산업연관분석을 이용한 풍수해 경제적 파급효과의 간략 산출방법 연구

Simplified Estimation of Indirect Economic Damages from Storm and Flood Disaster Using Input-Output Analysis

현수현* · 김학열**

Hyun, Suhyun*, and Kim, Hageol**

Abstract

The purpose of this study is to develop a simplified technique to estimate Indirect Economic Damages (IEDs) from storm and flood disasters. An Economic Loss Coefficient (ELC) from each industry is calculated using input-output analysis. Through applying ELCs to the industry sectors directly affected by disasters from 2010 to 2015, the costs of IED per year is computed. Results show that the average cost of IED is 2.16 times larger than direct damages, nearly 0.1% of Korea's GDP. Moreover, IED quantity is significantly different depending on the type of disaster and the type of damaged industry. If central and local governments conducted more precise examinations of direct damages by industry, more credible indirect damages could be calculated.

Key words : Damage from Storm and Flood, Indirect Economic Damage, Input-Output Analysis, Simplified Estimation Technique

요 지

본 연구는, 현재 집계되지 않고 있는 풍수해의 간접피해를 간편한 방법으로 추정할 수 있는 기법을 개발하는 것을 목적으로 한다. 이에 산업연관분석을 이용하여 각 산업별 손실승수를 도출·적용함으로써, 2010년부터 2015년도에 발생한 풍수해의 직접적인 피해액으로부터 간접적인 경제적 손실을 산출하였다. 그 결과, 간접손실은 물리적 직접피해 규모의 약 2.16배에 달하는 것으로 분석되었으며, 직접피해에 간접손실 규모까지 포함할 경우 GDP 규모의 약 0.1%인 것으로 분석되었다. 또한, 물리적 직접피해로부터 발생하는 경제적 파급효과는 피해산업별, 재해유형별 종류에 따라 간접손실 규모에 큰 차이가 나는 것으로 확인되었다. 향후 정부 및 지자체에서 산업별 피해규모에 대한 정확한 조사가 선행된다면 보다 정확한 간접손실을 계산할 수 있을 것이다.

핵심용어 : 풍수해 피해, 경제적 간접손실, 산업연관분석, 간략화 분석기법

1. 서 론

최근 강력한 대형 태풍이 한반도에 연이어 상륙해 큰 피해를 불러일으키고 있다. 2019년 9월 6일에 발생한 제 13호 태풍 ‘링링’은 강한 바람을 동반하여 3명의 사망자를 발생시키는 등 국내에 많은 피해를 불러일으켰다. 9월 20일에 연이어 발생한 제 17호 태풍 ‘타파’는 1명이 숨지는 등

지난 태풍으로 인한 피해를 가중시켰다. 이어 10월 2일에 발생한 제 18호 태풍 ‘미탁’은 남해안 및 동해안에 많은 비를 뿌려 현재까지 11명이 숨지고 3명이 실종되었으며, 건물은 3,200여 채가 침수되었고, 이재민은 740여명에 이르는 등 지난 태풍으로 인한 복구가 미처 끝나지 않은 상황을 더욱 악화시키고 있다.

이러한 자연재해로 인한 피해는 직접적인 물리적 피해에

*정회원, 서경대학교 도시안전연구센터 책임연구원(E-mail: samil4345@naver.com)

Member, Research Associate, Urban Risk Management Research Center, Seokyeong University

**교신저자, 정회원, 서경대학교 도시공학과 교수(Tel: +82-2-940-7783, Fax: +82-2-940-7616, E-mail: hagkim@skuniv.ac.kr)

Corresponding Author, Member, Professor, Department of Urban Planning and Engineering, Seokyeong University

서 그치지 않고 국가와 사회 전반의 영역까지 확대될 수 있다. 한국농촌경제연구원 및 농촌진흥청에서는 올해 발생한 태풍 및 호우로 인해 2019년도의 쌀 생산량이 크게 하락할 것으로 전망하고 있다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2019). 즉, 자연재해는 인명 사상, 침수, 산사태, 조업중단에 따른 생산피해 등으로 인해 발생하는 농어업 피해, 교통두절로 인한 운송서비스업 피해, 공사 중단으로 인한 건설업 피해 등을 불러일으키며, 연관 산업에 영향을 미쳐 경제적 파급효과를 발생시킬 수 있다.

그러나 현재 우리나라에서는 자연재해가 발생하면 인명피해와 재산피해 등 직접적인 피해현황만을 집계하고 있는 실정이다(Hyun and Kim, 2018). 즉, 국내에서는 물리적 직접 피해 상황에 대한 조사·집계만 이루어지며, 이로 인해 파급되어 발생하는 간접손실은 고려하고 있지 않다. 이로 인해 연쇄작용을 통해 파급되는 자연재해 피해로 인한 경제적 효과는 인식을 하고 있지만 실제적인 분석은 이뤄지고 있지 않다. 풍수해 피해로 인한 경제적 파급효과를 분석하는 것은 매우 어렵고 복잡한 분석방법을 요하고, 학문적으로도 복잡한 분석과정 및 다양한 분석자료를 요구하는 분석방법이 많다. 이는 공무원 및 일반인들의 분석에 대한 접근과 사용을 더욱 어렵게 만들고 있다. 간접손실에 대한 고려가 전무한 시점에서 보다 쉽고, 간단한 분석 방법을 활용하여 비교적 현실성 있는 간접손실을 계산하는 방법을 제시할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 분석 과정이 복잡하고, 다양한 자료가 필요한 분석방법이 아닌 비교적 간단하게 풍수해 피해로 인한 경제적 파급효과를 분석할 수 있는 방법을 제시하고, 과거 풍수해 피해 사례에 적용하여 재해발생 시기별, 재해유형별 파급피해 현황을 분석하고자 한다.

이에 본 연구에서는 2010년부터 2015년도까지의 산업연관표를 활용하여 손실승수를 계산하고, 이를 재해연보 기반의 풍수해 피해액에 적용하여 경제적 파급효과를 분석하고자 한다. 이를 통해 풍수해 피해로 인한 간접피해 산출방법의 적용가능성을 검토하고, 향후 재해특성에 맞는 적절한 대책을 마련하는 데 시사점을 제시하고자 한다. 연구진행을 위하여 우선 기존 선행연구를 검토하여 본 연구와의 차별성을 제시하고, 분석방법 및 분석에 활용한 자료를 소개한다. 이후 2010년부터 2015년까지 발생한 풍수해 피해사례에 손실승수를 적용하여 경제적 파급효과를 분석한다. 향후 본 연구에서 제시한 분석방법을 활용하여 개략적인 간접손실 규모를 파악하고 이를 다양한 의사결정에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 선행연구 검토

자연재해로 인한 경제적 파급효과와 관련된 국내외 선행연구를 살펴보고, 본 연구와의 차별성을 검토하였다. 먼저, 국외에서는 Dacy and Kunreuther (1969)의 연구를 시작으로

경제적 파급효과를 계량적으로 분석하기 시작하였다. 이후의 국외연구에서는 재해의 종류 및 규모, 국가별 개발단계, 경제성장의 장·단기적 영향, 지역별 산업특성 등에 따라 재해의 경제적 영향이 긍정적인지 부정적인지 여부를 판단하는 분석이 대부분을 이루고 있다(Park and Song, 2016).

