

연안활동장소의 위험도 평가체계 수립 연구

A Study on Evaluation System of Risk Assessment at Coastal Activity Areas

박선중* · 박설화** · 서희정*** · 박승민****

Seon Jung Park*, Seol Hwa Park**, Heui Jung Seo*** and Seung Min Park****

요지 : 연안안전사고는 인적과실이 차지하는 비율이 매우 높고 같은 요인에 의한 사고가 반복적으로 발생하는 특징이 나타나고 있다. 이들 장소를 중심으로 관리기관에서는 사고 예방을 위한 각종 대비책을 마련하여 시행하고 있으나 제한된 예산에 따른 안전시설물 및 안전관리 인력의 부족과 기상청 기상특보에 의존하고 있는 연안안전사고 위험 예보제 운용체계의 한계 등으로 선제적·능동적 대응력이 많이 떨어지는 것이 현실이다. 본 연구에서는 연안안전사고 발생 이후의 수습 중심 안전관리체계에서 안전사고 발생 이전에 사고 유발요소의 관리와 위험도 예측·평가, 사고발생 이후의 대응 및 경감대책을 시행할 수 있는 선제적, 능동적 연안안전 관리체계 구축기반 마련의 일환으로 연안활동장소의 위험도 평가체계를 수립·제안하였다. 2017년 이후의 연안안전사고 현황 분석을 통해 연안활동장소별 안전사고를 유발하는 주요 위험요인을 식별하였으며, 이를 기반으로 위험도 평가를 위한 주요 평가인자 및 지표를 설정하였다. 제안된 위험도 평가 방법론은 해양경찰청에서 지정·관리되고 있는 주요 40개 위험구역을 대상으로 적용하였다.

핵심용어 : 연안활동장소, 연안안전사고, 위험구역, 위험도 평가

Abstract : Coastal safety accidents are characterized by a high proportion of human negligence and repeated occurrences of accidents caused by the same factors. The Korea Coast Guard prepares and implements various countermeasures to prevent accidents at coastal safety accident sites. However, there is a shortage of safety facilities and safety management personnel according to the limited budget. In addition, the ability to be proactively and proactively respond is low due to the limitations of the coastal safety accident risk forecasting system, which relies on the meteorological warning of the Korea Meteorological Administration. In this study, as part of preparing the foundation for establishing a preemptive and active coastal safety management system that can manage accident-causing factors, predict and evaluate risk, and implement response and mitigation measures after an accident occurs before coastal safety accidents occur. The establishment of a risk assessment system was proposed. The main evaluation factors and indicators for risk assessment were established through the analysis of the status of coastal safety accidents. The risk assessment methodology was applied to 40 major hazardous areas designated and managed by the Korea Coast Guard.

Keywords : coastal activity areas, coastal safety accident, hazard area, risk assessment

1. 서 론

국토의 삼면이 바다인 우리나라는 연안역을 중심으로 다양한 관광자원들이 분포하고 있으며, 국민소득의 향상으로 인한 생활수준 변화 및 여가시간 증대로 바닷가, 갯벌 등 연안을 중심으로 관광, 해양스포츠 등의 여가활동 수요가 증대되고 있다(Song, 2019). 최근 들어 태풍, 이상파랑 등 연안사고 위험성을 증대시키는 해양외력의 강도와 발생빈도의 증가, 연안사고 위험에 노출되는 활동인구가 증가함에 따라 연안활동 장소에서의 안전사고 노출 위험도는 더욱 높아지고 있다.

안전에 대한 국민의 인식 변화와 함께 실효성 있는 연안안전관리 방안 마련을 위한 관리·감독기관의 관심과 노력은 꾸준히 증대되고 있으나 아직까지 안전사고 방지를 위한 대책은 안전사고의 증가속도에 적절하게 대응하지 못하고 있는 실정이다. 연안사고 예방에 관한 법률(법률 제17049호) 및 연안사고 안전관리규정(해양경찰청훈령 제170호)에서는 연안활동장소에 대한 위험도평가 실시를 의무화하고 있으며, 해양경찰청에서는 연안해역내 위험구역 관리 및 반복·지속적으로 발생하는 안전사고를 저감시키기 위하여 2020년 11월 연안사고 안전관리규정(해양경찰청훈령 제197호)의 일부개정을 통

* (주)헤이이엔씨 기술연구소 이사 (Corresponding author: Seon Jung Park, Director, Hyein E&C Technical Research Institute, WoolimBlue9-BizCenter A-dong 24F, 583 Yangcheon-ro, Gangseo-gu, Seoul 07547, Korea, Tel: +82-2-2093-2342, Fax: +82-2-2093-2209, nayana_sj@hanmail.net)

** (주)헤이이엔씨 기술연구소 차장 (Deputy General Manager, Hyein E&C Technical Research Institute)

*** (주)헤이이엔씨 기술연구소 이사 (Director, Hyein E&C Technical Research Institute)

**** (주)헤이이엔씨 기술연구소 부장 (General Manager, Hyein E&C Technical Research Institute)

해 위험구역 평가 기준 변경 및 정량적 지표를 활용한 위험 등급 평가 방안을 마련하는 등 연안사고 예방을 위한 법률적 기반을 재정비한 바 있으며, 2021년 5월 기준 848개소의 위험구역이 지정·관리되고 있다. 그러나 위험등급 평가지표가 주관적 경향이 강한 특성상 평가결과를 국민의 안전한 연안활동 지원에 활용하는데 한계가 있으며, 이에 따라 국민의 안전한 연안활동 지원 및 안전사고 예방을 위하여 연안활동장소의 위험도를 평가할 수 있는 보다 효율적인 평가체계 마련이 필요한 상황이다.

본 연구에서는 연안안전사고 발생 이후의 수습 중심 안전관리체계에서 안전사고 발생 이전에 사고 유발요소의 관리와 위험도 예측·평가, 사고발생 이후의 대응 및 경감대책을 시행할 수 있는 선제적·능동적 연안안전 관리체계 구축기반 마련의 일환으로 연안안전 위험도 평가를 위한 위험성 평가지표 설정 및 평가 방법론을 제안하고, 해양경찰청에서 지정·관리되고 있는 주요 위험구역 40개소를 대상으로 적용하였다.

2. 위험도 평가 사례 분석

2.1 국내 사례

국내 연안활동장소를 대상으로 종합적 위험성 평가방안을 제시한 연구는 2016년 이후 본격적으로 시작되었다. MPSS(2016)에서는 시·군·구별로 연안 안전사고 예방·대응을 위한 연안안전지표 항목을 객관적으로 평가하여 수치화한 연안안전지수 활용방안을 제안하고, 평가대상 지자체 및 시설물이 있는 구역을 설정하여 표본 조사 방법, 현장조사 및 연안안전지수 평가 방법, 평가추진체계, 결과 공표 및 사후관리 방법 등을 제시하였으며, 연안안전지수 도입을 위한 연안관리법 개정안을 제안하였다. 안전지수 산출을 위해 지역적 요인, 인적·사고이력 요인, 예방 요인으로 평가지표를 구성하였으며, 지표간 가중치 결정을 위해 계층구조분석(Analytic Hierarchy Process: AHP) 기법을 적용하였다.

