

재해연보기반 남해연안지역 풍랑피해 예측함수 개발

추태호, 김영식, 심상보, 손종근*
부산대학교 사회환경시스템공학과

Development of the Wind Wave Damage Predicting Functions in southern sea based on Annual Disaster Reports

Tai Ho Choo, Yeong Sik Kim, Sang Bo Sim, Jong Keun Son*

Civil Engineering, Pusan National University

요약 전 세계적으로 도시화와 산업화의 발달은 많은 양의 전력을 필요로 하였다. 그리하여 연안 지역에 원자력 발전소를 비롯한 주요 사회기반시설의 건설이 가속화되었다. 또한 지구 온난화와 이상 기후 현상에 의해 자연 재해의 강도는 증가하고 있다. 자연 재해는 발생 지점과 규모를 예측하기 어렵고, 인명 피해와 재산 피해에 영향을 주고 있다. 이러한 문제로 인하여 연안 지역의 피해 예측과 재해 규모의 산정은 중요한 문제가 되었다. 그리하여 본 연구에서는 예측 가능한 기상 자료를 바탕으로 풍랑 피해의 피해액을 예측하고 예측한 결과를 바탕으로 풍랑 피해에 대하여 사전 대비 차원의 재난 관리가 가능할 것이라 판단된다. 본 연구에서는 재해 통계 자료가 부족한 시·군·구는 인접한 기상 관측소의 자료를 활용하는 지역은 군집 분석을 활용하였다. 예측 가능한 기상자료와 지역 등급을 반영하였고, 재해 통계를 기반으로 남해연안지역의 풍랑 피해 예측 함수를 개발 하였고, 검증 작업으로는 NRMSE를 활용하였다. 그 결과 NRMSE는 1.61%에서 21.73%로 분석되었다.

Abstract The continuing urbanization and industrialization around the world has required a large amount of power. Therefore, construction of major infrastructure, including nuclear power plants in coastal areas, has accelerated. In addition, the intensity of natural disasters is increasing due to global warming and abnormal climate phenomena. Natural disasters are difficult to predict in terms of occurrence, location, and scale, resulting in human casualties and property damage. For these reasons, the disaster scale and damage estimation in coastal areas have become important issues. The present study examined the predictable weather data and regional ratings and developed estimating functions for wind wave damage based on the disaster statistics in the southern areas. The results of the present study are expected to help disaster management in advance of the wind wave damage. The NRMSE was used for verification. The accuracy of the NRMSE results ranged from 1.61% to 21.73%.

Keywords : Southern sea, Annual Disaster Report, Wind wave, Damage Predicting, Disaster Statistics

1. 서론

산업화의 발달과 도시화로 인한 지구온난화의 가속화와 기후의 변화는 해수면을 상승시켰고, 이상기후 현상을 유발하여 태풍, 폭우, 폭염, 가뭄 등 자연재해의 발생 빈도와 강도를 증가시켰다. 하지만 자연재해는 넓은 범

위와 다양한 원인으로 범위와 규모의 예측이 어려운 실정이다. 특히 선진국에 비하여 저개발 국가의 경우 대규모의 피해가 증가하고 있다. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)의 제 5차 평가 보고서(Fifth assessment report, AR5)에 따르면 1950년 이래로 다수의 극한 기상 및 기후현상에서 변화가 관측 되었으며 폭

본 논문은 정부(국민안전처)의 재원으로 재난안전기술사업단의 지원을 받아 수행되었음.

*Corresponding Author : Jong Keun Son(Pusan Univ.)

Tel: +82-51-510-7654 email: ksca1043@naver.com

Received November 23, 2017

Revised January 2, 2018

Accepted February 2, 2018

Published February 28, 2018

염, 태풍, 홍수 등 최근의 극한 기후현상이 미친 영향을 볼 때, 일부 생태계와 인간생활은 현재 기후변동성에 상당히 취약하고 심각하게 노출되었고, 전 세계적으로 기후관련 자연재해발생은 지속적으로 증가할 것으로 나타났다[19]. 자연재해의 피해규모와 발생빈도 증가, 이상 기후 현상, 해수면 상승 등 이러한 현상에도 불구하고 연안지역에는 주요산업단지과 원자력발전소 등이 위치하고 있으며, 현재까지 운영 및 개발되고 있다. 풍랑이나 태풍, 지진해일 등 인명피해와 재산피해에 막대한 영향을 끼치는 재해에 대한 재해예방 시스템의 구축은 아직 미비한 상태이다. 방재시스템이 잘 구축되어 있는 일본에서 실제로 2011년 발생한 동일본 지진해일에 의해 큰 피해를 입었고, 원자력 발전소에 큰 피해를 입히면서, 일본은 2차, 3차 피해를 겪었다[1][2].

