

[특별조사 2023-003]



해양사고 특별조사보고서

- 어선 제11일진호 전복사고 -

사고일자 : 2021.10.19.

공표일자 : 2023.06.15.



중앙해양안전심판원 특별조사부

참고사항

이 보고서는 「해양사고의 조사 및 심판에 관한 법률」 제18조의3에 따라 해양사고의 원인을 규명하고 사고 교훈을 공유함으로써 향후 유사한 해양사고 발생을 방지하기 위하여 작성되었으므로, 해양사고에 대한 책임을 묻거나 비난하기 위한 근거로 활용될 수 없습니다.

이 보고서에 기술된 관련 법령 및 기관 명칭 등은 보고서 작성 당시 시점을 기준으로 작성되었음을 알려드립니다.

Contents

1. 사고 개요	3
2. 사실 정보	7
2.1 선박제원	7
2.2 선박구조	9
2.3 선박검사	9
2.4 선원승무현황	9
2.5 선박운항	9
2.6 기상상태	11
3. 사고 경위	17
3.1 사고 전 조업 및 출항	17
3.2 사고 발생	18
3.3 수색 및 구조	20
3.4 피해사항	21
4. 사고 분석	25
4.1 사고시간 및 위치	25
4.2 사고 인지도시각 및 접수 경로	26
4.3 기상상태	27
4.4 어선 피항조치의 적절성	29
4.5 어선의 전복요인 검토	30
4.6 어선 복원성 검토	30

4.7 어선의 운동분석	34
4.8 어선 복원성 향상조치 검토	36
4.9 소결	37
5. 결론	41
6. 권고	45

표 목차

<표 1> 사고 당시 기상특보 내역	11
<표 2> 제11일진호 탑승 선원의 마지막 행적 및 구조상황	21
<표 3> 제11일진호 출항 항적에 따른 해상 기상상태 변화(기상청)	27
<표 4> 기상 계측 결과 비교	28
<표 5> 제11일진호 사고 당시 추정 적재 상태	31
<표 6> 제11일진호 사고 당시 잔존 연료유(경유)의 적재 상태	32
<표 7> 각 조건별 복원력 계산 결과	32
<표 8> 어선 운동해석 결과	35

그림 목차

<그림 1> 제11일진호 일반배치도 및 선박전경	8
<그림 2> 제11일진호 주 조업구역(연근해 해구도)	10
<그림 3> 사고 당시 특보 현황(발표: 2021.10.19. 18:00 / 발효: 2021.10.19. 20:00)	12
<그림 4> 울릉도 해양기상부이(기상청)	13
<그림 5> 울릉도북서 해양관측부이(국립해양조사원)	13
<그림 6> 일본기상청 해안파랑도(10월 19일 21시 00분)	14
<그림 7> 후포항 입항(대게 양하) 및 출항 당시 폐쇄회로영상화면(CCTV) 사진	17
<그림 8> 사고 당시 선원들이 사용하였던 통발부이 및 구명부환 유사품(참고)	19
<그림 9> 제11일진호 항적(추정) 및 사고 관련 위치	19
<그림 10> 전복된 제11일진호 및 구조작업(타격시험) 사진	20

<그림 11> 추정된 사고 위치	26
<그림 12> (왼쪽부터) '조건 1', '조건 2', '조건 3' 의 복원정 곡선(GZ Curve)	33
<그림 13> 파도 적용방향 및 해수유입각(선체모델링)	34
<그림 14> 파도 적용 방향(각도)에 따른 선체 운동곡선	35

section

1

사고 개요

1. 사고 개요

- 1.1 어선 제11일진호는 총톤수 72톤의 근해통발어선으로 2021년 10월 16일 03시 11분경 홍계 조업을 위해 경상북도 울진군 후포항을 출항하였다.
- 1.2 이 선박은 2021년 10월 16일 18시 23분경 독도 북동방 대화퇴 해상에 도착하였고, 사고 발생일인 2021년 10월 19일까지 통발을 양승하여 홍계를 잡고 다시 투승하는 방식으로 조업지를 옮기면서 작업을 하였다.
- 1.3 한편, 2021년 10월 19일 12시 00분경 제11일진호가 조업·위치하고 있던 동해중부바깥면 바다에서는 풍랑경보가 발표(14시 00분 발효)되었다.
- 1.4 제11일진호는 같은 날 14시 58분경 후포 어선안전조업국에 어선 위치보고를 하였고, 해상 상태 및 기상정보 등에 대하여 마지막으로 교신 후에 같은 날 17시 00분경까지 조업을 계속하다가 독도 인근 해역으로 피항차 이동을 시작하였다.
- 1.5 같은 날 23시 00분경 제11일진호는 독도로부터 북동방 약 102해리 해상(추정)에서 전복되었고, 다음 날인 10월 20일 11시 18분경 독도 북동방 약 91해리 해상에서 운항 중인 화물선에 의해 발견되었다.
- 1.6 이 전복사고로 인해 제11일진호에 승선했던 9명 중 2명은 구조(생존)되었으나, 2명이 사망하였고, 5명은 실종되었다. 어선은 전복된 후 조류에 떠밀리면서 표류하다가 침몰하였다.

section

2

사실 정보

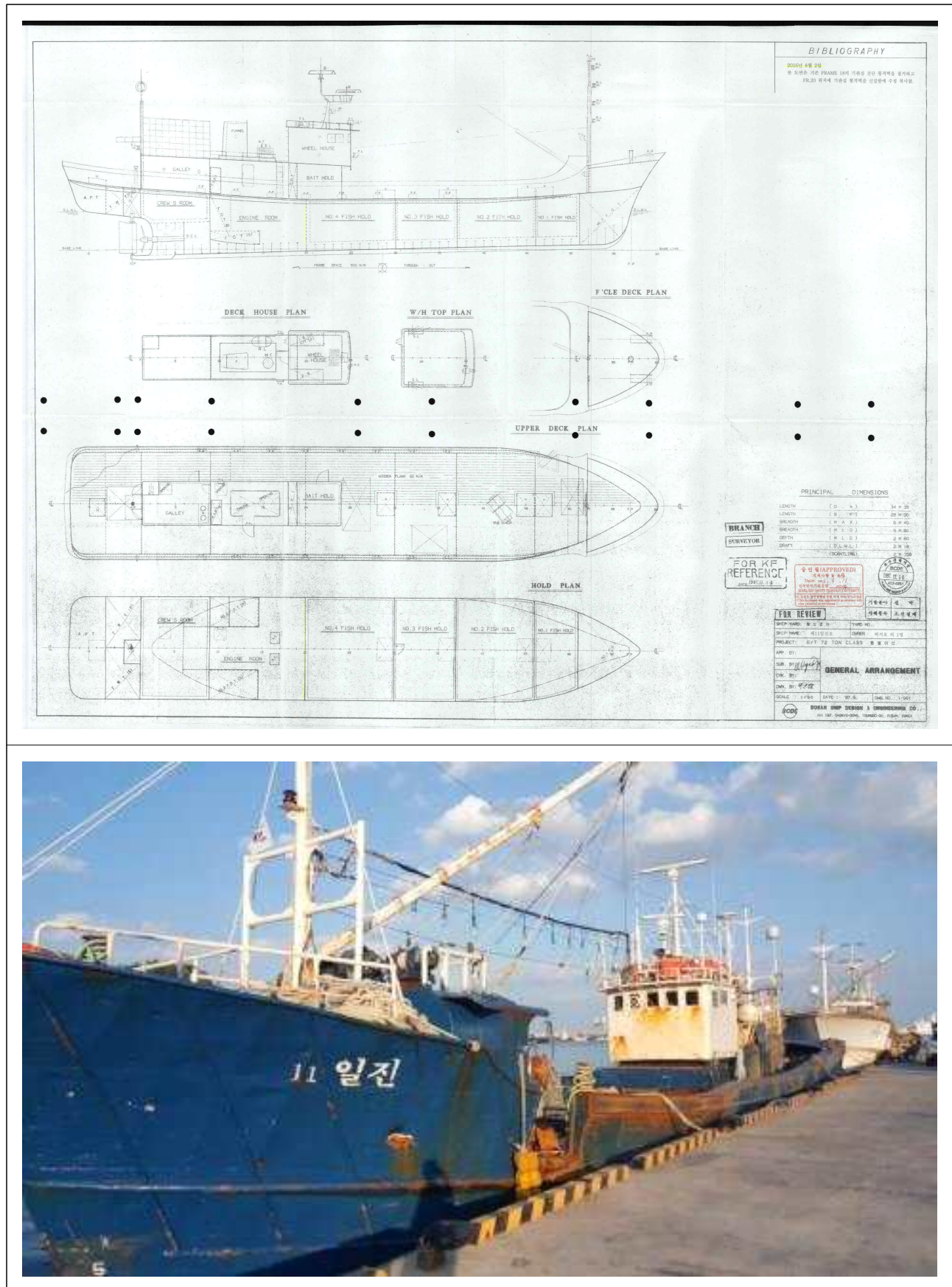
2. 사실 정보

2.1 선박제원

2.1.1 주요 명세

선 명	제11일진호
국 적	대한민국
선 적 항	경북 울진군 후포면
선박종류	어선(근해통발어선)
주포획·어획물의 종류	홍게
조업구역	동해 대화퇴(독도 동쪽 먼 해상)
선박소유자/선박운항자	허○○ / 박○○
최대승선인원(명)	14
조 선 자	충무조선공사
건 조 일	1982년 9월 19일
선박검사기관	한국해양교통안전공단
총 톤 수(톤)	72
길 이(미터)	30.34
너 비(미터)	5.80
깊 이(미터)	2.82
주 기 관	선박용 디젤기관
최대출력(kW)	758
추 진 기	1(나선일체식)
타	1

2.1.2 제11일진호는 경상남도 통영시 소재 충무조선공사에서 1982년 9월 19일 건조·진수된 근해통발어선이다. 총톤수 72톤, 길이 30.34미터, 너비 5.80미터, 깊이 2.82미터이며, 최대출력 758킬로와트의 선박용 디젤기관 1기가 장치되어 있다.



<그림 1> 제11일진호 일반배치도 및 선박전경

2.2 선박구조

- 2.2.1 제11일진호는 횡늑골식 강(鋼) 구조의 중앙선교형 어선으로 상갑판 상부 중앙에는 선교가 있고, 선교 바로 아래에는 미끼창고가 있다.
- 2.2.2 상갑판 아래에는 일반배치도의 구조상 선수 쪽부터 연료유탱크, 1번부터 4번까지 어창 4개와 기관실, 선원실, 청수탱크 등이 구획되어 있다.
- 2.2.3 상갑판 위 선수 쪽에는 양승기, 마스트 등이 어창 위에 배치되어 있고, 선교 뒤 기관실 연통(Funnel) 뒤쪽으로는 식당(주방)과 그 상부에 통발보관장소가 격자형 창살 모양으로 설치되어 있다.

2.3 선박검사

- 2.3.1 이 선박은 2017년 8월 30일 정기검사, 2021년 8월 31일 제2종 중간검사에 합격하였고, 한국해양교통안전공단으로부터 2022년 8월 25일까지 유효한 어선검사증서를 교부받아 보유하고 있었다.

