

다차원 홍수피해산정방법 (I): 원리 및 절차

Multi-Dimensional Flood Damage Analysis (I): Principle and Procedure

최승안* / 이충성** / 심명필*** / 김형수****

Choi, Seung An / Yi, Choong Sung / Shim, Myung Pil / Kim, Hung Soo

Abstract

Recently, the flood damages including losses of human lives and property have been rapidly increased according to extreme floods. And we know that the flood control project is needed for diminishing flood damages. However, we have had the lacks in a reasonable methodology for the economic analysis of flood control project.

This study aims to improve the existing economic analysis method for flood control project. So, first of all, we understand the problems of existing economic analysis and investigate the methodologies of foreign countries. Based on that, the Multi-Dimensional Flood Damage Analysis(MD-FDA) is developed in this study. The survey of properties on the floodplain is conducted, then the damage rate obtained by evaluating the monetary values of surveyed property is applied, and the expected flood damage is calculated. Also by considering damage area in the floodplain as well as spatial distribution of inundated depth using GIS, the flood damages are evaluated more accurately than existing method. From the study, we know that the MD-FDA can improve the problems of existing method and evaluate the reasonable flood damages by using updated national statistics.

keywords : Flood Control Economic Analysis, MD-FDA, GIS, inundated depth

요 지

최근 이상홍수로 인한 인명과 재산피해가 급격히 증가하여 홍수피해를 경감시키기 위한 치수사업의 필요성은 인식하고 있으나, 사업타당성을 정확하고 객관적으로 분석할 수 있는 경제성분석 방법이 미진한 실정이다. 본 연구는 기존의 치수경제성분석을 개선하기 위한 것으로 현행 국내에서 사용중인 치수경제성분석의 문제점을 파악하고 외국의 사례와 비교분석하여 개선방향을 도출하고 이를 바탕으로 다차원 홍수피해산정방법(MD-FDA, Multi-Dimensional Flood damage analysis)을 개발하였다. 주된 내용은 예상피해지역의 자산조사를 통하여 100%피해규모를 산정하고, 침수심 조건에 따라 피해율을 적용하여 예상 홍수피해액을 계산하는 것이다. 여기에서, GIS와 연계하

* 인하대학교 환경토목공학부 박사과정
Doctorate Candidate, Dept. of Civ. and Envir. Engrg., Inha Univ., Incheon 402-751, Korea
(e-mail: sachoi@inha.ac.kr)

** 인하대학교 환경토목공학부 박사과정
Doctorate Candidate, Dept. of Civ. and Envir. Engrg., Inha Univ., Incheon 402-751, Korea
(e-mail: sung@inha.ac.kr)

*** 인하대학교 환경토목공학부 교수
Prof., Dept. of Civ. and Envir. Engrg., Inha Univ., Incheon 402-751, Korea
(e-mail: shim@inha.ac.kr)

**** 인하대학교 환경토목공학부 부교수
Assoc. Prof., Dept. of Civ. and Envir. Engrg., Inha Univ., Incheon 402-751, Korea
(e-mail: sookim@inha.ac.kr)

여 침수면적뿐만 아니라 침수심의 공간적 분포를 고려하여 피해액을 보다 정확하게 산정할 수 있다. 본 연구에서 개발한 다차원 홍수피해산정방법은 기존 방법에서 야기되었던 문제점을 개선하고 계속해서 업데이트되는 국가통계자료를 이용함으로써 보다 합리적이고 정확한 피해액을 산정할 수 있으리라 사료된다.

핵심용어 : 치수경제성분석, 다차원 홍수피해산정방법(MD-FDA), GIS, 침수심

1. 서론

치수사업이란 국토의 보전과 개발, 이용, 환경 측면에서 홍수방어를 위해 하도의 홍수를 조절하고, 유역 내 치수시설들을 정비하며, 유역개발에 따른 홍수유출과 도시유출을 원활히 소통시킴으로써 유역이 가져야 할 우수·보수 기능을 유지시켜 장래에 발생할 홍수피해를 최소화시키는 것이라 할 수 있다. 그러나 기존의 치수계획은 치수사업 본연의 목적과는 달리 유역전반에 걸쳐 다양한 홍수 방어시설의 종합적인 고려 없이 제방 중심으로만 수립하여 홍수 시 하천에 과도한 부담을 주고 있다.

치수사업에 있어서 수계전체의 입장을 고려한 효율적인 방식이 실현되어야 하며, 이를 위해서는 합리적인 기준에 따라 치수사업이 추진되어야 한다. 그러나 현재 하천설계기준에서 제안하고 있는 경제성분석 방법은 쉽게 사용할 수 있으나, 치수사업의 효과를 적절하게 평가하지 못하는 문제점들을 내포하고 있어 치수사업의 경제성이 낮게 평가되고 있다.

이러한 치수사업의 저평가는 치수사업들이 다른 공공사업에 비해 투자우선순위가 낮게 책정되어 홍수피해가 반복되는 악순환의 원인이 되고 있기 때문에, 치수사업의 경제성분석의 문제점들을 분석하고, 최근의 경제·사회적 여건변화를 고려한 치수경제성 분석 방안을 제시하고자 노력하고 있다.

