

호주 해수욕장 위험도 평가모델의 개선 및 현실적 적용방안 연구

Study on the Improvement of Australian Beach Risk Assessment Method and Possibilities of Operational Application

이은정* · 박준용** · 박철민***

Eun Jung Lee · Jun Yong Park · Chul Min Park

요약 우리나라 해수욕장은 매년 9천여만명이 이용하는 여름철 대표 피서지 중 하나로 손꼽히며 그 이용자도 해마다 늘어나고 있다. 하지만 국민안전처의 조사결과에 따르면 우리나라에서 발생하는 물놀이 사망사고 중 약 20% 이상이 해수욕장 및 바닷가에서 발생한다. 또한 해양경찰청에서 제공하는 2015년 비선박사고 조사 결과 해수욕장 개장 기간인 7~8월의 사고자수는 1년 전체 사고자 수의 60% 이상으로 나타난다.

해수욕장 및 바닷가 이용객의 안전사고를 대비하기 위해 호주에서는 SLSA(Surf Life Saving Australia)와 시드니대학교가 공동으로 개발한 호주의 해변 상태에 따른 위험도 분석(Australian Beach Safety & Aquatic Management Program)을 개발하여 해변 안전 관리를 수행한다. 또한 이를 바탕으로 영국의 RNLI(Royal National Lifeboat Institution)에서는 플리머스 대학교와 함께 호주에서 개발한 ABSAMP를 기반으로 영국의 해변에 적합하게 수정한 위험도 평가 모델인 Beach Risk Assessment를 개발하여 해변 안전 관리 시스템 및 관리 방안을 구축하였다(Lee F, 2011; Dawes, 2007).

우리나라에서도 양병모 et al.(2014)은 호주 연안 위험도 평가 방법을 이용하여 국내 해수욕장에 적용시켜 위험도를 평가하였는데, 이 선행연구에서는 해수욕장 구역 전체를 하나의 실험 케이스로 두고 평가하였지만, 본 연구에서는 각 해수욕장 주변의 지리적/지형적 특성을 더 자세히 반영하기 위해서 해수욕장 전체를 일정한 크기의 격자 단위로 나누어 각 격자마다 위험도를 평가하여 이용객에게 미치는 위험도를 평가 방법을 개선하였다.

키워드 해변 안전, 위험도 평가, 해양레저, ABSAMP

Abstract The beach safety aspect is getting more relevant, because the drowning risks all over the world are much too high and do not decrease enough. In Korea, most of the beach safety services belong to personnel rescue services. In contrast, Australia and the United Kingdom have developed several practical integrated beach risk management programs and safety systems. ACARA(Australian Coastal Aquatic Risk Assessment) is being developed as a tool to help lifeguard become aware of whether or not beach safety is dangerous for visitor and given a numerical value between 1 and 60, with 60 representing the highest risk and 1 the lowest. For the purposes of this risk assessment the ACARA is used to assign risk scores and rankings. We will implement preferred treatment options or action plan for managing the beach safety. In this study, we have carried out field investigation for beach safety and conducted a beach risk audit on 16 popular beaches along the Korean coast. In addition, we have also conducted their beach risk assessment by using the Australian Coastal Aquatic Risk Assessment tool well-known as typical measures in evaluating the coastal aquatic risk.

Key words Beach safety, Risk assessment, Marine tourism, ABSAMP

1. 서론

우리나라 해수욕장은 매년 9천여만명이 이용하는 여름철 대표 피서지 중 하나로 손꼽히며 그 이용자도

해마다 늘어나고 있다. 하지만 국민안전처의 조사결과에 따르면 우리나라에서 발생하는 물놀이 사망사고 중 약 20% 이상이 해수욕장 및 바닷가에서 발생한다(국민안전처, 수난사고 현황, <http://www.mpss.go.kr/home/>)

Received: 2017.08.02, Revised: 2017.08.12, Accepted: 2017.08.20

* 정희원 · (주)환경과학기술 (E-mail: koroke10@kesti.co.kr)

** 교신저자 · 정희원 · 한국해양과학기술원 책임연구원 (E-mail: jypark@kiost.ac.kr)

*** (주)환경과학기술 이사 (E-mail: cmpark@kesti.co.kr)

safetys/disasterInfo/disasterTypeInfo3/). 또한 해양경찰청에서 제공하는 2015년 비선박사고 조사 결과 해수욕장 개장 기간인 7~8월의 사고자 수는 1년 전체 사고자 수의 60% 이상으로 나타난다(해양경찰청, 비선박사고 현황, <http://www.mpss.go.kr/122/oceanAcndntStats/oceanAcndntStatsByMaritimePolice/>). 생활수준의 향상에 따른 피서객 수의 증가와 이에 따른 인명사고 발생 건수는 앞으로도 증가할 것으로 예상된다. 따라서 이러한 해수욕장 인명사고를 사전에 예방함과 동시에 사고위험 구역을 사전에 인지하고 사고 발생 시 즉각적으로 대처하기 위한 체계적인 예방체계의 구축이 시급하다고 볼 수 있다.

