



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

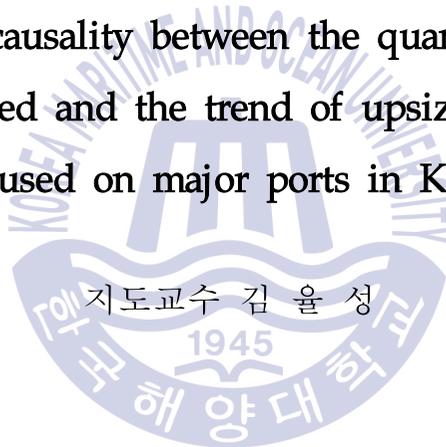
이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

物流學碩士 學位論文

선박 대형화 추이와 품목별 물동량의  
인과관계 분석 (국내 주요항만을 중심으로)

Analysis of causality between the quantity of goods  
transported and the trend of upsizing ships  
(Focused on major ports in Korea)



2017년 8월

한국해양대학교 대학원

물류시스템학과

권 규 리

본 논문을 권규리의 물류학석사 학위논문으로 인준함



위원장 : 신 영 란 (인)

위 원 : 신 창 훈 (인)

위 원 : 김 울 성 (인)

한국해양대학교 일반대학원

# 목 차

List of Tables .....	iii
List of Figures .....	iv
Abstract .....	v
1. 서 론 .....	1
1.1 연구의 배경 및 목적 .....	1
1.2 연구의 방법 및 구성 .....	3
2. 이론적 배경 .....	5
2.1 국내 선박의 대형화 현황 .....	5
2.2 선박 대형화 관련 연구 .....	7
3. 자료분석 .....	12
3.1 선박 대형화 추세 데이터 특성 .....	12
3.2 항만 물동량 데이터 특성 .....	15
3.3 국내외 대형화 추이 비교 분석 종합 .....	18
4. 실증분석 .....	20
4.1 그랜저 인과관계 분석 .....	20
4.2 항만별 특성 분석 .....	30

5. 결론 .....	39
5.1 연구결과의 요약 .....	39
5.2 연구의 시사점 및 한계점 .....	40
참고문헌 .....	41



## List of Tables

Table 1 국내 입항선박의 규모별 추이 .....	6
Table 2 선박 대형화 관련 연구 종합 .....	11
Table 3 세계 선종별 선복량 추이 .....	13
Table 4 국내 입항 선종별 평균 선복량 추이 .....	14
Table 5 세계 항만물동량 추이 .....	16
Table 6 국내 품목별 항만물동량 추이 .....	17
Table 7 그랜저 인과 검정 결과 해석 .....	22
Table 8 단위근 검정결과(국외) .....	24
Table 9 단위근 검정결과(국내) .....	25
Table 10 Johansen 공적분 검정결과(국외) .....	27
Table 11 Johansen 공적분 검정결과(국내) .....	27
Table 12 그랜저 인과관계 분석 결과(국외) .....	28
Table 13 그랜저 인과관계 분석 결과(국내) .....	29
Table 14 주요 항만 입항 컨테이너선의 평균선형 추이 .....	31
Table 15 주요 항만 컨테이너 물동량 추이 .....	32
Table 16 주요 항만 입항 벌크선의 평균선형 추이 .....	33
Table 17 주요 항만 벌크 물동량 추이 .....	34
Table 18 주요 항만 입항 LNG, LPG 운반선의 평균선형 추이 .....	35
Table 19 주요 항만 가스 물동량 추이 .....	36
Table 20 주요 항만 입항 유조선의 평균선형 추이 .....	37
Table 21 주요 항만 유류 물동량 추이 .....	38

## List of Figures

Fig 1 연구의 진행 순서 .....	4
Fig 2 세계 선종별 선박량 추이 .....	19
Fig 3 국내 선종별 평균선형 추이 .....	19



# Analysis of causality between the quantity of goods transported and the trend of upsizing ships (Focused on major ports in Korea)

Kwon, Kyu Ri

Department of Logistics

Graduate School of Korea Maritime and Ocean University

## Abstract

본 연구는 항만 물동량의 증가로 선박의 대형화가 일어난다는 일반적인 사실을 국내외 선종별 선형과 물동량의 인과관계 분석을 통해 실제 물동량과 선박 대형화 추세 사이의 인과성에 대해 검증하였다. 또한 항만별 특성이 다르게 나타나기 때문에 대형화 추세도 다를 것이며, 이러한 항만의 특성이 해당 선종의 대형화 추세와 연관이 있는지도 파악하고자 하였다.

분석 결과, 국내 컨테이너, 벌크의 경우 물동량의 증가로 인해 선박이 대형화 되는 것으로 분석되었으며, 유류의 경우는 선박의 대형화로 인해 물동량이 창출되는 것으로 분석되었다. 이러한 결과를 바탕으로 항만별 특성분석 결과, 부산항에서 처리하는 컨테이너 물동량이 가장 많았으며 입항하는 컨테이너선의 크기도 가장 큰 것으로 나타나 부산항에서는 컨테이너 물동량의 증가로 인해 대형 컨테이너선이 투입된 것으로 분석된다. 광양항은 벌크 물동량이 가장 많고 입항 벌크선의 크기도 가장 컸으며 광양항 또한 벌크 물동량의 증가로 인해 대형벌크선이 투입된 것을 알 수 있다. 또한 울산항은 유류 물동량이 가장 많고 입항 유조선의 크기도 가장 큰 것으로 나타났으며, 앞선 인과관계 분석 결과를 통해 울산항은 대형 유조선의 입항으로 인해 규모의 경제 효과를 창출하여 유류 물동량이 증가한 것으로 분석되었다.

