

국가어항 투자가 태풍으로 인한 수산재해피해에 미치는 영향 분석[†]

김은지¹ · 배현정*

¹*부경대학교 일반대학원 자원환경경제학과 대학원생

An Analysis of the Impact of National Fishing Port Investment on Fisheries Disaster Damage by Typhoons

Eun-Ji Kim¹ and Hyeon-Jeong Bae*

¹*Graduate Student, Department of Resource and Environmental Economics, Graduate School, Pukyong National University, Busan, 48513, Rep. of Korea

Abstract

The purpose of this study is the impact of national fishing port investment and typhoons on fisheries disaster damage. The dependent variables were the amount of damage to fishing ports, fishing boats, fisheries enhancement, external facilities, mooring facilities, functional facilities, fishing port and typhoons. The analysis period is from 2002 to 2018. Since the error term is in a simultaneous correlation, it was efficiently estimated by analyzing it with a seemingly unrelated regression (SUR) method. As a result of the analysis, external facilities have not significance to all models. Investing in mooring facilities increased the amount of damage to fishing ports for five years. Investing in functional facilities reduced the amount of damage to fishing ports and aquaculture over five years. Typhoons have significance to all models, and the amount of damage increased every time a typhoon occurred. Based on these results, as the influence of typhoons increases, it seems necessary to establish preventive measures. Timely investment and maintenance to enable the role and function of national fishing ports are considered important.

Keywords : Seemingly Unrelated Regression (SUR) Model, Typhoon, National Fishing Port, Fisheries Disaster Damage

Received 27 February 2022 / Received in revised form 28 March 2022 / Accepted 28 March 2022

[†] 본 논문은 2021년 ‘해양수산 미래연구 논문공모전’ 최우수 수상작임

Corresponding author : <https://orcid.org/0000-0003-0779-6059>, ---------

bhj923@naver.com

¹ <https://orcid.org/0000-0001-6104-4734>

© 2022, The Korean Society of Fisheries Business Administration

I. 서 론

삼면이 바다인 우리나라의 특성상 중요한 어업활동 지원기지이자 교통 거점인 국가어항은 수산물 유통기지이자 어민과 어선을 재해로부터 보호하는 중요한 역할을 수행하고 있다. 또한 새로운 패러다임인 다기능화로 지역사회 기반시설 및 도시지역 주민의 휴식 공간으로 많은 어업인과 관광객이 방문하며 그 가치가 증대되고 있다. 정부 역시 이러한 흐름에 맞춰 지속적인 투자를 하고 있으며, 국가어항 관련 2021년 해양수산부 예산은 2,609억 원(해양수산부, 2021)으로 전년 대비 15% 증액·편성되었다.

한편, 지구온난화 가속화는 전 지구적인 기후변화, 수온 상승 등의 문제로 이어지게 되었고, 이는 곧 해수면 상승과 함께 강도 높은 태풍과 이상 파랑의 증가 등의 자연재해로 변졌다. 이러한 자연재해는 우리나라에 막대한 인명 및 재산 피해를 주고 있다. 지난 30년간 우리나라에 상륙한 태풍 수는 한 해 평균 3.4개였으나, 최근 10년간은 한 해 평균 4개로 우리나라에 직접적인 영향을 주는 태풍의 수가 증가함에 따라 이에 대한 대비책이 필요하다(기상청, 2021). 특히 최근 10년간(2010~19) 자연재해로 인한 피해액(3조 5천억 원) 중 태풍으로 인한 피해 규모(1조 9천억 원)가 50% 이상을 차지하며 가장 큰 것으로 집계되었다(해양수산부, 2021).

이러한 상황 속에서 연안에 위치한 국가어항은 태풍과 같은 자연재해로부터 취약할 수밖에 없는 특성이 있다. 최근 10년간(2010~19) 태풍을 비롯한 자연재해로부터 가장 큰 피해를 받은 시설은 어항을 포함한 공공시설로 전체 피해액(3조 5천억 원)의 68%(2조 4천억 원)를 차지했다는 점이 이를 뒷받침한다(국민재난안전포털, 2019). 따라서 기후변화로 인한 여러 자연재해의 피해는 계속될 것으로 예상되므로, 리스크 예방을 위한 연구 또는 리스크 예방의 실제 효과 분석에 관한 연구의 필요성은 크다고 볼 수 있다. 더불어 1971년부터 시작되어 50년째 지속되고 있는 국가 어항 사업과 관련하여 리스크 예방 효과 여부와 사업 진행 방향에 대해 돌아볼 수 있는 계량 분석 방법의 연구가 진행되어야 할 시점이라 여겨진다. 이에 본 연구는 실제 투자 대비 수산재해피해방지 효과에 대해 SUR 모형으로 리스크 발생에 따른 사회경제적 효과를 분석하였으며, 더 나아가 결과의 함의를 리스크를 대비하는 지속적인 정책 수립의 기초자료에 활용할 수 있도록 함에 목적을 둔다.

