

전북특별자치도 저지대 지역의 침수 위험 분포와 인구·산업시설 밀도 비교

송인선, 서혜린, 박근호, 장훈석, 최주환

한국전자기술연구원

is_song@keti.re.kr, hyerin2959@keti.re.kr, root@keti.re.kr, jhs0053@keti.re.kr, netside@keti.re.kr

Comparison of flood risk distribution and population and industrial facility density in low-lying areas of Jeonbuk Special Self-Governing Province

Inseon Song, Hyerin Seo, Keunho Park, Hoonseok Jang, Juhwan Choi

Korea Electronics Technology Institute

요약

최근 기후변화로 인한 수재해가 빈번해지고 있으며, 우리나라 역시 매년 홍수 피해가 반복되고 있다. 저지대는 침수 위험이 높으며, 인구와 산업 시설의 밀집은 지역적 취약성을 심화시킨다. 본 논문은 전북특별자치도의 저지대 침수 위험 분포를 평가하고, 이를 인구 밀도 및 산업 단지 입지와 비교·분석하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 오픈소스 공간정보 분석 도구인 QGIS를 활용하였다. 본 연구에서는 수치표고모델(DEM) 자료를 분석해 해발 20m 이하를 저지대로 정의하고, 이를 4단계(저지대1~4)로 재분류하였다. 또한, 통계청 500m 격자 인구자료와 국토교통부 산업단지 도면을 교차 분석하여 인구 및 산업단지 분포 특성을 산출하였다. 그 결과, 전북 전체 인구의 약 51%와 산업단지 면적의 76% 이상이 저지대에 집중되어 있음을 확인하였으며, 이는 지역의 사회·경제적 취약성을 보여주는 중요한 지표로, 향후 방재 정책과 산업 입지 관리의 기초자료로 활용될 수 있다.

I. 서 론

최근 기후변화로 인한 집중호우, 태풍, 해수면 상승 등 수재해가 빈번해지고 있으며, 우리나라 역시 매년 홍수 피해가 반복되고 있다. 저지대는 하천 범람, 해안 침수, 배수 불량으로 인해 침수 위험이 높으며, 인구와 산업 시설의 밀집은 지역적 취약성을 심화시킨다. 전북특별자치도는 금강·만경강 유역과 넓은 평야 지대를 포함하고 있으며, 군산·익산·김제 등 주요 도시에서 반복적인 침수 피해가 보고된 바 있다. 본 연구는 수치표고모델(DEM, digital elevation model) 기반 저지대 분포와 인구·산업 입지를 중첩 분석하여 지역적 침수 취약성을 규명하고, 그 결과를 방재 정책과 산업 입지 관리에 기초자료로 제공하고자 한다.

II. 본론

1. 데이터

본 연구에서는 전북특별자치도의 저지대 침수 위험을 평가하기 위해 수치표고모델, 인구격자, 산업단지 공간자료, 행정구역 경계, 그리고 도시침수지도 데이터를 활용하였다. 각 데이터셋의 주요 특성은 표 1에 정리하였다.

표 1 본 연구에서 활용한 데이터셋

데이터	형식	해상도 / 축적	출처 및 설명	시기
수치표고모델 (DEM)	래스터	90m × 90m	환경부 제공 「한반도 DEM (한반도90m_GRS80.img)」	2023
인구격자	벡터	500m × 500m	통계청 격자 통계자료 (총인구, 2024년 기준)	2024
산업단지 유치입종 도면	벡터	폴리곤 (단지 단위)	국토교통부 산업단지 유치입종 도면 (SHP)	2025
산업단지 필지 상세도면	벡터	폴리곤 (필지 단위)	국토교통부 산업단지 필지 상세도면 (SHP)	2025
행정구역 경계	벡터	폴리곤 (시·군·구 단위)	통계청 행정구역 경계도 (전북특별자치도 주출)	2025
도시침수지도 (30년 밀도 기준)	벡터	폴리곤 (등급별)	환경부 홍수위험지도 정보제공포털	최신 개선

2. 전북특별자치도의 저지대 분포

국토교통부와 환경부의 국가 침수위험지도에서는 해발 0~5m 지역을 핵심 침수 취약 구간으로 관리하고 있으며[1], 5~10m 지역 또한 하천 범람 및 제방 붕괴 시 높은 위험을 가진다고 보고한다. 10~20m 지역은 직접적인 해수면 침수 가능성은 낮지만, 분지 지형이나 하천 인접 구간에서는 홍수에 취약하다. 국제적으로도 IPCC(intergovernmental panel on climate change)와 UNDRR(united nations office for disaster risk reduction)은 해발 0~10m를 저고도 연안지역(LECZ, low elevation coastal zone)으로 정의하며[2, 3], 기후변화와 해수면 상승에 따른 핵심 취약 구간임을 강조한다. 본 연구에서는 DEM(90m) 자료를 QGIS로 분석하여 전북특별자치도 행정경계로 클리핑한 후, 해발 20m 이하를 저지대로 정의하고 이를 침수 취약성을 나타내는 4단계(저지대1~4)로 재분류하였다.