해수욕장 및 바닷가 이용객의 안전사고를 대비하기 위해 호주에서는 SLSA(Surf Life Saving Australia)와 시드니대학교가 공동으로 개발한 호주의 해변 상태에 따른 위험도 분석(Australian Beach Safety & Aquatic Management Program, ABSAMP) 체계를 개발하여 이를 해변 안전 및 사고 예방을 위한 사회적 체계 구축에 활용하고 있다. 또 호주의 ABCMP를 근간으로 영국의 RNLI(Royal National Lifeboat Institution)에서는 플리머스 대학교와 함께 영국의 해변에 적합하게 수정한 위험도 평가 모델인 Beach Risk Assessment를 개발하여 해변 안전관리 시스템 및 관리 방안을 구축하였다(Lee F, 2011; Dawes, 2007).

우리나라에서도 양병모 et al.(2014)은 호주 연안 위험도 평가 방법을 적용하여 국내 해수욕장에 적용시켜 위험도를 평가한 바 있다. 이 연구에서는 해수욕장 구역 전체를 하나의 실험 대상 구역으로 설정하여 평가하였는데, 구체적인 사고다발 위치를 예상하기 어렵다는 점에서 이 결과를 현실적인 사고예방을 위한 사회적 체계 구축에 활용하기에는 다소 미흡한 점이 있다. 따라서 본 연구에서는 각 해수욕장 주변의 지리적/지형적 특성을 더 자세히 반영하고 사고예방 및 사고 발생 시의 즉각적인 대처를 위한 체계 수립에 활용할 수 있는 위험성 평가 체계를 구축하는데 주안점을 두고 해수욕장 전체를 일정한 크기의 격자 단위로 나누어 각 격자마다 위험도를 평가하였다. 이와 동시에 기존 ABSAMP 평가 방법을 우리나라 지형과 사고발생 현실에 맞도록 수정하여 적용해보고 그 결과를 검증함으로써 향후의 현실적인 사고예방체계 구축하는데 도움이 되고자 하였다.

2. 위험도 평가방법 및 대상구역

2.1 위험도 평가모델

해수욕장 위험도를 격자 형태로 평가하기 위해서 사

용한 기반 모델은 호주에서 개발된 시설 위험도 평가 모델(Chris, 2014)을 근간으로 하였으며, 이 모델은 식 (1)과 같이 4가지 함수로 구성되어 있다.

$$Risk = (ABSAMP \times 2) + (LPR \times 2) + (HAIR \times 2) + (AR \times 2) \quad (1)$$

식 (1)에서 첫 번째 항목인 ABSAMP는 해변 유형에 따른 위험도로, 해변의 유형에 따라 위험도를 1~10점까지 평가하였다. 두 번째 항목인 LPR은 해수욕장 인근 2km 이내의 인구에 따른 위험도로 1~5점까지, 세 번째 항목 HAIR은 백사장과 유영 구역 내의 해수욕객 및 활동 종류에 따른 위험도를 1~20점까지 평가하였다. 마지막 항목인 AR은 접근성에 따른 위험도로 1~5점으로 평가하였다. (양병모 et al., 2014). 각 위험도의 합산 점수에 따라 위험도 수준은 4단계로 나누어 판단하였다(0-20 : 매우 안전, 21-30 : 안전, 31-40 : 주의, 41 이상 : 위험).