본 연구 주제와 관련된 선행연구로는 자연재해에 관련하여 한국해양수산개발원(2015)에서 수행한 ‘자연재해에 대한 연안 안전성 평가방안 연구’로서 연안을 보다 안전하게 관리할 수 있도록 재해 취약성 평가를 안전성 평가체계로 전환하여야 하는 근거를 문헌·자료 분석 등을 통해 제시하였으며, 상세 평가 방법 개발을 위한 추가적인 연구개발사업 수행 필요성 등과 같은 관련 정책을 제안하였다. 다음으로 이미연·홍종호(2016)는 자연재해 피해의 결정요인을 도출하고자 패널회귀분석을 실시하였다. 분석 결과, 연 강수량이 자연재해 중 피해규모에 가장 큰 영향력을 행사하고 있는 점, 지방정부의 재정적 상황이 양호하면 자연재해 피해를 감소시킬 수 있다는 점 등을 확인하였으며, 이에 도시계획 및 관리정책이 자연재해피해감소에 중요한 역할을 할 수 있음을 밝혔다. 다음으로 국가어항에 관해 수행한 연구는 다소 부족하나, 한국해양수산개발원(2016)에서 수행한 ‘어항개발사업의 지표개발에 관한 연구’가 있다. 수산분야에서 가장 많은 재정이 투입되는 어항개발사업의 성과지표 개선 필요성이 대두됨에 따라 어항개발의 정책목표에 명확하게 부합하는 성과지표를 개발하기 위한 연구를 실시하였다.

본 연구에서는 다양한 연구 분야에서 사용·발전되어 온 SUR 모형을 이용하였으며, 종속변수 간 상관관계가 존재할 가능성이 크므로 추정모형 오차항의 상관성을 가정하여, 동시 추정으로 효율성을 높였다.

정량적인 분석 방법인 SUR 모형을 통해 중요한 교통 및 수산업 기지의 역할을 담당하는 국가어항에 대한 지속적인 투자와 태풍이 수산재해피해방지에 어떠한 영향을 주고 있는지 분석하고자 한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 우선, 2장에서는 분석 대상인 국가 어항 및 태풍의 현황을 살펴보고, 3장에서는 분석모형에 대해 이론적으로 검토한다. 4장에서는 통계적 검증을 통해 모형의 적정성을 검토하고, 패널 고정효과 SUR 모형을 적용하여 추정 결과를 제시해 그 의미를 해석한다. 마지막으로, 5장에서는 본 연구 결과를 요약하고 시사점 및 한계점을 제시한다.

II. 국가어항 및 태풍 동향

1. 국가어항

어항이란 천연 또는 인공의 어항시설을 갖춘 수산업 근거지로서 「어촌·어항법」 제17조의 규정에 따라 지정·고시된 것을 의미한다. 1969년 「어항법」이 제정된 이래, 어항의 중요성이 대두됨에 따라 1970년 이후 본격적으로 추진되어 어촌 소득증대와 어촌·어항의 합리적인 개발 및 이용을 위한 「어촌·어항 5개년 기본계획」이 2008년 12월 16일에, 「제2차 어촌·어항발전 기본계획」은 2014년 3월 14일에 수립되었다.

어항은 다음과 같은 역할과 기능을 수행한다. 우선 태풍이나 파랑 등으로부터 어선과 어민을 보호하는 기본적으로 어업활동 지원기지의 역할과 어장에서 포획·채취한 수산물을 안정적으로 공급하기 위한 수산물 유통기지로서 역할을 담당하며, 더 나아가 다기능 어항으로서 어촌 등 지역사회 기반시설이자 도시지역 주민의 휴식 공간의 기능을 하고 있다.

<표 1> 어항의 역할과 기능

역할	기능
어업활동 지원기지	어선의 안전 정박으로 어업인의 생명과 재산 보호
	어획물의 양륙장
	출어 준비 장소(어구의 준비, 급유, 급수, 어선의 수리 등)
수산물 유통기지	수산물 위판 및 판매, 출하 기지
	냉동·냉장 등 수산물 보관
	수산물 가공공장 등 상품 생산기지
어촌 등 지역사회 기반시설	어촌주민의 생활 기반 및 정주여건 조성
	어촌지역 경제의 중심지
	도서, 벽지의 어촌과 외부 사회를 잇는 교통, 정보의 기지
도시지역 주민의 휴식 공간	바다낚시, 방파제 산책, 문화공연, 관광유람, 마리나 등 어촌·해양 관광의 중심지
	어촌의 문화·생활을 활용한 바다 체험 학습장소

자료: 한국어촌어항공단 정보마당

<표 2> 연도별 국가 어항 지정(2007~2019년)

(단위: 개소)

연도	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19
국가어항	104	110	110	110	109	109	109	109	109	108	111	110	113

자료: 한국어촌어항공단 정보마당

<표 3> 지역별 국가어항 총사업비 대비 기집행 사업비(2019년 기준)

(단위: 백만 원)

지역	총사업비	기집행	비율	국가어항 수(총 113개항)
강원	463,542	385,603	83%	대진항, 대포항 등 14개항
경기	33,701	19,631	58%	궁평항
경남	642,071	442,802	69%	외포항, 광암항 등 20개항
경북	669,588	613,275	92%	죽변항, 대진항 등 14개항
부산	351,937	132,615	38%	다대포항, 천성항, 대변항
울산	77,283	30,471	39%	정자항, 방어진항
인천	230,091	93,199	41%	어유정항, 덕적도항 등 5개항
전남	1,640,432	1,169,859	71%	계마항, 전장포항 등 33개항
전북	415,365	292,809	70%	어청도항, 격포항 등 7개항
제주	293,060	248,734	85%	김녕항, 모슬포항 등 5개항
충남	553,656	318,495	58%	장고항, 오천항 등 9개항