Skidmore and Toya (2002), Loayza et al. (2009) 등의 연구에서는 계량경제모형을 활용하여 자연재해로 인한 경제적 파급효과를 분석하였다. Skidmore and Toya (2002)은 다중회귀분석을 이용하여 1960년부터 1990년까지 총 89개의 국가를 대상으로 GDP 성장률과 자연재해 발생건수 간의 관계를 분석하였다. Loayza et al. (2009)은 1961년부터 2005년까지 전세계 94개 도시 및 68개의 개발도상국을 대상으로 패널 데이터를 구축하여 재해유형별 경제성장 및 산업유형별 성장에 미치는 영향에 대해 계량경제모형을 이용하여 분석하였다.

Hallegatte (2008), Okuyama (2014)의 연구에서는 산업연관분석을 이용하여 자연재해로 인한 경제적 영향을 분석하였다. Hallegatte (2008)는 허리케인 카트리나 사례에 대하여 지역투입산출모형을 적용하여 경제적 파급효과를 살펴보았다. Okuyama (2014)는 1995년의 고베 지진으로 인한 지역 경제의 장기적인 영향을 투입산출모형을 이용하여 분석하였다.

CGE모형을 이용하여 자연재해로 인한 파급효과를 분석한 연구로는 Shibusawa and Miyata (2011), Wing et al. (2013)의 연구가 있다. Shibusawa and Miyata (2011)는 동태적 연산일반균형모형을 이용하여 일본 Tokai 지역을 사례로 지역 경제에 미치는 영향을 추정하였다. Wing et al. (2013)은 폭풍 시나리오인 ARkStorm을 동태적 연산일반균형모형에 적용하여 영업 중단(Business Interruption, BI)으로 인한 영향을 추정하였다.

국외 연구와 마찬가지로 국내에서도 재해로 인한 경제적 파급효과를 분석한 선행연구들이 있다. Kim (2003), Ryu and Cho (2010), Jiang et al. (2013), INHA Industry Partnership Institute (2016)의 연구에서는 산업연관분석을 이용하여 자연재해로 인한 경제적 파급효과를 분석하였다. Kim (2003)은 다지역 투입산출모형(MRIO model)을 적용하여 서울, 인천, 경기도와 수도권외지역의 수해피해 영향을 분석하였다. Ryu and Cho (2010)는 투입산출모형에 기반을 둔 이벤트 행렬을 이용하여 태풍 루사급 피해가 발생할 경우의 경제적 파급효과를 분석하였다. Jiang et al. (2013)은 화산재 규모에 따른 산업피해를 추정하고, 산업연관분석을 통해 주요 화산재해로 인한 직접피해와 간접피해를 분석하였다. INHA Industry Partnership Institute (2016)는 산업연관분석 및 지역산업연관분석을 이용하여 대규모 자연재난 및 사회재난에 의한 직접피해액이 각 산업분야에 미치는 영향을 몇 가지의 사례 분석을 통하여 평가하였다.

Ryu et al. (2012), Hong et al. (2014), Lee (2015)의 연구에서는 CGE모형을 이용하여 자연재해의 경제적 파급효과를 분석하였다. Ryu et al. (2012)는 연산가능일반모형을 구축하고 다양한

시나리오로 자연재해의 효과를 분석하였다. Hong et al. (2014)은 축차동태 연산가능일반균형 모형(KEI-Linkages model)을 활용하여 전 세계 7개 지역별 자연재해의 경제적 파급효과를 분석하였고, 한국에 대해서는 홍수 발생 시나리오를 적용하여 파급효과를 분석하였다. Lee (2015)는 자연재해 피해액에 대한 16개 시도의 패널데이터를 구축 후 회귀분석을 실시하여 자연재해 피해액을 추정하였으며, 이를 다지역 정태 연산일반균형 모형에 적용하여 경제적 파급효과를 분석하였다.

이 외에 계량경제모형을 적용하여 자연재해가 지역경제에 미치는 영향을 분석한 연구에는 Park and Song (2016)의 연구가 있다. Park and Song (2016)은 다중회귀분석모형을 이용하여 자연재해가 경제에 미치는 장·단기적 영향과 계절별 재해 특성 영향, 산업별 영향을 분석하였다.

본 연구에서는 복잡한 분석과정과 장기간의 다양한 자료를 요구하는 분석방법을 사용하여 자연재해로 인한 경제적 파급효과를 분석하고자 했던 선행연구와는 달리, 보다 간단한 방법과 자료로 분석이 가능한 투입산출모형을 적용하여 풍수해 피해가 국가경제에 미치는 파급효과를 분석해보고자 한다. 즉, 계량경제모형, CGE모형, 지역산업연관분석 등 복잡한 분석과정 및 다양한 자료가 필요한 분석방법이 아닌 전국 대상의 산업연관분석을 활용한 연구방법을 사용하고자 한다. 이는 현재 자연재해로 인한 직접피해만 조사·집계하고 있는 상황에서 보다 간편하게 간접손실을 계산해 볼 수 있는 분석방법을 제안함으로써 단기간에 개략적인 파급피해에 대한 정보를 제공할 수 있기 때문이다.

또한, 본 연구에서는 복구를 위한 재원의 투입, 투자의 효과까지 고려하기 보다는 단순히 풍수해로 인해 발생한 피해만을 분석에 사용하여 파급효과를 분석하고자 한다. 이는 국가의 재정투입 효과가 반영되기 이전의 단순 피해로 인한 파급효과를 파악하기 위함이다. 이러한 결과는 복구비 투입의 우선순위 결정, 각종 투자 및 예방사업의 경제적 타당성 확보 근거, 관련 정책의 의사결정에 활용할 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 풍수해로 인한 경제적 영향이 긍정적인지, 부정적인지 여부를 논하기 보다는 풍수해의 직접피해로 인한 간접피해가 어느 정도 규모인지 분석하여, 이에 대응하고 예방할 수 있는 방안을 마련하는데 활용될 수 있도록 하는 데 목적을 두고 있다.

3. 분석방법 및 자료수집

3.1 분석방법

앞서 선행연구 검토 결과에서도 알 수 있듯이 경제적 파급효과를 추정하기 위한 대표적인 기법에는 CGE 모형, 거시계량경제모형, 투입산출모형(I/O 모형)이 있다. CGE 모형은 경제변수들 사이의 관계를 연립방정식으로 표현하여 간접적인 경제손실을 평가하는 방법론으로서 모형이 비선형인 관계로 현실 상황을 더욱 적절히 반영할 수 있고,

재해 후의 경제 회복력을 반영할 수 있는 등의 장점을 지니고 있다. 그러나 장기균형분석에는 적합하지만 단기적인 영향을 분석하기에는 어려움이 있고, 연구자의 주관이 개입됨으로써 결과에 대한 신뢰를 확보하기 어렵다는 단점이 있다 (Jiang et al., 2014).

거시계량경제모형은 과거 경제활동의 추세 변화를 평균적으로 설명하는 경제 분석 기법으로 경제이론에 근거하고 있어 통계적 기반이 탄탄하고 장·단기적 예측과 시뮬레이션에 활용하기가 용이하다. 그러나 방대한 양의 통계자료가 필요하고 모형 작성에 많은 시간과 비용이 소요된다는 단점을 지닌다(Jiang et al., 2014).

