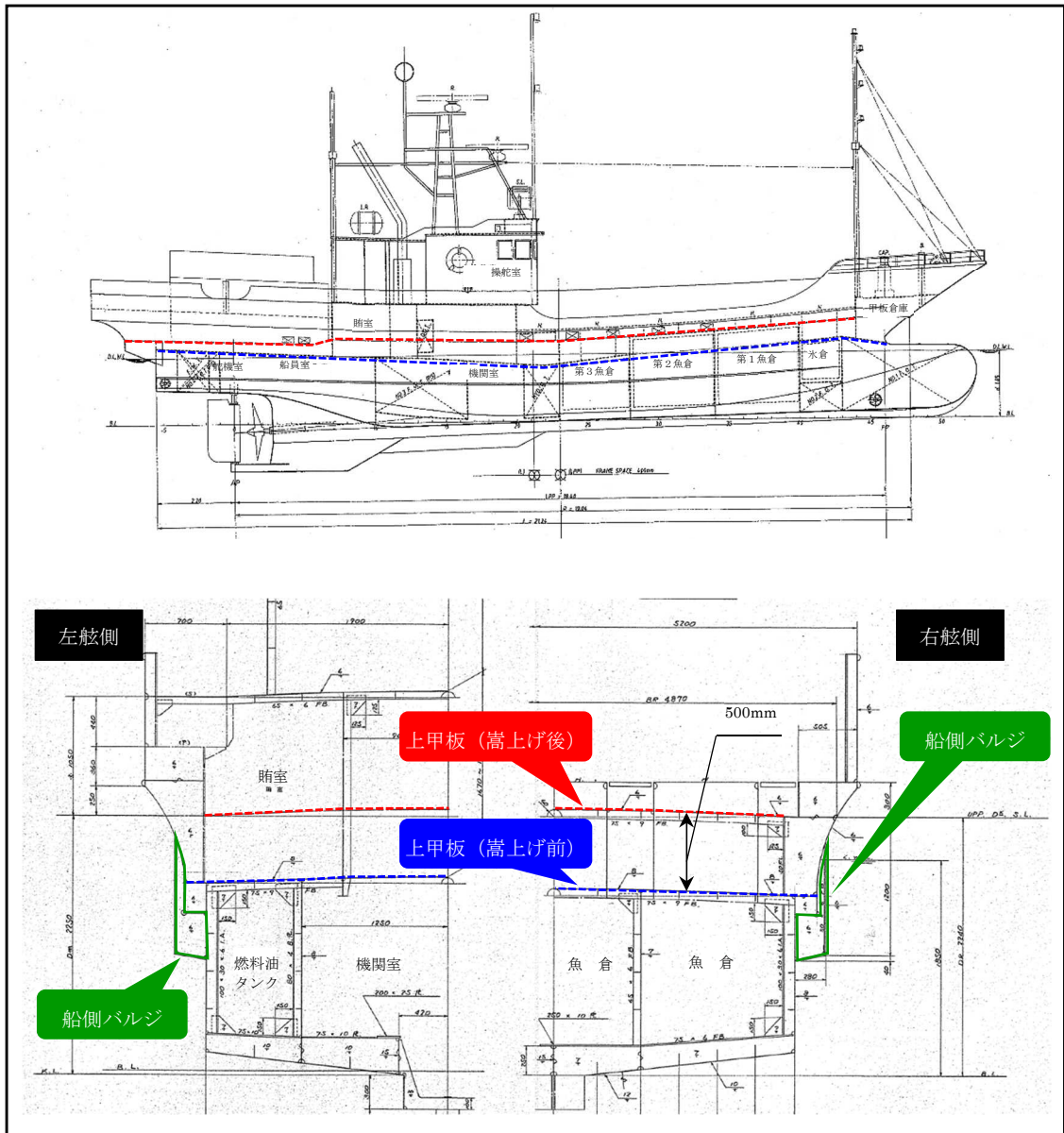


図4 上甲板の嵩上げ及び船側バルジの設置の状況

(2) 船舶検査の状況

第1回定期検査（新規適用）の受検後、漁業魚種追加などにより数回の臨時検査を受検した後、平成18年4月、第1種中間検査を受検した。

平成20年4月、定期検査を受検し、船舶検査手帳の記事によれば、船体外板等は全般的に良好であり、諸設備、属具等も適合しており、各効力試験の結果についても良好であった。

平成25年4月、定期検査を受検し、船舶検査手帳の記事によれば、主機換装に伴い定期検査を繰り上げ受検したとされており、主機換装による重量増加は999kgであり、復原性資料が承認されていた。また、船尾軸封装置の交換、補機シリンダライナの全数新替え、船底弁の新替えなどが実施さ

れていた。

平成26年3月、臨時検査を受検し、船舶検査手帳の記事によれば、最大搭載人員の変更により、甲板下船員室に寝台1台の増設が、併せて救命いかだ（15人乗り）が新替えされ、救命胴衣1個が増設されていた。また、復原性資料が再調整され、承認されていた。

平成28年4月、第1種中間検査を受検し、船舶検査手帳の記事によれば、さば、いわしの試験操業のため、さんま棒受網漁時の操業状態と復原性に大きく影響を及ぼす改造等はないことを条件に、さんま棒受網から棒受網に一部書換えがなされていた。

平成30年5月、定期検査を受検し、船舶検査手帳の記事によれば、防汚方法について、船舶構造規則に適合していることが確認され、また、舵頭材の抜き出し、主機連接棒、メインメタル及びシリンダライナの全数新替え等がなされていた。

(3) 本船の復原性等

一般配置図、重量重心トリム計算書等によれば、本船は、復原性基準を満たしていた。

2.5.5 漁業許可の状況

北太平洋さんま漁業許可証によれば、本船は、農林水産大臣が平成29年7月24日に許可した北太平洋さんま漁業許可証を得て操業に従事しており、許可の有効期間は平成29年8月1日から令和4年7月31日までであった。

2.5.6 救命設備の状況

(1) EPIRB

ア 設置状況

本船の電装関係工事会社代表者、救命設備販売・整備業者担当者の口述、EPIRB整備記録及び検査成績書によれば、次のとおりであった。

本船のEPIRB（以下「本件EPIRB」という。）は、平成28年11月に販売が開始され、同29年8月に本船に設置されていた。（図5参照）



図5 本件E P I R B（同一製品）

本件E P I R Bの設置場所は、操舵室後部構造物の上部右舷側暴露部分であり、水深約3.0mで自動的に浮上し、遭難信号を発するようになっていた。（図6参照）

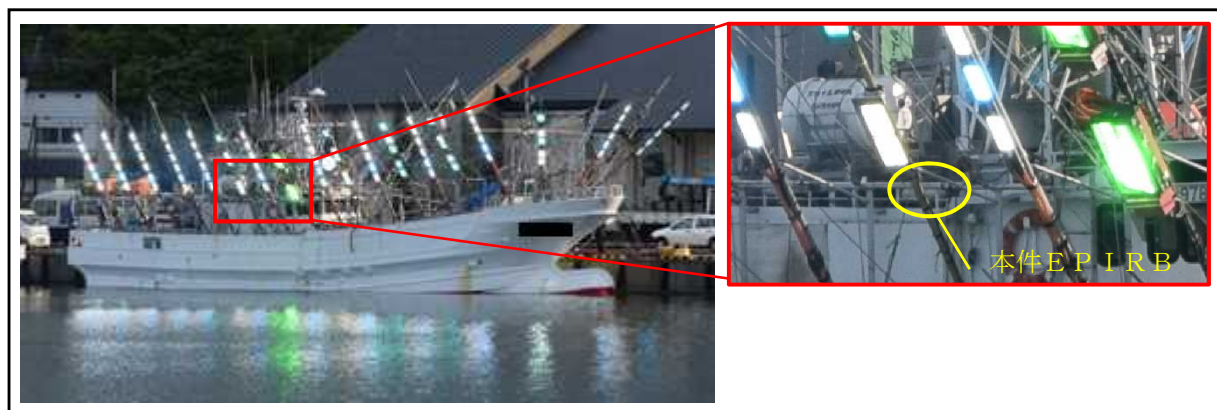


図6 本件E P I R Bの設置状況

イ 整備状況

本船の電装関係工事会社代表者、救命設備販売・整備業者担当者の口述、E P I R B整備記録及び検査成績書並びに本船の電装関係工事会社の回答書によれば、本件E P I R Bは、本船に設置される際、総務省の定期検査を受検しており、本検査時における各測定項目の数値結果等は正常であり、その後、平成30年3月の本船の定期検査時及び令和元年6月の総務省の定期検査時における各測定項目の数値結果等も、いずれも正常であった。

ウ 遭難信号の受信状況

本事故発生後、本件E P I R Bからの遭難信号が受信されなかったことについて、海上保安庁の回答書によれば、状況不明であった。

エ EPIRBからの遭難信号が受信されなかった過去の事故例

平成20年10月から令和2年3月までに運輸安全委員会が公表した事故調査報告書において、遭難信号の受信状況について記載があるものは24件であり、このうち遭難信号が受信されたものは16件であり、遭難信号が受信されなかったものは8件であった。

遭難信号が受信されなかった8件のうち、総トン数20トン以上の漁船の転覆又は沈没事故は、3件であり、遭難信号が受信されなかった状況として、転覆又は沈没する際、EPIRBが、自動的に離脱したものの、船体構造物に引っ掛かるなどしたことにより又は転覆した本船が覆い被さるようになり、本船と共に沈んだことにより遭難信号を発しなかった可能性があるなどとされていた。

(2) 膨脹式救命いかだ

本船の救命設備整備業者担当者の口述並びに本船の膨脹式救命いかだ（以下「本件救命いかだ」という。）整備記録及び膨脹式救命いかだメーカーのウェブサイトによれば、本件救命いかだは、平成25年10月に製造され、定員15人であり、同30年4月6日に、自動離脱装置と共に本船の救命設備整備業者において整備が行われていた。（図7参照）



図7 膨脹式救命いかだ

(3) 救命胴衣等

海上保安庁の回答書によれば、本船船長の発見時、救命胴衣の着用は認められなかった。

救命胴衣及び作業用救命衣の設置状況については、情報が得られず、また、他の乗組員の救命胴衣等の着用状況については、乗組員が行方不明となっていることから、明らかにすることができなかった。

なお、船員法（昭和22年法律第100号）第81条第1項により、船舶所有者は、作業用具の整備、船内衛生の保持に必要な設備の設置及び物品の

備付け、船内作業による危害の防止及び船内衛生の保持に関する措置の船内における実施及びその管理の体制の整備その他の船内作業による危害の防止及び船内衛生の保持に関し国土交通省令で定める事項を遵守しなければならないことが規定されている。

また、船員労働安全衛生規則（昭和39年運輸省令第53号）第16条第3項により、船員は、漁労作業などにおいて命綱、安全ベルト又は作業用救命衣の使用を命ぜられたときは、当該命綱、安全ベルト又は作業用救命衣を使用しなければならないことが、同第57条第1項第2号により、船舶所有者は、甲板上で作業を行わせる場合は、作業に従事する者に命綱又は作業用救命衣を使用させることが規定されている。

2.5.7 本船の無線等連絡の状況

漁協B担当者の口述によれば、次のとおりであった。

本船は、1航海目に漁獲なしで帰港しているが、その際、本船と連絡が取れないということがあった。

漁協担当者B₁は、漁協担当者B₃が、「漁獲ゼロで花咲港に戻って来ているはずであるが、本船と電話が繋がらない」旨言っていたのを聞いた。

その後、本船と連絡が取れたのは、本船が花咲港に入港する約1時間前であり、本船と連絡が取れなかったのは、本船が、船舶電話の電源を切っていたとのことであった。

沖に出ている船に対しての電話連絡は、操業及び休息の妨げになることなどから、漁協Bの方から積極的に連絡を行うことはなかった。

漁協Bでは、これまで本船と連絡が取れなかったこともあり、また、本船に限らず沖に出ている船が、操業状況、航行状況等によって、船舶電話の電源を切っていることは想定されることであり、当初、本船と連絡が取れないことについて、よくあることと感じていたところがあった。

2.6 気象及び海象に関する情報

2.6.1 気象状況

気象庁の回答書によれば、北緯42°50′ 東経153°06′ 付近における天気、風向及び風速の推定結果は、次のとおりであった。

| 日時（日本中央標準時） | 天気 | 風向（16方位） | 風速（m/s） |
|-------------|-------|----------|---------|
| 9月16日15時 | 曇り又は霧 | 東～南 | 8～13 |
| 21時 | 雨又は霧 | 東～南 | 9～14 |

| | | | |
|----------|-------|--------|-------|
| 9月17日03時 | 雨又は霧 | 東南東～南西 | 8～15 |
| 09時 | 曇り又は霧 | 南～西 | 11～16 |

(付図4 アジア太平洋地上天気図 参照)

2.6.2 全般海上警報及び全般海上予報の発表状況

気象庁の回答書によれば、本事故発生海域を対象とした9月11日23時30分～17日11時30分までに発表された海上警報^{*7}及び海上予報の状況は、次のとおりであった。なお、時刻はいずれも日本中央標準時である。

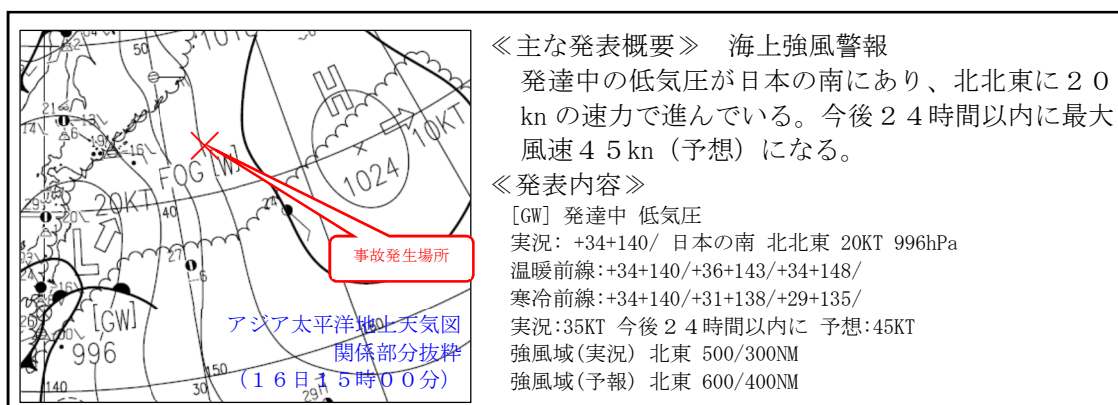
(1) 発表状況

9月11日23時30分に海上強風警報^{*8}が発表され、以降、警報は6時間ごとに更新されていた。

海上強風警報は17日05時30分まで継続して発表されており、17日11時30分に海上暴風警報^{*9}が発表された。

(2) 9月16日15時00分～17日09時00分の気象警報と概況

ア 16日15時00分の気象警報と概況（16日17時30分発表）



^{*7} 「海上警報」とは、船舶に対して行うものであり、海上で風速が、各警報の発表基準に達しているか、又は24時間以内に達すると予想されるときに発表される。

^{*8} 「海上強風警報」とは、最大風速が34kn（17.2m/s）以上48kn（24.5m/s）未満の状態になっているか、又は24時間以内にその状態になると予想される場合に発表される警報をいう。

^{*9} 「海上暴風警報」とは、最大風速が48kn（24.5m/s）以上の状態になっているか、又は24時間以内にその状態になると予想される場合に発表される警報をいう。

イ 16日21時00分の気象警報と概況（16日23時30分発表）

事故発生場所

アジア太平洋地上天気図
関係部分抜粋
(16日21時00分)

《主な発表概要》 海上強風警報
発達中の低気圧が日本の東にあり、北東に25knの速力で進んでいる。今後18時間以内に最大風速45kn（予想）になる。

《発表内容》
[GW] 発達中 低気圧
実況：+39+144/ 日本の東 北東 25KT 1000hPa
温暖前線：+39+144/+37+147/+35+149/
寒冷前線：+39+144/+36+142/+34+140/+31+138/
別の低気圧：+42+146/ 東北東 15KT 1000hPa
実況：35KT 今後18時間以内に 予想：45KT
強風域(実況) 東 600/300NM
強風域(予報) 南 700/400NM

ウ 17日03時00分の気象警報と概況（17日05時30分発表）

事故発生場所

アジア太平洋地上天気図
関係部分抜粋
(17日03時00分)

《主な発表概要》 海上強風警報
発達中の低気圧が日本の東にあり、北東に25knの速力で進んでいる。今後12時間以内に最大風速45kn（予想）になる。

《発表内容》
[GW] 発達中 低気圧
実況：+43+149/ 日本の東 北東 25KT 994hPa
温暖前線：+43+149/+40+151/+37+153/
寒冷前線：+43+149/+39+146/+35+142/
停滞前線：+35+142/+35+141/+33+140/+31+137/+27+135/
実況：40KT 今後12時間以内に 予想：45KT
強風域(実況) 南東 500/300NM
強風域(予報) 南東 700/500NM

エ 17日09時00分の気象警報と概況（17日11時30分発表）

事故発生場所

アジア太平洋地上天気図
関係部分抜粋
(17日09時00分)

《主な発表概要》 海上暴風警報
発達中の低気圧が日本の東にあり、北東に30knの速力で進んでいる。今後24時間以内に最大風速50kn（予想）になる。

《発表内容》
exp[SW] 発達中 低気圧
実況：+44+152/ 日本の東 北東 30KT 992hPa
温暖前線：+44+152/+42+155/+40+156/+37+155/
寒冷前線：+44+152/+40+151/+37+148/+36+145/
停滞前線：+36+145/+35+142/+32+140/+30+137/
予報 24時間後：+49+163/ 予報円 85NM
実況：40KT 今後24時間以内に 予想：50KT
強風域(実況) 南東 500/300NM
強風域(予報) 南東 700/300NM

(付図3 外洋波浪実況図、付図4 アジア太平洋地上天気図 参照)

2.6.3 波浪状況

気象庁の回答書によれば、9月16日15時（日本中央標準時）～17日09時（日本中央標準時）の北緯42°50′ 東経153°06′ 付近における風浪、う

ねり及び合成波高*10の推定結果は、次のとおりであった。

| 日 時 (日本中央標準時) | 風浪 | | | うねり | | | 合成波高 (m) |
|------------------|--------------|-----------|-----------|---------------------|---------------|------------|-------------|
| | 波向 (16方位) | 周期 (秒) | 波高 (m) | 波向 (16方位) | 周期 (秒) | 波高 (m) | |
| 9月16日 15時 | 東～南 | 5～7 | 1～2 | 南～南西 北北東～ 東北東 | 10～12 9～11 | 1～2 1未満 | 2前後 |
| 9月16日 21時 | 東～南 | 5～7 | 2前後 | 南～南西 北北東～ 東北東 | 10～12 9～11 | 1～2 1未満 | 2～3 |
| 9月17日 03時 | 東南東～ 南西 | 6～8 | 3前後 | 南南西～ 西南西 | 7～9 | 2前後 | 3～4 |
| 9月17日 09時 | 南～西 | 7～9 | 3～4 | 南南東～ 南南西 | 8～10 | 2～3 | 4前後 |

※ 前後とは±0.5mの幅を意味する。

(付図3 外洋波浪実況図 参照)

2.6.4 海流状況

気象庁の回答書によれば、9月17日（世界標準時での日平均。日本中央標準時では9月17日9時～18日9時の平均）の北緯42°50′ 東経153°06′ 付近における日別海流（流速の南北成分・東西成分、深さ0.5m）状況の推定結果は、次のとおりであった。

| | |
|------|--------------------|
| 東西流速 | 0.15 m/s (0.29 kn) |
| 南北流速 | 0.04 m/s (0.08 kn) |

※ 海洋モデルにより解析された海流であり、東西流速は正值が東向き、南北流速は正值が北向きの流れを表す。

2.6.5 僚船の観測状況

僚船船長A及び僚船船長Bの口述並びに僚船C及び他の僚船（以下「僚船E」、

*10 「合成波高」とは、風浪とうねりの波高を合成して求められる波高をいう。

「僚船F」、「僚船G」、「僚船H」及び「僚船I」という。)の回答書によれば、本船のVMS位置情報が途絶えた17日07時20分ごろにおける各船の気象及び海象の観測状況は、次のとおりであった。(図8参照)

| 僚船 | 気象状況 | 海象状況 |
|----------------|---|------------------------|
| 僚船A (39トン) | 風向 南、風速 10m/s以上、 突風が19~20m/s吹いており、ピークは04時ごろであった。 | うねり 4~5m |
| 僚船B (40トン) | 風向 南、風速 20m/s以上、 06時ごろ突風が吹いていた。 | 波向 南、波高 5~6m、 うねり 南 |
| 僚船C (132トン) | 天気 雨、 風向 南西、風速 15m/s以上 | 波高 4~5m |
| 僚船E (199トン) | 天気 雨、 風向 南南東~南、風速 18~20m/s | 波高 5~7m |
| 僚船F (29トン) | 風速 20m/s | 波高 5m |
| 僚船G (29トン) | 風速 15~16m/s | 波高 3~4m |
| 僚船H (184トン) | 風向 南南西、風速 13~14m/s | — |
| 僚船I (199トン) | 風向 南南西、風速 12~14m/s | 波高 4~5m |

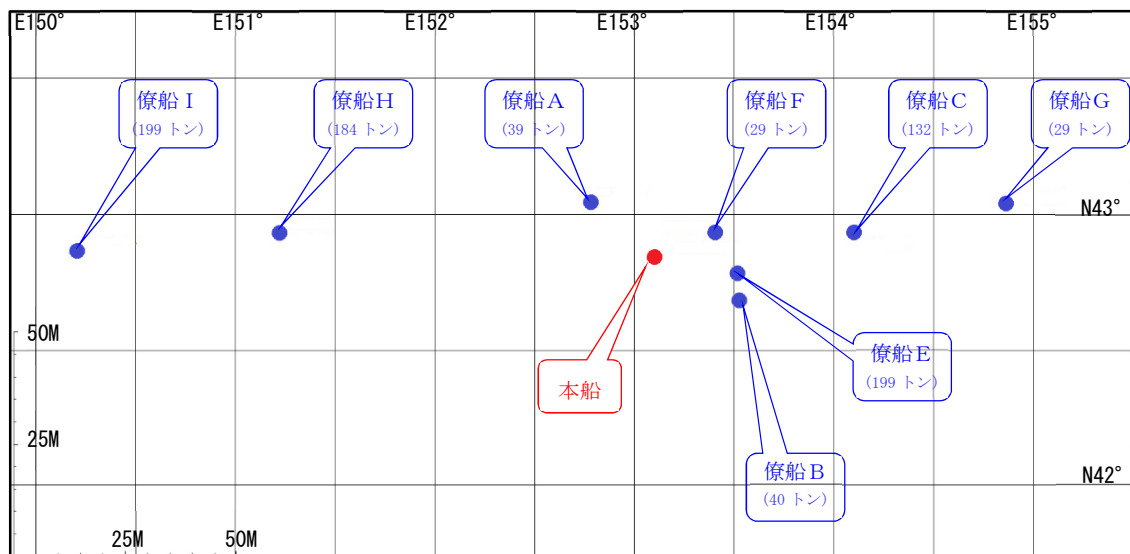


図8 本船と僚船の位置関係 (17日07時20分ごろ)

2.6.6 波の高さ

気象庁のウェブサイトによれば、波の高さについて、同じような波の状態が続くとき、100波に1波は有義波高^{*11}の1.5倍、1,000波に1波^{*12}は2倍近い高波が出現する。また、確率としては小さいが、台風による時化が長引くほど「三角波」、「一発大波」などと呼ばれる巨大波が出現する危険性が増すため、十分な注意が必要であることが記載されている。

2.7 さんま漁に関する情報

2.7.1 さんま棒受網漁業

全さんまのウェブサイトによれば、次のとおりであった。

さんま漁業は、さんま資源の漁獲総量に占める割合等から、さんま資源や他の漁業に与える影響が大きく、国が統一的に隻数等の総量規制を行うことが適当であると認められ、平成14年4月1日に従来の承認漁業から「北太平洋さんま漁業」として指定漁業に移行した。

さんま棒受網漁業は、日没から夜明けにかけて行われ、魚は夜、光に集まる習性があり、さんまは特にその習性が強く、大群をなして海面の上層を回遊し、一度光に集まると、同一方向に旋回運動をして容易には離れないので、この習性を利用して棒受網にさんまを誘導し、漁獲する。

さんま棒受網漁船の規模は、総トン数10～20トンと100～200トンのものが多く、集魚灯を使う夜間操業の漁船であることから、大きな照明装置が装備されているほか、網を吊るす長い棒が目を引く。（図9参照）

^{*11} 「有義波高」とは、ある地点で連続する波を観測したとき、波高の高い方から順に全体の1/3の個数の波を選び、これらの波高を平均化したものをいう。

^{*12} 「1,000波に1波」については、脚注19にも関連の説明あり。

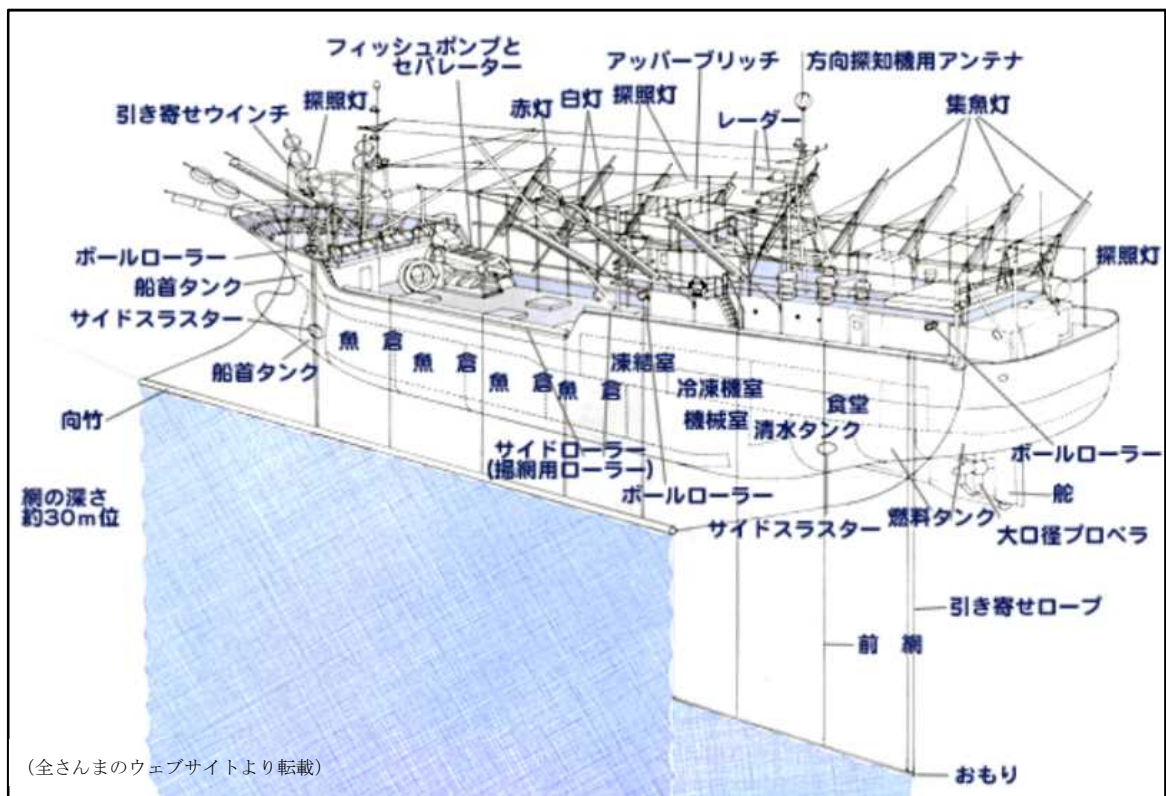


図9 さんま棒受網漁船（イメージ図）

2.7.2 令和元年度におけるさんま棒受網漁業の概況

(1) 令和元年度都道府県さんま登録隻数

令和元年度さんま漁業登録船名簿によれば、令和元年度都道府県さんま登録隻数は、さんま漁業非出漁船31隻を除き、136隻であった。

136隻の内訳は、総トン数10～20トン未満（以下「小型船」という。）が52隻、同20～100トン未満（以下「中型船」という。）が29隻、同100トン以上（以下「大型船」という。）が55隻であった。

(2) さんま棒受網漁業の概況

ア 令和元年の漁期におけるさんま棒受網漁業の全体的状況

一般社団法人漁業情報サービスセンターのウェブサイトによれば、次のとおりであった。

漁期始めから漁況は極めて低調に推移し、全国主要港における生鮮さんまの水揚量は、最終的に4万tを超えたが、5～7月の公海域での操業を加えても5万tには届かず、昭和25年に棒受網による操業が本格化して以来の最低値である昭和44年の6.3万tを下回った。

8月に小型船が例年主漁場となる花咲港東南東方沖の親潮第一分枝で魚群探索を行ったが、従来のさんまの適水温帯においても魚群を発見できず、

8月下旬～9月中旬の主漁場は、公海の東経157°～161°付近と非常に遠い場所となった。

この漁場においても魚群が少なく、また漁場が遠いため小型船の多くは出漁できない状況が続いた。

9月下旬には、本格的な南下群が出現して漁獲量も徐々に増加し、道東海域にも漁場が形成されるようになり、水揚げのピークは10月下旬から11月上旬であり、例年よりも遅かった。

イ さんまの水揚量（前年比）の状況

全さんまの回答書及びウェブサイトによれば、平成22年～令和元年における北海道の港の水揚量（対前年）、総水揚量（対前年）及び総水揚金額（対前年）の状況は、次のとおりであった。

| | 北海道の港の水揚量（t） （対前年%） | 総水揚量（t） （対前年%） | 総水揚金額（千円） （対前年%） |
|-------|------------------------|-------------------|---------------------|
| 令和元年 | 21,364（37%） | 40,517（34%） | 12,804,832（57%） |
| 平成30年 | 57,802（159%） | 119,930（155%） | 22,525,158（105%） |
| 29年 | 36,378（71%） | 77,169（70%） | 21,424,367（92%） |
| 28年 | 51,118（83%） | 109,590（98%） | 23,358,938（94%） |
| 27年 | 61,958（60%） | 112,264（50%） | 24,775,965（95%） |
| 26年 | 102,865（115%） | 224,755（152%） | 26,043,330（114%） |
| 25年 | 89,399（73%） | 147,819（68%） | 22,945,319（136%） |
| 24年 | 122,919（90%） | 218,371（105%） | 16,933,526（74%） |
| 23年 | 135,960（164%） | 207,770（107%） | 23,027,815（89%） |
| 22年 | 82,846（73%） | 193,425（63%） | 25,843,668（121%） |

2.7.3 サンマ中短期漁況予報

一般社団法人漁業情報サービスセンターのウェブサイトによれば、同サービスセンターが令和元年9月9日に公表した2019年度第1回サンマ中短期漁況予報は、次のとおりであった。

(1) 予測期間等

ア 予測期間

令和元年9月中旬から10月下旬までの旬別

イ 対象海域

道東海域、三陸海域

ウ 対象漁業

さんま棒受網漁業

エ 対象魚群

南下回遊群

(2) 道東海域の今後の見通し（令和元年9月中旬から10月下旬までの旬別）

ア 来遊量

8月下旬は、道東海域よりもかなり沖合の公海にしか魚群が分布していなかったため、9月中旬～下旬は、道東海域への魚群の来遊はない。

道東海域よりも東方沖の公海では、9月中旬～下旬は低水準ではあるが、来遊量は増加する。

10月上旬～下旬になると、沖合から道東海域に魚群が来遊する可能性もあるが、来遊量は少なく、来遊は断続的である。

多くの魚群は、道東海域よりも東～南側を南下し、道東近海に来遊する群は極めて少ない。

イ 漁場

9月中旬～下旬は、道東海域には漁場は形成されず、主漁場は道東海域より東側の公海となる。道東海域では、10月上旬～下旬に、厚岸南沖～襟裳岬南東方沖の、沿岸から離れた沖合に散発的に漁場が形成される。

(3) 道東海域の漁況の経過概要（8月下旬）

ア 来遊量

今年は、道東海域～花咲港北東方沖に漁船が出漁したものの、操業できるような魚群を発見できなかった。

これらのことから、道東海域～花咲港東北東方沖における来遊量は極めて少ない。（前年同期は道東海域には魚群が極めて少なかったものの、花咲港東北東方沖には低位水準であるが来遊があった。）

主漁場は、落石東320M、落石東500～530M及び落石東670～680Mであったことから、道東海域よりもかなり沖合の公海にしか魚群が分布しておらず、その海域においても来遊量は極めて少なかった。

イ 漁場

道東海域に漁場は形成されなかった。

主漁場は、道東海域東側の、落石東320M、落石東500～530M及び落石東670～680Mであった。

漁場水温は、15～17℃であり、前年同期（8～11℃）と比べると、漁場水温は高かった。

落石東320Mでは、8月21日夜に小型船数隻が操業し、1隻平均1.3tを漁獲した。

落石東500～530M及び落石東670～680Mでは、大型船と小

型船数隻が操業し、大型船で最高25t、平均4.8tを漁獲した。

2.7.4 北太平洋さんま漁業長期代船建造計画

全さんま担当者の口述によれば、次のとおりであった。

北太平洋さんま漁業に従事するさんま漁船の老朽化が進むとともに、漁海況の変化に伴い漁場が遠隔化し、さんま漁船の漁獲割合の低下から、国民へのさんまの安定供給に支障を来す懸念が生じている。