우리나라의 재해통계를 살펴보면 2000년도 이후 호우, 태풍 순서로 큰 피해를 입고 있으며, 2003년에는 태풍 매미의 영향으로 부산에 위치하고 있는 해상 호텔이 해일에 의해 전복되는 등 대규모 재산 및 인명피해가 발생했다. 이렇듯 2000년대에 들어 집중호우, 폭우, 태풍 등 관련된 피해는 증가하고 있는 실정이지만 국내에는 체계적이고 일관된 통계기반 정보체계의 구축이 미흡한 실정이기 때문에 자연재해에 대한 정확한 피해 산정이 어려운 실정이다[3]. 이처럼 우리나라에도 예상하지 못하는 대규모의 자연재해가 발생하고 있지만 이에 대한 대비가 부족하며, 발생지점과 발생시점, 규모, 예상피해액을 예측하기는 힘들다. 또한 자연재해에 대비한 계획이나 구조적, 비구조적 대책이 부족하여 초동대책 또한 불가능하다. 국제해양기상위원회는 풍랑 피해 관측과 예측기술개발을 위해 해상과 연안지역에 관측지점을 확충하고 분석 및 예측시스템 개발에 지속적인 투자가 필요함을 밝힌 바 있다[4][5]. 하지만 자연재해의 피해조사는 인력의 부족과 수동적인 방법으로 피해를 조사하고 조사된 정보의 관리와 전달 능력이 부족한 실정이다[6]. 이러한 내용을 바탕으로 자연재해 발생 시 피해규모를 예측할 수 있다면, 적절한 초기대응이 가능하고 자연재해에 의한 사회기반시설과 인명피해, 재산피해를 저감하기 위해 이와 관련된 연구수행 및 시스템의 개발이 필요하다.

2. 연구동향

풍랑(wind wave)이란 해상에서 바람에 의해 일어나

는 파도를 의미한다. 풍랑은 2005년 자연재해대책법이 개정되며 호우, 태풍, 지진 등과 함께 풍랑은 자연재해로 분류되었으며, 2006년부터 국민안전처(구 소방방재청)에서 발간하는 재해연보에 수록되기 시작했다[7].

풍랑피해의 예측에 관한 국내의 연구사례를 살펴보면 일기도와 수치모델을 이용하는 방법이 대표적이다. 이해우 등(2014)은 위험상태의 기상은 재해가 발생하기 이전의 일반적인 기상상태와 구분이 되는 특징이 있으며 기계학습 기법인 CNN(Convolutional Neural Network)을 이용하고 과거 기상상태 자료를 활용하며 CNN을 학습시켜 예측 모델을 생성하고 풍랑이 발생할지를 예측하는 시스템을 제안했다[8]. 오성택 등(2013)은 SVM(Support Vector Machine) 기법을 사용하여 기상자료를 활용하여 6시간 후 풍랑의 발생 여부를 판단할 수 있는 예측모델을 개발했다[9]. 한국해양연구원(2002)은 파고에 따라 반사율, 투과율, 제체 내부의 간극수압, 입사파의 주기를 모형실험을 통하여 풍랑의 특성을 분석 하였으며[10], 박정재(2009)는 해수면의 상승과 해일에 따라 발생하는 자연재해에 대응하는 대비책을 마련하고자 해안지역의 재해 위험성을 분석하고 방안을 정리하였다[11].

통계분석을 활용한 연구로 엄대용(2008)은 지진해일이 내습 시 피해지역을 예측하고자 지진해일에 관한 통계자료와 관련 연구를 이용하여 가상의 시나리오를 작성했고, 가상지진해일에 의한 피해지역을 3차원으로 분석하였다[12]. 이승수 등(2014)은 태풍 내습 시 확률적 해일고를 추산하고자 해양기상 연계 모형인 SLOSH(Sea, Lake, and Overland Surges from Hurricanes) 모델을 활용하여 태풍 매미(MAEMI, 0314)와 볼라벤(BOLAVEN, 1215)의 해일고와 최대 해일고의 발생시간을 통해 국립해양조사원에서 제공하고 있는 실측자료와 비교하여 유용성을 증명했다[13]. 또한 안시형(2017)은 서해연안지역의 대표지역을 선정하여 기상자료와 지역특성자료를 활용하여 서해연안지역의 풍랑피해예측함수를 개발하였으며[14], 추태호 등(2017)은 서해, 남해, 동해, 제주지역을 대상으로 지역별 풍랑피해예측함수를 제안하였다[5][7][15]. 송창영, 양병수(2016)는 재해연보를 기반으로 강풍피해 내역을 분석하였고 풍속과 피해액의 상관관계와 문제점을 파악하고 재해연보의 피해이력 신뢰향상에 대한 개선방안을 제시했다[16]. 이렇듯 기존의 풍랑피해예측에 관한 자료는 부족할 뿐만 아니라 일기도를 활용하거나 수치모형을 이용하는 방법이 주를 이루고 있다.