2.4 선원승무현황

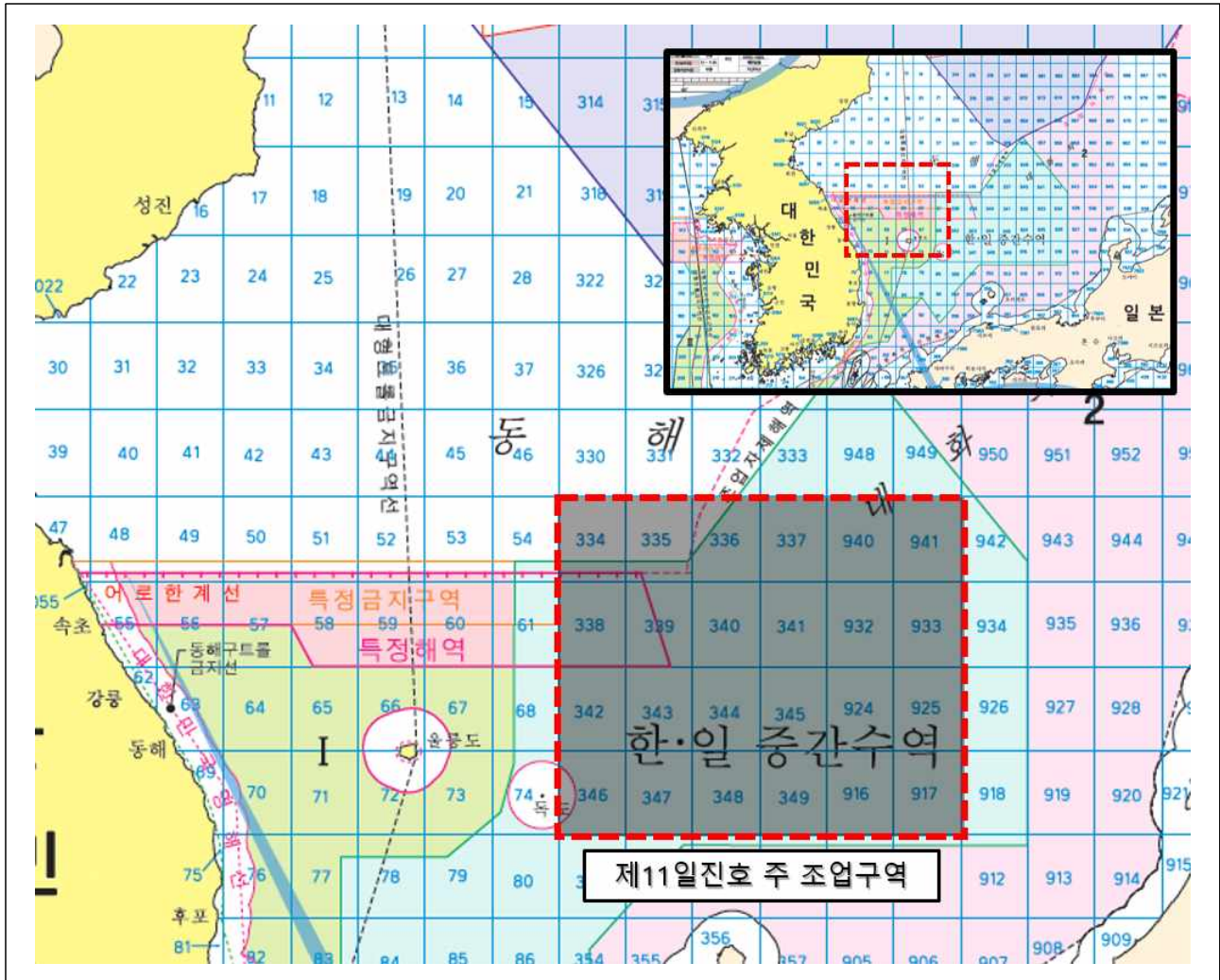
- 2.4.1 사고 당시 이 선박에는 총 9명의 선원이 있었다. 선장, 기관장 및 조리장 3명은 한국인이었고, 중국인 선원은 4명, 인도네시아 선원은 2명이 있었다.
- 2.4.2 이 선박의 선장은 1985년부터 약 4년간 원양어선과 유조선에서 갑판원으로 근무하였고, 1998년 6급항해사를 취득한 뒤 1999년부터 근해채낚기어선의 선장으로 승선을 시작하였다. 근해통발어선에는 2017년에 선장으로 첫 승선하였고, 제11일진호는 두 번째 근해통발어선으로 2021년 6월 14일에 선장으로 승선하였다.

2.5 선박운항

- 2.5.1 제11일진호는 홍계 등을 포획하는 근해통발어선으로 동해 독도 인근 해역 및 대화퇴¹⁾ 해

1) 독도에서 북동쪽으로 약 380킬로미터 떨어진 퇴(비교적 수심이 얇은 지형)

역에서 조업하였다. 한번 출항하면 약 9~10일 정도 조업을 하다가 귀항하는 주기로 운항을 하였다. 입출항은 휴어기인 8월 및 9월을 제외하고 한 달에 대략 3~4회 정도 하였으며, 주로 후포항에서 입출항하였다.



<그림 2> 제11일진호 주 조업구역(연근해 해구도)

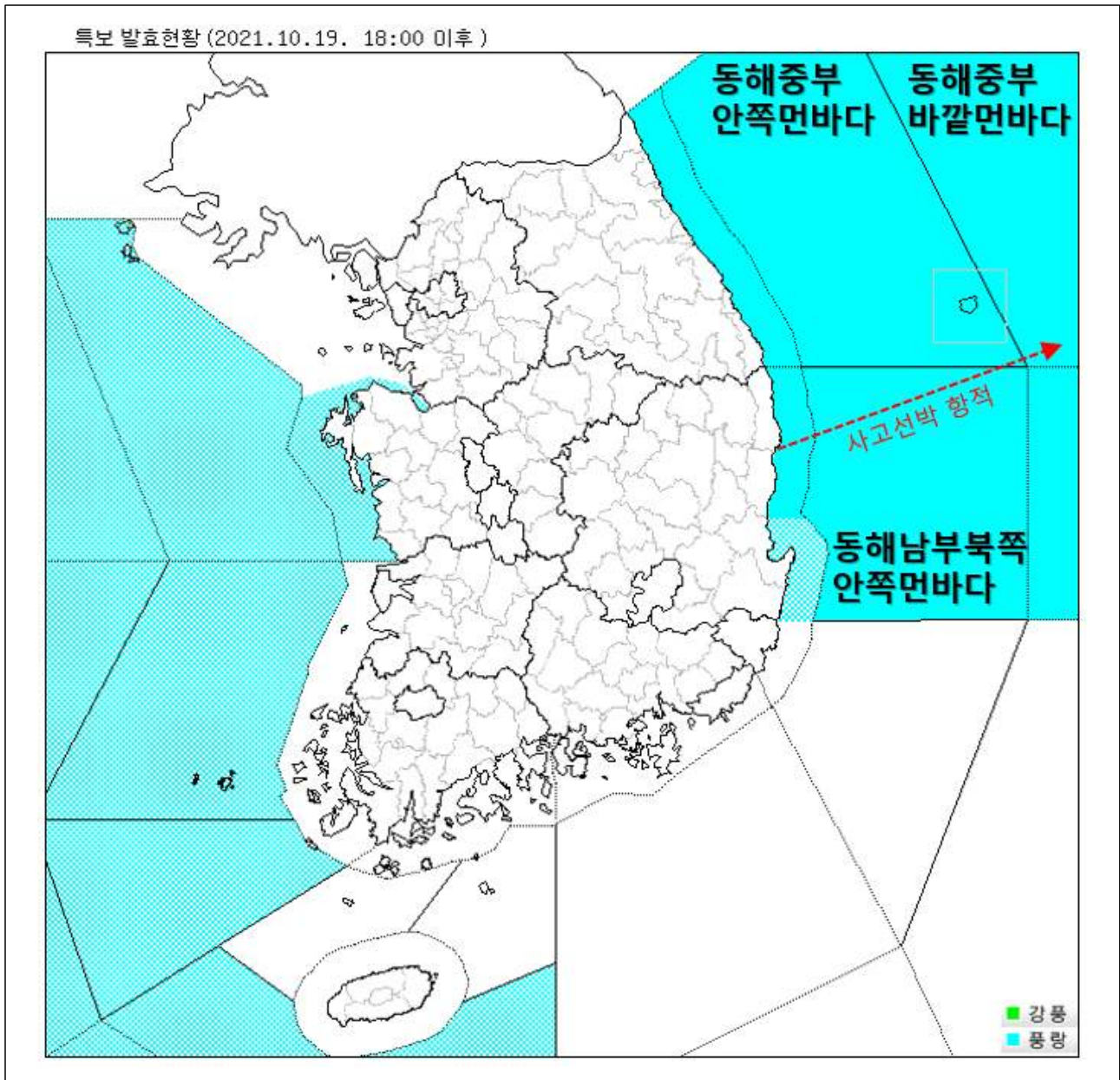
2.5.2 제11일진호는 주 조업구역에 통발을 투승해 놓고, 일정 기간 대기 후에 통발을 양승하여 대계를 잡은 뒤 다시 통발을 투승하여, 다음 조업을 준비한다. 만약, 양승한 통발 상태가 불량하여 사용하기 곤란하면, 새 통발로 교체하여 투승하는 형태로 조업하고 있었다.

2.6 기상 상태

2.6.1 제11일진호가 조업 중이었던 것으로 추정되던 해역(동해중부바깥면바다)은 사고 당시 (10월 19일 23시 00분경)는 풍랑경보가 발효(사고당일 14시 00분 발효)된 상태였다.

〈표 1〉 사고 당시 기상특보 내역

발효일자	발효시각	해당구역
10월 17일	01:00	(풍랑경보) 동해중부바깥면바다
	11:00	(풍랑주의보 격하) 동해중부바깥면바다, 동해중부안쪽면바다
	12:00	(강풍주의보 해제) 울릉도 및 독도
	23:00	(풍랑주의보 해제) 동해중부바깥면바다
10월 18일	01:00	(풍랑주의보 해제) 동해남부북쪽바깥면바다 및 안쪽면바다
10월 19일	14:00	(풍랑경보) 동해중부바깥면바다(발표: 12:00), 동해중부안쪽면바다 (풍랑주의보) 동해중부앞바다
	15:00	(풍랑경보 격상) 동해중부앞바다
	16:00	(강풍주의보) 울릉도 및 독도
	17:00	(풍랑주의보) 동해남부북쪽안쪽면바다, 동해남부북쪽바깥면바다
	18:00	(풍랑주의보) 동해남부앞바다(경부북부앞바다) (강풍경보 격상) 울릉도 및 독도
	20:00	(풍랑주의보) 동해남부앞바다(경북남부·북부앞바다) (풍랑경보 격상) 동해남부북쪽안쪽면바다, 동해남부북쪽바깥면바다
10월 20일	00:00	(풍랑경보 격상) 동해남부앞바다(경북남부앞바다)
	06:00	(강풍주의보 격하) 울릉도 및 독도
	12:00	(풍랑주의보 격하) 동해중부앞바다, 동해남부앞바다
	18:00	(풍랑주의보 격하) 동해중부바깥면바다(발표: 16:00)



<그림 3> 사고 당시 특보 현황(발표: 2021.10.19. 18:00 / 발효: 2021.10.19. 20:00)

2.6.2 사고해역에서 가장 가까운 기상 계측장비는 기상청에서 설치한 울릉도 해양기상부이²⁾와 국립해양조사원에서 설치한 울릉도북서 해양관측부이가³⁾ 있다. 이들 장비에서는 사고 당시 풍향 및 풍속은 북풍, 초속 약 11.9~12.5미터, 유의파고⁴⁾는 3.6~4.4미터로 최대 8.5미터까지 측정되었고, 파향⁵⁾은 북북서로 관측되었다.