자료: 해양수산부, 어촌어항관리시스템 통계정보

어항은 국가어항과 지방어항, 어촌정주어항, 마을공동어항으로 분류된다. 이 중 국가어항이란 이용범위가 전국적인 어항 또는 도서·벽지에 소재하여 어장의 개발 및 어선의 대피에 필요한 어항으로 예산 전액을 국비로 지원받는다. 이에 본 연구에서는 지방어항과 어촌정주어항의 거점이자 규모와 집행 예산액이 가장 큰 국가어항에 대해 다루어보고자 한다. 국가어항은 1971년 62개항을 최초로 지정하며 시작하여, 이후 꾸준히 증가해 2021년 현재 총 113개항이 지정되었고, 이 중 전라남도가 총 33개항으로 가장 많은 국가어항을 보유하고 있다.

2019년 기준 국가어항의 총사업비 대비 기집행 총사업비 지역 평균은 64%이다. 지역별로 살펴보면, 경북이 92%로 가장 높았으며, 그다음으로는 제주(85%), 강원(83%), 전남(71%) 등의 순으로 높았다. 반면 경기와 충남이 58%의 실적률을, 인천이 41%, 울산과 부산은 각각 39%와 38%로 상대적으로 낮았다.

2. 태풍

국가어항에 영향을 미치는 자연재해는 대표적으로 태풍, 호우, 이상파랑 등이 있으며, 본 연구에서는 그중 가장 빈번하게 발생하고 영향력이 큰 태풍의 현황과 그로 인한 피해액에 대해 살펴보고자 한다.

지리적으로 연안에 위치한 국가어항에 가장 큰 피해를 주는 태풍은 주로 7월에서 10월 사이에 발생하며, 이 시기에 발생한 태풍이 우리나라에 큰 피해를 끼친다. 연도별·월별 태풍 수를 살펴보면, 1951년 이후로 2020년까지 총 1,834개의 태풍이 발생하였고, 이 중 228개가 우리나라에 상륙했다. 지난 30년 동안 평균적으로 한해에 3.4개의 태풍이 우리나라에 영향을 주었으나 최근 10년간의 평균 태풍 수를 살펴보면, 발생 빈도수가 늘어나 연평균 4개의 태풍이 우리나라에 상륙하고 있음을 확인할 수 있어서 이에 따른 피해예방대책이 필요함을 확인하였다.

이러한 태풍으로 발생한 피해액은 최근 10년간(2010~19) 자연재해로 발생한 총 피해액 약 3조 5천억 원 중 50%가 넘는 1조 9천억 원을 차지하였고, 그중 어항이 포함된 공공시설의 피해액이 1조 2천 6백억 원으로 피해 규모가 가장 컸다. 이처럼 국가어항은 연안에 있어, 해양기근재해인 태풍에 가장 취약하다. 또한 국가어항을 이용하는 어업인 및 관광객의 수가 나날이 증가하는 추세이므로, 태풍을 비롯한 자연재해가 발생할 때 재산과 인명 피해 규모 역시 커질 것임을 알 수 있다.

<표 4> 연도별 · 월별 평균 태풍 수

연도/월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계
총 수 1951~2020	31	18	27	48	69 (3)	124 (23)	269 (69)	388 (80)	348 (48)	263 (5)	168	81	1,834 (228)
30년 평균 1991~2020	0.3	0.3	0.3	0.6	1.0	1.7 (0.3)	3.7 (1.0)	5.6 (1.2)	5.1 (0.8)	3.5 (0.1)	2.1	1.0	25.1 (3.4)
10년 평균 2011~2020	0.6	0.5	0.4	0.4	0.6	2.2 (0.4)	4.1 (1.1)	5.1 (1.3)	5.3 (1.0)	3.7 (0.2)	2.2	1.0	26.1 (4.0)

주: () 안의 숫자는 우리나라에 영향을 준 태풍의 수를 나타냄
 자료: 기상청, 태풍발행현황

<표 5> 10년간 원인별 · 연도별 피해 현황(2010~2019년)

(단위: 명, 백만 원)

구분	사망 · 실종	이재민	건물	선박	농경지	공공시설	기타	합계
태풍	48	29,469	58,213	9,514	31,966	1,260,020	546,650	1,906,363
호우	102	170,238	62,450	611	48,753	1,087,576	41,898	1,241,286
지진	-	2,056	62,346	-	0.318	33,586	109	69,042
대설	-	218	1,384	267	515	14,909	208,330	225,890
풍랑	-	99	447	149	1,129	9,001	9,331	19,443
태풍 · 호우	1	20	435	-	-	4,698	154	6,416
강풍	-	36	392	368	-	3,108	27,951	31,819
풍랑 · 강풍	-	-	22	-	-	215	237	474
기타	78	1	-	-	-	-	626	626
낙뢰	-	4	21	-	-	-	5	26
합계	229	202,141	185,710	10,909	82,363	2,413,113	835,291	3,501,385

