

홍수위험도에 의한 구호시설물의 입지분배

Allocation of Rescue Facilities Based on Flood Risk Map

하성룡* · 김선우**
Sung-Ryong, Ha · Sun-Woo, Kim

요 약

최근 홍수에 의한 피해가 늘어나면서 재해관리에 대한 문제점이 제기되고 있다. 따라서 홍수위험도를 바탕으로 한 과학적이고 체계적인 방재대책의 수립이 요구되어 진다. 본 연구에서는 대상지의 과거 홍수피해를 데이터베이스로 구축하고, 이를 활용한 홍수위해성과 홍수위험성을 분석하여 홍수위해도(Flood Hazard Map)와 홍수위험도(Flood Risk Map)로 도출하였다. 분석결과를 이용하여 현 방재계획에서 설정되어 있는 구호시설물의 서비스 지역을 분석하고, 구호시설물의 최적의 입지를 제시하였다.

1. 서 론

우리나라를 비롯한 지구촌 곳곳에서는 지진, 홍수, 화산폭발, 산사태 등의 자연재해가 발생하고 있다. 최근에는 이러한 자연재해의 횡수가 빈번해지고 강도가 강해지고 있을 뿐만 아니라 오존층 파괴 및 엘니뇨현상 등으로 지구의 평균기온이 상승하고, 극빙하가 녹으면서 예기치 않은 자연재해가 많이 발생하고 있다.

이러한 자연재해는 매년 막대한 양의 재산피해와 인명피해를 가져오고 있다. 우리 나라도 기상이변에 따른 폭우, 한파 등에 의한 인명과 재산피해 규모가 대규모 전쟁을 치른 것에 버금가는 것으로 밝혀지고 있다. 특히, 자연재해 중에서 비교적 단시간 내에 많은 피해를 입히는 것 중에 하나가 수해이다.

우리나라의 재해 구호 및 복구대책의 문제점은 피해에 대한 국가차원의 보상비 지원이 부족하다는 것으로 요약되며 대규모 자연재해에 대한 적절한 수준의 보상은 국가 재정부담을 크게 압박할 것이므로 예방 및 완화단계에서 과학적이고 합리적인 대책의 수립이 가장 중요하다. 1)

본 연구에서는 홍수를 중심으로 과거 홍수피해를 분석하여 연구대상지역의 홍수 위해성과 위험성을 분석하고, 이를 바탕으로 방재대책으로 지정되는 구호시설물의 서비스 가능지역을 분석하여 구호시설물의 최적 입지를 제시하고자 하였다.

2. 연구의 방법

대상지역은 도시지역과 농촌지역의 홍수피해 특징 및 방재계획 체계를 잘 나타낼 수 있는 청원군과 청주시를 중심으로 하였다. 먼저 설정된 대상지의 수해피해 현황자료를 수집하는 기초조사 단계 후 피해요소별 위해성 분석을 위한 홍수위해도(Hazard Map)와 확률을 통한 미래의 홍수 위험성 추정을 위한 홍수위험도(Risk Map)를 구축하였다. 한편 구축된 홍수위험도를 바탕으로 대상지에 지정되어 있는 구호시설물의 서비스 영역분석을 위한 구호시설물 서비스지역도(Service Zone Map)를 작성하여 현 방재체계의 문제점을 분석하였다. 구호 시설물 입지도(Allocation Map)를 통한 새로운 구호시설물의 입지를 제시하도록 하였다.

3. 홍수위해도(Flood Hazard Map)

대상지의 기초데이터 구축은 청원군청과 청주시청에서 보관하고 있는 최근 5년치(1994년-1998년)의 수해피해 및 복구자료를 바탕으로 하였다. 공간데이터는 과거의 홍수피해 자료를 얻을 수 있는 자료의 정확도와 수치지도의 구축정도를 고려하여 청원군지역은 리별 단위로 청주시는 동별 단위로 구축하였다. 홍수에 대한 위해도 데이터베이스는 홍수 피해 요소별 분석을 위해 9가지로 구분하였다.(표 1.)