따라서 본 연구에서는 국내 및 국외 홍수피해평가와 경제성분석 방법을 조사하고 검토하여 최근까지 이용하고 있는 경제성평가 기법의 문제점들을 분석하고 개선 방향을 모색하였으며, 이를 토대로 예상홍수피해액을 산정할 수 있는 다차원 홍수피해산정방법(MD-FDA, Multi-Dimensional Flood Damage Analysis)을 개발하였다.

2. 기존의 치수경제성 분석

우리나라를 비롯하여 미국, 일본, 호주의 자료를 위주로 해서 조사하여 검토하였다. 외국의 경우도 우리나라와 같이 치수사업이 공공사업이기 때문에 개인에 의해 연구된 것 보다 국가기관에 의해 연구 및 발간된 자

료가 대부분 이었다. 본 연구에서는 예상피해액 산정과 관련된 기준 및 지침을 중심으로 소개하였다.

2.1 국내의 치수경제성 분석

현행 하천설계기준에서 제안하고 있는 경제성 분석 방법이 여러 가지 문제점들을 내포하고 있어 치수사업에 경제성이 낮게 평가되고 있으며, 다른 공공사업에 비해 우선순위가 뒤떨어져 적절한 시기에 치수사업이 이루어지지 못하여 홍수피해의 악순환이 반복되고 있다. 따라서 이러한 치수사업의 경제성분석의 문제점들을 분석하고, 최근의 경제·사회적 여건변화를 고려할 수 있는 경제성분석 방안을 제시하고자 노력하고 있다.

Fig. 1과 같이 치수사업에 대한 경제성평가는 「하천시설기준」(건설부, 1993)에 마련된 경제성분석방법을 그대로 적용한 「하천시설기준」(건설부, 1993)의 내용이 기준이 되어 이용되어 왔으며 1998년까지 특별한 연구가 이루어지지 않았다. 그러나 「수자원개발의 경제성 분석모델 개발-다목적댐 편익산정을 중심으로」(한국수자원공사, 1998)의 보고서가 외국의 치수경제성분석에 대한 사례를 들고, 우리나라의 방법에는 어떠한 문제점이 있는지 지적을 함으로써 기존의 치수경제성분석 기준이 좀 더 현실적이고, 정확한 치수경제성분석이 되도록 하는데 많은 영향을 끼쳤다.

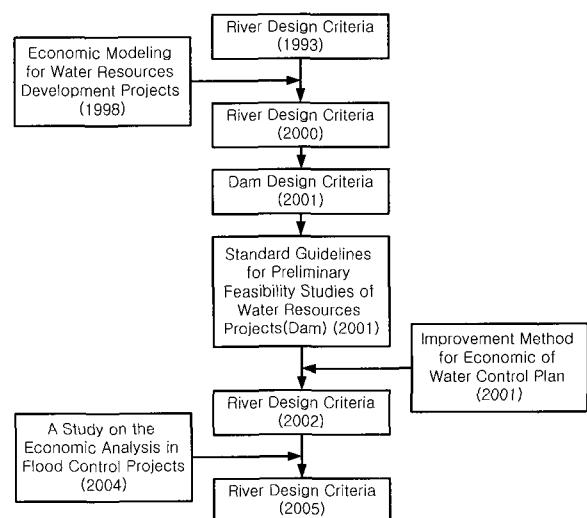


Fig. 1. History of Methodology of Flood Damage Analysis

그리고 기존의 치수경제성분석에서 제기되는 여러 문제점을 지적한 후, 개선안을 도출한 「치수사업 경제성분석 개선방안연구」(건설교통부, 2001)를 바탕으로 현재의 기준인 「하천설계기준」(건설교통부, 2002)이 마련되었다.

2.2 미국의 치수경제성분석

미국에서는 치수경제성분석 시 편익과 비용의 산정은 사업의 목표를 고려하여 측정하고 있다. 편익은 사업목표를 이루기 위한 효율성으로 측정되어지며, 비용은 사업목표를 이루기 위한 희생활동의 효율성으로 측정되어진다. 비록 직접·간접적인 범주가 있다고는 하지만 경제학자나 다른 분야 학자들 사이에 서로 다르게 분류되고 있다. 그러나 체계적인 분류방식은 경제학자의 분석에 따르고 있으나(James and Lee, 1971), 일반적인 홍수조절편익 분류는 범람감소편익, 집약적 편익, 자산이용고도화편익 등 크게 세 가지를 고려하고 있다.

치수경제성분석에서 편익산정은 기준연도의 홍수피해만으로 하는 것이 아니라, 치수사업의 전체기간에 걸친 토지이용의 변화와 미래의 홍수피해를 추정하여 고려해줌으로써 좀 더 정확한 편익을 산정하고 있다(한국수자원공사, 1998).