자료: 국민재난안전포털, 2019년 재해연보

Ⅲ. 분석모형 및 자료

1. SUR(Seemingly Unrelated Regression) 모형

본 연구에서는 국가어항 투자가 해당 지역의 태풍 등 수산재해 발생 시 수산재해 피해 감소에 미치는 영향을 분석하기 위해 겉보기무관회귀(Seemingly Unrelated Regression, SUR) 모형을 적용하였다. Zeller(1962)에 의해 제안된 SUR 모형은 동일 시점에서 구축된 추정모형 간의 오차항이 서로 상관관계에 놓여 있는 경우에 활용된다. 각 회귀식의 오차항에 존재하는 동시적 상관관계에 대한 정보인 공분산행렬(covariance matrix)을 추정에 반영함으로써 각 방정식의 예측변수들이 종속변수의 분산에 미치는 효과를 추정하는 방식이다. 이때, 오차항 간 독립성을 가정한 최소자승법 회귀모형에 비해 낮은 표준오차와 더불어 더욱 효율적으로 추정량을 분석한다(Srivastava and Dwivedi, 1979).

$$y_k = \beta_k x_k + \epsilon_k \tag{1}$$

먼저 식 (1)은 k번째 개별적인 방정식을 의미하며, 이러한 개별적인 방정식 N개를 일반적인 연립방정식 체계로 표현하면 아래 식 (2)와 같은 행렬식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{bmatrix} y_{i1} \\ \vdots \\ y_{in} \\ \vdots \\ y_{iN} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & X_{\in} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & X_{iN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_n \\ \vdots \\ \beta_N \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \vdots \\ \epsilon_{in} \\ \vdots \\ \epsilon_{iN} \end{bmatrix} \quad (2)$$

만약 i 번째 개체에 대한 N 개의 방정식들에 포함된 오차항들이 상관관계가 있다면, $E[\epsilon_{ij}\epsilon_{ij} | X] = \sigma_{ij}$ 이고, $j \neq j'$ 일 때, $\sigma_{ij} \neq 0$ 이다. 각 모형에 대한 $N \times 1$ 오차항 벡터를 ϵ_j 라 정의한다면, $E[\epsilon_j | X] = 0, E[\epsilon_j\epsilon_{j'} | X] = \sigma_{ij}I_N, E[\epsilon_j\epsilon_{j'} | X] = \sigma_{ij}I_N (i \neq j)$ 이다. 이때, 전체 외생변수인 X 의 오차항 조건부 공분산행렬인 Ω 는 식 (3)으로 표현할 수 있다. 여기서 Σ 는 공분산 σ_{ij} 를 요소로 갖는 $m \times m$ 행렬을, I_N 은 $N \times N$ 항등행렬을, \otimes 는 두 행렬간의 크로벡커 곱을 의미한다(김주권 · 김추연, 2021). 각 오차항들의 상관관계가 존재하므로 SUR 모형의 GLS 방법으로 다음 식 (4)와 같이 추정량을 구한다. 또한 SUR 모형 적용 가능 여부를 확인하기 위하여 Breusch-Pagan의 독립성 검정 방법을 통해 각 방정식의 오차항 간 동시적 상관관계가 존재하는지에 대해 검정하였다.

$$\Omega = E[\epsilon\epsilon' | X] = \Sigma \otimes I_N \quad (3)$$

$$\hat{\beta} = X'(\Sigma^{-1} \otimes I)X^{-1}X'(\Sigma^{-1} \otimes I_N)y \quad (4)$$

본 연구에서 종속변수로는 어항피해액, 어선·어구피해액, 수산증양식피해액을 사용하였으며, 설명변수로는 태풍빈도와 국가어항에 대한 시설투자액을 외곽, 계류, 기능시설로 구분하여 이용하였다. 이 때 국가어항 투자효과를 누적적으로 반영하기 위해 국가어항 건설 및 유지·보수에 대한 투자액의 5년 이동평균을 이용하여 패널모형을 설정하였으며, 시차는 재해방지 목적의 외곽시설과 그 외 어항 시설물들의 내구연수를 모두 고려하여 효용이 지속되는 기간을 5년으로 가정하였다. 또한 모형 분석 시 로그형태 변화할 경우, 관측치가 누락되거나 임의의 조작의 가능성이 존재하므로 0의 관측치를 포함하는 수준변수를 이용하여 어항투자와 태풍이 수산재해피해에 미치는 영향을 분석하였다. 이는 증가율 혹은 변화율이 아닌 종속변수 단위인 원화로 분석 결과를 해석할 수 있다는 장점이 있다. 본 연구의 SUR 모형 분석에 사용된 식은 아래와 같다.

$$\begin{aligned} \text{어항피해액}_{ij} &= \beta_0 + \beta_1 \text{외곽시설 } MA(5)_{ij} + \beta_2 \text{계류시설 } MA(5)_{ij} \\ &\quad + \beta_3 \text{기능시설 } MA(5)_{ij} + \beta_5 \text{태풍빈도}_{ij} \\ \text{어선·어구피해액}_{ij} &= \beta_0 + \beta_1 \text{외곽시설 } MA(5)_{ij} + \beta_2 \text{계류시설 } MA(5)_{ij} \\ &\quad + \beta_3 \text{기능시설 } MA(5)_{ij} + \beta_5 \text{태풍빈도}_{ij} \\ \text{수산증양식피해액}_{ij} &= \beta_0 + \beta_1 \text{외곽시설 } MA(5)_{ij} + \beta_2 \text{계류시설 } MA(5)_{ij} \\ &\quad + \beta_3 \text{기능시설 } MA(5)_{ij} + \beta_5 \text{태풍빈도}_{ij} \end{aligned} \quad (5)$$