2.2 위험도 평가 대상구역

위험도 평가를 수행할 대상 구역은 서해 연안의 대천해수욕장과 제주도 중문해수욕장의 2개 해수욕장을 대상으로 하였으며, 대천해수욕장의 평가대상 범위에 갯벌체험장도 포함하였다(Fig. 1). 이 2곳의 해수욕장에서는 태안, 대천 갯벌체험장의 경우 모든 갯벌에

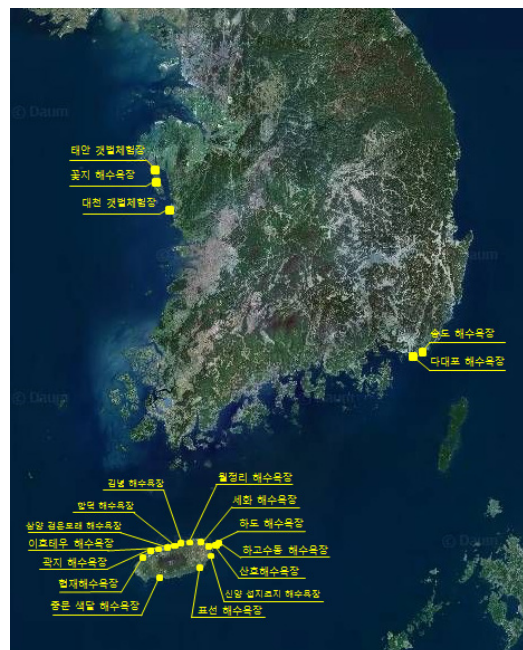


Figure 1. Area of risk assessment.

대해 분석하기 어렵기 때문에, 태안은 백사장해수욕장을, 대천은 대천해수욕장을 중심으로 평가하였다.

3. 격자형 위험도 평가모델 개발

호주의 해수욕장 평가 모델은 해수욕장 전체를 하나의 구역으로 보고 평가하였는데, 이러한 평가 방법으로는 개별 해수욕장 안에서도 어떤 지역이 더 사고발생 위험이 높은지, 즉 지역적인 지형특성 및 위험도를 반영하는데 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 해수욕장의 백사장과 유영이 가능한 해수구역을 50m 간격으로 격자화하여 세부적으로 위험도를 평가하는 방법을 채택하였다.

3.1 격자망 구성

대상 해수욕장의 백사장과 유영 구역을 격자 단위로 나타내기 위해서 1:50,000 축척의 전자해도에서 추출한 해안선과 등심선, 국토지리정보원에서 제공하는 1:5000 축척의 수치지도, 위성사진 등을 이용하여 격자 크기가 50m인 격자망을 구축하였다. 해수욕장의 백사장은 전자해도의 해안선으로부터 0m 등심선 사이로 설정하였으며, 0m 등심선부터 바다쪽으로 약 200m까지를 유영 구역으로 설정하였다.

또한 위성사진과 수치지도를 이용하여 해수욕장이 아니지만 공원이나 모래사장과 같이 해수욕장 주변에서 사람들이 이용할 것으로 예상되는 구역들도 격자망에 포함하여 위험도를 함께 평가하였다.

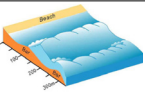
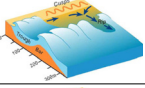
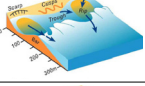
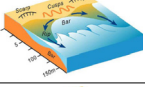
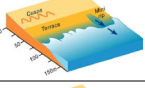
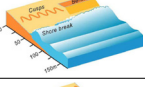
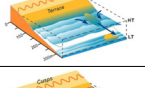
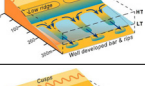
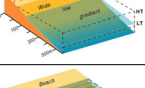
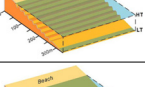
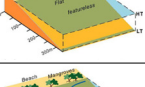
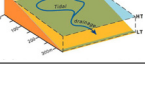
3.2 해변 유형에 따른 위험도

해변 유형에 따른 위험도 분석은 시드니 대학교와 SLSA(Surf Life Saving Australia)가 공동으로 개발한 해수욕장 위험지표인 ABSAMP(Australian Beach Safety & Aquatic Management Program)을 사용하여 평가하였다.

ABSAMP는 해변 유형과 파고에 의해서 위험도를 평가할 수 있는데, Andrew(2006)과 Rob 외(2011)는 호주의 해변유형을 크게 파랑지배해변과 조석지배해변, 그리고 조석과 파랑의 영향을 모두 받는 파랑-조석 복합해변 세 가지의 주요 형태로 구분하며 이를 다시 세분화하여 12개의 해변유형으로 분류하였다(Table 1).

대상구역의 해변 유형을 판단하기 위해 국립해양조사원과 기상청의 2016년 9월의 조위관측 자료와 평균 파고 관측 자료를 분석하였다. 각 대상구역의 해변유형을 판단하기 위해 사용한 관측 자료는 대상구역에서 가장 가까운 조위관측소와 부이의 자료를 사용하였다.