투입산출모형은 자연재해가 경제에 미치는 직접적인 피해가 산업 연결망을 통해 전·후방 산업에 미치는 파급효과를 계산할 수 있는 분석 방법이다. 이러한 모형은 분석기간 동안의 기술수준이 불변한다는 것을 가정한다는 점과 각 산업별로 동질적인 제품을 생산한다는 가정이 비현실적일 수 있다는 단점을 지닌다. 그럼에도 불구하고 투입-산출 모형은 연관된 산업 사이의 상호작용에 대한 이해가 쉽고, 전·후방 파급효과 계산이 가능하다는 점, 각 산업부문의 손실이 비교적 명확하고 간단하게 계산된다는 점이 장점으로 꼽힌다(Jiang et al., 2014).

본 연구에서는 풍수해로 인한 경제적 파급효과 분석을 위해 위의 방법론 중 투입산출분석, 즉 산업연관분석을 실시하고자 한다. 이러한 이유는 산업연관분석은 한국은행에서 제공하는 산업연관표의 활용이 가능하여 자료 취득이 비교적 용이하며, 타 분석방법에 비해 간단한 방법으로 경제적 파급효과를 계산할 수 있다는 장점이 있기 때문이다.

본 연구에서 적용하고자 하는 분석방법인 산업연관분석을 실시하기 위해 다음과 같은 범위로 연구를 진행하고자 한다. 먼저 공간적인 범위는 전국을 대상으로 한다. 이러한 이유는 지역 I/O 모형은 아직까지 학계에서 그 정확성에 대한 논의가 계속되고 있기 때문이다. 지역 I/O 모형은 레온티에프 생산함수를 전제로 하여 작성되는데, 우리나라에서는 한국은행에서 광역권별로 발표하고 있다. 따라서 광역권이 아니라 하위 지역으로 한정하여 분석하여야 할 경우에는 RAS 모형을 활용하는 등 추가적인 모형 수정이 불가피하며, 그 정확성이 판정되지 않은 방법을 사용해야 하는 문제점이 있다.

시간적인 범위로는 2010년부터 2015년까지의 기간으로 한다. 이에 이 기간의 산업연관표를 사용하며, 이는 해당 연도별 기초가격 기준의 산업연관표를 이용하기 위함이다. 아울러 본 연구는 재해연보의 피해항목별 피해산업을 분류하기 위해 2010년도 산업연관표부터 사용된 30개의 대분류 산업분류 기준을 적용한다. 비록 2015년도 산업연관표는 32개 대분류 산업을 기준으로 작성되었지만, 본 연구에서 피해산업으로 분류한 건설업, 운송장비 제조업, 섬유 및 가죽제품 제조업의 분류기준에는 차이가 없어 분석에 포함하였다.

본 연구의 분석 과정을 살펴보면 다음과 같다. 우선 풍수해

피해로 인한 파급효과 분석을 위해서는 풍수해로 인한 피해액 자료를 수집해야 한다. 풍수해로 인한 피해액은 피해지역의 현지조사를 통해 집계된 n 개 산업 각각의 물리적 직·간접 피해를 의미한다. 즉, 재해로 인한 영업(조업)중단으로 인해 발생한 간접피해액과 중간재로 투입되는 기존 재고의 피해액 자료가 필요하다. 그러나 현재 이러한 피해에 대한 집계가 이뤄지고 있지 않은 실정이다. 따라서 기존의 재해연보 자료를 활용하여 분석하는 것이 불가피하다.

기존 재해연보를 활용하여 분석하는 과정은 다음과 같다. 본 연구에서는 우선 INHA Industry Partnership Institute (2016)의 연구에서 분류한 것처럼, 30개의 대분류 산업 중 재해로부터 직접적으로 피해를 받는 시설물의 관련 산업을 기준으로, 해당산업을 피해산업으로 외생화하여 파급효과를 분석하고자 한다. 즉, 재해연보를 기준으로 분석하였을 때 산업연관표의 대분류인 30개의 부문 중에서 건설업, 운송장비 제조업, 섬유 및 가죽제품 제조업을 자연재난에 의한 직접적인 피해 산업으로 분류할 수 있다(Table 1). 따라서 본 연구에서는 해당 산업을 피해산업으로 규정하여 이로 인한 연관 산업의 파급효과를 분석하고자 한다.

Table 1. Industrial Classification by Damage Category of Disaster Yearbook

Damage Item		Industry classification
building		Construction
ship		Transportation Equipment Manufacturing
farmland		Construction
public facilities	road	Construction
	river	Construction
	small river	Construction
	waterworks	Construction
	harbor	Construction
	fishing port	Construction
	school	Construction
	railroad	Construction
	irrigation facilities/seawall	Construction
	wid bacher	Construction
	facilities of army	Construction
	small scale	Construction
	etc.	Construction
private facilities	elevation, wall	Construction
	livestock	Agriculture, Forestry and Fisheries
	cattle shed, silkworm manure	Construction
	aquaculture, fish culture	Textile & Leather
	fishing net & gear	Textile & Leather
	vinyl greenhouse	Construction
etc.		Construction

※ Source: INHA Industry Partnership Institute (2016), p.59.

풍수해로 인한 피해액 자료를 수집하면 투입산출표를 작성하는 단계를 거치게 된다. 먼저, 한국은행의 대분류 산업연관표 중 총거래표, 수입거래표, 국산거래표를 활용하여 투입산출표를 작성한다. 이후 풍수해로 인해 피해를 입은 산업을 외생화하여 투입산출표를 재작성한다. 피해산업을 외생화한 투입산출표는 Table 2와 같다.

이후 수정된 투입산출표를 활용하여 국산투입계수, 수입투입계수, 부가가치계수를 다음의 Eqs. (1), (2), (3)에 의해 계산한다.

$$a_{ij}^d = \frac{X_{ij}^d}{X_j} \quad (1)$$

$$a_{ij}^f = \frac{X_{ij}^f}{X_j} \quad (2)$$

$$a_{Vi} = \frac{V_j}{X_j} \quad (3)$$

여기서 a_{ij}^d 는 국산투입계수를 의미하며, X_{ij}^d 는 j 부문의 산출을 위해 투입되는 i 부문의 국산 중간 투입액, a_{ij}^f 는 수입투입계수, X_{ij}^f 는 j 부문의 산출을 위해 투입되는 i 부문의 수입 중간 투입액, a_{Vi} 는 j 부문의 부가가치계수, V_j 는 j 부문의 부가가치액, X_j 는 j 부문으로의 총 투입액을 나타낸다.