2. 분석자료

본 연구의 분석자료에서 피해와 관련된 금액과 태풍은 국민재난안전포털의 재해연보를 이용하였으

<표 6> 분석자료 출처

구분		단위	출처
종속변수	어항피해액	천 원	재해연보
	어선·어구피해액	천 원	재해연보
	수산증양식피해액	천 원	재해연보
설명변수	외곽시설	천 원	해양수산부
	계류시설	천 원	해양수산부
	기능시설	천 원	해양수산부
	태풍빈도	-	재해연보
자료 가공	GDP 디플레이터	-	한국은행 통계정보시스템

<표 7> 국가어항 투자항목

구분	하위 항목
기본시설	1. 외곽시설 ① 방파제 ② 방사제 ③ 파제제 ④ 잠제 ⑤ 도수제 ⑥ 호안 ⑦ 파제벽 ⑧ 돌제 등
	2. 계류시설 ① 안벽 ② 물양장 ③ 잔교 ④ 부잔교 ⑤ 선착장 ⑥ 선양장 ⑦ 선류장 등
기능시설	① 수송시설(철도, 도로 등) ② 항행보조시설 ③ 유통판매보관시설 (수산물시장, 수산물위판장 등) ④ 수산물 가공 (제빙·냉장·냉동시설, 수산물 가공공장 등) ⑤ 수산자원 육성(수산종자생산시설, 수산종자 배양장 등) 등

자료: 국가법령정보센터(www.law.go.kr)

며, 국가어항에 대한 투자금액은 해양수산부의 국가어항 투자실적 자료를 사용하였다. 종속변수로는 총수산재난피해액 중 높은 비중을 차지하는 수산증양식피해액과 어항피해액, 어선피해액을, 설명변수로는 태풍과 국가어항 건설 및 유지·보수를 위한 시설투자액을 선정하였다. 이때, 영향 태풍과 상륙 태풍 중 태풍이 어항에 미친 피해를 살펴보기 위해 상륙 태풍만을 고려하였으며, 연도별·시군구별 태풍빈도로 반영하였다.

분석대상 시군구는 분석 기간이 2002년부터 2018년까지 총 17년 동안으로, 2021년 기준 총 113개의 국가어항에 대해 46개의 시군구별로 구분하였다. 한편, 화폐단위로 표시되는 변수의 경우에는 통계청에서 제공하는 2015년 기준 GDP 디플레이터를 곱하여 해당 연도와 기준연도 사이의 가격변동분을 반영함으로써 물가상승 효과를 제어하였다.

설명변수 중 국가어항 시설투자에 관한 변수는 「어촌·어항법」에서 고시한 항목을 기준으로 선정하였다. 법령상 어항시설은 크게 기본시설과 기능시설, 어항편익시설로 구분되며, 기본시설은 외곽시설과 계류시설로 이루어져 있다. 한국어촌어항공단에 따르면, 국가어항시설 현황은 국가어항 113개항에 952개소의 점검대상 시설물이 존재하며, 시설물의 대부분은 물양장과 방파제가 주를 이루고 있다.

또한 전체 투자액 중 기본시설이 약 57.4%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 하위항목인 외곽시설과 계류시설이 각각 43.3%, 14.1%인 반면, 기능시설과 어항편익시설은 약 2% 적은 비중을 차지하는 것으로 확인되었다. 한편, 어항편익시설은 재해 예방을 목적으로 한 시설이 아니어서 분석에서 제외하였다.

IV. 분석결과

1. 기초통계량

본 연구에 활용된 변수들의 기초통계분석 결과는 다음과 같다. 종속변수 중 수산증양식피해액이 평균과 표준편차가 가장 큰 것으로 나타났다. 개체별로 보면, 여수와 완도, 통영 등과 같이 양식장이 많은 지역은 피해액이 큰 것으로 나타났으나 강원도, 경상북도와 같이 어선어업이 주를 이루는 지역은 피해액이 적은 것으로 조사되었다. 이처럼 지역별로 큰 편차로 인해 표준편차 역시 크게 나타난 것을 알 수 있다.

설명변수 중에서는 외곽시설이 투자액 변수 중 가장 큰 평균값을 기록하였는데, 태풍으로 인한 직접적인 피해와 함께 파도, 부식화 등으로 인한 피해가 가장 큼에 따른 결과로 보인다. 태풍빈도는 앞서 현황에서 연평균 3.4~4개로 언급한 것과 달리 평균 1.1개로 나타났다. 이는 본 연구에서는 태풍이 상륙한 지역을 시군구별로 상세하게 구분하였기 때문이다.

