

RFM 모형을 활용한 지역별 재해 위험도 분석 방법론 제안

Proposal Methodology for Disaster Risk Analysis by Region Using RFM Model

김태진^{1*} · 김성수² · 전다희³ · 박상현⁴TaeJin Kim^{1*}, SungSoo Kim², DaHee Jeon³, SangHyun Park⁴¹Researcher, Safety Research Division, National Disaster Management Research Institute, Ulsan, Republic of Korea²Senior Researcher, Safety Research Division, National Disaster Management Research Institute, Ulsan, Republic of Korea³Researcher, Safety Research Division, National Disaster Management Research Institute, Ulsan, Republic of Korea⁴Senior Research Officer, Safety Research Division, National Disaster Management Research Institute, Ulsan, Republic of Korea

*Corresponding author: TaeJin Kim, kimtj88@korea.kr

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study is to propose an analytical methodology for selecting the priority of preventive projects in the course of carrying out disaster prevention projects that improve disaster-hazardous areas. **Method:** Data analysis was performed using RFM model which can divide data grade and perform target marketing based on Recency, Frequency, and Monetary. **Result:** The top 10% of the area with high RFM value was mainly in the East Sea and the South Sea coast, and the number of damage in private facilities was high. **Conclusion:** In this study, we used the RFM model to select the priority of disaster risk and to implement the regional disaster risk using GIS. These results are expected to be used as basic data for selecting priority project sites for disaster prevention projects and as basic data in the decision-making process for disaster prevention projects.

Keywords: RFM Model, Elbow Method, Quantification Analysis, GIS, Disaster Prevention Project

요약

연구목적: 본 연구는 재해위험지역을 개선하는 재해예방사업을 실시하는 과정에서 예방사업의 우선순위를 선정하기 위한 분석 방법론 제안을 목적으로 한다. **연구방법:** 최근성(Recency), 빈도성(Frequency), 화폐성(Monetary)을 기준으로 데이터의 등급을 나누고 타겟 마케팅을 수행할 수 있는 RFM 모형을 활용하여 데이터 분석을 수행하였다. **연구결과:** RFM 값이 높은 상위 10% 지역이 동해와 남해 연안을 중심으로 나타났으며, 피해 유형을 살펴보면 사유시설의 피해 건수가 크게 나타났다. **결론:** 본 연구에서는 RFM 모형을 활용하여 재해위험의 우선순위를 선정하고 GIS를 활용한 지역재해위험도를 구현하였다. 이러한 결과는 재해예방사업의 우선 사업대상지를 선정할 수 있는 기초자료와 재해예방사업의 의사결정 과정에서 기초자료로 활용되기를 기대한다.

핵심용어: RFM 모형, Elbow 방법, 계량화 분석, GIS, 재해예방사업

Received | 29 May, 2020

Revised | 1 June, 2020

Accepted | 31 July, 2020

OPEN ACCESS



This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

미국 국립해양대기청(NOAA, 2020)의 발표에 따르면, 2020년 1월이 1879년 세계 평균기온을 관측한 이래 가장 더웠던 1월이라고 발표하였다. 남극에서는 기온이 20°C를 넘겼으며, 노르웨이 서부의 순달소라 지역은 예년 월평균보다 25°C 이상 높은 19°C를 기록하였다. 이처럼 고온의 현상만 나타나는 것은 아니었다. 사막지대인 사우디아라비아 북서부 타부크 지역에서는 최근 폭설이 내리는 이례적인 현상이 발생하였으며, 사하라 사막에서도 폭설이 내린 기록이 있다. 매년 크고 작은 산불이 발생한 호주는 최근 1100만 헥타르(ha) 이상의 산림이 소실되는 최악의 산불로 총 80조 원(추산)의 피해를 입었다. 전문가들은 호주의 강수량이 급격히 줄어들면서 땅이 메마르고 고온 건조한 환경으로 변하는 호주의 이상 기후변화로 산불의 피해가 커졌다고 직접적인 이유를 발표하였지만, 호주 시민들은 정부의 대비와 초동 대응의 실패를 지적하고 있다.