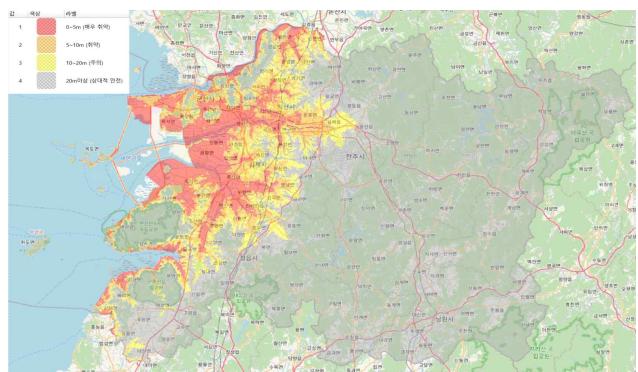


그림 1 전북특별자치도의 저지대 분포

그림 1은 QGIS를 활용해 제작한 전북특별자치도의 저지대 분포도로, 붉은색 계열일수록 침수 취약성이 높은 지역을 나타낸다. QGIS는 좌표계 변환, 래스터·벡터 데이터 처리, 교차 분석 및 통계 기능을 제공하여 본 연구와 같이 다양한 공간 데이터를 통합적으로 분석하는 데 적합하다. 분석 결과, 0~5m(저지대1) 구간은 서해안 간척지와 하천 하구를 포함한 군산·김제·부안 평야 지역에 집중되며, 5~10m(저지대2) 구간은 하천 범람 및 제방 붕괴 시 높은 위험을 보였다.

3. 전북특별자치도의 인구 분포

표 2 전북특별자치도 저지대 등급별 인구 분포

저지대	격자수 (count)	총 인구 (sum)	평균 인구 (mean)	중앙값 (median)	최대 인구 (max)	표준편차 (stddev)
1	2,043	223,070	109.2	28	6,950	446.5
2	3,659	526,592	143.9	31	7,359	541.0
3	4,505	725,198	161.0	31	7,727	620.3
4	9,786	1,410,230	144.1	24	8,628	598.1

본 연구에서는 통계청의 500m 격자 인구자료(2024)를 활용하여 전북특별자치도의 인구 분포를 저지대 등급(저지대1~4)별로 교차 분석하였다. 표 2의 주요 지표는 다음과 같다. 격자수(count)는 해당 구간에 포함된 500m 격자의 개수를, 총 인구(sum)는 해당 구간 내 인구 합계를 의미한다. 평균(mean)은 격자당 평균 인구를 나타내며, 중앙값(median)은 격자 인구를 크기순으로 배열했을 때 가운데 값, 최대값(max)은 단일 격자에 거주하는 최대 인구를, 표준편차(stddev)는 격자 간 인구 분포의 변동성을 의미한다.

분석 결과, 전체 인구 약 288.5만 명 중 약 51%(147.5만 명)가 해발 20m 이하 저지대(저지대1~3)에 거주하고 있으며, 이 중 0~10m 구간(저지대1~2)에만 약 75만 명(26%)이 집중 분포하였다(표 2). 또한, 평균 대비 중앙값이 크게 낮고 표준 편차가 400~600명 이상으로 나타나, 일부 고밀도 격자가 전체 평균을 끌어올리는 비대칭 분포 특성이 확인되었다. 이는 동일한 저지대 구간이라 하더라도 위험도가 균질하지 않음을 의미하며, 따라서 방재 정책 수립 시 평균값보다 고밀도 격자와 변동성이 큰 지역을 우선 고려하는 차등적 대응이 필요하다.