이러한 투입계수를 활용하여 피해산업으로 인해 발생하는 직·간접 생산유발효과, 수입유발효과, 부가가치유발효과를 계산한다. 즉, 피해산업 k 의 풍수해로 인한 피해액(X_k)을 활용하여 각종 유발효과를 계산한 후 합하면 피해산업의 직접 피해로 인해 전 산업에 파급되어 발생하는 간접 피해액을 구할 수 있다. 이를 식으로 정리하면 아래의 Eq. (4)와 같다.

$$\sum_k^n [(I - A^d)^{-1} A_k^d X_k + A_k^f X_k + A^f (I - A^d)^{-1} A_k^d X_k + A_k^v X_k + A^v (I - A^d)^{-1} A_k^d X_k] \quad (4)$$

여기서 k 는 피해산업을 의미하며, X_k 는 재해 발생 이후 피해산업 k 의 총 피해액(직접손실), A^d 는 국산투입계수 행렬, A_k^d 는 피해산업 k 의 국산투입계수 행렬, A^f 는 수입투입계수 행렬, A_k^f 는 피해산업 k 의 수입투입계수 행렬, A^v 는 부가가치투입계수 행렬, A_k^v 는 피해산업 k 의 부가가치투입계수 행렬을 나타낸다. $(I - A^d)^{-1} A_k^d X_k$ 는 피해산업 k 의 총 산출액이 타산업의 생산에 미치는 효과 즉, 간접 생산유발 효과를 의미하며, $A_k^f X_k$ 는 피해산업 k 의 총 산출액이 해당 산업의 수입에 미치는 효과(직접 수입유발 효과), $A^f (I - A^d)^{-1} A_k^d X_k$ 는 피해산업 k 의 총 산출액이 타산업의 수입에 미치는 효과(간접 수입유발 효과), $A_k^v X_k$ 는 피해산업 k 의 총 산출액이 해당 산업의 부가가치에 미치는 효과(직접 부가가치유발 효과), $A^v (I - A^d)^{-1} A_k^d X_k$ 는 피해산업 k 의 총 산출액이 타산업의 부가가치에 미치는 효과(간접 부가가치유발 효과)를 의미한다.

Table 2. Input-output Table After Making Damaged Industry Exogenous

Output			Input									
			Intermediate Demand						Industry Damaged	Final Demand	Import (Deduction)	Total Outturn
Intermediate Input	Domestic	1	x_{11}^d	x_{12}^d	...	x_{1j}^d	...	x_{1n}^d	x_{1k}^d	Y_1^d		X_1
		2	x_{21}^d	x_{22}^d	...	x_{2j}^d	...	x_{2n}^d	x_{2k}^d	Y_2^d		X_2
		$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$
		i	x_{i1}^d	x_{i2}^d	...	x_{ij}^d	...	x_{im}^d	x_{ik}^d	Y_i^d		X_j
		$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$
		m	x_{m1}^d	x_{m2}^d	...	x_{mj}^d	...	x_{mm}^d	x_{mk}^d	Y_m^d		X_m
	Import	1	x_{11}^f	x_{12}^f	...	x_{1j}^f	...	x_{1n}^f	x_{1k}^f	Y_1^f	M_1	
		2	x_{21}^f	x_{22}^f	...	x_{2j}^f	...	x_{2n}^f	x_{2k}^f	Y_2^f	M_2	
		$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	
		i	x_{i1}^f	x_{i2}^f	...	x_{ij}^f	...	x_{im}^f	x_{ik}^f	Y_i^f	M_j	
		$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	
		m	x_{m1}^f	x_{m2}^f	...	x_{mj}^f	...	x_{mm}^f	x_{mk}^f	Y_m^f	M_m	
Industry Damaged		k	x_{k1}	x_{k2}		x_{kj}		x_{km}	x_{kk}			X_k
Added Value			V_1	V_2	...	V_j	...	V_m	V_k			V
Gross Input			X_1	X_2	...	X_j	...	X_m	X_k			

※ Source: Disaster Prediction and Mitigation Technology Development Program (2018), pp.143.

상기의 계산과정을 좀 더 단순화하면, 직접손실에 피해산업 부문의 손실승수를 곱하여 간접손실을 간단히 구할 수 있다. 여기서 손실승수란, 풍수해로 인하여 발생한 피해산업의 직접손실(영업손실 및 재고손실 등)이 간접손실을 얼마만큼 가져오는가를 나타내는 계수를 의미한다. 즉, 직접손실 변화에 대해 간접손실이 어떤 비율로 변화하는가를 나타내는 것이다. 풍수해로 인한 피해산업별 직접손실만 집계되면 손실승수를 적용하여 간접손실을 간편하게 계산할 수 있다. 단순화한 계산식은 Eq. (5)와 같다.

$$\sum_k^n m_k X_k \quad (5)$$

여기서 m_k 는 피해산업 k 의 손실승수를 의미하며, X_k 는 재해 발생 이후 피해산업 k 의 총 피해액(직접손실)을 의미한다. 즉, Eq. (5)는 피해산업별 간접손실의 총 합계를 의미한다. 이때 손실승수 m_k 는 생산유발계수($(I - A^d)^{-1}A_k^d$), 수입유발계수($A^f(I - A^d)^{-1}A_k^d$), 부가가치유발계수($A^v(I - A^d)^{-1}A_k^d$), 피해산업 부문의 수입투입계수 행렬(A_k^d), 피해산업 부문의 부가가치계수 행렬(A_k^v)의 합계를 의미한다. 매년 작성되는 연장 산업연관표를 활용하여 손실승수를 계산하면 풍수해

피해산업의 직접손실로 인한 간접손실을 손쉽게 계산할 수 있다.

3.2 자료수집

앞서 설명한 바와 같이 풍수해 피해로 인한 경제적 파급효과 분석을 위해서는 먼저 풍수해로 인한 피해액 자료를 수집해야 한다. 본 연구에서는 재해연보를 활용하여 2010년부터 2015년까지 발생한 풍수해 피해자료를 수집하였다 (Table 3). 이는 해당 연도별 기초가격 기준의 산업연관표를 이용하기 위함이다.

풍수해 피해현황을 살펴보면, 2010년부터 2015년까지 국내에서 발생한 풍수해 피해건수는 총 119건(총 피해액 약 2조 7,008억 원)으로 1년에 평균 20회(연평균 피해액 약 4,501억 원)가 발생하였다. 연도별로 살펴보면 2012년도에 총 피해액 약 1조 892억 원으로 가장 큰 피해를 입었으며, 2015년도에 총 피해액 약 386억 원으로 피해가 가장 작았다. 재해유형별로 살펴보면 6년간 호우, 대설, 태풍, 강풍, 풍랑, 강풍·풍랑의 순서로 발생건수가 많았고, 태풍이 총 피해액 약 1조 4,149억 원으로 가장 많은 피해를 입은 것으로 나타났다.