2) 울릉도 해양기상부이 : 선박 마지막 항적(AIS)로부터 서방 약 53.3해리(약 98.7킬로미터)

3) 울릉도북서 해양관측부이 : 선박 마지막 항적(AIS)로부터 서북서방 약 80.7해리(약 149.5킬로미터)

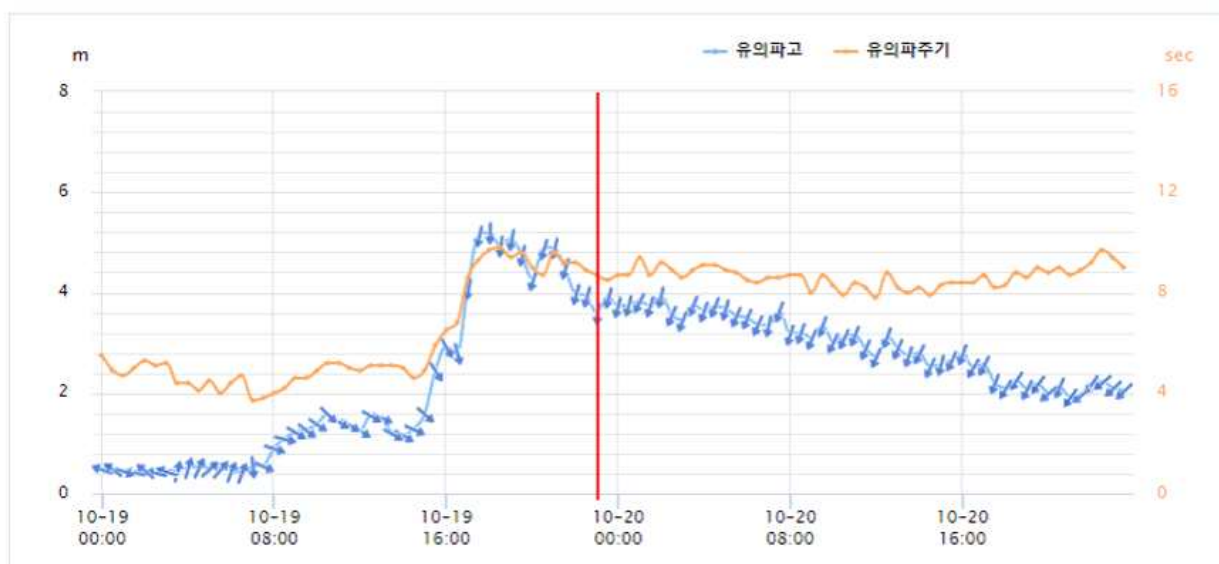
4) 유의파고란 임의의 시간 또는 개수 중에서 높은 파고 순으로 3분의 1까지 파고를 합산하여 평균한 값으로 정의하는데, 이것은 높은 파고의 평균적인 경향을 의미(한국기상협회, 기상학백과)

5) 파향은 관측지를 기준으로 파도가 치는 방향임(참고 : 유형은 조류가 흐르는 방향으로 파향과 반대)

지점	시간	풍속(m/s)	풍향(deg)	GUST풍속(m/s)	최대파고(m)	유의파고(m)	평균파고(m)
울릉도(21229)	2021-10-19 18:00	13.7	3	18.7	5	3.5	2.5
울릉도(21229)	2021-10-19 19:00	14	11	19.4	5.9	4	2.8
울릉도(21229)	2021-10-19 20:00	14.4	15	19.8	5.8	3.8	2.7
울릉도(21229)	2021-10-19 21:00	14.2	14	19	8.3	3.9	2.8
울릉도(21229)	2021-10-19 22:00	13.4	8	18.3	7.2	4.2	3
울릉도(21229)	2021-10-19 23:00	12.5	12	17	8.5	4.4	3.1

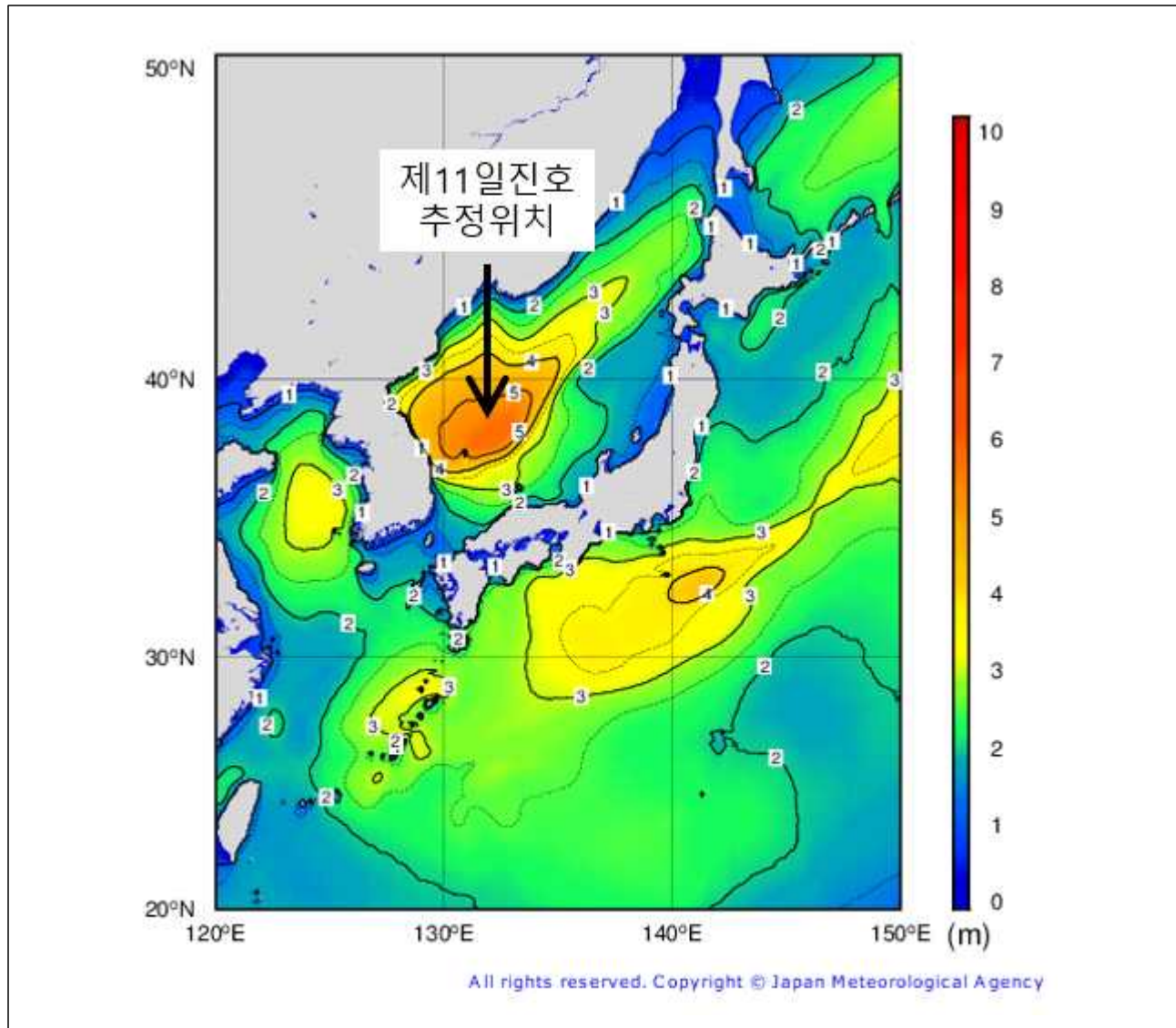
〈그림 4〉 울릉도 해양기상부이(기상청)

관측일자	관측시각	유의파고(m)	파향(deg.)	풍속(m/s)	풍향(deg.)
2021년 10월 19일	22:00	3.99	016° (북북동)	12.6	017° (북북동)
	22:30	3.94	016° (북북동)	12.3	007° (북)
	23:00	3.60	007° (북)	11.9	013° (북북동)
	23:30	3.92	016° (북북동)	11.0	015° (북북동)
	24:00	3.73	015° (북북동)	12.6	009° (북)



〈그림 5〉 울릉도북서 해양관측부이(국립해양조사원)

2.6.3 또한, 일본기상청에서 발행한 해안파랑도에 따르면 사고 당시 해역의 파고는 약 5미터 이상으로 측정되었다.



<그림 6> 일본기상청 해안파랑도(10월 19일 21시 00분)

2.6.4 한편, 구조에 참여한 경비함정에서 측정한 사고 현장의 기상정보에 따르면 구조작업 당시 풍향 및 풍속은 북풍, 초속 14~18미터였고, 육안으로 관측된 파고는 5~6미터였다.

section

3

사고 경위

3. 사고 경위

3.1 사고 전 조업 및 출항

3.1.1 2021년 10월 14일 12시 03분경 제11일진호는 경상북도 울진군 후포항에 입항하여, 수확한 대게를 양하하고, 부식 및 식수 등을 보급한 후, 2021년 10월 16일 03시 11분경 조업을 위해 다시 출항하였다.



<그림 7> 후포항 입항(대게 양하) 및 출항 당시 폐쇄회로영상화면(CCTV) 사진

3.1.2 같은 날 18시 23분경 독도 북동방 약 20해리 해역에 도착하여 투승해두었던 통발 1틀⁶⁾을 양승하고 대게 선별작업을 하여 각 어창에 보관한 후, 통발을 다시 투승하였다.

3.1.3 같은 날 23시 00분경, 작업을 마친 제11일진호는 다음 조업지로 이동하였고 다음 날인 17일 08시 00분경 두 번째 조업지인 독도 북동방 약 81해리 해상에 도착하여 통발 2틀을 양승 및 투승하고 18시 00분경 다음 조업지로 이동하였다.

3.1.4 같은 날인 17일 자정경 제11일진호는 세 번째 조업지인 독도 북동방 약 160해리 해상에 도착하여 작업을 시작하였고, 19일 14시 58분경 후포 어선안전조업국에 독도 북동방 약 163해리 해상에 있다고 위치보고를 하였다.⁷⁾

6) 통발 약 270개 가량으로 작업에 약 5시간 정도 소요됨

- 3.1.5 19일 오후에 통발 5틀을 양승 및 투승한 후, 선원들은 저녁식사를 하였다. 이때 선장은 확성기로 “조금 있으면 바람이 세지니까, 빨리 끝내고 이동하자.”라고 하였다. 이때까지만 해도 선원들은 해상상태가 비교적 양호하다고 생각하였다.⁸⁾

3.2 사고 발생

- 3.2.1 2021년 10월 19일 17시 00분경 제11일진호는 기상악화에 대비하여 독도 인근으로 피항차 이동을 시작하였고 선장을 제외한 선원들은 저녁식사를 마치고 한 침실에서 누워서 취침하는 등 휴식을 취하고 있었다.
- 3.2.2 같은 날 19시 00분경 기상이 악화되면서 선체의 동요가 심해졌고 선원들은 점점 기상이 악화되는 것을 체감하였다.
- 3.2.3 같은 날 22시 00분경 선원 중 한 명이 잠에서 깨어 화장실을 다녀온 후 다시 잠을 청하려는 중, 주기관의 소리가 커지면서 어선이 속력을 증속하는 것을 느꼈다.
- 3.2.4 같은 날 22시 50분경 큰 파도가 제11일진호의 우현을 내리치자 선박은 좌현으로 기울어졌고, 그 상태에서 추가 파도를 맞은 제11일진호는 좌현으로 점점 더 기울게 되었다. 결국 좌현 상갑판이 해수면에 닿는 정도까지 선체가 기울게 되자 선원들의 침실로 물이 들어오기 시작하였다.
- 3.2.5 침실로 물이 들이치자 선장을 제외한 모든 선원들은 각자 구명조끼를 들고 선미쪽 계단을 통해 상갑판으로 올라왔다. 이때, 기관장과 중국인 선원 1명은 좌현 기관실 문이 열려있는 것을 보고 침수를 막기 위하여 기관실 문을 닫고자 하였지만, 계속되는 파도와 유입되는 해수로 인해 문을 제대로 닫을 수가 없었다.
- 3.2.6 선원들은 구명조끼를 착용하였고, 선미쪽 식당 입구 위쪽에 거치되어 있던 구명부환을 내렸다. 인도네시아 선원 2명은 선교 뒤쪽에 줄로 묶여있던 통발부이를 칼로 잘라 풀어냈다.
- 3.2.7 얼마 후 주기관이 정지되었다. 그러자, 조타실 내부 조명등과 항해등도 꺼졌다. 이후 선체는 좌현으로 더 기울어진 상태가 되었다. 이때 한국인 선원 2명(기관장 및 조리장)과 중국인 선원 1명이 구명부환을 들고 바다에 뛰어 내렸다.⁹⁾