<표 8> 기초통계량

(단위: 천 원, 횟수)

변수	평균	표준편차	최솟값	최댓값
어항피해액	578,713	2,687,404	0	39,000,000
어선·어구피해액	279,525	1,255,633	0	16,900,000
수산증양식피해액	717,406	6,031,340	0	138,000,000
외곽시설MA(5)	1,657,542	2,419,435	0	17,700,000
계류시설MA(5)	489,802	769,805	0	7,906,804
기능시설MA(5)	54,619	176,198	0	1,606,935
태풍빈도	1.1	1.2	0	5.0

2. 실증분석

본 연구에서는 국가어항 투자와 해양기인재해인 태풍이 수산재해피해에 영향을 미치는지 알아보고자 한다. 이때, 각 시군구의 관측되지 않는 고유한 특성을 통제할 수 있는 고정효과 모형을 이용하였으며, 종속변수인 피해액(어항, 어선·어구, 수산증양식) 간 상관관계가 존재할 가능성이 크기 때문에 추정모형 오차항의 상관성을 가정하는 SUR 모형을 사용하는 것이 타당하다. 이에 패널 고정효과 SUR 모형으로 국가어항 투자에 따른 수산재해피해 규모를 추정하였다. 국가어항 투자효과를 누적적

<표 9> BP(Breusch-Pagan) 검정

검정	Chi-square	Prob.
Breusch-Pagan test	448.93***	0.000

주: 귀무가설은 $H_0 : corr(e_{1i}, e_{2i}) = 0$ 임

*, **, *** indicate statistically significant levels at $p < 0.1$, $p < 0.05$, $p < 0.01$, respectively

으로 반영하기 위해 국가어항 건설 및 유지·보수에 관한 투자액의 이동평균을 이용하여 분석을 실시하였다.

SUR 모형을 적용하기에 앞서 **Breusch-Pagan** 검정을 통해 SUR 모형의 적용 타당성을 살펴보았다. 만약 동일한 시점에서 구축된 추정모형 간의 오차항이 동시적 상관관계에 놓여 있다면 SUR 모형을 이용하여 추정하는 것이 효율성을 높일 수 있다. 추정 결과, 1% 유의수준에서 귀무가설을 기각하여 각 회귀모형의 오차항 간 상관관계가 존재하는 것으로 나타났다. 이에 각 추정식을 독립적으로 추정하는 것보다 동시에 추정함으로써 효율적인 추정치를 제공하는 SUR 모형을 이용하였다.

태풍 및 국가어항 투자액과 피해액의 관계를 분석한 SUR 모형의 추정 결과는 <표 10>과 같다. 외곽시설MA(5)는 모든 모형에서 유의하지 않은 것으로 나타났다. 즉, 주로 재해 등을 막아주는 수단으로 비내구재적 성격을 보이는 외곽시설의 특성상, 태·폭풍과 같은 자연재해가 방파제 파손 등의 피해를 발생시키고, 다른 시설들과 비교하여 자연재해에 직접적인 영향을 받아 피해에 취약한 모습을 보인다. 이로 인해 소모품인 외곽시설에 대한 투자 효과는 일시적이며, 투자액의 이동평균이 다년간에 걸쳐서는 효과를 보이지 않는 것으로 해석된다. 다시 말해 방파제 등 외곽시설 설치에 따른 피해 절감효과에는 태·폭풍 등 발생빈도 증가와 함께 그 효과가 장기로 이어지지 않는 것으로 판단된다.

계류시설MA(5)는 어항피해액 모형에서만 계수 값이 0.3032로 5% 유의수준에서 의미가 있는 것으로 나타났다. 계류시설에 백만 원 투자 시 5년 동안 연평균 어항피해액은 약 30만 원 증가하는 것으로 해석된다. 정의 결과가 도출된 이유로는 우선 국가어항 건설 개소가 증가함에 따라 필수적인 계류시설도 증가하게 되며, 이에 비례하여 피해액이 증가한 것으로 추정된다. 또한 일반적으로 안벽, 물양장 등의 계류시설에 대한 투자는 대부분 어항 건설단계에 이루어지고, 이후 해양오염 발생으로 인한 시설물의 부식화로 내구성 문제 및 노후화가 진행될 경우, 이에 대한 적절한 유지·보수가 이루어지지 않기 때문으로 보인다. 더불어 정박지·선화장 등에 대한 안전점검 시 어촌계 탐문과 관리청의 요구를 바탕으로 한 전문잠수사의 육안 점검에 의존해야 하므로, 항내 오염 및 혼탁수에서의 수중 조사가 어려워 정확한 점검 및 보수에 한계가 있다(한국어촌어항협회, 2013). 이는 안전점검문제로 이어지며, 투자가 필요한 곳에 제대로 이루어지지 못할 뿐만 아니라 재해 시 수산피해감소 효과로 이어지지 않는 것으로 판단된다.

기능시설MA(5)는 어항피해액, 수산증양식피해액 모형에서 유의한 음의 영향을 주고 있는 것으로 분석되었다. 어항피해액은 10% 유의수준에 계수 값이 -1.1354, 수산증양식피해액은 5% 유의수준에서 계수 값이 -3.1412로 나타났다. 기능시설에 백만 원 투자 시 5년 동안 연평균 어항피해액은 114만 원, 수산증양식피해액은 314만 원 감소하는 것으로 해석된다. 어항피해액의 경우, 계류시설과 달리 선박의 위치, 방향 및 장애물의 위치 등을 알려주는 항행보조시설과 도로 등을 비롯해 어선·어구 보전시설, 수산물 유통·가공·판매·보관 시설, 공공시설 등을 포함한 기능시설은 시설물 목적 중 하나가 보전·보관 등에 있다는 점과 육상시설들로 이루어져 있어 유지·보수가 상대적으로 수월하다는 점이 투자 대비 피해저감효과로 나타나는 것으로 판단된다. 다음으로 수산증양식피해액의 경우, 수산종자생산 시설, 수산종자 배양장과 같은 수산자원 증식 시설에 대한 투자가 시설 규모화 및 현대화로 발전으로 이어지며, 상대적으로 재해로부터의 피해 예방이 수월하다는 점이 피해 감소에 긍정적인 영향을 주는 것으로 보인다.