Table 1. Beach type(Yang et al., 2014)

해변 유형	
	Dissipative Beach
	Longshore bar-trough beach
	rhythmic bar and beach
	Transverse ber and rip
	Low tide terrace beach
	Reflective Beach
	Reflective plus low tide terrace beach
	Reflective low tide rip beach
	Ultradissipative beaches
	The beach plus ridged sand flats
	The beach plus sand flats
	Beach plus tidal sand flats

해변 유형을 판단하기 위한 첫 번째 단계에서는 관측된 조위자료를 이용하여 평균조차를 계산한 뒤 조석지배/파랑지배/파랑-조석 복합해변으로 분류하였다.

두 번째로 평균 파고 자료를 이용하여 세부 해변 유형 및 위험도를 결정하였는데(Table 2), 이 때 결정된 위험도는 모든 격자에 동일하게 적용되었다.

마지막으로 대상구역 중 조석지배해변으로 분류된 꽃지해수욕장과 대천, 태안 갯벌체험장의 경우, 썰물 시에는 해변 위험도가 높아지므로 위험도 1을 추가로 부여하여 대상구역에 대한 해변 위험도를 산출하였다.(Table 3).

Table 2. ABSAMP beach hazard rating guide

과고 해변유형	<0.5	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	>3.0
Dissipative Beach	4	5	6	7	8	9	10	10
Longshore bar-trough beach	4	5	6	7	7	8	9	10
rhythmic bar and beach	4	5	6	6	7	8	9	10
Transverse ber and rip	4	4	5	6	7	8	9	10
Low tide terrace beach	3	3	4	5	6	7	8	10
Reflective Beach	2	3	4	5	6	7	8	10
Reflective plus low tide terrace beach	1	2	4	6	8	10	10	
Reflective low tide rip beach	1	2	3	5	7	9	10	
Ultradissipative beaches	1	1	2	4	6	8	10	
The beach plus ridged sand flats	1	1	2					
The beach plus sand flats	1	1						
Beach plus tidal sand flats	1							

Table 3. 해변유형에 따른 대상구역의 위험도 평가 결과

대상구역	평균조차(cm)	평균과고(m)	해변유형	위험도
다대포	88.5	0.40	Intermediate - Longshore bar and trough	4
송도	88.5	0.40	Intermediate - Rhythmic bar and beach	4
표선	159.9	0.65	Reflective + ridged sand flat	1
꽃지	549.6	0.08	Reflective + tidal mud flats	2
협재	180.5	0.30	Intermediate - Low tide terrace	3
이호테우	171.4	0.39	Intermediate - Low tide terrace	3
곽지과물	171.4	0.39	Intermediate - Low tide terrace	3
함덕서우봉	171.4	0.55	Intermediate - Low tide terrace	3
김녕	171.4	0.55	Intermediate - Longshore bar and trough	5
산호	159.9	0.65	Dissipative	5
삼양검은모래	171.4	0.39	Intermediate - Low tide terrace	3
세화	159.9	0.55	Dissipative	5
월정리	171.4	0.55	Intermediate - Low tide terrace	3
신양섬지코지	159.9	0.69	Intermediate - Longshore bar and trough	5
중문색달	184.9	0.57	Reflective	3
하고수동	159.9	0.65	Reflective	3
하도	159.9	0.65	Intermediate - Longshore bar and trough	5
대천	549.6	0.26	Reflective + tidal mud flats	2
태안	549.6	0.08	Reflective + ridged sand flat	2

3.3 방문객 수에 따른 위험도

방문객이 많은 해수욕장에서는 안전사고와 사상자 발생률이 비례하여 증가하는 경향을 보인다(양병모 외, 2014). 일평균 방문객수를 산출하기 어려운 경우, 호주에서는 해수욕장 주변 2km 이내의 인구수를 이용하여 위험도를 평가하였지만, 본 연구에서는 통계청에서 제공하는 해수욕장 연간 방문객 자료를 이용하여 위험도를 평가하였다.

해수욕장을 방문한 2015년의 방문객 수는 과거 방문한 방문객 수의 자료를 이용하였는데, 해수욕장 방문객 수가 해마다 증가하는 추세라면 선형함수를, 그 외의 경우에는 평균하는 방법을 통해 2015년 방문객 수를 추정하였다. 또한, 제주도에 위치한 해수욕장 중

에서 방문객 수 자료가 존재하지 않는 경우에는 공공 기관 문의를 통해 2015년 방문객 수를 확인하였다.