풍수해로 인한 피해산업별 피해액 현황을 살펴보면, 2010년부터 2015년까지 피해산업 중 건설업이 총 피해액 약

Table 3. Direct Damage by Storm and Flood Disaster

Year	Type of Disaster	Number of Occurrences	Direct Damage by Industry								Total Direct Damage
			Construction		Transportation Equipment Manufacturing		Agriculture, Forestry and Fisheries		Textile & Leather		
			won(mil.)	%	won(mil.)	%	won(mil.)	%	won(mil.)	%	
2010	Gale	1	1.7	0.96	0	0.00	0	0.00	172.6	99.04	174.3
	Heavy Snow	5	62,722.6	94.60	7.7	0.01	0	0.00	3,572.3	5.39	66,302.6
	Typhoon	3	158,093.1	91.64	2,643.9	1.53	0	0.00	11,784.4	6.83	172,521.4
	Wind Wave	6	644.2	9.15	34.6	0.49	0	0.00	6,357.6	90.35	7,036.3
	Downpour	7*	180,382.4	99.86	93.1	0.05	0	0.00	162.5	0.09	180,638.0
	Total	22	401,843.9	94.18	2,779.3	0.65	0	0.00	22,049.4	5.17	426,672.6
2011	Heavy Snow	5	44,448.1	92.65	186.4	0.39	0	0.00	3,341.6	6.97	47,976.0
	Typhoon	1	207,413.9	95.01	1,439.9	0.66	0	0.00	9,460.3	4.33	218,314.1
	Wind Wave	1	0	0.00	24.4	8.17	0	0.00	274.5	91.83	299.0
	Downpour	6*	526,625.5	99.81	149.4	0.03	0	0.00	836.5	0.16	527,611.3
	Total	13	778,487.4	98.02	1,800.2	0.23	0	0.00	13,912.9	1.75	794,200.5
2012	Gale	1	194.3	100.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	194.3
	Gale • Wind Wave	3	15,819.9	59.66	195.9	0.74	0	0.00	10,502.0	39.60	26,517.8
	Heavy Snow	4	20,272.6	99.61	0	0.00	0	0.00	79.0	0.39	20,351.7
	Typhoon	3	936,882.9	93.34	3,583.7	0.36	1.6	0.00	63,246.8	6.30	1,003,715.1
	Downpour	12*	38,396.6	99.91	16.2	0.04	0	0.00	18.1	0.05	38,430.8
	Total	23	1,011,566.4	92.87	3,795.8	0.35	1.6	0.00	73,845.9	6.78	1,089,209.7
2013	Gale	2	494.8	53.08	88.2	9.46	0	0.00	349.2	37.46	932.2
	Heavy Snow	5	11,237.1	99.07	0	0.00	0	0.00	104.9	0.93	11,342.0
	Typhoon	1	1,642.0	97.17	15.9	0.94	0	0.00	31.8	1.88	1,689.8
	Wind Wave	1	0	0.00	0	0.00	0	0.00	44.2	100.00	44.2
	Downpour	15*	158,033.8	99.94	25.9	0.02	0	0.00	64.3	0.04	158,124.0
	Total	24	171,407.8	99.58	130.0	0.08	0	0.00	594.4	0.35	172,132.2
2014	Gale	1	76.8	81.25	17.7	18.75	0	0.00	0	0.00	94.6
	Heavy Snow	4	27,466.1	84.72	64.1	0.20	0	0.00	4,891.1	15.09	32,421.4
	Typhoon	3	4,283.9	81.19	11.3	0.21	0	0.00	981.1	18.59	5,276.3
	Downpour	12*	142,144.5	99.95	31.5	0.02	0	0.00	35.5	0.02	142,211.5
	Total	20	173,971.3	96.65	124.6	0.07	0	0.00	5,907.7	3.28	180,003.7
2015	Gale	6	8,374.1	79.02	66.2	0.62	0	0.00	2,157.4	20.36	10,597.7
	Heavy Snow	2	12,925.5	99.34	0	0.00	0	0.00	86.1	0.66	13,011.6
	Typhoon	1	11,087.8	82.72	81.7	0.61	0	0.00	2,234.7	16.67	13,404.1
	Wind Wave	1	196.9	59.03	0	0.00	0	0.00	136.6	40.97	333.5
	Downpour	7*	1,014.4	83.65	157.1	12.96	0	0.00	41.1	3.39	1,212.7
	Total	17	33,598.6	87.13	305.0	0.79	0	0.00	4,656.0	12.07	38,559.6
Total		119	2,570,875.4	95.19	8,935.0	0.33	1.6	0.00	120,966.2	4.48	2,700,778.3

* most frequent disaster within a year

** shaded row indicating the largest direct damage within a year

2조 5,709억 원으로 피해가 가장 많은 것으로 분석되었다. 마찬가지로 모든 재해유형 및 연도에서도 건설업의 피해액이 가장 많았다. 이는 재해연보의 피해항목 중 대다수의 항목이 건설업으로 분류되었기 때문이다. 건설업 다음으로 섬유 및 가죽제품 제조업(약 1,210억 원), 운송장비 제조업(약 89억 원), 농림어업(약 160만 원) 순으로 피해가 큰 것으로 분석되었다.

다음으로, 한국은행에서 제공하고 있는 2010년부터 2015년까지의 투입산출표를 활용하여 피해산업 부문별 손실승수를 계산하였다(Table 4).¹⁾ 2010년도에는 건설업이 피해산업일 때의 손실승수가 2.2176으로 가장 크고, 운송장비 제조업(1.5518), 농림어업(1.4832), 섬유 및 가죽제품 제조업(1.3425) 순서로 손실승수가 큰 것으로 분석되었다. 2013년을 제외한 모든 연도에서 2010년과 마찬가지로의 순서로 손실승수가 높았다. 2013년도에는 건설업(2.2173), 농림어업(1.5011), 운송장비 제조업(1.4803), 섬유 및 가죽제품 제조업(1.2094) 순서로 손실승수가 높게 나타났다. 건설업의 손실승수가 가장 높다는 것은 건설업의 피해가 클수록 연관 산업으로 파급되어 나타나는 피해가 크다는 것을 의미한다.

Table 4. Economic Loss Coefficient by Industry

Year	Construction	Transportation Equipment Manufacturing	Agriculture, Forestry and Fisheries	Textile & Leather
2010	2.2176	1.5518	1.4832	1.3425
2011	2.2102	1.5450	1.4631	1.3065
2012	2.1962	1.5557	1.4701	1.2945
2013	2.2173	1.4803	1.5011	1.2094
2014	2.1953	1.5052	1.4869	1.2317
2015	2.0275	1.5544	1.5256	1.3706

※ Coefficient by Industry Damaged (Table 7)

4. 풍수해 피해로 인한 경제적 파급효과 분석

풍수해로 인한 경제적 파급효과를 분석하기 위해 2010년부터 2015년까지 풍수해로 인해 발생한 피해산업별 직접피해액에 연도별 산업연관표를 활용하여 도출한 피해산업별 손실승수를 곱하여 간접피해액을 계산하였다(Table 5). 2010년부터 2015년까지 발생한 총 간접피해액은 약 5조 8,350억 원인 것으로 분석되었으며, 이는 직접피해액(약 2조 7,008억 원)의 약 2.16배의 규모이다.

연도별로 살펴보면, 2012년도에 발생한 간접피해(약 2조 3,231억 원)가 가장 큰 것으로 분석되었으며, 2011년(1조

7,416억 원), 2010년(9,251억 원)의 순서로 피해가 큰 것으로 나타났다. 이는 건설업의 피해규모 순서와 동일할데, 결국 건설업 피해가 클수록 간접피해 규모가 커지기 때문이다. 연도별 직접피해액 대비 간접피해액 규모를 살펴보면 최소 1.94배(2015년)에서 최대 2.21배(2013년)인 것으로 분석되었다. 특히 2013년에는 타 연도에 비해 직접피해액 규모가 작음에도 불구하고 파급피해가 2.21배에 달하는 것으로 파악되었다. 이는 2013년도 직접피해액 중에서 손실승수가 가장 높은 산업부문인 건설업의 피해비율(99.58%)이 타 연도에 비해 높기 때문인 것으로 보인다(Table 3).