태풍빈도는 모든 모형에 1% 유의수준에서 모두 유의한 양의 영향을 주고 있는 것으로 나타났다.

<표 10> 패널 고정효과 SUR 모형

변수		Coef.	Z-Stat.	Prob.	R ²
어항 피해액	외곽시설MA(5)	-0.0214	-0.42	0.6780	0.220
	계류시설MA(5)	0.3032 **	2.04	0.0410	
	기능시설MA(5)	-1.1354 *	-1.83	0.0670	
	태풍빈도	478587.5 ***	3.87	0.0000	
	상수항	-420095.7	-0.57	0.5710	
어선·어구 피해액	외곽시설MA(5)	-0.0196	-0.80	0.4260	0.189
	계류시설MA(5)	0.0646	0.91	0.3610	
	기능시설MA(5)	-0.1451	-0.49	0.6230	
	태풍빈도	241775.5 ***	4.11	0.0000	
	상수항	546729.3	1.55	0.1210	
수산증양식 피해액	외곽시설MA(5)	0.0672	0.56	0.5780	0.159
	계류시설MA(5)	0.5758	1.66	0.0980	
	기능시설MA(5)	-3.1412 **	-2.17	0.0300	
	태풍빈도	280483.0 ***	3.97	0.000	
	상수항	-790911.8	-0.46	0.6480	

주: *, **, *** indicate statistically significant levels at p<0.1, p<0.05, p<0.01, respectively.
Fixed effects terms are not presented.

각 추정식의 계수 값은 어항피해액 478,588, 어선·어구피해액 241,776, 수산증양식피해액 280,483으로 확인되어 태풍이 한 번 발생할 때마다 어항피해액은 4.8억 원, 어선·어구피해액은 2.4억 원, 수산증양식피해액은 2.8억 원 증가하는 것으로 해석된다. 이처럼 태풍 발생 횟수가 많을수록 국가어항과 관련된 시설물들에 더 부정적인 영향을 미친다는 결과는 직관과 일치하며, 우리나라에 내습하는 태풍의 강도와 빈도가 증가하고 있어 어항시설과 각종 수산시설물에 대한 피해 우려가 증대되고 있다.

특히, 태풍으로 인한 피해는 어항피해액이 가장 큰 것으로 나타났는데, 이는 어항 건설 목적이 기본적으로 재해방지에 있음에 기인한다. 즉, 방파제 등과 같은 어항시설은 재해를 막기 위한 수단이므로 직접적인 피해를 볼 수밖에 없어 피해액의 규모 또한 더 큰 것으로 추정된다. 이러한 시점에서 태풍으로 인한 피해를 예방하기 위해 적절한 국가어항 투자 및 관리의 중요성이 더욱 증대될 것으로 전망된다. 향후 기후변화에 따른 어항시설 피해를 최소화하기 위한 어항시설의 보수·보강 및 정온도 등에 대해 개선이 된다면, 국민의 재산과 생명을 보호하는 데 이바지하고, 피해복구로 인한 사회적 손실 비용 감소에도 크게 기여할 것으로 기대된다.

V. 결 론

본 연구는 우리나라 국가어항 투자가 태풍으로 인한 수산재해피해에 미치는 영향을 분석하였다. 분석 기간은 2002년부터 2018년까지이며, 종속변수로는 어항피해액, 어선·어구피해액, 수산증양식피해액을, 설명변수로는 국가어항의 투자항목인 외곽시설, 계류시설, 기능시설과 자연재해 중 국가어항에 가장 큰 영향을 끼치는 태풍을 이용하였다. 분석 모형으로는 패널 고정효과 SUR 모형을 적용하여 각 추정식을 동시에 추정함으로써 낮은 표준오차와 더불어 더욱 효율적인 추정량을 도출하였다.

패널 고정효과 SUR 모형의 분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 외곽시설MA(5)는 모든 모형에 유

의한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 이는 다른 시설들에 비해 자연재해로부터의 충격이 직접적인 경우가 대부분으로 파손이 쉬워 피해절감효과가 장기적으로 이어지지 않는 것으로 판단된다. 계류시설MA(5)과 기능시설MA(5)는 어항피해액에만 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 우선 계류시설MA(5)는 투자에도 불구하고 어항피해액 절감효과가 나타나지 않았으며, 이는 완공 이후 내습한 태풍, 호우 등과 같은 외부적 요인의 영향과 내구연한이 지난 시설물 자체부식화 및 노후화가 진행되었음에도 안전점검의 어려움 및 그에 따른 유지보수가 제대로 이루어지지 않아 재해로 인한 피해가 증가하는 것으로 판단된다. 반면, 기능시설MA(5)는 투자 후 5년 동안 피해절감효과가 존재하는 것으로 나타났는데, 대부분 육상에 설치되어 유지·보수가 상대적으로 수월하다는 점이 이런 결과에 영향을 미친 것으로 보인다. 끝으로 태풍의 경우, 모든 피해액에 부정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 해양기인재해인 태풍 발생 시 종속변수들로부터 피해가 발생한다는 직관과 일치하며, 나아가 전 지구적 기상이변으로 인한 태풍의 발생빈도 및 강도가 상승하고 있으므로 국가어항 시설에 미치는 피해가 증대될 것으로 예상하는 바이다. 그러므로 향후 자연재해로부터의 리스크를 절감할 수 있도록 하는 합리적인 투자가 필요한 것으로 판단된다.