Ministry of Ocean and Fisheries(2017, 2019)에서는 지자체별로 집계된 연안안전 사고 건수로 평가되는 사고지표, 조사 대상 지역에 설치된 안전시설물의 설치 적정성과 유지보수 상태에 따라 평가되는 시설지표, 평가대상 시·군·구 기초자치단체의 연안안전 관리 능력을 측정한 관리·운영지표를 조합한 연안안전지수를 제안하였다.

Korea Coast Guard(2018)에서는 정량적으로 평가할 기준이 없는 현 법령의 위험도 평가를 보완하기 위하여 국내·외의 연안 안전·위험도 평가 방법들을 검토하고 동·서해안 사전 현장 조사를 통해 평가 지표별 정량화 방법을 제안하였다. 사고가 발생하는 장소(갯벌, 갯마위, 방파제, 선착장)별로 주요 사고 발생 유형과 유발요소를 토대로 안전·위험도를 계량화할 수 있는 평가 방법을 제시하고 향후 개발될 연안 안전·위험도 지수의 명칭으로 ‘연안활동위험지수’ 제안한 바 있다.

국립해양조사원에서는 연안재해취약성 평가체계 수립 용역

을 통해 2020년까지 연안역을 포함하는 54개 시군, 총 9,649.3 km 해안선을 대상으로 연안역에서 발생하는 재해에 대한 연안역의 노출, 민감도, 적응능력의 취약정도를 정량적으로 평가하였다. 연안재해취약성평가체계는 국내에 최초로 도입된 연안재해평가 기준인 동시에 전 연안에 적용된 시스템으로, 연안의 종합계획 수립을 위한 기초자료 제공을 주요 목적으로 하고 있다. 국소적인 지역을 대상으로 지정·관리되고 있는 위험구역의 위험도 평가에는 낮은 해상도로 정확성이 결여될 뿐 아니라 안전사고의 예방과 관리 목적에도 부합하지 않은 것으로 판단된다.

실시간 예보정보 산출 관련으로는 국립해양조사원의 해양 예보정보가 있다. 이는 안전한 해양체험 활동을 지원하기 위하여 해양, 기상정보를 융합하여 국내 주요 해양레저활동 장소를 대상으로 바다낚시, 해수욕, 갯벌체험 등의 체감 정도를 좋음, 나쁨 등 5단계로 알기 쉽게 지수화 한 해양예보정보를 제공하는 서비스이다.

Lee et al.(2020)은 연안활동이 이루어지는 장소와 사고유형에 따른 위험평가 지표를 기반으로 위험지수를 개발하였다. 위험지수를 평가하기 위한 평가요소로는 환경적 요인과 사회·경제적 요인으로 구분하였고, 평가지표로 기상조건, 해상조건, 지형조건, 활동구역 및 이용자의 특성 등 22개의 지표를 활용하는 방안을 제안하였다.

행정안전부는 안전사고 사망자 감축 노력의 일환으로 교통사고, 화재, 범죄, 생활안전, 자살, 감염병 등 6개 분야별 전국 지방자치단체의 안전수준을 매년 평가하고, 재난 및 안전관리 기본법 제66조의10(안전지수의 공표)에 따라 지역안전 등급을 공개하고 있다.

제도적 관점에서는 Kim(2019)은 현행 연안해역 안전관리 제도의 내용을 살펴보고, 그간 제기되었던 문제점과 개선방안을 법제도적 관점과 실무적 관점으로 나누어 제시하였으며, 아울러 우리나라 법체계 전체의 관점에서 해양사고의 효율적 관리를 위한 보완 점검의 필요성을 제기한 바 있다. Song(2019)은 국내 연안사고 안전관리 문제점을 도출한 후 이에 대한 개선방안을 제시하는 것을 목적으로, 전국 연안을 5개 권역으로 분류하여 연안 안전사고 발생 현황을 조사하였으며, 문헌 및 실무자 면담조사를 통해 연안 사고 안전관리 문제점을 도출한 후 개선방안을 제시하였다.

2.2 국외 사례

Satta et al.(2015)은 지중해 지역의 기후변화 위험이 사회경제문제와 깊은 관련이 있다는 인식하에 지중해 연안위험지수(Coastal Risk Index for the Mediterranean, CRI-MED)를 개발하였다. CRI-MED는 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)의 접근법과 위험에 주목하면서 통합하여 개발한 지수로서 지중해 연안의 기후변화와 관련된 위험을 평가하는데 이용되고 있다.

호주의 경우 해변안전관리 프로그램(Australian Beach Safety and Management Program, ABSAMP)을 통해 주요 해변의 공공안전 위험 평가를 실시하고 있다. 이 프로그램은 시드니 대학의 Andrew Short 교수가 Surf Life Saving Australia와 함께 개발한 것으로 해변 이용객에게 영향을 미치는 자연적, 지형적 요인 등을 식별하여 위험성을 평가하는 방식으로 해변의 위험성을 4등급으로 구분하여 평가하고 있다(Tweed Shire Council, 2018). 특히, 해변 안전을 개선하고 인명 구조 자원을 보다 효율적으로 관리하기 위하여 해변 안전 및 관리 데이터베이스 프로그램(Australian Beach Safety and Management Database Program)도 함께 운영하고 있다. 해

당 데이터베이스에는 호주 전역의 11,000개 이상의 해변을 대상으로 지리적·물리적 정보를 포함하고 있다. 주요 데이터로는 해변 위치, 구역 지정, 해변 유형 및 등급, 도로, 지형특징 등 다양한 정보를 포함하고 있다.

영국에서는 왕립구명정기구(Royal National Lifeboat Institute, RNLI)와 플리머스대학의 협업을 통해 해변위험도 평가방법을 개발하였다. 해당 방법은 호주의 ABSAMP를 영국해변 사정에 맞게 수정한 것으로 해양 에너지와 인구 2개 지표에 각각 2개 인자를 두고 이들의 등급 산정 결과를 합산하여 낚시, 서핑, 패들링, 수영 등 해양 레저활동이 주로 이뤄지는 해변과 사구, 쇄파대 및 서프존(surf zone), 서프존을 넘는 곳