그리고 앞서 제안된 풍랑피해 예측함수는 최대 유의파고, 최대 평균파고 등 예측이 되지 않는 기상인자를 활용하였기 때문에 효율성이 부족하며, 본 연구에서는 기존에 개발된 풍랑피해 예측함수를 보완하고 예측 가능한 기상인자를 활용한 풍랑피해 예측함수를 제안하고자 한다.

3. 연구방법

본 연구에서는 재해통계를 기반으로 남해연안지역을 대상으로 풍랑피해 예측함수를 개발하여 재해가 발생하기 전 정확하고 신속하게 피해규모를 예측하고 풍랑피해에 대하여 재해를 관리하고자 한다. 풍랑피해는 재해가 예상될 때 기상청에서 풍랑주의보와 풍랑경보의 기상특보를 발표하여 재해에 대비할 수 있도록 한다. 풍랑주의보의 기준은 해상에서 풍속 14 m/s 이상이 3시간 이상 지속되거나 유의파고가 3m 이상이 예상될 때 풍랑주의보가 발령된다. 그리고 풍속이 21 m/s 이상이 3시간 이상 지속되거나 유의파고가 5m 이상이 예상될 때 풍랑경보를 발표한다. 풍랑은 재해로 분류되고 10년 밖에 지나지 않았기 때문에 풍랑피해에 대한 자료가 부족한 실정이다. 이러한 문제를 해결하기 위하여, 호우, 해일, 강풍을 동반하는 태풍에 의해 일어난 피해이력 중 선박, 어항, 수리·방조제 등 풍랑피해로 간주할 수 있는 1991년부터 2015년까지의 피해를 추가로 수집하여 풍랑피해 예측함수 개발에 활용하였다[17][18]. 남해 연안지역의 총 피해건수는 316건으로 풍랑 피해건수는 25건 태풍피해 건수는 291건으로 분석되었다. 총 316건의 데이터는 기상자료를 활용하여 가용피해건수를 분석하였고 실제 풍랑피해 예측함수 개발에 사용된 데이터는 총 160건으로 분석되었다. 풍랑피해 예측함수를 개발하기에 데이터가 부족한 지역은 군집분석을 통하여 군집화 하여 예측함수를 개발하였고, 한국은행 경제통계시스템의 2015년 생산자물가지수를 통하여 화폐가치를 환산하였다. 기상청 바다날씨자료와 국립해양조사원의 조위관측소 자료 중 예측 가능한 인자들을 기상변수로 사용하고 국립해양조사원(2015)에서 제시한 지역등급 분류 인자를 풍랑피해 예측함수 개발에 활용하였다[19]. 이들 인자를 바탕으로 변수들 간의 유의성을 평가하고, 예측함수를 개발하였다. 연구흐름은 Fig. 1에 나타냈고 남해연안지역의 군집지역 및 함수개발 지역은 Fig. 2에 도시하였다.

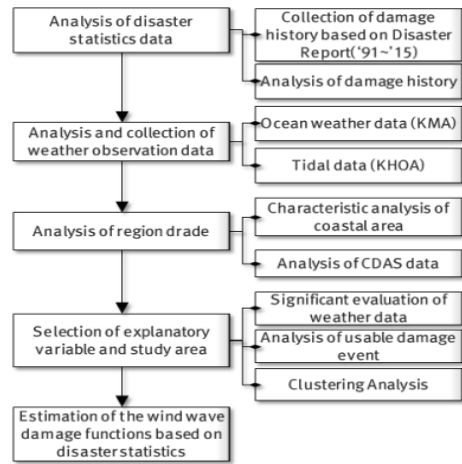


Fig. 1. Flow chart

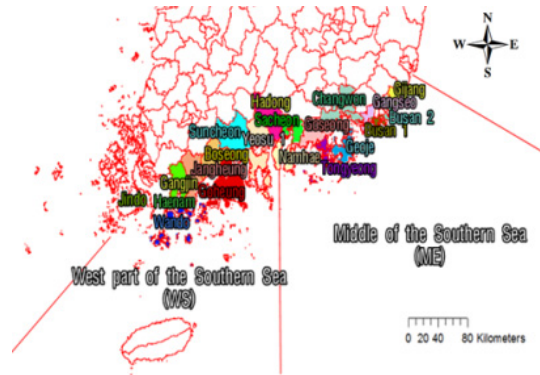


Fig. 2. Wind wave damage Occurrence Area

3.1 풍랑피해 이력 및 설명변수 선정

3.1.1 재해통계자료 분석

국민재난안전포털에서 제공하는 재해연보는 국민안전처에서 매년 발행하고 있는 체계적으로 정리한 재해관련 통계자료이다.[20] 자연재해대책법에 의거하여 2006년부터 전국 지자체에서 풍랑에 관한 정보가 기록되었고, 재해연보에도 수록되기 시작했다. 재해연보 보고서는 시·군·구별로 피해이력이 구축되어 있다는 장점이 있고 재해의 원인별, 시설물별 등 다양하게 구분이 되어있다. 본 연구에서는 2006년부터 2015년까지 시·군·구별로 정리된 풍랑피해 이력을 수집하고 분석하였다. 하지만 연구를 수행하기에 실제 사용할 수 있는 데이터의 한계가 있었고 이를 보완하기 위하여 1991년부터 2015년까지의 태풍피해 이력을 추가로 수집하였고 태풍피해이

