

연안항로 해상교통안전을 위한 해무관측망 운영방안에 관한 연구

이주영* · 김국진** · 손영태****

* 한국과학기술정책플랫폼협동조합 수석연구원, ** UST21 상무, *** 군산지방해양수산청 해사안전감독관

Operation Measures of Sea Fog Observation Network for Inshore Route
Marine Traffic Safety

Joo-Young Lee* · Kuk-Jin Kim** · Yeong-Tae Son****

* Senior Researcher, Smart future convergence Team, Korea Science Policy Platform co-op, Seoul 06151, Korea

** Managing Director, Underwater Survey Technology 21, Incheon 21999, Korea

*** Maritime Safety Supervisor (PhD Law), Gunsan Regional Office of Oceans & Fisheries, Gunsan 54014, Korea

요 약 : 기상불량으로 인해 발생하고 있는 해양사고 중 해무 발생에 따른 시계제한은 선박의 좌초, 선저 파손 등의 사고를 유발하는 것과 동시에 사고에 따른 인명피해를 동시에 수반하고 있으며 이는 매년 지속적으로 발생하고 있다. 또한 해상에서의 저시정은 지역간 국소적으로 차이가 존재하는 경우에도 일괄적으로 여객선에 대한 운항 지연 및 통제 조치를 하고 있어 섬주민들의 교통수단 이용에 상당한 불편을 초래하는 등의 사회적 문제로 대두되고 있다. 더욱이 이와 같은 조치는 지역적 편차나 사람마다 관측의 판단 기준이 상이하여 이를 객관적으로 정량화하지 못하고 있어 더욱 문제가 심화되고 있는 실정이다. 현재 각 항만의 VTS에서는 시정거리가 1km 미만인 경우 선박의 운항을 통제하고 있으며, 이 경우 저시정에 따른 해무 가시거리를 시정계 혹은 육안에 의한 목적(目測)에 의존하고 있을 정도로 객관적인 데이터 수집을 통한 평가에 있어서는 한계가 있다. 정부에서는 이와 같은 해양교통안전 저해요소를 해결하기 위한 일환으로 해무 탐지 및 예측을 위한 해양기상신호표지 및 해상안개관측망을 구축하여 운용하고 있으나, 국지적으로 발생하는 해무를 관측하기 위한 시스템은 매우 부족한 현실적 어려움에 놓여있다. 이에 따라 본 논문에서는 해상에서의 저시정으로 인해 발생하고 있는 여러 사회적 문제를 해결하기 위한 국내·외 정책동향에 대해 살펴보고, 이와 관련한 일반국민 및 현장 이해관계자의 인식 정도를 조사·분석하여 해무에 따른 해상교통안전을 확보하기 위한 정부지원(해무 탐지 및 예측 기술을 기반으로 한 해상교통운영 체계 개발 등)의 필요성에 대한 기초자료를 제공하고자 한다. 또한 이는 궁극적으로 해무로 인해 발생할 수 있는 해상안전 위험요소를 사전에 차단함으로써 보다 안정된 해상교통운영체계를 마련하는데 그 목적을 두고 있다.

핵심용어 : 기상불량, 해양사고, 저시정, 해상안개관측망, 해상교통운영체계

Abstract : Among marine accidents caused by bad weather, visibility restrictions caused by sea fog occurrence cause accidents such as ship strand and ship bottom damage, and at the same time involve casualties caused by accidents, which continue to occur every year. In addition, low visibility at sea is emerging as a social problem such as causing considerable inconvenience to islanders in using transportation as passenger ships are collectively delayed and controlled even if there are local differences between regions. Moreover, such measures are becoming more problematic as they cannot objectively quantify them due to regional deviations or different criteria for judging observations from person to person. Currently, the VTS of each port controls the operation of the ship if the visibility distance is less than 1km, and in this case, there is a limit to the evaluation of objective data collection to the extent that the visibility of sea fog depends on the visibility meter or visual observation. The government is building a marine weather signal sign and sea fog observation networks for sea fog detection and prediction as part of solving these obstacles to marine traffic safety, but the system for observing locally occurring sea fog is in a very insufficient practical situation. Accordingly, this paper examines domestic and foreign policy trends to solve social problems caused by low visibility at sea and provides basic data on the need for government support to ensure maritime traffic safety due to sea fog by factually investigating and analyzing social problems. Also, this aims to establish a more stable maritime traffic operation system by blocking marine safety risks that may ultimately arise from sea fog in advance.

Key Words : Bad Weather, Marine Accident, Low Visibility, Sea Fog Observation Networks, Marine Traffic Operation System

* First Author : jylee@kspp.re.kr, 02-2038-0223

† Corresponding Author : sonyt73@korea.kr, 063-441-2246

1. 서론

우리나라 연안해역 및 항만 주요지점의 해상교통안전을 도모하기 위해 국립해양조사원에서는 해상안개관측망 구축을, 해양수산부와 기상청에서는 항로표지시설에 해양기상 관측센서 설치사업 등이 추진 중이다. 또한, 해양사고 예방 차원에서 「해사안전법」 제38조 및 같은 법 시행규칙 제31조에서는 기상특보가 발표되거나 제한된 시계 등으로 선박의 안전운항에 지장을 줄 우려가 있다고 판단할 경우에는 선박의 출항통제를 하고 있으며, 여기에서 내항여객선의 경우 시정이 1km 이내일 경우, 내항여객선 이외의 선박으로서 화물을 적재한 유조선·가스운반선 또는 화학제품운반선(항도선을 활용하는 경우는 제외), 레이더 및 초단파 무선전화(VHF) 통신설비를 갖추지 않은 선박은 시정이 0.5km 이내일 경우 선박의 출항이 통제된다.