* 충북대학교 공과대학 도시공학과 부교수

표 22 홍수 피해 요소

목 록	비 고
하천	
수리시설	
주택	침수, 유실, 파손
소규모 시설	농로, 소교량, 세천, 기타하수도, 기타
공공기타	공공건물, 공장, 학교, 군사시설, 체육시설, 폐수폐기물 처리시설, 상하수도
농경지	유실, 매몰, 침수
사방임도	
도로	농어촌도로, 도로, 교량, 철도
기타	가축, 비닐하우스

홍수 위해도(Hazard Map)의 작성을 위해 각 요소가 지닌 피해 상황과 발생횟수를 분석인자로 하였다. 홍수 위해도값은 각 요소들간의 피해상황이 지닌 상대적 위해성의 정도를 고려하기 위해 비용으로 환산되어진 복구액을 기준으로 설정하여 홍수 피해 복구액의 합으로 작성하였다.

4. 홍수위험도(Flood Risk Map)

홍수위험분석은 발견된 위해성(Hazards)을 위험도(Risk)라는 개념으로 전환하는 정량위험(Quantitative Risk)분석이다.2) 위험분석은 2가지 측면에서 수행되는데 그 과정은 그림1와 같다.

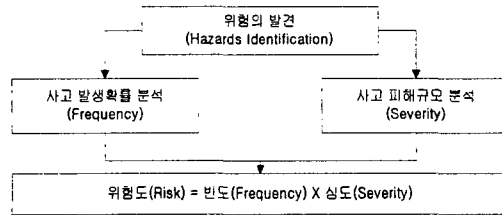


그림 82. 위험도 결정 과정

위험도 분석은 상대 등급화 또는 계량화하는 방법으로 위해성(Hazards)을 근거로 하여 빈도와 심도 측면에서 분석하는 것이다.3) 따라서 빈도와 심도를 구분하여 상대 등급화 해야 하는데 홍수의 피해 복구액의 개념은 홍수 피해액의 크기를 예측해야 하기 때문에 위험의 빈도보다 심도를 중요시하여 등급화 하였다. 또한 분류 등급기준 수치를 결정하기 위하여 위해성 규모별로 누적확률함수를 이용하여 4 단계의 기준을 설정하여 홍수위험도(Flood Risk Map)를 만들었다.

5. 구호시설물의 입지분석

현행 방재계획에서 구호시설물로 지정되어 있는 의료기관과 재해대책본부에 대하여 서비스 가능 지역을 평가함으로써 과거의 경험에 의한 방재계획 수립상의 문제점을 도출하였다.

의료기관의 경우는 병원의 수용인원을 기준으로 하였고, 재해대책본부가 있는 청주시청, 청원군청, 각 동사무소와 면사무소 그리고 대피소로 지정 가능한 학교를 중심으로 서비스가능 지역을 분석하였다. 대부분의 구호활동은 도로를 따라서 진행된다. 따라서 Arc/Info의 Network분석을 이용하여 도로를 중심으로 한 서비스 권역을 분석하였다. 한편, 구호시설물의 서비스 가능 영역은 도로의 길이뿐만 아니라 지역의 사회, 경제적 인자의 영향을 받는다. 따라서 인구, 경제성, 접근성, 위험성의 요소들을 상대등급화하여 가중치를 결정하였다. 가중치의 설정은 재해담당 공무원과 적십자사 직원들을 대상으로 설문조사하여 AHP알고리즘을 적용하였다. 이렇게 결정되어진 값을 도로비용에 포함시켜 도로비용에 의한 Network분석을 실시하였다.

구호시설물의 새로운 입지를 찾기 위해서 MAXCOVER 모형을 채택하였다. 이 모형은 공공시설 입지 모형들 중에서 제한된 응답시간이 주어져 있을 때 모든 사람을 커버하는데 필요한 시설물의 최소수를 구할 수 있으며, 시설물의 수와 서비스 가능영역의 trade-off곡선을 그릴 수 있다. ARC/Info의 Location-Allocation분석에 의해서 대상지에 적용가능한 trade-off곡선을 산출하고 시설물의 입지를 제시하였다.

6. 결과 및 토의

6.1 위해도(Hazard Map)

그림2~10은 연구 대상지역의 홍수위해도를 나타낸 것이다.