력 중 풍랑피해로 간주 할 수 있는 데이터를 추출하였고 총 316건의 피해건수를 수집했다. 이렇게 수집된 자료를 바탕으로 기상자료와 연계하여 가용피해건수를 분석하였다. 가용피해건수를 분석한 결과 풍랑피해 24건 태풍피해 136건으로 총 160건의 가용피해건수를 확인할 수 있었다. 분석결과 전라남도 완도군이 가장 많은 피해를 입었으며 총 피해건수는 29건, 가용피해건수는 17건으로 분석되었다(Fig. 3, 4).

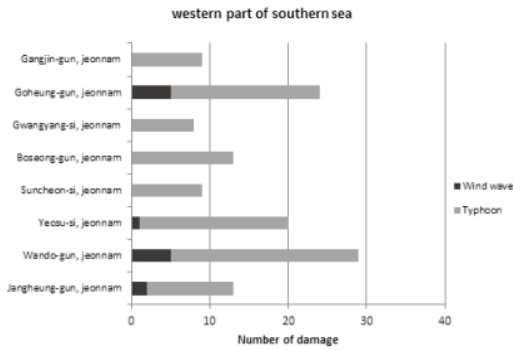


Fig. 3. Analysis of the number of available damages in the western part of southern sea

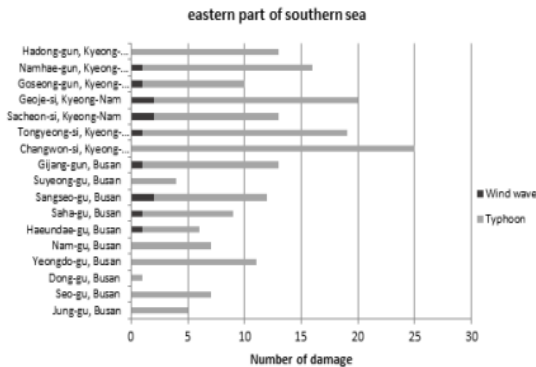


Fig. 4. Analysis of the number of available damages in the eastern part of southern sea

분석된 피해건수는 피해액의 정확한 산출을 위해 한국은행 경제통계시스템의 2015년 생산자물가지수를 기준으로 화폐가치를 환산하였고 Table. 1은 '91~'15년의 화폐가치의 배수를 나타냈다.

Table 1. Inflation factor for each year(criterion 2014)

Year	Yearly inflation multiples	Year	Yearly inflation multiples
1991	1.71	2004	1.19
1992	1.67	2005	1.16
1993	1.65	2006	1.15
1994	1.61	2007	1.14
1995	1.53	2008	1.05
1996	1.49	2009	1.05
1997	1.43	2010	1.01
1998	1.28	2011	0.95
1999	1.30	2012	0.94
2000	1.28	2013	0.95
2001	1.28	2014	0.96
2002	1.29	2015	1.00
2003	1.26		

3.1.2 기상자료 분석

본 연구에서는 기상청에서 제공하는 바다날씨자료와 국립해양조사원에서 제공하는 조위관측소 조위자료를 예측함수 개발에 사용하였다. 현재 기상청은 우리나라연안에 국내부이 11개소, 파고부이 43개소, 국내등표 9개소를 운영하고 있으며, 기상청 홈페이지에 자료를 공개하고 있다. 본 연구에서는 기상청에서 제공하는 기상자료를 관측개시일로부터 2015년까지 일단위로 수집하여 기상변수 Data를 구축하였다.[21] 국립해양조사원에서는 전국 연안에 47개소의 조위관측소를 운영하고 있으며, 국립해양조사원 홈페이지의 스마트조석예보 시스템을 통해 자료를 제공하고 있다.[22] 본 연구에서는 국립해양조사원에서 제공하는 조위자료를 관측개시일로부터 2015년까지 시간위로 수집하여 데이터를 구축하였다.