지구촌 곳곳에서 나타나는 이상 기후변화는 집중호우와 초대형 산불, 지진과 쓰나미 등과 같은 다양한 자연재해 형태로 발생하고, 그 빈도와 규모는 점진적으로 커지면서 예측할 수 없는 사회적·경제적인 손실을 초래하고 있다. Lee et al.(2016)은 지구 온난화에 따른 자연재해의 위험으로부터 생명과 재산을 지키고자 재난의 원인이 되는 위험을 관리하는 국제적인 트렌드를 확인하였으며, Lee(2019)은 국내외 자연재난 발생에 따른 피해 현황 추이와 기후변화에 따른 재난의 특성을 분석하여 지속적인 평가 기반을 마련하는 체계의 필요성을 제안하였다. 이처럼 재난 발생 이전에 취약한 지역을 찾아 체계적인 정비와 사전관리의 필요성이 대두되면서 선진국들은 국가 차원에서 자연재해를 대비하는 예방사업을 추진하여 피해를 최소화하고 경제적인 효과를 입증하고 있다. Tatano et al.(2005)은 방재사업의 투자로 인해 재해 발생 시 재해 피해의 경감 효과와 그 주변 지역의 파급 효과 및 편익이 있음을 확인하였으며, Total Disaster Risk Management (ADR Center, 2005)에서는 국가의 발전력과 자연재해 간의 상관관계를 분석해 재해의 위험을 관리함으로써 발전수준과 그 추세선이 높아진다는 결과를 제시하였다. Natural Hazard Mitigation Saves: 2017 Interim Report (MMC, 2017)에서는 1달러의 재해 예방사업에 투자할 경우 4달러의 효과가 있다고 발표 하였으며, Venton et al.(2004)은 실제 인도에서 수행한 재해예방사업의 효과를 분석하여 투자 금액 1단위당 3.76의 효과가 있음을 분석하였다.

Table 1. The Present Status of Disaster

Project	Natural Disaster Risk Improvement District	Disaster Risk Reservoir	Areas of Steep Slope Collapse	Small River	Water-Reducing Facility System	
Designating Authority	Mayor·Governor·Ward chief					
Assessment Methods	Expert Review	Safety Diagnosis	Risk Assessment	Maintenance Plan	Feasibility Review	
Designated District Area	Evaluation Scope	Stage 4	Stage 5	Stage 5	Priority	-
Designation Criteria	1~4 Grade	4~5 Grade	4~5 Grade	4~5 Grade	Extension 500m, width 2m or more	-
Designation Status	2,135 Locations	500 Locations	1,573 Locations	22,482 Locations	192 Locations	
Implementing Entity	Local Government					
Support Condition	50% State Funding for The Project					

우리나라는 1998년부터 재해 취약시설과 위험지역을 발굴하여 사전에 대비하는 자연재해예방사업을 추진하고 있다. 재

해예방사업은 Table 1와 같이 5개 유형으로 구분하여 평가를 실시하고 있으며, 사업 대상지 선정된 후 예산을 광역시도로 배분하고 시군구가 최종적으로 사업을 수행하고 있다. 재해예방사업은 1995년을 시작으로 2019년까지 24년 동안 17조 9천억원의 예산을 투자하여 다양한 재해위험 요인을 제거하고 있지만 한정된 자원과 예산을 활용해야 하는 문제점으로 여전히 개선해야 할 취약시설과 지역이 많이 남아있다. 이러한 이유로 주요 평가항목을 구성하여 예방사업의 우선 대상지역 순위를 선정하고 있지만 비용 편익을 중심으로 시설과 지구 단위를 선정하고 개선의 기대효과만을 고려하면서 지역별 자연재해의 특성을 반영하기엔 한계가 있다. 본 연구에서는 이러한 문제점과 한계를 보완하기 위한 방안으로 재해예방사업의 우선 사업대상지를 고려하는 과정에서 지역별 취약 요소와 재해 유형별 위험도를 정량적인 수치로 비교하고 분석할 수 있는 방법론을 제안하고자 한다.

분석 방법론

RFM 모형의 개념

1900년대 대중들에게 카탈로그를 발송하는 마케팅이 시작되면서 불필요하게 버려지는 카탈로그의 비용을 줄이고 효율성과 수익성을 증대할 수 있는 마케팅을 실현하고자 카탈로그 발송 이후 일정한 기간 동안 거래실적이 없는 경우 카탈로그를 발송하지 않는 방식으로 불필요한 자원 낭비를 방지하였다. Bult et al.(1995)은 이러한 마케팅 방식을 착안하여 RFM 모형을 처음 정립하였다. RFM 모형은 최근성(Recency), 빈도(Frequency), 화폐(Monetary)의 세 가지 지표를 바탕으로 등급을 세분화하여 타겟 마케팅을 분석하는 방법으로 수명주기(Life Cycle)와 계절성(Seasonality)을 고려해야 하는 상황에서 외부적인 요인에 영향을 받기 쉬운 마케팅 분야의 고객 관리를 위한 분석 방법으로 널리 활용되고 있다. RFM 모형은 간단한 자료에도 그 특성과 패턴을 파악하기 용이하고 비교적 간단하게 분석할 수 있는 장점이 있다. Hu et al.(2011)은 시퀀셜 데이터 마이닝 과정을 RFM 모형을 응용한 알고리즘을 제안하였으며, 분석결과의 우수성을 확인하였다. Zhao(2008)은 빈곤학생에게 지원하는 대출사업 운영방식을 개선하고자 소비기록 데이터를 바탕으로 필요한 학생들을 선별적으로 추출하는 방법론을 제시하였다. Oppermann(2000)은 뉴질랜드 거주자의 여행기록 데이터를 바탕으로 관광지의 충성도를 분석하기 위하여 RFM 모형을 활용하였으며, 기존의 관광지 수요 예측보다 타당성이 높은 결론을 제시하였다. 이처럼 RFM 모형은 분석 데이터를 기준으로 타겟을 선별적으로 추출할 수 있다는 점과 데이터 테이블을 구성하여 등급을 나누고 관리할 수 있다는 장점을 착안하여, 본 연구에서는 RFM 모형을 활용한 자연재해의 위험 우선순위를 선정하고자 한다.