재해유형별로 살펴보면, 태풍의 간접피해액이 약 3조 285억 원으로 가장 큰 것으로 분석되었다. 이는 태풍으로 인한 직접피해액(약 1조 4,149억 원)의 약 2.14배 규모이다. 태풍 다음으로 피해규모가 큰 재해유형은 호우(약 2조 3,151억 원)이며, 대설(약 4,092억 원), 강풍·풍랑(약 486억 원), 강풍(약 225억 원), 풍랑(약 111억 원)의 순서로 피해가 큰 것으로 확인되었다. 재해유형별 직접피해액 대비 간접피해액 규모를 살펴보면 최소 1.43배(풍랑)에서 최대 2.21배(호우)인 것으로 분석되었다. 이는 호우의 경우 건설업 부문의 직접피해비율(99.84%)이 가장 크고, 풍랑은 섬유 및 가죽제품 제조업의 직접피해비율(88.33%)이 가장 크기 때문인 것으로 보인다(Table 3). 해안에서 발생하는 풍랑의 특성상 타 재해유형에 비해 재해연보 피해항목 중 수산증양식, 어망·어구 등에 많은 피해를 입힐 수 있으므로 섬유 및 가죽제품 제조업의 피해액이 높게 나타난 것으로 보인다. 즉, 건설업 부문의 손실승수가 섬유 및 가죽제품 제조업의 손실승수보다 크기 때문에 간접피해액 규모에 영향을 미친 것으로 판단된다.

연도별 재해유형별로 살펴보면, 2010년, 2011년, 2013년, 2014년에는 호우로 인한 간접피해가 가장 큰 것으로 분석되었다. 2012년도에는 태풍으로 인한 간접피해가 가장 컸고, 2015년도에는 대설로 인한 간접피해가 가장 큰 것으로 확인되었다. 이는 연간 발생하는 재해유형 중 호우의 발생빈도가 가장 높기 때문인 것으로 보인다(Table 3). 그러나 재해발생건수 대비 간접피해액 비율을 살펴보면 태풍 1건당 발생하는 간접피해액 규모가 다른 재해유형보다 상회하는 것으로 나타났다. 따라서 재난관리 시 발생빈도가 높은 유형인 호우와 피해규모가 큰 유형인 태풍에 대해 선제적으로 대비·대응·복구할 필요가 있다.

피해산업별로 살펴보면, 건설업의 간접피해액이 약 5조 6,634억 원으로 가장 큰 것으로 분석되었으며 섬유 및 가죽제품 제조업(약 1,577억 원), 운송장비 제조업(약 139억 원), 농림어업(약 241만 원)의 순서로 파급피해가 큰 것으로 나타났다. 이는 손실승수의 크기에 따른 결과로 보인다.

요약하면, 건설업 부문의 직접피해가 클수록 간접피해 규모가 커지는 것을 알 수 있다. 이는 손실승수가 높은 부문의 산업피해가 클수록 간접피해의 규모가 커진다는 것을 의미

1) 피해산업별 생산·수입·부가가치유발효과를 분석하고자 하는 경우에는 Appendix (Table 7)의 각종 계수를 적용하여 계산 가능

Table 5. Indirect Economic Damage from Storm and Flood Disaster

Year	Type of Disaster	Indirect Damage by Industry (mil.)				Total Indirect Damage (mil.)	Total Indirect Damage /Number of Occurrences	Indirect Damage /Direct Damage
		Construction	Transportation Equipment Manufacturing	Agriculture, Forestry and Fisheries	Textile & Leather			
2010	Gale	3.7	0	0	231.7	235.4	235.4	1.35
	Heavy Snow	139,095.5	12.0	0	4,796.0	143,903.4	28,780.7	2.17
	Typhoon	350,591.6	4,102.9	0	15,821.1	370,515.6	123,505.2	2.15
	Wind Wave	1,428.5	53.7	0	8,535.3	10,017.5	1,669.6	1.42
	Downpour	400,021.0	144.4	0	218.2	400,383.6	57,197.7	2.22*
	Total	891,140.3	4,313.0	0	29,602.3	925,055.6	42,048.0	2.17
2011	Heavy Snow	98,239.2	288.0	0	4,365.7	102,892.9	20,578.6	2.14
	Typhoon	458,426.7	2,224.7	0	12,359.5	473,010.9	473,010.9	2.17
	Wind Wave	0	37.7	0	358.7	396.4	396.4	1.33
	Downpour	1,163,948.9	230.8	0	1,092.8	1,165,272.5	194,212.1	2.21*
	Total	1,720,614.8	2,781.3	0	18,176.6	1,741,572.7	133,967.1	2.19
2012	Gale	426.8	0	0	0	426.8	426.8	2.20*
	Gale • Wind Wave	34,743.1	304.8	0	13,594.3	48,642.1	16,214.0	1.83
	Heavy Snow	44,522.0	0	0	102.3	44,624.3	11,156.1	2.19
	Typhoon	2,057,548.9	5,575.2	2.4	81,869.8	2,144,996.3	714,998.8	2.14
	Downpour	84,325.2	25.1	0	23.4	84,373.8	7,031.1	2.20
	Total	2,221,566.0	5,905.1	2.4	95,589.8	2,323,063.3	101,002.8	2.13
2013	Gale	1,097.2	130.6	0	422.3	1,650.1	825.0	1.77
	Heavy Snow	24,916.2	0	0	126.9	25,043.1	5,008.6	2.21
	Typhoon	3,640.9	23.6	0	38.5	3,703.0	3,703.0	2.19
	Wind Wave	0	0	0	53.4	53.4	53.4	1.21
	Downpour	350,411.2	38.3	0	77.7	350,527.3	23,368.5	2.22*
	Total	380,065.5	192.5	0	718.9	380,976.9	15,874.0	2.21
2014	Gale	168.7	26.7	0	0	195.3	195.3	2.07
	Heavy Snow	60,295.5	96.5	0	6,024.4	66,416.4	16,604.1	2.05
	Typhoon	9,404.4	16.9	0	1,208.4	10,629.7	3,543.2	2.01
	Downpour	312,045.4	47.4	0	43.7	312,136.5	26,011.4	2.19*
	Total	381,913.9	187.6	0	7,276.5	389,378.0	19,468.9	2.16
2015	Gale	16,978.4	102.9	0	2,957.0	20,038.3	3,339.7	1.89
	Heavy Snow	26,206.5	0	0	118.0	26,324.5	13,162.3	2.02*
	Typhoon	22,480.4	126.9	0	3,063.0	25,670.3	25,670.3	1.92
	Wind Wave	399.1	0	0	187.2	586.4	586.4	1.76
	Downpour	2,056.7	244.3	0	56.4	2,357.3	336.8	1.94
	Total	68,121.1	474.1	0	6,381.6	74,976.8	4,410.4	1.94
Total		5,663,421.6	13,853.5	2.4	157,745.7	5,835,023.3	49,033.8	2.16

* disaster type having the largest ratio of indirect damage to direct one within a year

** shaded row indicating the largest indirect damage within a year

한다. 이때 손실승수가 높다는 것은 반대로 투자승수가 높다는 의미로도 해석할 수 있다. 따라서 복구 및 지원의 우선순위 결정시 손실승수가 큰 부문에 해당되는 산업피해를 우선적으로 검토할 필요가 있다. 즉, 손실승수가 큰 산업부문을 우선적으로 복구(투자)하는 것이 경제적 효과가 더욱 높을 것으로 판단된다. 다만, 본 연구의 결과는 재해연보의 피해항목을 산업으로 분류하여 분석한 것으로 물리적인 직접피해가 반드시 건설업 부문의 피해로 이어지는 것은 아니라는 사실에 주목할 필요가 있다. 즉, 실제 피해조사를 통해 정확한 피해산업을 규정하고 그에 대한 피해액을 조사·집계해야 의사결정에 도움이 될 수 있다.