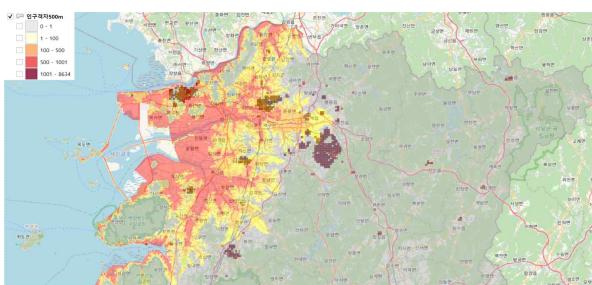


그림 2 전북특별자치도 침수취약지역과 인구 밀집지역의 공간적 분포

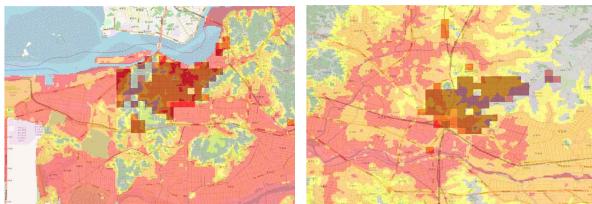


그림 3 군산시(좌)와 익산시(우)의 저지대 분포와 인구 밀도

그림 2는 전북특별자치도 인구 분포를 저지대 등급과 함께 시각화한 결과로, 붉은색 격자일수록 인구 밀도가 높다. 군산·익산 지역은 주로 저지대 1~2구간 (0~10m)에 속하면서 동시에 인구가 집중되어 있어, 홍수 발생 시 피해 가능성이 높음을 확인할 수 있다(그림 3). 특히 군산 나운동·문화동과 익산 평화동·인화동 등은 실제 침수 피해 사례와 일치할 뿐 아니라, 환경부 도시침수지도에서도 동일하게 고위험 구간으로 나타나 교차 검증이 가능함을 보여준다.

4. 산업단지 분포와 저지대 취약성

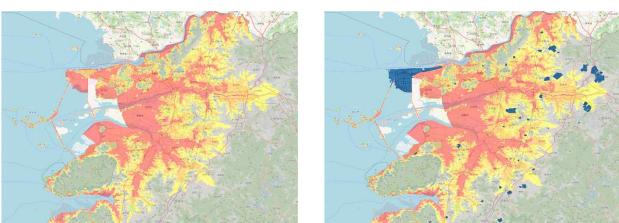


그림 4 전북특별자치도 저지대 분포(왼쪽)와 산업단지 중첩 결과(오른쪽)

QGIS를 이용해 각 필지의 지오메트리 면적을 산출하고 저지대 등급별로 합산한 결과, 전북특별자치도는 해발 0~5m 구간(저지대1)에 약 646 km²(50.3%)의 산업단지가 분포하였다. 5~10m 구간(저지대2)에도 약 337 km²(26.2%)가 위치해, 두 구간을 합하면 전체 산업단지 면적의 76% 이상이 해발 10m 이하 저지대에 집중되어 있음을 알 수 있다. 특히 새만금 산업단지는 국가첨단전략산업 특화단지로 지정되었으나 저지대에 위치해 있어 침수 위험에 직접적으로 노출된다. 본 연구에서는 면적 산출 시 산업단지 필지 데이터를 EPSG:5186(한국 투영 좌표계)로 변환하여 계산하였으며, 결과를 km² 단위로 환산하여 제시하였다.



그림 5 전북특별자치도 저지대 산업단지의 업종별 분포 현황

산업단지 업종별 분포는 산업단지 유치업종 도면과 저지대 구간(저지대1~3) 레이어의 교차 분석을 통해 산정하였다. 분석 결과, 정보통신 및 전기장비 제조업(139개소)이 가장 큰 비중을 차지하였으며, 전기(77개소)와 정유 화학(76개소) 등이 뒤를 이었다(그림 5). 이는 전북특별자치도 저지대 산업단지가 첨단 제조업 및 기간산업 중심으로 구성되어 있어, 침수 발생 시 지역적 피해를 넘어 국가 산업 전반에도 파급 효과를 미칠 수 있음을 보여준다.

III. 결론

본 논문은 수치표고모델과 QGIS 공간분석 기법을 활용하여 전북특별자치도의 저지대를 정의하고, 이를 인구 및 산업단지 자료와 중첩·교차 분석하였다. 연구 결과는 단순한 위험 분포 확인을 넘어 산업·행정적 활용 가능성을 제시한다는 점에서 의의가 있다. 특히 군산은 저지대 1~2구간에 인구와 산업단지가 집중되어 피해 가능성이 크며, 배수 시설이 구축된 구역을 실증 테스트베드로 활용할 경우 침수 대응 장비와 시스템의 효과를 검증할 수 있다. 또한 무주와 같은 내륙 지역에서도 실제 침수 이력이 확인되어, 지형·배수 조건을 고려한 맞춤형 대응 전략의 필요성이 제기된다. 향후 연구에서는 기후변화 시나리오를 적용하여 해수면 상승 및 집중호우 상황에서의 침수 가능성과 사회·경제적 노출 변화를 시뮬레이션으로써, 국가 재난 대응 전략과 신산업 육성 정책에도 기여할 수 있을 것이다. 본 연구의 분석 과정 및 주요 결과 데이터(QGIS project, DEM 분류 레이어, 인구·산업단지 교차 결과)는 Google Drive를 통해 공개하였다.

(Dataset link: https://drive.google.com/file/d/1qE3cLDIKswt8IDmPTd_kXIAx6NBx/view?usp=drive_link)

ACKNOWLEDGMENT

이 연구는 2023년도 행정안전부 및 한국산업기술기획평가원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(재난 안전 산업 진흥 시설 조성 지원, RS - 2023- 00239835)

참 고 문 헌

- [1] 국토교통부·환경부, 국가 침수위험지도 기술보고서, 2022
- [2] IPCC, Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (SROCC), 2019.
- [3] UNDRR, Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction (GAR), 2019.