RFM 모형의 회귀식 구성

지역별 재해 위험도 분석을 수행하기 위해서는 먼저 RFM의 각 지표에 입력 데이터를 정리하고 정의하는 과정이 필요하다. 본 연구에서는 매년 자연재난 피해 및 복구현황에 대한 주요 통계를 수록하여 체계적으로 관리되고 있는 재해연보를 활용하였다. 재해연보는 재해의 원인별, 지역별, 수계별, 기간별 등으로 분류하고 피해의 범위는 공공시설(도로, 소화천, 상하수도, 학교 등), 사유시설(건물, 축사, 농경지 등)로 구분되어 있어 RFM 지표로 활용하기 용이하다. 이에 각 지표에 해당되는 내용을 Table 2와 같이 정의하였다.

Table 2. RFM Index Definition and Content

Indicators	Definition and content
R (Recency)	· Based on the latest date of the natural disaster · Based on the first day of occurrence
F (Frequency)	· Based on the number of natural disasters
M (Monetary)	· Based on the total amount of damage

정의된 지표는 자연재해의 발생 일자가 최근이며, 피해빈도와 피해금액이 높을수록 RFM 모형은 높은 점수를 부여하는 방식이다. 본 연구에서는 식 (1)와 같이 변수 간의 상관관계를 반영하면서 변수마다 상이한 가중치를 부여하고 상관계수가 결과에 미치는 ‘효과크기(Effect Size)’를 비교하기 위하여 일종의 회귀 식으로 구성하였다.

$$RFM = |w1| \cdot R + |w2| \cdot F + |w3| \cdot M \tag{1}$$

R(Recency) : Date of Occurrence
F(Frequency) : Damage Frequency
M(Monetary) : Damage Amount

지역별 재해 위험도 분석

기초데이터 분석

본 연구에서는 재해연보의 5개년(MOIS, 2014-2018)의 자료를 바탕으로 피해금액이 산정된 1,368건의 데이터를 대상으로 하였으며, 취합된 데이터를 시각적으로 확인하고자 Fig. 1와 같이 발생일자, 피해금액, 피해빈도를 3D Matrix를 구성하였다. 데이터를 살펴보면 매년 피해금액과 피해빈도가 증가하고 있는 추세로 2017년 이후 피해금액이 크게 증가한 것으로 나타났다. 2018년의 경우에는 장마 기간의 집중호우와 태풍 콩레이의 영향으로 자연재해 피해금액과 건수가 크게 증가된 것으로 확인되었다.

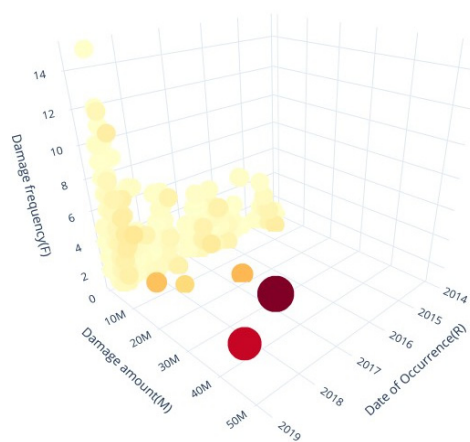


Fig. 1. 3D matrix plotting in data

RFM Scoring

RFM Scoring은 회귀식 식(1)에 RFM 값을 입력하기 위한 과정으로 각 지표별로 데이터의 비중을 확인하고, 구간별 데이터를 설정한 Class 값을 입력한다. 이러한 과정은 결과를 해석하거나 비교함에 있어서 용이하기 때문에 일반적으로 사용되는 방법이다. 본 연구에서는 적절한 Class 수를 산정하기 위하여 Elbow Method를 활용하였다. Elbow Method는 K-means 알고리즘을 활용하여 Clustering을 수행하는 과정에서 군집의 개수를 순차적으로 증가시키면서 오차제곱합(Sum of Squared Error)이 크게 변하지 않는 수준에 도달하게 되면 최적의 Cluster 개수로 판단하는 방법론이다. 1,368건의 데이터를 바탕으로 Elbow Method를 수행한 결과 Fig. 2와 같이 오차제곱합이 7개의 군집 이후로 값의 변화가 크게 줄어드는 것을 확인할 수 있으며, 10개 이후에는 값의 변화가 거의 없음을 확인할 수 있다.