미국에서 홍수조절편익과 관련된 기관은 대표적으로 연방재난관리청(FEMA)과 미육군공병단(USACE)을 들 수 있다. 연방재난관리청은 예방 및 경감, 대비, 대응, 복구의 4단계에 입각한 Multi-hazards 재난관리로 재해 예방 및 경감에 중점을 두어 상습 침수 주택을 매입하거나 기반을 높이고 하천을 정비하고, HAZUS-MH, GIS, 전자 홍수 지도와 실시간 경보, LIDAR, 인공위성 등을 이용한 과학기술을 활용하며, 이재민에게 임시주택 제공, 실업수당, 및 세금 공제를 하는 등의 다양한 복구 지원을 하고 있다.

이와 같은 범국민적인 기구가 있음에도 불구하고, 주 단위로 복구가 이루어지는 사실은 미국과 같은 연방 국가만이 가질 수 있는 특징이라 하겠다. 즉, 대통령에 의해 비상사태가 선포되기 이전의 피해 산정과 재정적 지원, 응급복구, 재해대책의 추진 등은 주 정부를 중심으로 하는 연방재난관리청이 보조하는 형식으로 이루어진다는 것이다(한국수자원공사, 2001).

홍수와 재해에 관한 주요 역할을 담당하는 곳의 하나는 미육군공병단이다. 이곳에서는 흔히 HEC으로 알려진 프로그램의 개발과 함께 구조적·비구조적 대책의 수립을 위한 행정적, 공학적, 경제적 기초 연구를 위해 각 행정구역별 홍수피해의 규모와 홍수피해 산정방법의

개발 등에 앞장서고 있다. HEC-FDA는 미공병단에서 개발된 프로그램으로 위험도분석방법을 사용한 홍수조절편익을 계산하고 평가하는 프로그램이다. 이 프로그램은 홍수피해 저감계획 기간 동안의 수리 및 수문평가, 경제학적 분석, 경제적인 수리 및 수문학적 분석 평가를 제공하고 있다. HEC-FDA를 이용한 치수경제성분석의 절차는 크게 4단계로 이루어진다(USACE 1998); 1단계 - 피해지역 선정, 분석연도 등의 환경설정, 2단계 - 수리수문학적 분석을 통한 침수구역 설정, 3단계 - 경제학적 분석을 통한 수위-피해함수를 작성한 후 연간피해액 산정, 4단계 - 투자효율분석을 통한 통합적인 치수경제성분석 실시.

2.3 일본의 치수경제성분석

일본은 재해 피해산정 시 일반자산, 공공토목시설, 운수시설 등의 피해로 나누어 산정하고 있다. 재해가 발생할 때마다 다양한 재해피해규모를 일일이 조사하는 것을 사실상 불가능하기 때문에, 경제적인 규모를 기준으로 일정지역들을 피해조사 시범지역으로 선정하여 자세한 피해내역을 재해별로 조사·집계한다. 여기에서, 재해별 전국적인 피해규모집계의 대표성과 간편성을 확보하기 위해 조사된 통계자료들을 회귀분석하여 해당지역의 경제적인 특성에 따른 침수심별 피해액, 피해율로 환산, 재해별 피해액을 개략 추산하고 있다.

건설성 하천국(2000)에서 기존의 「치수경제조사요강」의 방법을 보완·발전시켜서, 평성 12년(2000)년에 발간한 「치수경제조사메뉴얼」을 발표하였다. 하천정비 계획 등에 하천·댐 사업의 재평가 및 신규사업 채택 시 평가 등에 있어서, 치수시설정비의 투자계획과 치수 시설정비에 의해 야기되는 편익을 시계열적으로 취급하고, 매년 건설비와 유지관리비 및 연평균 피해경감기대액 등을 현재가치화해서 총비용과 총편익을 산정하는 것으로 하였다.

직접피해의 대상으로 가옥, 가정용품, 농어가 상가·재고자산, 농작물, 사업소 상가·재고자산, 공공토목시설을 하고 있으며, 간접피해는 직접피해로부터 파급적으로 생기는 간접피해 중 경제평가가 가능한 피해를 파악한 것으로 영업정지손실, 가정에서의 응급대책비용, 사업소에서의 응급대책비용이 있다.

2.4 호주의 치수경제성분석

호주도 미국이나 일본과 마찬가지로 침수심-피해 관계의 개념을 이용하여 직접피해액을 산정하였다. 호주 시드니의 주거지역에서 건물의 크기에 따른 건물과 내용물에 대한 수위-피해곡선을 작성하였으며, 상업과 산

업 등에 대해서도 발생빈도별 직접피해액의 곡선을 산정하였다.

간접편익에 대해서는 정확한 산정방법이 없는 상황이며, 직접피해액에 대한 간접피해액의 비율을 제시하고 있다. 직접피해에 대한 간접피해비율은 주거지는 0.1, 상업지역은 0.5, 산업지역은 0.7로 정하였다.

호주의 홍수피해에 대한 항목은 인간의 생활과 가정, 사업소, 상업시설 등이다. 또한 사회, 경제활동과 관련된 피해, 토지의 가치, 비구조물에 대한 피해 등도 고려하였다(BTRE, 2002).