한편, 시계제한은 시정계 또는 육안의 목측으로 판단하고 있으나, 실제 선박의 출항 통제기준에 못 미치는 저시정의 기상상태에서도 해양조난사고는 지속적으로 발생하고 있다(KCG, 2021). 동시에 시정계 또는 목측으로 판단된 시계정도가 출항통제의 기준에 영향을 미치고는 있으나 이러한 단편적인 수치를 근거로 선박운항을 일률적으로 통제하는 것은 선박이용에 불편만을 초래할 뿐 해상교통안전을 확보하는데 있어서의 직접적인 기준으로 보기는 어렵다는 민원이 지속적으로 제기되고 있는 실정이다(KMA, 2018).

정부에서는 이와 같은 선박의 출항통제 기준의 하나인 시계제한에 대한 보다 구체적이고 명확한 관측결과 제시를 위해 다양한 해결방법을 마련하고 있다. 그 중 하나로 국립해양조사원에서는 AI기반의 해무 예측 기술을 접목한 “항계안전 해양정보 제공시스템”을 구축하여 정확한 해무 예측정보를 제공하기 위한 정책방향을 세우고 있으며, 해양수산부에서는 해양기상신호표지 확충 및 재배치를 추진하는 등 다양한 노력을 기울이고 있다.

기상청에서도 '21년 7월 기준 21개의 예·특보 구역을 세분화하여 30개로 확대·개편하여 해양기상정보포털에서 시정에 측 정보를 제공하고 있다. 그러나 관측 장소에 따른 국소적 실황 정보의 편차는 정기 여객선 과다 결항과 더불어 지역민과 여행객의 불편·불만을 가중시키는 사회적 문제를 초래하고 있어 실질적인 효과를 거두지 못하고 있는 실정이다. 이 외에도 해운선사에 직접 방문하여 민원을 제기하는가 하면 통제기관인 해양경찰과의 마찰도 일부('20년 관련 민원 3건) 발생하고 있는 것으로 나타났다(Lee et al., 2023).

해상교통분야는 자율운항선박, 스마트항만 등의 신기술의 발전으로 해상교통체계 역시 빠르게 지능형으로 전환되고 있다. 육상과 해상, 항공 등 각종 교통분야에서는 AI, ICT, 센

서 등 첨단기술의 집약체로 구성된 자율주행 및 원격조종이 가능한 무인이동체 개발에 대비하여 교통수단별 이동 수단의 고도화뿐만 아니라, 교통네트워크 연장, 관련 시설물의 고도화 등 새로운 유형의 서비스 발굴 및 적용 등이 가능하도록 분야별로 지속적인 발전을 추진하고 있다. 그리고 이와 같은 첨단기술을 접목한 빅데이터 기반 AI기술들을 잘 활용하기 위해서는 무엇보다 데이터 수집과 학습이 중요하다.

이에 따라 본 논문에서는 이와 같은 해양교통 분야의 산업기술 개발에 동참하고 더 나아가 해양교통안전 확보를 위한 방안의 하나로 해무 관측망 신기술 개발의 시의성·필요성 및 이를 도입·시행하기 위한 정책 대안을 제시하고자 한다.

2. 해상조난사고 피해 현황 및 출항 통제 분석

2.1 선박사고 및 인명피해 현황

국내 해상조난사고 발생 원인은 크게 운항부주의, 정비불량, 화기취급부주의, 적재불량, 재질불량, 기상악화, 관리소홀, 연료고갈, 기타 등으로 분석된다. 이 중 기상별 분류기준은 크게 기상양호와 기상불량으로 구분되며 기상불량은 크게 기상특보, 황천, 저시정 등으로 나누고 있다. 특히 저시정의 경우 해상조난사고의 원인으로 작용하는 것과 동시에 선박의 출항통제 기준이 되는 다소 주관적 지표의 성격을 포함하고 있다.

『2021년 해상조난사고 통계연보』를 통해 살펴보면, 최근 5년간(2017~2021년) 저시정으로 인해 발생한 선박사고는 기상불량에 따라 발생한 전체 사고(총 1,829척) 중 약 30%(515척)를, 그리고 동일한 조건에서 발생한 인명사고는 총 8,995명 중 약 35%(3,141명)를 차지하고 있다(KCG, 2021)(Table 1).

Table 1. Marine distress incident trends by weather

		(V=Vessel, P=People)				
Division		2017	2018	2019	2020	2021
	Typhoon warning	V 0	39	86	33	3
		P 0	21	25	28	1
	Typhoon watch	V 4	15	7	4	0
		P 14	0	28	2	0
Bad weather	High seas warning	V 7	4	9	27	4
		P 61	19	15	69	40
	High seas watch	V 77	67	96	131	116
		P 471	329	449	736	555
	Squally weather	V 104	112	122	104	143
		P 653	604	667	343	724
	Low visibility	V 125	122	115	104	49
		P 878	860	714	487	202

2.2 선종별-원인별 사고 현황

앞서 언급한 바와 같이 관련 규정에 따라 기상특보가 발표되거나 제한된 시계 등으로 선박의 안전운항에 지장을 줄 우려가 있다고 판단할 경우에는 선박의 출항통제를 하고 있으며, 여기에는 내항여객선 및 유조선·가스운반선 등에 적용하고 있다.

이에 따라 선박종류별로 기상불량 시 발생한 해상조난사고 현황에 대해 살펴보면 다음과 같다.

이와 관련하여 『2021년 해상조난사고 통계연보』를 통해 구체적으로 살펴보면, 2021년 한 해 동안 기상불량으로 인한 해상조난사고 중 저시정으로 인해 발생한 해상조난사고는 어선, 레저선박, 예부선, 화물선 등의 순으로 나타났으며, 이는 주로 운항부주의에 의한 것으로 분석되고 있다(KCG, 2021).

한편, 기상불량에 따른 해상조난사고 중 Table 1에서 언급한 바와 같이 2021년 한 해 동안 저시정으로 인해 발생한 선박사고는 총 49척으로 이 중 어선에서 약 61% 이상(30척)을 차지하고 있으며, 그 원인으로는 운항부주의가 가장 높은 비율(31%, 15척)로 나타나고 있다(KCG, 2021)(Table 2~3).