3.1.3 군집분석

앞선 연구에는 피해이력이 많은 지역을 대표지역으로 선정하여 예측함수를 개발하였다. 피해이력은 존재하나 피해 당시 기상자료의 부재로 피해이력을 활용할 수 없었고 피해이력이 4개 이하인 지역은 함수식을 개발하는데 한계가 있었다. 이러한 문제점을 보완하기 위하여 본 연구에서는 관측소를 기준으로 인접한 시·군·구를 분석하고 가용피해건수가 적은 지역을 선별하여 군집화 하였다.(Table. 2)

Table 2. Clustering Status of the southern area

Clustering name	The administrative district
Busan1	Busan junggu, Busan seogu, Busan donggu, Busan yeongdoğu, Busan saħu
Busan2	Busan namgu, Busan haeundaegu, Busan suyeonggu
Yeosu1	Junnam Yeosu, Junnam Gwangyang

3.1.4 지역특성 반영

풍랑피해가 일어나는 지역은 그 지역마다의 특성이 다르기 때문에 이를 반영하기 위해 지역 구성에 따른 등급분류를 수행했다. 본 연구에서는 국립해양조사원에서 발간한 연안재해취약성 평가체계(Coastal Disaster Assessment System, CDAS) 구축 결과보고서에 제시되어 있는 연안재해노출지수(COastal Disaster Index, CODI), 연안민감도지수(COastal Sensitivity Index, COSI), 연안재해영향지수(Coastal Potential Impact Index, CPII)를 분석하고 연구에 반영하였다. 여기서, 연안재해노출지수는 연안에서 일어나는 인간활동에 직접적, 간접적, 잠재적으로 재해를 유발할 수 있는 자연현상의 영향을 정량적으로 표현한 것이고, 연안민감도지수는 연안에서 일어나는 인간활동이 재해노출에 부정적 영향을 정량적으로 나타낸 것이다. 마지막으로 연안재해영향지수는 연안재해노출지수와 연안민감도지수에 가중치를 부여해 산출하는 것이다.

4. 풍랑피해 예측함수 개발

본 연구에서는 SPSS프로그램을 통하여 기상변수와 지역특성을 고려한 변수들의 상관관계분석을 시행하였다. 이는 설명변수의 유의성을 평가하여 예측가능한 기상인자를 대상으로 후진법을 사용하여 유의성이 높은 기상인자를 도출하는 방법으로 풍랑피해 예측함수 개발에 적용하였다. 또한 지역특성을 고려하는 연안재해노출지수(COastal Disaster Index, CODI), 연안민감도지수(COastal Sensitivity Index, COSI), 연안재해영향지수(Coastal Potential Impact Index, CPII)중 2가지의 요소를 선택하여 총 4가지 설명변수를 예측함수 개발에 고려하였다. 그리고 기상자료와 피해액의 비교 분석을 통하여 가용피해건수를 분석했고, 가용피해건수의 피해액을

종속변수로 활용하여 총 18개 지역에 대한 풍랑피해 예측함수를 개발했다. (Table. 3, Table. 4).

Table 3. Estimated equation for each area (1)

Area	Estimated equation	NRMSE
Jangheung	$y = \frac{(-46.926 \cdot W_1^{15})}{(-3.746 \cdot P)^{15}} - e^{2.232 \cdot D} \cdot (-1.049 \cdot I)^3$	13.68%
Wando	$y = \frac{(0.199 \cdot W_1^{10})}{(0.350 \cdot L_1)^{20}} + e^{-0.088 \cdot D} \cdot (28.303 \cdot I)^3$	18.57%
Yeosu1	$y = \frac{(0.322 \cdot P)^{15}}{(7.396 \cdot L_1)^2} - e^{0.322 \cdot D} \cdot (-24.982 \cdot I)^3$	9.62%
Suncheon	$y = \frac{(1.006 \cdot P)^{16}}{(8.030 \cdot W_2)^3} - e^{1.065 \cdot D} \cdot (-3.382 \cdot I)^3$	7.79%
Boseong	$y = \frac{(0.316 \cdot P)^{25}}{(324.914 \cdot L_1)^2} + e^{-41.250 \cdot D} \cdot (0.417 \cdot I)^3$	10.17%
Goseong	$y = \frac{(1.061 \cdot P)^{16}}{(7.0755 \cdot W_2)^3} - e^{1.667 \cdot I} \cdot (-3.540 \cdot I)^3$	21.73%
Gangjin	$y = \frac{(0.7761 \cdot P)^{16}}{(161.574 \cdot L_1)^3} - e^{-0.239 \cdot D} \cdot (-19.571 \cdot I)^3$	4.38%

Table 4. Estimated equation for each area (2)