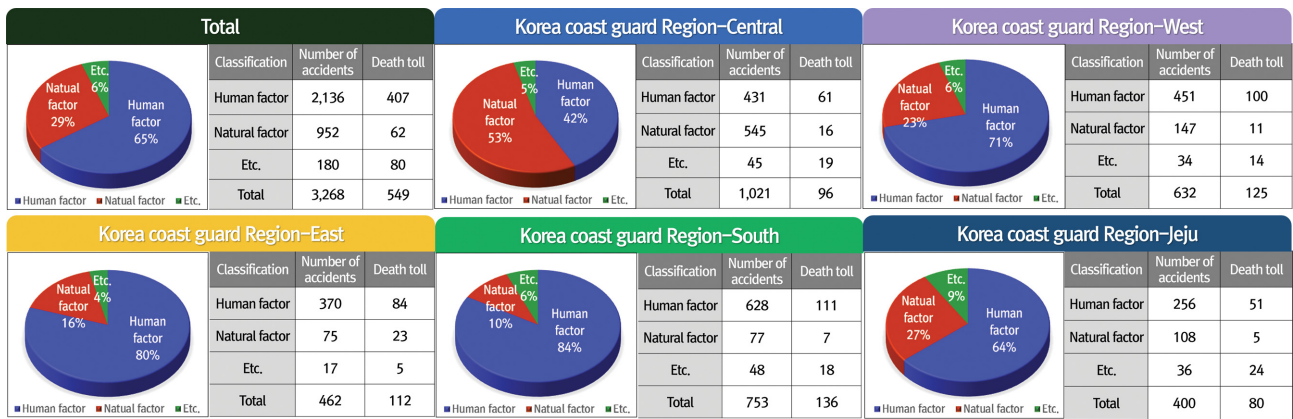


Fig. 1. Trends of safety accident (2017.01~2020.12).

Table 1. Status of safety accident (2017~2020)

Classification	Safety accident		Mortality accident		death rate (%)	
	number of accidents	rate (%)	death toll	rate (%)		
Total	3,268	-	549	-	16.8	
human factor	Subtotal	2,136	65.4	407	74.1	19.1
	safety violation	19	0.9	3	0.7	15.8
	lack of swimming skills	185	8.7	33	8.1	17.8
	drinking	484	22.7	67	16.5	13.8
	disease	42	2.0	18	4.4	42.9
	suicide, suicide attempt, self-injury	276	12.9	85	20.9	30.8
	careless driving	201	9.4	50	12.3	24.9
	disorientation	44	2.1	4	1.0	9.1
	carelessness	885	41.4	147	36.1	16.6
natural factor	Subtotal	952	29.1	62	11.3	6.5
	bad weather	102	10.7	4	6.5	3.9
	tide unawareness	667	70.1	16	25.8	2.4
	tidal current unawareness	52	5.5	5	8.1	9.6
	wave	131	13.8	37	59.7	28.2
etc.	Subtotal	180	5.5	80	14.6	44.4
	offshore-coastal structures and obstacles	25	13.9	1	1.3	4.0
	ship-leisure equipment failure	18	10.0	1	1.3	5.6
	etc. (unexplained accident)	137	76.1	78	97.5	56.9

등 세 가지 활동장소를 대상으로 5개 등급으로 구분된 위험 잠재성을 평가하는 방법이다.

Carvalho and Woodroffe(2019)는 호주 뉴사우스웨일스 남부에 위치한 일라와라 해안의 갯바위를 대상으로 개방된 해안에서 높은 파도에 노출된 환경의 형태학적(평균고도, 방향, 조성형태 등) 평가를 통해 위험지수를 산정하는 방안을 연구하였다.

3. 연안안전사고 위험요인 식별

3.1 연안안전사고 특성

2017년에서 2020년까지 발생한 국내 연안사고는 총 3,268

건이며, 이 중 사망자 수는 549명으로 발생건수 대비 사망률이 약 16.8%에 달하고 있다. 이 중 중부지방해양경찰청(인천, 경기, 충남) 관할에서는 전체 사고의 31.2%(1,021건)로 가장 많은 사고가 발생되었으며, 사망자 수 기준에서는 남해지방해양경찰청(부산, 울산, 경남) 관할이 24.8%인 136명이 발생한 것으로 조사되었다(Fig. 1). 안전사고 요인은 인적요인에 의한 사고가 전체 사고의 65.4%인 2,136건으로 가장 높은 비중을 차지하며, 전체 사망자 또한 74.1%(407명)를 차지하고 있다(Table 1). 인적요인에 의한 안전사고 중 41.4%인 885건이 연안활동자의 부주의로 인해 발생되었으며, 사망사고의 경우 개인 부주의에 의한 사고와 자살 사고가 상당부분을 차지하고 있다(Table 2). 특히 코로나바이러스(COVID-19) 확산에

Table 2. Status of safety accident by region (2017~2020)

Classification	human factor			natural factor			etc.		
	number of accidents	death toll	death rate (%)	number of accidents	death toll	death rate (%)	number of accidents	death toll	death rate (%)
Total	2,136	407	19.1	952	62	6.5	180	80	44.4
Central	431 (20.2)	61 (15.0)	14.2	545 (57.2)	16 (25.8)	2.9	45 (25.0)	19 (23.8)	42.2
West	451 (21.1)	100 (24.6)	22.2	147 (15.4)	11 (17.7)	7.5	34 (18.9)	14 (17.5)	41.2
East	370 (17.3)	84 (20.6)	22.7	75 (7.9)	23 (37.1)	30.7	17 (9.4)	5 (6.3)	29.4
South	628 (29.4)	111 (27.3)	17.7	77 (8.1)	7 (11.3)	9.1	48 (26.7)	18 (22.5)	37.5
Jeju	256 (12.0)	51 (12.5)	19.9	108 (11.3)	5 (8.1)	4.6	36 (20.0)	24 (30.0)	66.7

(): Ratio of number of accidents and death toll against the total by factor (%)

Table 3. Types of safety accident

Classification	number of safety accidents and accident rate (%)				
	2017	2018	2019	2020	
Total	693	753	936	886	
submersion	377 (54.4)	434 (57.6)	534 (57.1)	519 (58.6)	
	surface type	91 (13.1)	113 (15.0)	79 (8.4)	69 (7.8)
	leisure submersion	85 (12.3)	90 (12.0)	68 (7.3)	52 (5.9)
	industrial submersion	6 (0.9)	23 (3.1)	11 (1.2)	17 (1.9)
	underwater type	40 (5.8)	40 (5.3)	36 (3.8)	43 (4.9)
	leisure submersion	17 (2.5)	19 (2.5)	19 (2.0)	23 (2.6)
	industrial submersion	23 (3.3)	21 (2.8)	17 (1.8)	20 (2.3)
	general type	246 (35.5)	281 (37.3)	419 (44.8)	407 (45.9)
	falling submersion	184 (26.6)	203 (27.0)	237 (25.3)	179 (20.2)
	isolated submersion	11 (1.6)	8 (1.1)	8 (0.9)	12 (1.4)
other submersion	51 (7.4)	70 (9.3)	174 (18.6)	216 (24.4)	
non-submersion	316 (45.6)	319 (42.4)	402 (42.9)	367 (41.4)	
	surface	37 (5.3)	52 (6.9)	48 (5.1)	35 (4.0)
	drift	37 (5.3)	52 (6.9)	48 (5.1)	35 (4.0)
	general type	279 (40.3)	267 (35.5)	354 (37.8)	332 (37.5)
	falling	83 (12.0)	69 (9.2)	87 (9.3)	78 (8.8)
	isolation	183 (26.4)	181 (24.0)	232 (24.8)	225 (25.4)
	etc.	13 (1.9)	17 (2.3)	35 (3.7)	29 (3.3)