대상지의 위해도는 분석결과 다음과 같은 그룹으로 묶어 질 수 있었다. A) 소규모시설과 도로는 기반시설에 의한 피해로 대상지 전체에 고른 피해를 나타낸다. B) 농경지나 공공기타의 경우에는 도시지역과 농촌지역의 경제적 집적도와 산업의 차이로 인해서 청주시와 청원군의 행정구역가 일치하는 분포를 보인다. C) 하천, 수리시설, 주택의 경우는 미호천과 금강, 무심천의 수계를 따라 분포되어 있다. D) 기타와 사방임도의 경우는 지형의 영향을 받는 일부의 소수지역에만 분포하는 것으로 분석되어 졌다.

공간적 요소별 위해도를 통하여 피해요소를 중심으로 한 구체적인 방재대책에 활용가능 하도록 작성되었다.

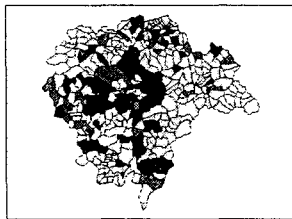


그림 2. 하천 (C)



그림 3. 수리시설 (C)

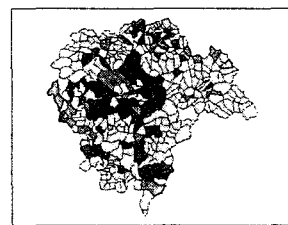


그림 4. 주택 (C)

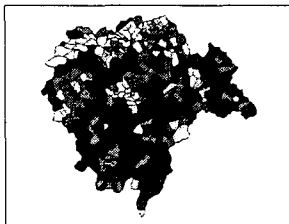


그림 5. 소규모시설 (A)

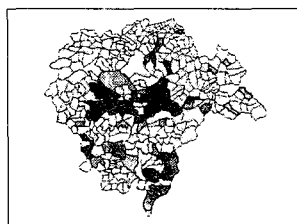


그림 6. 공공기타 (B)

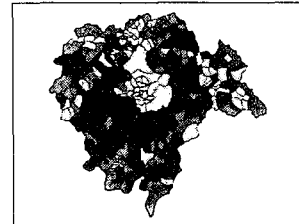


그림 7. 농경지 (B)

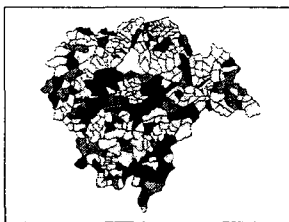


그림 8. 도로 (A)

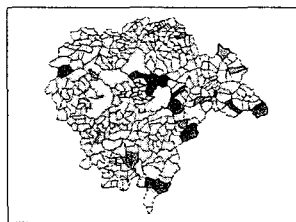


그림 9. 사방임도 (D)

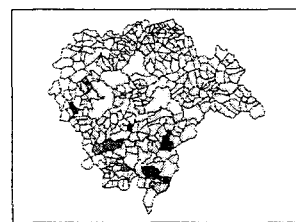


그림 10. 기타 (D)

6.2 위험도(Risk Map)

대상지의 위험도를 보면 수계별로 미호천의 우측지역(a)과 무심천의 상류지역(b), 금강(c)을 접한지역을 따라서 높은 위험도를 지닌 것으로 나타난다. (그림11)

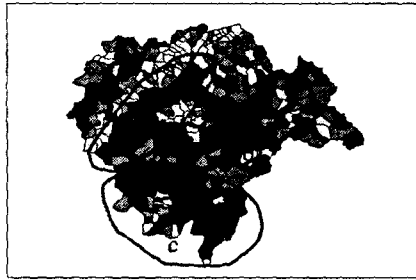


그림 11 홍수 위험도 (Risk Map)

6.3 기존 구호시설물 분석

구호 시설물의 서비스 가능영역을 분석한 결과, 재해본부센터와 면사무소를 기준으로 한 구호센터에 관한 분석은 서비스지역이 중복되거나 서비스가 불가능 지역이 많이 나타나고 있었다. 의료기관의 경우는 홍수 재해 발생시 청주시의 경우는 서비스가 가능하나 청원군의 경우는 거의 서비스가 불가능한 것으로 나타났다.(그림 12),(그림13)