Table 2. Marine distress incident trends by type of ship

Division		A	B	C	D	E	F
Bad weather	Typhoon warning	0	2	0	0	0	1
	Typhoon watch	0	0	0	0	0	0
	High seas warning	2	0	0	2	0	0
	High seas watch	75	12	10	10	3	4
	Squally weather	90	20	8	14	4	7
	Low visibility	30	8	3	2	2	4

Table 3. Marine distress incident trends by cause

Division		a	b	c	d	e	f
Bad weather	Typhoon warning	0	1	0	2	0	0
	Typhoon watch	0	0	0	0	0	0
	High seas warning	1	1	0	0	0	2
	High seas watch	24	27	41	16	1	7
	Squally weather	44	61	15	12	0	10
	Low visibility	15	12	8	7	1	6

참고로 위의 Table 2에서 나타내고 있는 A-F는 선박의 종류를, Table 3에서 나타내고 있는 a-f는 사고 원인을 나타내고 있으며 상세히 언급하면 다음의 Table 4와 같다.

Table 4. Description of the division in Table 2, 3

Division	Description of the division
Table 2	A Fishing Vessel
	B Water leisure craft
	C Tug and Barge
	D Cargo Ship
	E Tanker ※ F: Others
Table 3	a Carelessness of navigation
	b Inappropriate maintenance
	c Bad weather
	d Negligence of managing
	e Carelessness of firearm handling ※ f: Others

2.3 연안여객선 운항통제 현황

여기에서는 기상불량으로 인한 저시정으로 인한 선박운항이 중단되는 것과 관련하여 해상교통수단을 이용하는 자들에게 가장 많은 영향을 미치는 연안여객선의 운항통제 정도에 대해 살펴보고자 한다.

이는 앞서 언급한 바와 같이 시정계 또는 다소 주관적일 수 있는 목측으로 판단된 시계정도를 출항통제의 판단기준으로 하는 것과 관련하여 실제 현장에서 여객선을 이용하는 당사자들은 이러한 판단 기준을 받아들이는데 있어 그 체감 정도가 다소 상이하여 이로 인한 민원 발생이 끊이지 않고 있는 실정이다.

이에 따라 이에 대한 문제해결을 위한 접근방법의 하나로 현재 우리나라 연안여객선의 운항 실태에 대해 살펴보고자 한다. 한국해운조합의 『2022 연안해운 통계연보』에 따르면 2021년 기준으로 우리나라 여객운송사업면허를 가지고 있는 업체는 총 62개사로, 이 선사에서 운용 중에 있는 선박들은 총 164척에 이른다.

그리고 이 선박들은 전체 102개 항로를 운항 중이며, 이 중 일반항로는 75개, 국가보조항로는 27개(27척) 정도이다.

관련해서, 최근 5년간(2017~2021년) 연안여객선의 여객수송 및 차량수송 현황을 살펴보면 다음의 Table 5와 같다(KSA, 2016~2021).

연안항로 해상교통안전을 위한 해무관측망 운영방안에 관한 연구

Table 5. Status of transporting passengers(p)
(G.S.R=General service route, S.S.R=Subsidized service route)

Division (×1,000)		2017	2018	2019	2020	2021
Total	P	16,910	14,625	14,585	10,602	11,464
	Share	100%	100%	100%	100%	100%
GSR	P	16,459	14,217	14,120	10,144	11,003
	Share	97.3%	97.2%	96.8%	95.7%	96.0%
SSR	p	451	408	465	457	461
	Share	2.7%	2.8%	3.2%	4.3%	4.0%

Table 6. Status of transporting passengers by residence
(G.P=General public, I.P=Islands public)

Division (×1,000)		2017	2018	2019	2020	2021
Total		16,909	14,624	14,584	10,602	11,463
G.P.		13,194	11,011	11,027	7,608	8,497
I.P.		3,715	3,613	3,557	2,994	2,966

Table 7. Status of transporting vehicles by residence

Division (×1,000)		2017	2018	2019	2020	2021
Total	G.P.	2,344	2,045	1,963	1,999	2,287
	I.P.	648	613	669	683	718
GSR	G.P.	2,303	2,010	1,921	1,952	2,239
	I.P.	629	593	644	653	685
SSR	G.P.	41	35	41	47	47
	I.P.	19	20	24	29	34

Table 5~6에서 나타내고 있는 바와 같이 우리나라 연안여객선은 최근 5년간 평균 1천300만 명 이상의 여객수송실적을 보이고 있으며, 이 중 일반인은 도서민의 약 3배 정도에 달한다. 여기에서도 알 수 있듯이 연안여객선은 도서민의 이동수단으로 사용되는 것과 동시에 일반인들의 여가활동 등에 더 많이 사용되고 있는 중요한 이동수단이라는 것을 확인할 수 있다.

그리고 Table 7에서 보는 바와 같이 여객과 마찬가지로 차량수송에 있어서도 일반항로를 이용하는 일반인과 국고보조항로를 이용하는 일반인이 동일한 항로를 이용하는 도서민보다 약 2~3배 정도의 많은 이용량을 보이고 있다. 한편, Table 8과 같이 여객선의 운항에 있어서는 기상불량에 따라 운항이 통제되는 경우가 발생하고 있으며, 이 중 태풍, 풍랑, 황천으로 인한 운항통제에 대해서는 대체로 이용객들이 수월하게 받아들이고 있는 반면, 저시정에 따른 출항통제와

관련해서는 이용객들의 입장차에 따라 민원이 자주 발생하고 있는 실정이다.