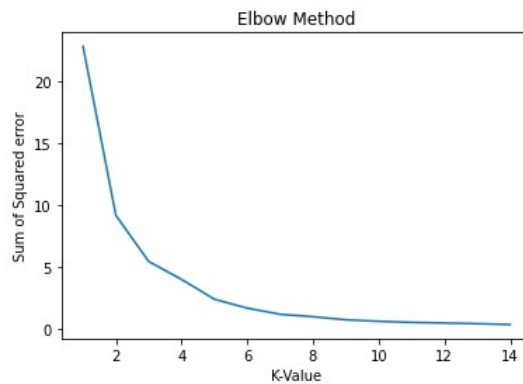


Fig. 2. Elbow method(Data clustering)

최종적으로 오차제곱합의 변화가 크게 이뤄지지 않는 10개를 기준으로 Class 개수를 나누어 해당하는 데이터를 분류하고자 각 지표별 Class 값과 그 구간을 Table 3와 같이 설정하였다.

Table 3. RFM Class Standard

Class	Section	Standard		
		R_Class	F_Class(Number)	M_Class (Thousand Won)
1Class	0% ~ 18.18%	2014.02.06. ~ 2016.07.01		26 ~ 15,266
2Class	18.18% ~ 34.55%	2016.07.02. ~ 2017.07.14	-	15,267 ~ 44,550
3Class	34.55% ~ 49.09%	2017.07.15. ~ 2018.06.30		44,551 ~ 98,159
4Class	49.09% ~ 61.82%	2018.07.01. ~ 2018.08.26	1 ~	98,160 ~ 177,367
5Class	61.82% ~ 72.73%	2018.08.27. ~ 2018.09.03	2 ~	177,368 ~ 345,542
6Class	72.73% ~ 81.82%	2018.09.04. ~ 2018.10.04	-	345,543 ~ 608,288
7Class	81.82% ~ 89.09%		3 ~	608,289 ~ 1,106,713
8Class	89.09% ~ 94.55%	-	4 ~	1,106,714 ~ 1,898,196
9Class	94.55% ~ 98.18%		5 ~	1,898,197 ~ 4,078,469
10Class	98.18% ~	2018.10.05 ~	8 ~	4,078,470 ~

가중치를 적용한 RFM 분석

RFM 모형의 최종 값을 도출하기 위해서는 각각의 가중치를 적절하게 조절해야만 지표의 중요도에 따라 변별력 있는 결과로 도출할 수 있다. 현재 재해예방사업의 선정과 재해예방사업 사후평가 과정에서는 피해금액과 투자대비 개선 효과를 금액적인 측면에서 검토되고 있다. 따라서 재해예방사업의 우선지역을 선정하기 위해서는 금액적인 부분을 고려한 변별력을 설정하고자 피해금액을 기준으로 가중치를 부여하였다. 다만, 피해금액을 기준으로 가중치를 설정하게 될 경우에는 회귀식 식(1)의 w3값이 1이 되는 문제점이 발생하면서 피해금액에 대한 편향적인 위험우선순위가 도출된다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 Table 4와 같이 각 지표별 Class에 해당되는 개수와 피해금액을 비율로 나타내고 피해금액 비율과 나누어 피해금액의 영향값을 도출하였다. 이는 각 지표별 클래스가 실제 피해금액에 얼마만큼 영향력을 미쳤는지 나타낼 수 있다. 최종적으로 각 지표별 피해금액의 영향값과 피해금액의 상관관계를 분석한 계수를 바탕으로 계수의 합과 나누게 되면 지표별로 부여되는 가중치 값 $|w1|=0.519$, $|w2|=0.075$, $|w3|=0.556$ 를 도출할 수 있다.