Table 4. Rating by local population

연간 방문객	위험도
50만명 이상	5
30만명 이상 ~ 50만명 미만	4
20만명 이상 ~ 30만명 미만	3
10만명 이상 ~ 20만명 미만	2
10만명 이하	1

Chris(2014)가 개발한 모델에서 방문객 수에 따른 위험도는 해수욕장 주변 2km 이내의 인구수를 이용하여 위험도를 평가하였기에, 본 연구에서 적용한 위험

도 평가 기준에 적용하기 어려운 부분이 있으므로 새로운 위험도 평가기준을 수립하여 평가하였다(Table 4), 이러한 기준으로 평가한 대상구역의 방문객 수 위험도는 Table 5에 나타내었으며, 모든 격자에 대해 동일한 위험도로 적용하였다.

Table 5. 방문객 수에 따른 대상구역의 위험도

대상구역	추정 방문객수(명)	위험도
다대포	2300	1
송도	5800	1
표선	336,400	4
꽃지	658,200	5
협재	625,000	5
이호테우	493,200	4
곽지과물	239,100	3
함덕서우봉	610,400	5
김녕	49,500	1
산호	30,900	1
삼양검은모래	217,000	3
세화	30,000	1
월정리	150,000	2
신양섬지코지	25,200	1
중문색달	704,000	5
하고수동	29,700	1
하도	18,000	1
대천(대천)	13,712,000	5
태안(백사장)	45,000	1

3.4 이용객 수 및 활동종류에 따른 위험도

이용객수 및 활동종류에 따른 위험도는 백사장/유영 구역 내 이용객수 및 활동종류의 4개의 세부지표의 합으로 결정된다. 해수욕장의 백사장 및 유영구역 내의 이용객수에 따른 위험도를 격자별로 나타내기 위해서 연간 방문객 자료를 이용하였다. 해수욕장 방문객 중 대부분은 해수욕장 개장 기간인 여름철(7~8월)에 방문한다고 가정하고, 연간 방문객을 7~8월의 일수로 나누어 일평균 방문객을 추정하였다.

이렇게 추정된 일평균 방문객들은 유영구역과 백사장에 있는 비율을 35%/65%로 산정하여 유영구역 내 총 이용객과 백사장의 총 이용객 수를 계산한다. 각 구역의 총 이용객 수를 격자수로 나누어 1개 격자의 평균 이용객 수를 계산하여 위험도를 결정하였다. 이렇

Table 6. 활동 종류에 따른 위험도

수준	유영내이용객	수준	활동종류	수준	백사장이용객	수준	활동종류
5	100명 이상	5	지속적인 위험활동	5	1000명 이상	5	지속적인 위험활동
4	75~100명	4	반복되는 위험활동	4	750~1000명	4	반복되는 위험활동
3	50~75명	3	일상적	3	500~750명	3	일상적
2	25~50명	2	개별 활동	2	250~500명	2	개별 활동
1	1~25명	1	특이사항 없음	1	1~250명	1	특이사항 없음

게 결정된 위험도는 유영 구역 또는 백사장 내 동일하게 적용하였다.

호주의 유영 구역 및 백사장 이용객의 활동종류는 조사 시점의 백사장 및 유영 구역 이용객의 활동을 위험도에 반영한다. 하지만 여러 대상 구역에 대해 조사 시점의 활동종류를 파악하기 어렵기 때문에, 활동 종류에 따른 위험도 범위인 1~5까지 무작위로 위험도를 결정하였다.

유영 구역 내 활동 종류의 위험수준은 Table 6과 같이 특이사항이 없으면 1, 유영 구역 내 가슴 이하의 깊이에서의 물놀이 활동은 2, 부력용품을 이용한 물놀이는 3, 유영 구역 내 공을 이용한 놀이는 4, 신체적 접촉을 동반하는 활동은 5로 평가하였으며, 백사장 이용객의 활동종류의 위험 수준은 특이사항이 없을 시 1, 개인적 산책 및 개별 활동은 2, 공을 이용한 놀이는 3, 신체적 접촉을 동반하는 활동은 4, 백사장 내 사륜 오토바이 주행 등 위험한 활동은 5로 평가하였다(양병모 외, 2014). 이렇게 산정한 4개 세부 지표를 모두 합산하여 최종 위험도를 결정하였다.