Table 8. Status of operation control of passenger ship
(F=Full control, P=Partial control)

Division		'16	'17	'18	'19	'20
Typhoon warning/ Typhoon watch	F	8	4	21	38	34
	P	0	0	2	3	9
High seas warning/ High seas watch	F	248	252	274	189	243
	P	137	183	235	261	228
Squally weather	F	54	70	72	27	55
	P	286	293	276	257	338
Low visibility	F	31	31	35	5	6
	P	148	161	158	141	188

이와 같이 기상불량 등으로 인해 교통수단을 운용하는 것과 관련한 문제는 항공분야에서도 그대로 나타나고 있다. Kim et al.(2020)에서는 최근 5년간(2015~2019년) 항공기 지연 결항의 주요원인으로 기상, 접속, 정비, 스케줄 등과 같은 외부 요인의 영향을 많이 받는 것으로 분석하고 있으며, 이 중 국내선을 기준으로 시정에 따른 지연은 2,994건, 결항은 2,031건으로 나타나고 있다.

참고로 우리나라 연안여객선 항로는 다음의 Fig. 1과 같으며, 인천, 보령, 군산, 목포, 완도, 제주, 여수, 통영, 부산, 포항을 기점으로 전해역에 분포되어 있다(Fig 1).

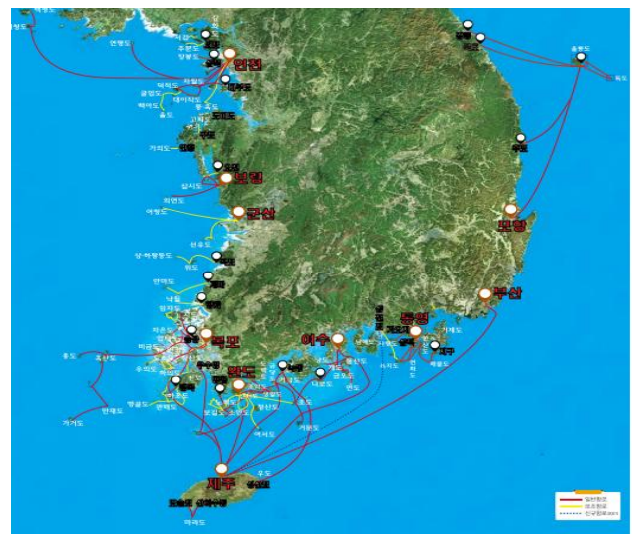


Fig. 1. Service route of coastal passenger ship.

3. 국내·외 해무 관련 환경 분석

3.1 국내 법제도 현황

우리나라 해양수산과학기술의 발전 기반을 조성하고 체계적인 육성 방안을 마련함으로써 해양수산 관련 산업의 건실한 발전을 목적으로 두고 있는 「해양수산과학기술 육성법」 제3조에서는 국가와 지방자치단체는 해양 및 해양수산 자원의 관리·보전과 개발·이용을 조화롭게 하고, 해양수산 관련 산업의 경쟁력을 향상시킬 수 있도록 해양수산과학기술에 대한 종합적인 시책을 세우고 시행하도록 하고 있다.

또한 이 법 제8조에 따라 해양수산부장관은 기본계획을 효율적으로 추진하기 위하여 연도별·분야별 해양수산과학기술 연구개발 과제를 선정하고, 관련 기관 또는 단체와 협약을 체결하여 해양수산과학기술 연구개발사업 및 전문인력 양성사업을 추진할 수 있도록 하고 있다. 이에 따라 해무와 관련된 우리나라 주요법제를 살펴보면 다음의 Table 9와 같다.

Table 9. Major act concerning sea fog forecast

Major act	contents
Marine Science and Technology Promotion Act	- Article 3 (Responsibilities of State and Each Local Government) - Article 8 (Promotion of Research and Development Projects) => Promotion of Research and Development Projects of Marine Science and Technology
Act on Marine Research and the Use of Marine Information	- Article 12 (Promotion of Research and Development) - Article 17 (Production of Marine Forecast Information) => Technology development of Marine Forecast => Production of Marine Forecast Information is required
Framework Act on Marine Fishery Development	- Article 6 (Master Plan for Development of Maritime Affairs and Fisheries) => Technology development required according to established basic plan
Weather Act	- Article 7-2 (Establishment of Marine Meteorological and Aeronautical Meteorological Observation Networks and Other Relevant Matters) => Measurement and operation of the marine weather observation network is required at a place where observation is deemed necessary for the safe operation of ships and marine activities

3.2 국내 정책 동향

위에서 언급하고 있는 관련 법률 등에 따라 정부에서 추진하고 있는 주요정책 동향을 살펴보면 다음과 같다(Lee et al., 2023).

i) 정부의 110대 국정과제 중에는 ‘국정목표 2의 민간이 끌고 정부가 미치는 역동적 경제’에 해당하는 하늘·땅·바다를 잇는 성장인프라 구축과 관련한 세부과제로 국내 연안에 태풍·해일 등 재해 감시망 구축과 재해안전 항만 구축 등

연안 안전망 확보분야를 포함하고 있다.

ii) 제3차 해양수산발전기본계획(2021~2030)에서는 안전, 산업, 환경, 국제협력 등 각 분야별 해양수산계획의 전반을 포괄하고 있으며, 6대 추진전략에 해당하는 ‘해양수산의 안전 강화’의 3대 주요정책과제로 ‘재난·재해 걱정 없는 안전한 해안’을 포함하고 있다. 그리고 재난·재해 걱정 없는 안전한 해안의 주요 정책과제에는 데이터기반 자연재해 예측·평가 능력 강화, 해양수산 통합형 재난관리체계 구축 등에 대한 내용을 다루고 있다.

iii) 제2차 해양수산과학기술 육성 기본계획(2023~2027)에서는 해양수산과학기술 기술혁신 및 산업 육성, 인력양성 등 해양수산 분야 과학기술 육성 정책의 전반을 포괄하고 있으며, 4대 추진전략에 해당하는 ‘과도를 넘는 위기대응 미래 R&D’, ‘해양강국 R&D 생태계 조성’ 등의 추진 과제로 ‘선제기술로 재난을 극복하는 K-Ocean’, ‘데이터·인프라 공유체계 확립’을 포함하고 있다.

iv) 2024년도 국가연구개발 투자방향 및 기준(안)에서는 3대 추진전략, 8대 중점투자방향 중 사회의 지속가능성 확충 전략의 사회 안전망 강화를 위한 정부 R&D 투자의 역할 확대를 포함하고 있으며, 여기에는 재난안전 분야에서 체계적인 재난재해 예측·관리, 생활 속 안전사고 예방을 위한 기술개발 추진 등과 관련한 내용을 다루고 있다.