このため、国際的な資源管理の枠組みの中で、水産基本計画の目標（令和9年度の食用魚介類自給率目標70%、生産目標387万トン（現状362万トン））達成に貢献するためには、漁獲効率が良く、遠隔地漁場でも操業できる国際競争力を有する漁船を導入し、さんま漁船の勢力を確保することが必要であり、また、漁業経営の安定及び乗組員の確保のためには、省エネ、省コスト、省力化に取り組むとともに、居住性、安全性、作業性等に優れた高性能の漁船を導入することが必要となっている。

このような状況下、全さんまの組合員が代船建造を進めるに当たっては、造船事業者の供給能力、代船建造予定者の資金調達時期等を考慮する必要があることから、全さんまが主体となって長期代船建造計画を策定し、全さんま組合員の計画的かつ円滑な代船建造に資することとしている。

平成29年度改革型漁船検討部会（第1期検討部会）では、代船建造計画及び改革型漁船（199トン型）の共通仕様について協議がなされ、平成30年3月、検討部会報告書がまとめられており、当該共通仕様が長期代船建造計画に盛り込まれた。

平成31年度及び令和元年度改革型漁船検討部会（第2期検討部会）では、中・小型船の大型化の推進に資するため、平成30年度に「水産業競争力強化漁船導入緊急支援事業」を活用して導入された49トン型漁船をベースとした小型船（49トン型）、併せて、作業性、安全性、居住性を向上させた中型船（99トン型）の共通仕様等について検討、取りまとめを行うこととした。

令和2年2月、改革型漁船（49トン及び99トン型）の共通仕様等について協議、取りまとめが行われ、これを受けて令和2年4月に、これら共通仕様を追加する長期代船建造計画の変更申請が行われ、同月水産庁長官の確認を受けた。

2.8 僚船の操業状況及び帰港状況に関する情報

2.8.1 僚船の漁場等

全さんまの回答書によれば、次のとおりであった。

- (1) 本件漁場で操業していた又は本件漁場向け航行中の僚船

本事故当時、本件漁場で操業を行っていた又は本件漁場向け航行中の僚船は66隻（本船を除く）であり、大型船が55隻、中型船が10隻、小型船が1隻であった。

本件漁場は、9月16ないし17日の間、北緯41°30′～42°30′ 東経159°00′～161°00′あたりに分散していた。

(2) 僚船66隻のVMS位置情報による航行状況

本船のVMS位置情報が途絶した時点（9月17日07時20分ごろ）の前後約1時間における66隻のVMS位置情報による航行状況図は、図10のとおりであり、66隻のうち、60隻（大型船52隻、中型船7隻、小型船1隻）が本船の前方（西方）を航行（うち3隻が花咲港に帰港済、1隻が三陸沖を航行中）しており、6隻（大型船3隻、中型船3隻）が本船の後方（東方）を航行していた。

(3) 本船の後方（東方）で比較的近い所を航行していた僚船

本船のVMS位置情報が途絶した時点において、本船の後方（東方）を航行し、本船と比較的近い所を航行していた僚船は、僚船B、僚船C、僚船E、僚船F及び僚船Gの計5隻であり、最も本船に近い所を航行していた僚船Fと本船との距離は、約15Mであった。

（図10参照）

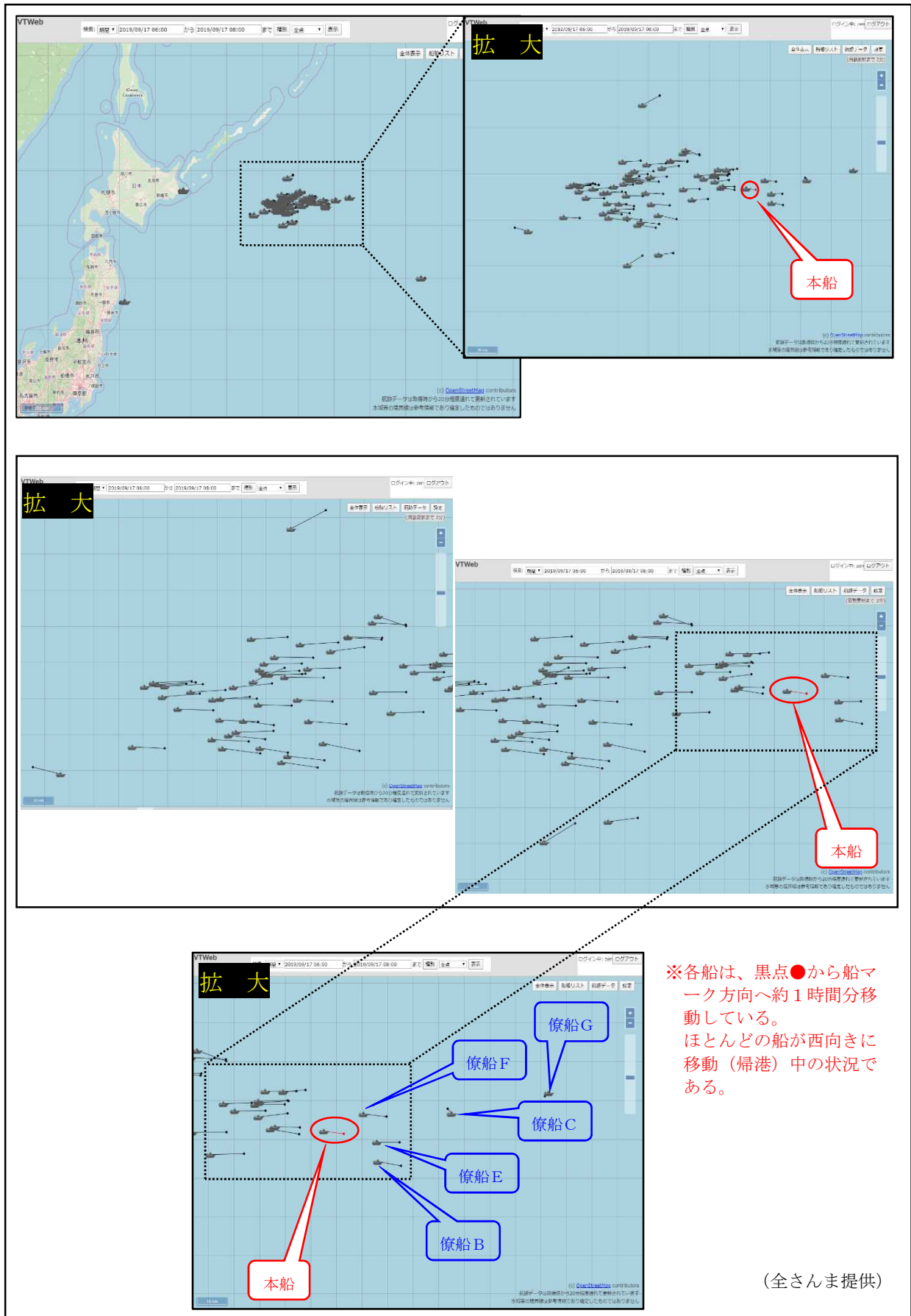


図10 本船及び僚船のVMS位置情報による状況図

2.8.2 僚船の操業日時、場所等

僚船C、僚船E、僚船F、僚船G、僚船H及び僚船Iの回答書によれば、各船の操業日時、場所等は、次のとおりであった。

| | 操業日時 | 操業場所 | |
|----------------|----------------------------------|----------------------|------------------------|
| | | 北緯 (° - ' - ") | 東経 (° - ' - ") |
| 僚船C (132トン) | 9月14日17時00分ごろから 16日04時00分ごろまで | 42-00-00 - | 160-00-00 - |
| 僚船E (199トン) | 9月15日17時00分ごろ 16日03時00分ごろ | 42-06-00 41-45-00 | 159-46-00 159-59-00 |
| 僚船F (29トン) | 9月14日17時00分ごろから 16日04時00分ごろまで | 42-00-00 | 160-00-00 |
| 僚船G (29トン) | 9月14日17時00分ごろから 16日02時00分ごろまで | 42-00-00 | 160-00-00 |
| 僚船H (184トン) | 9月15日17時55分ごろから 16日03時25分ごろまで | 41-58-00 42-03-00 | 159-47-00 159-40-00 |
| 僚船I (199トン) | 9月14日(時刻不詳) 15日(時刻不詳) | 42-05-00 41-54-00 | 159-35-00 159-59-00 |

2.8.3 僚船の帰港判断の状況

僚船C、僚船E、僚船F、僚船G、僚船H及び僚船Iの回答書によれば、各船が帰港を決めた日時及び当時の判断は、次のとおりであった。

| | 帰港を決めた日時 | 当時の判断 |
|----------------|---------------|---|
| 僚船C (132トン) | 9月16日04時00分ごろ | 荒天のため |
| 僚船E (199トン) | 9月16日04時00分ごろ | 夜明けとともに操業を終了し、荷揚げの目的で帰途についた。低気圧の接近で、以後の操業が困難であり、また、漁の不漁に鑑みて帰港を決定した。 |
| 僚船F (29トン) | 9月16日04時00分ごろ | 低気圧の接近で操業が困難となると判断し、夜明け後に帰港した。 |
| 僚船G (29トン) | 9月16日02時00分ごろ | 低気圧の接近で操業が困難になると判断し、夜明け前に帰港した。 |

| | | |
|----------------|---------------|-------------------------|
| 僚船H (184トン) | 9月16日03時30分ごろ | 低気圧接近のため、荒天準備を行い帰途についた。 |
| 僚船I (199トン) | 9月15日23時00分ごろ | 低気圧接近のため |

2.8.4 僚船が帰港を決めた際の当該海域における気象及び海象の状況

僚船C、僚船E、僚船F、僚船G、僚船H及び僚船Iの回答書によれば、各船が帰港を決めた際の当該海域における気象及び海象の状況は、次のとおりであった。

| | 帰港を決めた日時 | 当該海域における気象及び海象の状況 |
|----------------|---------------|---|
| 僚船C (132トン) | 9月16日04時00分ごろ | 16日04時00分ごろ 天候 晴れ、風向 南西、 風速 2~3m/s 22時00分ごろ 風向 南西、風速 10m/s以上 |
| 僚船E (199トン) | 9月16日04時00分ごろ | 16日04時30分ごろ 風 ^{なぎ} 良し 15時15分ごろ 風向 南、風速 3~4m/s 17日04時30分ごろ 風向 南、風速 11~12m/s、 うねり高い |
| 僚船F (29トン) | 9月16日04時00分ごろ | 16日04時00分ごろ 風良し |
| 僚船G (29トン) | 9月16日02時00分ごろ | 16日02時00分ごろ 風良し |
| 僚船H (184トン) | 9月16日03時30分ごろ | 16日04時20分ごろ 風向 南南西、風速 3~4m/s 16時00分ごろ 風向 南南東、風速 5~6m/s 17日04時20分ごろ 風向 南南西、風速 12~13m/s |
| 僚船I (199トン) | 9月15日23時00分ごろ | 15日23時00分ごろ 風向、南南西、風速 4~5m/s、 波高 2~3m |

2.8.5 本事故当時、出漁しなかった僚船の判断状況

本事故当時、出漁しなかった中型船の僚船Dの船長の口述によれば、次のとおりであった。

本事故当時、事前に天気予報や操業予定海域における水温等を確認したところ、僚船Dで操業予定海域まで行くのは困難であると思った。

操業予定海域は公海であり、比較的穏やかな沿岸海域とは波の立ち方が異なることも認識していたので、出漁しなかった。

本船及び僚船Dが所属する船団は、小型船4隻及び中型船3隻の合計7隻であるが、本事故当時、出漁したのは7隻のうち本船及び僚船Aの中型船2隻だけであった。

2.9 試験及び研究

本船の復原性及び転覆に至る状況に関する調査を国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所海上技術安全研究所に委託した結果、次のとおりであった。

2.9.1 本事故発生時における本船の復原性能の推定

本船の重量重心トリム計算書に記載のある満載漁場発状態をもとに、本船の搭載物の重量、本事故発生時の燃料油、清水等消費量を推定し、本船の本事故発生時における重量重心を推定し、次に、推定した本事故発生時の状態における本船の復原性能（メタセンタ高さ^{*13}、復原力曲線^{*14}、海水流入角）を算定した。

(1) 重量重心計算

本船のさんま棒受網漁業時の満載漁場発状態から、本事故発生時における本船の状態として、2.1、2.2及び2.5に記載した乗組員数、漁具及び漁労装置、食料及び清水、燃料油、漁獲の各積載量の状況について、次のア～オを修正し、重量重心を推定した。

ア 乗組員

定員11人から8人とした。

イ 漁具及び漁労装置

2.5.2(6)イに記載した変更を加味した重量とした。

ウ 食料及び清水

食料及び清水の消費量は、本船が9月12日に出港した後、本事故発生当日17日07時20分ごろまでの5日間とし、出港時の搭載量から消費量を差し引いて残存量を推定した。なお、1日1人当たりの食料の消費量は2kg、同じく清水の消費量は20kgとした。

本事故発生場所から花咲港までの距離は約597kmであり、出港初日における本船のVMS位置情報から求めた約11knの速力（対地速力、以下同じ。）で帰港した場合、約30時間掛かることから、食料及び清水の出港時搭載量は8人分7日間とし、清水タンクは満水状態で1.11t

^{*13} 「メタセンタ高さ」とは、浮体の重心から、浮体が直立して釣り合っているときの浮力の作用線と、横方向にごく僅かに傾いたときの浮力の作用線との交点（メタセンタ）までの長さをいい、GMと表す。

^{*14} 「復原力曲線」とは、船体が傾斜したときの傾斜角に対する復原てこ（GZ：横傾斜を元に戻そうとする偶力を排水量で除した値）を図示したものをいう。

であり、その値は8人7日分1.12 t とほぼ同量であるので、適当な設定であると判断した。

本事故発生時における食料及び清水の残存量の推定結果は、表3のとおりであった。

表3 食料及び清水の残存量の推定結果

| 食料 | kg/日 | 人数 | 日数 | 積載量[t] |
|-----------|---------|----|----|--------------|
| 出港時 | 2 | 8 | 7 | 0.112 |
| 使用量 | 2 | 8 | 5 | 0.08 |
| 残存量 | | | | 0.032 |
| 清水 | kg/日 | 人数 | 日数 | 積載量[t] |
| 出港時 | 清水タンク満 | | | 1.11 |
| 内訳 | 20 | 8 | 7 | 1.12 |
| 使用量 | 20 | 8 | 5 | 0.8 |
| 残存量 | 出港時-使用量 | | | 0.31 |

エ 燃料油

本事故発生時における本船の燃料油量は、2.5.3(1)に記載した出港時の燃料油量から消費した燃料油量を推定し、差し引いた値とした。

主機と操業時に稼働する補機の1日消費量を用い、本事故発生までの航海日数5日分の消費量を算出した結果は、表4及び表5のとおりであった。

表4 出港時の推定燃料油量

| 燃料油タンク | 容積 | 重量 | 船体中央から 重心までの距離 | | 基線から重心 までの高さ | |
|--------------|-------------------------|-----------|-------------------|-------------|-----------------|-------------|
| | Volume[m ³] | Weight[t] | L. C. G. [m] | Moment [tm] | KG | Moment [tm] |
| 1 番燃料タンク | 7.50 | 6.45 | -9.21 | -59.40 | 1.22 | 7.87 |
| 2 番燃料タンク | 0.00 | 0.00 | -7.35 | 0.00 | 0.69 | 0.00 |
| 3 番燃料タンク (左) | 2.50 | 2.15 | 3.87 | 8.32 | 0.93 | 2.00 |
| 3 番燃料タンク (右) | 2.50 | 2.15 | 3.87 | 8.32 | 0.93 | 2.00 |
| 4 番燃料タンク (左) | 1.80 | 1.55 | 10.06 | 15.57 | 1.41 | 2.18 |
| 4 番燃料タンク (右) | 1.80 | 1.55 | 10.06 | 15.57 | 1.41 | 2.18 |
| 燃料タンク小計 | 16.10 | 13.85 | -0.84 | -11.62 | 1.17 | 16.23 |
| 魚倉燃料タンク | 容積 | 重量 | 船体中央から 重心までの距離 | | 基線から重心 までの高さ | |
| | Volume[m ³] | Weight[t] | L. C. G. [m] | Moment [tm] | KG | Moment [tm] |
| 第2 魚倉 (中) | 1.30 | 1.12 | -3.1 | -3.47 | 1.23 | 1.38 |
| 第3 魚倉 (左) | 4.25 | 3.66 | -0.98 | -3.58 | 1.20 | 4.39 |
| 第3 魚倉 (中) | 3.50 | 3.01 | -0.98 | -2.95 | 1.17 | 3.52 |
| 第3 魚倉 (右) | 4.25 | 3.66 | -0.98 | -3.58 | 1.20 | 4.39 |
| 魚倉燃料タンク小計 | 13.30 | 11.45 | -1.19 | -13.58 | 1.20 | 13.67 |
| 合計 | 29.4 | 25.30 | -1.00 | -25.20 | 1.18 | 29.90 |

表5 燃料油の使用量算出表

| | 1日消費量[t] | 日数 | 割合 | 消費量[t] |
|---------|----------|----|-----|--------|
| 主機 | 2.90 | 5 | 1 | 14.5 |
| 補機 (操業) | 3.75 | 5 | 0.2 | 3.75 |
| 消費燃料 合計 | | | | 18.25 |

総燃料油量は25.28 t (燃料油の比重0.86)、1日の消費量は主機2.90 t、補機3.75 tであり、補機を稼働する1日の操業時間は、文献^{*15}を参考に4.8時間とした。

燃料油の消費順は、2.5.2(4)及び2.5.3(4)に記載した順とし、本事故発生時における推定燃料油量は、表6のとおりであった。

*15 海洋水産システム協会：小型さんま棒受網漁船（19トン）AL船におけるLED集魚灯システム実用化に関する実証試験平成22年度報告書、pp.101-125、2010.

http://www.systemkyokai.or.jp/bunsho/jigyokatudo/miryokuaru/houkokusyo/22nen/marumatumuatuura_suisan.pdf

表6 本事故発生時における推定燃料油量

| 燃料油タンク | 容積 | | 重量 | | 船体中央から 重心までの距離 | | 基線から重心 までの高さ | | 自由表面の 二次モーメント | | 状態 |
|--------------|-------------------------|-----------|--------|--------|-------------------|-------------|-----------------|-------------|--------------------|----------|-----|
| | Volume[m ³] | Weight[t] | 使用量[t] | 残存量[t] | L. C. G. [m] | Moment [tm] | KG[m] | Moment [tm] | I[m ⁴] | I*ρ [tm] | |
| 1 番燃料タンク | 7.50 | 6.45 | 4.60 | 1.85 | -9.21 | -17.04 | 1.22 | 2.26 | 2.73 | 2.35 | 使用中 |
| 2 番燃料タンク | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -7.35 | 0.00 | 0.69 | 0.00 | | | 空 |
| 3 番燃料タンク (左) | 2.50 | 2.15 | 1.10 | 1.05 | 3.87 | 4.06 | 0.93 | 0.98 | 0.23 | 0.20 | 使用中 |
| 3 番燃料タンク (右) | 2.50 | 2.15 | 1.10 | 1.05 | 3.87 | 4.06 | 0.93 | 0.98 | 0.23 | 0.20 | 使用中 |
| 4 番燃料タンク (左) | 1.80 | 1.55 | 0.00 | 1.55 | 10.06 | 15.57 | 1.41 | 2.18 | 0.49 | 0.42 | 満 |
| 4 番燃料タンク (右) | 1.80 | 1.55 | 0.00 | 1.55 | 10.06 | 15.57 | 1.41 | 2.18 | 0.49 | 0.42 | 満 |
| 燃料タンク小計 | 16.10 | 13.85 | 6.80 | 7.05 | 3.16 | 22.23 | 1.22 | 8.58 | 4.17 | 3.59 | |

| 魚倉燃料タンク | 容積 | | 重量 | | 船体中央から 重心までの距離 | | 基線から重心 までの高さ | | 自由表面の 二次モーメント | | 状態 |
|-----------|-------------------------|-----------|--------|--------|-------------------|-------------|-----------------|-------------|--------------------|----------|--------|
| | Volume[m ³] | Weight[t] | 使用量[t] | 残存量[t] | L. C. G. [m] | Moment [tm] | KG[m] | Moment [tm] | I[m ⁴] | I*ρ [tm] | |
| 第2 魚倉 (中) | 1.30 | 1.12 | 1.12 | 0.00 | -3.1 | 0.00 | 1.23 | 0.00 | | | ドラム缶7本 |
| 第3 魚倉 (左) | 4.25 | 3.66 | 3.66 | 0.00 | -0.98 | 0.00 | 1.20 | 0.00 | | | 空 |
| 第3 魚倉 (中) | 3.50 | 3.01 | 3.01 | 0.00 | -0.98 | 0.00 | 1.17 | 0.00 | | | 空 |
| 第3 魚倉 (右) | 4.25 | 3.66 | 3.66 | 0.00 | -0.98 | 0.00 | 1.20 | 0.00 | | | 空 |
| 魚倉燃料タンク小計 | 13.30 | 11.45 | 11.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 合計 | 29.4 | 25.30 | 18.25 | 7.05 | 3.16 | 22.23 | 1.22 | 8.58 | | 3.59 | |

オ 漁獲

本事故発生時における漁獲量は、2.5.3(3)に記載した0.8 tとし、第1魚倉(中)に水氷と一緒に入れられていたと想定し、満載漁場発状態における第1魚倉(中)の重量重心の値を採用した。なお、他の魚倉及び氷倉の積載量はゼロとした。

これらのことから、本事故発生時における重量重心計算の結果は、表7のとおりであった。

表7 本事故発生時における重量重心計算結果

| | 重量 Weight [t] | 船体中央から 重心までの距離 | | 基線から重心 までの高さ | | 自由水影響 I*ρ' [tm] |
|-------------------|------------------|-------------------|-------------|-----------------|-------------|--------------------|
| | | L. C. G. [m] | Moment [tm] | K. G. [m] | Moment [tm] | |
| 軽荷重量(Lightweight) | 63.01 | 1.07 | 67.42 | 1.56 | 98.30 | - |
| 乗員・所持品 | 1.65 | 6.35 | 10.47 | 2.38 | 3.92 | - |
| 機関室 | 1.18 | 1.06 | 1.25 | 1.09 | 1.28 | - |
| 漁具及び漁労装置 | 15.17 | 4.67 | 70.92 | 3.83 | 58.08 | - |
| 一定重量 | 18.00 | 4.59 | 82.64 | 3.52 | 63.28 | - |
| 食料 | 0.03 | 4.20 | 0.13 | 2.55 | 0.08 | - |
| 燃料 | 7.05 | 3.16 | 22.23 | 1.22 | 8.58 | 3.59 |
| 清水 | 0.31 | 10.26 | 3.18 | 1.29 | 0.40 | 0.09 |
| 魚/氷(第一魚倉(中)) | 5.94 | -5.52 | -32.79 | 1.34 | 7.96 | 0.06 |
| 載荷重量(Dead weight) | 31.33 | 2.41 | 75.40 | 2.56 | 80.30 | 3.74 |
| 合計 | 94.34 | 1.51 | 142.82 | 1.89 | 178.60 | 3.74 |

(船尾側)

(2) 復原力計算

本船の出港時(9月12日)及び本事故発生時(9月17日)における復原力(GZ)曲線、海水流入角 ϕ_f 、復原力喪失角 ϕ_v は、図11のとおりで

あった。

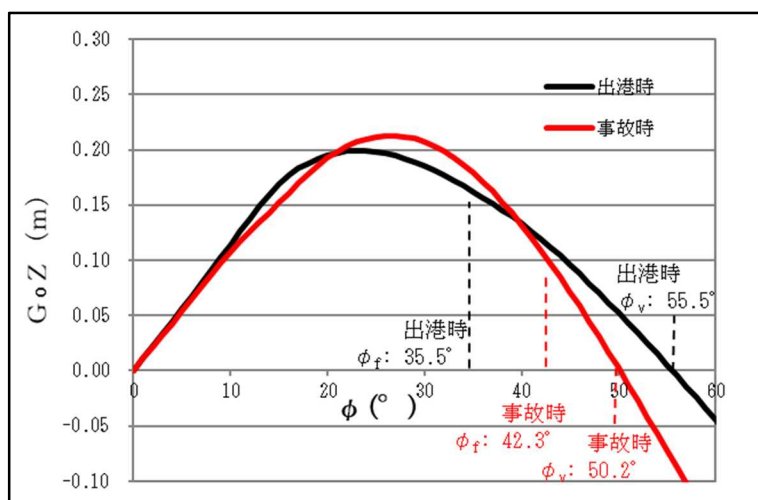


図 1 1 G Z 曲線と海水流入角

本計算結果には傾斜による姿勢変化及び自由水影響が考慮されており、ここでの海水流入点は船体中央部のブルワーク^{*16}頂部とし、座標については、表 8 のとおりであった。

表 8 海水流入位置（船体中央部のブルワーク頂部）の座標

| Flooding Point | |
|----------------|--------|
| from C. L. | 2.60 m |
| above B. L. | 3.66 m |
| from A. P. | 9.20 m |

また、出港時及び本事故発生時における排水量、喫水（ d_a ：船尾、 d_f ：船首、 d_m ：平均）、重心位置（ $L C G$ ：前後、 $K G$ ：上下）及びメタセンタ高さ（ $G M$ ）をまとめたものは、表 9 のとおりであった。

^{*16} 「ブルワーク」とは、暴露甲板の舷側に沿って設けられた波よけの側壁をいう。

表9 出港時と本事故発生時における排水量、喫水、重心位置
及びメタセンタ高さ

| Item | unit | 出港時 | 事故発生時 |
|------------------|------|-----------|-----------|
| 排水量 | t | 123.62 | 94.34 |
| 喫水da | m | 1.725 | 1.679 |
| 喫水df | m | 1.629 | 1.011 |
| 喫水dm | m | 1.677 | 1.345 |
| trim | m | 0.096 船尾沈 | 0.668 船尾沈 |
| L C G | m | 0.531 船尾側 | 1.514 船尾側 |
| K G | m | 1.705 | 1.893 |
| G M | m | 0.640 | 0.665 |
| G G ₀ | m | 0.000 | 0.040 |
| G ₀ M | m | 0.640 | 0.625 |

これらのことから、本事故発生時の状態では、横傾斜角42.3度で船体中央部のブルワーク頂部が没水し、また、本事故発生時における各種タンクの自由水影響（見かけの重心上昇GG₀）を考慮したメタセンタ高さ（G₀M）は0.625mであり、出港時（0.640m）と比べて0.015m小さくなっていました。

2.9.2 本事故発生時における風波の影響の推定

気象庁の回答書に基づき推定した本事故発生海域の気象状況及び波浪状況をもとに、本船の風による横傾斜及び波による横揺れ状況を推定した。

なお、ここでは本事故発生時刻を本船のVMS位置情報（最後の受信日時）から、9月17日07時20分と仮定した。

また、同日06時20分の本船の位置（北緯42°49′43.20″ 東経153°15′31.20″）と本事故発生時刻の本船の位置（北緯42°50′36.00″ 東経153°06′12.00″）との差分から、本事故発生時における本船の速力を6.9kn、針路を277.4°（真方位、以下同じ。）と推定した。

(1) 風による横傾斜角の推定

本事故発生海域における本事故発生当日03時及び09時の気象状況から、本事故発生時における風速及び風向を推定した結果は、表10のとおりであった。

なお、風速及び風向は、それぞれの最大値及び最小値の平均を括弧中に示している。

表 1 0 本事故発生時における風速及び風向の推定結果

| 日時（日本標準時） | 風速 | 風向 |
|-----------------|--------------------------|-----------------------|
| 令和元年9月17日03時 | 8～15m/s (平均：11.5m/s) | 東南東～南西 (平均：168.8°) |
| 令和元年9月17日09時 | 11～16m/s (平均：13.5m/s) | 南～西 (平均：225.0°) |
| 令和元年9月17日07時20分 | 12.9m/s | 209.4° |

これらを本事故発生当日の03時及び09時の代表値として、07時20分の風速及び風向を内挿し、本事故発生時における風速及び風向をそれぞれ12.9m/s（25.2kn）、209.4°と推定した。

これらのことから、本船の速力（6.9kn）及び針路（277.4°）から、相対風速及び相対風向は、それぞれ14.6m/s（28.4kn）、305.0°となり、本船は左舷側が風上となる斜め向かい風を受けていた。

また、風による傾斜モーメント及び横傾斜角を推定した結果は、表11のとおりであり、それぞれ3.97tf・m、3.9°となった。

表 1 1 風による傾斜モーメントと横傾斜角の推定結果

| | | | |
|---------------|--------|----------|-------|
| U_A | [kn] | 相対風速 | 28.4 |
| Ψ_A | [°] | 相対風向 | 305.0 |
| K_A | [tf・m] | 傾斜モーメント | 3.97 |
| Φ_{wind} | [°] | 風による横傾斜角 | 3.9 |

風による横傾斜の推定結果と本事故発生時における本船の復原力曲線（図11）を比較すれば、本事故発生時の状況では、風による横傾斜だけで本船が転覆に至る状況に陥ることはない。

(2) 波による横揺れ角の統計予測

本事故発生時における風浪及びうねりについて、それぞれ波向、有義波周期、有義波高を推定した結果は、表12及び表13のとおりであった。

なお、表12及び表13には、表10と同様に、それぞれの最大値と最小値の平均を括弧中に示している。

表 1 2 波浪状況の推定結果（風浪）

| 日時（日本標準時） | 波向 | 周期 | 波高 |
|-----------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| 令和元年9月17日03時 | 東南東～南西 (平均：168.8°) | 6～8s (平均：7.0s) | 3前後 (平均：3.0m) |
| 令和元年9月17日09時 | 南～西 (平均：225.0°) | 7～9s (平均：8.0s) | 3～4 (平均：3.5m) |
| 令和元年9月17日07時20分 | 209.4° | 7.7s | 3.4m |

表 1 3 波浪状況の推定結果（うねり）

| 日時（日本標準時） | 波向 | 周期 | 波高 |
|-----------------|------------------------|--------------------|------------------|
| 令和元年9月17日03時 | 南南西～西南西 (平均：225.0°) | 7～9s (平均：8.0s) | 2前後 (平均：2.0m) |
| 令和元年9月17日09時 | 南南東～南南西 (平均：180.0°) | 8～10s (平均：9.0s) | 2～3 (平均：2.5m) |
| 令和元年9月17日07時20分 | 192.5° | 8.7s | 2.4m |

これらを本事故発生当日の03時及び09時の波浪状況の代表値として、本事故発生時の波浪状況をそれぞれ内挿し、本船の針路の推定値が277.4°であることから、正船尾を0°として、風浪の出会い波向は112.0°、うねりの出会い波向は95.1°と推定される。

これらのことから、本船は、本事故発生時、左舷側からほぼ横波を受けていた。

本推定の波浪状況をもとに、標準的な波浪スペクトル形状を仮定すれば、船体動揺の短期予測手法^{*17}により、本事故発生時における本船の横揺れ状況を推定することができ、波による横揺れ角の統計予測を行った結果は、表14のとおりであった。

表 1 4 横揺れ短期予測計算結果（本事故発生時の状態）

| | [°] |
|-------------|------|
| 平均値 | 8.7 |
| 1/3最大平均値 | 13.9 |
| 1/10最大平均値 | 17.7 |
| 1/100最大期待値 | 22.4 |
| 1/200最大期待値 | 23.8 |
| 1/1000最大期待値 | 26.9 |

*17 福田淳一：船体応答の統計予測、耐航性に関するシンポジウムテキスト、日本造船学会、1969.