3.5 접근성에 따른 위험도

해수욕장으로 접근이 용이해지면 해수욕장 방문객 수가 증가하게 되고 안전사고의 발생 확률 또한 증가하게 된다. 접근성에 따른 위험도는 백사장과 유영 구역을 구분하여 평가하였다. 백사장의 경우, 대로나 주

Table 7. 접근성에 따른 위험도

수준	세부 내용
1	해수욕장으로 접근하기 위한 길 혹은 통로가 존재하지 않음
2	수로 및 해상을 통한 접근, 관리되지 않은 비공식 접근로가 존재
3	걸어서 접근 가능한 길 혹은 통로, 대중교통, 공중전화, 화장실 등의 일반 시설들과 연결 가능한 접근로 존재
4	주차장으로부터의 직접적인 접근이 가능하도록 관리되고 있으며, 화장실 등의 기본 시설들과의 유기적으로 연결됨
5	해수욕장으로서의 명확한 출입구가 있으며, 50대 이상의 주차장이 있거나 대중교통 정거장이 주요접근로 250m 이내에 존재

차장, 대중교통 정거장 등 주변 지형지물의 특성을 반영하여 산정하였으며, 유영 구역의 경우, 수로 및 해상을 통한 접근인 경우인 위험수준 2로 적용하였다 (Table 7).

4. 추가 위험도

호주의 위험도 평가모델은 해변 유형에 따른 위험도, 방문객 수에 따른 위험도, 이용객수 및 활동 종류에 따른 위험도, 접근성에 따른 위험도 4개 항목을 이용하여 위험도를 평가하였다. 하지만 4개 항목 이외에 해수욕장 안전에 영향을 주는 요소를 평가 모델에 반영하여 격자 단위로 세부적인 위험도를 평가하였다.

4.1 사고이력

과거 사고가 발생했던 구역은 추가적인 위험 요인으로 반영할 수 있다. 따라서 대상구역에서 과거에 발생한 비선박사고 정보를 추가 위험요인으로 평가 모델에 반영하였다.

위험도의 범위는 1~10까지로 사고가 발생한 지점에 해당하는 격자에 가장 높은 위험도를 결정하고, 그 격자로부터 멀어질수록 위험도가 낮아지도록 사고가 발생한 격자에서 멀어지는 방향으로 3개까지 위험도를 평가하였다(Fig. 2).

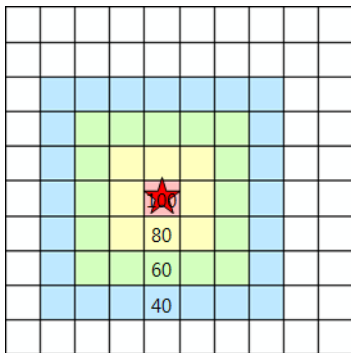


Figure 2. 사고이력 위험도(★ : 사고 발생 지점)

4.2 위험요소

노·간출암, 이안류 발생지 등과 같이 해수욕장 이용객들의 안전에 위험을 줄 수 있는 요소들 또한 위험도 평가 모델에 반영하였다.

평가 모델에 반영하기 위해 선별한 위험요소는 어초, 노출암, 간출암, 웅덩이, 간출물골, 이안류 발생구역으로 전자해도와 현장 조사를 통해 정보를 획득하였다.

이러한 위험요소들이 위치하고 있는 격자에 추가적인 위험도를 적용하였으며, 어초, 노출암, 간출암이 위치한 격자에는 각각 3을, 웅덩이, 간출물골, 와류, 이안류 발생구역에 해당하는 격자에는 각각 5의 위험도를 반영하였다.

4.3 안전요소

해수욕장 개장 기간에는 안전 요원 망루, 수상인명구조대 등 해수욕장 이용객들의 안전을 위한 요소들도 해수욕장 내에 위치하고 있어 이는 위험도를 감소시킬 수 있는 요인이 된다.

평가 모델에 반영하기 위해 선별한 안전 요소는 안내표지판, 레저안전선, 수영안전선, 119구급함, 수상인명구조대, 인명구조함, 안전요원 망루로 대상구역의 현장 조사를 통해 위치정보를 획득하였다.

안전 요소의 세부지수는 0~2까지로 안전 요소가 위치한 격자에 2를, 그 격자의 주위에 위치한 격자에는 1을 적용하였다(Fig. 3).

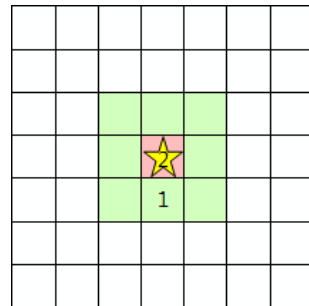


Figure 3. 안전요소 위험도 감소치(★ : 안전요소 위치 지점)

5. 위험도 평가모델의 개선 및 평가 결과

호주의 위험도 평가모델을 기반으로 3절과 4절에서 평가한 항목들을 이용하여 수정된 평가 모델을 수립하였다.

$$Risk = (ABSAMP \times 2) + (LPR \times 2) + (HAIR \times 1.5) + (\text{사고이력} \times 1.5) + \text{위험요소} - \text{안전요소} \quad (2)$$

기반 모델에서 추가적인 지표가 적용되었지만, 이러한 추가적인 지표들이 모든 격자에 위치하고 있지 않기 때문에 최종 위험도 단계는 기존의 평가 모델의 위험도 단계와 동일하게 적용하였다(Table 8).