이상의 이와 같은 주요정책들은 궁극적으로 특정분야에 대한 사회적 이슈를 정부에서 수용하기 위한 근거를 마련하기 위한 것으로 결국 해상에서의 안전저해요소를 사전에 차단하기 위한 재난예방적 정책에 해당한다 할 것이다.

3.3 국외 주요 정책 동향

외국의 경우에도 우리나라와 유사한 정부정책을 통한 해양안전 확보를 위한 노력하고 있으며, 국가별 주요한 내용을 살펴보면 다음의 Table 10과 같다(Lee et al., 2023).

Table 10. Status of high rank marine plans by major states

State	high rank plans	contents
USA	Science and Technology for the American Ocean: A decade of vision	- Set five priority goals for marine science and technology - Important emphasis on marine monitoring and data collection
Europe	MARINET (Marine Renewable Infrastructure Network) project	- Promotion of practical use of marine energy and traditional science and technology and ICT technology development of Innovative Technologies through convergence
	Horizon 2020	- The future marine sector includes observation and forecast technologies

Great Britain	Marine Science Strategy	- Monitoring programs for continuous marine observation and long-term prediction are set at the core of marine science
Norway	R&D Strategy for Sustainable Marine Counties (2012)	- Emphasis on infrastructure for marine observation and data collection as the basis for ocean research
Japan	The 3rd Basic Plan of the Ocean	- Promotion of research and development on marine research and marine science and technology
China	One Belt One Road Policy	- Establishment of marine environment and marine weather forecasting system

4. 해무와 관련한 인식도 조사결과 분석

우리나라 국민 대다수는 해상에서의 공중교통수단으로 「해운법」 제2조제1호의2에 따른 여객선을 이용하고 있으며, 여기에서 여객선 운용에 따른 해상교통안전과 관련한 사회적 문제는 앞서 언급한 바와 같이 정부에서 연안항로에서 발생할 수 있는 다양한 재난예방 정책 수립에 따른 필요성과 당위성을 제시하기에 충분하다 할 것이다. 이에 따라 여기에서는 연안 여객선 운항에 있어 지장을 초래하는 해무에 대한 일반국민들의 인식정도와 이와 관련하여 여객선 운항관리와 관련한 업무를 직접 수행하고 있는 이해관계자들의 현장으로서항 등을 파악하여 이를 정책 반영의 필요성 등을 주장하는데 있어서의 기초자료로 제시하고자 한다.

4.1 대국민 인식도 조사의 개요

해무에 대한 기본적인 국민인식 및 정부에서 제공하는 관련 서비스 활용 현황과 해무가 해상에서의 안전에 영향을 미치는 정도를 파악하기 위해 20~60대 국민을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 조사기간은 2022년 11월 13일부터 2023년 1월 9일까지 총 58일 동안 실시하였으며, 조사항목은 해무 인식도, 해무 피해 현황, 해무 피해 인식 현황 등으로 하고 있다(Lee et al., 2023).

4.2 대국민 설문조사 결과 분석

설문조사는 총 1,140명이 응답하였으며, 응답자 41.5%가 서울·경기지역에 거주하고 있는 것으로 나타났다. 설문 응답자는 남성(51%), 여성(49%)이고 연령 별로는 50대(23%), 40대(22%), 60대(20%), 20대(18%), 30대(17%) 순으로 응답하여 전 연령 및 성별이 고르게 응답하였다. 특히 해무의 영향을 많이 받는 연안·도서지역에 거주하고 있는 설문 응답자는 26.9%로 나타났으며, 부산, 인천, 경남, 울산, 전남 순으로 거주하고 있는 것으로 나타났다.

i) (해무 인식도) 해무에 대해 89.7%가 알고 있거나 들어 보았다고 답변하고 있으나, 실제로 해무를 본 적은 48.9%로 나타났다. 관련해서 해무에 대한 인식정도는 알고 있다(55%), 들어만 봤다(26%), 매우 잘 알고 있다(9%), 잘 모른다(7%), 전혀 모른다(3%)로 분석되고 있다. 또한 해무를 직접 본 적이 있는지에 대한 질문에는 36%만 해무를 본 적이 있다고 응답하였으며 64%는 해무를 본 적이 없다고 응답하였다.

ii) (해무 목격 시기) 해무를 본 적이 있다고 응답한 자를 대상으로 해무를 언제 보았는지에 대해 질문한 결과 대부분 계절별로 여름(32%), 봄(30%), 가을(21%), 겨울(14%) 순으로 나타났으며, 해무를 목격할 시간은 아침(63%), 오전(15%), 오후(6%) 순으로 나타나 해무는 주로 아침 5~9시 사이에 많이 목격되는 것으로 분석되고 있다.

iii) (해무 피해 인식) 해무로 인한 피해에 대해 들어보거나 알고 있다고 응답한 자는 72.7%(들어만 봤다 44%, 알고 있다 26%, 잘 모른다 24%)이며, 해무로 인해 피해가 보통 이상이라고 응답한 경우는 98.7%(심각 58%, 보통 34%, 매우 심각 5.1%)로 해무는 해양안전의 위험요소로 인식하고 있다는 응답이 대부분을 차지하고 있다.