表14は、本船が、速力6.9kn、針路277.4°で、本事故発生時の波浪状況（表12及び表13）下、航行した場合の横揺れ統計値の予測結果を示しており、本事故発生時、本船の横揺れは、1/3最大平均値（有義値）で13.9°と予測される。

また、船舶復原性規則の所謂C係数^{*18}基準と同様の出会い波200波に1波の最大横揺れに対応する1/200最大期待値の横揺れは、23.8°、1/1000最大期待値の横揺れは、26.9°となり、本事故発生時の本船の復原力曲線（図11）と比較すれば、1/1000最大期待値の横揺れが発生したとしても、横揺れ単独で本船が転覆するような状況に陥ることはない。

2.9.3 転覆に至るメカニズムの検討

2.9.1(2)に記載した本船の事故発生時における復原性能並びに2.9.2に記載した本事故発生海域における風による横傾斜及び波による横揺れ状況をもとに、本船が転覆に至るメカニズムの検討を行った。

また、再発防止策に関する検討として、本事故発生時の状態で魚倉に漲水した場合及び甲板上に打込み滞留水がある場合の復原性能を調査するとともに、安全性を確保する運用方法（操船方法）について検討を加えた。

(1) 本事故発生状況の想定

本事故発生時の復原性等について、具体的な数値をあてはめて転覆メカニズムの検討を行った。

その際、2.9.2に記載したように、本事故発生海域における風による横傾斜や波による横揺れ状況から、本船が風や波だけにより直ちに転覆するような状況に陥ることはないと考えられるので、船舶復原性規則の所謂C係数基準と同様に、本船が左舷側（風上側）に最大限横揺れした時点で突風が吹き、風による傾斜モーメントが急激に増大（定常風の場合の1.5倍）したと想定して、エネルギーバランスの考え方で、風下側（右舷側）への最大傾斜角等を推定することで、転覆に至るメカニズムの検討を行うこととした。

(2) エネルギーバランスの計算

本事故発生時の波浪状況における短期予測計算で横揺れ角（ ϕ_w ）が1/3最大平均値に対応する13.9°、1/10最大平均値に対応する17.7°、1/100最大期待値に対応する22.4°、1/200最大期

^{*18} 「C係数」とは、船を傾斜させる風、波等の外力による仕事aと船の動復原力bの比（b/a）を表す係数をいい、C係数が1未満の場合、船は転覆する。

待値に対応する 23.8° 、 $1/1000$ 最大期待値に対応する 26.9° について行った。

また、定常風による横傾斜角は 3.9° 、突風による横傾斜角は 5.8° とし、上記5ケースとも同一の値を使用した。

エネルギーバランスの結果は、表15のとおりであり、 ϕ_0 は定常風による横傾斜角、 ϕ_a は左舷側への最大横傾斜角、 ϕ_1 は突風による横傾斜角、 ϕ_b は船体中央部のブルワーク頂部の没水角、 a は傾斜方向のエネルギー、 b は動復原力、 c は船舶復原性規則のC係数に対応する動復原力と傾斜エネルギーの比、 ϕ_θ は計算式を満たす右舷側への最大横傾斜角を示している。

表15 エネルギーバランス計算結果（本事故発生時状態）

| 横揺れ予測値 | ϕ_w | ϕ_0 | ϕ_a | ϕ_1 | ϕ_b | a | b | c | ϕ_θ |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|------|------|------|---------------|
| 1/3最大平均値 | 13.9 | 3.9 | -10.0 | 5.8 | 42.3 | 1.35 | 3.69 | 2.72 | 22.7 |
| 1/10最大平均値 | 17.7 | | -13.8 | | | 2.06 | | 1.78 | 27.5 |
| 1/100最大期待値 | 22.4 | | -18.5 | | | 3.12 | | 1.18 | 35.3 |
| 1/200最大期待値 | 23.8 | | -19.9 | | | 3.48 | | 1.06 | 39.0 |
| 1/1000最大期待値 | 26.9 | | -23.0 | | | 4.29 | | 0.86 | - |

本事故発生時の波浪状況では、 $1/200$ 最大期待値に対応する横揺れ (23.8°) が生じた場合でも、船体中央部のブルワーク頂部の没水角までの動復原力と傾斜エネルギーの比 c は 1.06 であり、ブルワーク頂部は没水しない。

ただし、右舷側への最大横傾斜角 ϕ_θ は 39.0° となり、復原力の最大値が生じる横傾斜角 (約 27°) を超えるまで傾斜する。

一方、 $1/1000$ 最大期待値に対応する横揺れ (26.9°) が生じた場合、動復原力と傾斜エネルギーの比 c は 0.86 (動復原力を突風の影響を考慮した復原性範囲の上限 (45.6°) まで取った場合: 0.88) となり、左舷側 (風上側) に最大限横揺れした時点で突風が吹き、風による傾斜モーメントが急激に増大した場合、一気に転覆に至る。

(3) 再発防止策の検討

2.5.3(4)イに記載したように、本船は、船体を安定させる目的で、空の魚倉に海水を漲水した可能性がある。

魚倉に漲水すると喫水が深くなり、荒天時には甲板上への海水の打込み頻度が多くなり、甲板上に打込み滞留水が生じることが危惧されるが、2.1.3に記載したように、本事故当時、本船は、僚船との電話連絡で、「波をもらって船を回している」などと応答しているので、本検討においては、まず、

本事故発生時の状態で魚倉に漲水した場合の復原性能を計算し、次に、漲水しない場合の復原性能と比較して安全性の確保策としての有効性を検討し、次に、本事故発生時の状態で、甲板上に滞留水が発生した場合の復原性能への影響を調べ、最後に、事故再発防止のための運用方法（操船方法）について検討を加えた。

ア 本事故発生時の状態で魚倉に漲水した場合の復原性能

本事故当時、本船が積載していた燃料油を使い切ったと想定する魚倉に、海水をバラスト水として漲水した場合の重量重心の計算及び復原性の計算を実施した。

漲水した場合を想定する魚倉は、図12のとおりであり、魚倉6箇所（第1魚倉～第3魚倉（左）、（右））全てに海水を漲水した場合、魚倉4箇所（第1魚倉及び第2魚倉（左）、（右））に海水を漲水した場合及び魚倉2箇所（第1魚倉（左）、（右））に海水を漲水した場合の、3つの状態について計算を行い、各魚倉には満水状態で海水を入れたものとした。

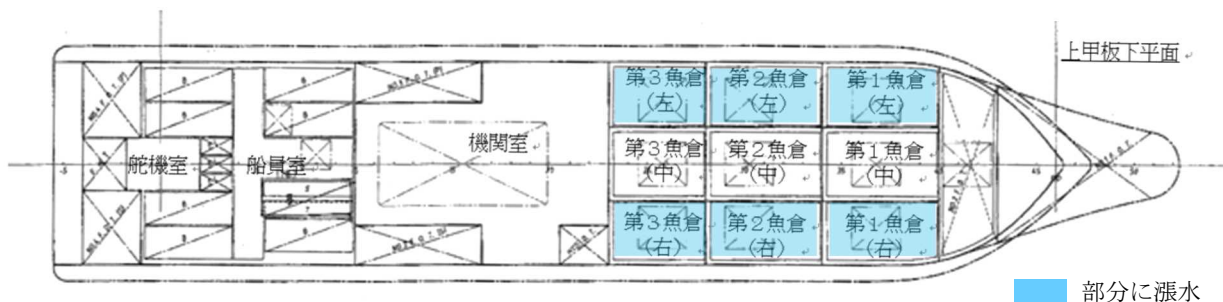


図12 漲水を想定した魚倉

魚倉に漲水した海水（バラスト水）の重量重心の状況は、表16のとおりであった。

表16 魚倉に漲水したバラスト水の重量重心の状況

| 漲水を想定した魚倉 | 重量 Weight [t] | 船体中央から 重心までの距離 L. C. G. [m] | Moment [tm] | 基線から重心 までの高さ K. G. [m] | Moment [tm] | 自由水影響 I*ρ' [tm] |
|---------------|------------------|-----------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|--------------------|
| 第1～第3魚倉(左)(右) | 30.55 | -3.30 | -100.76 | 1.30 | 39.74 | 0.00 |
| 第1、第2魚倉(左)(右) | 21.24 | -4.31 | -91.64 | 1.35 | 28.57 | 0.00 |
| 第1魚倉(左)(右) | 10.66 | -5.52 | -58.84 | 1.42 | 15.14 | 0.00 |

(船尾側)

魚倉に海水を漲水した場合の船体全体の重量重心の計算結果は、表17

のとおりであり、魚倉への漲水がない本事故発生時の状態も併せて示している。

本船の場合、本事故発生時の状態では、表 1 7 に示したように船体中央より前方に配置された魚倉に漲水することで、船体全体の重心高さが下がり、重心の前後位置は船首側に移動する。

例えば、第 1 魚倉及び第 2 魚倉（左）、（右）に漲水した場合、バラスト水の重量は 2 1. 2 4 t であり、本事故発生時（魚倉漲水なし）の排水量 9 4. 3 4 t の約 1 3 % にも達し、船体全体の重心高さ（K G）は 0. 1 0 m 下がり 1. 7 9 m となり、重心の前後位置（L C G：船尾側正）は 0. 4 4 m と 1. 0 7 m 船首方に移動する。

表 1 7 魚倉に漲水した場合の重量重心の計算結果

| 漲水を想定した魚倉 | 排水量 Weight [t] | 船体中央から 重心までの距離 | | 基線から重心 までの高さ | | 自由水影響 I*ρ' [tm] |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------|-----------------|-------------|--------------------|
| | | L. C. G. [m] | Moment [tm] | K. G. [m] | Moment [tm] | |
| 第 1 ～ 第 3 魚倉 (左) (右) | 124. 89 | 0. 34 | 42. 07 | 1. 75 | 218. 34 | 3. 74 |
| 第 1、第 2 魚倉 (左) (右) | 115. 58 | 0. 44 | 51. 19 | 1. 79 | 207. 17 | 3. 74 |
| 第 1 魚倉 (左) (右) | 105. 00 | 0. 80 | 83. 98 | 1. 85 | 193. 73 | 3. 74 |
| なし（事故発生時） | 94. 34 | 1. 51 | 142. 82 | 1. 89 | 178. 60 | 3. 74 |

(船尾側)

また、魚倉に海水を漲水した場合の復原力曲線は、図 1 3 のとおりであり、魚倉に漲水した場合の喫水（da：船尾、df：船首、dm：平均）、メタセンタ高さ（GM）、海水流入点を船体中央部のブルワーク頂部とした場合の海水流入角（φ_f）及び復原力消失角（φ_v）の状況は、表 1 8 のとおりであった。

図 1 3 及び表 1 8 には、本事故発生時（魚倉漲水なし）の復原力曲線、喫水、メタセンタ高さ等も併せて示している。

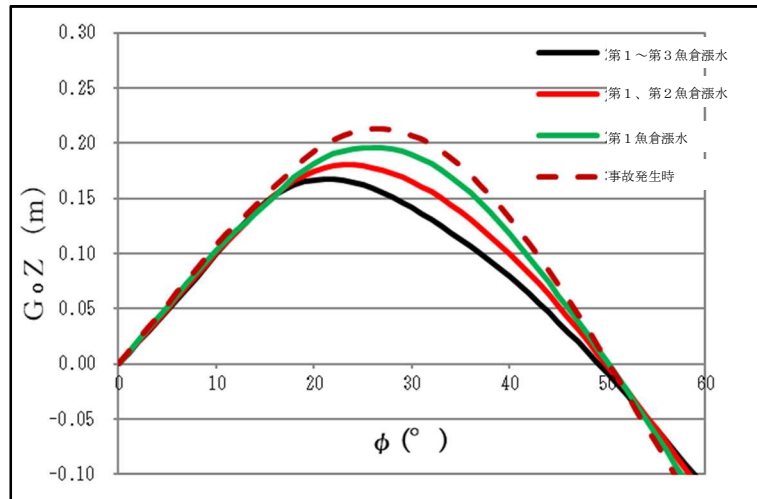


図 1.3 魚倉に漲水した場合の復原力曲線

表 1.8 魚倉に漲水した場合の喫水、メタセンタ高さ、海水流入角及び復原力消失角の状況

| Item | unit | 第1～第3魚倉 (左)(右)漲水 | 第1、第2魚倉 (左)(右)漲水 | 第1魚倉 (左)(右)漲水 | 事故発生時 (魚倉漲水なし) |
|------------------|------|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| 喫水da | m | 1.680 | 1.632 | 1.627 | 1.679 |
| 喫水df | m | 1.719 | 1.563 | 1.325 | 1.011 |
| 喫水dm | m | 1.700 | 1.597 | 1.476 | 1.345 |
| trim | m | -0.039 船首沈 | 0.069 船尾沈 | 0.302 船尾沈 | 0.668 船尾沈 |
| GM | m | 0.581 | 0.598 | 0.635 | 0.665 |
| GG ₀ | m | 0.030 | 0.032 | 0.036 | 0.040 |
| G ₀ M | m | 0.551 | 0.566 | 0.599 | 0.625 |
| ϕ_f | ° | 35.14 | 39.88 | 40.40 | 42.34 |
| ϕ_v | ° | 49.15 | 49.86 | 50.15 | 50.17 |

図 1.3 及び表 1.8 から、本事故発生時の状態で魚倉に漲水すると、メタセンタ高さが減少するとともに、復原力消失角や海水流入角も小さくなること分かる。

例えば、第 1 魚倉～第 2 魚倉（左）、（右）に漲水した場合、本事故発生時に比べ、自由水影響を考慮したメタセンタ高さ G_0M は約 0.06 m 低下して 0.566 m となり、船体中央部のブルワーク頂部からの海水流入角 ϕ_f も約 2.5° 小さくなり、約 39.9° となる。

ただし、魚倉に漲水した場合の復原性能への影響は、船型や魚倉の大きさ、配置、漲水前の船体状態（排水量、重心位置）により、図 1.3 及び表 1.8 に示した本船の本事故発生時の状態とは異なることが予想されるので、帰港中の安全性確保のため、空の魚倉に海水を漲水することについては、

想定される帰港時の状態に対し、船型や魚倉の大きさ、配置等を考慮してその有効性について事前に十分な検討を行う必要がある。

イ 甲板上滞留水による復原性への影響

上記アから、甲板上に打込み滞留水が生じると、自由水影響により復原性能が低下する。

そこで、本船事故発生時の状態で、船首部の甲板上に重量1～3 tの打込み水が滞留した場合を想定し、復原性能に及ぼす影響を調べた。

打込み水の滞留を想定した船首部の上甲板は、長さ9.60 m、幅4.76 mの矩形で近似し、本事故発生時の状態のトリム（船尾トリム0.668 m（表9））に応じて打込み水が滞留するとして、想定した滞留水の重量に対応する滞留水量から滞留範囲を求めた。

船首部の甲板上の滞留水の重量重心は、表19のとおりであり、想定した重量では、打込み水は、船首部の上甲板の全面に広がることなく後部に滞留するので、表中の自由水影響は、滞留範囲を自由表面とした2次モーメントから算定した。

表19 想定した船首部の甲板上の滞留水の重量重心

| 重量 | 体積 | 船体中央から 重心までの距離 | 基線から重心 までの高さ | 自由水影響 | | |
|-----------|-------------------------|-------------------|-----------------|-----------|------------|-----------|
| Weight[t] | Volume[m ³] | L. C. G. [m] | Moment[tm] | K. G. [m] | Moment[tm] | I*ρ' [tm] |
| 1.00 | 0.98 | 0.18 | 0.18 | 2.55 | 2.55 | 30.95 |
| 2.00 | 1.95 | -0.28 | -0.57 | 2.58 | 5.16 | 43.76 |
| 3.00 | 2.93 | -0.64 | -1.92 | 2.61 | 7.82 | 53.60 |

(船尾側)

船首部の甲板上に滞留水が発生した場合における船体全体の重量重心計算結果は、表20のとおりであり、甲板上の滞留水がない本事故発生時の状態も併せて示している。

表20 甲板上滞留水が発生した場合の重量重心計算結果

| 想定した甲板上 滞留水重量[t] | 排水量 | 船体中央から 重心までの距離 | 基線から重心 までの高さ | 自由水影響 | | |
|---------------------|-----------|-------------------|-----------------|-----------|------------|-----------|
| Weight[t] | Weight[t] | L. C. G. [m] | Moment[tm] | K. G. [m] | Moment[tm] | I*ρ' [tm] |
| 1.00 | 95.34 | 1.50 | 143.00 | 1.90 | 181.14 | 34.68 |
| 2.00 | 96.34 | 1.48 | 142.25 | 1.91 | 183.76 | 47.50 |
| 3.00 | 97.34 | 1.45 | 140.90 | 1.92 | 186.42 | 57.33 |
| 0(事故発生時) | 94.34 | 1.51 | 142.82 | 1.89 | 178.60 | 3.74 |

(船尾側)

本事故発生時（甲板上の滞留水なし）の復原力曲線及び船首部の甲板上に滞留水が発生した場合の復原力曲線は、図 1 4 のとおりであり、また、船首部の甲板上に滞留水が発生した場合の喫水（da：船尾、df：船首、dm：平均）、メタセンタ高さ（GM）は、表 2 1 のとおりであった。なお、表 2 1 は、甲板上滞留水の自由水影響を見かけの重心上昇（ $G G_0$ ）として取り扱った。

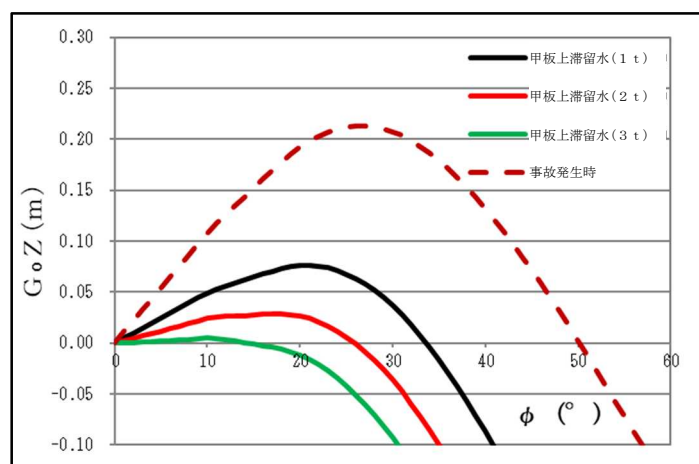


図 1 4 甲板上滞留水が発生した場合の復原力曲線

表 2 1 甲板上滞留水が発生した場合の喫水、メタセンタ高さ

| Item | unit | 甲板上滞留水 1 t | 甲板上滞留水 2 t | 甲板上滞留水 3 t | 事故発生時 |
|---------|------|------------|------------|------------|-----------|
| 喫水da | m | 1.687 | 1.693 | 1.698 | 1.679 |
| 喫水df | m | 1.024 | 1.039 | 1.057 | 1.011 |
| 喫水dm | m | 1.355 | 1.366 | 1.377 | 1.345 |
| trim | m | 0.663 船尾沈 | 0.654 船尾沈 | 0.641 船尾沈 | 0.668 船尾沈 |
| GM | m | 0.645 | 0.626 | 0.606 | 0.665 |
| $G G_0$ | m | 0.364 | 0.493 | 0.589 | 0.040 |
| G_0M | m | 0.281 | 0.133 | 0.017 | 0.625 |

図 1 4 及び表 2 1 から、本事故発生時の状態で船首部の甲板上に打込み水が滞留すると、自由水影響を考慮したメタセンタ高さ（ G_0M ）が大幅に低下することが分かる。

滞留水重量が 3 t の場合には、 G_0M が 0.017 m とほぼゼロとなり、直立状態が不安定となる状態に近づく。

なお、甲板上の滞留水は、横傾斜が大きくなると、ブルワーク頂部から舷外に流出することが想定され、その場合、当該横傾斜角以降の復原力曲線は、甲板上滞留水を想定しない本事故発生時の復原力曲線に一致するの

で、実際には、甲板上滞留水が発生した場合の大傾斜時の復原力（ G_0Z ）は、図14に示したほど低下しない。

しかしながら、甲板上滞留水が発生した場合には、 G_0M で表される初期復原力は確実に減少するため、安全性を確保するためには、甲板上への海水の打込みが発生しないよう、運用方法（操船方法）に留意するとともに、打込みが発生しても海水が滞留しないよう、放水口の機能を保持するための整備を行う必要がある。

ウ 操船（針路の変更）による事故防止

上記アから、本船は、本事故発生時の状態では、空の魚倉への漲水を行っても復原性能が向上せず、安全性確保が難しい。

一方、本船は、本事故発生時に左舷側から横波を受ける状態であったと推定されるので、針路を変更することで波の影響を小さくすることも安全性を確保する運用方法として想定される。

そこで、本船の速力を本事故発生時と同じ6.9knとしたまま、針路を本事故発生時の想定（ 277.4° ）から30度南側に変更した場合の針路について、上記(2)と同様のエネルギーバランス計算を行い、操船による安全性確保の有効性を検証した。

なお、針路を変更すると、相対風速、相対風向が変化し、風による横傾斜角も変化するが、ここでは、風による横傾斜角は事故発生時と同一（ 3.9° ）として、針路変更に伴う波による横揺れ角の変化のみ考慮し、エネルギーバランス計算を行った。

針路を30度南側に変更して 247.4° とした場合、本事故発生海域における風浪の出会い波向は 142.0° 、うねりの出会い波向は 125.1° となり、針路を 247.4° とした場合の風浪及びうねりに対する横揺れの短期予測を行った結果は、表22のとおりであった。

表22 横揺れ短期予測計算結果（針路変更 30° ）

| | [°] |
|-------------|------|
| 平均 | 7.8 |
| 1/3最大平均 | 12.4 |
| 1/10最大平均 | 15.8 |
| 1/100最大期待値 | 20.0 |
| 1/200最大期待値 | 21.3 |
| 1/1000最大期待値 | 24.0 |

横揺れ統計値の予測結果は、本事故発生時の想定針路の場合の9割程度

となるので、1/1000最大期待値の横揺れ（24.0°）は、本事故発生時の1/200最大期待値の横揺れ（23.8°）とほぼ同じ大きさになる。

本事故発生時の想定から、針路を30°南側に変更（針路247.4°）した場合について、上記(2)と同様のエネルギーバランス計算を行った結果は、表23のとおりであった。

表23 エネルギーバランス計算結果（針路変更：30°）

| 横揺れ予測値 | ϕ_w | ϕ_0 | ϕ_a | ϕ_1 | ϕ_b | a | b | c | ϕ_θ |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|------|------|------|---------------|
| 1/3最大平均値 | 12.4 | 3.9 | 8.5 | 5.8 | 42.3 | 1.11 | 3.69 | 3.30 | 21.0 |
| 1/10最大平均値 | 15.8 | | 11.9 | | | 1.70 | | 2.17 | 25.1 |
| 1/100最大期待値 | 20.0 | | 16.1 | | | 2.56 | | 1.44 | 31.0 |
| 1/200最大期待値 | 21.3 | | 17.4 | | | 2.86 | | 1.29 | 33.2 |
| 1/1000最大期待値 | 24.0 | | 20.1 | | | 3.54 | | 1.04 | 39.7 |

針路を247.4°とした場合、1/1000最大期待値の横揺れ（24.0°）が生じた場合でも、船体中央部のブルワーク頂部の没水角までの動復原力と傾斜エネルギーの比cは1.04で、左舷側（風上側）に最大限横揺れした時点で突風が吹き、風による傾斜モーメントが急激に増大した場合でも、ブルワーク頂部は没水しない。

また、本事故発生時の想定針路の場合の計算結果（表15）と比較すると、いずれの横揺れ短期予測に対しても、動復原力と傾斜エネルギーの比cが大きくなるとともに、右舷側への最大横傾斜角 ϕ_θ が小さくなっており、本事故発生時の状態から針路を変更することにより安全性が向上することが分かる。

なお、針路を247.4°とした場合、相対風速及び相対風向は、それぞれ15.9m/s（30.9kn）、329.9°となり、風による横傾斜角は2.4°と、本事故発生時の想定針路の場合に比べて小さくなるので、針路変更に伴う横傾斜角の変化も考慮すると、表23に示した動復原力と傾斜エネルギーの比cはより大きくなり、針路変更に伴う安全性確保の有効性はより高く評価される。

（別添1 漁船転覆事故に係る解析調査報告書 参照）

2.10 捜索、救助及び本船のえい航作業等に関する情報

2.10.1 海上保安庁等による捜索活動

海上保安庁の回答書によれば、次のとおりであった。

(1) 海上保安庁の通報受理後の船艇、航空機等の発動などの対応状況

海上保安庁は、通報受理後、直ちに船艇、航空機、特殊救難隊に発動を指示するとともに、海上自衛隊に対し捜索に係る災害派遣要請を実施した。以後、本船の船名表示を確認するまでの間の対応状況は、次のとおりであった。

ア 17日14時40分ごろ

航空機が、北緯42°51.9′ 東経153°11.9′ 付近にて、転覆した船体を発見した。

イ 17日14時40分ごろ～17時00分ごろまで及び21時10分ごろ以降

航空機（海上自衛隊航空機を含む）により、本船の周辺海域を捜索した。

ウ 18日09時45分ごろ

巡視船が、現場海域に到着して状況調査を開始した。

エ 18日10時35分ごろ

巡視船が、本船の船名表示を確認した。

(写真1 転覆の状況(1)、写真2 転覆の状況(2) 参照)

(2) レスキューブイによる位置情報の把握状況等

海上保安庁は、9月21日日没時をもって専従捜索を終了し、21日17時30分ごろからレスキューブイにより位置情報を把握することとし、同時点における位置情報は、北緯42°21.7′ 東経155°09.5′ であった。

海上保安庁は、船舶所有者が手配するサルベージ業者による本船のえい航を可能とする目的で、レスキューブイを設置し、位置情報を提供することとした。

レスキューブイの最終位置情報は、10月8日17時30分ごろの情報であり、北緯42°51.4′ 東経156°27.6′ であった。

また、レスキューブイの位置情報が途絶したことについては、断定はできないものの、バッテリー切れの可能性が高いとのことであった。

(3) 海上保安庁等の巡視船艇、航空機等の出動勢力

海上保安庁等は、本事故発生当日から21日までの5日間、巡視船艇延べ17隻、航空機延べ17機（海上自衛隊航空機を含む）を出動させた。

2.10.2 僚船による捜索活動

漁業無線局担当者の口述及び海上保安庁の広報資料によれば、次のとおりであった。

(1) 17日15時35分ごろ（僚船Cからの無線連絡）

漁業無線局は、僚船Cから、僚船Cは現在帰港中であり、荒天となるものの注意しながら本船の現場付近を航行する旨の無線連絡を受けた。

- (2) 18日04時28分ごろ（他の僚船からの無線連絡）

漁業無線局は、他の僚船（以下「僚船J」という。）から、僚船C及び僚船Jは現場で本船の捜索中である旨の無線連絡を受けた。

- (3) 18日08時30分ごろ

僚船Jは、本事故発生場所付近海域において、救命いかだを発見して引き揚げたが、救命いかだ内に人影は認められなかった。

（図15参照）



図15 救命いかだの状況

- (4) 18日15時12分ごろ（僚船C及び僚船Jからの無線連絡）

漁業無線局は、僚船Jから、僚船Jは本船の捜索を終え、沖出し中である旨無線連絡を受け、また、僚船Cから、僚船Cも本船の捜索を終え、帰港中である旨の無線連絡を受けた。

2.10.3 本船のえい航作業等の状況

サルベージ会社担当者の口述及び回答書によれば、次のとおりであった。

- (1) 本船のえい航作業等を実施するに至った経緯

サルベージ会社は、9月20日、本船の船舶所有者の代理である日本漁船保険組合の入札により決定され、救助及びえい航作業を実施することとなった。

- (2) 本船のえい航作業等実施状況

サルベージ会社の所有船（以下「サルベージ船」という。）及びクレーン船の動静は、表24のとおりであった。

表 2 4 サルベージ船等の動静

| 月日 | 時刻 (ごろ) | 作業等内容 |
|--------|---------|---|
| 9月21日 | | えい航準備 |
| 24日 | 18時00分 | 花咲港向けクレーン船のえい航を開始 |
| 28日 | 06時00分 | 花咲港口にてクレーン船を切り離し |
| | 10時30分 | サルベージ船が花咲港へ入港、着岸 |
| | 11時00分 | サルベージ船が花咲港を出港、現場に向ける |
| 9月30日 | 09時00分 | 現場到着 |
| | 10時00分 | 巡視船と会合し、レスキューブイを受け取る |
| | 13時00分 | 潜水作業を開始 (状況調査) |
| | 14時30分 | 荒天のため潜水作業を中止、現場待機 |
| 10月 1日 | 08時30分 | 潜水作業を開始 (状況調査、レスキューブイの設置、船体を浮かせる目的でエアを注入) |
| | 12時00分 | 荒天のため潜水作業を終了、気象・海象悪化のためえい航作業が不可能となる |
| | 13時00分 | 避難のため釧路市釧路港向け回航を開始 |
| 3日 | 12時00分 | 釧路港に入港 (補水、補油、食料積み込み) |
| 4日 | 07時00分 | 荒天のため離岸、釧路港内 (東区) にて投錨待機 |
| 5日 | 13時00分 | 揚錨 |
| | 14時40分 | 釧路港北ふ頭に着岸、荒天待機 |
| 6日 | 12時00分 | 現場向け釧路港を出港 |
| 7日 | 13時30分 | 捜索中止の連絡を受け反転、釧路港に向ける |
| 8日 | 11時45分 | 釧路港 (東港) に入港 |
| 9日 | | 釧路港にて荒天待機 |
| 11日 | 03時20分 | 時化により危険と判断したので、釧路港を出港、室蘭市室蘭港に向ける |
| | 21時15分 | 室蘭港外に到着、投錨 |
| 12日 | 06時30分 | 抜錨 |
| | 07時30分 | 室蘭港 (西1号ふ頭) に入港、クレーン船のえい航準備 |
| 13日 | | 室蘭港にて荒天待機 |
| 14日 | 10時00分 | 室蘭港を出港、花咲港に向ける |
| 15日 | 10時30分 | 花咲港外に到着 |
| | 10時35分 | えい航索の取付け作業を開始 |
| | 11時30分 | 作業終了、クレーン船のえい航を開始 |
| 18日 | 09時30分 | 宮城県石巻港外に到着、えい航索の切離し作業を開始 |
| | 10時00分 | 作業終了、クレーン船は石巻ドック向け航走を開始、サルベージ船は宮城県塩釜港向け回航 |
| | 12時30分 | 塩釜港 (貞山3号ふ頭) 着岸、給水 |

(3) レスキューブイ取付け後の本船の状況

レスキューブイ取付け後の本船の位置情報は、図16のとおりであった。

サルベージ会社は、10月1日08時30分ごろ、本船にレスキューブイを取り付ける作業を行い、レスキューブイからの信号が確認できなくなったのは、8日17時36分であった。

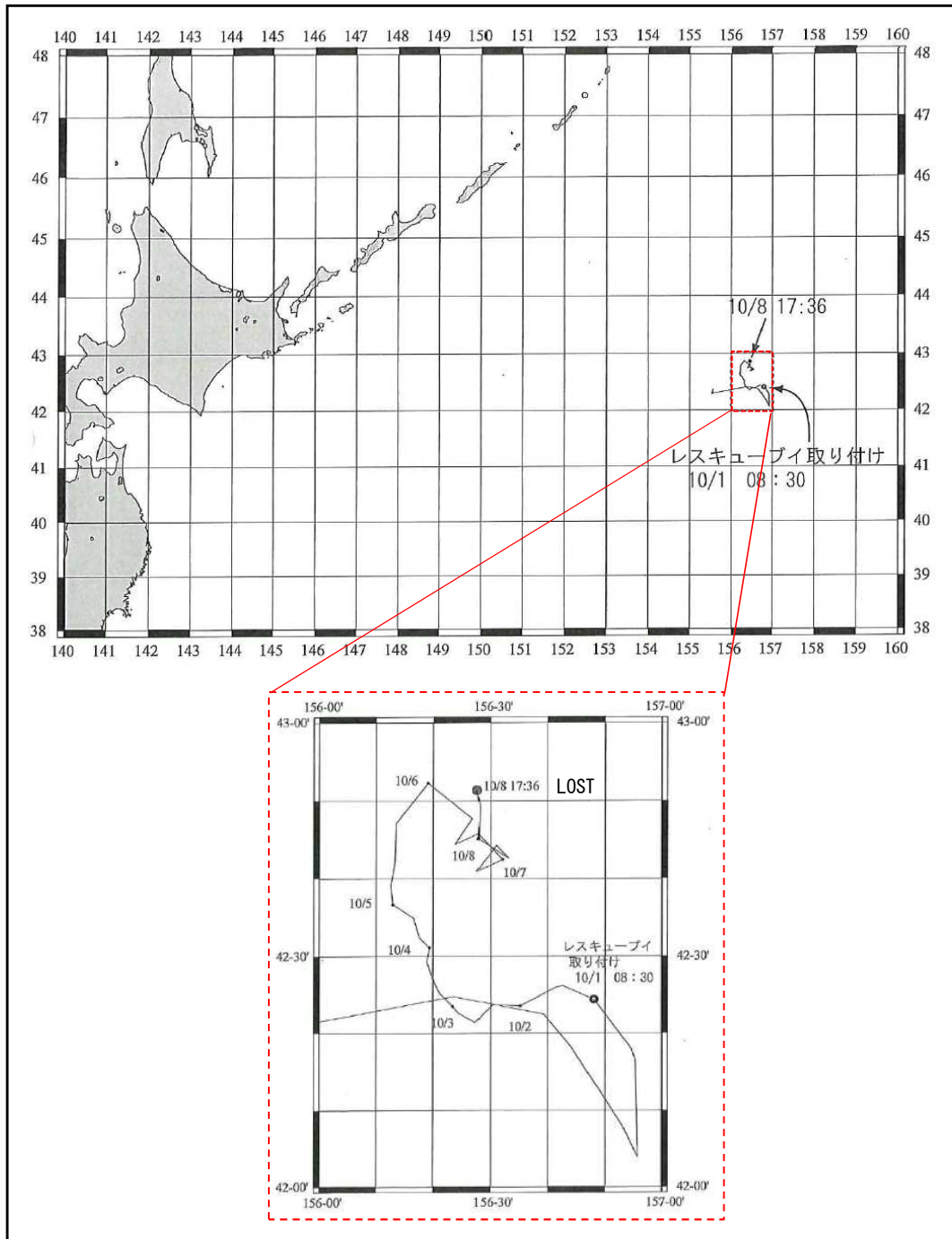


図16 レスキューブイ取付け後の本船の位置情報

(4) サルベージ会社が本船のえい航作業等を断念した状況

サルベージ船は、花咲港又は釧路港において、天候の回復を待ったものの、台風第18号から変わった温帯低気圧及び台風第19号の影響もあり、断続的に荒天が見込まれたので、関係各所が検討を行った結果、10月7日にえい航作業等を一時中断することとなった。

その後、レスキューブイは、10月8日17時36分を最後に信号が途絶え、消息不明となったので、改めて関係各所が検討を行った結果、えい航作業等の実施を断念することとなった。