Table 8. 위험도 평가 등급 설정

위험도	등급
1 ~ 20	매우 안전
21 ~ 30	안전
31 ~ 40	주의
41 ~ 99	위험

19개소 대상구역에 대해 위험도를 격자별로 평가하였을 때, 가장 높은 위험도가 나타난 곳은 대천 갯벌체험장(대천해수욕장)에서 51의 위험도를 보였으며 다대포 해수욕장에서 13으로 가장 낮은 위험도를 보였다 (Table 9).

Table 9. 위험도 평가 결과

대상구역	최고위험도	최대위험도	차	평균위험도
중문색달	18	48	30	35.8
대천	20	50	30	32.2

각 대상구역의 위험도를 평균하였을 때 모든 대상구역이 주의 ~ 위험 단계에 속하였으며 특히 중문 색달 해수욕장에서 가장 큰 평균치를 보였다. 그 이유는 비교적 넓지 않은 영역에서 다른 해수욕장에 비해 과거 사고 건수가 많아 추가 위험도가 대부분의 격자에 적용되고, 방문객수도 많아 전체적으로 위험도가 증가하였다.

이와 반대로 가장 낮은 평균치를 보이는 하도 해수욕장의 경우 사고 이력 정보를 통해 적용되는 추가 위험도가 없고 해수욕장을 찾는 방문객 수도 적어 전체적으로 낮은 위험도를 보였다.

또한 대체로 사고가 발생한 지점이나 웅덩이가 있는 격자에서 가장 높은 위험도를 보이거나 주변 격자보다 높은 위험도를 가졌다.

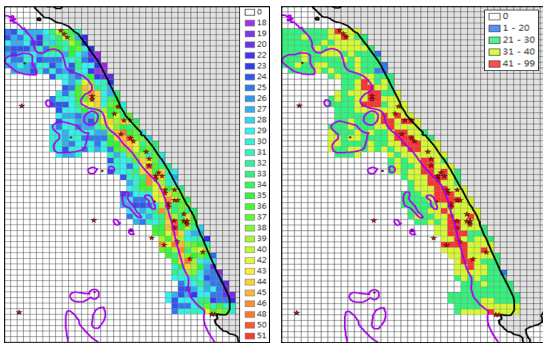


Figure 4. 대천해수욕장의 위험도 평가 결과(좌 : 위험도별, 우 : 등급별로 표현, 검은실선 : 해안선, 보라색 실선 : 등심선 0m, ★ : 과거 사고 지점)

Table 10. 평가대상 구역 별 사고발생 건수

대상구역	사고 건수	대상구역	사고 건수
다대포	8	송정	6
표선	2	꽃지	11
협재	3	이호테우	4
곽지과물	1	함덕서우봉	2
김녕	1	산호	1
삼양검은모래	0	세화	1
월정리	0	신양십지코지	1
중문	14	하고수동	2
하도	0	대천	32
태안	2		

6. 위험도 평가 모델 검증

위험도 평가 기준 모델을 검증하기 위해 사고 이력 정보를 이용하였다. 대상구역에서 발생한 사고 건수는 0~32개로 나타났다.

이 중 가장 사고가 많이 발생한 대천갯벌체험장과, 중문해수욕장을 대상으로 80%에 해당하는 사고 정보만 지수 계산에 반영하여 위험도를 산출하고, 제외한 20%의 사고 정보를 검증에 사용하였다.