iv) (해무 정보 서비스) 국립해양조사원과 기상청의 해무 정보 서비스에 대해 91.7%가 활용하고 있지 않는 것으로 나타났다. 해무 서비스를 활용하고 있는 8.3%의 응답자들은 해무 서비스를 여객선 승선 전날(18%), 주 1회(17%), 주 2~3회(14%), 여객선 승선 당일(11%) 순으로 이용하는 것으로 나타났다.

v) (해무로 인한 피해현황) 해무로 인한 피해를 본 경험이 있는 자는 전체 응답자 1,140명 중 3.9%인 44명으로 나타났다. 그리고 이 중 가장 큰 피해는 해상교통 분야에서 33건 발생하였으며, 해당 피해액은 100만원 미만의 경미한 것으로 나타났다.

vi) (해무로 인한 사회적 문제) 해무로 인한 가장 큰 문제는 사고/부상 위험(64%), 선박 및 항공기 결항/지연(31%), 교통체증(4%) 순으로 사고나 부상이 해무로 인해 발생할 수 있는 가장 큰 위험으로 나타났다.

vii) (해무 관련 기술개발 중요성 및 시급성) 해무와 관련한 관측·예측·서비스·기준 마련에 대한 중요성과 시급성은 7점 만점에 5점 이상으로 높게 나타났으며, 이와 관련한 세부 질문 내용에 대한 응답 결과는 다음과 같다.

- 가. 해무 관측 및 탐지 기술 개발(중요 5.87/시급 5.73)
- 나. 정확한 해무 예측 기술 개발(중요 5.83/시급 5.66)
- 다. 해무 정보 제공 서비스 기술 개발(중요 5.86/시급 5.74)
- 라. 출항 통제 기준 마련(중요 5.88/시급 5.81)

4.3 이해관계자 설문조사의 개요

여기에서는 앞서 일반 국민들을 대상으로 한 설문조사와는 달리 실제 현장 실무종사자를 대상으로 해무와 관련하여 실무 중 발생할 수 있는 애로사항 등에 대해 살펴보았다. 해무 정보 서비스 활용 현황 및 현재 선박의 안전운항과 관련한 업무를 담당하면서 해무로 인한 관측·예측·안내 등이 업무 진행 시 어떠한 애로사항이 있는지에 대해 파악하고자 이해관계자를 대상으로 설문을 실시하였다. 조사기간은 2022년 11월 13일부터 2023년 1월 11일까지 총 60일 동안 실시하였으며, 조사대상은 한국해양교통안전공단 소속의 운항관리자 및 해양수산부 항로표지과 공무원 등 관련 분야의 전문가를 중심으로 하였다. 그리고 조사항목은 해무 정보 서비스 이용현황, 해무 관측 및 안내 현황 및 애로사항 등으로 하고 있다(Lee et al., 2023).

4.4 이해관계자 설문조사 결과 분석

설문조사에서 총 48명이 응답하였으며, 한국해양교통안전공단 소속의 운항관리자가 52.1%로 가장 높은 응답률을 보이고 있다. 공단 소속의 운항관리는 연안여객선에 대한 운항관리업무를 담당하면서 직접적으로 해무 정보 서비스를 활용하고 있으나, 해양수산부 항로표지과 담당자의 경우 일부 해무 관련 기상정보를 수집하여 제공하는 정도로 그치고 있어 직접적으로는 이용하고 있지 않는 것으로 파악되었다. 이상의 내용에 따라 실시한 설문조사 결과는 다음과 같다.

i) (해무 정보 서비스 활용 현황) 해무 정보 서비스에 대해 대부분의 응답자(81.3%)가 알고 있는 것으로 나타났으며, 매일 활용하거나 해무가 발생하면 활용하는 것으로 나타나 해무 정보 서비스의 중요성을 인식하고 있는 것으로 파악되었다. 주로 이용하는 서비스는 해상특보 서비스와 해상예보 서비스로 급격하게 변화하는 해양환경에 따른 특보에 대처하기 위한 예보 서비스를 주로 활용한 것으로 나타났다. 이와 같이 해무 정보 서비스를 활용하는 경우에는 매일 활용하는 경우가 38.5%로 가장 높게 나타나 해무 정보 서비스 고도화의 필요성이 제기되고 있다 할 것이다.

ii) (해무 피해인지 및 심각성) 해무에 대해 알고 있다(45.8%), 매우 잘 알고 있다(37.5%)로 4.2%를 제외하고는 대부분의 응답자가 해무와 관련한 내용을 잘 알고 있는 것으

로 나타났으며, 이는 실제 근무지가 해안가에 위치하거나 해당 업무의 관련성으로 인해 인식의 정도가 높게 나타난 것으로 보인다. 또한 해무로 인해 발생하는 피해는 심각하다 이상의 응답이 73.9%로 해무는 해양안전에 큰 영향을 미치는 것으로 보고 있어 이에 대한 대응책 마련 또는 예방을 위한 예측정보의 제공이 필요하다는 응답이 상당수(95.8%)를 차지하고 있다.

iii) (해무 안내 서비스 제공 현황 및 애로사항) 해무를 관측하거나 안내하고 있다는 응답자는 전체 응답자의 75.0%를 차지하고 있으나, 반면에 해무 정보를 안내하면서 발생하는 애로사항으로도 존재하고 있다. 관련 내용으로는 ‘제한된 관측지점의 한계’ 38.8%, ‘낮은 정확도의 자료’ 26.9%로 정보 부족과 신뢰성이 문제라는 응답이 많은 것으로 나타났다. 그리고 해무 관측의 방법은 ‘육안 관측’은 26.5%, ‘선박으로부터 확인’은 22.2%로 직접 관측하고 있다는 응답이 가장 많이 나타났다.

