

<2004년 8월 서울대학교 박사학위 논문>

농업가뭄에 대한 지역별 취약성의 평가 기술에 관하여

(GIS를 이용한 농업가뭄에 대한 지역 취약성 평가 기법의 개발)



장 민 원
서울대학교 관개배수공학 연구실

최근에 통합방재계획(integrated disaster mitigation planning) 혹은 지속가능한 방재계획(sustainable disaster mitigation planning)의 필요성이 대두되고 있다. 지역의 자원과 환경과의 유기적 관계를 고려한 방재계획의 중요성이 높아지고 있는데, 기존에 단순히 한 지역이 가진 가용수자원의 부족과 그 개발이라는 측면에서만 가뭄 발생의 원인과 대책을 한정하였다면, 이제는 토지이용, 지형조건, 사회경제적 조건, 방재체계

등 가용자원과 더불어 한 사회의 재해대응능력까지도 포괄하는 방재 개념으로 확대되는 것이다. 재해 피해를 줄이기 위해서는 재해발생과 관련하여 지속적이고 실질적인 대책을 세우고 추진할 수 있는 조직과 인력이 필요함과 동시에 무엇보다도 자원의 개발과 관리에서 재해발생 영향과 대응능력에 대한 종합적인 접근이 필요하다(Hamilton, 2000). 그림 1은 재해에 노출된 농업, 사회경제적 자원이 개별, 지역, 혹은 국가단위에서의 재해

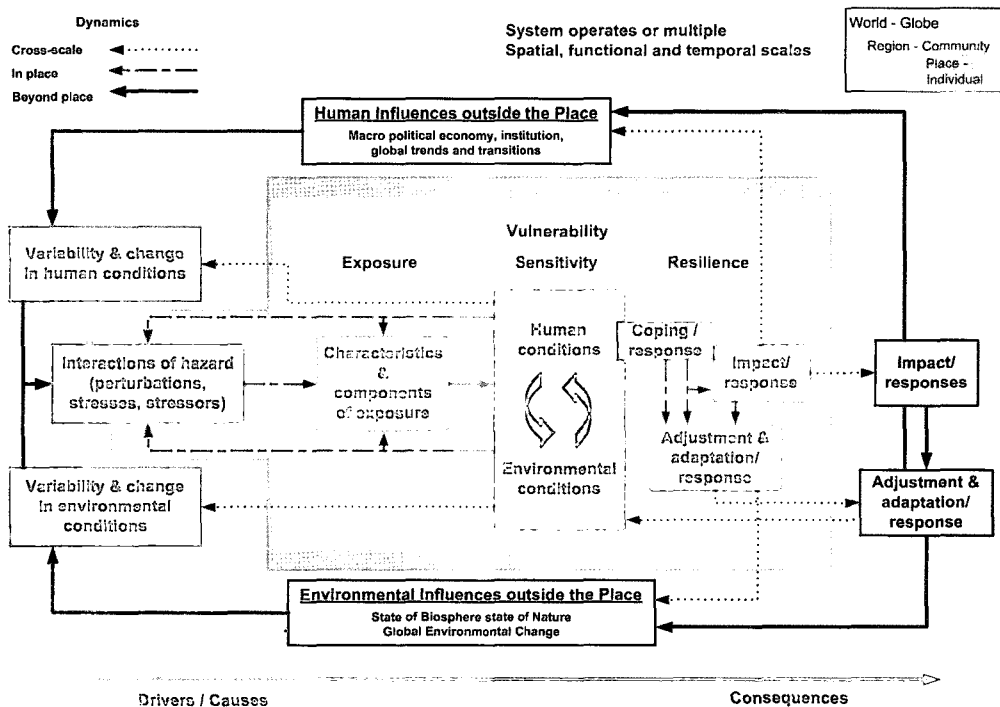


그림 1 Vulnerability framework(Turner et al., 2003)

대응 능력을 고려하여 취약성을 평가하는 통합방재계획의 개념을 정리한 것이다.

통합방재계획의 시작은 지역별 취약성의 평가(Vulnerability Assessment)에서부터이다. 미래에 발생할 수 있는 위험의 크기를 규정하고, 우선순위가 높은 취약지구를 찾아 기술적, 물적 자원을 집중할 수 있도록 하며, 재해경감을 위한 전략 수립과 시행을 위한 기반 정보를 제공하는 것이 취약성 평가의 목적들이다. 재해에 대한 지역별 취약성의 평가는 그 지역의 방재능력과 재해의 진척에 따라, 발생시기와 장소, 기술의 발전, 인구, 정책 등에 따라서도 영향을 받는다. 미국 NOAA의 CVAT(Community Vulnerability Assessment Tool), 세계식량계획(WFP)의 VAM(Vulnerability Analysis and Mapping), 인도 계획위원회(Planning Commission), 그리고 유럽의 SWURVE(Sustainable Water: Uncertainty, Risk and Vulnerability in Europe) 등이 지역별 재해 취약성의 평가를 다루고 있다.