(): Ratio of number of accidents against the total (%)

Table 4. Cause classification of safety accident by region (2017~2020)

Classification		Central	West	East	South	Jeju
Total		1,021	632	462	753	400
human factor	Subtotal	431 (42.2)	451 (71.4)	370 (80.1)	628 (83.4)	256 (64.0)
	safety violation	0	1	10	0	8
	lack of swimming skills	51	20	46	29	39
	drinking	93	84	99	162	46
	disease	7	2	7	11	15
	suicide, suicide attempt, self-injury	62	55	23	116	20
	careless driving	32	83	13	55	18
	disorientation	33	10	0	0	1
	carelessness	153	196	172	255	109
natural factor	Subtotal	545 (53.4)	147 (23.3)	75 (16.2)	77 (10.2)	108 (27.0)
	bad weather	29	7	15	17	34
	tide unawareness	478	118		26	45
	tidal current unawareness	20	10	9	3	10
	wave	18	12	51	31	19
etc.	Subtotal	45 (4.4)	34 (5.4)	17 (3.7)	48 (6.4)	36 (9.0)
	offshore-coastal structures and obstacles	8	4	5	6	2
	ship-leisure equipment failure	7	3		5	3
	etc. (unexplained accident)	30	27	12	37	31

(): Ratio of number of accidents against the total by Coast Guard (%)

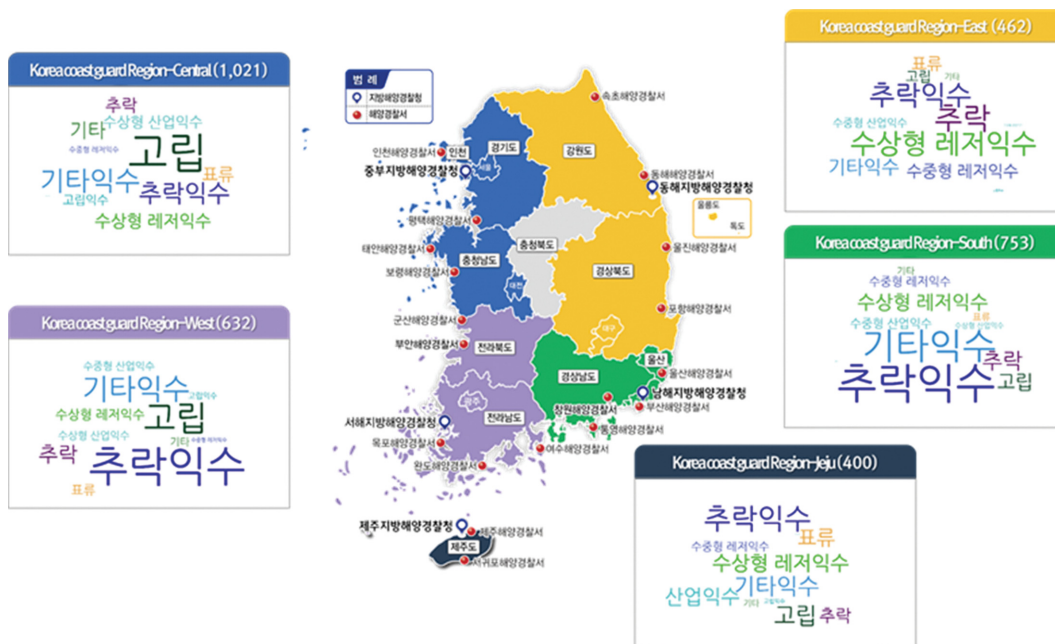


Fig. 2. Types of safety accident.

따른 외부활동 인구의 감소에도 불구하고 연안사고 발생건수는 2019년 936건, 2020년 886건으로 크게 감소하지는 않은 것으로 나타났다.

연안안전사고는 지역별 연안활동 유형에 따라 사고 다발장소에 유형 차이는 있으나, 주로 항포구, 갯바위, 해안가 등의

장소에서 가장 빈번하게 발생하고 있다. 연안안전사고를 유형별로 구분하면, 고립사고(821건, 25.1%), 추락익수사고(803건, 24.6%)가 가장 빈번하게 발생하고 있다(Table 3). 중부청은 고립사고가 가장 높은 비중을 차지하며, 서해청과 남해청, 제주청에서는 추락익수사고, 동해청은 추락으로 인한 안전사

고가 가장 많이 발생하고 있다(Table 4, Fig. 2). 여가활동이 많아지는 주말(토·일요일)에 많은 사고의 발생되며, 연안활동이 활발해지는 오후(13~16시) 시간대에 집중되는 것으로 나타났다.

3.2 연안활동장소 위험요인 식별

연안활동장소에 대한 위험성 평가시 활용될 수 있는 평가 지표 및 인자를 도출하기 위하여 해양경찰청에서 제공된 2017년 이후 연안사고 통계자료를 사고 장소, 요인, 유형별로 분류하여 직접적인 사고 원인을 분석하였다. 안전사고의 발생은 단순요인에 의해 발생한 경우가 많으나 정적, 동적 요인들의 복합적인 상호작용에 의한 사고도 많이 발생하고 있다. 사고요인 중 안전 미준수, 음주, 수영 미숙 등 연안활동자의 부주의에 의한 사고가 가장 높은 비중을 차지하며, 조석 미

인지, 해무 등 해양외력 및 기상여건이 직접적인 사고요인으로 작용한 경우는 중부지방해양경찰청 관할구역을 제외하고 크게 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다. 특히, 인적과실이 차지하는 비율이 매우 높아 같은 요인에 의한 사고가 반복적으로 발생하는 특징이 나타나고 있다.

지방청별 사고 장소, 유형, 요인에 대해 종합적으로 살펴보면, 중부청(인천, 경기도, 충청남도) 관할구역의 경우, 갯바위, 갯별 구역에서 고립에 의한 사고가 주된 사고 유형으로 분석되었으며, 서해청(전라남도, 전라북도) 관할구역은 항포구, 해안가 구역에서 추락에 의한 사고가 주된 사고 유형인 것으로 나타났다. 동해청(강원도, 경상북도) 관할구역의 경우, 해안가, 방파제(테트라포트) 구역에서 추락, 익수에 의한 사고가 주된 사고 유형으로 분석되었고, 남해청(부산, 울산, 경상남도) 관할구역은 항포구, 해안가에서 추락에 의한 사고가 주된 사고



Fig. 3. State of safety accident by place.