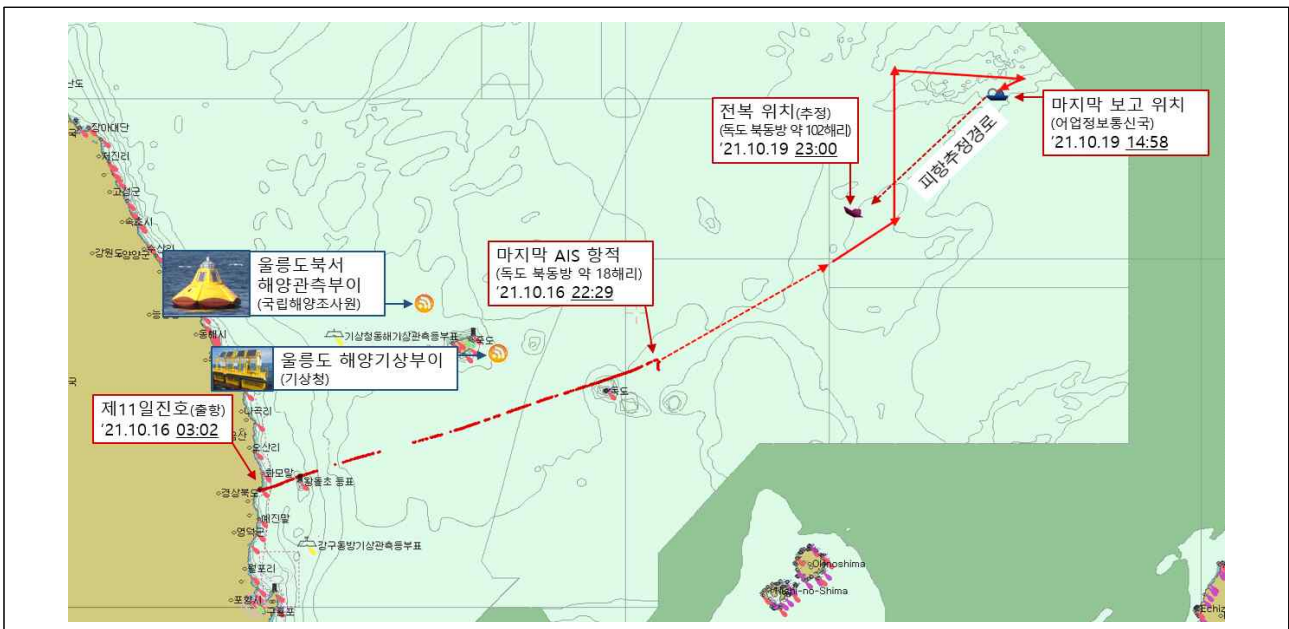
7) 사고 전 마지막 교신으로 당시 선장은 “현지 기상은 아직 괜찮으니 기상이 악화되면 독도해역으로 이동하여 대피하겠다”고 어선안전조업국과 교신

8) 생존 선원진술



<그림 8> 사고 당시 선원들이 사용하였던 통발부이 및 구명부환 유사품(참고)

- 3.2.8 상갑판에 남아있었던 중국인 선원 3명과 인도네시아 선원 2명은 구명부환을 걸쳐 매고, 통발부이 주변으로 둥글게 모여 통발부이에 묶여있던 줄을 잡았다.
- 3.2.9 같은 날 23시 00분경 제11일진호가 완전히 전복되자 상갑판에 남아있던 5명의 선원들도 바다에 뛰어내려 부이를 잡은 채 떠있게 되었다.
- 3.2.10 이들은 부이를 붙잡은 채 한동안 함께 떠 있었으나, 2021년 10월 20일 03시 00분경 중국인 선원 1명이 높은 파도에 휩쓸리면서 부이를 놓치게 되었고, 같은 날 12시 00분경과 17시 00분경 인도네시아 선원 2명도 기력을 잃으면서 각각 부이를 놓치게 되었다.



<그림 9> 제11일진호 항적(추정) 및 사고 관련 위치

- 9) 이 당시 선장은 조타실 내부에 있었던 것으로 추정되며, 사고 발생 후 실시된 선체 수색 중 조타실 내부에서 사망한 채 발견되었음

3.3 수색 및 구조

- 3.3.1 한편, 컨테이너운반선 현대프리빌리지(Hyundai Privilege)는 2021년 10월 19일 05시 12분경 전라남도 광양항을 출항하여 미국 타코마항을 향해 운항 중이었다.
- 3.3.2 다음 날인 10월 20일 11시 18분경 현대프리빌리지는 독도 북동방 약 91해리 해상에서 전복된 제11일진호와 그로부터 동방 약 2해리(약 3.7킬로미터) 떨어진 해역에서 제11일진호의 구명뗏목을 발견하였다.
- 3.3.3 같은 날 11시 36분경 현대프리빌리지는 일본 해상보안청에 사고 사실을 신고하였고 같은 날 14시 24분경 동해지방해양경찰청은 일본 해상보안청으로부터 사고사실을 전자메일로 통보받았다.
- 3.3.4 같은 날 14시 29분경 동해해양경찰서에서 함정 및 항공기 등이 구조를 위해 사고해역으로 출동하였고, 일본 해상보안청의 함정도 출동하였으며, 태건호 등 민간어선도 구조작업에 투입되었다.
- 3.3.5 같은 날 19시 42분경 동해해양경찰서 소속 5001함이 현장에 도착하여 전복선박을 확인하고 구명뗏목을 인양하였으며, 같은 날 21시 18분경 전복선박에 타격시험¹⁰⁾을 실시하는 등 수색 및 구조작업을 실시하였다.



<그림 10> 전복된 제11일진호 및 구조작업(타격시험) 사진

- 3.3.6 다음 날인 10월 21일 07시 21분경 어선 태건호는 통발부이를 붙잡고 있던 제11일진호의 중국인 선원 2명을 구조¹¹⁾하여 해경 함정에 인계하였다.

10) 선체 외부에서 망치를 두드려 내부에 사람이 있는지 여부를 반응으로서 확인하는 시험

3.3.7 같은 날 07시 36분경 동해해양경찰서 소속 1511함은 제11일진호의 조타실에서 선장(사망)을 발견하였고, 다음 날인 10월 22일 06시 30분경 제11일진호는 독도 북동방 약 75해리 해상에서 침몰(수심 약 2,600미터)하였다.

3.3.8 10월 30일 18시 55분경 일본 해상보안청 소속 함정(PM-31)은 해상 수색 중 한국인 선원(사망) 1명을 발견¹²⁾하고 해경 함정에 인계하였다.

3.3.9 11월 3일부터 해경함정 등은 경비구역으로 복귀하여 수색작업을 경비병행으로 전환하였으며, 이후로 추가적으로 발견되었거나 구조된 선원은 없었다.

3.4 피해사항

3.4.1 이 전복사고로 인해 제11일진호에 승선했던 9명의 선원 중 2명이 사망하였고, 5명이 실종되었다. 어선은 전복된 후 조류에 떠밀리면서 표류하다가 침몰하였다.

3.4.2 구조된 생존선원 2명은 출혈을 동반한 다발성 찰과상 등의 상해를 입고 병원에서 약 3주간 치료를 받은 후 퇴원하였다.

〈표 2〉 제11일진호 탑승 선원의 마지막 행적 및 구조상황

성명(직책)	나이	국적	마지막 목격사항	구조상황
P○○(선장)	63	한국	조타실(조타실에서 발견)	발견(사망)
A○○(기관장)	66	한국	기관실의 문을 닫는 시도를 하였고, 해상에 뛰어내림(추정)	실종
K○○(조리장)	55	한국	조타실 우현 아래에 있다가 전복 전 해상에 구명부환을 들고 뛰어내림	발견(사망)
S○○(선원)	47	중국	통발부이를 붙잡고 있다가 구조됨	구조(생존)
B○○(선원)	30	중국	통발부이를 붙잡고 있다가 구조됨 (전복 전 기관장과 함께 기관실 문을 닫는 시도를 함)	구조(생존)
C○○(선원)	50	중국	어선 전복 전 구명부환을 들고 해상에 뛰어내림(추정)	실종
Z○○(선원)	34	중국	통발부이를 붙잡고 있다가 놓침	실종
A○○○(선원)	28	인도네시아	통발부이를 붙잡고 있다가 놓침	실종
W○○○(선원)	31	인도네시아	통발부이를 붙잡고 있다가 놓침	실종