(付図5 日々の天気図(令和元年9月及び10月) 参照)

3 分析

3.1 事故発生の状況

3.1.1 事故発生に至る経過

2.1から、次のとおりであった。

- (1) 本船は、9月12日09時24分ごろには花咲港に着岸しており、10時24分ごろには花咲港南東方沖約3Mを航行していることから、この間に、さんま棒受網漁を行う目的で、花咲港を出港したものと推定される。
- (2) 本船は、14日17時16分ごろ、根室市納沙布岬東方沖の本件漁場で操業を開始したものと考えられる。
- (3) 本船船長は、帰港中、17日04時00分ごろ、僚船船長Aと電話連絡を行い、僚船船長Aからの問い掛けに対し、主機の回転数を少し下げて走っていること、僚船Aのレーダー画面上の映像は本船のものではないこと、本船の位置は僚船Aの十数M後方であることなどを応答したものと考えられる。
- (4) 僚船船長Bは、突風が吹き波も高くなった状況下、これ以上の航行は危険と判断してその場で待機することとし、07時00分ごろ本船船長に対し電話連絡を行ったところ、本船船長が、波をもらって船を回していること、横波を受けてあか汲みをするなどことを応答したものと考えられる。
- (5) 僚船船長Bは、本船船長が、横波を受けた本船を立て直す対応に追われていると思い、一旦電話を切った後、07時30分ごろ再度連絡したところ、「電源が入っていない」との音声ガイダンスを聞いたものと考えられる。
- (6) 海上保安庁は、14時42分ごろ、北緯42°51.9′東経153°11.9′付近において、航空機が転覆した船体を発見したものと推定される。

- (7) 海上保安庁は、18日09時45分ごろ、巡視船が、本事故発生場所海域に到着して状況調査を開始し、10時35分ごろ転覆した船体に本船の船名表示を確認したものと推定される。

3.1.2 事故発生日時及び場所

2.1.1 から、17日07時20分ごろVMS位置情報が途絶えていることから、本事故の発生日時は、令和元年9月17日07時20分ごろであり、本事故の発生場所は、VMS位置情報が途絶えた日時における緯度経度の情報から、納沙布岬灯台から093°322M付近であったものと推定される。

3.1.3 死傷者等の状況

2.2、2.4及び3.1.1から、次のとおりであった。

- (1) 本船船長は、溺水死した。
- (2) 本船機関長及び甲板員A～Fは、次のことから、本事故発生時、本船内に打ち込んだ波を排出する作業を行おうとしていた又は作業を行っていて居室等から甲板上に出ていたことから、転覆時に海上に投げ出された可能性があると考えられるが、本事故により、本船船長が死亡しており、また、本船機関長及び甲板員全員が行方不明になっていることから、その状況を明らかにすることはできなかった。
 - ① 船内で発見されなかったこと。
 - ② 17日07時00分ごろ、本船船長は、僚船船長Bと電話連絡を行い、僚船船長Bに対し、波をもらって船を回していること、あかが来ること、横波を受けてあか汲みをするなどを応答したものと考えられること。

3.1.4 損傷の状況

2.1、2.3及び2.10から、本船の転覆時における損傷状況については、明らかにすることはできなかった。

3.2 事故要因の解析

3.2.1 乗組員の状況

(1) 本船船長

2.4(1)から、次のとおりであった。

本船船長は、適法で有効な海技免状を有していた。

本船船長の本船出港時の健康状態は良好であったものと考えられる。

また、本船船長は、約34年間の漁師歴を有しており、本船乗船前に、1

年間199トン型漁船の船長を、続いて1年間29トン型漁船の船長兼漁労長をしていたものと考えられる。

29トン型漁船の船長兼漁労長としての経験は、本船で2隻目であり、期間としては通算で2年目であったものと考えられる。

(2) その他の乗組員

2.4(2)から、次のとおりであったものと考えられる。

本船機関長は、約55年の漁師歴を有しており、海技免許取得後は、約39年機関士又は機関長として漁船に乗り組んでいた。

甲板員A～Fは、このうち3人が約24～59年の漁師歴を有するベテランの漁師であり、主に甲板員として漁船に乗り組んでいた。

本船機関長及び甲板員A～Fは、本船出港時の健康状態は良好であった。

3.2.2 船舶の状況

(1) 本船の開口部及び放水口の状況

2.5.2(1)及び2.6から、次のとおりであった。

本船は、甲板倉庫の扉、操舵室出入口の扉、機関室、船員室等出入口の扉、補機小屋左舷側の扉及び同小屋上部右舷側ハッチの5か所が、甲板上の開口部となっていたものと推定される。

また、本船の放水口は、船首部の甲板に片舷5か所ずつ、後部甲板に片舷2か所ずつ設置されていたものと推定される。

本船は、本事故当時、南方から発達中の低気圧の接近に伴い、海上が時化していたことから、荒天に備え、各開口部を閉じて航行していた可能性があると考えられるが、各開口部の開閉状況を明らかにすることはできなかった。

(2) 船舶検査の状況等

2.5.1、2.5.4及び2.5.6から、次のとおりであった。

ア 船体

本船は、平成11年3月に19トンの小型漁船として進水し、その後、平成15年5月に国による第1回定期検査（新規適用）を受検し、その後も定期的に国の検査を受検していた。

本船は、第1回定期検査（新規適用）受検の際、上甲板の嵩上げ、船側バルジの設置などの改造が行われており、29トンに増トンされたものと認められるが、本事故当時のさんま棒受網漁業の従業制限について承認された復原性資料を備えていたので、堪航性に問題はなかったものと考えられる。

また、2.1.8から、本船は、帰港中、本船船長が、船舶電話により、ふ

だんと変わらない感じで家族と会話を行っている状況から、16日17時ごろまでの航行中に異常はなかったものと考えられ、後記3.2.4に記載したとおり、その後、本事故発生時までにおける本船の針路及び速力の状況から、気象、海象の影響と考えられる減速が行われているものの、一定の航行を続けていることから、船体、機関等に不具合及び故障はなかったものと考えられる。

イ 本船の救命設備

本件EPIRB、本件救命いかだなどの救命設備は、メーカー等において定期的に整備がなされ、国による定期的な検査も受検しており、異常は認められなかったものと推定される。

本件救命いかだについては、本事故発生後、自動展張しているところを僚船に発見されていることから、正常に作動したものと認められる。

(本件EPIRBの状況に関する解析については、後記3.3.1(2)参照)

3.2.3 気象及び海象の状況

(1) 気象状況

2.6.1及び2.6.2から、次のとおりであったものと考えられる。

本事故当時、本事故発生海域付近には、海上強風警報が発表されており、発達中の低気圧が南方から接近していた。

天気は雨又は霧で、全天が雲で覆われており、風向及び風速の状況は、次のとおりであった。

ア 風向

17日3時の時点で東南東～南西（平均すると168.8°）、9時の時点で南～西（平均すると225.0°）であることから、07時20分の時点の風向をこれら平均から求めると、209.4°であった。

イ 風速

17日3時の時点で8～15m/s（平均すると11.5m/s）、9時の時点で11～16m/s（平均すると13.5m/s）であることから、07時20分の時点の風速をこれら平均から求めると、12.9m/sであった。

また、2.6.5から、時折、突風を伴っていた。

(2) 海象状況

2.6.3～2.6.6から、本事故当時、本事故発生海域付近の風浪状況及びうねりの状況は、次のとおりであったものと考えられる。

ア 風浪

波向は、17日3時の時点で東南東～南西（平均すると168.8°）、

9時の時点で南～西（平均すると 225.0° ）であることから、07時20分の時点の波向をこれら平均から求めると、 209.4° であった。

周期は、17日3時の時点で6～8 s（平均すると7.0 s）、9時の時点で7～9 s（平均すると8.0 s）であることから、07時20分の時点の周期をこれら平均から求めると、7.7 sであった。

波高は、17日3時の時点で3 m前後（平均すると3.0 m）、9時の時点で3～4 m（平均すると3.5 m）であることから、07時20分の時点の波高をこれら平均から求めると、3.4 mであった。

イ うねり

波向は、17日3時の時点で南南西～西南西（平均すると 225.0° ）、9時の時点で南南東～南南西（平均すると 180.0° ）であることから、07時20分の時点の波向をこれら平均から求めると、 192.5° であった。

周期は、17日3時の時点で7～9 s（平均すると8.0 s）、9時の時点で8～10 s（平均すると9.0 s）であることから、07時20分の時点の周期をこれら平均から求めると、8.7 sであった。

波高は、17日3時の時点で2 m前後（平均すると2.0 m）、9時の時点で2～3 m（平均すると2.5 m）であることから、07時20分の時点の波高をこれら平均から求めると、2.4 mであった。

(3) 大波の発生状況

2.6.6 から、同じような波の状態が続く場合、1,000波に1波は2倍近い高波が出現すること、また、確率としては小さいが、台風による時化が長引くほど「三角波」、「一発大波」などと呼ばれる巨大波が出現する危険性が増すとされていることから、本事故発生時、本事故発生海域において、南寄りの大波が発生していた可能性があると考えられる。

3.2.4 本船の針路及び速力の状況

2.1.1 から、16日00時06分ごろ～17日07時20分ごろまでの間の本船のVMS位置情報により、本船の針路及び速力は、表25のとおりであったものと推定される。

表 2 5 本船の針路及び速力の状況

| 日時 | 北緯(° -′ -″) | 東経(° -′ -″) | 針路(°) | 針路差(°) | 平均速力(kn) | 速力差(kn) |
|------------------|-------------|-------------|-------|--------|----------|---------|
| 2019-09-16 00:06 | 42-02-38.4 | 159-51-12.0 | | | | |
| 01:06 | 42-02-16.8 | 159-50-40.8 | 227.0 | 30.8 | 0.53 | 3.79 |
| 02:08 | 42-01-24.0 | 159-45-12.0 | 257.8 | 35.9 | 4.32 | 1.16 |
| 03:10 | 42-03-31.2 | 159-38-40.8 | 293.7 | -7.0 | 5.48 | 0.89 |
| 04:08 | 42-05-24.0 | 159-30-12.0 | 286.7 | -2.0 | 6.37 | 5.23 |
| 05:08 | 42-08-19.2 | 159-15-07.2 | 284.7 | -0.1 | 11.60 | -0.54 |
| 06:08 | 42-11-04.8 | 159-00-43.2 | 284.6 | 0.0 | 11.06 | 0.30 |
| 07:10 | 42-13-50.4 | 158-46-24.0 | 284.6 | -2.8 | 11.36 | -0.71 |
| 08:10 | 42-16-00.0 | 158-32-21.6 | 281.8 | -1.8 | 10.65 | 0.56 |
| 09:10 | 42-17-55.2 | 158-17-28.8 | 280.0 | 0.0 | 11.21 | 0.21 |
| 10:10 | 42-19-52.8 | 158-02-19.2 | 280.0 | 0.3 | 11.42 | -0.30 |
| 11:10 | 42-21-50.4 | 157-47-33.6 | 280.3 | -0.7 | 11.12 | 0.12 |
| 12:12 | 42-23-38.4 | 157-33-04.8 | 279.6 | -2.5 | 11.24 | -0.07 |
| 13:12 | 42-25-00.0 | 157-18-07.2 | 277.1 | 0.0 | 11.17 | 0.32 |
| 14:12 | 42-26-24.0 | 157-02-43.2 | 277.1 | -0.4 | 11.49 | 0.29 |
| 15:12 | 42-27-45.6 | 156-46-55.2 | 276.7 | -0.2 | 11.78 | 0.50 |
| 16:14 | 42-29-04.8 | 156-30-57.6 | 276.5 | 4.1 | 12.28 | -1.03 |
| 17:14 | 42-31-07.2 | 156-16-00.0 | 280.6 | 1.4 | 11.25 | 0.05 |
| 18:14 | 42-33-26.4 | 156-01-02.4 | 282.0 | 0.1 | 11.30 | -0.33 |
| 19:14 | 42-35-43.2 | 155-46-31.2 | 282.1 | 0.1 | 10.97 | 0.71 |
| 20:16 | 42-38-04.8 | 155-31-33.6 | 282.2 | -0.2 | 11.68 | -0.40 |
| 21:16 | 42-40-24.0 | 155-16-36.0 | 282.0 | -3.8 | 11.28 | -0.14 |
| 22:16 | 42-41-57.6 | 155-01-38.4 | 278.2 | -2.1 | 11.14 | 0.04 |
| 23:16 | 42-43-07.2 | 154-46-33.6 | 276.1 | -0.5 | 11.18 | 0.11 |
| 2019-09-17 00:18 | 42-44-09.6 | 154-31-48.0 | 275.6 | 0.2 | 11.29 | -0.83 |
| 01:18 | 42-45-12.0 | 154-17-40.8 | 275.8 | -0.1 | 10.46 | -0.19 |
| 02:18 | 42-46-12.0 | 154-03-48.0 | 275.7 | 0.1 | 10.27 | -0.68 |
| 03:18 | 42-47-09.6 | 153-50-50.4 | 275.8 | -0.2 | 9.59 | -0.39 |
| 04:18 | 42-48-02.4 | 153-38-24.0 | 275.6 | 0.1 | 9.20 | -0.68 |
| 05:18 | 42-48-52.8 | 153-26-52.8 | 275.7 | 0.1 | 8.52 | 0.16 |
| 06:20 | 42-49-43.2 | 153-15-31.2 | 275.8 | 1.6 | 8.68 | -1.77 |
| 07:20 | 42-50-36.0 | 153-06.12.0 | 277.4 | | 6.91 | |

- ※ 「針路」は2地点間を結ぶ針路線から求め、「速力」は2地点間の距離を所要時間で除して求めた平均速力である。
- ※ 「針路差」の正数(青塗部分)は針路が「右方」にとれていることを、負数(赤塗部分)は針路が「左方」にとれていることを示す。
- ※ 「速力差」の正数(青塗部分)は速力が「増加」していることを、負数(赤塗部分)は速力が「減少」していることを示す。

3.2.5 本船及び僚船の操業状況に関する解析

(1) 本船の操業状況

ア 操業の開始

2.1.2 から、本船は、14日17時16分ごろ操業を開始したものと考えられる。

イ 操業の終了

3.2.4 から、本船は、16日04時08分ごろ～07時10分ごろまでの間、 $284.6^{\circ} \sim 284.7^{\circ}$ の針路及び $11.06 \sim 11.60$ kn の速力となっており、針路及び速力共に安定していることから、16日04時08分ごろ、帰港準備を終え、花咲港向け針路及び速力を定め、帰港を開始した可能性があると考えられる。

ウ 操業の範囲

上記ア及びイから、本船は、14日17時16分ごろ操業を開始したものと考えられ、16日04時08分ごろ帰港を開始した可能性があると考えられることから、この間の位置情報から、北緯 $42^{\circ} 01' 24.0''$ ～北緯 $42^{\circ} 09' 26.4''$ 、東経 $157^{\circ} 53' 24.0''$ ～東経 $159^{\circ} 52' 55.2''$ の範囲で操業を行っていたものと考えられる。

(図17参照)

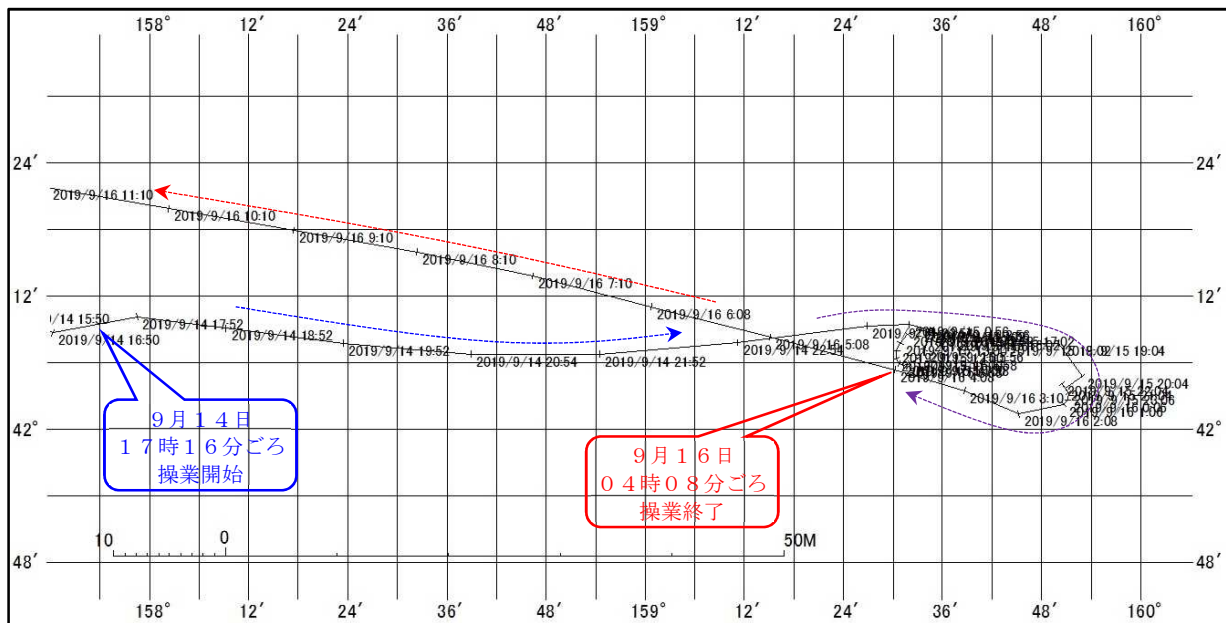


図17 本船の操業状況

(2) 僚船の操業状況

2.7.3、2.8.1(1)及び2.8.2 から、次のとおりであったものと推定される。

ア 操業の状況

本事故当時、さんま漁業登録船のうち、大型船は55隻の全船が出漁し、中型船は29隻のうち10隻が、小型船は52隻のうち1隻のみが出漁していた。

イ 操業の範囲

66隻の僚船は、本件漁場で操業を行っていた又は本件漁場向け航行中であり、本件漁場は、9月16日ないし17日の間、北緯41°30′～42°30′、東経159°00′～161°00′あたりに分散していた。

3.2.6 本船及び僚船の帰港状況に関する解析

(1) 本船の帰港状況

2.1.1～2.1.3及び3.2.4から、次のとおりであった。

本船は、16日04時08分ごろ～17日07時20分ごろまでの間、275.6°～284.7°の針路、6.91～12.28knの速力で航行していたものと推定される。

本船は、16日23時16分ごろ、11.29knの速力で航行していたが、17日04時18分ごろ、9.20knの速力となっており、このことは、04時00分ごろ、僚船船長Aからの電話連絡による問い掛けに対し、本船船長が「回転を少し下げて走っている」などと応答していることとも一致するものと考えられる。

本船は、その後、07時20分ごろまでの間、波浪の影響により更に減速して航行したものと考えられる。

(2) 僚船の帰港状況

ア 帰港状況

2.8.1(2)、(3)、2.8.2及び2.8.3から、66隻の僚船は、本船のVMS位置情報が途絶えた時点において、60隻（大型船52隻、中型船7隻、小型船1隻）が本船の前方（西方）を航行（うち3隻が花咲港に帰港済、1隻が三陸沖を航行中）しており、6隻（大型船3隻、中型船3隻）が本船の後方（東方）を航行し、最も本船に近い所を航行していた僚船Fと本船との距離は、本船の後方（東方）約15Mであったものと推定される。

イ 帰港判断

上記アから、66隻の僚船は、本件漁場で操業を行っており、このうち本船よりも前方を航行していた約9割の60隻は、各船が帰港を決めた時刻及び場所、帰港時における速力に若干の違いがあると考えられるものの、各船は、各々が入手した気象及び海象の情報を検討し、本船よりも早めに帰港判断を行ったものと考えられる。

(3) 帰港状況のまとめ

上記(1)及び(2)から、本船が早めに帰港判断を行い、発達中の低気圧が接

近する前に本事故発生海域を通過することができていれば、本事故の発生を回避できた可能性があると考えられる。

したがって、船長は、入手した気象及び海象の情報を適切に判断し、航行に危険が及ぶことのないよう、早めの帰港判断を行うことが望ましい。

3.2.7 本船の操船状況に関する解析

3.1.1(4)、3.1.3(2)及び3.2.3から、本船は、海上強風警報が発表され、南方から発達中の低気圧が接近する状況下、納沙布岬東方沖において、左舷側から風及び波浪を受けながら花咲港に向けて西進中、本船船長が、07時00分ごろ、船首部の甲板上などに打ち込んだ海水を排出しようとして右舷側に舵を取り、船体を安定させようとして操船していた可能性があると考えられる。

2.1.3から、僚船Bは、本事故当時、突風が吹いて波も高くなり、時折、大きな波が来ていた状況下、これ以上航行するのは危険と判断し、航行をやめて風波が収まるまでその場に待機して転覆の危険を回避している。

したがって、船長は、航行中、荒天に遭遇した場合、横波を受けると、転覆の危険性が増加することから、横波を受けることがないよう風上に船首を向けるなど適切な針路を選定して航走するか、風波が収まるまで船体を風波に立ててその場に留まり、転覆の危険を回避することが望ましい。

3.2.8 さんま棒受網漁業の状況に関する解析

2.7.2(2)から、令和元年の漁期におけるさんま棒受網漁業は、全国主要港における生鮮さんまの水揚量が約4万tであり、過去最不漁の昭和44年における6.3万tを下回るなど、歴史的な不漁であったものと認められる。

2.7.3から、本船の4航海目出港直前の9月9日に公表されたサンマ中短期漁況予報によれば、来遊量として、8月下旬は、道東海域よりもかなり沖合の公海にしか魚群が分布しておらず、9月中旬～下旬は、道東海域への魚群の来遊はないこと、道東海域よりも東方沖の公海では、9月中旬～下旬は低水準ではあるが、来遊量は増加することが、また、漁場として、9月中旬～下旬は、道東海域には漁場は形成されず、主漁場は道東海域より東側の公海となること、道東海域の今後の見通しとして示されていたものと認められる。

これらのことから、本船及び僚船66隻は、本漁況予報などから、公海における漁場で操業を余儀なくされていたものと考えられる。

3.2.9 転覆に関する解析

(1) 本事故発生時における本船の復原性能の推定

2.9.1 から、次のとおりであったものと推定される。

本船は、本事故発生時、横傾斜角 42.3° で船体中央部のブルワーク頂部が没水し、復原力消失角が 50.2° であった。

また、本事故発生時における各種タンクの自由水影響を考慮したメタセンタ高さ (G_0M) は 0.625 m であり、出港時 (0.640 m) と比べて 0.015 m 小さくなっていた。

(2) 本事故発生時における風波の影響の推定

ア 風による横傾斜角

2.9.2(1) 及び 3.2.3(1) から、次のとおりであったものと推定される。

本船の速力 (6.9 kn) 及び針路 (277.4°) から、相対風速及び相対風向は、それぞれ 14.6 m/s (28.4 kn)、 305.0° となり、本船は左舷側が風上となり時折突風を伴う斜め向かい風を受けていた。

本事故発生海域における風による本船の横傾斜角は、 3.9° であった。

風による横傾斜の推定結果と本事故発生時における本船の復原力曲線の比較から、本事故発生時の状況では、風による横傾斜だけで本船が転覆に至る状況に陥ることはない。

イ 波による横揺れ角の統計予測

2.9.2(2) 及び 3.2.3(2) から、次のとおりであったものと推定される。

本船の針路 (277.4°) から、正船尾を 0° として、風浪の出会い波向は 112.0° 、うねりの出会い波向は 95.1° となり、本船は、本事故発生時、横波を左舷側から受けていた。

本事故発生海域の風浪及びうねりによる本船の横揺れは、 $1/3$ 最大平均値 (有義値) で 13.9° であり、船舶復原性規則の所謂 C 係数基準と同様の出会い波 200 波に 1 波の最大横揺れに対応する $1/200$ 最大期待値で 23.8° 、 $1/1000$ 最大期待値で 26.9° であった。

本事故発生時の本船の復原力と比較すると、 $1/1000$ 最大期待値の横揺れが発生したとしても、横揺れ単独で本船が転覆するような状況に陥ることはない。

(3) 転覆に至るメカニズム

2.9.3 並びに上記(1)及び(2)から、次のとおりであったものと推定される。

ア エネルギーバランスの計算結果

本船は、本事故発生時の波浪状況において、 $1/1000$ 最大期待値に対応する横揺れ (26.9°) が生じた場合、復原性範囲の上限までの動

復原力と傾斜エネルギーの比 c が 0.88 となり、左舷側（風上側）に最大限横揺れした時点で突風が吹き、風による傾斜モーメントが急激に増大（定常風の場合の 1.5 倍）した場合、一気に転覆に至る。

イ 再発防止策の検討結果

(ア) 魚倉に漲水した場合の復原性

本船は、本事故発生時の状態で魚倉に漲水した場合、本事故発生時の状態と比較し、自由水影響を考慮したメタセンタ高さ (G_0M) が低下することから、復原性能が向上せず安全性確保が難しい。

ただし、魚倉に漲水した場合の復原性能への影響は、船型や魚倉の大きさ、配置、漲水前の船体状態（排水量、重心位置）により、本事故発生時の状態とは異なることが予想されることから、帰港中の安全性確保の目的で空の魚倉に海水を漲水することについては、想定される帰港時の状態に対し、船型や魚倉の大きさ、配置等を考慮してその有効性について事前に十分な検討を行う必要がある。

(イ) 甲板上滞留水による復原性への影響

本船は、本事故発生時の状態で船首部の上甲板上に打込み水が滞留すると、自由水影響を考慮したメタセンタ高さ (G_0M) が大幅に低下し、初期復原力が確実に減少する。

したがって、甲板上への打込みが発生しないよう運用方法（操船方法）に留意するとともに、打込みが発生しても海水が滞留しないよう放水口の機能を保持するための整備を行っておく必要がある。

(ウ) 操船による事故防止

本船は、本事故発生時の速力（6.9 kn）及び針路（277.4°）から、針路を30°南方に変更（針路247.4°）した場合、2.9.3(3)ウに記載したように、1/1000最大期待値の横揺れ（24.0°）が生じた場合でも、船体中央部のブルワーク頂部の没水角までの動復原力と傾斜エネルギーの比 c は1.04となるなど、本事故発生時と比較して、いずれの横揺れ短期予測に対しても動復原力と傾斜エネルギーの比 c が大きくなるとともに、右舷側への最大横傾斜角 ϕ_0 が小さくなっていることから、本事故発生時の状態から針路を変更することにより安全性が向上する。

3.2.10 安全対策に関する解析

3.2.6、3.2.7及び3.2.9から、同種事故の再発防止のため、航行中、荒天に遭遇した場合、甲板上への打込みが発生しないよう操船に留意するとともに、横波を受

けると転覆の危険性が増加することから、横波を受けないよう風上に船首を向けるなど適切な針路を選定して航走するか、風波が収まるまで船体を風波に立ててその場に留まり、転覆の危険を回避する必要があるものと考えられる。

また、2.8.5、3.2.6、3.2.7 及び 3.2.9 から、同種の事故の再発防止のため、安全に関する事項として、次の(1)～(4)を順守する必要があるものと考えられる。

(1) 適切な出港可否の判断

出港前に入手した気象及び海象の情報から、自船の堪航性等を十分考慮した上で、出港の可否を適切に判断すること。

(2) 早めの帰港判断

入手した気象及び海象の情報を適切に判断し、航行に危険が及ぶことのないよう、早めの帰港判断を行うこと。

(3) 魚倉へ漲水する際の事前の十分な検討

魚倉への漲水に当たり、船型、魚倉の大きさ、配置、漲水前の船体状態(排水量、重心位置)により、復原性能への影響があることに留意し、その有効性について、事前に十分な検討を行うこと。

(4) 放水口の機能保持

甲板上に打込み水が滞留すると、初期復原力が減少する可能性があることに留意するとともに、甲板上への打込みが発生しても海水が滞留しないよう、常に放水口の機能を保持するべく整備を行うこと。

なお、2.7から、令和元年は、過去に経験のない漁場の遠隔化と資源減少により、水揚量、水揚金額とも大きく落ち込む大不漁となり、小型船及び中型船は、漁場の遠隔化等により操業機会を失し、操業回数が減少しており、また、時化に強く、長期航海が可能な大型船との操業回数の船間格差は大きくなっているとのことである。

北太平洋さんま漁業長期代船建造計画は、遠隔地漁場の操業にも対応でき、国際的な資源管理の枠組みの中で、国内外の需要に適切に応えられるよう、我が国の漁船勢力を維持できるほか、省エネ、省コスト、省力化に配慮した高性能な改革型漁船に更新することで、乗組員の居住環境の改善、安全性の確保、作業効率の向上等労働環境の改善が図られるなど、見込まれる効果も大きいものと考えられることから、同計画の更なる推進が望ましい。

3.2.11 事故発生に関する解析

2.1、2.5、2.6、2.8、2.9、3.1、3.2.3～3.2.7 及び 3.2.9 から、次のとおりであった。

(1) 本船は、9月12日09時24分ごろ～10時24分ごろの間に、さんま

棒受網漁を行う目的で、花咲港を出港したものと推定される。

- (2) 本船は、14日17時16分ごろ、根室市納沙布岬東方沖の本件漁場で操業を開始し、16日04時08分ごろ、帰港準備を終え、花咲港向け針路及び速力を定め、帰港を開始した可能性があると考えられる。
- (3) 本船は、17日04時18分ごろ、9.20knの速力となっており、その後、07時20分ごろまでの間、波浪の影響により更に減速して航行したものと考えられる。
- (4) 本船は、17日06時20分ごろ～07時20分ごろまでの間、277.4°の針路、6.91knの速力で航行したものと推定される。
- (5) 本船は、相対風速14.6m/s(28.4kn)、相対風向305.0°となる左舷側からの時折突風を伴う斜め向かい風を受け、風浪の出会い波向が112.0°、うねりの出会い波向が95.1°、となり、波高2.4～3.4mの横波を左舷側から受けて航行していたものと推定される。
- (6) 本船は、左舷側から1/1000最大期待値の横揺れを生じさせた波（以下「左舷側からの横波^{*19}」という。）を受けて横揺れを生じ、左舷側（風上側）に最大限横揺れした時点で突風が吹き、風による傾斜モーメントが急激に増大し、ブルワーク没水角を超える右舷側への傾斜が生じたことから、右舷ブルワークが水没し、転覆した可能性があると考えられる。（図18参照）
- (7) 左舷側からの横波を受けて横揺れを生じ、左舷側（風上側）に最大限横揺れした時点で突風が吹き、風による傾斜モーメントが急激に増大し、ブルワーク没水角を超える右舷側への傾斜が生じたのは、本船が、左舷側から風及び波浪を受ける針路及び速力で航行していたことによるものと考えられる。（図18参照）

^{*19} ある地点で連続する波を観測したとき、波高の高い方から順に全体の1/3の個数の波を選び、これらの波高を平均化したものを「有義波高」といい（脚注11参照）、同じような波の状態が続くとき、100波に1波は「有義波高」の1.5倍、1,000波に1波は2倍近い高波が出現するとされている（2.6.6参照）。このことは、例えば、波高4mで周期が10秒の場合、1000波に1波は、約2時間40分に1回の割合で、波高約8mの波と出会う可能性があることになる。

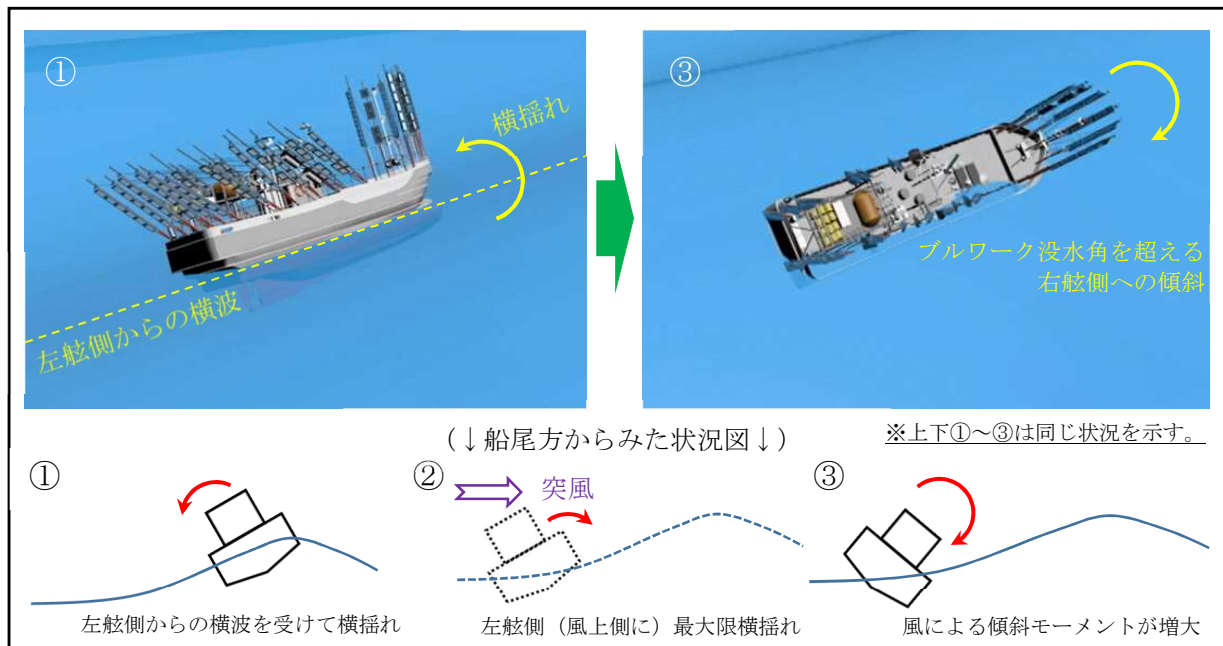


図 1.8 転覆の状況図（イメージ）

3.3 搜索、救助及び本船のえい航作業に関する解析

3.3.1 搜索、救助に関する解析

(1) 本船及び本船乗組員の搜索状況

ア 海上保安庁

2.1.4 及び 2.10.1 から、次のとおりであったものと認められる。

海上保安庁は、17日11時30分、漁協Bからの通報受理後、直ちに船艇、航空機、特殊救難隊に発動を指示し、14時40分ごろ、航空機が転覆した船体を発見し、18日10時35分ごろ、巡視船が本船の船名表示を確認した。