Area	Estimated equation	NRMSE
Busan1	$y = \frac{(1.152 \cdot P)^{10}}{(7.7468 \cdot W_1)^8} - e^{-23.437 \cdot I} \cdot (0.885 \cdot I)^3$	2.31%
Busan2	$y = \frac{(0.3192 \cdot P)^{18}}{(0.8017 \cdot 7.468 \cdot W_1)^3} - e^{-11.25 \cdot D} \cdot (0.4167 \cdot I)^3$	2.19%
BS gangseo	$y = \frac{(0.791 \cdot P)^{17}}{(236.340 \cdot W_1)^3} + e^{-41.250 \cdot D} \cdot (0.417 \cdot I)^3$	13.69%
BS gijang	$y = \frac{(0.895 \cdot W_1)^{14.5}}{(219.526 \cdot L_2)^3} - e^{1.223 \cdot D} \cdot (-2.677 \cdot I)^3$	4.90%
Changwon	$y = \frac{(1291.620 \cdot P)^3}{(22873.174 \cdot L_1)^3} + e^{-1.411 \cdot S} \cdot (-162.350 \cdot I)^3$	13.52%
Tongyeong	$y = \frac{(1.318 \cdot L_1)^{15}}{(33.035 \cdot W_1)^2} + e^{1.240 \cdot D} \cdot (0.655 \cdot I)^3$	1.61%
Sacheon	$y = \frac{(-2.147 \cdot L_2)^7}{(1.83806E+23 \cdot W_1)^{0.2}} + e^{2.834 \cdot D} \cdot (0.723 \cdot I)^3$	7.48%
Geoje	$y = \frac{(4.509 \cdot L_1)^9}{(18.721 \cdot W_1)^{1.5}} + e^{-251.067 \cdot D} \cdot (0.027 \cdot I)^3$	8.44%
Goseong	$y = \frac{(2.169 \cdot P)^{17}}{(5.479 \cdot W_2)^{1.1}} + e^{-91.376 \cdot D} \cdot (0.122 \cdot I)^3$	18.71%
Namhae	$y = \frac{(0.567 \cdot L_1)^{10}}{(89499500 \cdot W_2)^{0.5}} + e^{6.377 \cdot D} \cdot (-0.002 \cdot I)^3$	17.26%
Hadong	$y = \frac{(264.807 \cdot P)^{6.5}}{(12.532 \cdot W_1)^6} + e^{6.455 \cdot D} \cdot (0.076 \cdot I)^3$	6.31%

여기서, P는 풍속, L₁은 최대조위, L₂는 평균조위, W₁은 최대파고, W₂는 유의파고는 기상변수를 나타낸다. 그리고 지역특성으로는 D는 연안재해노출지수, S는 연안민감도지수이며 I는 연안재해영향지수이다.

정확도 검증을 위하여 사용한 NRMSE(Normalized Root Mean Square Error)은 실제 관측된 값과 예측된 값의 차이를 나타내는 RMSE(Root Mean Square Error)를 정규화 한 것이다.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - X_{model,i})^2}{n}} \quad (2)$$

$$NRMSE = \frac{RMSE}{X_{obs,max} - X_{obs,min}} \quad (3)$$

여기서, X_{obs} 는 실제 관측된 값을 의미하며 본 연구에서는 실제 피해액을 의미하며, X_{model} 은 예측된 값을 나타내고 함수식에 의해 예측된 값을 의미한다. NRMSE값은 낮을수록 높은 정확도를 가지고 있음을 나타낸다.

본 연구에서 개발한 풍랑피해 예측함수식의 효용성을 검증하기 위하여 실제피해액과 산정된 피해액의 비교 결과를 Fig. 6와 Fig. 8에 나타냈으며 Fig. 6은 장흥군, Fig. 8은 부산 기장군의 함수식 개발 결과를 도시했다. Fig. 5는 실제피해액과 예측피해액을 비교한 것으로 x축은 풍랑피해 횟수, y축은 피해액(10³won)을 표현했다. 그리고 흑색원은 실제피해액, 실제피해액의 ±10%를 오차범위로 설정하여 그래프에 도시하였다. 적색 네모는 예측피해액이다. Fig. 7은 실제피해액과 예측피해액의 상관관계를 분석한 결과를 나타낸다.

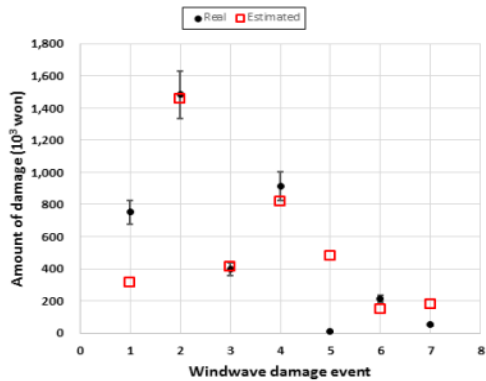


Fig. 5. Estimated damage versus real damage

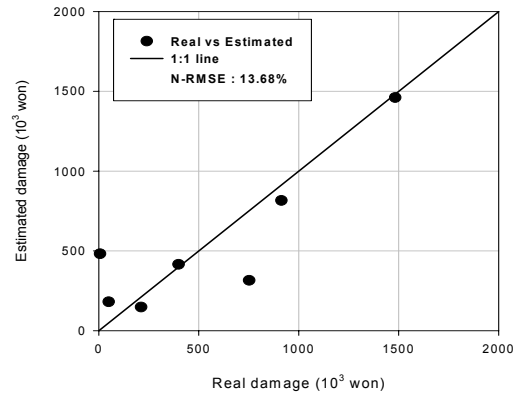


Fig. 6. The result for development of wind wave damage estimation(Jangheung gun)