11) 전복된 어선으로부터 남서방 약 9해리(약 16킬로미터) 떨어진 해상에서 발견

12) 전복된 어선으로부터 북방 약 49해리(약 90킬로미터) 떨어진 해상에서 발견

section

4

사고 분석

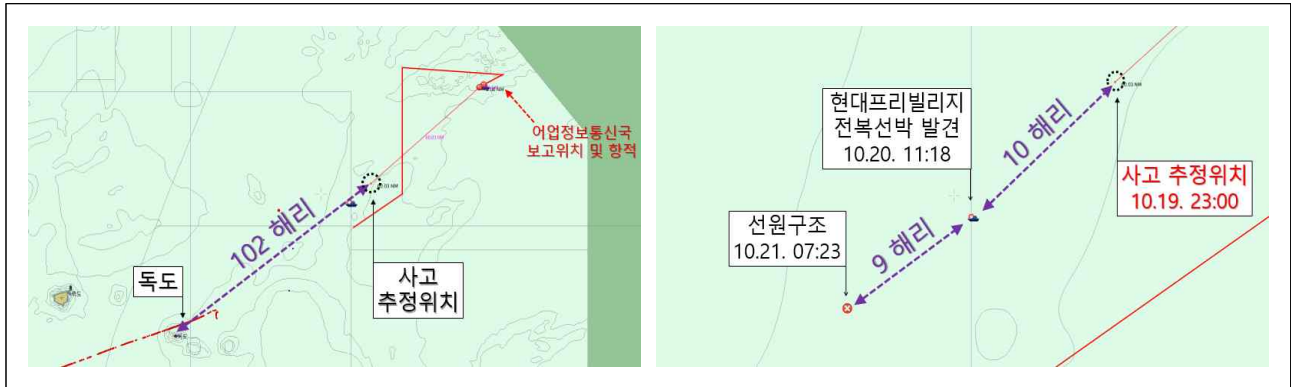
4. 사고 분석

4.1 사고시각 및 위치 추정

- 4.1.1 제11일진호는 자동식별장치(AIS : Automatic Identification System, 이하 ‘AIS’)가 설치된 선박으로 본래는 AIS 장비에서 발송된 정보를 통해 선박의 시간별 위치와 항적을 확인할 수 있다. 그러나 제11일진호는 출항시에는 AIS를 켜두었다가 독도 인근부터는 AIS를 꺼두고 조업을 한 뒤 귀항시 독도 인근에서부터는 다시 AIS를 켜두는 방식으로 운영하고 있었기 때문에 조업기간(약 5~6일간) 중 선박의 위치와 항적은 확인할 수 없었다.
- 4.1.2 따라서 조업기간 중 제11일진호의 위치와 항적은 후포 어선안전조업국에 매일(1회) 구두로 보고하였던 내용과 생존선원들의 진술 등을 통해 대략적으로 추정하였다.
- 4.1.3 제11일진호가 후포 어선안전조업국에 마지막으로 보고한 시각은 2021년 10월 19일 14시 58분이며, 해당 위치는 독도에서 북동방으로 약 163해리(약 300킬로미터) 가량 떨어진 해역이었다.
- 4.1.4 보고되었던 시각 및 위치¹³⁾를 기준으로 미루어 볼 때, 조업 중 평균 약 1해리 가량 이동하였던 것으로 추정된다. 따라서 피항을 시작한 17시 00분경에는 마지막 보고 위치로부터 남서방향으로 약 2해리(약 4킬로미터) 정도 이동하였을 개연성이 있다.
- 4.1.5 제11일진호는 평소 조업지 간 이동 시 약 10노트의 속력으로 항해한다. 선원들의 진술에 따르면 사고가 발생한 시각은 23시 00분경이고, 이는 피항을 시작한 뒤 6시간이 경과한 시점이므로 항해속력을 감안하면 조업지로부터 약 60해리(약 111킬로미터) 이동한 해역에서 사고가 발생하였다고 추정할 수 있다.
- 4.1.6 따라서 제11일진호는 2021년 10월 19일 23시 00분경 독도 북동방 약 102해리(약 188킬로미터) 해상에서 전복되었다고 판단된다.

13) 보고위치는 위경도의 분 단위까지만 보고하였으므로, 실제 조업지의 정확한 위치와는 차이가 있을 수 있음

4.1.7 아울러, 해당 위치는 제11일진호의 발견 위치 및 생존선원의 구조위치와 멀지 않아 전복 위치로 추정하기에 타당하다고 판단된다.



<그림 11> 추정된 사고 위치

4.2 사고 인지시각 및 접수 경로

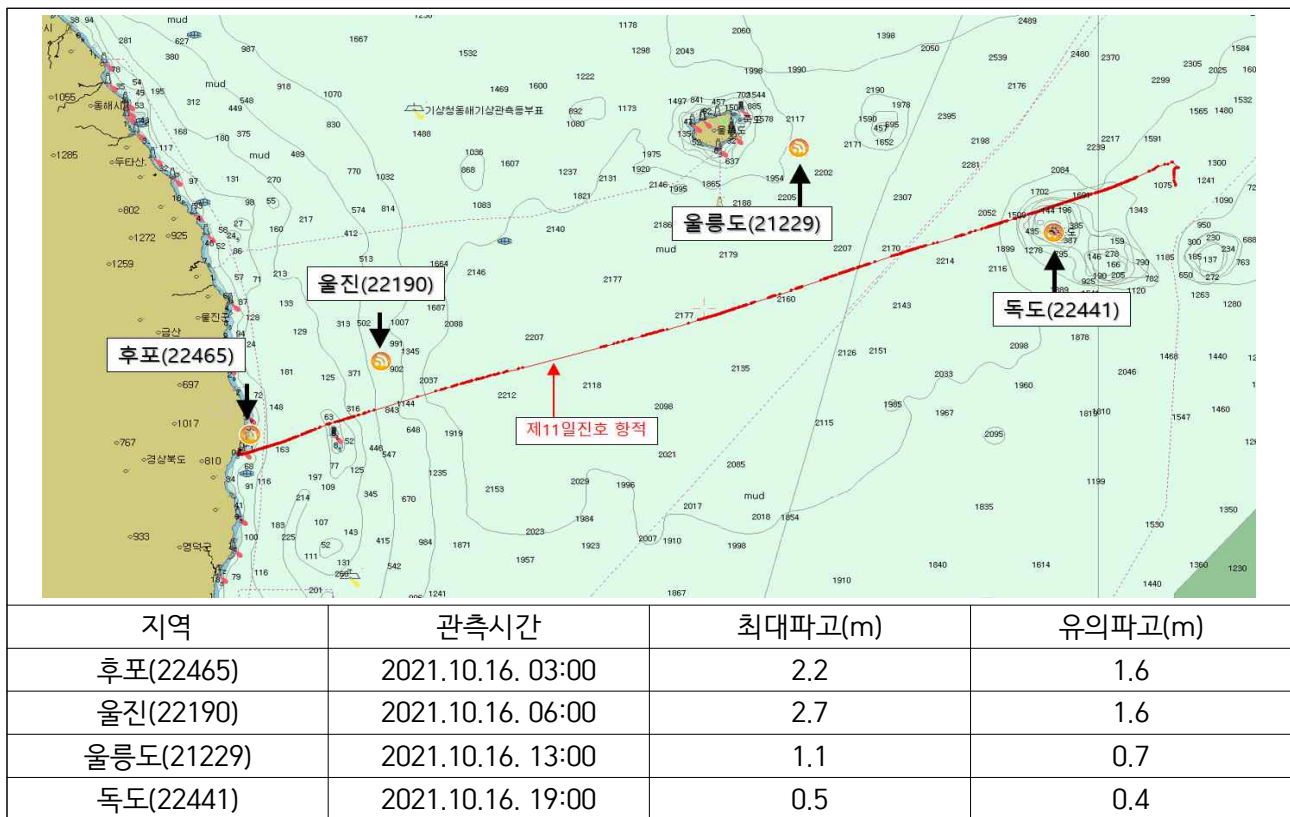
- 4.2.1 제11일진호에는 비상위치지시용 무선표지설비(EPIRB, Emergency Position Indicating Radio Beacon, 이하 ‘EPRIB’)가 설치되어 있다. 이 장비(EPIRB)는 선박의 전복이나 침몰 상황시 수면하에서 수압으로 자동이탈장치가 작동되어 수면 위로 부상하며, 선박의 위치 등 조난신호를 발신한다. EPIRB에서 발신된 신호는 인공위성을 통해 중앙구조센터(MCC, Mission Control Center)를 거쳐서 최종적으로 구조조정본부(RCC, Rescue Coordination Center)까지 전달된다.
- 4.2.2 대한민국의 중앙구조센터(MCC)는 해양경찰청 종합상황실이며, 사고가 발생한 2021년 10월 19일부터 선박이 침몰한 2021년 10월 22일까지 제11일진호의 EPIRB 조난신호가 수신된 이력은 없었다.
- 4.2.3 또한, 일본 해상보안청도 EPIRB 조난신호를 통해서는가 아니라, 사고 다음 날인 10월 20일 오전에 현대프리빌리지의 신고를 받은 후에야 구조합정을 사고해역으로 파견하였다.
- 4.2.4 따라서 제11일진호의 사고 사실은 인근 화물선을 통해 최초 인지 후 접수되었으며, 사고 당시 EPIRB는 작동되지 않았거나 알 수 없는 이유로 인해 유효한 신호가 발송되지 않았던 것으로 판단된다.

4.3 기상상태

4.3.1 제11일진호가 후포항을 출항한 시각은 2021년 10월 16일 03시 11분경이며, 이때 출항 해역(동해남부앞바다)에는 풍랑주의보¹⁴⁾가 출항 전일 20시 00분에 발표(21시 00분 발효)된 상태였다.¹⁵⁾

4.3.2 제11일진호가 출항한 이후 항적에 따른 해상 기상상태는 아래와 같다.

<표 3> 제11일진호 출항 항적에 따른 해상 기상상태 변화(기상청)



4.3.3 관측된 기상부이에 따르면, 출항 당시는 파고가 높지 않아 이 선박이 운항하기에 곤란한 날씨는 아니었던 것으로 보이나, 기상청의 기상특보 정보 등을 근거로 볼 때, 출항 이후 조업하면서 해상기상 상태가 악화와 호전을 반복한 것으로 판단된다.

4.3.4 즉, 출항 다음 날인 2021년 10월 17일 01시 00분에는 제11일진호의 조업지인 동해중부 바깥바다에 풍랑경보가 발효된 후 같은 날 23시 00분에 해제되었으며, 다음 날인 10월

14) (풍랑주의보) 풍속 14 m/s 이상이 3시간 이상 지속되거나, 유의파고가 3미터를 초과할 것 예상
(풍랑경보) 풍속 21 m/s 이상이 3시간 이상 지속되거나, 유의파고가 5미터를 초과할 것 예상

15) 제11일진호는 총톤수 72톤의 어선으로 「어선안전조업법」제4조의제2항에 따라 풍랑주의보 상태에서도 출항 및 조업이 가능한 어선임

18일 07시 00분경 풍랑예비특보가 발표(19일 오후 기상특보)되었다. 그리고 사고 당일인 10월 19일 12시 00분(14시 00분 발효)에 풍랑경보가 발표되었다.

4.3.5 기상청의 울릉도 해양기상부이에 따르면 2021년 10월 17일 01시 00분부터 13시 00분까지는 파고가 약 4~6미터, 13시 00분부터 23시 00분까지 파고는 약 2.5~4미터로 측정되었다.

4.3.6 사고 당시 시점의 기상청, 국립해양조사원, 일본 기상청 등의 각 기상관측 결과는 아래와 같다.

<표 4> 기상 계측 결과 비교

일시	울릉도 해양기상부이 (기상청)			울릉도북서 해양관측부이 (해양조사원)			일본 기상청	상황실 (동해해경)	
	풍향	풍속(m/s)	파고(파향)	풍향	풍속(m/s)	파고(파향)	파고	풍향·풍속	파고
10.19. 21:00	014도 (북북동)	14.2	2.8~3.9 (003, 북)	019도 (북북동)	12.9	4.90 (014, 북북동)	5미터 이상		
10.19. 22:00	008도 (북북동)	13.4	3.0~4.2 (018, 북북동)	017도 (북북동)	12.6	3.99 (016, 북북동)	"		
10.19. 23:00 (사고시점)	012도 (북북동)	12.5	3.1~4.4 (018, 북북동)	013도 (북북동)	11.9	3.60 (007, 북)	"		
10.19. 23:30	-	-	-	015도 (북북동)	11.0	3.92 (016, 북북동)	"		
10.19. 24:00	008도 (북북동)	12.9	3.2~4.6 (012, 북북동)	009도 (북)	12.6	3.73 (015, 북북동)	"		
10.20. 15:00	357도 (북)	7.5	2.7~5.7 (357, 북)	022도 (북북동)	7.6	2.58 (015, 북북동)	-	북 14~18	5.0~6.0

4.3.7 사고 해역 인근에는 기상부이가 설치되어 있지 않아 명확한 기상상태를 판단하기 어려우나, 위성관측정보 등으로 분석한 일본 기상청의 자료와 구조작업 당시 현장에서 육안으로 관측한 동해해경 상황실 기상자료 등을 종합해볼 때 사고 해역의 기상은 울릉도 인근보다 더 악조건이었던 것으로 추정되며, 사고 당시 파고는 약 5미터 이상이었던 것으로 판단된다.