海上保安庁等は、本事故発生当日から、21日までの5日間、巡視船艇延べ17隻、航空機延べ17機（海上自衛隊航空機を含む）を出動させた。

イ 僚船等

2.10.2 から、次のとおりであったものと推定される。

僚船Cは、帰港中、17日15時35分ごろ、漁業無線局に対して本事故発生場所付近を航行する旨の無線連絡を行い、本船乗組員の搜索を開始し、また僚船Jは、沖出し中、18日04時28分ごろ、漁業無線局に対して本事故発生場所付近において、僚船Cと共に本船乗組員の搜索中である旨の無線連絡を行った。

また、2.1.6(6)から、全さんまは、17日16時12分ごろ、発見場所付近を航行する船舶に対し、乗組員の搜索及び救助への協力要請の周知放

送を実施した。

(2) 本件E P I R Bの状況

2.5.6(1)ウから、本事故発生後、本件E P I R Bからの遭難信号が受信されなかったものと認められる。

2.5.6(1)ア及び本船の一般配置図（付図2）から、本件E P I R Bの設置場所は、本船の操舵室後部構造物の上部右舷側暴露部分であり、水深約3.0mで自動的に浮上し、遭難信号を発するようになっていたものと考えられる。また、2.5.6(1)イから、本件E P I R Bは、本船に設置後、定期的に国による必要な検査を受検し、その度に必要な整備がなされており、本事故発生の約3か月前にも定期検査を受検しているが、各測定項目の数値結果等は、いずれも正常であったことから、本件E P I R Bの作動状況に異常はなかったものと推定される。

2.5.1、2.5.2(1)及び本船の一般配置図（付図2）から、本件E P I R Bの設置場所は、本船の喫水線から3.0m以上あるものと考えられ、また、2.5.6(1)エから、過去に発生した転覆事故等において、遭難信号が受信されなかった状況として、E P I R Bが、転覆等する際、自動的に離脱したものの、船体構造物に引っ掛かるなどした又は転覆した船体が覆い被さるようになったことなどにより、船体と共に沈んだことで信号を発しなかった可能性が挙げられていることから、本船は、転覆した際、本件E P I R Bが、自動的に離脱し、浮上しようとしたものの、船体構造物に引っ掛かるか、本船が覆い被さるようになったか、海面上に浮上しなかった可能性が考えられるが、本件E P I R Bからの遭難信号が受信されなかった状況を明らかにすることはできなかった。

平成20年10月から令和2年3月までに運輸安全委員会が公表した事故調査報告書において、遭難信号の受信状況について記載があるものは24件であり、このうち遭難信号が受信されなかったものは8件であった。

本事故のように、ひとたび転覆事故が起きると、多くの人命が失われるなど、重大な被害が発生する。

遭難信号の受信は、早期の捜索開始につながり、そのことが要救助者の生存率を高め、被害の軽減にもつながる可能性がある。

本事故にあっては、本件E P I R Bからの遭難信号が受信されなかった状況を明らかにすることができなかったことから、具体的な改善策について検討を要することまでは言及できないと考えられるものの、今後、同種の事故において、遭難信号が未受信となった原因が明らかになった場合には、関係者により具体的な改善策の検討がなされることが望まれる。

(3) 本件救命いかだの状況

2.5.6(2)及び2.10.2(3)から、次のとおりであったものと認められる。

本件救命いかだは、本事故発生場所付近において、18日08時30分ごろ、僚船Jが発見して引き揚げたが、本件救命いかだ内は無人数であった。

本件救命いかだは、自動離脱装置と共に定期的な整備がなされ、本事故当時も自動展張していることから、本件救命いかだに異常はなかった。

(4) 乗組員の救命胴衣等の着用状況

2.5.6(3)から、本船船長は、発見時、救命胴衣等を着用していなかったものと認められる。

また、2.5.6(3)から、他の乗組員の救命胴衣等の着用状況については、乗組員が行方不明となっていることから、明らかにすることができなかった。

3.3.2 漁協A及び漁協Bの対応状況に関する解析

(1) 漁協A

2.1.3～2.1.5 から、漁協Aは、本船が所属する漁業協同組合であることから、本船の状況を知った時点で、漁協Aが主体となって情報収集に努め、情報によっては早期に海上保安庁への通報を行うなど対応を行う立場にあったと考えられるものの、操業に関することは本船に任せていたこと、本船が操業の拠点とする港が花咲港であったこと、過去に所属船による大きな船舶事故がなく、まさか本船が遭難しているとは思わなかったことなどから、漁協Bから電話連絡を受けた後、すぐに海上保安庁に通報するなどの対応が行われなかったものと考えられる。

(2) 漁協B

2.1.3～2.1.6 から、漁協Bは、本船が操業の拠点とする港の漁業協同組合であり、本船とは操業に関してつながりを持つ漁業協同組合であるが、本船の状況について情報を得た後、継続して情報収集に当たるなど対応を行ったものの、情報を集約して本船の状況を把握するのに時間を要したこと、まさか本船が遭難しているとは思わなかったこと、加えて、2.5.7 から、これまでも本船と連絡が取れないことがあったこと、本船に限らず沖に出ている船が、操業状況等により船舶電話の電源を切っていることは想定されることであり、当初、本船と連絡が取れないことについて、よくあることと考えていたところがあったことも影響し、本船の状況について情報を得た後、海上保安庁に対する通報まで約3時間を要したものと考えられる。

(3) まとめ

上記(1)及び(2)から、船舶事故の可能性のある情報に接した際、当該事故

を裏付ける客観的な情報が得られず、伝聞のみでは情報を確定できない場合、遭難信号の問合せも含め、海上保安庁への通報を躊躇してしまうことは、十分考えられるものの、早期の通報は、早期の捜索開始につながり、そのことが要救助者の生存率を高め、被害の軽減にもつながる可能性があることから、現場の僚船はもちろんのこと、情報伝達先の漁業協同組合、船舶所有者等は、可能な限り早期に海上保安庁へ通報を行うとともに、必要に応じて、早期通報のための連絡体制を構築することが望ましい。

3.3.3 本船のえい航作業に関する解析

(1) 本船のえい航作業等実施状況

2.10.3(1)から、サルベージ会社は、本事故発生の3日後となる9月20日、本船のえい航作業等を実施することとなり、サルベージ船及びクレーン船により、えい航作業等を実施したものと推定される。

(2) サルベージ船等の動静

2.10.3(2)から、次のとおりであったものと推定される。

サルベージ会社は、21日えい航準備を行い、24日花咲港向けクレーン船のえい航を開始した。

サルベージ船は、30日09時00分ごろ、転覆した状態の本船の海域（以下「現場海域」という。）に到着後、巡視船からレスキューブイを受け取り、13時00分ごろ潜水作業を開始して状況調査を行ったが、14時30分ごろ、荒天のため潜水作業を中止し、現場海域に待機した。

サルベージ船は、10月1日09時00分ごろ、潜水作業を開始し、状況調査、本船へのレスキューブイの設置等を行ったが、12時00分ごろ荒天のため潜水作業を終了するとともに、気象、海象状況の悪化に伴いえい航作業が不可能となった。

サルベージ船は、その後、荒天避難のため釧路港向け回航を開始し、3日12時00分ごろ釧路港に入港した。

サルベージ船は、釧路港で荒天避難を続けた後、6日12時00分ごろ、釧路港を出港したものの、7日13時30分ごろ捜索中止の連絡を受けて釧路港向け反転し、8日11時45分ごろ釧路港に入港した。

(3) えい航作業を断念した判断の状況

上記(2)及び2.10.3(4)から、次のとおりであったものと考えられる。

サルベージ会社は、9月30日及び10月1日、サルベージ船により本船のえい航作業を試みたものの、低気圧の影響に伴う天候悪化により、えい航作業の実施が困難な状況となった。

サルベージ船は、荒天避難のため釧路港向け回航を開始し、3日釧路港に入港しているが、天気図によれば、この頃、台風第18号が日本海で温帯低気圧に変わり、同低気圧の影響により北日本は雨模様となるなど、5日ごろまで天候が悪い状況が続くことが示されているところであり、また、その後の状況においても、11日大型の台風第19号が非常に強い勢力で日本の南を北上中であることが示されているところであることから、関係各所が検討を行った結果、断続的に荒天が見込まれることを理由に、7日えい航作業を一時中断する判断を行ったことは、作業上の安全を確保する上でやむを得なかった。

(4) レスキューブイの状況

ア 海上保安庁の対応状況

2.10.1(2)から、次のとおりであったものと認められる。

海上保安庁は、9月21日日没時をもって専従捜索を終了したものの、本船のえい航を可能とするため、レスキューブイを設置して位置情報をサルベージ会社に提供することとし、21日17時30分ごろからレスキューブイにより位置情報を把握することとした。

レスキューブイの位置情報は、21日17時30分ごろの時点で、北緯42°21.7′ 東経155°09.5′であった。

イ サルベージ会社の対応状況

2.10.3(2)～(3)から、次のとおりであったものと推定される。

サルベージ会社は、9月30日10時00分ごろ、巡視船と会合し、レスキューブイを受け取り、10月1日08時30分ごろ、本船にレスキューブイを取り付ける作業などを行った。

サルベージ会社が把握するレスキューブイの位置情報から、レスキューブイ取付け後の本船の状況は、2.10.3(3)に記載した図17のとおりであり、北緯42°25′ 東経156°48′（10月1日の概位）から北緯42°52′ 東経156°18′（10月6日の概位）まで移動した後、8日17時36分ごろ、北緯42°51.4′ 東経156°27.6′ のところでレスキューブイからの信号が確認できなくなった。

4 結 論

4.1 分析の要約

(1) 事故発生に至る経過

本船は、海上強風警報が発表され、南方から発達中の低気圧が接近する状況

下、納沙布岬東方沖 3 2 2 M付近において、花咲港に向けて西進中、17日 07時20分ごろ転覆したものと考えられる。

本船船長が溺水死し、乗組員7人が行方不明となった。

(3.1.1～3.1.3、3.2.3～3.2.7、3.2.9) *20

(2) 転覆の状況

本船は、左舷側から風及び波浪を受けながら西進中、左舷側からの横波を受けて横揺れを生じ、左舷側に最大限横揺れした時点で突風を受けたことが作用し、右舷側に転覆した可能性があると考えられる。

(3.2.3～3.2.7、3.2.9)

(3) 事故発生の要因

ア 本船は、左舷側から風及び波浪を受けながら西進中、左舷側からの横波を受けて横揺れを生じ、左舷側（風上側）に最大限横揺れした時点で突風が吹き、風による傾斜モーメントが急激に増大し、ブルワーク没水角を超える右舷側への傾斜が生じたことから、右舷ブルワークが水没し、転覆した可能性があると考えられる。

イ 左舷側からの横波を受けて横揺れを生じ、左舷側（風上側）に最大限横揺れした時点で突風が吹き、風による傾斜モーメントが急激に増大し、ブルワーク没水角を超える右舷側への傾斜が生じたのは、本船が、左舷側から風及び波浪を受ける針路及び速力で航行していたことによるものと考えられる。

(3.2.3～3.2.7、3.2.9)

(4) 捜索、救助等に関する解析

ア 捜索及び救助に関する解析

海上保安庁は、17日11時30分、漁協Bからの通報受理後、直ちに船艇、航空機、特殊救難隊に発動を指示し、14時40分ごろ航空機が転覆した船体を発見し、18日10時35分ごろ巡視船が本船の船名表示を確認したものと認められる。(3.3.1)

僚船C及び僚船Jは、本事故後、本事故発生場所付近において、本船乗組員の捜索を行い、全さんまは、17日16時12分ごろ、発見場所付近を航行する船舶に対し、乗組員の捜索及び救助への協力要請の周知放送を実施したものと推定される。(3.3.1)

イ 本件EPIRBの状況

本事故発生後、本件EPIRBからの遭難信号が受信されなかったものと認められる。(3.3.1)

*20 本項の各文章末尾に記載した数字は、当該記述に関連する「3 分析」の主な項番号を示す。

本件E P I R Bは、本船に設置後、定期的に国による必要な検査を受検し、その度に必要な整備がなされており、本事故発生約3か月前にも定期検査を受検しているが、各測定項目の数値結果等は、いずれも正常であったことから、本件E P I R Bの作動状況に異常はなかったものと推定される。

(3.3.1)

本件E P I R Bは、本船の喫水線から設置場所まで3.0 m以上あることから、本船が転覆した際、本件E P I R Bが、自動的に離脱し、浮上しようとしたものの、船体構造物に引っ掛かるか、本船が覆い被さるようになったか、海面上に浮上しなかった可能性が考えられるが、本件E P I R Bからの遭難信号が受信されなかった状況を明らかにすることはできなかった。

(3.3.1)

ウ 本船のえい航作業に関する解析

サルベージ船は、9月24日花咲港向けクレーン船のえい航を開始し、30日現場海域に到着後、えい航作業を行ったものの、気象、海象状況の悪化に伴いえい航作業が不可能となり、10月3日釧路港に入港し、釧路港で荒天避難を続けた後、6日釧路港を出港したものの、7日捜索中止の連絡を受けて釧路港向け反転し、8日釧路港に入港したものと考えられる。(3.3.3)

サルベージ船が釧路港に入港した3日、台風第18号が日本海で温帯低気圧に変わり、同低気圧の影響により北日本は雨模様となるなど、5日ごろまで天候が悪い状況が続くことが天気図に示されていたところであり、また、その後の状況においても、11日大型の台風第19号が非常に強い勢力で日本の南を北上中であることが示されているところであることから、関係各所が検討を行った結果、断続的に荒天が見込まれることを理由に、7日えい航作業を一時中断する判断を行ったことは、作業上の安全を確保する上でやむを得なかったものと考えられる。(3.3.3)

4.2 原因

本事故は、海上強風警報が発表され、南方から発達中の低気圧が接近する状況下、本船が、納沙布岬東方沖を花咲港に向け、左舷側から風及び波浪を受けながら西進中、左舷側からの横波を受けて横揺れを生じ、左舷側（風上側）に最大限横揺れした時点で突風が吹き、風による傾斜モーメントが急激に増大し、ブルワーク没水角を超える右舷側への傾斜が生じたため、右舷ブルワークが水没し、転覆した可能性があると考えられる。

左舷側からの横波を受けて横揺れを生じ、左舷側（風上側）に最大限横揺れした時点で突風が吹き、風による傾斜モーメントが急激に増大し、ブルワーク没水角を超え

る右舷側への傾斜が生じたのは、本船が、左舷側から風及び波浪を受ける針路及び速力で航行していたことによるものと考えられる。

4.3 その他判明した安全に関する事項

(1) 適切な出港可否の判断

出港前に入手した気象及び海象の情報から、自船の堪航性等を十分考慮した上で、出港の可否を適切に判断する必要があるものと考えられる。

(2) 早めの帰港判断

入手した気象及び海象の情報を適切に判断し、航行に危険が及ぶことのないよう、早めの帰港判断を行う必要があるものと考えられる。

(3) 魚倉へ漲水する際の事前の十分な検討

魚倉への漲水に当たり、船型、魚倉の大きさ、配置、漲水前の船体状態（排水量、重心位置）により、復原性能への影響があることに留意し、事前にその有効性の十分な検討を行う必要があるものと考えられる。

(4) 放水口の機能保持

甲板上に打込み水が滞留すると、初期復原力が減少する可能性があることに留意するとともに、甲板上への打込みが発生しても海水が滞留しないよう、常に放水口の機能を保持するべく整備を行う必要があるものと考えられる。

(5) 事故情報の早期通報のための連絡体制の構築

早期の通報は、早期の捜索開始につながり、そのことが要救助者の生存率を高め、被害の軽減にもつながる可能性があることから、現場の僚船はもちろんのこと、情報伝達先の漁業協同組合、船舶所有者等は、可能な限り早期に海上保安庁へ通報を行うとともに、必要に応じて、早期通報のための連絡体制を構築することが望ましい。

(6) 北太平洋さんま漁業長期代船建造計画の更なる推進

令和元年は、過去に経験のない漁場の遠隔化と資源減少により、水揚量、水揚金額とも大きく落ち込む大不漁となり、小型船及び中型船は、漁場の遠隔化等により操業機会を失し、操業回数が減少しており、また、時化に強く、長期航海が可能な大型船との操業回数の船間格差は大きくなっているとのことである。

北太平洋さんま漁業長期代船建造計画は、遠隔地漁場の操業にも対応でき、国際的な資源管理の枠組みの中で、国内外の需要に適切に応えられるよう、我が国の漁船勢力を維持できるほか、省エネ、省コスト、省力化に配慮した高性能な改革型漁船に更新することで、乗組員の居住環境の改善、安全性の確保、作業効率の向上等労働環境の改善が図られるなど、見込まれる効果も大きいも

のと考えられることから、同計画の更なる推進が望ましい。

5 再発防止策

5.1 転覆事故に対する再発防止策

本事故は、海上強風警報が発表され、南方から発達中の低気圧が接近する状況下、本船が、納沙布岬東方沖を花咲港に向け、左舷側から風及び波浪を受けながら西進中、左舷側からの横波を受けて横揺れを生じ、左舷側（風上側）に最大限横揺れした時点で突風が吹き、風による傾斜モーメントが急激に増大し、ブルワーク没水角を超える右舷側への傾斜が生じたため、右舷ブルワークが水没し、転覆した可能性があると考えられる。

左舷側からの横波を受けて横揺れを生じ、左舷側（風上側）に最大限横揺れした時点で突風が吹き、風による傾斜モーメントが急激に増大し、ブルワーク没水角を超える右舷側への傾斜が生じたのは、本船が、左舷側から風及び波浪を受ける針路及び速力で航行していたことによるものと考えられる。

したがって、同種事故の再発防止のため、さんま棒受網漁船の船舶所有者は、船長及び乗組員に対し、航行中、荒天に遭遇した場合、甲板上への打込みが発生しないよう操船に留意するとともに、横波を受けると転覆の危険性が増加することから、横波を受けることがないよう風上に船首を向けるなど適切な針路を選定して航走するか、風波が収まるまで船体を風波に立ててその場に留まり、転覆の危険を回避することについて、改めて指導を行う必要があるものと考えられる。

5.2 その他判明した安全に関する事項に対する対応策

- (1) さんま棒受網漁船の船舶所有者が、船長及び乗組員に対し、改めて指導を行う必要がある安全に関する事項

ア 適切な出港可否の判断

出港前に入手した気象及び海象の情報から、自船の堪航性等を十分考慮した上で、出港の可否を適切に判断すること。

イ 早めの帰港判断

入手した気象及び海象の情報を適切に判断し、航行に危険が及ぶことのないよう、早めの帰港判断を行うこと。

ウ 魚倉へ漲水する際の事前の十分な検討

魚倉への漲水に当たり、船型、魚倉の大きさ、配置、漲水前の船体状態（排水量、重心位置）により、復原性能への影響があることに留意し、事前

にその有効性の十分な検討を行うこと。

エ 放水口の機能保持

甲板上に打込み水が滞留すると、初期復原力が減少する可能性があることに留意するとともに、甲板上への打込みが発生しても海水が滞留しないよう、常に放水口の機能を保持するべく整備を行うこと。

(2) その他安全に関する事項

ア 事故情報の早期通報のための連絡体制の構築

早期の通報は、早期の捜索開始につながり、そのことが要救助者の生存率を高め、被害の軽減にもつながる可能性があることから、現場の僚船はもちろんのこと、情報伝達先の漁業協同組合、船舶所有者等は、可能な限り早期に海上保安庁へ通報を行うとともに、必要に応じて、早期通報のための連絡体制を構築することが望ましい。

イ 北太平洋さんま漁業長期代船建造計画の更なる推進

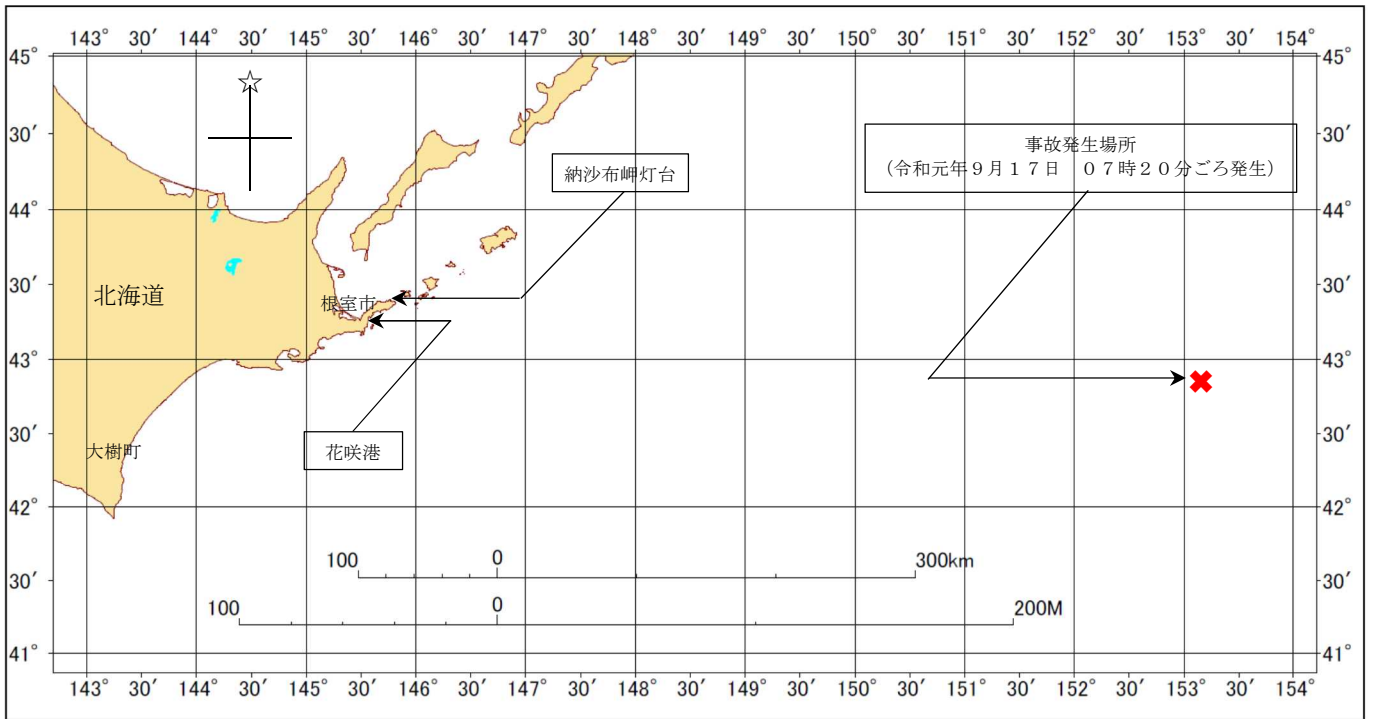
令和元年は、過去に経験のない漁場の遠隔化と資源減少により、水揚量、水揚金額とも大きく落ち込む大不漁となり、小型船及び中型船は、漁場の遠隔化等により操業機会を失し、操業回数が減少しており、また、時化に強く、長期航海が可能な大型船との操業回数の船間格差は大きくなっているとのことである。

北太平洋さんま漁業長期代船建造計画は、遠隔地漁場の操業にも対応でき、国際的な資源管理の枠組みの中で、国内外の需要に適切に応えられるよう、我が国の漁船勢力を維持できるほか、省エネ、省コスト、省力化に配慮した高性能な改革型漁船に更新することで、乗組員の居住環境の改善、安全性の確保、作業効率の向上等労働環境の改善が図られるなど、見込まれる効果も大きいものと考えられることから、同計画の更なる推進が望ましい。

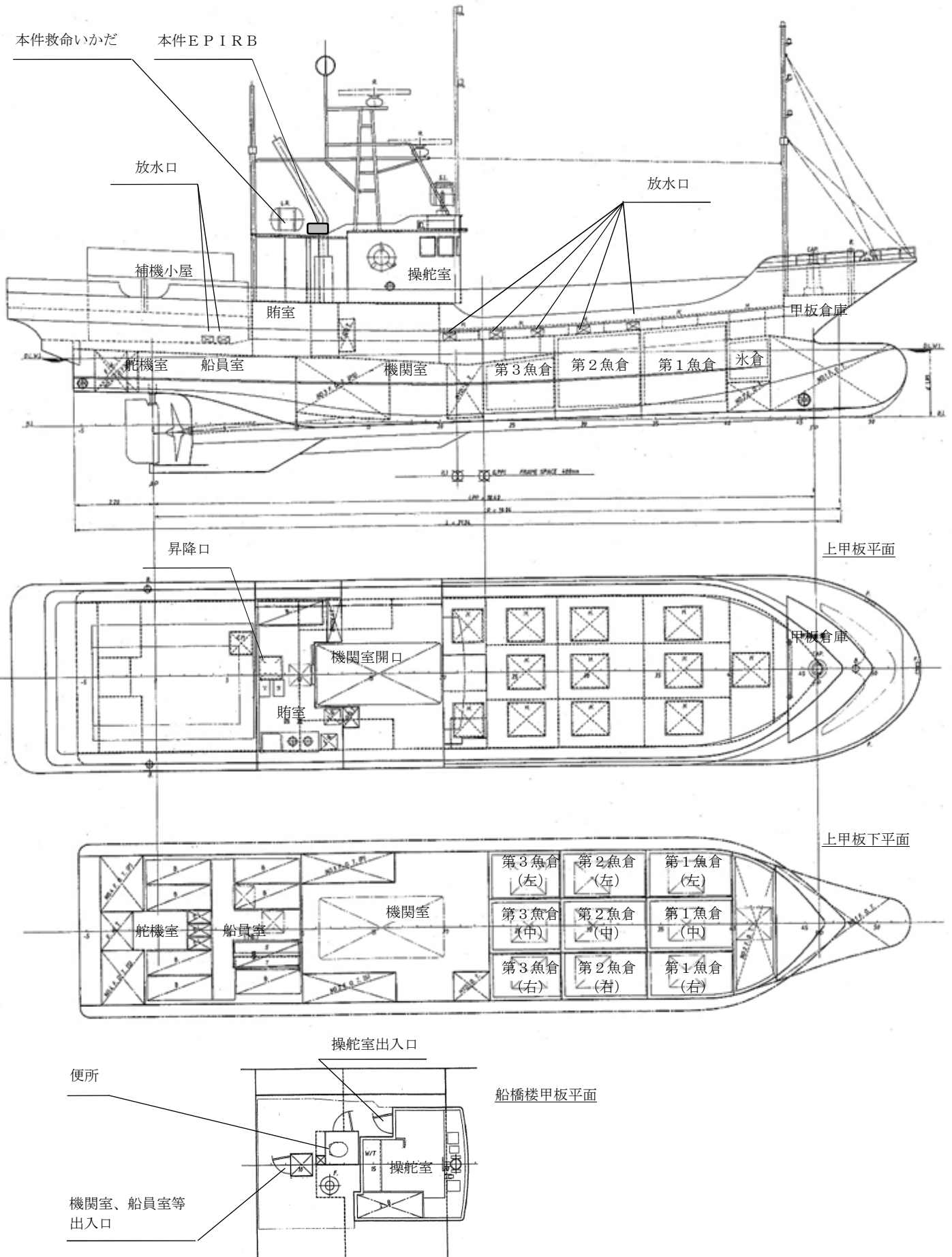
5.3 事故後に講じられた事故等防止策

海上保安庁、水産庁、北海道庁、全さんま及び関係漁業協同組合等は、令和元年10月3日釧路港において、4日厚岸港において、5日花咲港において、さんま漁船を訪船し、安全指導を行った。

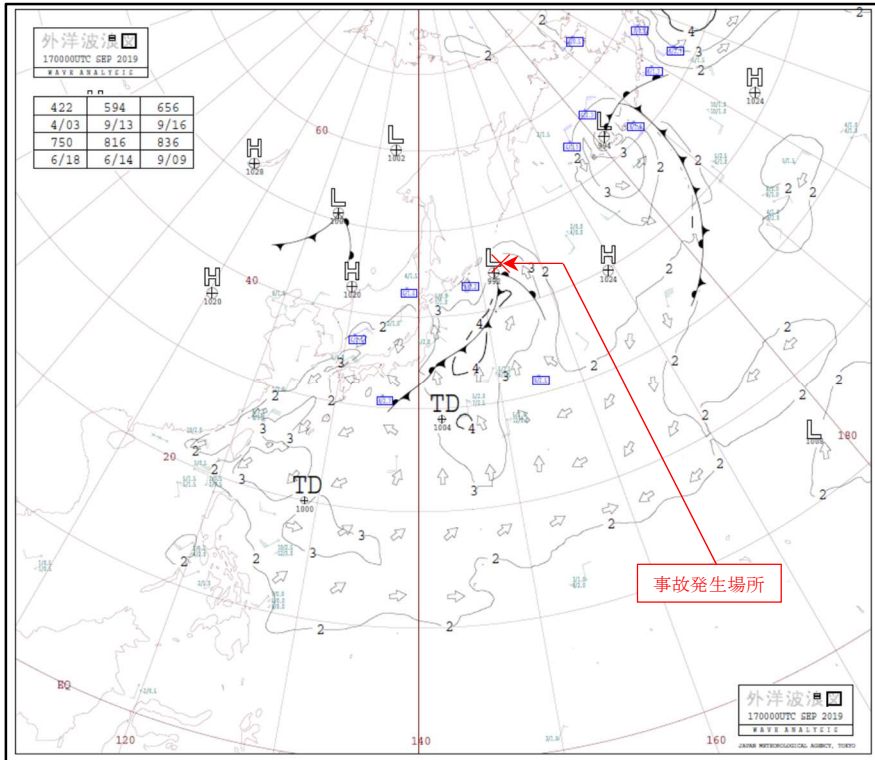
付図1 事故発生場所概略図



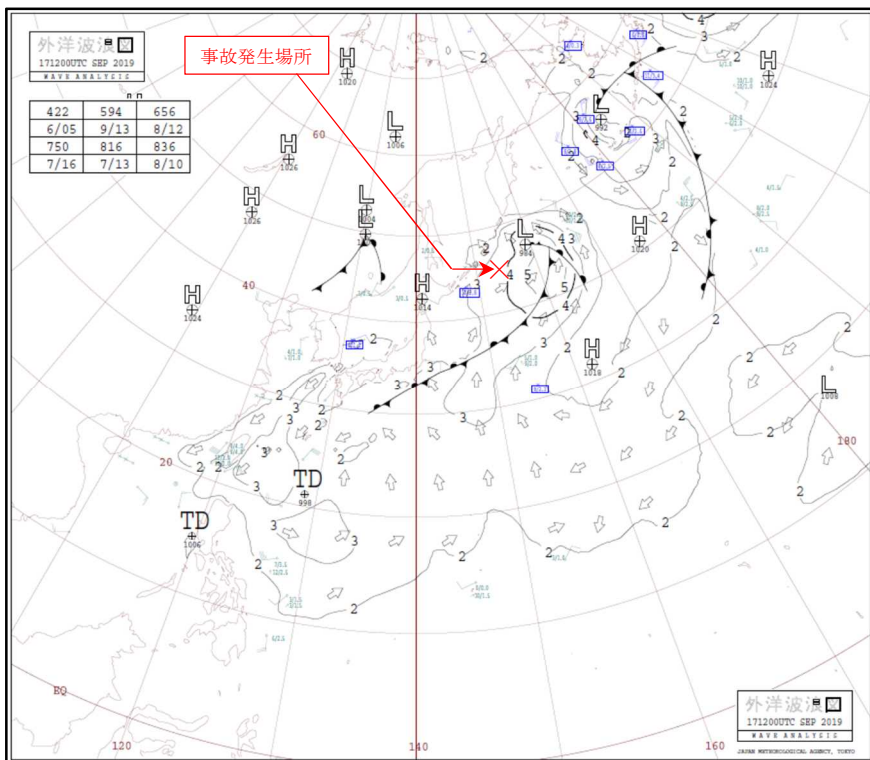
付図2 本船の一般配置図



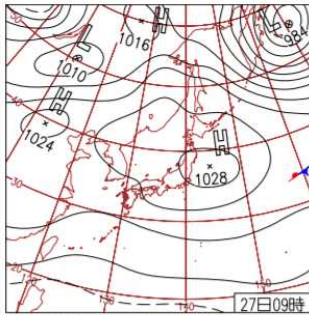
付図3 外洋波浪実況図
(令和元年9月17日00時)



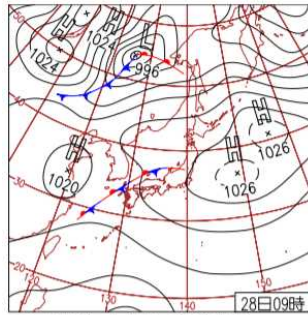
(令和元年9月17日12時)