Table 4. RFM class ration and impact value of damage amount

Class	R Class (Count)	Damage Amount (Thousand Won)	Impact Value of Damage Amount	F Class (Count)	Damage Amount (Thousand Won)	Impact Value of Damage Amount	M Class (Count)	Damage Amount (Thousand Won)	Impact Value of Damage Amount
1	17.8% (243)	13.5% (96,182,530)	0.76	0.0% (-)	0.0% (-)	-	18.2% (249)	0.2% (1,506,801)	0.01
2	13.8% (189)	14.0% (100,449,151)	1.02	0.0% (-)	0.0% (-)	-	16.4% (224)	0.9% (6,392,846)	0.05
3	17.5% (240)	12.0% (86,095,705)	0.69	0.0% (-)	0.0% (-)	-	14.5% (199)	1.9% (13,689,504)	0.13
4	4.2% (58)	2.0% (14,175,756)	0.47	50.4% (690)	50.4% (185,331,504)	0.51	12.7% (174)	3.3% (23,460,342)	0.26
5	19.3% (264)	9.3% (66,600,652)	0.48	22.0% (301)	22.0% (139,022,649)	0.88	10.9% (149)	5.4% (38,424,599)	0.49
6	6.1% (84)	7.3% (52,544,107)	1.20	0.0% (-)	- (0.0%)	-	9.1% (124)	8.3% (59,055,525)	0.91
7	0.0% (-)	0.0% (-)	-	12.9% (177)	12.9% (164,012,317)	1.77	7.2% (99)	11.2% (79,728,481)	1.54
8	0.0% (-)	0.0% (-)	-	5.6% (76)	5.6% (68,480,628)	1.72	5.5% (75)	15.1% (107,612,484)	2.75
9	0.0% (-)	0.0% (-)	-	7.2% (99)	7.2% (140,938,952)	2.72	3.7% (50)	18.8% (134,367,610)	5.14
10	21.2% (290)	41.8% (298,908,278)	1.97	1.8% (25)	1.8% (17,170,129)	1.31	1.8% (25)	35.1% (250,717,987)	19.19
Sum	100.0% (1,368)	100.0% (714,956,179)	6.58	100.0% (1,368)	100.0% (714,956,179)	8.93	1,368 (100.0%)	100.0% (714,956,179)	30.48

분석 결과

RFM 분석 결과

RFM 모형을 활용한 분석 결과 시군구 단위별 재해의 유형별 RFM Class와 RFM 값을 확인할 수 있으며, Table 5는 그 결

과 일부를 요약하여 구성하였다. RFM 점수를 기준으로 상위 10%의 경우에는 RFM 점수는 평균 9.68점으로 평균 피해금액 2,224,460천원, 피해빈도 3.75건으로 나타났으며, 하위 10%의 경우에는 RFM 점수는 평균 1.86점으로 평균 피해금액 11,534천원, 피해빈도 1.19건으로 분석 되었다.

Table 5. Summary of RFM analysis results

Region_Disaster	Damage Amount (Thousand Won)	Damage Frequency (Number)	Date of Occurrence	R Class	F Class	M Class	RFM-Based Risk Ranking	RFM Value
Seogwipo City_Facilities	5,679,574	11	2018-10-04	10	10	10	1 Rank	11.49
Pohang-si Buk-gu_Building	52,385,700	7	2018-10-04	10	9	10	Co. 2 Rank	11.42
Pohang-si Nam-gu_Building	5,949,900	6	2018-10-04	10	9	10	Co. 2 Rank	11.42
.
.
Jeungpyeong-gun_Small River	1,054,048	1	2017-07-14	7	4	3	Co. 496 Rank	5.75
Pohang-si Nam-gu_Port	709,510	1	2017-11-15	7	4	3	Co. 496 Rank	5.75
.
.
Ulsan Jung-gu_Fishing Port	9,000	1	2015-08-23	1	4	1	Co. 1,319 Rank	1.37
Ulsan Dong-gu_River	13,788	1	2014-08-25	1	4	1	Co. 1,319 Rank	1.37

이를 시도별로 구성하여 RFM 위험순위를 비교하면 Table 6와 같이 확인할 수 있으며, 기존 재해연보를 바탕으로 일반적인 집계 방법과 비교하여 해석에 큰 차이가 있음을 확인할 수 있다. 피해빈도의 경우에는 1순위 경상남도, 2순위 경상북도, 3순위 경기도로 나타났으며, 피해금액의 경우에는 1순위 경상북도, 2순위 부산광역시, 3순위 충청북도로 나타났다. 이처럼 피해빈도와 금액의 순위가 시도별로 상이하면서 일반적으로 시도별로 종합적인 위험 우선순위를 평가하기 어렵지만, RFM 모형의 경우에는 분석 결과를 정량적인 값으로 도출되면서 위험 우선순위를 값으로 비교할 수 있는 장점이 있다. 분석결과 1순위 경상북도, 2순위 제주도, 3순위 경상남도로 확인할 수 있다.