이상의 분석 결과를 바탕으로 본 연구는 아래와 같은 시사점을 가진다. 우선, 태풍이 수산재해피해에 전반적으로 부정적인 영향을 미친다는 결과와 함께 기후변화로 인한 태풍의 영향력이 증대됨에 따라 예방대책수립이 필요할 것으로 보인다. 이러한 재해 위협으로부터 사회경제적 비용을 절감하는 방법을 모색함은 물론 더 나아가 지속적인 관련 연구 수행을 통해 효율적인 투자가 수산재해피해 절감효과로 이어질 수 있도록 하여야 한다. 다음으로, 국가어항은 기본적으로 어민과 어선을 재해로부터 보호하는 것을 기본 목적으로 건설되었으나, 계류시설의 경우에는 안전점검문제로 유지보수에 어려움이 발생하여 그 기능을 제대로 수행하고 있지 못하는 것으로 분석되었다. 이에 태풍과 같은 재해 리스크로부터 국가어항의 역할 및 기능을 수행할 수 있도록 더욱 면밀한 사전 안전점검을 위한 최선장비 도입 및 모니터링 등을 통해 시기적절한 투자와 유지·보수가 중요하다.

본 연구는 자연재해 위험성과 국가어항의 중요도가 커짐에도 불구하고, 관련 선행연구가 부족한 시점에서 수산재해 피해에 미치는 영향을 정량적 기법인 SUR 모형을 통해 분석하였다는 점에서 선행연구와의 차별성이 존재한다. 또한 정량적인 분석 방법과 그에 따른 결과를 바탕으로 시사점을 제시하였다는 점에서 의의가 있으며, 차후 국가어항 투자 사업 계획 및 예산 편성에 있어 도움이 될 것으로 기대된다. 그러나 본 연구는 자료상의 한계로 자연재해 중 태풍만을 고려하였으며, 태풍의 강도 등과 같은 특성을 반영하지 못하였다. 향후 연구에서는 데이터 구축을 통해 수산재해피해에 영향을 미치는 다양한 자연재해 요인을 반영할 뿐만 아니라 태풍의 강도와 같은 자연재해의 특성을 반영해야 할 것으로 보인다. 또한 분석대상이 국가어항으로 국한되었으므로 지방 및 정주어항까지 확대하여 분석한다면 현재의 연구 결과와 차별성이 존재하는 의의를 얻을 수 있을 것으로 예상하는 바이다.

REFERENCES

- 국가법령정보센터, 「어촌어항법」, (www.law.go.kr)
 국민재난안전포털, 재해연보(2000-2019), 2021년 9월 25일 접속.
 김수재·임수연·최성택·추상호·안우영(2016), “서울 거주자의 수단별 이용 시간 영향요인 규명 : SUR모형을

- 활용하여”, 한국ITS학회 논문지, 15(3), 23-33.
- 김주권 · 김추연(2021), “총수출(Gross Exports)과 부가가치 수출(Value-Added Exports)의 결정요인 연구”, 기업경영 연구, 28(4), 97-116.
- 박상우 · 이상규(2016), “어항개발사업의 지표개발에 관한 연구”, 한국해양수산개발원.
- 성상봉 · 김홍식(2013), “어항시설물에 대한 안전관리 강화 필요 -지방어항 안전점검 확대 필요-”, 어항어장, 4(3), 56-61.
- 신강원 · 최기주(2014), “SUR 모형을 이용한 강수량과 대중교통 승객 수간 관계 분석”, 대한교통학회지, 32(2), 83-92.
- 윤성순 · 김정신 · 정지호 · 안용성 · 박희망(2015), “자연재해에 대한 연안 안전성 평가방안 연구”, 한국해양수산개발원.
- 이미연 · 홍종호(2016), “패널모형을 이용한 자연재해 피해의 결정요인에 관한 고찰”, 한국방재학회논문집, 16(4), 248-257.
- 최재학(2007), “국가어항시설물 안전점검 현황 : 사례 중심으로”, 한국어촌어항공단, 어항, 78, 35-38.
- 한국어촌어항공단, 어항의 개념, 2021년 9월 24일 접속(<https://www.fipa.or.kr>)
- 한국은행 통계정보시스템, GDP 디플레이터.
- 한국해양과학기술원, ‘7월 동해 해면수온 사상 최고지 기록 해’, 2021년 8월 24일 보도자료, (https://www.kiost.ac.kr/cop/bbs/BBSMSTR_00000000075/selectBoardArticle.do?nttId=21916)
- 해양수산부, 2021년도 해양수산부 소관 예산 및 기금운용계획 개요(2021.01)
- 해양수산부 어촌어항관리시스템, 2021년 9월 25일 접속(<https://naraport.mof.go.kr/info/stat.do>)
- Srivastava, V. K. and Dwivedi, T. D. (1979), “Estimation of seemingly unrelated regression equations: A brief survey”, *Journal of Econometrics*, 10(1), 15-32.
- Zellner, A. (1962), “An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias”, *Journal of the American Statistical Association*, 57(298), 348-368.