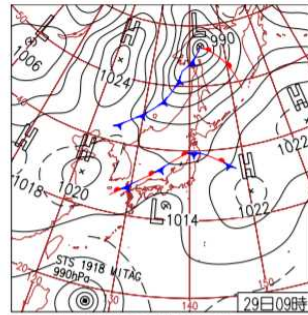
付図5 日々の天気図（令和元年9月及び10月）



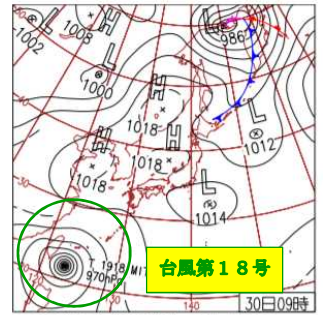
27日(金)九州は厳しい暑さ
東～北日本は高気圧に覆われて概ね晴れ。沖縄・奄美～西日本は湿った空気の影響で曇りや雨。最高気温は熊本 34.8°C をはじめ、九州を中心に東日本以南の107地点で真夏日。



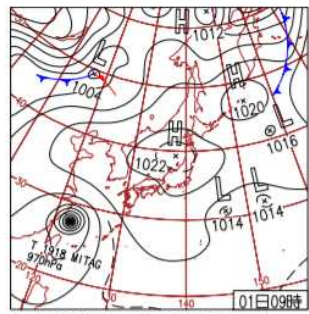
28日(土)日本海に停滞前線
日本海の停滞前線や高気圧からの湿った空気の影響で西日本～東北の所々で雨。宮崎県延岡で $78.5\text{mm}/\text{h}$ 。北海道は高気圧に覆われ概ね晴れ。フィリピンの東で台風第18号発生。



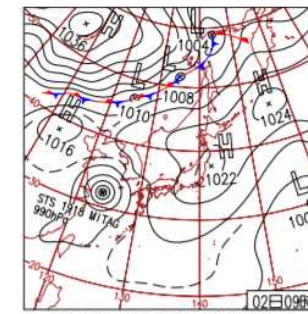
29日(日)前線の停滞続く
沖縄・奄美は台風第18号周辺の湿った空気の影響で曇りや雨。西～北日本は本州付近に停滞する前線や気圧の谷の影響で所々雨。全国的に気温が高く、西日本中心に真夏日の所も。



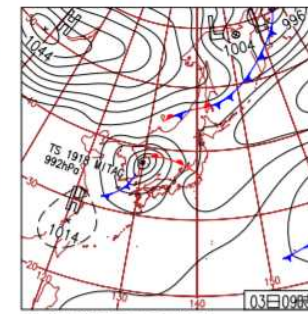
30日(月)先島諸島に台風接近
台風第18号が夜に先島諸島に最接近。沖縄県石垣島で最大瞬間風速 $43.2\text{m}/\text{s}$ 、波照間で $83\text{mm}/\text{h}$ の猛烈な雨。西日本は気圧の谷の影響で次第に雨。東～北日本は概ね晴れ。



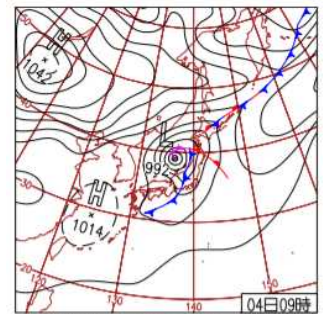
1日(火)各地で10月1位の暑さ
高気圧に覆われ、東～北日本は晴れ。台風第18号や湿った空気の影響で西日本は曇りや雨。最高気温 34.0°C の大阪府枚方をはじめ、全国80を超える地点で10月1位の暑さに。



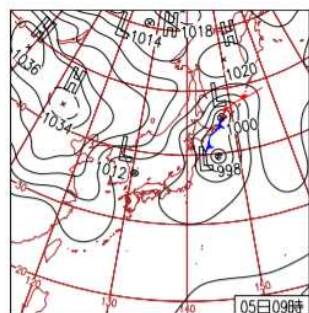
2日(水)四国で非常に激しい雨
南からの湿った空気の影響で西日本は雨。大気の状態が不安定で高知県宿毛では $58.5\text{mm}/\text{h}$ を観測。全国的に最高気温が高く、特に北日本では103地点で10月の1位を記録。



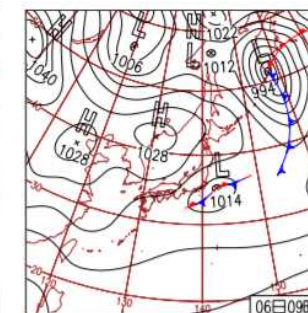
3日(木)高知県で大雨
台風第18号は日本海で温帯低気圧に。南から暖かく湿った空気が入り高知県を中心に大雨。高知県紫雲の日降水量は10月1位の 287.5mm 。松山の最高気温 33.3°C は10月1位。



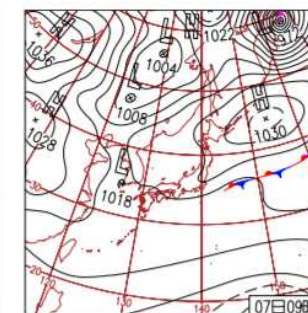
4日(金)各地で暖かい朝
日本海の低気圧や前線の影響で、山陰や北陸、北日本は雨。関東も午前中雨。全国的に気温が下がりず、秋田 20.3°C など東～北日本の111地点で10月の日最低気温の高い記録に。



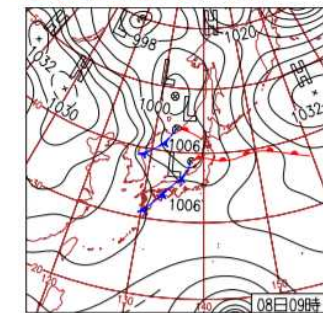
5日(土)東京は真夏日に
北日本は前線を伴った低気圧の影響で雨や曇り。山陰～北陸は低気圧の接近で夜には所々雨。その他は概ね晴れ。関東は真夏日の地点多く、最高気温が10月1位の値となった所も。



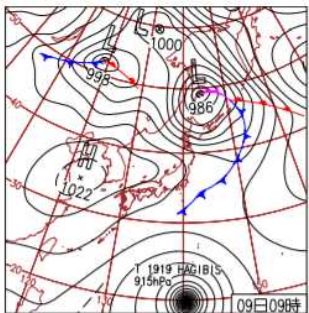
6日(日)北海道で氷点下
関東～東北は低気圧の影響で午前中を中心に雨。山陰～北陸は寒気の影響で所々雨。北海道は高気圧に覆われ、穏やかに晴れて冷え込みが強まり、最低気温が氷点下の冬日の所も。



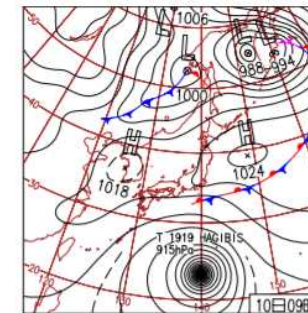
7日(月)天気は下り坂
西日本～東日本は、湿った空気や、低気圧が前線を伴い日本海へ進む影響で次第に雨。北日本も湿った空気の影響で太平洋側から雨に。高気圧が張り出した沖縄・奄美は概ね晴れ。



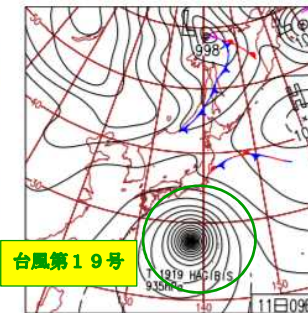
8日(火)広い範囲で雨
日本海と沿海州に低気圧があって、日本付近は気圧の谷。低気圧や前線の影響で、西日本～北日本は広い範囲で雨。九州は次第に高気圧に覆われて午後には晴れた所も。



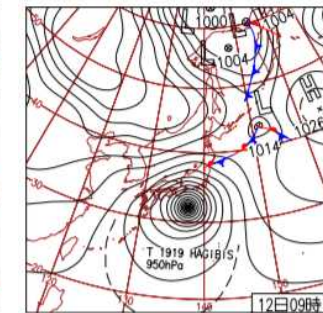
9日(水)岩手山初冠雪
オホーツク海の低気圧の影響で、北海道は午前中を中心に雨。北海道の上空約 5500m に -21°C 以下の寒気が入り大気の状態が不安定で、稚内ではひょうを観測。沖縄～東北は晴れ。



10日(木)全国的に晴れ
朝鮮半島と三陸沖の高気圧に覆われ、全国的に晴れ。北日本中心に冷え込み、岩手県数川は氷点下に。大型で猛烈な台風第19号は日本の南を北上。父島で最大瞬間風速 $39.2\text{m}/\text{s}$ 。



11日(金)非常に強い台風が北上
大型の台風第19号が非常に強い勢力で日本の南を北上。台風周辺の雨雲や前線の影響で東日本～東北を中心に雨。東京都八重見ヶ原では最大瞬間風速 $37.0\text{m}/\text{s}$ 。



12日(土)東日本と東北、特別警報
台風第19号が伊豆半島に上陸。東日本と東北に大雨特別警報。神奈川県箱根の日降水量 922.5mm は全国の史上1位を更新。東京都羽田の日最大風速 $34.8\text{m}/\text{s}$ は史上1位を更新。

付表1 本船のVMS位置情報

(9月12日09時24分～13日15時40分)

| 日時 | 北緯 (° - ' - ") | 東経 (° - ' - ") |
|------------------|----------------|----------------|
| 2019-09-12 09:24 | 43-16-52.8 | 145-34-02.4 |
| 10:24 | 43-13-55.2 | 145-39-14.4 |
| 11:24 | 43-05-21.6 | 145-47-33.6 |
| 12:26 | 42-56-50.4 | 145-57-09.6 |
| 13:26 | 42-55-16.8 | 146-10-36.0 |
| 14:26 | 42-54-02.4 | 146-25-14.4 |
| 15:28 | 42-52-52.8 | 146-39-40.8 |
| 16:28 | 42-51-52.8 | 146-54-16.8 |
| 17:28 | 42-50-50.4 | 147-09-02.4 |
| 18:32 | 42-49-12.0 | 147-24-31.2 |
| 19:28 | 42-47-31.2 | 147-38-09.6 |
| 20:30 | 42-45-31.2 | 147-52-45.6 |
| 21:30 | 42-43-33.6 | 148-07-16.8 |
| 22:30 | 42-42-02.4 | 148-21-28.8 |
| 23:30 | 42-41-09.6 | 148-35-40.8 |
| 09-13 00:32 | 42-40-07.2 | 148-49-48.0 |
| 01:32 | 42-38-40.8 | 149-03-21.6 |
| 02:32 | 42-37-14.4 | 149-16-43.2 |
| 03:32 | 42-35-43.2 | 149-30-21.6 |
| 04:32 | 42-34-12.0 | 149-44-12.0 |
| 05:34 | 42-32-40.8 | 149-58-24.0 |
| 06:34 | 42-31-16.8 | 150-13-09.6 |
| 07:34 | 42-30-26.4 | 150-28-24.0 |
| 08:36 | 42-30-02.4 | 150-43-28.8 |
| 09:36 | 42-29-04.8 | 150-58-26.4 |
| 10:36 | 42-27-52.8 | 151-12-57.6 |
| 11:36 | 42-26-28.8 | 151-27-33.6 |
| 12:38 | 42-23-57.6 | 151-41-43.2 |
| 13:38 | 42-20-28.8 | 151-55-33.6 |
| 14:56 | 42-20-55.2 | 152-14-21.6 |
| 15:40 | 42-21-48.0 | 152-24-45.6 |

付表 1 本船のVMS位置情報

(9月13日16時38分～14日23時54分)

| 日時 | 北緯 (° - ' - ") | 東経 (° - ' - ") |
|-------------|----------------|----------------|
| 16:38 | 42-22-09.6 | 152-38-48.0 |
| 17:40 | 42-22-36.0 | 152-53-26.4 |
| 18:40 | 42-22-19.0 | 153-08-24.0 |
| 19:40 | 42-22-09.6 | 153-23-12.0 |
| 20:56 | 42-22-14.4 | 153-41-40.8 |
| 21:40 | 42-22-00.0 | 153-52-45.6 |
| 22:42 | 42-21-40.8 | 154-07-40.8 |
| 23:42 | 42-21-24.0 | 154-22-09.6 |
| 09-14 01:44 | 42-20-48.0 | 154-50-52.8 |
| 02:44 | 42-20-31.2 | 155-05-07.2 |
| 03:44 | 42-20-14.4 | 155-19-33.6 |
| 04:44 | 42-19-57.6 | 155-34-24.0 |
| 05:48 | 42-19-38.4 | 155-50-02.4 |
| 06:46 | 42-19-19.2 | 156-04-19.2 |
| 07:46 | 42-19-02.4 | 156-18-55.2 |
| 08:46 | 42-18-45.6 | 156-33-26.4 |
| 09:48 | 42-18-28.8 | 156-48-04.8 |
| 10:50 | 42-18-12.0 | 157-03-19.2 |
| 11:48 | 42-17-60.0 | 157-15-04.8 |
| 12:48 | 42-15-02.4 | 157-21-28.8 |
| 13:50 | 42-10-55.2 | 157-32-38.4 |
| 14:58 | 42-10-38.4 | 157-34-50.4 |
| 15:50 | 42-10-36.0 | 157-42-16.8 |
| 16:50 | 42-08-43.2 | 157-48-16.8 |
| 17:52 | 42-10-09.6 | 157-58-31.2 |
| 18:52 | 42-09-07.2 | 158-09-14.4 |
| 19:52 | 42-07-48.0 | 158-23-26.4 |
| 20:54 | 42-06-48.0 | 158-38-55.2 |
| 21:52 | 42-06-48.0 | 158-54-28.8 |
| 22:54 | 42-07-50.4 | 159-11-09.6 |
| 23:54 | 42-09-21.6 | 159-26-50.4 |

付表1 本船のVMS位置情報

(9月15日00時56分～16日07時10分)

| 日時 | 北緯 (° - ' - ") | 東経 (° - ' - ") |
|------------------|----------------|----------------|
| 2019-09-15 00:56 | 42-09-26.4 | 159-31-60.0 |
| 01:56 | 42-08-57.6 | 159-34-26.4 |
| 02:58 | 42-08-33.6 | 159-34-57.6 |
| 03:56 | 42-09-09.6 | 159-34-36.0 |
| 04:56 | 42-08-09.6 | 159-34-19.2 |
| 05:56 | 42-07-12.0 | 159-33-45.6 |
| 06:58 | 42-06-26.4 | 159-32-57.6 |
| 07:58 | 42-05-57.6 | 159-32-02.4 |
| 08:58 | 42-05-48.0 | 159-31-16.8 |
| 10:00 | 42-05-57.6 | 159-30-43.2 |
| 11:00 | 42-06-24.0 | 159-30-24.0 |
| 12:00 | 42-07-04.8 | 159-30-28.8 |
| 13:00 | 42-07-48.0 | 159-30-52.8 |
| 14:00 | 42-08-33.6 | 159-31-45.6 |
| 15:02 | 42-08-60.0 | 159-33-09.6 |
| 16:02 | 42-18-16.8 | 159-37-21.6 |
| 17:02 | 42-08-31.2 | 159-39-04.8 |
| 18:02 | 42-07-45.6 | 159-43-26.4 |
| 19:04 | 42-07-48.0 | 159-50-02.4 |
| 20:04 | 42-04-48.0 | 159-52-55.2 |
| 21:04 | 42-03-43.2 | 159-50-50.4 |
| 22:04 | 42-04-07.2 | 159-50-26.4 |
| 23:06 | 42-03-16.8 | 159-51-14.4 |
| 09-16 00:06 | 42-02-38.4 | 159-51-12.0 |
| 01:06 | 42-02-16.8 | 159-50-40.8 |
| 02:08 | 42-01-24.0 | 159-45-12.0 |
| 03:10 | 42-03-31.2 | 159-38-40.8 |
| 04:08 | 42-05-24.0 | 159-30-12.0 |
| 05:08 | 42-08-19.2 | 159-15-07.2 |
| 06:08 | 42-11-04.8 | 159-00-43.2 |
| 07:10 | 42-13-50.4 | 158-46-24.0 |

付表1 本船のVMS位置情報

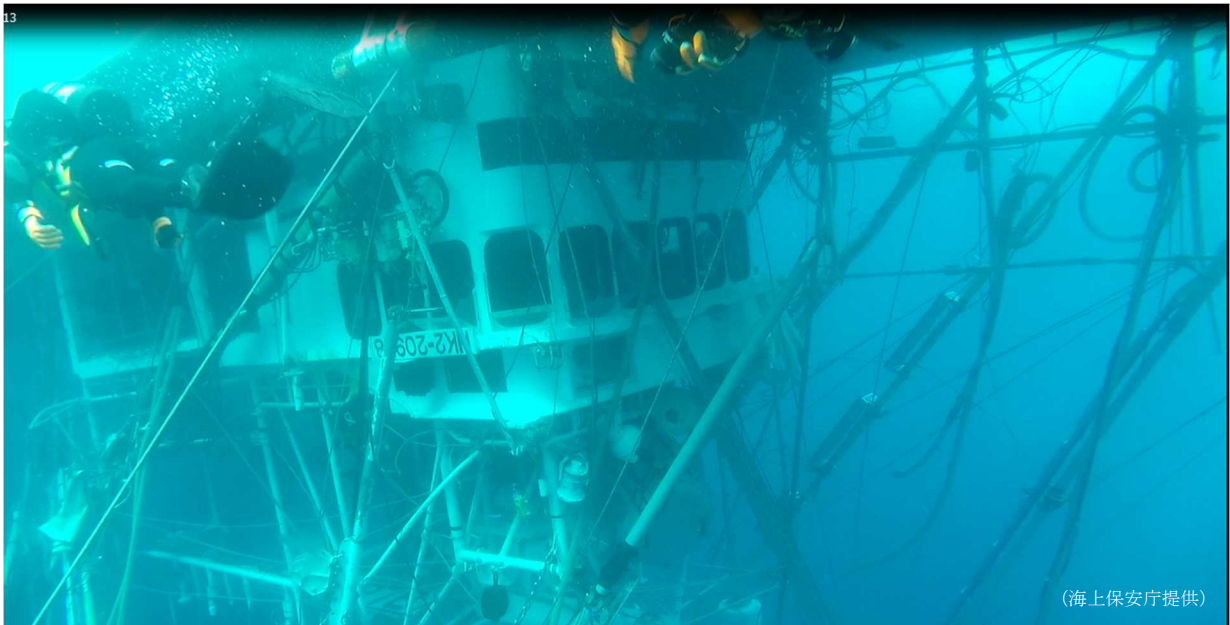
(9月16日08時10分～17日07時20分)

| 日時 | 北緯 (° - ' - ") | 東経 (° - ' - ") |
|-------------|----------------|----------------|
| 08:10 | 42-16-00.0 | 158-32-21.6 |
| 09:10 | 42-17-55.2 | 158-17-28.8 |
| 10:10 | 42-19-52.8 | 158-02-19.2 |
| 11:10 | 42-21-50.4 | 157-47-33.6 |
| 12:12 | 42-23-38.4 | 157-33-04.8 |
| 13:12 | 42-25-00.0 | 157-18-07.2 |
| 14:12 | 42-26-24.0 | 157-02-43.2 |
| 15:12 | 42-27-45.6 | 156-46-55.2 |
| 16:14 | 42-29-04.8 | 156-30-57.6 |
| 17:14 | 42-31-07.2 | 156-16-00.0 |
| 18:14 | 42-33-26.4 | 156-01-02.4 |
| 19:14 | 42-35-43.2 | 155-46-31.2 |
| 20:16 | 42-38-04.8 | 155-31-33.6 |
| 21:16 | 42-40-24.0 | 155-16-36.0 |
| 22:16 | 42-41-57.6 | 155-01-38.4 |
| 23:16 | 42-43-07.2 | 154-46-33.6 |
| 09-17 00:18 | 42-44-09.6 | 154-31-48.0 |
| 01:18 | 42-45-12.0 | 154-17-40.8 |
| 02:18 | 42-46-12.0 | 154-03-48.0 |
| 03:18 | 42-47-09.6 | 153-50-50.4 |
| 04:18 | 42-48-02.4 | 153-38-24.0 |
| 05:18 | 42-48-52.8 | 153-26-52.8 |
| 06:20 | 42-49-43.2 | 153-15-31.2 |
| 07:20 | 42-50-36.0 | 153-06-12.0 |

写真1 転覆の状況（1）



写真2 転覆の状況（2）



NMRI

National Maritime Research Institute, MPAT

別添 1

運輸安全委員会 請負研究

漁船転覆事故に係る解析 調査報告書

令和 2 年 2 月

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所

目 次

| | |
|-------------------------|----|
| 1. はじめに..... | 1 |
| 1.1 解析調査の目的..... | 1 |
| 1.2 解析調査の概要..... | 1 |
| 2. 事故発生時の復原性能の推定..... | 2 |
| 2.1 重量重心計算..... | 2 |
| 2.2 復原力計算..... | 5 |
| 3. 事故発生時の風・波の影響の推定..... | 7 |
| 3.1 風による横傾斜角の推定..... | 7 |
| 3.2 波による横揺れ角の統計予測..... | 8 |
| 4. 転覆に至るメカニズムの検討..... | 13 |
| 4.1 事故発生状況の想定..... | 13 |
| 4.2 エネルギーバランスの計算..... | 13 |
| 4.3 再発防止策の検討..... | 16 |
| 5. まとめ..... | 23 |
| 参考文献..... | 24 |

1. はじめに

1.1 解析調査の目的

本解析調査は、令和元年9月17日、北海道根室市納沙布岬東方沖の公海上で発生した漁船転覆事故の調査に資するため、次の解析を行い、その結果に基づき漁船が転覆に至った状況を3次元CG（コンピュータグラフィックス）化することを目的とする。

- ①本船の復原性能の推定
- ②本事故発生海域における波浪状況などの外力が復原性に及ぼした影響の評価
- ③転覆に至るメカニズムの推定

1.2 解析調査の概要

具体的な解析調査事項は以下の通りである。

①事故発生時の復原性能の推定（第2章）

転覆した漁船（以下、「本船」と言う）の重量重心トリム計算書に記載のある満載漁場発状態を基に、調査官が指示する搭載物の重量及び事故発生時までの燃料油、清水等消費量を推定し、本船の事故発生時の重量重心を推定した。次に推定した事故発生時の状態で本船の復原性能を算定した。

②事故発生時の風・波の影響の推定（第3章）

気象庁より提供された資料に基づき推定した事故発生海域の気象状況と波浪状況を基に、推定した復原性能を有する本船の風による横傾斜及び波による横揺れ状況を推定した。その際、本船の位置等の情報（VMS データ）を基に、事故発生時刻を仮定するとともに事故発生時の本船の船速及び針路を推定した。

③転覆に至るメカニズムの検討（第4章）

推定した本船の事故発生時の復原性能と事故発生海域における風による横傾斜及び波による横揺れ状況を基に、本船が転覆に至るメカニズムの検討を行った。更に、再発防止策に関する検討として、事故発生時の状態で魚倉に漲水した場合や甲板上に打ち込み滞留水がある場合の復原性能を調査するとともに、安全性を確保する運用方法（操船方法）についても検討を加えた。

2. 事故発生時の復原性能の推定

本船の重量重心トリム計算書に記載のある満載漁場発状態を基に、調査官が指示する搭載物の重量及び事故発生時までの燃料油、清水等消費量を推定し、本船の事故発生時の重量重心を推定した。次に推定した事故発生時の状態で本船の復原性能（メタセンタ高さ、復原力曲線、海水流入角）を算定した。

2.1 重量重心計算

本船のさんま棒受網漁業時の満載漁場発状態から、事故調査官が指示する事故発生時の(1)乗員、(2)漁具、(3)食料、(4)清水、(5)燃料、(6)漁獲量を修正して重量重心を推定した。表 1 に事故発生時の重量重心計算結果を示す。

表1 事故発生時の重量重心計算結果

| | 重量 Weight[t] | 船体中央から重心までの距離 L.C.G.[m] | 基線から重心までの高さ Moment[tm] | K.G.[m] | 自由水影響 Moment[tm] | $I^* \rho$ [tm] |
|--------------------------|-----------------|----------------------------|---------------------------|---------|---------------------|-----------------|
| 軽荷重量(Lightweight) | 63.01 | 1.07 | 67.42 | 1.56 | 98.30 | - |
| 乗員・所持品 | 1.65 | 6.35 | 10.47 | 2.38 | 3.92 | - |
| 機関室 | 1.18 | 1.06 | 1.25 | 1.09 | 1.28 | - |
| 漁具及び漁労装置 | 15.17 | 4.67 | 70.92 | 3.83 | 58.08 | - |
| 一定重量 | 18.00 | 4.59 | 82.64 | 3.52 | 63.28 | - |
| 食料 | 0.03 | 4.20 | 0.13 | 2.55 | 0.08 | - |
| 燃料 | 7.05 | 3.16 | 22.23 | 1.22 | 8.58 | 3.59 |
| 清水 | 0.31 | 10.26 | 3.18 | 1.29 | 0.40 | 0.09 |
| 魚/氷（第一魚倉（中）） | 5.94 | -5.52 | -32.79 | 1.34 | 7.96 | 0.06 |
| 載荷重量(Dead weight) | 31.33 | 2.41 | 75.40 | 2.56 | 80.30 | 3.74 |
| 合計 | 94.34 | 1.51 | 142.82 | 1.89 | 178.60 | 3.74 |

船尾側)

6項目の修正方法について以下に述べる。

(1) 乗員

乗員を定員 11 名から 8 名とした。配置は以下のとおり。

操舵室：2 名，船員室：5 名，賄室：1 名

(2) 漁具

重量重心トリム計算書では白熱灯の集魚灯 21 竿の重量は 0.53t である。一方、事故当時本船に実際に搭載されていた集魚灯は 26 竿であり、メーカー A 社製 LED 灯 9 竿，メーカー B 社製 LED 灯 16 竿，サンマライト 1 竿であった。以下に各集魚灯の重量の試算を示す。

(a) 建造時の白熱灯 1 竿分の計算

本船の電装関係工事会社からの情報によると、白熱灯 1 竿の重量は以下のとおり。

(白熱灯の球 0.2kg+ソケット 0.3kg) × 白熱灯の数 15 個/1 竿+傘 1kg=8.5kg

よって、重量重心トリム計算書にある白熱灯の 21 竿の重量は 8.5kg/1 竿×21 竿=178.5kg になる。

計算書の値との差 530kg-178.5kg=351.5kg を不明重量(付属品重量)とし、1 竿あたり 16.74kg を LED 灯，サンマライトの場合にも加算する。

(b) A 社製 LED 灯の計算

$$\underline{(LED \text{ 灯}(4.6\text{kg} \times 1 \text{ 枚} + 9.0\text{kg} \times 2 \text{ 枚}) + \text{トランス } 13.0\text{kg} + \text{不明重量 } 16.74\text{kg}) \times 9 \text{ 竿} = 471.0\text{kg}}$$

(c) B 社製 LED 灯の計算

$$\underline{(LED \text{ 灯}(2.9\text{kg} \times 6 \text{ 枚}) + \text{冷水管 } 20.0\text{kg} + \text{不明重量 } 16.74\text{kg}) \times 16 \text{ 竿} = 866.2\text{kg}}$$

(d) サンマライトの計算

$$\underline{(\text{サンマライト } (20.0\text{kg} \times 2 \text{ 台}) + \text{不明重量 } 16.74\text{kg}) \times 1 \text{ 竿} = 56.7\text{kg}}$$

よって、A 社製 LED 灯 9 竿、B 社製 LED 灯 16 竿、サンマライト 1 竿の総重量は以下のとおりとなる (表 2)。

$$\underline{\text{集魚灯 } 26 \text{ 竿} = \text{A 社製 LED 灯 } 471.0\text{kg} + \text{B 社製 LED 灯 } 866.2\text{kg} + \text{サンマライト } 56.7\text{kg} = 1.394\text{t}}$$

表2 事故発生時の重量計算結果 (集魚灯)

| 単位[kg] | 竿数 | 重量/竿 | - | 不明重量/竿 | 小計 |
|---------|----|---------|--------|--------|-------|
| サンマライト | 1 | 40 | - | 16.74 | 56.7 |
| | 竿数 | LED重量/竿 | トランス/竿 | 不明重量/竿 | 小計 |
| LED(A社) | 9 | 22.6 | 13 | 16.74 | 471.0 |
| | 竿数 | LED重量/竿 | 冷水管/竿 | 不明重量/竿 | 小計 |
| LED(B社) | 16 | 17.4 | 20 | 16.74 | 866.2 |
| 合計[t] | | | | | 1.394 |

(3) 食料、清水

食料と清水の消費量は令和元年 9 月 12 日朝に出港してから事故発生推定時刻 9 月 17 日 7 時 20 分までの 5 日間とし、出港時の搭載量から消費量を差し引いて残存量を推定した。なお、1 日 1 人当たりの食料の消費量は 2kg/p/day、水の消費量は 20kg/p/day とした。

食料と水の事故発生時の残存量推定結果を表 3 に示す。

表3 食料と水の残存量推定結果

| 食料 | kg/p/day | 人数 | 日数 | 積載量[t] |
|-----|----------|----|----|--------------|
| 出港時 | 2 | 8 | 7 | 0.112 |
| 使用量 | 2 | 8 | 5 | 0.08 |
| 残存量 | | | | 0.032 |
| 水 | kg/p/day | 人数 | 日数 | 積載量[t] |
| 出港時 | 清水タンク満 | | | 1.11 |
| 内訳 | 20 | 8 | 7 | 1.12 |
| 使用量 | 20 | 8 | 5 | 0.8 |
| 残存量 | 出港時-使用量 | | | 0.31 |

想定される事故発生地点から根室漁港までは約 597km あり、出港初日の VMS データから求めた航海速力約 11kts で帰港すると約 30 時間かかる。よって、食料と清水の出港時搭載量は 8 名分 7 日間とした。清水タンクは満水状態で 1.11t であり、その値は 8 名 7 日分 1.12t とほぼ同量であるため適当な設定である。

(4) 燃料油量

事故発生時の燃料油量は、調査官が指示する出港時の燃料油量から事故発生時までに消費した燃料油量を推定して差し引いた値とした。図 1 に燃料油の搭載配置を、表 4 に指示された出港時の搭載燃料油量を示す。出港時に燃料油を燃料油タンク No.1, No.3 (右・左), No.4 (右・左) と第三魚倉 (右・中・左) に、また第二魚倉 (中) にはドラム缶 7 本分の燃料油を搭載している。

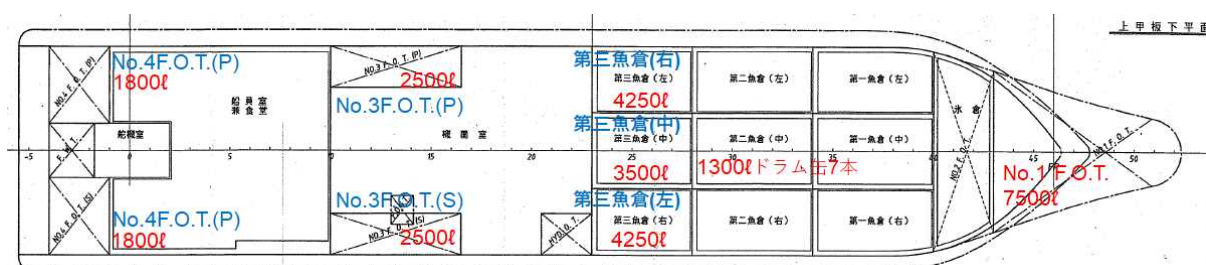


図1 搭載燃料油配置図

表4 出港時の搭載燃料油量

| 燃料油タンク | 容積 | 重量 | 船体中央から重心までの距離 | | 基線から重心までの高さ | |
|----------------|-------------------------|-----------|---------------|------------|-------------|------------|
| | Volume[m ³] | Weight[t] | L.C.G.[m] | Moment[tm] | KG | Moment[tm] |
| No.1 F.O.T. | 7.50 | 6.45 | -9.21 | -59.40 | 1.22 | 7.87 |
| No.2 F.O.T. | 0.00 | 0.00 | -7.35 | 0.00 | 0.69 | 0.00 |
| No.3 F.O.T.(P) | 2.50 | 2.15 | 3.87 | 8.32 | 0.93 | 2.00 |
| No.3 F.O.T.(S) | 2.50 | 2.15 | 3.87 | 8.32 | 0.93 | 2.00 |
| No.4 F.O.T.(P) | 1.80 | 1.55 | 10.06 | 15.57 | 1.41 | 2.18 |
| No.4 F.O.T.(S) | 1.80 | 1.55 | 10.06 | 15.57 | 1.41 | 2.18 |
| 燃料タンク小計 | 16.10 | 13.85 | -0.84 | -11.62 | 1.17 | 16.23 |
| 魚倉燃料タンク | 容積 | 重量 | 船体中央から重心までの距離 | | 基線から重心までの高さ | |
| | Volume[m ³] | Weight[t] | L.C.G.[m] | Moment[tm] | KG | Moment[tm] |
| 第2魚倉 (中) | 1.30 | 1.12 | -3.1 | -3.47 | 1.23 | 1.38 |
| 第3魚倉 (左) | 4.25 | 3.66 | -0.98 | -3.58 | 1.20 | 4.39 |
| 第3魚倉 (中) | 3.50 | 3.01 | -0.98 | -2.95 | 1.17 | 3.52 |
| 第3魚倉 (右) | 4.25 | 3.66 | -0.98 | -3.58 | 1.20 | 4.39 |
| 魚倉燃料タンク小計 | 13.30 | 11.45 | -1.19 | -13.58 | 1.19 | 13.67 |
| 合計 | 29.4 | 25.30 | -1.00 | -25.20 | 1.18 | 29.90 |