Table 6. RFM Analysis Result by City

Region	Damage Frequency	Damage Amount (Million Won)	RFM-Based Risk Ranking	RFM Average Value
Seoul	26	2,924	13	4.04
Busan	120	142,560	7	5.02
Daegu	7	716	16	3.52
Incheon	20	3,188	14	4.02
Gwangju	10	98	17	2.60
Daejeon	22	3,343	15	3.96
Ulsan	53	67,532	6	5.12
Sejong	8	791	5	5.27
Gyeonggi	163	32,237	9	4.55
Gangwon	132	53,449	11	4.39

Table 6. RFM Analysis Result by City (Continue)

Region	Damage Frequency	Damage Amount (Million Won)	RFM-Based Risk Ranking	RFM Average Value
Chungbuk	134	77,031	4	5.48
Chungnam	87	45,024	12	4.21
Jeonbuk	61	18,405	10	4.49
Jeonnam	151	37,017	8	4.65
Gyeongbuk	169	164,294	1	6.16
Gyeongnam	189	57,756	3	5.70
Jeju	16	8,591	2	6.00

GIS를 활용한 지역별 재해 위험도 시각화

앞서 시도별 RFM 분석 결과를 시각적으로 비교하기 위하여 GIS를 활용한 지역별 재해 위험도를 Fig. 3와 같이 구현하였다. 재해 위험도는 시군구별로 RFM 점수를 평균화한 것으로 지리적 특성을 살펴보면 내륙의 경우에는 수도권을 중심으로 자연재해의 피해가 밀집되는 경향을 확인하였으며, 연안의 경우에는 RFM 값이 내륙과 비교하여 값이 크게 형성되고 골고루 분포되어 있는 경향을 확인하였다.

이러한 결과를 바탕으로 재해예방사업 과정에서 고려할 위험지역을 확인하고자 Table 7와 같이 RFM 상위 10% 지역을 추출하였으며, 상위 10% 지역은 총 11개 시도와 52개 시군구가 해당되는 것을 확인하였다. 지역별로 살펴보면 경상북도와 경상남도가 14개의 시군구로 가장 많이 포함되는 것으로 나타났으며, 다음으로는 전라남도의 12개의 시군구가 해당되었다.

RFM 상위 10% 지역을 Fig. 4와 같이 시각적으로 살펴보면 총 52개 시군구 중에서 32개 시군구가 연안을 중심으로 분포되어 있다는 것을 확인할 수 있었으며, 연안지역의 특성을 살펴보면 서해와 비교하여 동해와 남해 지역에서 RFM 값이 높게 형성되었다.

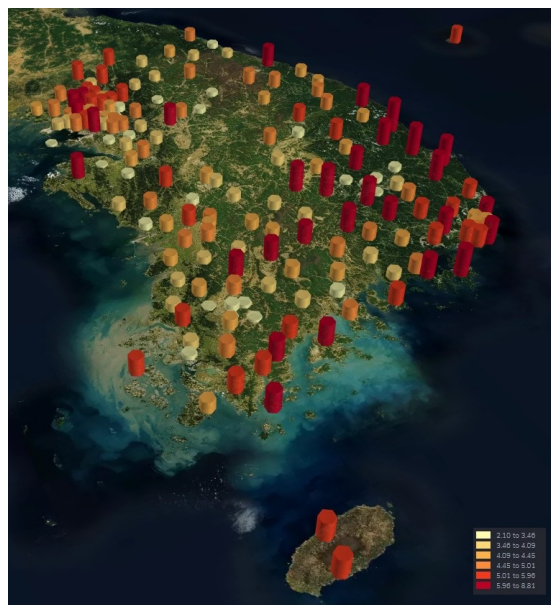


Fig. 3. RFM Average Value

Table 7. RFM region(Top 10%)

Region	City, County, Districts
Busan	Gangseo-gu, Gijang-gun, Nam-gu, Dongnae-gu, Saha-gu, Seo-gu, Suyeong-gu, Yeongdo-gu, Haeundae-gu
Ulsan	Buk-gu, Ulju-gun
Gyeonggi	Yeoju-si, Icheon-si
Gangwon	Gangneung-si, Donghae-si, Samcheok-si, Jeongseon-gun, Pyeongchang-gun
Chungbuk	Goesan-gun, Cheongju-si Sangdang-gu
Chungnam	Cheonan-si Dongnam-gu, Cheonan-si Seobuk-gu
Jeonbuk	Sunchang-gun, Iksan-si
Jeonnam	Gangjin-gun, Goheung-gun, Naju-si, Sinan-gun, Yeonggwang-gun, Yeongam-gun, Wando-gun, Jangseong-gun, Jangheung-gun, Jindo-gun, Hampyeong-gun, Haenam-gun
Gyeongbuk	Gyeongju-si, Gumi-si, Gimcheon-si, Bonghwa-gun, Seongju-gun, Andong-si, Yeongdeok-gun, Yeongju-si, Ulleung-gun, Uljin-gun, Uiseong-gun, Cheongsong-gun, Pohang-si Nam-gu, Pohang-si Buk-gu
Gyeongnam	Geoje-si, Goseong-gun, Namhae-gun, Miryang-si, Sacheon-si, Sancheong-gun, Yangsan-si, Masanhappo-gu, Masanhoewon-gu, Uichang-gu, Tongyeong-si, Hadong-gun, Hamyang-gun, Hapcheon-gun
Jeju	Jeju-si, Seogwipo-si