2.5 홍수조절편익 산정방법의 특징

앞에서 살펴보았듯이 외국의 경우도 우리나라와 마찬가지로 재해의 원인이 다양해지고 사회생활이 복잡화됨에 따라 재해대책과 관련된 분야가 다양해지고 재해에 관련된 국가기관이 대다수를 차지하고 있는 실정이다.

그러나 우리나라와는 달리 한번 재해가 발생할 때 대표지역을 선정하여 그 지역에 대한 자세한 피해조사(실제적으로 피해지역의 자산조사를 통한 침수심별 피해액을 산정하기 위한 세부조사)를 실시하고 이 자료를 중심으로 그 나라에 적합한 회귀분석을 실시하여 재해 피해 산정의 근간을 이룰 수 있도록 대표지역을 관리하고 있다. 또한 이와 같은 과정을 거쳐 산정된 회귀곡선식 또한 경제적인 변화를 겪는 시기에는 보정을 통하여 실제 피해규모에 접근 시키고 있다.

3. 기존피해액 산정 방법의 문제점 및 개선방안

3.1 현행 기준의 문제점

「하천설계기준」(건설교통부, 2002)에서 제시한 침수면적-피해액 관계식은 결정계수가 최소 0.44, 최고 0.95였으며, 평균적으로 0.65로서 비교적 낮게 나타나고 있어, 정확도나 신뢰도면에서 문제점을 발생시키며 아직도 개선할 사항들이 많다는 것을 의미한다.

3.1.1 기초자료의 부정확성

홍수피해조사에 있어서 인력이 부족하고, 하위조직의 피해조사 신고기간이 법으로 규정되어 있어서 세부조사를 통한 정확한 조사가 어려운 실정이며, 조사내용에 개인생활과 직접 관련되는 가재도구 및 가전제품, 각종 산업의 생산물 피해 및 재고품의 피해가 포함되지 못하여 피해규모가 과소 측정되고 있다. 또한, 인구수에 따라 도시를 구분하여 피해액을 산정하기 때문에 해당사업지구의 경제상황을 적절히 반영하지 못 하는 한계를

드러낸다.

3.1.2 침수면적-피해액 관계식의 한계점

침수면적-피해액 관계식을 봤을 때, 침수면적과 관련 있는 변수항과 관련 없는 상수항으로 구성되나, 침수면적이 적은 경우에는 상수항의 값이 과다하여 지배적인 인자로 작용함에 따라 편익은 차이가 거의 없고, 비용의 과소에 의하여 경제성 분석결과가 지배된다. 또한, 침수면적만을 독립변수로 하여 회귀식을 작성하였기 때문에 침수심에 따른 피해를 고려하지 못한다.

3.1.3 홍수빈도를 고려하지 못함

재해연보를 기초로 시·군별 홍수피해 평균주기를 산출하고 동일 도시유형에서는 같은 홍수피해 평균주기대로 침수피해가 발생하는 것으로 가정하였으나, 이는 대상지역에 대한 계획홍수량 및 설계홍수량과 연계하여 경제성분석을 실시하지 못하게 된다.

3.2 현행 기준의 개선방향

3.2.1 구간분할 회귀분석 및 다중회귀분석

침수면적이 적은 경우 상수항의 값이 과다하여 지배적인 인자로 작용하는 문제점은 회귀분석 자체에 대한 한계점으로 지적할 수 있다. 이는 Fig. 2와 같이 작은 면적(small area), 중간 면적(medium area), 큰 면적(large area)으로 재해연보의 대상 자료를 나누어서 회귀분석을 실시하고, 더 나아가 과거의 자료조사를 통해 침수면적과 침수심을 같이 고려할 수 있는 다중회귀분석을 한다면 보다 정확한 값을 산정할 수 있으나, 근본적인 문제해결책은 되지 못한다.

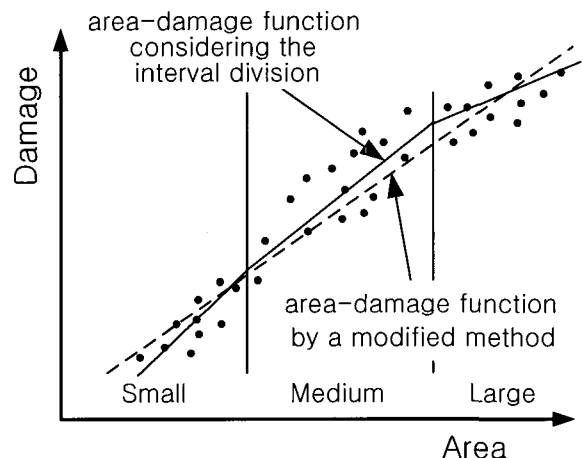


Fig. 2. Regression Analysis Considering the Interval Division

3.2.2 연평균피해액 산정의 체계화

유량규모에 대한 예상침수면적을 구하여 피해액을 산

정한 후, 어떤 유량규모와 다음 유량규모간의 유량이 발생할 수 있는 연평균발생확률을 해당 유량에 대한 예상 피해액에 곱하여, 계획대상규모까지의 피해경감기대액을 누계하는 것에 의해 연평균피해경감기대액을 산정한다.