iv) (해무예측 기술개발 요구사항) 해무 관측 기술개발 부분에서는 CCTV 설치 및 운영(40.0%), 예측 기술은 해무관측소 증설(33.7%), 서비스 기술은 서비스 지역 확대(36.5%)에 대한 응답이 과반수를 차지하는 것으로 나타났다. 실제 국립해양조사원과 기상청에서는 CCTV 및 해무 관련 해양기상정보를 제공하고 있으나, 사용자가 원하는 곳의 정보를 제공하고 있지 못하고 있어 관측·예측·서비스 지역의 확대를 지속적으로 요구하고 있는 실정이다. 관련해서 여러 종류의 정보를 보다 보기 편하게 서비스하는 방안으로는 해양수산부, 기상청, 국립해양조사원 등의 기관이 상호 업무협약(38.5%)을 맺고 협의체를 구성(35.4%)해야 한다는 응답이 가장 높게 나타났다.

v) (핵심 기술별 중요성 및 시급성) 핵심 기술별 중요성 및 시급성에 대한 응답자의 의견을 종합해본 결과 7점 만점에 6점 이상으로 매우 높게 나타났으며, 이와 관련한 세부 질문 내용에 대한 응답 결과는 다음과 같다.

- 가. 해무 관측 및 탐지 기술개발(중요 6.2/시급 6.1)
- 나. 인공지능 기반 해무예측 기술 개발(중요 6.1/시급 6.0)
- 다. 해무 데이터 수집 및 서비스 기술개발(중요 6.5/시급 6.4)
- 라. 출항 통제 기준 마련(중요 6.2/시급 6.0)

4.5 시사점

이상의 설문조사 결과를 통해 해상안전 저해요소로 선박 운항에 많은 영향을 미치는 해무의 심각성에 대한 국민적 인식이 높다는 것을 알 수 있다. 이에 따라 해무로 인한 피

해 발생을 최소화하고 선박 이용자들의 민원을 해소하기 위한 정책기반 조성 및 관련 기술개발의 기반 마련이 필요하다는 문제인식을 갖기에 충분하다.

관련한 내용으로 먼저 정책적 환경측면에서는 앞서 언급한 Table 10과 같이 주요국가에서는 해양안전을 위하여 기초 분야에 대한 각각의 연구개발을 추진하고 있으므로 이에 대한 선제적 대응이 필요할 것이다. 또한 경제적 환경측면에서는 글로벌 기상예보 서비스 시장은 2020년부터 평균 9.72%로 성장하여 2028년 58억 3,504만 달러로 책정될 전망이며, 이 중 해양 분야의 시장은 2022년부터 연평균 10.22%로 성장하여 2028년 14억 5,542만 달러가 될 것으로 보고 있다. 뿐만 아니라 글로벌 해양 빅데이터 시장은 2017년부터 2025년까지 연평균 21.5%로 성장하여 3,240.5만 달러에 이를 것으로 예상되고 있어 해양 빅데이터와 기상예보 서비스 시장은 미래 유망시장으로 이러한 국제정세에 대응하기 위해 시장의 흐름에 따르는 것은 물론 시장을 선도하기 위한 기술개발의 추진이 필요하다(KMI, 2022).

다음으로 사회적 환경측면에서는 해양레저 활동의 증가로 해양기상정보에 대한 국민의 사회적 관심이 증가하고 있으며, 이는 해무로 인한 출항 및 운항 통제에 따른 현장 민원으로 이어질 수 있는 문제의 소지를 내포하고 있다. 그리고 무엇보다 이 해무는 해양조난사고 발생으로 이어져 심각한 해양안전 문제로 대두되고 있으므로 이를 해소하기 위한 수단으로 정부의 기술개발 지원 보급사업은 반드시 동반되어야 한다.

마지막으로 기술적 환경측면에서 살펴보면, 기존의 해무 관측소를 기반으로 제공되는 항계안전 해양정보 서비스와 관련해서는 주요 항만 인근 11개소를 중심으로 예측정보를 제공하고 있으나, 이는 제한된 관측지점의 한계, 낮은 정확도 등으로 인해 실제 현장 이용자들이 사용하는데 있어서의 어려움을 보이고 있으므로 기존 서비스의 한계를 극복하기 위한 해무 예측 신기술 개발 보급 등 다양한 정책 추진이 시급한 실정이다.

5. 결론 및 정책제언

기상불량으로 인한 해상조난사고 중 해무로 인한 인명피해 비중이 매우 높은 것으로 나타났다(KCG, 2021). 그리고 이로 인한 사회적 문제는 안전사고의 측면이외에 실제 선박 안전 운항의 선행 조치로 이루어지는 출항통제 등에 따른 민원발생의 어려움이 있는 것으로 파악되고 있다. 특히 현재 바다의 해양 기상 상황이 통제 수준이 아님에도 불구하고 출항통제를 하는 등 실제 관측값과 출항지 기상 상황과의 차이에 따른 민원 발생은 끝이질 않고 있다(KMA, 2018).

실례로, 군산의 장자도항 여객선터미널에서 여객선 출항 통제 시 큰무녀봉(직선거리 약 2.5 km)에 있는 해양기상정보를 활용하고 있으며, 이 경우 실제 출항지인 장자도항에는 해무가 없으나 출항통제를 하는 상황이 발생하고 있다. 출항지에는 해무가 없더라도 중간기항지나 도착지에 해무가 있는 상황인 경우 출항했다가 해무로 인하여 귀항하는 경우도 적지 않게 발생하고 있어, 이러한 이유로 인한 민원은 상당히 빈번하게 발생하고 있는 실정이다.

현재 정부에서는 해상교통안전을 위한 해무 관측 및 예보 정보를 제공하고 있으나, 특정 지점에 대한 정보만을 제공하는 등의 문제가 발생하고 있어 이를 해결하기 위한 다각도의 노력을 기울이고 있다.