농업가뭄에 대한 취약성은 농업 혹은 수문학적 가뭄에 의해 작물 생산량의 감소, 가축의 피해, 용수부족 등을 수반할 확률을 높게 갖는 한 지역의 특성으로 정의되는데, 지역별로 그 취약성을 평가함으로써 한 지역에서 농업가뭄 피해가 발생할 수 있는 주요 요인이 무엇인지를 밝히고 지역간의 상대적인 비교를 할 수 있다. 그렇지만 아직 우리나라에서는 통합방재계획에 대한 이해와 체계가 명확하지 못하고 그에 필요한 정보기반이나 분석 기법이 충분하지 않기 때문에 지역의 자원과 환경의 변화를 고려하여 농업가뭄에 대한 취약성을 평가할 수 있는 적절한 방법들이 개발되거나 활용되지 못하였다. 그리하여 본 논문에서는 농업가뭄과 관련된 지역의 다양한 인자들을 고려하는 농업가뭄에 대한 지역 취약성의 평가 기법 VAMRAD(Vulnerability Assessment Methodology for Regional Agricultural Drought)을 제안하였고, 지역의 취약성을 객관적으로 비교할 수 있는 지표 CADVI와 RADVI를 개발하였으며, 농업가뭄 대책의 실제적인 수립을 지원할 수 있도록 취약성에 따라 지역의 유형을 분류하는 방법을 보여주었다. 이를 위해 GIS자료와 통계 및 관측 자료를 수집하여 자료 생성 및 검색 체계를 마련하고, 주성분분석 기법을 이용하여 지역 농업가뭄 취약성에 영향을 미치는 각 인자들을 결정한 후, 이로부터 지역의 농업가뭄 취약성을 평가할 수 있도록 하였다. 또한 토지이용이 변화나 농업 수리능력의 개선에 따라 농업가뭄에 대한 취약성의 지역별 변동을 분석하여 본 논문에서 제안한 VAMRAD의 활용성을 보여주고자 하였다.

VAMRAD는 농업가뭄, 농업수자원과 관계된 모든 항목들을 정리하고, 자료 수집(data gathering), 자료 전처리(data

pre-processing), 모델링(modeling processes) 등 3기 모듈(module)로 구성되며, 다양한 공간자료를 취급하기 위하여 GIS를 채용하였다. 자료 수집 모듈에서는 생성된 자료 라이브러리로부터 필요한 자료를 추출할 수 있는 수치지도와 통계자료의 체계를 구축하고, 자료 전처리 모듈에서는 취약성의 평가 단위에 따라 대상 항목들을 추출하고 표준화하여 모델링 분석의 입력 자료를 생성한다. 입력 자료는 토지이용인자, 수자원함양인자, 지형도양인자, 농업기상인자, 농업생산기반인자 등 모두 5개로 카테고리 나뉜다. 모델링 모듈에서는 주성분분석, 지역별 농업가뭄 취약성 지수 산정, 그리고 지역별 유형 분석을 순차적으로 진행한다. 농업가뭄에 대한 지역 취약성 지수는 지역의 농업가뭄 취약성을 대표하는 지역별 농업가뭄 취약성 지수 RADVI(Regional Agricultural Drought Vulnerability Index)와 취약성 주성분별 농업가뭄 취약성 지수 CADVI(Componential Agricultural Drought Vulnerability Index)로 구성하였고, 각각을 5단계로 구분하여 농업가뭄 취약성에 대한 정성적 평가 기준을 마련하였다.

농업가뭄 지역 취약성 평가 기법 VAMRAD의 적용은 경기도 지역 24개 시군 121개 읍면지역을 대상으로 하였으며, 대상지역의 GIS 주제도와 속성정보의 구축은 ArcGIS workstation을 이용하였다. 주성분분석을 통하여 5개의 주성분을 추출하고, 각각을 규모에 의한 취약성, 지형적 요인에 의한 취약성, 기상 요인에 의한 취약성, 농업생산기반 요인에 의한 취약성, 그리고 도시화 요인에 의한 취약성 등으로 해석하였으며, 각 취약성 주성분에 따라 지역별 취약성 지수를 산정하여 공간적 분포를 평가하였다. 그리고 이로부터 농업가뭄에 대한 취약성에 따른 지역의 유형을 그림 2와 같이 분류할 수 있었다. 비교적 농업이 발달하고 농업용 수리시설의 잘 갖춰진 화성, 평택, 이천, 여주 등지의 지역들에서 오히려 높은 취약성을 나타냈는데 이것은 다른 지역에 비하여 수리시설의 혜택을 받는 절대면적이 큰 반면 경지규모에 비하여 상대적 비율이 낮기 때문에 여전히 수원공 개발 사업 등 수리능력의 개선을 위한 투자와 노력이 계속해서 필요함을 보여주었다. 또한 과거 가뭄기록을 사용하여 회귀분석(regression analysis)을 시행한 결과, 지역별 취약성 지수로부터 평균적인 가뭄피해 복구비를 추정할 수 있었다.

농업생산기반의 개선이나 토지이용의 변화에 따라서 농업가뭄에 대한 지역 취약성도 변화한다. VAMRAD는 천수답 면적의 증감이나 수리시설 수혜면적의 증감만을 단편적으로 고려하는 것이 아니고 통합방재계획의 수립을 위해 지역별 자원과 환경의 변화를 종합적으로 다루는 기법이므로 지역의 제반 여건변화에

- for Vulnerability Analysis in Sustainability Science, Proceedings of the National Academy of Sciences(APNAS) 100(14).
4. UNDP and WMO, 2001, Working Group 2: Impacts, Adaptation and Vulnerability in Climate Change 2001, available at http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg2/636.htm
 5. Wilhelmi, O. V. and Wilhite, D. A., 2002, Assessing Vulnerability to Agricultural Drought: A Nebraska Case Study, Natural Hazards 25: 37-58.