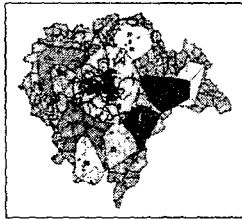


그림 12. 구호센터의 서비스영역

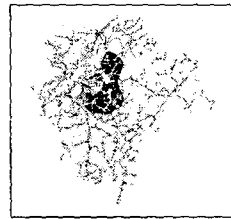


그림 13. 병원의 서비스영역

6.4 새로운 구호시설물의 입지분배

서비스 불가능 지역을 배려한 구호시설물들의 입지를 설정하기 위해서 새로운 구호센터와 의료기관 입지에 적용가능한 Trade-off곡선을 도출하였다. (그림14)(그림15)

Trade-off곡선으로부터 시설물의 수와 비용절감의 상대적 양을 비교할 수 있었고, 기존 설정되어 있는 구호센터(그림16)와 의료기관(그림18)과 대상지의 80%를 서비스 가능한 구호센터(그림17)와 의료기관(그림19)의 입지개수와 위치를 제시하였다.

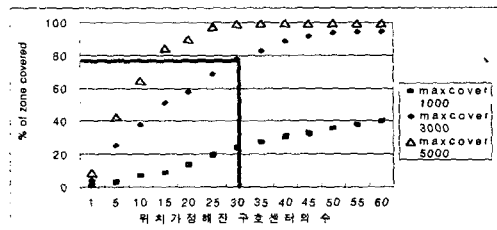


그림 14. 구호센터의 trade-off

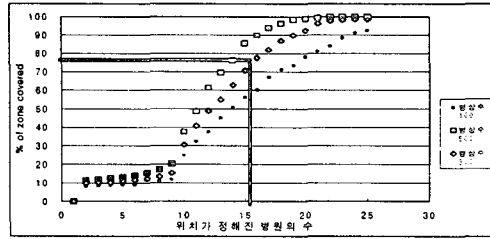


그림 15. 의료기관의 trade-off

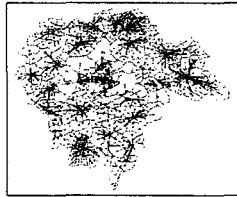


그림 16. 기존
구호센터

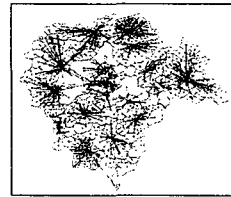


그림 17. 제안된
구호센터 (80%)

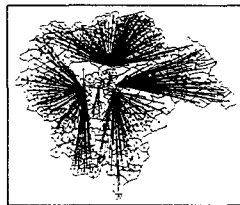


그림 18. 기존
의료기관

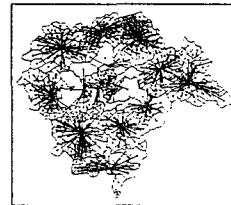


그림 19. 제안된
의료기관 (80%)

4. 결 론

본 연구에서는 홍수를 중심으로 과거 홍수피해를 분석하여 연구대상지역의 홍수 위해성과 위험성을 분석하고, 이를 바탕으로 방재대책으로 지정되는 구호시설물의 서비스 가능지역을 분석하여 구호시설물의 최적 입지를 제시 하였고 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 과거의 경험에 의존하던 방재계획이 아닌 지역이 지닌 홍수위험성을 기반으로한 방재계획의 방안을 제시하였다.
- 2) 홍수위해도(Flood Hazard Map) 작성으로 대상지역의 홍수피해에 대한 요소별 방재대책을 수립할 수 있도록 제시하였다.
- 3) 홍수 위험도(Flood Risk Map)를 구축함으로써 장래 홍수에 대한 방재계획에 이용할 수 있도록 하였다.
- 4) 대상지에 대한 지형, 자연환경, 사회환경정보를 고려한 구호시설물의 서비스 가능영역을 분석하여, 이를 바탕으로 한 새로운 입지 배분 방법을 제시하였다.
- 5) 제한된 자원으로 방재계획을 세워야 하는 실정에 적용가능 한 대상지의 구호시설물에 대한 Trad-off곡선을 도출하였다.

참고문헌

- 1) 윤용남(1998), 우리나라 치수방재대책의 향후 추진방향, 한국수자원학회지, VOL.31, NO.5.
- 2) 조원철(1999), 도시홍수재해의 특성과 문제점, 도시홍수방어능력향상을 위한 기술
심포지움 한국수자원학회, pp.23~25.
- 3) 정창기(1998), 효율적 위험분석 시스템의 연구, 위험관리 세미나 자료집,
한국화재보험, pp.40~42.