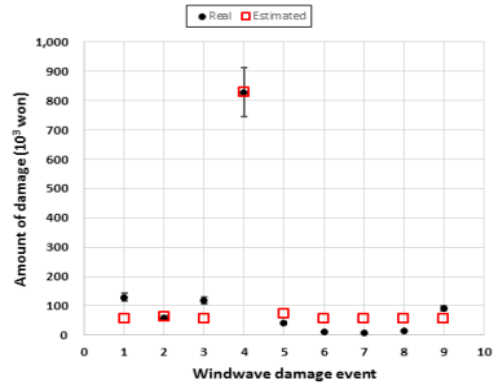


Fig. 7. Estimated damage versus real damage

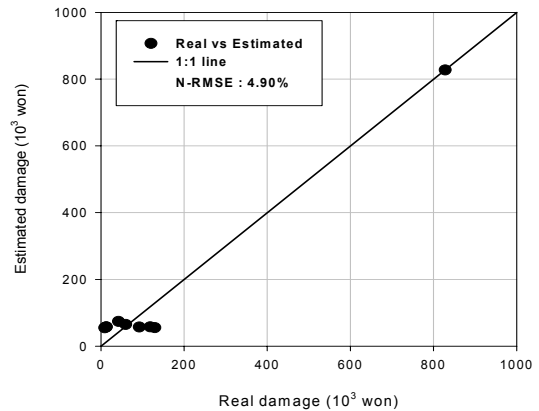


Fig. 8. The result for development of wind wave damage estimation(Busan Gijang gun)

5. 결론 및 고찰

본 연구는 재해통계를 기반으로 남해연안지역 풍랑피해 예측함수 개발을 목표로 진행되었으며, 기상청 바다날씨 자료와 국립해양조사원의 조위자료 지역특성을 고려할 수 있는 연안재해취약성 평가체계((Coastal Disaster Assessment System, CDAS)의 연안재해노출지수(CODI), 연안재해민감도지수(COSI), 연안재해노출지수(CPII)를 반영하여 남해연안지역의 풍랑피해에 대한 예측함수를 개발했다. 본 연구에서는 남해연안 전 지역의 풍랑피해 예측함수 적용을 위해 데이터의 개수가 부족한 지역에 대해 군집분석을 수행했고 남해연안 18개 지역에 대한 풍랑피해 예측함수를 개발하였다. 이를 통해 다음과 같은 결론을 도출했다.

첫째, 남해연안 18개 지역에 대한 NRMSE 값은 1.61%에서 21.73%로 결과를 분석했으며, NRMSE 값이 10%미만인 지역은 10곳으로 나타났다.

둘째, 본 연구에서 개발한 풍랑피해예측함수를 통하여 피해발생 전 피해영향 및 규모를 신속하게 예측이 가능하나, 큰 피해가 발생하는 경우에는 피해오차가 크고 예측력이 떨어지는 한계점이 보인다. 이러한 문제점은 공공·사유시설에 대한 정확한 재해통계 자료의 구축과 기상자료의 확보가 중요할 것으로 사료된다. 향후 방파제·항만·어항시설 등 기투자요소를 고려하여 고도화 연구를 진행하면 예측력이 개선될 것으로 판단된다.