4. 다차원 홍수피해산정방법

4.1 다차원 홍수피해산정방법의 편익항목

침수심을 고려한 다차원 홍수피해산정법(MD-FDA, Multi-dimensional Flood Damage Analysis)은 Fig. 3 과 같이 행정구역내 자산가치를 산정하고 자산의 공간적 분포를 고려한 침수편입율을 결정하여 침수심에 맞는 피해율을 곱해서 직접피해를 산정하는 방법으로 간단히 홍수피해액산정을 위한 ‘다차원법’으로 칭하였다.

직접피해액 항목은 크게 인명피해액, 건물 피해액, 건물내용물 피해액, 농경지 피해액, 농작물 피해액, 사

업소 유형·재고자산 피해액, 공공시설 피해액 7가지로 분류된다. 이중 인명피해액과 공공시설 피해액을 제외한 5가지 피해액은 일반자산에 대한 직접 피해액을 일반자산의 평가액을 근거로 산정하였다(Table 1 참조). 간접피해액은 여기서 제외하였다.

홍수범람에 의한 피해액을 측정하기 위하여 홍수지역의 범위를 행정구역상의 “읍면동” 단위로 설정하였다.

4.2 직접피해의 대상자산 가치조사

Table 2는 행정구역별 지역특성을 반영하는 구체적인 자산산정방법을 나타내고 있다. 지역특성은 일차적으로 주거특성, 농업특성, 산업특성으로 분류하였으며, 이러한 지역특성분류들이 구체적으로 홍수 피해액 산정에 어떻게 반영되는지를 Table 2에 나타내었다. 지역특성에 관한 정보는 현장방문을 통한 직접조사 및 통계청에서 제공하는 공공데이터를 통하여 수집할 수 있다.

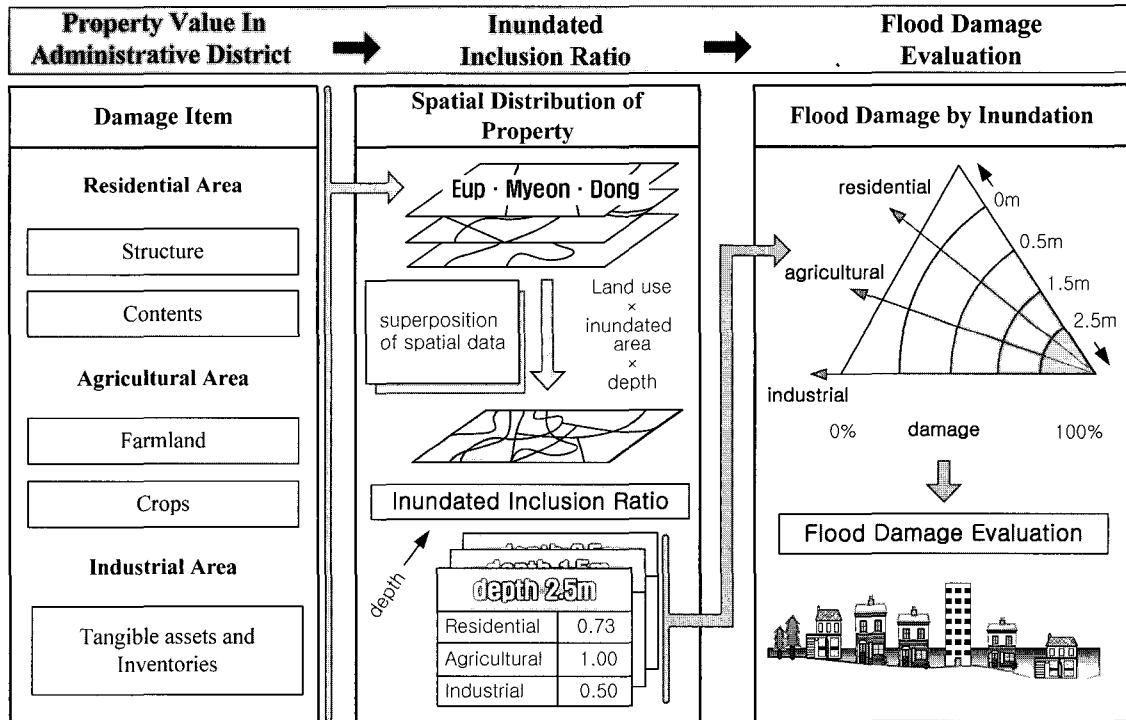


Fig. 3. Procedure to Estimate the Flood Damages by MD-FDA

Table 1. Categories of Flood Damage in this study

Classification	Damage type
Residential area	① Structure : damage of building by flood ② Contents : damage of contents by flood
Agricultural area	③ Farmland : buried and lost area of the rice paddy and the field ④ Crops : damage of crops by flood
Industrial area	⑤ Tangible assets and inventories
Infrastructure	Flood damage for Road, bridge, railroad and river structures, etc.
Person	death, refugees

Table 2. Methodology for the estimation of properties values in administrative districts