4.3.8 비록 울릉도 인근에서 측정된 기상청의 해양기상부이와 국립해양조사원의 해양관측부이의 자료가 사고 해역으로부터 다소 먼 거리(약 100~150킬로미터)에서 계측된 값이나, 사고 해역의 해상상태와 기상의 경향성을 파악하기에는 무리가 없다고 판단되며, 이를 감안하면 사고 당시 높은 파도가 일고 있었고, 풍향 및 파향은 북쪽이었던 것으로 추정된다.

4.3.9 이와 같이 기상 관측 결과 자료들을 종합적으로 판단해 보았을 때, 사고 해역은 사고 당시 초속 12미터 이상의 북풍이 불고 있었고, 파도는 북쪽 방향으로부터 약 5미터 이상으로 높게 일고 있었던 것으로 추정해 볼 수 있다.

4.4 어선 피항조치의 적절성

- 4.4.1 제11일진호는 총톤수 72톤의 어선으로 「어선안전조업법」 제10조 및 같은 법 시행규칙 제4조제2항에 따라 풍랑주의보 상태에서도 출항 및 조업이 가능한 선박이다. 그러나, 풍랑경보시에는 규정에 따라 모든 어선의 출항이 금지되므로 출항할 수 없다.
- 4.4.2 제11일진호가 출항한 이후 2021년 10월 17일 01시 00분 풍랑경보가 발표·발효되었고, 후포 어선안전조업국은 통상적인 기상정보를 제공한 후 같은 날 15시 15분경 제11일진호의 선장과 위성전화를 통해 기상악화 정보제공 및 피항권고 조치를 하였으나¹⁶⁾ 제11일진호는 조업을 계속하였다.
- 4.4.3 다음 날인 18일 07시 00분(19일 오후 발효 예정)에 풍랑예비특보가 발표되었고 같은 날 15시 45분경 후포 어선안전조업국에서는 제11일진호 선장에게 위성전화를 통하여 기상정보를 제공하며 재차 피항권고를 하였으나, 제11일진호는 별다른 피항조치를 취하지 않았다.
- 4.4.4 사고 당일인 19일 14시 58분경 제11일진호는 후포 어선안전조업국에 위성전화를 통해 위치보고를 하면서 ‘현지기상은 아직 괜찮다’는 취지로 통화하였으며, 같은 날 17시 00분경이 되어서야 피항을 시작하였다.
- 4.4.5 한편, 제11일진호의 전임선장에 따르면 출항 전에는 스마트폰 등 매체를 이용하여 기상을 확인하고, 조업 중에는 주로 중단파대(MF/HF) 무선설비를 이용하여 어선안전조업국의 방송을 청취하면서 기상을 확인한다고 진술하였다. 또한, 조업 중 현장에서 눈으로 보았을 때 파고가 4미터 이상인 경우에는 파도가 낮은 쪽으로 이동하여 대기하다가 기상이 좋아지면 다시 어장으로 돌아간다고 진술하였다.
- 4.4.6 이와 같은 정황을 감안하면, 제11일진호 선장은 10월 19일 14시 00분에 풍랑경보가 발효될 것을 후포 어선안전조업국의 방송 및 위성전화 통화 등을 통해 미리 알고 있었을 것으로 추정되며, 유효파고 5미터 이상의 풍랑경보가 예보되었음에도 불구하고 사전에 적극적인 피항조치를 하지 않은 것으로 판단된다.

16) 어선안전조업법 시행규칙 제4조제1항 [별표 1],

어선안전조업본부는 기상특보가 발효된 경우 특보의 내용과 어선의 안전조치 및 준수사항 등을 1시간마다 방송하여 어선이 신속하게 대피하도록 하고 있음

4.5 어선의 전복 요인 검토

- 4.5.1 사고 당시 제11일진호의 전복 상황이 목격되지 않고, 그 위치가 명확하게 기록되지 않음에 따라, 이번 전복사고가 다른 선박과의 충돌이나 부표 등 구조물의 접촉 또는 저수심에 의한 좌초 등에서 기인하였을 가능성에 대하여 검토하였다.
- 4.5.2 먼저 다른 선박과의 충돌로 인한 전복 가능성은 사고 추정위치로부터 반경 약 20해리 이내 해역의 선박 AIS 항적을 조회하였고, 그 결과 전복사고를 발생시킬만한 다른 선박의 항적은 없었다. 또한, 사고 당시 생존선원들이 다른 선박을 목격하였다는 진술도 없었음에 따라 선박 충돌 등으로 인한 전복 가능성은 없는 것으로 판단된다.
- 4.5.3 또한, 사고 해역의 인근 수심이 약 2,000미터가 넘어 좌초를 일으킬만한 저수심 해역에 해당하지 않으며, 인근에 설치된 부표도 없어 해상구조물로 인한 충돌이나 접촉사고의 가능성도 없던 것으로 판단된다.
- 4.5.4 따라서 이번 사고는 충돌이나 접촉 및 좌초 등으로 인한 전복 가능성보다는 사고 당시 기상특보가 발효 중이었던 것과 생존선원들의 진술 등을 근거로 미루어 볼 때 기상악화로 인한 해상상태가 전복에 직접적인 영향을 미쳤을 것으로 판단된다. 아울러, 기관실 개구부 미폐쇄로 인하여 기관실 침수가 증가하고, 주기관이 정지되면서 어선의 전복 위험성이 가중되어선체 전복에 영향을 미쳤을 것으로 보인다.

4.6 어선 복원성 검토¹⁷⁾

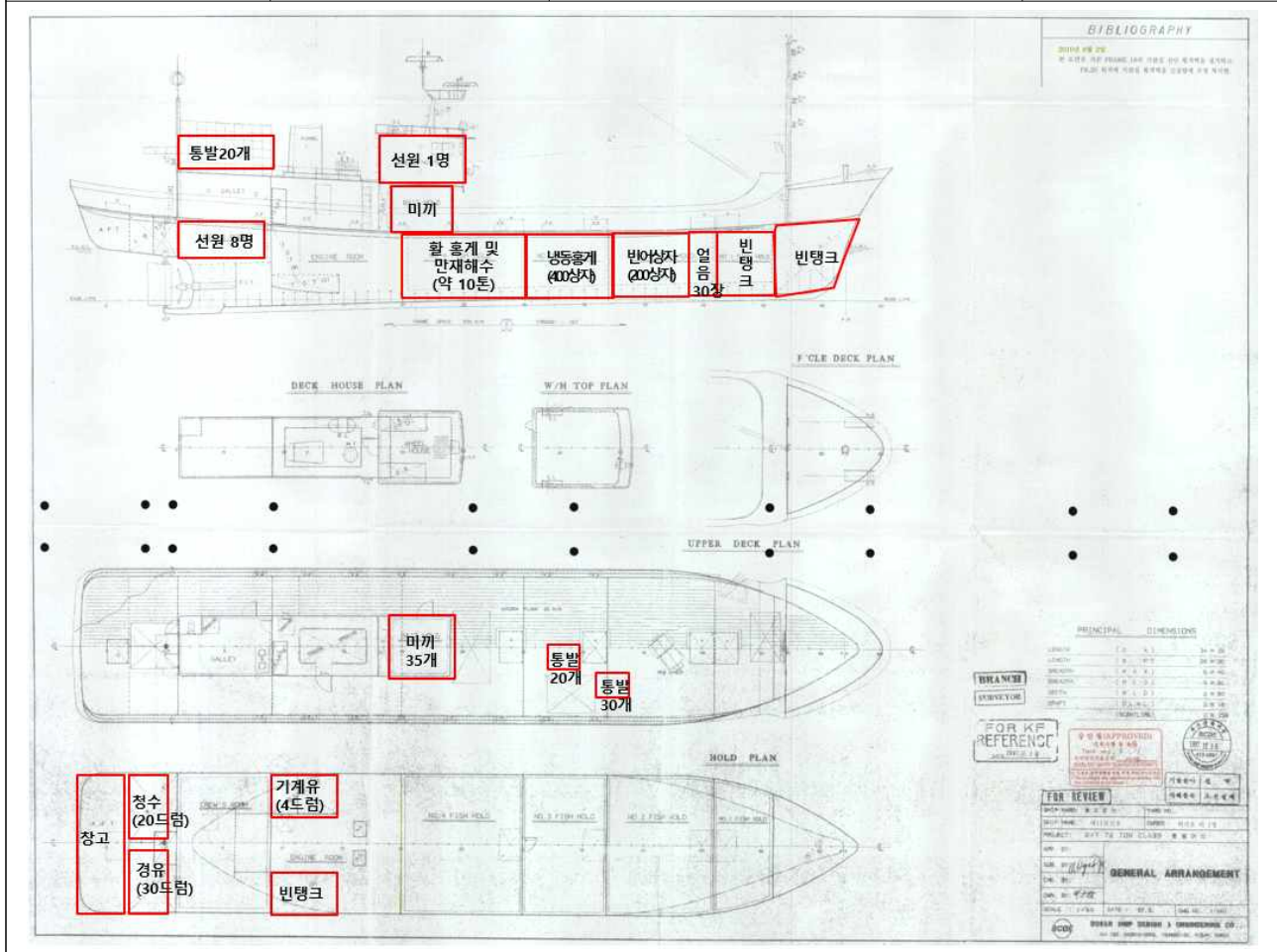
- 4.6.1 다음으로 기상악화 상태에서 운항하던 제11일진호의 선박 복원력을 검토하였다.
- 4.6.2 정확한 복원력 계산을 위해서는 사고 당시 어획물, 어구, 연료유 등의 적재 상태를 알아야 하지만, 사고로 인하여 제11일진호의 선장이 사망함에 따라 정확한 적재량 및 적재장소를 파악할 수는 없었다.¹⁸⁾
- 4.6.3 다만, 제11일진호의 선박소유자와 전임 선장의 진술을 바탕으로 그간의 조업경험과 조업 실적 등을 감안하고, 출항 이후 연료유 소모량, 사고일까지의 어획량 등을 추정하여 사고 당시와 가까운 적재량을 도출하였으며, 그 결과는 아래와 같다.

17) 중소조선연구원(RIMS)에서 실시

18) 어선 적재상태에 대해서는 구조된 중국인 생존선원 2명도 아는 바가 없었음

<표 5> 제11일진호 사고 당시 추정 적재 상태

적재물	적재위치	수량	무게
냉동홍게	3번 어창	400상자(상자당 35kg)	14,000kg
활홍게	4번 어창	1,500마리 및 해수	10,000kg
얼음	2번 어창	30장(장당 250kg)	7,500kg
경유	연료유탱크	30드럼(드럼당 200kg)	6,000kg
기계유	연료유탱크	4드럼(드럼당 200kg)	800kg
청수	청수탱크	20드럼(드럼당 200kg)	4,000kg
통발(1)	선교후미 상부	20개(개당 12kg)	240kg
통발(2)	상갑판 중앙	20개(개당 12kg)	240kg
통발(3)	상갑판 우측	30개(개당 12kg)	360kg
미끼	4번어창 상부	35개(개당 27kg)	945kg
선원 및 개인물품	조타실(1) 선원실(8)	9명(1명당 120kg)	1,080kg



4.6.4 출항 당시 연료유(경유)는 60드럼을 가득 채워서 출항하였고, 사고 당시 절반쯤 사용되었을 것으로 추정된다는 선박소유자의 진술과, 연료유는 어선의 1번(선수), 2번, 선미탱크에 나누어 적재하였었다는 전임 선장의 진술이 있었다.

4.6.5 연료유는 드럼형태로 각기 다른 연료유 탱크에 분산하여 적재하고 있는 바, 적재한 연료유를 어떤 순서로 사용하였는지는 확실하지 않다. 이에 따라, 연료유를 선수탱크에서부터 사용한 경우(조건 1), 선미탱크에서부터 사용한 경우(조건 2), 그리고 선수·중양·선미 고르게 사용한 경우(조건 3)로 구분한 결과 아래와 같이 사고 당시 잔존 연료유 적재 조건을 도출하였다.