Table 5. State of safety accident by place

Classification	number of safety accidents and accident rate (%) by place											Total
	rocks on the seashore	tideland	uninhabitable islands	breakwater	port	beach	coast	offshore	bridge	etc.		
Total	593 (18.1)	267 (8.2)	146 (4.5)	326 (10.0)	738 (22.6)	453 (13.9)	446 (13.6)	187 (5.7)	75 (2.3)	37 (1.1)	3268	
2017	146 (21.1)	38 (5.5)	36 (5.2)	90 (13.0)	148 (21.4)	94 (13.6)	83 (12.0)	52 (7.5)	2 (0.3)	4 (0.6)	693	
2018	138 (18.3)	55 (7.3)	28 (3.7)	57 (7.6)	187 (24.8)	125 (16.6)	105 (13.9)	46 (6.1)	3 (0.4)	9 (1.2)	753	
2019	166 (17.7)	77 (8.2)	46 (4.9)	104 (11.1)	198 (21.2)	118 (12.6)	134 (14.3)	48 (5.1)	31 (3.3)	14 (1.5)	936	
2020	143 (16.1)	97 (10.9)	36 (4.1)	75 (8.5)	205 (23.1)	116 (13.1)	124 (14.0)	41 (4.6)	39 (4.4)	10 (1.1)	886	

(): Ratio of accidents against total (%)

유형으로 분석되었다. 제주청(제주도) 관할구역은 해안가, 항포구, 갯바위에서 익수, 추락에 의한 사고가 주된 사고 유형으로 분석되었다(Fig. 3, Table 5). 따라서 연안사고를 줄이기 위해서는 이들 장소에 중점을 두고 추락 및 고립 사고를 예방하기 위한 대비책 마련이 필요할 것으로 판단된다.

연안사고 통계자료의 분석결과를 기반으로 연안활동장소별 해양외력 및 기상여건에 관한 위험요소를 식별하여 다음 Table 6에 제시하였다.

상기 내용을 종합할 경우 연안활동장소의 위험도 평가시에

는 조위 상승속도, 해무 발생여부, 고파랑 등이 주요 외력인자로 고려되어야 할 것이다. 갯바위, 간출암, 방파제 등 장소 유형별로 높이 및 경사도, 공극률, 조위 상승속도 등 지형적 특성을 반영할 경우 위험도 평가의 실효성을 증진시킬 수 있으나, 각 장소유형별 특성을 평가하는 절차 및 평가 방법론이 복잡해질 가능성이 높고 1,000여 개소에 달하는 국내 전체의 위험구역을 대상으로 평가하는 것은 현실적으로 어렵다 판단된다. 따라서 본 연구에서는 장소유형별 개별특성을 고려하지 않고 공통적인 위험요인을 선정하여 평가시 활용하고자 한다.

Table 6. Hazards of activity place

Classify place		risk item
general type	tideland experience	◦ wave, sea fog, tidal range (tide unawareness), rising velocity of tide level, wind, rainfall, number of swell
	fishing place	
coastal experience activity	swimming site	◦ wave, sea fog, tidal range (tide unawareness), rising velocity of tide level, wind, rainfall, number of swell
	boot camp	
	water playground	
underwater type	diving training site	◦ wave, tide
	diving experience site	
general	tideland	◦ tidal range (tide unawareness), rising velocity of tide level, number of sea fog for a year, escape time
	rocks on the seashore	◦ height and gradient, tidal range (tide unawareness), rising velocity of tide level, high wave, number of swell, sphagnum
	breakwater	◦ height and gradient, porosity, wave, number of swell, sphagnum
	port	◦ high wave, number of swell, gradient, sphagnum
	uninhabitable islands	◦ tidal range (tide unawareness), rising velocity of tide level, high wave, number of swell
	coast	◦ tidal range (tide unawareness), rising velocity of tide level, high wave, number of swell

Table 7. Comparison of risk assessment systems

Classification	present	this study
assessment base	coast guard instruction No.197	supplement of coast guard instruction No.197
assessment system	simple index assessment	simple index assessment
assessment function	static	static
assessment factor	<ul style="list-style-type: none"> ◦ accident prevention facility (3score) ◦ information delivery facility(2score) ◦ rescue facility (2score) ◦ time of accident response (2score) ◦ increase or decrease of visitor (1score) 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ natural and topographical factors: topography, tide, wave, weather ◦ human and accident factors: accident history, death toll ◦ facilities and management factors: accident prevention-information delivery-rescue facility, response time
assessment result	if the score is 5 or more, it's managed as a single hazard area.	Risks are classified into grades 1-5 for each zone.
weight	unapplied	application of AHP analysis
assessment cycle	1 year	1 year
weakness	<ul style="list-style-type: none"> ◦ qualitative assessment with strong subjectivity ◦ can't consider place characteristics 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ some of the qualitative assessment items with strong subjectivity are included.
advantage	<ul style="list-style-type: none"> ◦ simple assessment and easy procedure 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ consideration of statistics based qualitative assessment ◦ simple assessment and easy procedure ◦ considering place characteristics(incident rate by place)

4. 위험도 평가체계 수립 및 적용

4.1 위험도 평가체계 수립

국내의 지정·관리되고 있는 위험구역들은 해역별로 자연요소, 기상요소 및 인적요소에 따른 사고 위험정도가 각각 다르므로 이를 반영할 수 있는 평가지표의 정량화 방안 및 표준화된 방법론 개발이 필요하다. 현행 평가 체계(해양경찰청 훈령 제197호)의 정성평가 및 장소특성을 고려하지 못하는 한계를 극복하고 일관된 프로세스를 통해 측정 가능한 지표를 토대로 위험도 평가가 수행될 수 있는 방법론을 수립하였다. 현행 평가체계와 본 연구를 통해 수립된 평가체계를 비교하여 다음 Table 7에 제시하였다.

본 연구에서는 현행 평가체계와 동일한 지수 기반 평가방

법을 제안하였으며, 위험구역의 지형적 요인에 의한 사고 위험성, 조석 및 파랑 외력 등 정량적 외력 요인을 추가하여 현행 평가체계를 보완할 수 있도록 수립하였다. 평가요인으로 자연·지형 요인, 인적·사고 요인, 시설·관리 요인 등 3개로 구성하였으며, 평가요인 및 지표별 가중치는 AHP(Analytic Hierarchy Process) 분석을 통해 고려하였다. 본 연구를 통해 수립된 위험도 평가체계는 다음 Table 8과 같으며, 각 평가지표의 위험성 산출을 위해 활용되는 통계자료의 출처와 AHP 분석을 통해 산정된 평가지표별 가중치를 함께 제시하였다.