Classification		Necessary data	Methodology
Residential area	Structure (house)	① number of houses by total floor space of building ② Price per unit m' ③ number of layers ④ number of houses by Eup, Myeon and Dong	Property value of structures = ① × ② × ③ × Construction industry deflator
	Contents (household)	① Assessment price of contents ② number of households	Property value of contents = ① × ② × CPI(Consumer price Index)
Agricultural area	Farmlands (area)	① Areas of rice paddy and dry field ② Assessment price of the buried and lost areas	Damage of Farmlands = ① × ②
	Crops (area)	① Types of crops ② Areas of rice paddy and dry field ③ Assessment price by crops per unit ha	Property value of crops = ① × ② × CPI(Consumer price Index)
Industrial area	Tangible assets (won)	① Assessment price for industrial type ② the number of works by Eup, Myeon and Dong	Property of tangible assets and inventories = ① × ② × CPI(Consumer price Index)
	Inventories (won)		

4.2.1 주거특성

건물자산가치는 해당 읍면동의 건축연면적에 건축단가를 곱해서 가옥자산을 산정한다. 건물대상을 주거건축물에 국한하여 가치를 산정하였기 때문에 사업소 건물이 평가되지 않아, 과소평가 될 우려가 있으나 산업지역의 유형고정자산항목에 사업체에 대한 건물부분이 포함되어 있다.

여기서, 건축형태별 연면적은 해당 읍면동의 시군 통계연보를 근거로 평수별 가구수에 관한 자료를 바탕으로 산정하며, 시군통계연보에 이와 관련된 통계자료가 없을 경우 전국평균자료를 이용하여 산정할 수 있다. 가장 최근에 조사된 건축형태별 평수별 가구수는 「인구주택총조사보고서」(통계청, 2000)를 통해서 알 수 있다.

단위면적별 건축형태별 건축단가는 「건물신축단가표」(한국감정원, 2000)를 기준으로 할 수 있으며, 시군구별 별도의 건축단가자료가 있을 경우 그 자료를 사용할 수 있다.

건물자산가치를 사업평가 기준년에 맞추어 산정하기 위해 경제통계에 있어서 금액으로 표시된 통계량에서 물가상승에 의한 명목적 증가분을 제거하기 위하여 제

수(除數)의 형태로 쓰이는 기준년 건설업 디플레이터(deflator) 보정지수를 이용한다.

건물내용물자산가치는 가정용품 평가액에 해당읍면동의 세대수를 곱하고 여기에 소비자 물가지수를 곱하여 산정한다. 여기서, 가정용품평가액은 「국부통계조사보고서」(통계청, 1999)에 나와 있는 1997년 말 가정용품 보급률 및 평균가격으로부터 각 가정용품 항목별 보급률과 평균가격을 곱하고 전체를 합하여 최소평가액(4,572,147원/세대)과 최대평가액(29,939,652원/세대)을 산정하였다.

가정용품평가액은 지역주민의 문화수준이나 소득수준을 고려하여 조정하는 것이 합리적으로 판단되나 문화수준의 평가는 평가 시 주관적 개입가능성이 높기 때문에 「치수사업경제성분석 개선방안 연구」(건설교통부, 2001)에서 제시된 도시 분류구분을 이용하여 Table 3과 같이 도시 분류별로 최대평가액에서부터 최소평가액까지 등간격으로 차등을 두어 제시하였다.

특정 통계연도의 건물내용물 자산가치는 사업평가 기준년에 맞추기 위해 소비자가 구입하는 상품이나 서비스의 가격변동을 나타내는 기준년 소비자 물가지수를 이용하여 조정한다.

Table 3. Assessment Price to Contents

Regional type	Large city	Medium/Small city	Rurban city	Country	Mountainous area
Assessment price of contents (won / household)	27,402,902	22,329,401	17,255,900	12,182,399	7,108,898

4.2.2 농업특성

농업특성은 각각의 읍면동 단위에 주어진 전이나 담으로 구체화되고, 전·담의 면적이나 해당 농작물로 측정된다. 전국의 읍면동 전담의 면적과 농작물은 각 지역의 시·군 통계연보로부터 과거 몇 년간의 자료를 수집할 수 있다.

농경지의 경우 전담별 경지면적은 해당지역의 시·군 통계연보로부터 과거 몇 년간의 자료를 수집한다. 농경지는 침수되어도 어느 침수심까지는 피해가 거의 발생하지 않으며, 매몰이나 유실이 발생하였을 경우 피해액을 바로 산정한다.

농작물의 경우 논·밭면적에 시군구별 단위면적당 농작물 평가단가를 곱하여 농작물자산가치를 산정한다. 농작물 자산에 대한 평가시 전·담의 대표작물 및 특수농작물에 대한 생산량은 논·밭의 경우는 벼의 수확량(생산량), 밭의 경우는 주요한 작물의 수확량으로 하되 시군구별 통계자료에 의한 곡종별 작물통계에 의거 최근 5개년 간의 자료중 최대 및 최소 수확량을 제외한 3개년 간의 값의 수확량 평균치를 평년작으로 하여 적용한다. 단위면적당 농작물 평가단가는 농산물생산비통계(통계청, 2002) 기준으로 설정하였다.