먼저 국립해양조사원에서는 주요 항만 인근 11개소 지점 중심으로 데이터 수집 및 예측정보를 제공 중이며 딥러닝 기반의 인공지능경망 모델과 머신러닝으로부터 수집된 정보로 해무 예측 모델을 실시하고 있으나, 연안항로에 대한 실시간 예측에는 한계가 있다. 또한 다양한 지점에서 실시간 데이터를 수집하여 관련 정보를 제공 중이나, 데이터 속성이나 기준이 상이하야 해당 데이터를 활용하는데 있어서도 한계를 보이는 등의 문제가 제기된다.

다음으로 기상청에서도 UM(Unified Model)모델 등을 활용한 수치모델을 통해 예측 정보를 제공하고 있으나, 이는 한반도의 지형적 특성에 적합하지 않고 특히 구름으로 인해 인공위성 기반 관측 및 예측에 있어서의 한계를 드러내고 있다. 특히 인공위성을 통한 해무 예보는 수평시점의 파악이 어렵고 상층운 존재 시 정확도가 낮아지며 하층운과도 구분이 어려운 문제가 있다. 실제 기상청에서는 이와 같이 제공되는 정보에 대해 예측정확도를 담보할 수 없다는 입장을 내놓고 있는 실정이다(Lee et al., 2023).

이처럼 정부에서 제공 중인 해무 예측 정보 등은 예측지역이 협소하고 정확도도 떨어져 국내 연안항로에 대한 입체적 정보 제공의 한계를 보이고 있으며, 해무는 특성상 해양의 기상상태에 따라 발생 원인이 매우 다양하고 복잡한 패턴을 보이기 때문에 수치모델을 이용한 예측은 제한적 정보를 제공할 수밖에 없는 애로사항이 상존한다. 한편, 이와 같은 현장상황은 해무로 인한 선박사고 등의 피해 및 이용자들의 불편으로 이어지는 사회문제로 대두되고 있으므로 기존 기상정보 서비스의 한계를 극복하기 위한 기술개발 등이 시급한 실정이다.

이에 따라 해무 발생에 따른 위험요소를 제거하고 해상안전을 확보하기 위해서는 다음과 같은 정부정책 시행이 필요할 것으로 평가된다. i) 타 사업과의 연계를 통한 다방면의 정보 수집으로 해무 탐지 및 예측 정확도 향상, ii) 기존 해무 관측 및 예측 서비스의 확대 및 고도화, iii) 다양한 정보

를 수집하여 해무와 관련한 인공지능 학습데이터 구축 기반 마련, iv) 국제 규모 프로젝트 참여를 통한 국내 기술개발 고도화 등이 필요할 것이다.

이를 위한 추진활동으로는 i) 다양한 관측 데이터 확보 및 활용을 위한 멀티모달(Multi Modal) 기술 적용, ii) 보다 정확하고 신뢰할 수 있는 해무예측 서비스를 제공하기 위해 새로운 인공지능(AI) 기법 활용, iii) 다양한 이해관계자를 대상으로 한 서비스를 제공하기 위해 데이터 개방·활용 및 서비스 고도화, iv) 관측 기반 확대 등이 있다.

예를 들어, 관측 기반 확대와 관련해서는 11개 해무관측소에서 기계적 학습을 기반으로 제공된 해무 예측 정보는 항계와 같이 점 단위 해무 예측으로 인해 예측 한계가 존재하고 타 기관과의 연계시스템이 부재한 단점을 보완하기 위해 기존 11개 해무관측소에 기상청의 100여개 해상안전관측망과 국립해양측위정보원의 68개 해상안전관측망(예정)을 상호 연결할 수 있는 체제를 구축하고, 이에 더해 AI기반 연안항로 해무 예측 시스템을 도입하는 방안 등을 제안할 수 있다.

지금까지 앞서 언급한 바와 같이 해무로 인해 발생하고 있는 여러 사회적 문제를 해결하기 위해서는 제도적 뒷받침 이외 무엇보다 궁극적으로는 해무 탐지 및 예측 기술개발이 선행되어야 하는 만큼 이와 관련한 구체적 대안 마련이 필요하다. 이와 관련해서 본 논문에서는 연안항로 해상교통안전 제고를 위해 인공지능(AI)을 기반으로 한 해무 예측 통합 플랫폼(연안항로 해상교통안전을 위한 인공지능 기반 해무 예측 기술개발) 구축을 위해 i) 해무 관측 및 탐지 기술개발, ii) 인공지능기반 해무 예측 기술개발, iii) 해무 데이터 수집 및 서비스 기술개발을 제안하고자 한다. 한편, 이와 같은 통합플랫폼 구축을 통한 기술력 확보는 해무 예측모델 정확도(73% ⇒ 80%), 해무 수치예보모델 정확도(31.4% ⇒ 70%) 및 해무 예측서비스 제공시간(30분 ⇒ 실시간)에 대한 각각의 향상된 목표를 달성할 경우 그 실효성이 있을 것으로 기대된다.

후 기

본 논문은 2022년 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행한 “연안항로 해상교통안전을 위한 AI기반 해무예측 기술개발 사업” 기획연구 결과임을 밝힙니다.

References

[1] KCG(2021), Maritime distress incident Statistical Year book, Korea Coast Guard.

[2] Kim, M. H., S. W. Park, and J. H. Bae(2020), Flight Delay and Cancellation Analysis and Management Strategies, Korea Transport Institute.

[3] KMA(2018), Report of Study on improvement of the advancement of Met ocean service and disaster management capacity, Korea Meteorological Administration.

[4] KMI(2022), Report of Status of Global Weather Forecasting Service Market Trends and Major Companies, Korea Meteorological Institute.

[5] KSA(2016~2021), Statistical Year book of Coastal Shipping, Korea Shipping Association.

[6] Lee, J. Y., H. H. Song, and M. S. Kwon(2023), Planning Research Report on Development of AI-Based Sea Fog Forecast Technology for the Safety of Coastal Traffic, Korea Hydrographic and Oceanographic Agency.

Received : 2023. 04. 04.

Revised : 2023. 04. 19. (1st)

: 2023. 04. 25. (2nd)

Accepted : 2023. 04. 27.