위험도는 9점 척도를 기준으로 1~5등급으로 구분되며, 위험도는 다음 식(1)과 같이 각 평가요인의 지표별 위험성에 가중치를 고려한 결과를 합산하여 계산된다. 계산된 위험도는 1~5등급으로 구분되며, 1등급인 경우 위험도가 매우 낮음을 의미

Table 8. Risk assessment system of coastal activity areas

assessment factor	assessment index	explain index	statistical data for product of assessment index			
			application data	character	application period	source
natural and topographical factors (0.205)	topography (0.047)	accident rate by place	status of safety accident	variability	total accumulation data (2017~)	coastal guard
	tide (0.057)	rising velocity of tide level	TideBed and tidal bench mark	fixed	reflection of recent results	korea hydrographic and oceanographic agency
	wave (0.089)	prevalence of significant wave by wave height	wave data result of long-term hindcast simulation in 2019 Deepwater Design Wave	fixed	last 20 years (2000~2019)	Ministry of Oceans and Fisheries
	weather (0.011)	occurrence day of sea fog and wind speed	number of fog day, average wind speed	variability	30-year average data (last 30 years)	Korea meteorological administration
human and accident factors (0.636)	accident history (0.217)	number of coastal accident (annual average)	status of safety accident	variability	total accumulation data (2017~)	
	death toll (0.419)	death toll	status of safety accident	variability	last 3 years	
facilities and management factors (0.159)	accident prevention facility (0.061)	management of accident prevention facility	report of Risk investigation	variability	reflection of recent results	
	information delivery facility (0.016)	management of information delivery facility	report of Risk investigation	variability	reflection of recent results	coastal guard
	rescue facility (0.010)	management of rescue facility	report of Risk investigation	variability	reflection of recent results	
	time of accident response (0.073)	time of accident response to hazard area	report of Risk investigation	variability	reflection of recent results	

(): Weight using AHP (Analytic Hierarchy Process)

Table 9. Classification of risk assessment results

grade	assessment base	risk grade
1	risk grade < 1	
2	1 ≤ risk grade < 2	low
3	2 ≤ risk grade < 4	↓
4	4 ≤ risk grade < 6	high
5	6 ≤ risk grade	

하고 5등급의 경우 위험도가 매우 높음을 의미한다(Table 9).

$$\begin{aligned} \text{위험도} &= (\text{자연·지형요인 위험성} \times \text{가중치}) \\ &+ (\text{인적·사고요인 위험성} \times \text{가중치}) \\ &+ (\text{시설·관리요인 위험성} \times \text{가중치}) \end{aligned} \quad (1)$$

4.2 평가지표별 등급화

자연·지형 요인, 인적·사고 요인, 시설·관리요인으로 분류된 평가요인별 총 10개 평가지표에 대하여 각각 9개 구간으로 개별 위험성을 등급화 하였으며, 다음 Table 10~12에 평가지

표별 등급화 및 평가 척도를 제시하였다.

(1) 자연·지형 요인

자연·지형 요인은 장소 유형별 사고 발생률, 조위상승속도, 파고별 출현율, 연간 해무 발생일수 및 최대풍속 출현율을 산정하여 등급화 하였다(Table 10). 지형 지표는 각 지방청별로 장소 유형별 사고발생률을 산정하고 이를 계급별로 등급화 하였으며, 조석 지표는 대조기시 시간당 조위상승속도(평균대조 차/시간)를 계산하여 평가하였다. 이때 조석지표는 갯벌 고립 사고가 빈번하게 발생하는 전라북도 군산 이북 연안의 위험도가 가장 높게 평가되도록 설정하였다. 파랑 지표는 위험구역 인근에서 취득할 수 있는 파랑자료의 유의파고 값과 계급별 출현율을 고려하여 평가하였다. 기상 지표의 경우 기상청에서 운영 중인 위험구역 인근 기상대의 안개 발생일수 및 풍속자료를 활용하며, 평년값을 기준으로 하되 30년 미만인 지역은 전체 관측기간 자료를 활용하여 산정하게 된다.

(2) 인적·사고 요인

인적·사고 요인은 연평균 사고발생 건수 및 사망자 수를 정규화하여 지표로 활용하게 된다(Table 11). 사고이력 지표는

Table 10. Risk grade of natural and topography factors

grade	grade criteria					risk grade
	topography (accident rate, %)	tide (rising velocity, cm/hr)	wave (average of significant wave, m)	weather		
				sea fog (day)	wind speed (m/s)	
1	$x < 3$	$x < 10$	$x < 0.25$	$x < 10$	$x < 2.175$	
2	$3 \leq x < 6$	$10 \leq x < 20$	$0.25 \leq x < 0.50$	$10 \leq x < 20$	$2.175 \leq x < 3.850$	
3	$6 \leq x < 9$	$20 \leq x < 30$	$0.50 \leq x < 0.75$	$20 \leq x < 30$	$3.850 \leq x < 5.525$	
4	$9 \leq x < 12$	$30 \leq x < 40$	$0.75 \leq x < 1.00$	$30 \leq x < 40$	$5.525 \leq x < 7.200$	low
5	$12 \leq x < 15$	$40 \leq x < 50$	$1.00 \leq x < 1.25$	$40 \leq x < 50$	$7.200 \leq x < 8.875$	↓
6	$15 \leq x < 18$	$50 \leq x < 60$	$1.25 \leq x < 1.50$	$50 \leq x < 60$	$8.875 \leq x < 10.550$	
7	$18 \leq x < 21$	$60 \leq x < 80$	$1.50 \leq x < 1.75$	$60 \leq x < 70$	$10.550 \leq x < 12.225$	
8	$21 \leq x < 24$	$80 \leq x < 95$	$1.75 \leq x < 2.00$	$70 \leq x < 80$	$12.225 \leq x < 13.900$	high
9	$x \geq 24$	$x \geq 95$	$x \geq 2.00$	$x \geq 80$	$x \geq 13.900$	

Table 11. Risk grade of human and accident factors

grade	grade criteria		risk grade
	accident history	death toll	
1	number of coastal safety accident ≤ 1	1 person	low
3	$x \leq 2$		
5	$x \leq 3$	2 people	↓
7	$x \leq 4$		
9	$x \geq 5$	$x \geq 3$ people	high

Table 12. Risk grade of safety facilities and management factors

grade	grade criteria				risk grade
	accident prevention facility	information delivery facility	rescue facility	time of accident response	
0	appropriate	appropriate	appropriate		low
1				$x < 10$ minutes	
3	need to replace	need to replace	need to replace	$10 \text{ minutes} \leq x < 20 \text{ minutes}$	↓
6	lack	lack	lack	$20 \text{ minutes} \leq x < 30 \text{ minutes}$	
9	not installed	not installed	not installed	$x \geq 30 \text{ minutes}$	high

전체 누적기간의 연간 안전사고 발생건수를 평균하여 등급화 하게 되며, 사망자 수 지표의 경우 위험구역내 최근 3년간 사망자 수를 평가하여 등급화 하였다.

(3) 시설·관리 요인

시설·관리 요인은 사고예방시설, 정보전달시설, 구난시설, 사고 대응시간 총 4개 평가지표로 구성되며, 연안사고 안전관리규정에 따라 해양경찰청이 매년 실시하는 위험성 평가 결과를 활용하게 된다(Table 12). 사고예방시설, 정보전달시설, 구난시설 지표는 해양경찰청의 위험성 평가결과에서 제시한 각 시설물의 적정·보수교체 필요·부족·미설치로 통일된 분류 기준에 따라 등급화 하였으며, 이때 시설물이 적정한 경우 사고발생 위험성이 제거되었다고 판단하여 0등급을 부여하게 된다. 사고 대응시간 지표는 연안사고 발생시 구조를 위해 해

당 파출소에서 위험구역까지 이동하는데 소요되는 시간을 산정하여 등급화 하였다.