기초수량이 되는 농작물 작부면적은 해당년 시군구 통계연보의 읍면동 자료를 이용한다. 현재 시군구 통계연보에 농작물 수확량(생산량)은 시군단위 및 읍면동단위로 지역별로 서로 상이하게 제시되어 있다. 따라서, 시군단위로 제시된 농작물 수확량을 읍면동 단위로 전환하기 위해 시군구별 작부면적에 대한 해당 읍면동의 작부면적에 대한 비율을 사용하여 읍면동단위의 농작물 수확량을 산정하였다.

4.2.3 산업특성

산업대분류마다 종업자수에 1인당 평가단가를 곱하고 사업소 유형고정자산·재고자산을 산정한다. 산업분류

별 사업체 1인당 유형자산 및 재고자산 평가액은 통계청(1999)의 국부통계조사보고서에서 제시한 산업별 사업체 유형고정자산 및 재고자산을 산업분류별 종사수로 나누어 산정하였으며, 지역별 편차를 감안하여 시도별로 나타내었다. 기초수량이 되는 사업체별 종사자수는 해당년 시군구 통계연보의 읍면동 자료를 이용할 수 있다.

4.3 침수편입을 산정방법

침수편입율이란 행정구역 내에서 주거, 농업, 산업의 지역특성요소의 총자산가치를 실제 침수된 부분에 대한 자산가치로 환산하기 위해 지역특성요소별로 지리요소인 공간객체들의 위치정보를 침수심별로 중첩하여 전체에 대한 비율로 나타낸 것이다(Figs. 4 and 5).

침수편입을 산정에 필요한 GIS자료는 Table 4와 같이 침수구역도, 행정구역도, 토지피복도·토지이용현황도 및 수치지형도가 대표될 수 있다.

4.4 침수피해액 산정

일반자산피해액은 Eq. (1)과 같이 대상지역의 항목별

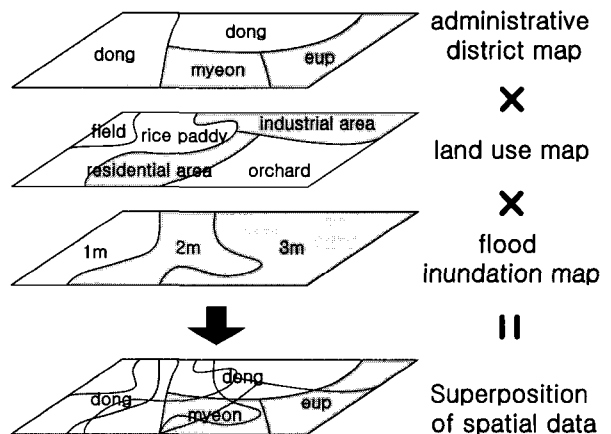


Fig. 4. Conceptual Scheme to Compute the Inundated Ratio

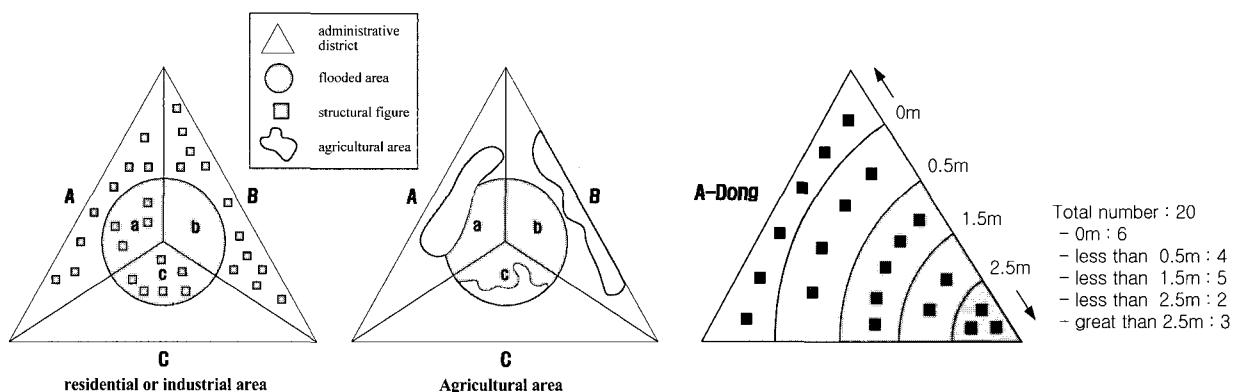


Fig. 5. Detailed Scheme to Compute the Inundated Ratio

Table 4. GIS framework to compute the inundated ratio

Map type	Property	Remark
Flood inundation map	Boundary and area of inundated area by depth and frequency	Past informations and results of inundation analysis
Administrative district map	Boundary and area of Eup, Myeon, Dong	More recently
Land cover map	Agricultural area of the damage categories	Available land use map
Digital map	Building layer of the damage categories(code 4)	Digital map(1/5,000, 1/25,000)