다음으로 국내총생산(GDP) 대비 본 연구에서 분석한 풍수해 피해로 인한 파급피해액 비율을 살펴보면 다음의 Table 6과 같다. GDP 대비 직접피해액 비율을 살펴보면 최소 0.003%에서 최대 0.08%인 것으로 확인되었다. 그러나 직접피해액에 간접피해액까지 반영할 경우 최소 0.01%에서 최대 0.25%까지 약 3배정도 증가하는 것으로 분석되었다.

Table 6. Ratio of Damage to GDP by Year

(Billion won)

Year	Direct Damage	Total Damage	GDP	A/C*100	B/C*100	E/D
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	
2010	427	1,352	1,265,308	0.03	0.11	3.17
2011	794	2,536	1,311,893	0.06	0.19	3.19
2012	1,089	3,412	1,341,967	0.08	0.25	3.13
2013	172	553	1,380,833	0.01	0.04	3.21
2014	180	569	1,426,972	0.01	0.04	3.16
2015	39	114	1,466,788	0.00	0.01	2.94
Total	2,701	8,536	8,193,761	0.03	0.10	3.16

5. 결론 및 시사점

5.1 결론

본 연구에서는 풍수해로 인한 물리적 직접피해의 경제적 파급효과를 고려하고 있지 않은 상황에서 비교적 간단하게 경제적 파급효과를 계산할 수 있는 분석방법인 산업연관분석에 기초하여 2010년부터 2015년도에 발생한 풍수해를 대상으로 간접손실을 분석하였다. 분석 결과, 2010년부터 2015년에 풍수해 피해로 인해 발생한 간접피해액은 약 5조 8,350원으로 물리적 피해액 규모의 약 2.16배에 달하는 것으로 분석되었다. 2012년도에 발생한 간접피해가 약 2조 3,231억 원으로 가장 큰 것으로 나타났고, 연도별 물리적 피해 규모 대비 간접손실은 최소 1.94배(2015년)에서 최대 2.21배(2013년)에 달하는 것으로 분석되었다. 재해유형 중

태풍의 간접피해액이 약 3조 285억 원으로 가장 큰 것으로 분석되었으며, 재해유형별 직접피해액 대비 간접피해액 규모는 최소 1.43배(풍랑)에서 최대 2.21배(호우)인 것으로 나타났다. 연도별 재해유형별로 살펴보면, 발생빈도가 가장 높은 호우와 발생규모가 가장 큰 태풍의 간접피해 규모가 가장 큰 것으로 확인되었다. 피해산업 중 건설업의 간접피해액이 약 5조 6,634억 원으로 가장 큰 것으로 분석되었으며, 2010년부터 2015년까지의 GDP 대비 총 직·간접손실 비율은 약 0.1%로 직접손실만 포함한 비율(0.03%)보다 약 3배정도 증가하는 것으로 분석되었다.

본 연구의 결과를 종합하면, 물리적 직접피해로부터 발생하는 경제적 파급효과는 피해산업별, 재해유형별 종류에 따라 간접손실 규모에 큰 차이가 남을 알 수 있다. 이러한 분석 결과로부터 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다. 첫째, 물리적 직접피해로부터 발생하는 간접손실은 물리적 직접피해 규모보다 훨씬 초과하는 규모의 손실이다. 이는 물리적 직접피해에 비해 결코 무시할 수 없는 규모의 피해이며, 따라서 기존에 다루지 않았던 간접피해에 대한 정확한 조사·집계가 필요하다는 사실을 의미한다.

둘째, 피해산업의 종류에 따라 타 산업에 미치는 파급효과에 차이가 크다. 즉, 타 산업과의 연관성 정도에 따라 간접손실 규모가 크게 차이나기 때문에 재해 발생 시 피해산업별 피해규모를 명확하게 조사·집계할 필요가 있다.

셋째, 풍수해 재해유형별로 간접손실 규모에 차이가 크다. 이는 재해유형별 피해 양상이 다르기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 피해조사 시 재해유형별 피해 양상을 명확히 분석하고, 이에 적절한 대비책을 마련할 필요가 있다.

본 연구의 결과는 국내의 일부 연구에서 다지역투입산출 모형이나 수정된 투입산출모형을 적용하여 분석한 결과와 비슷한 결론을 갖는다(Kim, 2003; Ryu and Cho, 2010). 즉, 자연재해로 인한 물리적 피해 규모 대비 간접손실이 1.5배에서 3배에 이른다는 타 연구의 결과는 본 연구에서 도출한 결과인 최소 1.94배에서 최대 2.21배인 것과 비슷한 수준임을 알 수 있다. 이는 본 연구에서 사용한 분석방법에 비해 분석과정이 복잡하고, 다양한 자료를 요구하는 분석방법을 사용한 연구결과와 본 연구의 결과에 큰 차이가 없다는 것을 의미한다. 따라서 단기간에 개략적인 파급피해를 분석하고자 하는 경우, 본 연구의 분석방법을 사용하는 것이 유용할 것으로 판단된다.

5.2 연구의 한계 및 시사점

본 연구는 기존에 복잡하고 많은 양의 자료를 요구하였던 경제적 파급효과 분석방법에서 벗어나 비교적 쉽고 간단한 자료로 분석할 수 있는 산업연관분석을 이용하여 풍수해 피해로 인한 경제적 파급효과를 분석하였다는 점에서 의의가 있다. 또한, 과거 재난 사례에 해당 분석방법을

적용하여 간접피해를 구체적으로 계산해보았다는 점에서 의미하는 바가 있다. 본 연구의 분석과정에서 도출된 연구의 한계점 및 시사점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서 사용한 I/O모형은 분석기간 동안의 기술수준이 불변한다는 것을 가정하고 있으며, 각 산업별로 하나의 상품을 생산한다는 가정이 전제되므로 경제현실을 제대로 반영하지 못한다는 한계를 지닌다. 또한, 전국 대상의 I/O모형은 비교적 쉬운 분석방법이면서 간단한 자료를 활용하는 대신 세분화된 지역 단위의 분석에는 한계가 있다. 다만, 아직까지 지역 I/O 모형의 정확성에 대한 논의가 진행 중이므로 이를 고려하여 향후 지역 I/O 모형의 적용가능성을 살펴볼 필요가 있다.

둘째, 본 연구에서는 재해발생 이후 투입된 복구비나 투자금 등을 고려하지 않고, 풍수해로 인해 발생한 피해액만을 고려하여 경제적 파급효과를 분석하였다는 점에서 한계가 있다. 이로 인해 실제 복구 효과까지는 분석 결과에 담지 못하였다. 그러나 복구로 인한 영향을 살펴보기 위해서는 재해로 인한 명확한 피해조사가 선행될 필요가 있다. 재해 피해로 인한 영향을 보다 명확하게 분석한 후 피해에 대한 복구효과까지 분석의 영역을 단계적으로 확장시키는 것이 타당하다.