**Fig. 4.** RFM value (Top 10%)

이와 관련하여 Gornitz(1991)은 해수면 상승률과 자연재해의 연관관계가 있음을 증명한 바 있으며, 실제 KHOA(2017)에서 발표한 보도자료에 따르면 1989년부터 2016년까지 해수면 자료를 통합 분석한 결과 제주부근(4.55mm/yr), 동해안(3.78mm/yr), 남해안(2.48mm/yr), 서해안(1.47mm/yr) 순으로 매년 해수면이 상승하는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 내륙과 비교하여 연안지역은 해수면 상승으로 인한 자연재해가 크게 증가될 것이며, 특히 해수면 상승률이 높은 동해와 남해 연안지역이 재해취약성이 크다고 판단할 수 있다. 때문에 재해예방사업 과정에서 동해와 남해 연안 취약지역에 더

많은 사업을 실시하여 위험요소를 사전에 제거할 필요성이 있다고 판단된다.

RFM 상위 10%의 피해 유형을 Table 8와 같이 시도별로 살펴보면 경상북도가 가장 많은 피해 유형이 있으며, 2순위는 경상남도, 3순위는 공동으로 전라남도과 부산광역시로 나타났다. 하지만, 피해 유형을 세부적으로 살펴보면 시도별로 사유시설의 피해가 많이 나타나는 것으로 확인되었다.

Table 8. RFM damage type (Top 10%)

Damage Types (Cases)	Region											
	Busan	Ulsan	Gyeonggi	Gangwon	Chungbuk	Chungnam	Jeonbuk	Jeonnam	Gyeongbuk	Gyeongnam	Jeju	
Building	3	2	-	1	-	-	-	-	4	-	-	
Ship	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Agricultural land	1	2	-	1	1	-	-	-	1	-	-	
Road	1	-	-	-	1	-	-	1	5	5	-	
River	1	1	-	-	1	1	-	-	4	2	-	
Small river	-	-	-	-	2	-	-	-	4	1	-	
Water supply	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	
Port	4	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	
Fishing port	1	-	-	-	-	-	-	-	3	2	-	
School	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Railways	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Utilization of water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Erosion facility	-	-	-	-	1	-	-	-	3	-	-	
Military Facilities	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	
Small scale etc	-	-	-	-	1	-	-	-	7	2	-	
Private facilities	2	1	2	4	-	2	2	12	11	5	2	
Sum	18	6	2	8	7	3	2	18	51	25	2	

결론

기후변화로 인해 자연재해의 사회·경제적 피해 금액이 점진적으로 증가하면서 재해예방사업의 중요성이 대두되고 있다. 현재 재해예방사업은 취약시설을 중심으로 위험요인을 제거하며 개선의 효과를 확인하고 있지만, 평가방법과 우선순위를 고려하는 과정에서 취약시설과 지구 단위의 위험성만을 고려하는 실정이다. 이는 지역별 재해 특성을 고려한 예방사업을 할 수 없을뿐더러 재정자립도가 낮은 지자체의 경우, 반드시 필요한 재해예방사업이 우선순위에 밀려 지원을 받지 못하는 상황

이 발생 할 수 있다.

본 연구에서는 지역별 재해 특성을 고려하고 위험의 우선순위를 선정하고자 RFM 모형을 활용하였으며, 재해연보를 바탕으로 발생일자, 피해빈도, 피해금액을 회귀식으로 구성하여 시도별, 시군구별, 시군구의 피해유형별 정량적인 값을 도출하였다. RFM 분석 결과 제주 서귀포시의 사유시설 피해가 가장 큰 값으로 나타나 재해예방사업 과정에 우선적으로 고려되어야 할 지역으로 판단된다. 또한, RFM 결과를 토대로 지역별 재해 위험의 특성을 확인하고자 GIS Tool을 활용한 결과 연안을 중심으로 RFM 값이 높게 형성된 것을 확인할 수 있었다. 지역별 피해 유형을 살펴보면 공통적으로 사유시설에 대한 피해금액이 높은 것으로 나타났으며, 이는 연안지역의 여가 및 휴양시설 등 관광거점 개발과 토지 이용의 효율성을 강조하면서 비교적 재해가 취약한 연안지역의 사유시설이 재해의 피해를 증가시킨 주요 요인이라고 해석할 수 있다. 이러한 근거를 바탕으로 연안지역의 개발 과정에서 자연재해 피해를 최소화하기 위한 시설 안전기준 강화, 방재지구 설정 등의 다양한 대비책을 강구해야 할 것으로 보인다.