References

- [1] Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.), *Climate Change 2014: Synthesis Report*, 151 pp, (IPCC, Geneva, Switzerland), 2014
- [2] Y. S. Cho, Facilities Safety, *Journal of Korea Infrastructure Safety Corporation*, vol. 38, pp. 9-21, 2011.
- [3] J. S. Lee, Development of Regional Flood Damage Functions for Public Facilities Based on Disaster Statistics and Impact Assessment of Climate Change, Doctoral thesis, Inha Univ Graduate School, 2017.
- [4] WMO Secretariat, Recommendations for Wave Observations, Joint WMO/IOC Commission for Oceanography & Marine Meteorology(JCOMM), 2007.
- [5] T. H. Choo, K. S. Kwak, S. H. Ahn, D. U. Yang, J. K. Son, Development for the function of Wind wave Damage Estimation at the Western Coastal Zone based on Disaster Statistics, *Journal of Korea academia-industrial technology*, vol. 18, no. 2, pp. 14-22, 2017a. DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2017.18.2.14>
- [6] T. H. Kim, K. H. Kim, J. H. Shim, W. J. Choi, Development of Web-GIS based Real-Time Natural Disaster Damage Information Management System *Korea Spatial Information Society*, vol. 10, no. 4, pp. 103-107, 2008.
- [7] T. H. Choo, G. S. Yun, Y. B. Kwon, S. J. Park, S. R. Kim, Proposal for Wind Wave Damage Cost Estimation at the Southern Coastal Zone based on Disaster Statistics, *International JOURNAL OF CONTENTS*, vol. 17, no. 4, pp. 267-274, 2017b. DOI: <http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2017.17.04.267>
- [8] H. W. Lee, J. H. Lee, Heavy Seas Forecast using Convolutional Neural Network, *Proceedings of KIIS Fall Conference*, vol. 24, no. 2, pp. 77-78, 2014.
- [9] S. T. Oh, J. D. Lee, J. H. Lee, Heavy Seas Forecast in Korea using Support Vector Machine, *Proceedings of KIIS Fall Conference*, vol. 23, no. 2, pp. 69-70, 2013.
- [10] Korea Institute of Science and Technology, 2001 Report of the Study Construction of Ieodo Ocean Research Station, Ministry of Coceans and Fisheries, 2002.
- [11] J. J. Park, Vulnerability and Adaptation to Sea Level Rise and Storm Surge, *The Geographical Journal of Korea*, vol. 43, no. 3, pp. 435-454, 2009.
- [12] D. Y. Um, A Study of Damage District Forecast by Imaginary Tsunami Scenario, *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, vol. 11, no. 1, pp. 105-115, 2008.
- [13] S. S. Lee, C. H. Won, Y. M. Kim, Numerical Prediction of Typhoon Storm Surge using Ocean-Meteorology Coupled Model, *Journal of the Wind Engineering Institute of Korea*, vol. 18, no. 4, pp. 207-214, 2014.
- [14] S. H. Ahn, Development for Wind Wave Damage Cost Estimation Considering Coastal Characteristics : West Coast Center, Master Thesis, Pusan National University Graduate School, 2016.
- [15] T. H. Choo, J. W. Kwon, G. S. Yun, D. U. Yang, K. S. Kwak, Development of Predicting Function for Wind Wave Damage based on Disaster Statistics: Focused on East Sea and Jeju Island, *J. of Korean Society of Environmental Technology*, vol. 18, no. 2, pp. 165-172, 2017c.
- [16] C. Y. Song, B. S. Yang, Gale Disaster Damage Investigation Process Provement Plan according to Correlation Analysis between Wind Speed and Damage Cost -Centering on Disaster Year Book-, *The Korean Society of Safety*, vol. 31, no. 2, pp. 119-126, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14346/JKOSOS.2016.31.2.119>
- [17] Ministry of Public Safety and Security, Disaster Year Book, 2014-2016
- [18] National Emergency Management Agency, Disaster Year Book, 1991-2013
- [19] Korea Hydrographic and Oceanographic Agency, The construction results report of Coastal Disaster Assessment System(CDAS), 2015.
- [20] National Disaster management potal, Disaster Year Book(1991~2015), <http://www.safekorea.go.kr>
- [21] Korea Meteorological Administration, Marine Weather Buoy, Marine Light House Buoy, Marine Wave Height Buoy(~2015), <http://www.kma.go.kr>

[22] Korea Hydrographic and Oceanographic Administration, KHOA Smart Tide Forecast, <http://www.khoa.go.kr>

추 태 호(Tai Ho Choo) [정회원]



- 1990년 12월 : Pittsburgh 대학교 토목공학과(공학석사)
- 1998년 12월 : Pittsburgh 대학교 환경토목공학과(공학박사)
- 2003년 3월 ~ 2006년 2월 : 한국 연구소 책임연구원
- 1984년 2월 ~ 2002년 9월 : K-Water 연구원 책임연구원 등
- 2002년 9월 ~ 현재 : 부산대학교 건설융합학부 교수

<관심분야>
 댐, 수리학, 하천

김 영 식(Yeong Sik Kim) [정회원]



- 1988년 2월 : 부산대학교 토목공학과 졸업(공학사)
- 2005년 8월 : 동아대학교 토목공학과 졸업(공학석사)
- 2017년 8월 ~ 현재 : 부산대학교 사회환경시스템공학과 박사과정

<관심분야>
 수리학, 하천, 수리수문

심 상 보(Sang Bo Sim) [준회원]



- 2015 3월 : 유한대학교 컴퓨터공학과(전문학사)
- 2016년 3월 : 국가평생교육진흥원 정보통신공학전공(공학사)
- 2017년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 사회환경시스템공학과 석사과정

<관심분야>
 수리수문, 도시방재, 댐

손 종 근(Jong Keun Son) [정회원]



- 2004년 2월 : 창신대학교 건설환경과(공학사)
- 2006년 2월 : 밀양대학교 토목공학과 졸업(공학사)
- 2008년 2월 : 부산대학교 산업토목공학과 대학원(공학석사)
- 2015년 8월 ~ 현재 : 부산대학교 사회환경시스템공학과 박사과정

<관심분야>
 댐, 수리수문, 스마트위터그리드