4.3 평가지표별 등급화

앞서 수립된 연안활동장소에 대한 위험도 평가체계를 해양경찰청에서 관리되고 있는 위험구역 중 사고발생률이 높은 40개소를 대상으로 적용하였다. 위험구역별 평가지표의 위험도 등급은 다음 Table 13에 제시하였으며, 가중치를 고려한 위험도 평가결과는 Table 14에 제시하였다.

40개소 주요 위험구역의 위험도는 2등급 이상으로, 2등급이 11개소, 3등급 25개소, 4등급 3개소, 5등급 1개소로 평가되었다. 사고발생률 및 사망률이 높은 중부청 관할 위험구역의 위험도가 타 지방청에 비해 높게 평가되고 있으며, 중부

Table 13. Risk grade of evaluation index at hazard area

Classification	hazard area	natural and topographical factors				human and accident factors		facilities and management factors			
		topography	tide	wave	weather	number of accident	death toll	accident prevention facility	information delivery facility	rescue facility	time of accident response
Central	Eurwangni Beach	4	9	3	5	9	5	9	0	3	3
	Eurwangni Wharf	5	9	3	5	1	5	6	6	6	3
	Wangsan Beach	4	9	3	5	3	1	9	0	0	3
	Seonyeo Rock	9	9	3	5	5	1	9	6	9	3
	Wolmido	4	9	3	5	7	5	9	6	6	6
	Jebudo Beach	4	9	3	5	1	1	9	6	0	3
	Maebawi Rock	9	9	3	5	3	9	6	3	6	3
	Bangpo Beach	4	9	3	5	1	1	9	3	6	6
	Bangpo Port	5	9	3	5	1	1	9	6	6	9
	Halmibawi and Harabibawi	9	9	3	5	1	1	9	6	9	6
Seondori Tidal Flat	8	9	3	5	3	1	3	3	6	3	
West	Bieung Port Breakwater	3	8	3	5	1	1	0	0	0	1
	Chaeoseokgang Cliff	6	8	3	5	5	1	9	3	9	1
	Dongmyeong Port	9	6	3	4	3	1	0	3	3	1
	Wando Port Breakwater	3	5	3	3	1	5	6	6	3	1
	Gukdong Port	9	5	3	2	3	1	0	3	0	1
East	Sokcho Port (North)	9	1	3	3	1	1	3	6	3	1
	Jumunjin Port (North)	9	1	3	2	1	1	6	6	6	1
	Jumunjin Port	5	1	3	2	1	1	6	6	6	1
	Gallam Beach Rock	3	1	4	2	1	1	6	6	6	1
	Chuksan Port (North)	9	1	4	4	1	1	6	6	9	1
	OdoIri Rock	3	1	4	1	1	1	6	6	6	3
	Guryongpo Port	5	1	4	1	1	1	0	9	9	1
Guryongpo Port Breakwater	9	1	4	1	1	1	9	6	6	1	
South	Ilsan Beach	6	1	4	1	1	1	6	3	3	1
	Bangeojin Port	4	1	3	1	5	1	6	6	9	1
	World-Cup Breakwater	4	2	4	1	1	1	6	6	6	1
	Millak Port Breakwater	4	2	3	2	1	1	0	0	6	1
	Igidae Rock	4	2	3	2	1	1	3	3	6	6
	Samcheonpo New-Port	9	5	3	2	1	1	6	9	9	1
Hakdong Beach	4	3	4	1	1	1	0	0	0	9	
Jeju	Hamdeok Beach	6	3	3	1	1	1	6	3	3	9
	Sehwa-pogu	7	3	4	2	1	1	3	0	6	9
	Wimi Port Breakwater	3	4	3	2	1	1	3	6	3	6
	Hwasungeum Beach	7	4	4	3	1	1	9	6	6	1
	Hwasun Port Breakwater	3	4	4	3	1	1	9	6	9	1
	Hwasun Port	7	4	4	3	1	1	3	9	6	1
	Hallim Shipowner-Accoc. Dock	7	4	4	3	1	1	9	6	6	1
	Hallim Outer-Port Breakwater	3	4	4	4	1	1	6	6	3	1
Hallim-shipyard Breakwater	3	4	4	4	1	1	9	6	9	1	

Table 14. Results of risk assessment

Classification	hazard area	natural and topographical factors				human and accident factors				facilities and management factors		Total	risk grade
		topography	tide	wave	weather	number of accident	death toll	accident prevention facility	information delivery facility	rescue facility	time of accident response		
Central	Eurwangni Beach	0.188	0.513	0.286	0.055	1.953	2.095	0.549	0.000	0.030	0.219	5.888	4
	Eurwangni Wharf	0.235	0.513	0.286	0.055	0.217	2.095	0.366	0.096	0.060	0.219	4.142	4
	Wangsan Beach	0.188	0.513	0.286	0.055	0.651	0.419	0.549	0.000	0.000	0.219	2.880	3
	Seonyeo Rock	0.423	0.513	0.286	0.055	1.085	0.419	0.549	0.096	0.090	0.219	3.735	3
	Wolmido	0.188	0.513	0.286	0.055	1.519	2.095	0.549	0.096	0.060	0.438	5.799	4
	Jebudo Beach	0.188	0.513	0.286	0.055	0.217	0.419	0.549	0.096	0.000	0.219	2.542	3
	Maebawi Rock	0.423	0.513	0.286	0.055	0.651	3.771	0.366	0.048	0.060	0.219	6.392	5
	Bangpo Beach	0.188	0.513	0.313	0.055	0.217	0.419	0.549	0.048	0.060	0.438	2.800	3
	Bangpo Port	0.235	0.513	0.313	0.055	0.217	0.419	0.549	0.096	0.060	0.657	3.114	3
	Halmibawi and Harabibawi	0.423	0.513	0.313	0.055	0.217	0.419	0.549	0.096	0.090	0.438	3.113	3
Seondori Tidal Flat	0.376	0.513	0.323	0.055	0.651	0.419	0.183	0.048	0.060	0.219	2.847	3	
West	Bieung Port Breakwater	0.141	0.456	0.323	0.055	0.217	0.419	0.000	0.000	0.000	0.073	1.684	2
	Chaeseokgang Cliff	0.282	0.456	0.326	0.055	1.085	0.419	0.549	0.048	0.090	0.073	3.383	3
	Dongmyeong Port	0.423	0.342	0.343	0.044	0.651	0.419	0.000	0.048	0.030	0.073	2.373	3
	Wando Port Breakwater	0.141	0.285	0.332	0.033	0.217	2.095	0.366	0.096	0.030	0.073	3.668	3
	Gukdong Port	0.423	0.285	0.280	0.022	0.651	0.419	0.000	0.048	0.000	0.073	2.201	3
East	Sokcho Port (North)	0.423	0.057	0.347	0.033	0.217	0.419	0.183	0.096	0.030	0.073	1.878	2
	Jumunjin Port (North)	0.423	0.057	0.350	0.022	0.217	0.419	0.366	0.096	0.060	0.073	2.083	3
	Jumunjin Port	0.235	0.057	0.350	0.022	0.217	0.419	0.366	0.096	0.060	0.073	1.895	2
	Gallam Beach Rock	0.141	0.057	0.367	0.022	0.217	0.419	0.366	0.096	0.060	0.073	1.818	2
	Chuksan Port (North)	0.423	0.057	0.394	0.044	0.217	0.419	0.366	0.096	0.090	0.073	2.179	3
	OdoIri Rock	0.141	0.057	0.393	0.011	0.217	0.419	0.366	0.096	0.060	0.219	1.979	2
	Guryongpo Port	0.235	0.057	0.381	0.011	0.217	0.419	0.000	0.144	0.090	0.073	1.627	2
	Guryongpo Port Breakwater	0.423	0.057	0.381	0.011	0.217	0.419	0.549	0.096	0.060	0.073	2.286	3
South	Ilsan Beach	0.282	0.057	0.378	0.011	0.217	0.419	0.366	0.048	0.030	0.073	1.881	2
	Bangeojin Port	0.188	0.057	0.334	0.011	1.085	0.419	0.366	0.096	0.090	0.073	2.719	3
	World-Cup Breakwater	0.188	0.114	0.363	0.011	0.217	0.419	0.366	0.096	0.060	0.073	1.907	2
	Millak Port Breakwater	0.188	0.114	0.306	0.022	0.217	0.419	0.000	0.000	0.060	0.073	1.399	2
	Igidae Rock	0.188	0.114	0.306	0.022	0.217	0.419	0.183	0.048	0.060	0.438	1.995	2
	Samcheonpo New-Port	0.423	0.285	0.297	0.022	0.217	0.419	0.366	0.144	0.090	0.073	2.336	3
	Hakdong Beach	0.188	0.171	0.375	0.011	0.217	0.419	0.000	0.000	0.000	0.657	2.038	3
Jeju	Hamdeok Beach	0.282	0.171	0.349	0.011	0.217	0.419	0.366	0.048	0.030	0.657	2.550	3
	Shwa-pogu	0.329	0.171	0.386	0.022	0.217	0.419	0.183	0.000	0.060	0.657	2.444	3
	Wimi Port Breakwater	0.141	0.228	0.316	0.022	0.217	0.419	0.183	0.096	0.030	0.438	2.090	3
	Hwasungeum Beach	0.329	0.228	0.380	0.033	0.217	0.419	0.549	0.096	0.060	0.073	2.384	3
	Hwasun Port Breakwater	0.141	0.228	0.380	0.033	0.217	0.419	0.549	0.096	0.090	0.073	2.226	3
	Hwasun Port	0.329	0.228	0.380	0.033	0.217	0.419	0.183	0.144	0.060	0.073	2.066	3
	Hallim Shipowner-Accoc. Dock	0.329	0.228	0.368	0.033	0.217	0.419	0.549	0.096	0.060	0.073	2.372	3
	Hallim Outer-Port Breakwater	0.141	0.228	0.368	0.044	0.217	0.419	0.366	0.096	0.030	0.073	1.982	2
Hallim-shipyards Breakwater	0.141	0.228	0.368	0.044	0.217	0.419	0.549	0.096	0.090	0.073	2.225	3	