셋째, 본 연구에서는 풍수해로 인한 직접피해액을 재해연보를 기반으로 한 피해액으로 활용하였다는 점에서 한계가 있다. 즉 재해연보의 피해액 자료는 실질적인 피해액이라기보다는 복구비 위주의 피해액으로서 분석에 활용하기에 부족한 점이 있다. 따라서 재해로 인한 정확한 경제적 파급효과를 분석하기 위해서는 어떤 산업이 얼마만큼의 피해를 입었는지에 대한 정확한 조사가 선행될 필요가 있다.

감사의 글

본 연구는 행정안전부 재난예측및저감연구개발사업의 지원을 받아 수행된 연구입니다(MOIS-재난-2015-05).

References

- Dacy, D.C., and Kunreuther, H. (1969). *The economics of natural disasters: Implications for federal policy*. New York, USA: The Free Press.
- Disaster Prediction and Mitigation Technology Development Program. (2018). *Methodology development for the estimation and prediction of direct and indirect damages/losses from flood and wind disasters* (Final report of the 3rd year).
- Hallegatte, S. (2008). An adaptive regional input-output model and its application to the assessment of the economic cost of Katrina. *Risk Analysis*, Vol. 28, No. 3, pp. 779-799.
- Hong, J.H., Kim, Y.G., and Lee, M. (2014). Economic impact analysis of natural disasters: Using recursive dynamic global computable general equilibrium model. *Crisisonomy*, Vol. 10, No. 11, pp. 119-141.
- Hyun, S.H., and Kim, H.Y. (2018). Indirect socioeconomic losses from natural and human-caused disaster: The cases of Typhoon Bolaven-Tembin and Sewol Ferry accident. *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, Vol. 18, No. 4, pp. 297-309.
- INHA Industry Partnership Institute. (2016). *Analyzing impact of major disaster on national economy*.
- Jiang, Z., Yu, S.Y., Yoon, S.M., and Choi, K.H. (2013). Damage and socio-economic impact of volcanic ash. *Journal of the Korean Earth Science Society*, Vol. 34, No. 6, pp. 536-549.
- Jiang, Z., Yu, S.Y., and Yoon, S.M. (2014). Research methodology for the economic impact assessment of natural disasters and its applicability for the Baekdu Mountain volcanic disaster. *Econ. Environ. Geol.*, Vol. 47, No. 2, pp. 133-146.
- Kim, G. (2003). Developing the estimation method of the economic impacts of 2002 Typhoon Rusa disruption. *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, Vol. 3, No. 1, pp. 141-148.
- Lee, M. (2015). *The determining factors and the economic impact of natural disaster damage*. Ph.D. dissertation, Seoul National University.
- Loayza, N., Olaberria, E., Rigolini, J., and Christiaensen, L. (2012). Natural disasters and growth: Going beyond the averages. *World Development*, Vol. 40, No. 7, pp. 1317-1336.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. (2019). (October 1, 2019, Press Release).
- Okuyama, Y. (2014). Disaster and economic structural change: case study on the 1995 Kobe earthquake. *Economic Systems Research*, Vol. 26, No. 1, pp. 98-117.
- Park, H., and Song, J. (2016). The impacts of natural disaster on local economy. *Journal of Korea Planning Association*, Vol. 51, No. 2, pp. 193-213.
- Ryu, M.H., and Cho, S.K. (2010). A study on national economic impact by natural disaster: A case of typhoon. *Productivity Review*, Vol. 24, No. 3, pp. 273-290.
- Ryu, M.H., Cho, S.K., and Kim, J.I. (2012). Effects of natural

disaster on nation economy: A CGE model. *Journal of Environmental Policy and Administration*, Vol. 20, No. 1, pp. 1-21.

Shibusawa, H., and Miyata, Y. (2011). Evaluating the dynamic and spatial economic impacts of an earthquake: A CGE application to Japan. *Regional Science Inquiry*, Vol. 3, No. 2, pp. 13-25.

Skidmore, M., and Toya, H. (2002). Do natural disasters promote long-run growth? *Economic Inquiry*, Vol.

40, No. 4, pp. 664-687.

Wing, I.S., Rose, A.Z., and Wein, A.M. (2013). *Economic impacts of the arkstorm scenario*.

<i>Received</i>	October 11, 2019
<i>Revised</i>	October 15, 2019
<i>Accepted</i>	November 6, 2019

Appendix. Coefficient by Industry Damaged

Table 7. Coefficient by Industry Damaged

Year	Industry Damaged	Exogenous changes in industry damaged					Total (Economic loss coefficient by industry)
		Production Inducement Coefficient	Import Input Coefficient	Import Inducement Coefficient	Value-Added Coefficient	Value-Added Inducement Coefficient	
2010	Agriculture, Forestry and Fisheries	0.6389	0.0224	0.1093	0.5329	0.1797	1.4832
	Textile & Leather	0.6770	0.0832	0.1070	0.2288	0.2466	1.3425
	Transportation Equipment Manufacturing	0.8200	0.1096	0.1433	0.2297	0.2493	1.5518
	Construction	1.2444	0.0414	0.2164	0.3218	0.3936	2.2176
2011	Agriculture, Forestry and Fisheries	0.6121	0.0218	0.1116	0.5536	0.1640	1.4631
	Textile & Leather	0.6551	0.0893	0.1130	0.2222	0.2268	1.3065
	Transportation Equipment Manufacturing	0.8250	0.1102	0.1562	0.2157	0.2378	1.5450
	Construction	1.2338	0.0508	0.2327	0.3193	0.3736	2.2102
2012	Agriculture, Forestry and Fisheries	0.6176	0.0263	0.1198	0.5441	0.1621	1.4701
	Textile & Leather	0.6429	0.0959	0.1126	0.2189	0.2241	1.2945
	Transportation Equipment Manufacturing	0.8294	0.1128	0.1595	0.2150	0.2390	1.5557
	Construction	1.2177	0.0538	0.2305	0.3286	0.3656	2.1962
2013	Agriculture, Forestry and Fisheries	0.6498	0.0272	0.1179	0.5384	0.1678	1.5011
	Textile & Leather	0.5898	0.0834	0.0995	0.2296	0.2070	1.2094
	Transportation Equipment Manufacturing	0.7728	0.1115	0.1397	0.2250	0.2313	1.4803
	Construction	1.2389	0.0454	0.2201	0.3345	0.3784	2.2173
2014	Agriculture, Forestry and Fisheries	0.6293	0.0257	0.1090	0.5527	0.1701	1.4869
	Textile & Leather	0.6029	0.0823	0.0945	0.2335	0.2185	1.2317
	Transportation Equipment Manufacturing	0.7943	0.1065	0.1341	0.2235	0.2468	1.5052
	Construction	1.2197	0.0429	0.2015	0.3450	0.3861	2.1953
2015	Agriculture, Forestry and Fisheries	0.6542	0.0238	0.0889	0.5416	0.2171	1.5256
	Textile & Leather	0.6827	0.1411	0.0790	0.1773	0.2905	1.3706
	Transportation Equipment Manufacturing	0.8470	0.0923	0.1291	0.1713	0.3147	1.5544
	Construction	1.0575	0.0454	0.1426	0.3797	0.4022	2.0275