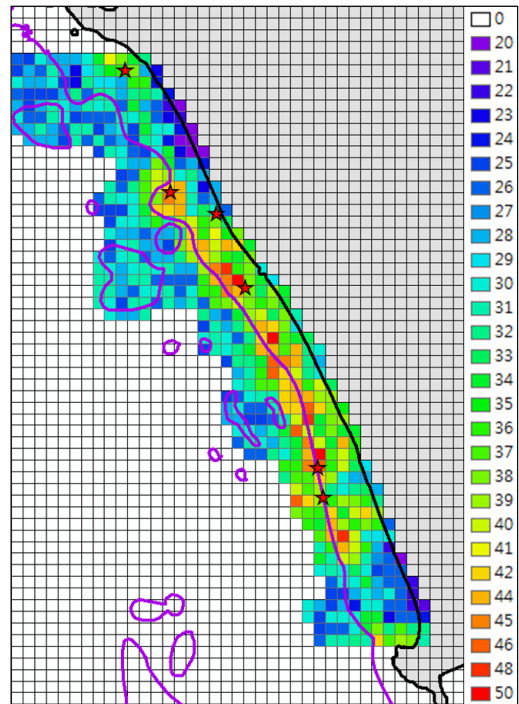


Figure 5. 대천갯벌체험장의 검증 결과(★ : 검증에 제외한 사고)

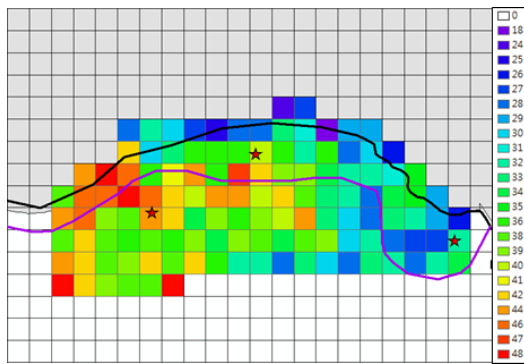


Figure 6. 증문해수욕장의 검증 결과(★:검증에 제외한 사고)

7. 결론

본 연구에서는 국내 해수욕장을 격자화한 뒤 호주의 위험도 평가 모델을 기반으로 한 위험도 평가 모델을 수립 및 적용시켜 위험도를 평가하였다.

해변 유형에 따른 위험도인 ABSAMP는 모든 격자에 대해 동일한 위험도로 적용시켰다. 하지만 해변 특성상 백사장을 구성하는 재질 및 암반의 위치 등은 모든 격자에서 동일하지 않다. 따라서 추후에는 모래, 갯벌, 암반 등 백사장을 구성하는 요소에 따른 위험도를 분석하고, 파고나 조석 정보와 같은 해양정보나 기상 정보들을 실시간으로 획득하여 위험도 평가 모델에 반영한다면 더 세부적이고 정확하게 위험도를 평가할 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

1. 양병모·이주용·이정렬. (2014), "호주 연안 위험도 평가 방법의 국내 해수욕장 적용", 한국연안방재학회지, 제1권 3호, pp. 105-112.
2. Andrew S. (2006). "Australian Beach System-Nature and Distribution." Journal of Coastal Research, Vol. 22, No. 1, pp. 11-27.
3. Byungmo Yang., Jooyoung Lee. and Jung Lyul Lee. (2014). "Application of Australian Coastal Aquatic Risk Assessment Tool." Journal of Korean Society of Coastal Disaster Prevention, Vol. 1, No 3., pp. 105-112(in Korean with English abstract).
4. Chris P. (2014). "Coastal aquatic risk assessment." Surf Life Saving Western Australia, pp. 4-30.
5. Lee F. (2011). "RNLI Risk assessment report."

Royal National Lifeboat Institution, pp. 7-10.

6. Dawes P. and Scott T. (2007) "Developing a risk assessment model for practical application in the UK.", World Conference on Drowning Prevention, International Life Saving Federation, pp. 1-10.
7. Rob A., Norman F., Andrew S. and Adam W. (2011). "Coastal public safety risk assessor learner guide." Surf Life Saving Australia, pp. 67-103.



이은정

2012년 공주대학교 대기과학과 학사
2014년 공주대학교 대기과학과 석사
2014년~현재 (주)환경과학기술 재직

관심분야는 해양관측 자료분석, 해양공간정보 분석, 해양수치모델



박준용

1990년 서울대학교 해양학과 학사
1992년 서울대학교 해양학과 석사
2000년 University of North Carolina at Chapel Hill, 해양학 박사
2008년 College of William and Mary, Virginia Institute of Marine Science, Assistant Research Scientist

2008년~현재 한국해양과학기술원

관할해역지질연구센터, 책임연구원

2017년~현재 해양수산과학기술진흥원 기술PD

관심분야는 연안 지형 변동, 연안기후변화, 해양공간정보 분석



박철민

1990년 서울대학교 해양학과 학사
1995년 서울대학교 해양학과 석사
2016년 부경대학교 수로학과 박사 수료
2016년~현재 (주)환경과학기술 ICT팀 이사

관심분야는 해양관측 자료분석, 해양공간정보 분석, 해양수치모델