다만 본 연구에서 제시된 방법론은 공개된 데이터의 수와 세부적인 내용이 포함되지 않은 데이터를 활용하고 있어 분석의 한계성을 가지고 있다. 활용도를 높이기 위해서는 다음과 같은 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. 첫 번째로는 인명 피해에 대한 위험도를 반영할 필요성이 있다. 현재 재해연보 데이터의 경우 재해 유형별 인명피해 데이터를 확인하기 어려움이 있기 때문에 재해 유형별 인명피해 자료와 인명피해에 대한 비용적인 추가 자료(재해 보험금)가 필요할 것으로 판단된다. 두 번째로는 과거의 데이터를 바탕으로 분석하였기 때문에 신규 위험지역을 발굴하기 어려운 문제점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 시계열적인 패턴 학습이나 빅 데이터를 활용한 분석이 요구된다. 다만 이러한 과정은 예측 가능한 변수를 추출해야 하는 어려움이 있어 여러 가지 시나리오가 필요할 것으로 판단된다. 마지막으로 가중치를 산정하는 과정에서 일반적인 기술통계 방법을 적용하였는데, 신뢰성 높은 가중치를 산정하기 위해서는 재해연보 데이터의 수를 비롯하여 재해의 유형을 세분화한 데이터가 추가적으로 필요할 것으로 판단된다.

본 연구는 재해예방사업의 우선순위를 선정하기 위한 방법으로 마케팅에서 활용되는 분석 방법을 제안하는 점에 그 의의가 있다. 제안된 RFM 모형을 활용한 재해 위험도 분석 방법은 재해예방사업과 위험지역 선정 과정에서 참고할 수 있는 기초 자료로 활용 가능할 것이라고 판단된다. 나아가 매년 발행되는 재해연보를 바탕으로 재해예방사업 이후 모니터링 과정에서 그 효과를 간접적으로 비교할 수 있는 근거자료로 활용할 수 있는 등 활용처가 있을 것으로 예상된다.

References

- [1] Asian Disaster Reduction Center (ADR Center) (2005). Total Disaster Risk Management, ADRC, Japan.
- [2] Bult, J.R., Wansbeck, T. (1995). "Optimal selection for direct mail." *Marketing Science*, Vol. 14, No. 4, pp. 378-394.
- [3] Gornitz, V. (1991). "Global coastal hazards from future sea level rise." *Global and Planetary Change*, Vol. 3, No. 4, pp. 379-398.
- [4] Hu, Y.h., Kao, Y.h. (2011). "Mining sequential patterns with consideration to recency, frequency, and monetary." *Pacific Asia Conference on Information System (PACIS)*, pp. 78.
- [5] Korea Hydrographic and Oceanographic Agency (KHOA) (2017). Retrieved from http://www.khoa.go.kr/user/bbs/detailBbsList.do?bbsMasterSeq=BOARD_MST_0000000003&bbsSeq=BBS_0000004664.
- [6] Lee, C.Y., Kim, T.H. (2016). "A study of the international disaster risk reduction framework." *Journal of the Korean Society of Disaster Information*, Vol. 12, No. 4, pp. 412-421.

- [7] Lee, S.J. (2019). "A framework for climate change risk management." *Journal of the Korea Society of Disaster Information*, Vol. 15, No. 3, pp. 367-379.
- [8] Ministry of the Interior and Safety (MOIS) (2014-2018) *Statistical Yearbook of Natural Disaster*.
- [9] Multihazard Mitigation Council (MMC) (2017). *Natural Hazard Mitigation Saves: 2017 Interim Report*, National Institute of Building Sciences (NIBS)
- [10] National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2020). Retrieved from <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/national/202002>.
- [11] Oppermann, M. (2000). "Tourism destination loyalty." *Journal of travel research*, Vol. 39, No. 1, pp. 78-84.
- [12] Tatano, H., Takagi, A. (2005). *A Economic Analysis of Disaster Prevention: Policy and Evaluation of Risk Management*, Keisoshobo Press, Tokyo, Japan.
- [13] Venton C., Venton P. (2004). *Disaster Preparedness Programmes in India: A Cost Benefit Analysis*. Humanitarian Practice Network. ODI, London.
- [14] Zhao, D. (2008). "Integrating RFM model and cluster for students loan subsidy valuation." In *2008 International Seminar on Business and Information Management*, IEEE, Wuhan, China, Vol. 2, pp. 461-464.