主機と操業時に稼働する補機の 1 日消費量を用いて事故発生までの航海日数 5 日分の消費量を算出した結果を表 5 に示す。総燃料油量は 25.28t (燃料油の比重 0.86), 1 日消費量は主機 2.90t/day, 補機 3.75t/day である。補機を稼働する操業時間は、不漁であったことから 1 日 1 回、

1 操業時間を 4.8 時間とした。操業時間は参考文献^[1]を基に設定した。

事故発生時の推定燃料油量を表 6 に示す。燃料は魚倉の燃料油をすべて消費して No.3, No.1 燃料油タンクを使用中とし, No.4 燃料タンクの燃料油がすべて残るように設定した。

表5 燃料油使用量算出結果

| | 1日消費量(t) | 日数 | 割合 | 消費量[t] |
|-----------|----------|----|----|--------|
| 主機 | 2.90 | | 5 | 14.5 |
| 補機 (操業) * | 3.75 | | 5 | 3.75 |
| 消費燃料 合計 | | | | 18.25 |

*1日1回操業4.8Hとした。

表6 事故発生時の推定燃料油量

| 燃料油タンク | 容積 | | 重量 | | 船体中央から重心までの距離 | | 基線から重心までの高さ | | 自由表面の二次モーメント | | 状態 |
|----------------|-------------------------|-----------|--------|--------|---------------|------------------|-------------------------------|----------|--------------|------|--------|
| | Volume[m ³] | Weight[t] | 使用量[t] | 残存量[t] | L.C.G.[m] | Moment[tm] KG[m] | Moment[tm] J[m ⁴] | I*ρ [tm] | | | |
| No.1 F.O.T. | 7.50 | 6.45 | 4.60 | 1.85 | -9.21 | -17.04 | 1.22 | 2.26 | 2.73 | 2.35 | 使用中 |
| No.2 F.O.T. | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -7.35 | 0.00 | 0.69 | 0.00 | | | 空 |
| No.3 F.O.T.(P) | 2.50 | 2.15 | 1.10 | 1.05 | 3.87 | 4.06 | 0.93 | 0.98 | 0.23 | 0.20 | 使用中 |
| No.3 F.O.T.(S) | 2.50 | 2.15 | 1.10 | 1.05 | 3.87 | 4.06 | 0.93 | 0.98 | 0.23 | 0.20 | 使用中 |
| No.4 F.O.T.(P) | 1.80 | 1.55 | 0.00 | 1.55 | 10.06 | 15.57 | 1.41 | 2.18 | 0.49 | 0.42 | 満 |
| No.4 F.O.T.(S) | 1.80 | 1.55 | 0.00 | 1.55 | 10.06 | 15.57 | 1.41 | 2.18 | 0.49 | 0.42 | 満 |
| 燃料タンク小計 | 16.10 | 13.85 | 6.80 | 7.05 | 3.16 | 22.23 | 1.22 | 8.58 | 4.17 | 3.59 | |
| 魚倉燃料タンク | 容積 | | 重量 | | 船体中央から重心までの距離 | | 基線から重心までの高さ | | 自由表面の二次モーメント | | 状態 |
| | Volume[m ³] | Weight[t] | 使用量[t] | 残存量[t] | L.C.G.[m] | Moment[tm] KG[m] | Moment[tm] J[m ⁴] | I*ρ [tm] | | | |
| 第2魚倉 (中) | 1.30 | 1.12 | 1.12 | 0.00 | -3.1 | 0.00 | 1.23 | 0.00 | | | ドラム缶7本 |
| 第3魚倉 (左) | 4.25 | 3.66 | 3.66 | 0.00 | -0.98 | 0.00 | 1.20 | 0.00 | | | 空 |
| 第3魚倉 (中) | 3.50 | 3.01 | 3.01 | 0.00 | -0.98 | 0.00 | 1.17 | 0.00 | | | 空 |
| 第3魚倉 (右) | 4.25 | 3.66 | 3.66 | 0.00 | -0.98 | 0.00 | 1.20 | 0.00 | | | 空 |
| 魚倉燃料タンク小計 | 13.30 | 11.45 | 11.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 合計 | 29.4 | 25.30 | 18.25 | 7.05 | 3.16 | 22.23 | 1.22 | 8.58 | | 3.59 | |

(5) 漁獲量

事故発生時までの漁獲量は調査官からの指示により 800kg のさんまとし, 第一魚倉 (中) に冷水と一緒にいると想定して満載漁場発状態での第一魚倉 (中) の重量重心の値を採用した。なお, 他の魚倉及び氷倉の積載量はゼロとした。

2.2 復原力計算

提供された船型データを用いて計算した出港時 (9月12日朝) と事故発生時 (9月17日朝) の復原力 (GZ) 曲線と海水流入角 ϕ_f , 復原力喪失角 ϕ_v を図2に示す。なお, 本計算結果には傾斜による姿勢変化と自由水影響が考慮されている。ここでの海水流入点はミッドシップのブルワークトップとし, 座標を表7に示す。事故発生時の状態では, 横傾斜角 42.3 度でミッドシップのブルワークトップが没水する。

また, 出港時と事故発生時の排水量, 重心位置 (LCG: 前後, KG: 上下), 喫水 (da: 船尾, df: 船首, dm: 平均) 及びメタセンタ高さ (GM) をまとめて表8に示す。事故発生時の各種タンクの自由水影響 (見かけの重心上昇 GG_0) を考慮したメタセンタ高さ (G_0M) は 0.625m であり, 出港時 (0.640m) と比べて 0.015m 小さくなっている。

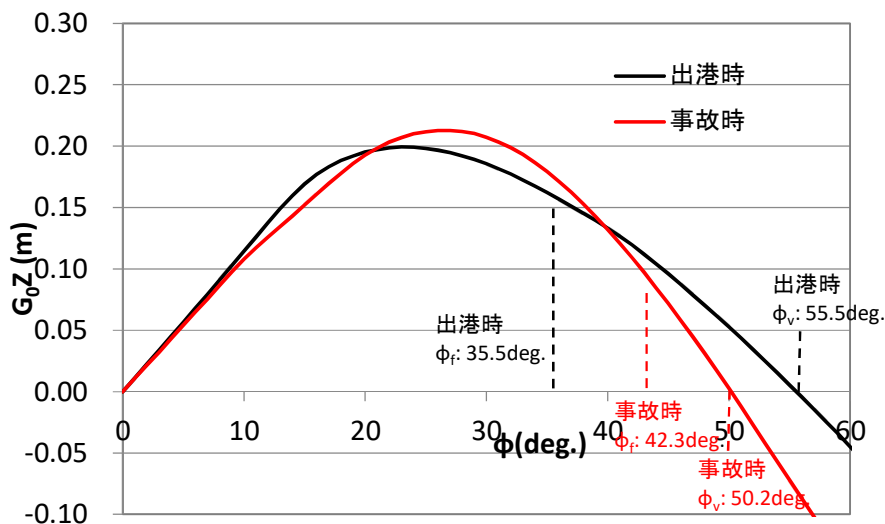


図2 復原力曲線と海水流入角

表7 海水流入位置（ミッドシップのブルワークトップ）の座標

| Flooding Point | |
|----------------|--------|
| from C.L. | 2.60 m |
| above B.L. | 3.66 m |
| from A.P. | 9.20 m |

表8 出港時と事故発生時の排水量，重心位置，喫水及びメタセンタ高さ

| Item | unit | 出港時 | 事故発生時 |
|------|------|-----------|-----------|
| 排水量 | t | 123.62 | 94.34 |
| 喫水da | m | 1.725 | 1.679 |
| 喫水df | m | 1.629 | 1.011 |
| 喫水dm | m | 1.677 | 1.345 |
| trim | m | 0.096 船尾沈 | 0.668 船尾沈 |
| LCG | m | 0.531 船尾側 | 1.514 船尾側 |
| KG | m | 1.705 | 1.893 |
| GM | m | 0.640 | 0.665 |
| GGo | m | 0.000 | 0.040 |
| GnM | m | 0.640 | 0.625 |

3. 事故発生時の風・波の影響の推定

気象庁より提供された資料に基づき推定した事故発生海域の気象状況と波浪状況を基に、本船の風による横傾斜及び波による横揺れ状況を推定した。なお、ここでは事故発生時刻を本船の位置等の情報（VMS データ）を最後に受信した令和元年9月17日7時20分と仮定した。また、同日6時20分の本船の位置(42°49'43.20"N, 153°15'31.20"E)と事故発生時刻の本船の位置(42°50'36.00"N, 153°06'12.00"E)との差分から、事故発生時の本船の船速は6.9kts、針路は277.4deg.と推定した。

3.1 風による横傾斜角の推定

提供された資料に記載された、事故発生海域の当日3時と9時の気象状況から事故発生時の風速、風向を推定した。表9に提供された資料に記載された風速、風向を示す。表9中の風速、風向それぞれの最大値と最小値の平均を括弧内に示している。これらを事故発生当日3時、9時の代表値として7時20分の風速、風向を内挿した。これより、事故発生時の風速、風向をそれぞれ12.9m/s (25.2kts), 209.4degと推定した。また、僚船からの情報では、事故発生海域付近では突風が吹いていたとのことである。なお、本船の船速(6.9kts)及び針路(277.4deg.)から相対風速と相対風向はそれぞれ14.6m/s (28.4kts), 305.0degとなり、本船は左舷側が風上となり突風を伴う斜め向かい風を受けていたと考えられる。

表9 事故発生時の風速、風向の推定結果

| 日時（日本標準時） | 風速 | 風向 |
|----------------|--------------------------|-------------------------|
| 令和元年9月17日3時 | 8~15m/s (平均：11.5m/s) | 東南東~南西 (平均：168.8deg) |
| 令和元年9月17日9時 | 11~16m/s (平均：13.5m/s) | 南~西 (平均：225.0deg) |
| 令和元年9月17日7時20分 | 12.9m/s | 209.4deg |

風による傾斜モーメントの計算は藤原ら^[2]の回帰分析による推定式を用いて行った。計算に必要な風圧面積等の諸量を表10に示す。

表10 風圧力の計算に用いた諸量

| | |
|--------------------------------------|--------|
| A_T [m ²] 正面投影面積 | 17.962 |
| A_L [m ²] 側面投影面積 | 86.061 |
| A_{OD} [m ²] 上部構造物投影面積 | 26.325 |
| C [m] 船体中央から側面投影面積中心までの距離（船首方向正） | -1.462 |
| H_C [m] 喫水から側面投影面積中心までの高さ | 2.184 |
| H_{BR} [m] 喫水から上部構造物最高位までの高さ | 3.985 |

推定式に従って傾斜モーメント係数を求め、風による傾斜モーメント及び横傾斜角を推定した

結果, それぞれ 3.97tf・m, 3.9deg.となった。結果をまとめて表 11 に示す。

表11 風による傾斜モーメントと横傾斜角の推定結果

| | | |
|---------------------|----------|-------|
| U_A [kts] | 相対風速 | 28.4 |
| ψ_A [deg] | 相対風向 | 305.0 |
| K_A [tf・m] | 傾斜モーメント | 3.97 |
| ϕ_{wind} [deg] | 風による横傾斜角 | 3.9 |

なお, 風による横傾斜の推定結果と事故発生時の本船の復原力曲線 (図 2) と比較すると, 事故発生時の状況では, 風による横傾斜だけで本船が転覆に至る状況に陥ることはないと考えられる。

3.2 波による横揺れ角の統計予測

提供された波浪状況の資料をもとに, 事故発生時の風浪及びうねりについて, それぞれ波向, 有義波周期, 有義波高を推定した。風浪については表 12 に, うねりについては表 13 に提供された当日 3 時と 9 時の状況を示す。表 12, 表 13 中には表 9 と同様にそれぞれの最大値と最小値の平均を括弧内に示している。これらを当日 3 時と 9 時の波浪状況の代表値として, 事故発生時の波浪状況をそれぞれ内挿した。結果を表 12 及び表 13 の下段に示す。また, 本船の針路の推定値が 277.4deg であることから, 正船尾方からを 0deg.として風浪の出会い波向は 112.0deg, うねりの出会い波向は 95.1deg と推定される。そのため, 本船は事故発生時に左舷側からほぼ横波を受けていたと考えられる。

表12 波浪状況の推定結果(風浪)

| 日時 (日本標準時) | 波向 | 周期 | 波高 |
|----------------|--------------------------|--------------------|-------------------|
| 令和元年9月17日3時 | 東南東~南西 (平均: 168.8deg) | 6~8s (平均: 7.0s) | 3前後 (平均: 3.0m) |
| 令和元年9月17日9時 | 南~西 (平均: 225.0deg) | 7~9s (平均: 8.0s) | 3~4 (平均: 3.5m) |
| 令和元年9月17日7時20分 | 209.4deg | 7.7s | 3.4m |

表13 波浪状況の推定結果(うねり)

| 日時 (日本標準時) | 波向 | 周期 | 波高 |
|----------------|---------------------------|---------------------|-------------------|
| 令和元年9月17日3時 | 南南西~西南西 (平均: 225.0deg) | 7~9s (平均: 8.0s) | 2前後 (平均: 2.0m) |
| 令和元年9月17日9時 | 南南東~南南西 (平均: 180.0deg) | 8~10s (平均: 9.0s) | 2~3 (平均: 2.5m) |
| 令和元年9月17日7時20分 | 192.5deg | 8.7s | 2.4m |

推定された波浪状況をもとに標準的な波浪スペクトル形状を仮定すれば、船体動揺の短期予測手法^[3]によって事故発生時の本船の横揺れ状況を推定することができる。なお、本解析調査では風浪とうねりが共存する波浪場における船体応答の短期予測手法^[4]に従って波による横揺れ角の統計予測を行った。

(1) 横揺れ短期予測計算概要

① 横揺れ振幅の応答関数

STF 法^[5]によって短期予測に必要な規則波中の横揺れ振幅の応答関数を計算した。計算に必要な横揺れ減衰係数は参考文献^[6]に示された漁船のN係数の値(0.019)を用いた。また、排水量等は第2章に示した事故発生時の状態とし、船速は6.9ktsとして計算を行った。

図3にSTF法によって計算した本船の出会い波向 χ 毎の横揺れ振幅の応答関数を示す。横軸は入射波の角周波数 ω であり、縦軸は横揺れ振幅 ϕ を最大波傾斜 kh で無次元化した値を示している。

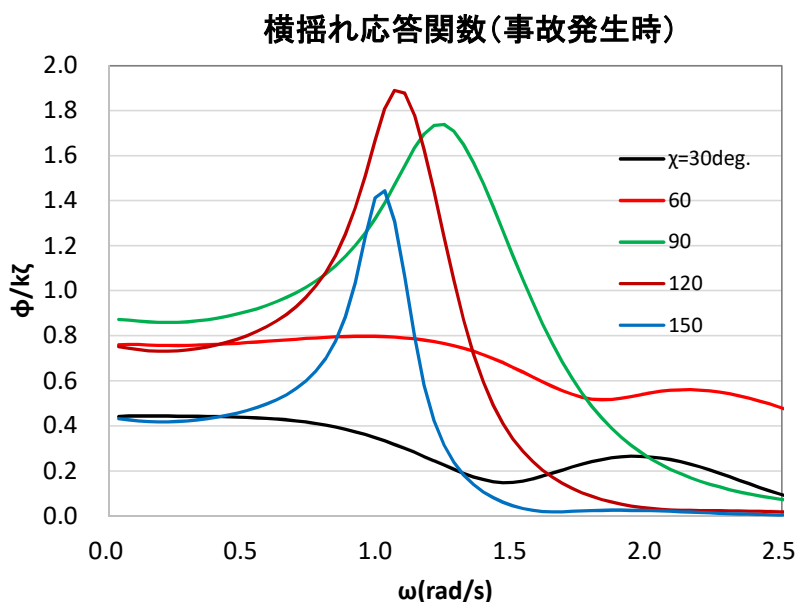


図3 横揺れ振幅の応答関数(事故発生時状態)

② 波スペクトル

事故発生時の波浪場は表12、表13に示した有義波高、有義波周期及び主波向をもつ短波頂不規則波で表現されるとした。そこで、標準的な波スペクトル形状と方向分布を仮定し、風浪とうねりについてそれぞれ表14に示す波スペクトルと方向分布関数を適用した。

表14 波スペクトルと方向分布関数

| | 波スペクトル | 方向分布関数 |
|-----|----------|---------|
| 風浪 | ISSC型 | cos2乗分布 |
| うねり | JONSWAP型 | 光易型分布 |

短期予測に用いた事故発生時の海象を表す波スペクトルと方向分布関数の形状を図 4、図 5 に示す。なお、図 5 の横軸は成分波の波向と主波向（出会い波向）の差分を表す。

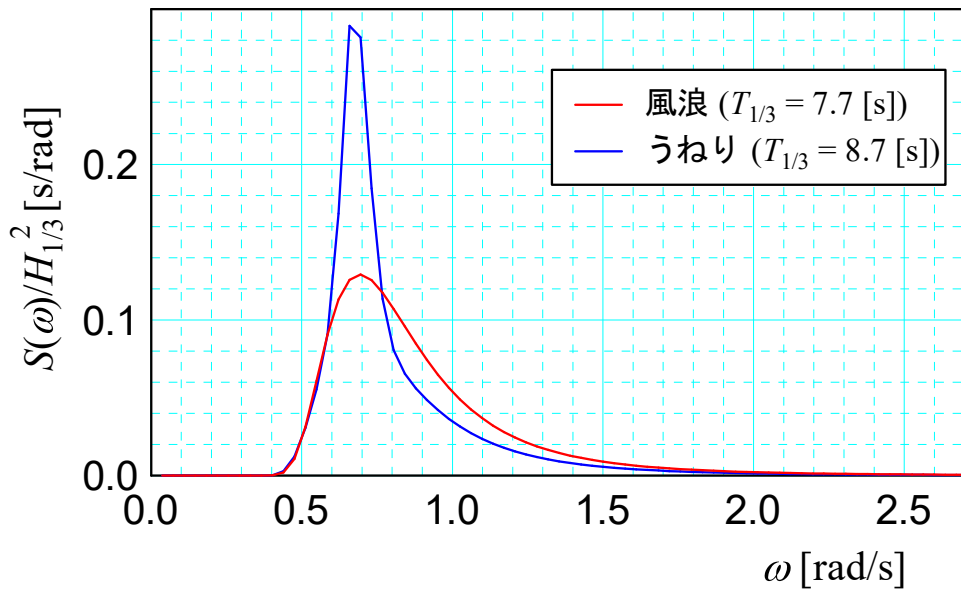


図4 波スペクトル（風浪：ISSC型，うねり：JONSWAP型）

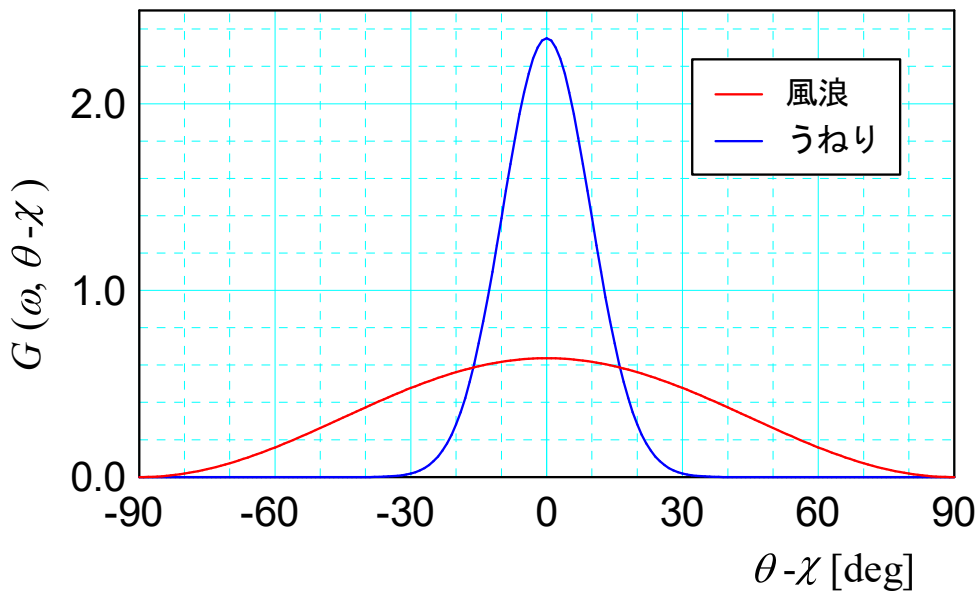


図5 方向分布関数（風浪：cos2乗分布，うねり：光易型分布）

③ 横揺れ応答スペクトル

図 3 に示した横揺れ振幅の応答関数と図 4、図 5 に示した波スペクトル及び方向分布関数を用いて、風浪とうねりに対する横揺れの応答スペクトルを計算した。図 6 に事故発生時の横揺れの応答スペクトルを示す。なお、図 6 に示す応答スペクトルは、角周波数と波向を変数とする応答スペクトルを波向成分について積分し、角周波数のみの関数として表示している。

応答スペクトルの面積が不規則波中の横揺れの分散値 σ^2 に対応する。また、船体応答の極大値（極小値）の確率分布が Rayleigh 分布で近似できるとすると、応答スペクトルの面積から求めた横揺れの標準偏差を用いて極値の平均値や最大期待値等を推定することができる。

横揺れ応答スペクトル

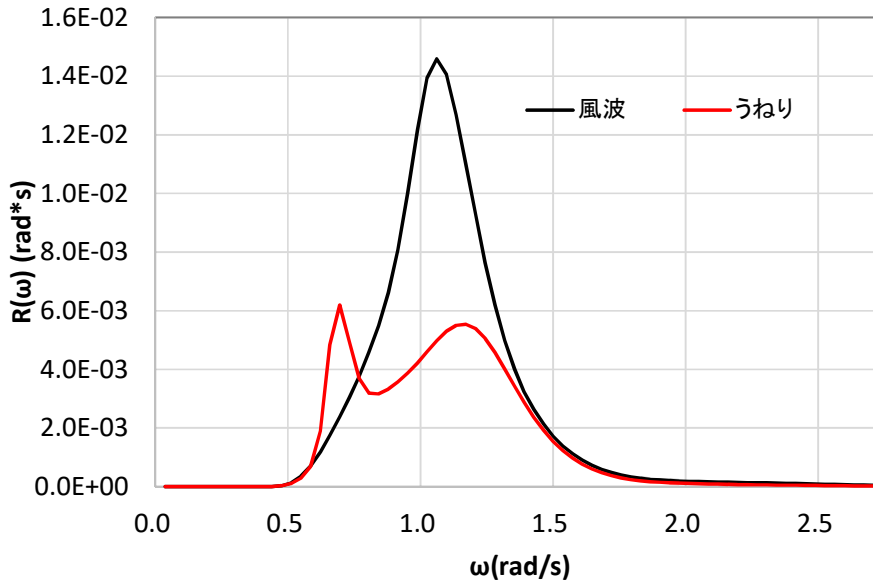


図6 横揺れ応答スペクトル（事故発生時状態）

(2) 横揺れ短期予測計算結果

風浪とうねりが共存する波浪場では、風浪に起因する波形とうねりに起因する波形の干渉によって船体応答の分散値 σ^2 がばらつくことが報告されている^[4]。本解析調査では本船が転覆した要因について検討するため、(1)式に従って最悪状態である横揺れの分散値の最大値 σ_{\max}^2 を推定し、横揺れの短期予測を行った。ここで、(1)式中の $R_{\text{wave}}(\omega)$ 及び $R_{\text{swell}}(\omega)$ は風浪に対する応答スペクトルとうねりに対する応答スペクトルを表す。図6に示した応答スペクトルに(1)式を適用した結果、横揺れの標準偏差の最大値 σ_{\max} は6.9degとなった。

$$\begin{aligned} \sigma_{\max}^2 &= \mu + 3\bar{A} \\ \mu &= \sum_{j=1}^n [R_{\text{wave}}(\omega)\Delta\omega] + \sum_{j=1}^n [R_{\text{swell}}(\omega)\Delta\omega] \\ \bar{A}^2 &= 2 \sum_{j=1}^n \{ [R_{\text{wave}}(\omega)\Delta\omega] \cdot [R_{\text{swell}}(\omega)\Delta\omega] \} \end{aligned} \quad (1)$$

σ_{\max} を用いて横揺れの短期予測を行った。表15に、本船が船速6.9kts、針路277.4degで事故発生時の波浪状況（表12、表13）下で航行した場合の横揺れ統計値の予測結果を示す。事故発生時には、本船の横揺れは1/3最大平均値（有義値）で13.9degと予測される。また、船舶復原性規則の所謂C係数基準と同様の出会い波200波に1波の最大横揺れに対応する1/200最大期待値の横揺れは、23.8deg、1/1000最大期待値の横揺れは26.9degとなる。

なお、事故発生時の本船の復原力曲線（図 2）と比較すると、1/1000 最大期待値の横揺れが発生したとしても、横揺れ単独で本船が直ちに転覆するような状況に陥ることはないと考えられる。

表15 横揺れ短期予測計算結果（事故発生時状態）

| | [deg] |
|-------------|-------|
| 平均値 | 8.7 |
| 1/3最大平均値 | 13.9 |
| 1/10最大平均値 | 17.7 |
| 1/100最大期待値 | 22.4 |
| 1/200最大期待値 | 23.8 |
| 1/1000最大期待値 | 26.9 |

4. 転覆に至るメカニズムの検討

第2章で推定した本船の事故発生時の復原性能(図2, 表8)と第3章で推定した事故発生海域における風による横傾斜(表11)及び波による横揺れ状況(表15)を基に, 本船が転覆に至るメカニズムの検討を行った。また, 再発防止策に関する検討として, 事故発生時の状態で魚倉に漲水した場合や甲板上に打ち込み滞留水がある場合の復原性能を調査するとともに, 安全性を確保する運用方法(操船方法)についても検討を加えた。

4.1 事故発生状況の想定

事故発生時の復原力等について具体的な数値をあてはめて転覆メカニズムの検討を行った。その際, 第3章で報告したように事故発生海域における風による横傾斜や波による横揺れ状況から, 本船が風や波だけにより直ちに転覆するような状況に陥ることはないと考えられた。そこで, 最悪の状況として, 船舶復原性規則の所謂C係数基準と同様に, 本船が風上側(左舷側)に最大限横揺れた時点で, 突風が吹き風による傾斜モーメントが急激に増大(定常風の場合の1.5倍)したと想定して, エネルギーバランスの考え方で風下側(右舷側)への最大傾斜角等を推定することで, 転覆に至るメカニズムの検討を行うこととした。

4.2 エネルギーバランスの計算

エネルギーバランスの計算は, 事故発生時の波浪状況における短期予測計算で横揺れ角(ϕ_w)が1/3最大平均値に対応する13.9deg., 1/10最大平均値に対応する17.7deg., 1/100最大期待値に対応する22.4deg., 1/200最大期待値に対応する23.8deg., 1/1000最大期待値に対応する26.9deg.について行った。また, 定常風による横傾斜角は3.9deg., 突風による横傾斜角は5.8deg.として5ケースとも同一の値を使用した。

エネルギーバランスの計算に使用した図を図7~図11に, 計算結果を表16に示す。これらの図表に示した, ϕ_0 は定常風による横傾斜角, ϕ_1 は突風による横傾斜角, ϕ_a は左舷側への最大横傾斜角, ϕ_b はミッドシップのブルワークトップの没水角, a は傾斜方向のエネルギー((2)式), b は動復原力((3)式), c は船舶復原性規則のC係数に対応する動復原力と傾斜エネルギーの比($c=b/a$), ϕ_t は(4)式を満たす右舷側への最大横傾斜角を示す。

$$a = \int_{\phi_a}^{\phi_1} (1.5D_{wind} - \overline{GZ}) d\phi \quad (2)$$

$$b = \int_{\phi_1}^{\phi_b} (\overline{GZ} - 1.5D_{wind}) d\phi \quad (3)$$

$$\int_{\phi_1}^{\phi_t} (\overline{GZ} - 1.5D_{wind}) d\phi = a \quad (4)$$

ここで, D_{wind} (図7~図11では D_w と表記)は定常風による傾斜偶力 τ を示す。

表16に示したように事故発生時の波浪状況では, 1/200最大期待値に対応する横揺れ(23.8deg.)が生じた場合(図10)でも, ミッドシップのブルワークトップの没水角までの動復原力と傾斜エネルギーの比 c は1.06でブルワークトップは没水しない。但し, 右舷側への最大横傾斜角 ϕ_t は

39.0deg.となり、復原力の最大値が生じる横傾斜角（約 27deg.）を超えるまで傾斜すると判定される（図 10）。一方、1/1000 最大期待値に対応する横揺れ（26.9deg.）が生じた場合、動復原力と傾斜エネルギーの比 c は 0.86（動復原力を突風の影響を考慮した復原性範囲の上限（45.6deg.）まで取った場合：0.88）となり、風上側（左舷側）に最大限横揺れした時点で、突風が吹き風による傾斜モーメントが急激に増大した場合、一気に転覆に至ることが想定される（図 11）。

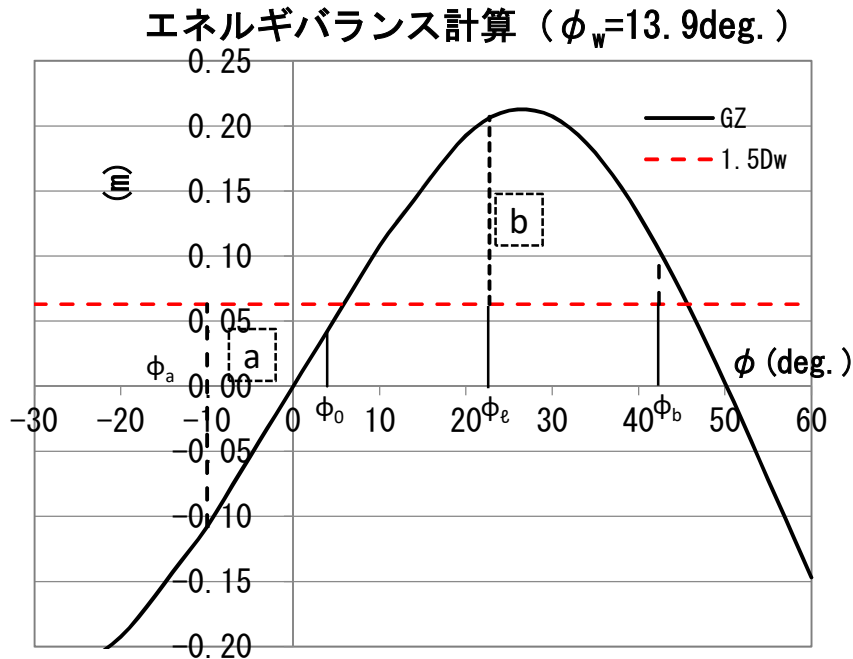


図7 エネルギーバランス計算（横揺れ：1/3 最大平均値）

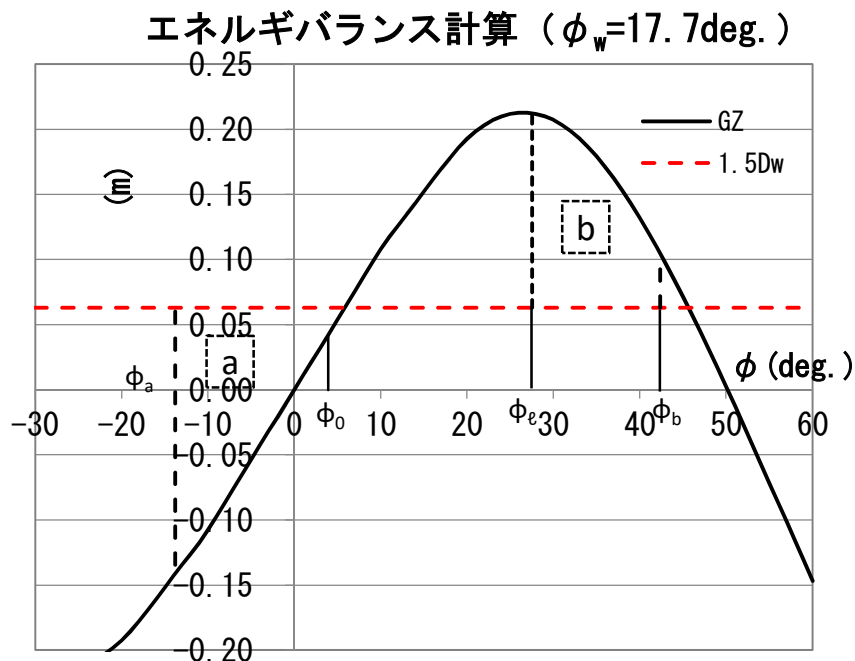


図8 エネルギーバランス計算（横揺れ：1/10 最大平均値）

エネルギーバランス計算 ($\phi_w=22.4\text{deg.}$)