Table 5. Damage Ratio of Properties according to the Depth

Depth(m)	0~0.5	0.5~1.0	1.0~2.0	2.0~3.0	>3.0
Structures	15	32	64	93	100
Contents	14.5	32.6	50.8	92.8	100
Farmland	0			100	
Tangible assets	23.2	45.3	78.9	96.6	100
Inventories	12.8	26.7	58.6	89.7	100

Table 6. Damage Ratio of Crops according to the Depth

Depth	1m ≤						>1m
	Duration	less than 1 day	1~2	3~4	5~6	great than 7day	
Crops	Rice paddy	14%	27%	47%	77%	95%	100%
	field	35%	51%	67%	81%	95%	100%

자산액에 침수편입율과 침수피해율(Tables 5 and 6)을 곱하여 산출하여야 한다. 단, 현시점에서는 공공시설물 등의 피해에 관해서는 공공시설물 자산으로부터의 직접적인 추계가 곤란하기 때문에 「일반자산피해액×일정 비율(일본에서 사용하고 있는 1.694를 채택)」로 산정하였다.

Eq. (1)에서 산정한 주거지역, 농업지역, 산업지역에 대한 일반자산 피해액에 인명/이재민 피해액, 공공시설물피해액을 더하여 Eq. (2)와 같이 총피해액을 계산한다. 인명피해액은 ‘치수사업 경제성분석 개선방안연구(건설교통부, 2001)’의 개선법에서 제시한 인명피해손실 추정방법을 사용하였다.

$$\begin{aligned} \text{일반자산피해액} = & \sum_{i=1}^n [RD_i(\text{건물, 건물내용물, 침수심}) \\ & + AD_i(\text{농경지, 농작물, 침수심}) \\ & + ID_i(\text{사업체유형·재고자산, 침수심})] \end{aligned} \quad (1)$$

$$\text{직접피해액} = (1 + \alpha) \text{일반자산피해액} + \text{인명피해액} \quad (2)$$

여기서, $RD_i(\cdot)$, $AD_i(\cdot)$, $ID_i(\cdot)$ 은 거주, 농업, 산업 지역 피해액 함수, n : 해당읍면동 개수, α 는 일반자산 피해액에 대한 공공시설물의 비율이다.

5. 결 론

본 연구에서는 현재 국내에서 사용중인 치수경제성 분석의 문제점에 대한 개선방안으로서 다차원법을 개발하였다. 재해연보를 기초로한 회귀분석법에는 한계가 있음을 파악하고, 새로운 방법론은 개발하였으며, 그 주된내용은 다음과 같다.

1. 예상피해지역의 일반자산조사(건물, 건물내용물, 농경지, 농작물, 사업체유형·재고자산)를 통하여 100%피해규모를 산정하고, 이 후에 침수심조건에 따라 피해율을 적용하여 예상홍수피해액을 산정한다.
2. 기존의 침수면적-피해액의 회귀분석법과는 달리 각지역(시·군)의 통계연보를 중심으로 피해액을 산정하기 때문에 지역특성을 반영할 수 있으며,

또한 GIS와 연계되어 피해지역내에서 자산의 공간적 분포를 고려하여 산정하게 된다.

3. 다차원법을 이용한 예상홍수피해액은 과거의 홍수 피해를 근거로 한 행정구역별 평균홍수피해액을 산정했었던 틀을 벗어나 침수가 발생한 지역에 대한 특성을 피해액 산정에 반영함으로써 보다 구체적이고 정확한 예상홍수피해액을 산정할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서 제시한 다차원법은 직접피해액만을 중심으로 구성되어 있으며 이는 실제적 홍수피해에서 많은 비중을 차지하고 있는 간접피해액을 고려하지 못하고 있다. 또한, 적용을 위한 일부 계수에서는 일본의 지표를 이용하고 있다. 이러한 사항들에 대해서 추후 계속 연구가 필요할 것이라 사료된다.

참 고 문 헌

건설부 (1993). 하천시설기준.
건설교통부 (2000, 2002). 하천설계기준.
건설교통부 (2001). 치수사업 경제성 분석 개선방안

연구.

통계청 (1999). 국부통계조사보고서.
통계청 (2000). 인구주택총조사보고서.
통계청 (2002). 농산물생산비통계.
한국감정원(2000). 건물신축단가표.
한국수자원공사 (1998). 수자원개발의 경제성 분석모델 개발: 다목적댐 편익산정을 중심으로.
한국수자원공사 (2001). 치수안전도 지표설정 및 사례 연구 보고서.
BTRE (2002). *Benefits of flood mitigation in Australia*. Bureau of Transport and Regional Economics Report 106.
James, L.D. and Lee, R.R. (1971). *Economics of Water Resource Planning*. McGraw-Hill Inc.
USACE, (1998). *HEC-FDA : Flood Damage Analysis User's Manual*, U.S. Army Corps of Engineers.
建設省 河川局 (2000). 치수경제조사 매뉴얼(안).

(논문번호:05-55/접수:2005.04.07/심사완료:2005.10.21)