<표 6> 제11일진호 사고 당시 잔존 연료유(경유)의 적재 상태

연료유탱크	출항시 적재량(만재)	조건 1	조건 2	조건 3
1번탱크(선수) (No.1 F.O.T)	4,300kg(25드럼)	-	4,300kg(25드럼)	2,580kg(15드럼)
2번탱크 (No.2 F.O.T)	1,720kg(10드럼)	860kg(5드럼)	860kg(5드럼)	860kg(5드럼)
선미탱크 (APT)	4,300kg(25드럼)	4,300kg(25드럼)	-	1,720kg(10드럼)

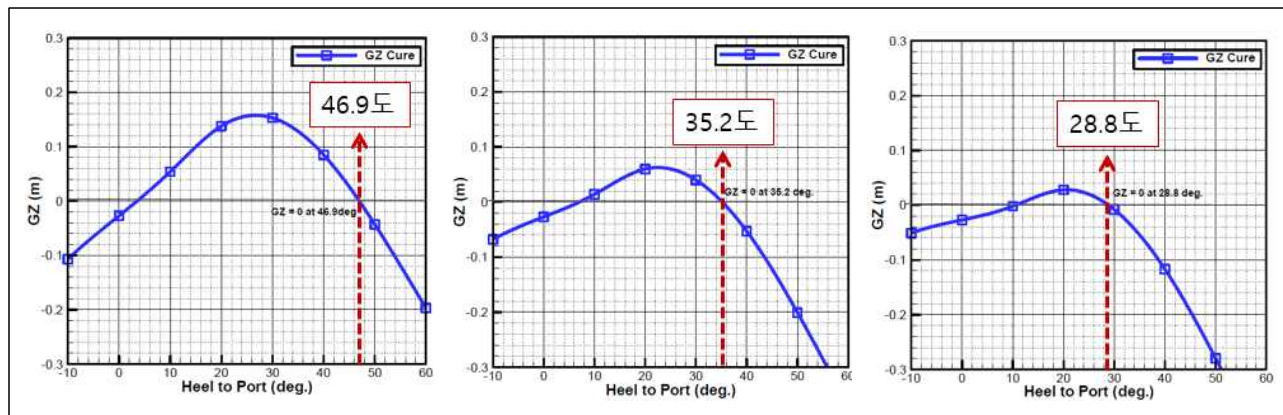
4.6.6 상기 각 적재 조건에 따른 복원력(GoM) 계산 결과(표)와 각 조건별 복원정 곡선(GZ Curve)¹⁹⁾의 도식 결과는 아래와 같다.

<표 7> 각 조건별 복원력 계산 결과

	조건 1	조건 2	조건 3
배수톤수 (Displacement)	235 톤	235 톤	235 톤
중양흘수 (Draft at Amidship)	2.052 m	2.080 m	2.064 m
종경사 (Trim)	0.883 m	0.535 m	0.664 m
종경사각 (Trim Angle)	선미 1.8도	선미 1.1도	선미 1.3도
횡경사각 (Heeling Angle)	좌현 3.6도	좌현 6.6도	좌현 10.0도
선저에서 부력중심 높이 (KB)	1.254 m	1.248 m	1.268 m
선저에서 무게중심 높이 (KG)	2.498 m	2.683 m	2.796 m
복원 우력(Righting Moment)(1도)	1.887 톤	0.995 톤	0.694 톤
복원력(무게중심-메타센터 거리)(GoM)-①	0.460 m	0.243 m	0.169 m
복원력(GoM) 규정치 ²⁰⁾ -②	0.264 m	0.263 m	0.258 m
규정 적합 여부(①-② ≥ 0)	기준 충족	부적합	부적합

19) 선체가 기울어지면 무게중심(G)과 부력중심(B)이 더 이상 같은 수직선 위에 있지 않게 되며, G점을 지나는 수직선과 B점을 지나는 수직선 사이의 수평거리를 복원정(GZ)라고 함. 통상 이 복원정이 클수록 복원력이 좋으며 음수인 경우 선박은 전복된다.(출처: 선박복원성 실무, 한국선장포럼)

20) 복원력(GoM) 규정치 : 「어선복원성 및 만재흘수선 기준」제11조(어선의 복원성 기준)에 따라서 길이 40미터 미만의 어선의 복원성을 규정하는 값으로 그 이상이 되어야 적합함



〈그림 12〉 (왼쪽부터) ‘조건 1’, ‘조건 2’, ‘조건 3’의 복원정 곡선(GZ Curve)

4.6.7 ‘조건 1’의 경우, 연료유가 선미탱크(APT)와 2번탱크(No.2 F.O.T)에 적재된 상태로 선미 종경사(Trim)가 발생하고 있으며, 자유표면효과로 인한 무게중심 상승(높이방향)이 상대적으로 적은 상태이다. 이로 인해 횡메타센터 높이(GM) 및 복원정(GZ) 값이 커 복원력이 양호한 상태라고 볼 수 있고, “어선 복원성 및 만재흘수선 기준”(이하 “복원력 기준”)에 따른 복원력 기준에도 적합하였다.

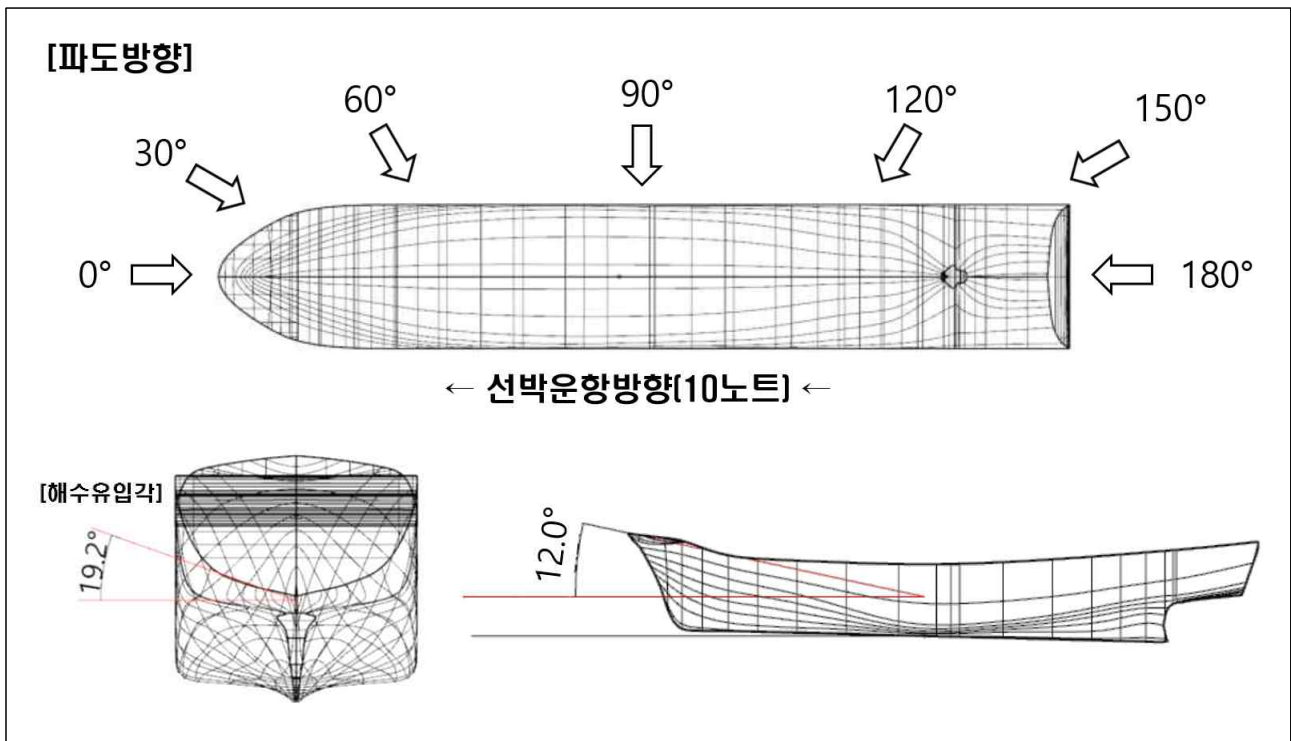
4.6.8 ‘조건 2’의 경우, 연료유가 선수 1번탱크(No.1 F.O.T)와 2번탱크(No.2 F.O.T)에 적재된 상태로 적재된 연료유의 하중이 선수부로 집중되면서 선미 종경사(Trim)의 크기가 작아지고, 부력중심의 높이(KB)가 낮아지게 되었다. 또한 선수 1번탱크(No.1 F.O.T)의 자유표면효과가 선미탱크(APT)보다 크게 발생하여 복원력이 저하되는 주요 요인이 되었고 결국 “복원력 기준”에 미치지 못하였다.

4.6.9 ‘조건 3’은 연료유가 선수 1번 연료유탱크(No.1 F.O.T)와 2번 연료유탱크(No.2 F.O.T), 선미탱크(APT)에 적재된 상태로 유동수의 자유표면효과로 인한 무게중심 상승효과가 가장 크게 발생하였다. 또한, 무게중심이 높이가 높아 상대적으로 쉽게 좌현으로 기울임이 발생하며, 이로 인해 복원력이 저하되고, 결국 “복원력 기준”에 미치지 못하였다.

4.6.10 이와 같이 사고 당시 적재량 및 연료유 적재배치 조건을 토대로 복원성을 검토한 결과 ‘조건 2’와 ‘조건 3’은 “복원력 기준”을 만족하지 못하였고, ‘조건 1’은 기준을 만족하였다. 따라서 각 조건 중 운항에 가장 안정적인 상태는 ‘조건 1’이라고 판단된다.

4.7 어선의 운동 분석

- 4.7.1 앞서 분석한 복원성 계산 결과는 어선이 정적인 상태에서 계산된 결과이다. 제11일진호는 기상악화 상태에서 피항 중이었으므로 당시 기상상황에서 선체동요를 감안한 안전성을 검토해 볼 필요가 있다.
- 4.7.2 사고당시 해역은 4.3.9에서 전술한 바와 같이 초속 12미터 이상의 북풍이 불고 있었고, 파도는 북쪽 방향으로부터 약 5미터 높이(유의파고)로 일고 있었던 것으로 추정된다.
- 4.7.3 당시 제11일진호가 피항을 위해 독도방향(남서쪽)으로 항해 중이었을 것으로 추정되므로, 어선이 우현에서 파도를 받는 상태에서 10노트 속력으로 운항 중에 선체 동요상태(상하동요, 횡동요, 종동요)를 분석하였다.



<그림 13> 파도 적용방향 및 해수유입각(선체모델링)

- 4.7.4 사고 당시 제11일진호의 적재조건은 앞 절의 ‘조건 1’을 적용하였다. ‘조건 2’와 ‘조건 3’의 경우, “복원력 기준”에 부적합하고, 좌현으로 과도한 경사가 발생하여 운항에 적절하지 않은 상태이므로, “복원력 기준”을 충족하는 ‘조건 1’을 기준으로 어선의 운동분석을 실시하였다.