청을 제외한 지방청별 위험도는 2~3등급 범위로 평가되었다. 위험도가 높은 지역으로는 제주도 남측의 매바위 인근이 5등급으로 가장 높은 것으로 평가되었고, 을왕해수욕장 및 을왕선착장, 월미도 지역의 위험도는 4등급으로 평가되었다.

5. 결 론

본 연구에서는 해양경찰청에서 관리하고 있는 연안활동장소의 위험도 평가를 위한 위험성 평가지표 설정 및 평가 방법론을 제안하고 각 지방청별로 지정 관리되고 있는 40개 위험구역을 대상으로 수립된 방법을 적용하였다. 연안활동장소의 위험도 평가방법은 평가인자의 산정등급을 집계하여 표현하는 지수 기반 평가방법을 기반으로 수립하였으며, 자연·지

형 요인, 인적·사고 요인, 시설·관리 요인 등 3개 평가지표에 총 10개의 평가인자를 구성하고 인자별 가중치를 고려하여 총 5개 등급의 위험도로 표출하는 방안을 제시하였다.

본 연구를 통해 제안된 위험도 평가방법은 현행 해양경찰청에서 운영하고 있는 위험도 평가방법의 정성적이고 주관성이 강한 취약점을 보완하였으며, 위험구역의 지형적 특성의 고려가 가능할 뿐 아니라 해양경찰청이 자체적으로 취합하고 있는 연안안전사고 통계자료와 연안사고 안전관리규정(해양경찰청훈령 제197호)에 따라 매년 지방청별로 실시되는 위험성 조사결과를 활용하여 해양경찰청에서 간편하게 위험도 등급을 산정할 수 있는 방법론을 제공하는데 의미를 두고자 한다.

향후 각 분야 전문가 의견수렴을 통해 지속적으로 지표 및

가중치의 보완과 국내 관리되고 있는 전체 위험구역을 대상으로 확장적용하여 현장적용성을 평가할 필요가 있으며, 아울러 국제기준을 만족하면서 효율적 위험평가가 가능한 리스크 기반 위험성 평가체계도 함께 검토함으로써 지표의 표준화 문제, 가중치 문제, 중요지표 문제 등을 종합적으로 해소할 수 있는 방안을 마련할 계획이다.

감사의 글

이 논문은 2021년 해양경찰청 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20200527 연안활동장소에 대한 위험도 평가 및 예측 체계 개발).

References

- Carvalho, R.C. and Woodroffe, C.D. (2019). Morphological Exposure of Rocky Platforms: Filling the Hazard Gap Using UAVs. *Drones* 2019, 3, 42.
- Kim, D.S. (2019). Study on improvement of coastal safety management system to prevent coastal water accident. *The Journal of the Korean Public Security Administration*, 16(1), 3-28 (in Korean).
- Korea Coast Guard (2018). Coastal Safety and Risk Quantification Study to Prepare Indicators for Coastal Risk Assessment (in Korean).
- Lee, Y.J., Jung, C.Y. and Gu, J.Y. (2020). Development of risk rating and index for coastal activity locations. *Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety*, 26(3), 227-232.
- Ministry of Ocean and Fisheries (2017). A Study on the Introduction of Coastal Safety Index (in Korean).
- Ministry of Ocean and Fisheries (2019). A Study on the Introduction of Coastal Safety Index (in Korean).
- MPSS (Ministry of Public Safety and Security) Marine Security Headquarters (2016). A Study on Efficient Coastal Safety Management for Prevention of Coastal Safety Accidents (in Korean).
- Satta, A., Venturini, S., Puddu, M., Firth, J. and Lafitte, A. (2015). Application of a Multi-Scale Coastal Risk Index at Regional and Local Scale in the Mediterranean. Technical Report.
- Song, C.Y. (2019). A Study on the improvement of safety management for coastal accidents in Korea. *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, 23(7), 95-103 (in Korean).
- Tweed Shire Council (2018). Coastal Public Safety Risk Assessment Main Report-Risk Assessment and Treatment Plan 2018 Fingal Head.

Received 12 November, 2021

Accepted 30 November, 2021