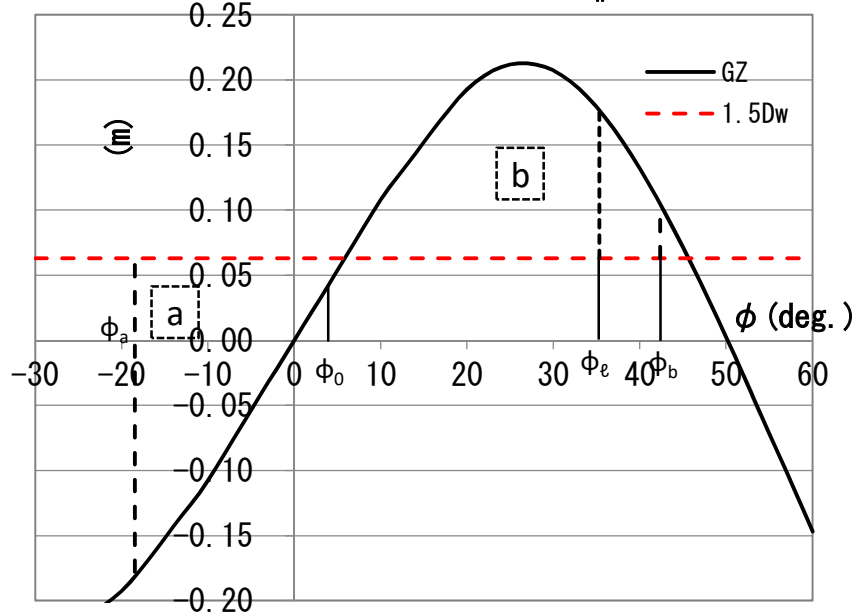


図9 エネルギーバランス計算 (横揺れ : 1/100 最大期待値)

エネルギーバランス計算 ($\phi_w=23.8\text{deg.}$)

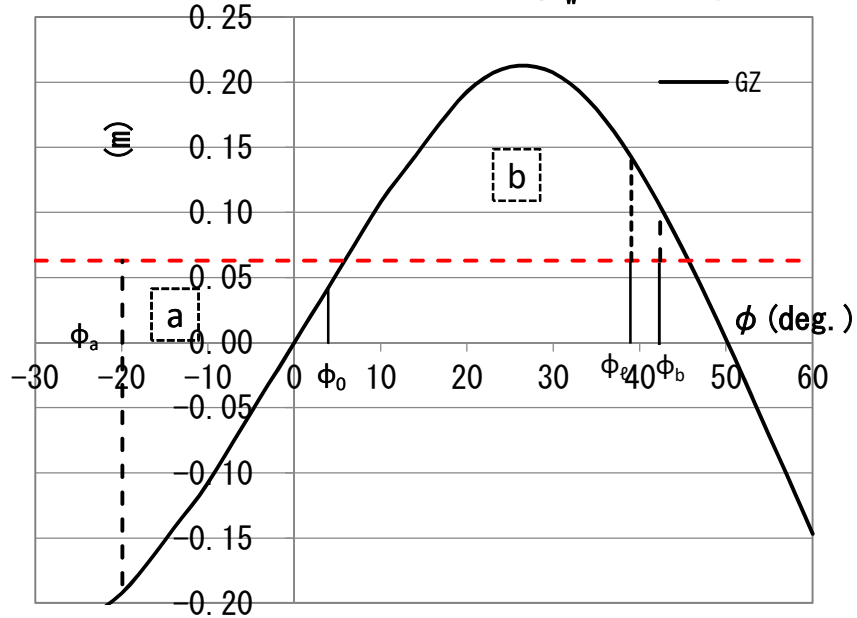


図10 エネルギーバランス計算 (横揺れ : 1/200 最大期待値)

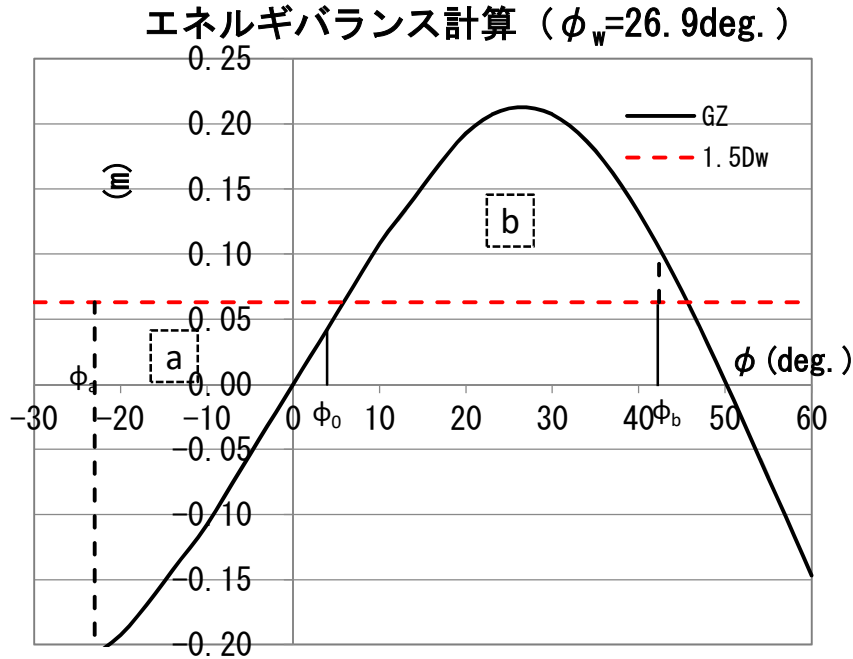


図11 エネルギーバランス計算 (横揺れ: 1/1000 最大期待値)

表16 エネルギーバランス計算結果 (事故発生時状態)

| 横揺れ予測値 | ϕ_w (deg.) | ϕ_0 (deg.) | ϕ_a (deg.) | ϕ_1 (deg.) | ϕ_b (deg.) | a (m deg.) | b (m deg.) | c (=b/a) | ϕ_l (deg.) |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|---------------|-------------|--------------------|
| 1/3最大平均値 | 13.9 | 3.9 | -10.0 | 5.8 | 42.3 | 1.35 | 3.69 | 2.72 | 22.7 |
| 1/10最大平均値 | 17.7 | | -13.8 | | | 2.06 | | 1.78 | 27.5 |
| 1/100最大期待値 | 22.4 | | -18.5 | | | 3.12 | | 1.18 | 35.3 |
| 1/200最大期待値 | 23.8 | | -19.9 | | | 3.48 | | 1.06 | 39.0 |
| 1/1000最大期待値 | 26.9 | | -23.0 | | | 4.29 | | 0.86 | - |

4.3 再発防止策の検討

僚船等からの情報では、漁獲物が少ない場合は帰航中の安全性を確保するため、空の魚倉に海水を漲水することがあるとのことであり、本船も同様の措置を取った可能性がある。魚倉に漲水すると喫水が深くなり、荒天時には甲板上へ海水打ち込みの頻度が高くなって、甲板上に打ち込み滞留水が生じることが危惧される。僚船との無線通信で本船も甲板上へ海水が打ち込んだとの連絡があったとのことである。また、事故発生時には本船は左舷側から横波を受ける状態であったと推定されるが、一般に横波状態では船の横揺れが大きくなることから、針路を変更することで波の影響を小さくすることも安全性を確保する運用方法として想定される。

本節では、まず、事故発生時の状態で魚倉に漲水した場合の復原性能を計算し、漲水しない場合の復原性能と比較して安全性確保策としての有効性を検討した。次に、事故発生時の状態で、甲板上滞留水が発生した場合の復原性能への影響を調べ、最後に、事故再発防止のための運用方法（操船方法）について検討を加えた。

(1) 魚倉に漲水した場合の復原性

事故発生時には搭載していた燃料を使い切ったと設定(2.1節(4))した魚倉に、海水をバラスト水として漲水した場合の重量重心計算と復原力計算を実施した。漲水を想定した魚倉を図12に示す。ここでは、図12に示した魚倉6箇所(第一魚倉～第三魚倉(左),(右))全てに海水を漲水した場合、魚倉4箇所(第一魚倉及び第二魚倉(左),(右))に海水を漲水した場合及び魚倉2箇所(第一魚倉(左),(右))に海水を漲水した場合の3状態について計算を行った。その際、魚倉には満水状態になるまで海水を漲水したと仮定した。

表17に想定した魚倉に漲水した海水(バラスト水)の重量重心を示す。表18に魚倉に海水を漲水した場合の船体全体の重量重心計算結果を示す。表18には参考のため魚倉への漲水がない事故発生時の状態も示している。

本船の場合、事故発生時の状態では、表18に示したように船体中央より前方に配置された魚倉に漲水することで、船体全体の重心高さが下がり、重心の前後位置は船首側に移動する。例えば、第一魚倉及び第二魚倉(左),(右)に漲水した場合、バラスト水の重量は21.24tであり、事故発生時(魚倉漲水なし)の排水量94.34tの約13%にも達し、船体全体の重心高さ(KG)は0.10m下がり1.79mとなり、重心の前後位置(LCG:船尾側正)は0.44mと1.07m船首方に移動する。

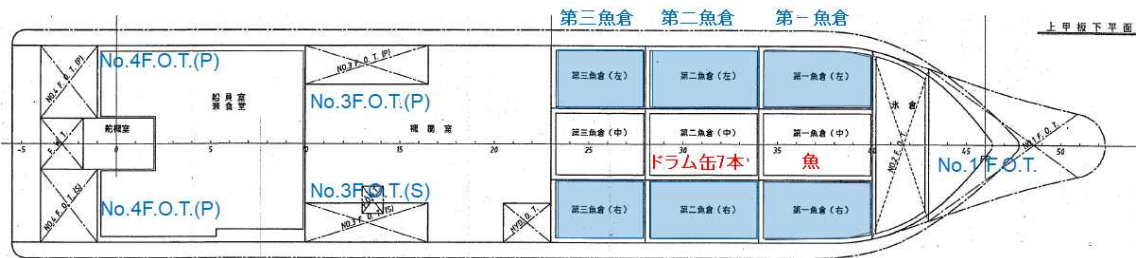


図12 漲水を想定した魚倉

表17 魚倉に漲水したバラスト水の重量重心

| 漲水を想定した魚倉 | 重量 Weight[t] | 船体中央から重心までの距離 L.C.G.[m] | 基線から重心までの高さ Moment[tm] | 自由水影響 K.G.[m] | 自由水影響 Moment[tm] | 自由水影響 I*ρ'[tm] |
|----------------|-----------------|----------------------------|---------------------------|------------------|---------------------|-------------------|
| 第一～第三魚倉(左),(右) | 30.55 | -3.30 | -100.76 | 1.30 | 39.74 | 0.00 |
| 第一,第二魚倉(左),(右) | 21.24 | -4.31 | -91.64 | 1.35 | 28.57 | 0.00 |
| 第一魚倉(左),(右) | 10.66 | -5.52 | -58.84 | 1.42 | 15.14 | 0.00 |

船尾側)

表18 魚倉に漲水した場合の重量重心計算結果

| 漲水を想定した魚倉 | 排水量 Weight[t] | 船体中央から重心までの距離 L.C.G.[m] | 基線から重心までの高さ Moment[tm] | 自由水影響 K.G.[m] | 自由水影響 Moment[tm] | 自由水影響 I*ρ'[tm] |
|----------------|------------------|----------------------------|---------------------------|------------------|---------------------|-------------------|
| 第一～第三魚倉(左),(右) | 124.89 | 0.34 | 42.07 | 1.75 | 218.34 | 3.74 |
| 第一,第二魚倉(左),(右) | 115.58 | 0.44 | 51.19 | 1.79 | 207.17 | 3.74 |
| 第一魚倉(左),(右) | 105.00 | 0.80 | 83.98 | 1.85 | 193.73 | 3.74 |
| なし 事故発生時) | 94.34 | 1.51 | 142.82 | 1.89 | 178.60 | 3.74 |

船尾側)

図 13 に魚倉に漲水した場合の復原力曲線を示す。また、魚倉に漲水した場合の喫水 (d_a : 船尾, d_f : 船首, d_m : 平均), メタセンタ高さ (GM), 海水流入点はミッドシップのブルワークトップとした場合の海水流入角 (ϕ_f) 及び復原力消失角 (ϕ_v) をまとめて表 19 に示す。図 13, 表 19 には参考のため事故発生時 (魚倉漲水なし) の復原力曲線や喫水, メタセンタ高さ等も示している。

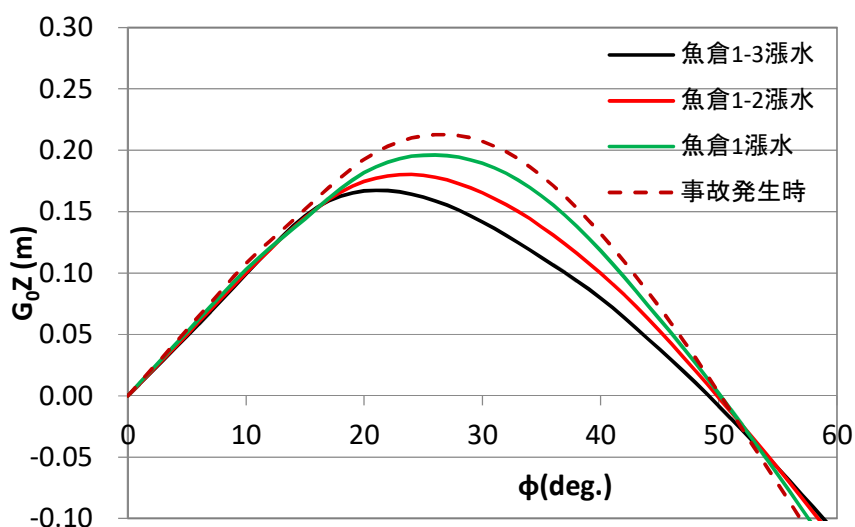


図13 魚倉に漲水した場合の復原力曲線

表19 魚倉に漲水した場合の喫水, メタセンタ高さ, 海水流入角及び復原力消失角

| Item | unit | 第一～第三魚倉 (左), (右) 漲水 | 第一, 第二魚倉 (左), (右) 漲水 | 第一魚倉 (左), (右) 漲水 | 事故発生時 (魚倉漲水なし) |
|----------|------|------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------|
| 喫水 d_a | m | 1.680 | 1.632 | 1.627 | 1.679 |
| 喫水 d_f | m | 1.719 | 1.563 | 1.325 | 1.011 |
| 喫水 d_m | m | 1.700 | 1.597 | 1.476 | 1.345 |
| trim | m | -0.039 船首沈 | 0.069 船尾沈 | 0.302 船尾沈 | 0.668 船尾沈 |
| GM | m | 0.581 | 0.598 | 0.635 | 0.665 |
| GGo | m | 0.030 | 0.032 | 0.036 | 0.040 |
| G_nM | m | 0.551 | 0.566 | 0.599 | 0.625 |
| ϕ_f | deg. | 35.14 | 39.88 | 40.40 | 42.34 |
| ϕ_v | deg. | 49.15 | 49.86 | 50.15 | 50.17 |

図 13 及び表 19 から、本船事故発生時の状態で魚倉に漲水するとメタセンタ高さが減少するとともに、復原力消失角や海水流入角も小さくなるのが分かる。例えば、第一魚倉～第二魚倉 (左), (右) に漲水した場合、事故発生時に比べて、自由水影響を考慮したメタセンタ高さ G_0M は約 0.06m 低下して 0.566m となり、ミッドシップのブルワークトップからの海水流入角 ϕ_f も約 2.5deg. 小さくなって約 39.9deg. となる。

但し、魚倉に漲水した場合の復原性能への影響は、船型や魚倉の大きさ・配置、漲水前の船

体状態（排水量，重心位置）によって，図 13 及び表 19 に示した本船の事故発生時の状態とは異なることが予想される。そのため，帰航中の安全性確保のため，空の魚倉に海水を漲水することについては，想定される帰航時の状態に対して船型や魚倉の大きさ，配置等を考慮してその有効性について事前に十分な検討を行う必要があると考えられる。

(2) 甲板上滞留水による復原性への影響

甲板上に打ち込み滞留水が生じると自由水影響により復原性能が低下する。ここでは，本船事故発生時の状態で船橋の船首側上甲板上に重量 1t~3t の打ち込み水が滞留した場合を想定して，復原性能に及ぼす影響を調べた。打ち込み水の滞留を想定した船橋の船首側上甲板は長さ×幅=9.60m×4.76m の矩形で近似し，事故発生時の状態のトリム（船尾トリム 0.667m：表 8）に応じて打ち込み水が滞留するとして，想定した滞留水の重量に対応する滞留水量から滞留範囲を求めた。

表 20 に想定した甲板上滞留水の重量重心を示す。想定した重量では，打ち込み水は船橋の船首側上甲板の全面に拡がることなく後部に滞留する。表中の自由水影響は，滞留範囲を自由表面とした 2 次モーメントから算定した。表 21 に甲板上滞留水が発生した場合の船体全体の重量重心計算結果を示す。表 21 には参考のため甲板上滞留水がない事故発生時の状態も示している。

表20 想定した甲板上滞留水の重量重心

| 重量 Weight[t] | 体積 Volume[m ³] | 船体中央から重心までの距離 L.C.G.[m] | Moment[tm] | 基線から重心までの高さ K.G.[m] | Moment[tm] | 自由水影響 I' ρ' [tm] |
|-----------------|-------------------------------|----------------------------|------------|------------------------|------------|---------------------|
| 1.00 | 0.98 | 0.18 | 0.18 | 2.55 | 2.55 | 30.95 |
| 2.00 | 1.95 | -0.28 | -0.57 | 2.58 | 5.16 | 43.76 |
| 3.00 | 2.93 | -0.64 | -1.92 | 2.61 | 7.82 | 53.60 |

船尾側)

表21 甲板上滞留水が発生した場合の重量重心計算結果

| 想定した甲板上滞留水 重量[t] | 排水量 Weight[t] | 船体中央から重心までの距離 L.C.G.[m] | Moment[tm] | 基線から重心までの高さ K.G.[m] | Moment[tm] | 自由水影響 I' ρ' [tm] |
|---------------------|------------------|----------------------------|------------|------------------------|------------|---------------------|
| 1.00 | 95.34 | 1.50 | 143.00 | 1.90 | 181.14 | 34.68 |
| 2.00 | 96.34 | 1.48 | 142.25 | 1.91 | 183.76 | 47.50 |
| 3.00 | 97.34 | 1.45 | 140.90 | 1.92 | 186.42 | 57.33 |
| 0(事故発生時) | 94.34 | 1.51 | 142.82 | 1.89 | 178.60 | 3.74 |

船尾側)

図 14 に甲板上滞留水が発生した場合の復原力曲線を示す。また，甲板上滞留水が発生した場合の喫水（da：船尾，df：船首，dm：平均），メタセンタ高さ（GM）をまとめて表 22 に示す。図 14，表 22 には参考のため事故発生時（甲板上滞留水なし）の復原力曲線や喫水，メタセンタ高さも示している。ここでは，甲板上滞留水の自由水影響を見かけの重心上昇 GG₀ として取り扱った。

図 14 及び表 22 から，本船事故発生時の状態で船橋の船首側上甲板上に打ち込み水が滞留すると，自由水影響を考慮したメタセンタ高さ（G₀M）が大幅に低下することが分かる。滞留水

重量が3tの場合には G_0M が0.017mとほぼゼロとなり、直立状態が不安定となる状態に近づく。

なお、甲板上滞留水は、横傾斜が大きくなると、ブルワーク頂部から舷外に流出することが想定され、その場合、当該横傾斜角以降の復原力曲線は甲板上滞留水を想定しない事故発生時の復原力曲線に一致する。そのため、実際には甲板上滞留水が発生した場合の大傾斜時の復原力 (G_0Z) は、図 14 に示したほど低下しないと考えられる。しかしながら、甲板上滞留水が発生した場合には、 G_0M で表される初期復原力は確実に減少するため、安全性を確保するためには、甲板上への海水打ち込みが発生しないように運用方法（操船方法）に留意するとともに、打ち込みが発生しても海水が滞留しないよう放水口の機能を保持するための整備を行う必要があると考えられる。

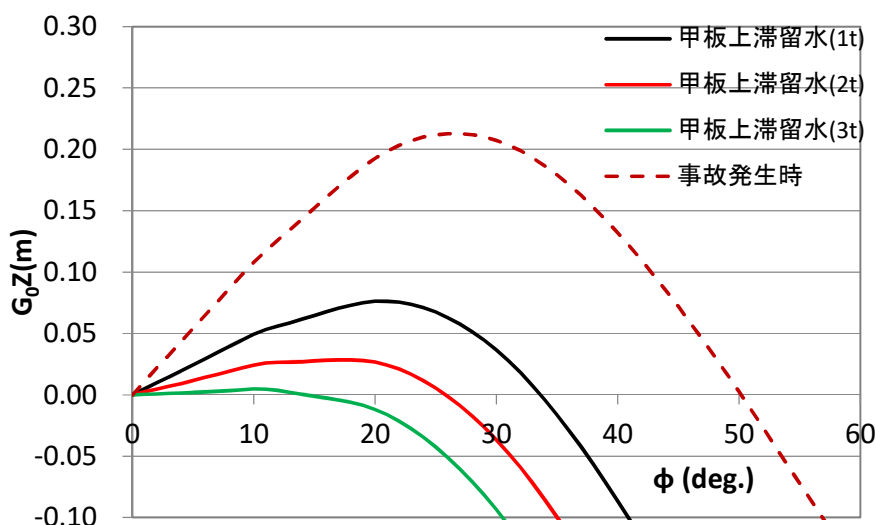


図14 甲板上滞留水が発生した場合の復原力曲線

表22 甲板上滞留水が発生した場合の喫水，メタセンタ高さ

| Item | unit | 甲板上滞留水1t | 甲板上滞留水2t | 甲板上滞留水3t | 事故発生時 |
|------------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 喫水 _{da} | m | 1.687 | 1.693 | 1.698 | 1.679 |
| 喫水 _{df} | m | 1.024 | 1.039 | 1.057 | 1.011 |
| 喫水 _{dm} | m | 1.355 | 1.366 | 1.377 | 1.345 |
| trim | m | 0.663 船尾沈 | 0.654 船尾沈 | 0.641 船尾沈 | 0.668 船尾沈 |
| GM | m | 0.645 | 0.626 | 0.606 | 0.665 |
| GGo | m | 0.364 | 0.493 | 0.589 | 0.040 |
| G_0M | m | 0.281 | 0.133 | 0.017 | 0.625 |

(3) 操船による安全性確保

(1)で示したように、本船の事故発生時の状態では、空の魚倉への漲水を行っても復原性能が向上せず安全性確保が難しい。一方、本船は事故発生時に左舷側から横波を受ける状態であったと推定されるが、針路を変更することで波の影響を小さくすることも安全性を確保する運用方法として想定される。

ここでは、本船の船速は事故発生時と同じ 6.9kts としたまま、針路を事故発生時の想定

(277.4deg.) から 30 度南側に変更 ($\Delta\phi=-30\text{deg.}$) した場合 (針路 247.4deg.) について 4.2 節と同様のエネルギーバランス計算を行い、操船による安全性確保の有効性を検証した。なお、針路を変更すると相対風速、相対風向が変化し、風による横傾斜角も変化するが、ここでは、風による横傾斜角は事故発生時と同一 (3.9deg.) として、針路変更に伴う波による横揺れ角の変化のみ考慮してエネルギーバランス計算を行った。

針路を 30 度南側に変更して 247.4deg.とした場合、事故発生海域における風浪の出会い波向は 142.0deg, うねりの出会い波向は 125.1deg となる。図 15 に針路を 247.4deg.とした場合の風浪とうねりに対する横揺れの応答スペクトルの計算結果を示す。図 15 に示した応答スペクトルを(1)式に適用すると横揺れの標準偏差の最大値 σ_{\max} は 6.2deg となり、事故発生時の想定針路の場合 (6.9deg.) の 9 割程度になる。 σ_{\max} を用いて横揺れの短期予測を行った結果を表 23 に示す。横揺れ統計値の予測結果も事故発生時の想定針路の場合の 9 割程度となるため、1/1000 最大期待値の横揺れ (24.0deg.) は、事故発生時の 1/200 最大期待値の横揺れ (23.8deg.) とほぼ同じ大きさになる。

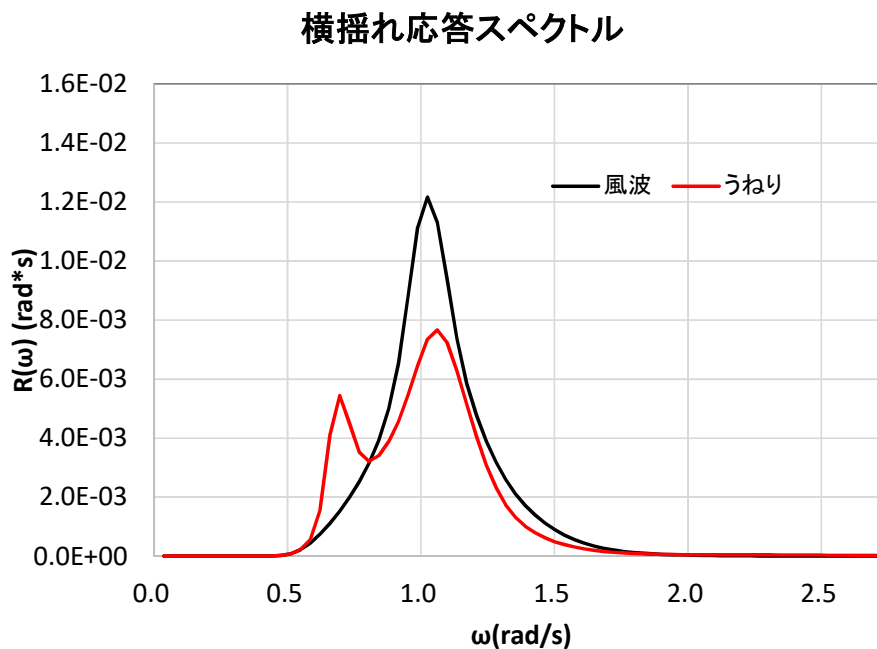


図15 横揺れ応答スペクトル(針路変更: $\Delta\phi=-30\text{deg.}$)

表23 横揺れ短期予測計算結果 (針路変更: $\Delta\phi=-30\text{deg.}$)

| | [deg] |
|-------------|-------|
| 平均 | 7.8 |
| 1/3最大平均 | 12.4 |
| 1/10最大平均 | 15.8 |
| 1/100最大期待値 | 20.0 |
| 1/200最大期待値 | 21.3 |
| 1/1000最大期待値 | 24.0 |

針路を事故発生時の想定から 30 度南側に変更した場合（針路 247.4deg.）について 4.2 節と同様のエネルギーバランス計算を行った結果を表 24 に示す。針路を 247.4deg.とした場合、1/1000 最大期待値の横揺れ（24.0deg.）が生じた場合でもミッドシップのブルワークトップの没水角までの動復原力と傾斜エネルギーの比 c は 1.04 で、風上側（左舷側）に最大限横揺れした時点で、突風が吹き風による傾斜モーメントが急激に増大した場合でもブルワークトップは没水しない。また、表 16 に示した事故発生時の想定針路の場合の計算結果と比較すると、いずれの横揺れ短期予測に対しても動復原力と傾斜エネルギーの比 c は大きくなるとともに、右舷側への最大横傾斜角 ϕ_e は小さくなっており、本船の事故発生時の状態では針路を変更することにより安全性が向上することが分かる。

なお、針路 247.4deg.とした場合、相対風速と相対風向はそれぞれ 15.9m/s (30.9kts), 329.9deg. となり、風による横傾斜角は 2.4deg.と事故発生時の想定針路の場合に比べて小さくなる。そのため、針路変更に伴う横傾斜角の変化も考慮すると、表 24 に示した動復原力と傾斜エネルギーの比 c はより大きくなり、針路変更に伴う安全性確保の有効性はより高く評価される。

表24 エネルギーバランス計算結果（針路変更： $\Delta\phi = -30\text{deg.}$ ）

| 横揺れ予測値 | ϕ_w (deg.) | ϕ_0 (deg.) | ϕ_a (deg.) | ϕ_1 (deg.) | ϕ_b (deg.) | a (m deg.) | b (m deg.) | c (=b/a) | ϕ_e (deg.) |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|---------------|-------------|--------------------|
| 1/3最大平均値 | 12.4 | 3.9 | 8.5 | 5.8 | 42.3 | 1.11 | 3.69 | 3.30 | 21.0 |
| 1/10最大平均値 | 15.8 | | 11.9 | | | 1.70 | | 2.17 | 25.1 |
| 1/100最大期待値 | 20.0 | | 16.1 | | | 2.56 | | 1.44 | 31.0 |
| 1/200最大期待値 | 21.3 | | 17.4 | | | 2.86 | | 1.29 | 33.2 |
| 1/1000最大期待値 | 24.0 | | 20.1 | | | 3.54 | | 1.04 | 39.7 |

5. まとめ

本解析調査では、令和元年9月17日、北海道根室市納沙布岬東方沖の公海上で発生した漁船転覆事故の調査に資するため、①事故発生時の復原性能の推定を行うとともに、②本事故発生海域における風による横傾斜や波浪に横揺れ状況を推定し、それらを基に、③転覆に至るメカニズムの検討や再発防止策の検討を行った。

その結果、

- (1) 本船の事故発生時の各種タンクの自由水影響を考慮したメタセンタ高さ (G_0M) は $0.625m$ であり、復原力消失角は $50.2deg.$ と推定されること、
- (2) 事故発生海域における風による本船の横傾斜は $3.9deg.$ と推定されること、
- (3) 事故発生海域の風浪とうねりによる本船の横揺れは、1/3 最大平均値 (有義値) で $13.9deg.$ 、船舶復原性規則の所謂 C 係数基準と同様の出会い波 200 波に 1 波の最大横揺れに対応する 1/200 最大期待値で $23.8deg.$ 、1/1000 最大期待値で $26.9deg.$ と推定されること、
- (4) 事故発生時の本船の復原力と比較すると、1/1000 最大期待値の横揺れが発生したとしても、横揺れ単独で本船が転覆するような状況に陥ることはないと考えられること、
- (5) C 係数基準と同様の考え方で、風下側 (右舷側) への最大傾斜角をエネルギーバランスの考え方で推定すると、1/1000 最大期待値に対応する横揺れ ($26.9deg.$) が生じた場合、動復原力と傾斜エネルギーの比 c は 0.86 (動復原力を突風の影響を考慮した復原性範囲の上限 ($45.6deg.$) まで取った場合 : 0.88) となり、風上側 (左舷側) に最大限横揺れした時点で、突風が吹き風による傾斜モーメントが急激に増大 (定常風の場合の 1.5 倍) した場合、一気に転覆に至ることが想定されること、
- (6) 本船の事故発生時の状態では、例えば第一魚倉及び第二魚倉 (左), (右) に漲水した場合、事故発生時の状態に比べて、自由水影響を考慮したメタセンタ高さ G_0M は約 $0.06m$ 低下して $0.566m$ となるなど、空の魚倉への漲水を行っても復原性能が向上せず安全性確保が難しいこと、
- (7) 事故発生時の状態で甲板上滞留水が発生すると、滞留水重量が $3t$ の場合には G_0M が $0.017m$ とほぼゼロとなり、直立状態が不安定となる状態に近づくなど、 G_0M で表される初期復原力は確実に減少するため、甲板上への打ち込みが発生しないように運用方法 (操船方法) に留意するとともに、打ち込みが発生しても海水が滞留しないよう放水口の機能を保持するための整備を行う必要があると考えられること、
- (8) 本船の船速は事故発生時と同じ $6.9kts$ としたまま、針路を事故発生時の想定 ($277.4deg.$) から 30 度南側に変更した場合 (針路 $247.4deg.$)、1/1000 最大期待値の横揺れ ($24.0deg.$) が生じた場合でもミッドシップのブルワークトップの没水角までの動復原力と傾斜エネルギーの比 c は 1.04 となるなど、事故発生時の想定針路の場合の計算結果と比較して、いずれの横揺れ短期予測に対しても動復原力と傾斜エネルギーの比 c は大きくなるとともに、右舷側への最大横傾斜角 ϕ_i は小さくなっており、本船の事故発生時の状態では針路を変更することにより安全性が向上すると考えられること、

などが明らかになった。

参考文献

- [1] 海洋水産システム協会：小型さんま棒受網漁船（19 トン）AL 船における LED 集魚灯システム実用化に関する実証試験平成 22 年度報告書，pp.101-125，2010.
http://www.systemkyokai.or.jp/bunsho/jigyokatudo/miryokuaru/houkokusyo/22nen/marumatatuu_ra_suisan.pdf
- [2] 藤原敏文，上野道雄，池田良穂：成分分離型モデルを利用した新しい風圧力推定法，日本船舶海洋工学会論文集，第 2 号，pp.243-255，2005.
- [3] 福田淳一：船体応答の統計予測，耐航性に関するシンポジウムテキスト，日本造船学会，1969.
- [4] 三宅成司郎，内藤林：うねりと風波が併存する海域における短期応答予測，日本船舶海洋工学会論文集，第 27 号，pp.57-65，2018.
- [5] Nils Salvesen, E.O. Tuck, Odd Faltinsen: Ship Motions and Sea Loads, Trans. SNAME, vol.78, pp.250-287, 1970.
- [6] 関西造船協会編：造船設計便覧，第 4 版，pp.415，海文堂，1983.