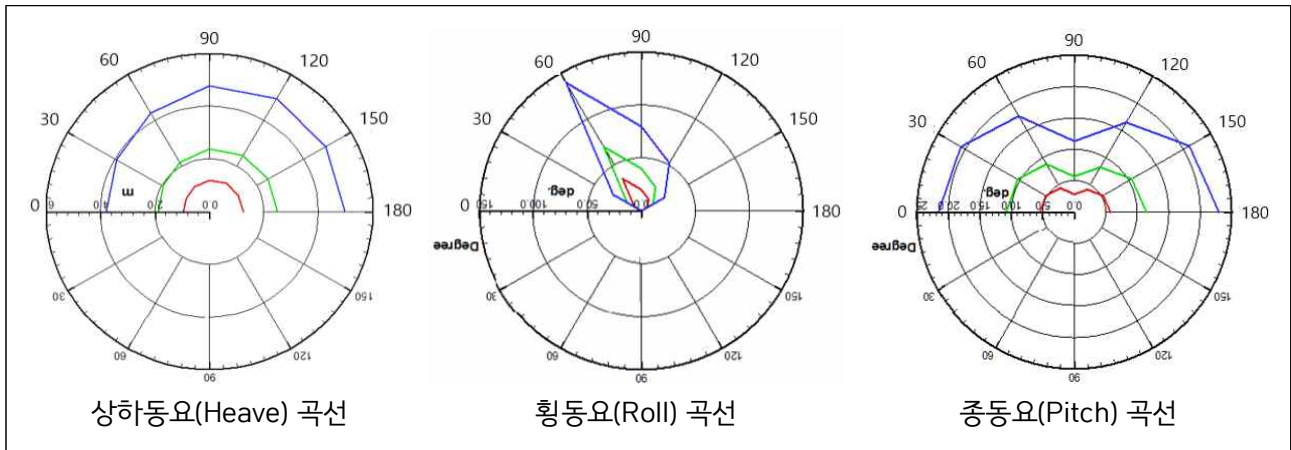
4.7.5 ‘조건 1’을 기준으로 당시 기상 및 해상상태에 따라 제11일진호의 운동을 해석한 결과는 아래와 같다.

<표 8> 어선 운동해석 결과

파도 방향	상하동요(Heave)(m)			횡동요(Roll)(도)			종동요(Pitch)(도)		
	평균값	유의값	최대값	평균값	유의값	최대값	평균값	유의값	최대값
0	0.944	1.888	3.776	-	-	-	5.390	10.780	21.560
30	0.981	1.962	3.924	7.550	15.100	30.200	5.200	10.400	20.800
60	1.080	2.160	4.320	34.940	69.880	139.760	4.410	8.820	17.640
90	1.192	2.384	4.768	19.870	39.740	79.480	2.820	5.640	11.280
120	1.233	2.466	4.932	12.990	25.980	51.960	4.120	8.240	16.480
150	1.237	2.474	4.948	6.170	12.340	24.680	5.270	10.540	21.080
180	1.247	2.494	4.988	-	-	-	5.740	11.480	22.960

* 유의값은 전체 결과값 중 상위 33% 값에 해당

** 이 해석 결과 값은 정적복원력(선체 기울기) 계산은 반영되지 않음



<그림 14> 파도 적용 방향(각도)에 따른 선체 운동곡선

4.7.6 당시 제11일진호는 독도를 향해 남서방향으로 향해 중이었을 것으로 추정되므로 북쪽에서 오는 파도를 받을 경우 우현 선미사파(Starboard Quartering Seas)로 받았을 가능성이 높다. 이는 상기 표의 120도에 해당하며, 이 경우, 횡동요의 평균값은 약 13도에 가깝고, 이때 유의값은 약 26도에 해당한다.

4.7.7 앞서 ‘조건 1’의 복원력 계산 결과, 제11일진호는 외력의 힘이 작용하지 않는 상태에서도 각종 적재물에 의하여 횡경사각이 좌현으로 약 3.6도로 기울어져 있었고, 이 상태에서 상기 표의 좌현 횡동요 평균값이 가해지면 좌현으로 약 16.6도 기울 수 있음을 유추할 수 있다.

- 4.7.8 또한 제11일진호의 선체 모델링 결과 도출된 현단 해수유입각이 약 19.2도임을 고려하면, 사고 당시 해수면과 거의 맞닿게 횡동요했음을 추정할 수 있고, 이는 사고 당시 선원들이 ‘좌현 상갑판이 바닷물에 닿는 정도까지 기울었다’는 진술과도 부합한다.
- 4.7.9 이 때 횡동요의 최대값은 약 51.9도인데, ‘조건 1’의 복원정 곡선에서 복원정(GZ) 값이 0이 되는 각도는 46.9도이므로, 해당 기상상태에서 운항하는 경우 전복의 위험성이 높았던 것으로 판단된다.
- 4.7.10 아울러, 선박운항 진로방향과 지역별·시간별 파도방향의 변화량을 고려하면 우현 횡파(90도)를 받는 경우도 있을 수 있으며, 이 경우 횡동요의 최대값은 약 79도로 우현선미사파를 받는 경우보다 더욱 위험하다고 볼 수 있다.
- 4.7.11 한편, 선체모델링 결과, 12도 이상의 종동요가 발생하는 경우 파도로 인해 해수가 선수미로 유입될 가능성이 있으며, 이 경우 선미 추진기(프로펠러)가 해면 위로 노출됨에 따라 레이싱 현상²¹⁾이 유발되면서 선속 감소 및 기관손상, 복원력 저하의 우려도 있었다고 판단된다.

4.8 어선 복원성 향상조치 검토

- 4.8.1 제11일진호의 사고 당시 적재물들을 기준으로 정적 복원력을 계산한 결과, 청수 및 연료유 등을 최적으로 적절히 사용하며 조업·운항하는 경우, ‘조건 1’의 경우처럼 “복원력 기준”에 적합한 복원력(GoM)을 갖추었을 수도 있다. 그러나, 4.7에서 기술한 운동분석에서 보듯이 기상악화 상태에서는 선체동요가 크게 발생하게 된다.
- 4.8.2 이러한 기상악화 상태에서 복원력을 확보하기 위해서는 상부에 적재한 어획물이나 어구를 상갑판 하부에 적재·배치하는 등의 조치를 취할 수 있으며, 사고 당시 이러한 조치를 하였다면 선체 복원력이 향상되었을 것으로 판단된다.

21) 과도한 선체 종동요(Pitching)으로 인해 해면 아래에서 고속으로 회전하던 추진기(프로펠러)가 공기 중으로 노출되면서 해면과 마찰을 통해 심한 소음과 진동이 발생하는 것을 말함

4.9 소결

- 4.9.1 제11일진호는 독도 인근으로 피항을 하면서 유의파도를 우현 선미 후갑판쪽으로 맞으며 운항하였을 가능성이 높으며, 이때 좌현 약 16.6도 정도의 평균 횡경사가 발생하면서 선체가 해면과 거의 맞닿을 정도까지 기울어졌을 것으로 판단된다.
- 4.9.2 이처럼 선체동요가 심한 운항상황에서 횡경사각이 현단의 해수유입각의 경계점을 넘나들었을 것으로 추정되며, 당시 기관실 개구부가 제대로 닫혀있지 않던 제11일진호는 좌현으로 올라오는 파도에 의해 기관실 내부로 해수유입량이 증가하여 침수되고 결국 주기관이 정지되었을 것으로 추정된다.
- 4.9.3 주기관이 정지된 제11일진호는 표류 중 강한파도를 우현으로 맞고 전복 각도인 46.9도를 넘어 기울어짐에 따라 전복되었을 가능성이 높은 것으로 판단된다.
- 4.9.4 이 사고는 기상악화 상황에서 제11일진호의 선체 복원력이 저하되는 요인들이 복합적으로 작용하면서 선체가 전복된 것으로 판단된다. 한편, 제11일진호가 어구 등 적재물들을 선체 하부로 이동시키는 등 선체의 무게중심을 낮추는 시도를 하였다면 복원력이 향상되었을 것으로 보이나, 선원들의 진술 등 사고 정황상 이러한 조치는 이뤄지지 않은 것으로 판단된다.

section

5

결론

5. 결론

- 5.1 이 사고는 풍랑경보가 발효된 해상에서 통발어업을 하던 제11일진호가 조업 후 피항 중에 전복되면서 발생하였다.
- 5.2 제11일진호는 조업 중 후포 어선안전조업국으로부터 최소 세 차례의 피항권고 안내를 받은 후에야 독도 인근으로 피항을 하였으며, 당시 일부 어창에 어획물 등이 적재되어 있었고, 청수와 연료유는 절반가량 사용한 상태였다.
- 5.3 이러한 사고 당시 적재조건을 바탕으로 사고선박의 항해 중 유의파고 5미터 이상의 선미사파를 우현에서 받는 상황을 계산하여 분석한 결과, 어선의 좌측 현단이 해수면과 가깝게 닿는 상태로 횡동요 하였을 것으로 나타났으며, 이때 들이치는 파도로 인해 기관실에 침수가 발생하였고, 주기관이 정지된 상태에서 우현선미 후갑판 측에 강한파도를 받아 전복되었을 가능성이 높은 것으로 판단된다.
- 5.4 이번 사고는 풍랑경보가 예견된 상황에서 무리하게 조업을 계속하다가 적절한 시점에 피항을 하지 않아 발생하였으나, 황천항해 전 상부 적재물을 하부로 이동하여 적재하는 등 복원력 강화를 위한 사전에 적극적인 조치를 취하지 않은 점도 사고발생에 다소 기여하였다고 판단된다.

section

6

권고

6. 권고

- 6.1 「어선안전조업법」에 따라 어선은 풍랑경보시 출항을 금지해야 하고, 조업 또는 항행 중인 어선은 안전해역으로 신속하게 이동 및 대피하여야 한다.
- 6.2 선장 및 어선소유자는 어선안전조업국 등에서 어선에 대한 안전조치 및 피항 권고가 있는 경우 적극적으로 따라야 하며, 조업 중 기상정보를 수시로 확인하여 (예비)기상특보가 발표된 경우, 「어선안전조업법」에 따라 적절하게 안전조치를 이행하여야 한다.
- 6.3 또한 어선에 적재된 어획물, 어구, 연료유 등 적재물들의 위치와 무게 및 예정항로의 풍속, 파고와 파향 등 기상상태를 종합적으로 고려하여 필요시 상부 적재물을 하부로 이동하여 적재하는 등 선체 복원력 향상을 위한 적극적인 조치도 필요할 것으로 판단된다.
- 6.4 아울러, 기상이 악화되어 황천항해가 예상되는 경우에는 사전에 기관실, 어창 등의 개구부 폐쇄를 통해 침수를 예방하고 유동수 영향으로 인한 선체 복원력 저하를 방지하여야 한다.
- 6.5 이를 위해 선장과 어선소유자는 평소 선박의 조종 및 운동특성 등을 숙지하고 필요시 검사기관 등 전문기관에 문의하여 선체복원력 등 선박의 특성 등에 대한 기초 정보를 파악해 둘 필요가 있다.
- 6.6 이와 더불어, 수산업협동조합중앙회(어선안전조업본부)에서는 기상특보 시 무리한 조업 및 항해하는 것에 대한 위험성과 선체복원력 유지의 중요성을 선장, 선원 및 어선소유자 등이 충분히 인식할 수 있도록 적극 교육하고, 기상악화시에 적극적인 피항조치를 할 수 있도록 지도할 필요가 있다.
- 6.7 또한, 조업 및 항해 중 위급한 상황 발생시 선박에 설치된 V-PASS, VHF, SSB, AIS, EPIRB, 바다내비게이션 등 무선설비를 통해 신속하게 조난위치를 통보하도록 지도하고, 아울러 이러한 무선설비를 상시 양호한 작동상태로 유지 및 관리하도록 계도할 필요가 있다.



해양수산부

중앙해양안전심판원