**KEY WORDS:** Trend of upsizing ships, Analysis of causality

# 제 1 장 서 론

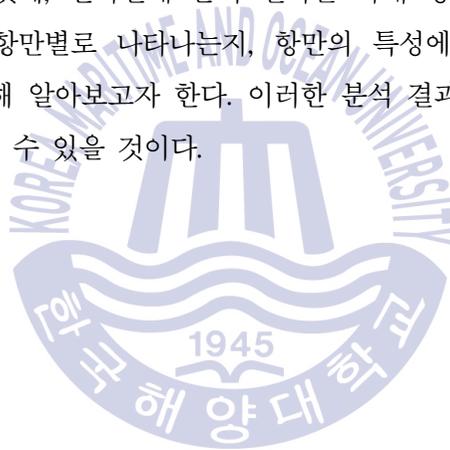
## 1.1 연구의 배경 및 목적

최근 전 세계 항만 물동량은 지속적으로 증가하고 있으며 선사들은 규모의 경제 효과를 창출하기 위해 선박이 대형화 되고 있다. 2015년 2만 TEU급 컨테이너 선박이 발주되면서 선박의 대형화 추세는 더욱 가속화되어 오늘날에도 선사들 간 대형화 경쟁은 더욱 심화되고 있는 실정이다. 이와 같이 선박의 대형화가 급속 진전되는 이유를 다음과 같이 정리할 수 있다. 첫째, 선박을 대형화 함으로써 대량 수송을 통한 TEU당 수송 원가가 낮아지며, 건조단가가 낮아지고 연료 소비량 및 선원수의 감소와 같은 규모의 경제를 실현할 수 있다. 둘째, 선복량이 증대되면서 낮은 운임을 제공할 수 있으며 규모의 대형화에 의한 전략적 제휴 참여와 화물집하능력 향상 등의 효과를 기대할 수 있다. 셋째, 세계적으로 국제 교역이 확대되면서 수출입 화물을 효율적으로 처리하기 위해 선박이 대형화 되고 있으며, 유럽, 아프리카 중동 등 원거리 항로국가와의 교역 비중이 커지면서 원양항로 수송 서비스 수요 증대로 인해 선박 대형화가 추진되고 있다(김우선, 2013).

세계 교역량 확대에 의해 증가하는 수출입 물동량을 효율적으로 처리하기 위해 선박 대형화가 추진된다는 것은 이미 많은 선행연구를 통해 알려진 사실이다. 항만 물동량 증가로 선박이 대형화 될 것이고, 그렇다면 대형화된 선박은 다시 물동량에 어떠한 영향을 줄 것인지 생각해볼 수 있다. 이에 본 연구에서는 선행연구를 통해 알려진 사실대로 물동량의 증가가 선박의 대형화를 유인하는 것인지, 아니면 선박의 대형화를 통해 규모의 경제를 달성하면서 물동량이 증가하는 것인지 서로 간에 어떠한 영향을 주고 받는지 인과관계 분석을 하고자 한다. 분석 시 선종별로 나누어 선종별 대형화 추세를 살펴보고, 주요 항만별 인과관계를 분석하여 대형화 및 물동량 창출의 중심에는 어떤 화물, 어떤 항만의 물동량과 대형화 간 인과관계가 높은지 분석하고자 한다. 또한

분석 결과를 통해 국내 주요항만은 이러한 결과와 유사한 특성을 나타내는지, 항만별 특징에 따라 차이를 보이는지 특성분석을 통해 결과를 도출하고자 한다.

본 연구의 목적은 다음과 같다. 첫째, 세계 선종별 선박의 대형화 추세와 국내 선종별 선박의 대형화 추세를 분석하여 국내외 선박의 대형화 추세를 비교 분석하고자 한다. 분석 결과를 통해 세계 선박의 대형화를 이끌어 가는 것은 다양한 선종 중에서도 어떤 선종인지, 그렇다면 국내는 어떤 선종이 국내 선박의 대형화를 유인하는지 알아보하고자 한다. 둘째, 많은 선행연구에서 선박 대형화 요인 중 하나가 항만 물동량의 증가라고 언급하였으며, 때문에 이들 사이의 인과관계는 당연하게 여겨지고 있다. 그렇다면 국내 선박의 대형화 추세와 물동량 간에는 어느 정도의 인과성을 가지는지 인과관계 분석을 통해 검증하고자 한다. 셋째, 인과관계 분석 결과를 국내 항만에 적용하여 앞선 분석 결과와 유사한 패턴이 항만별로 나타나는지, 항만의 특성에 따라 서로 다른 패턴을 보이는지 특성분석을 통해 알아보하고자 한다. 이러한 분석 결과를 바탕으로 향후 항만별 전략 수립에 있어 고려할 수 있을 것이다.



## 1.2 연구의 방법 및 구성

연구의 방법은 선박의 대형화와 물동량 간의 관계를 연구한 기존 연구를 바탕으로 선박의 대형화와 물동량의 현황 및 특징을 우선 파악하고자 한다. 다음으로는 국내 주요항만에 입항하는 선종별 선박 사이즈의 증가 추이와 해당 선종의 품목별 물동량 시계열 자료를 바탕으로 선종별 대형화 추세와 물동량 간의 인과관계를 분석하였다. 이를 각 장별로 내용 및 방법에 대해 정리한 것은 다음과 같다.

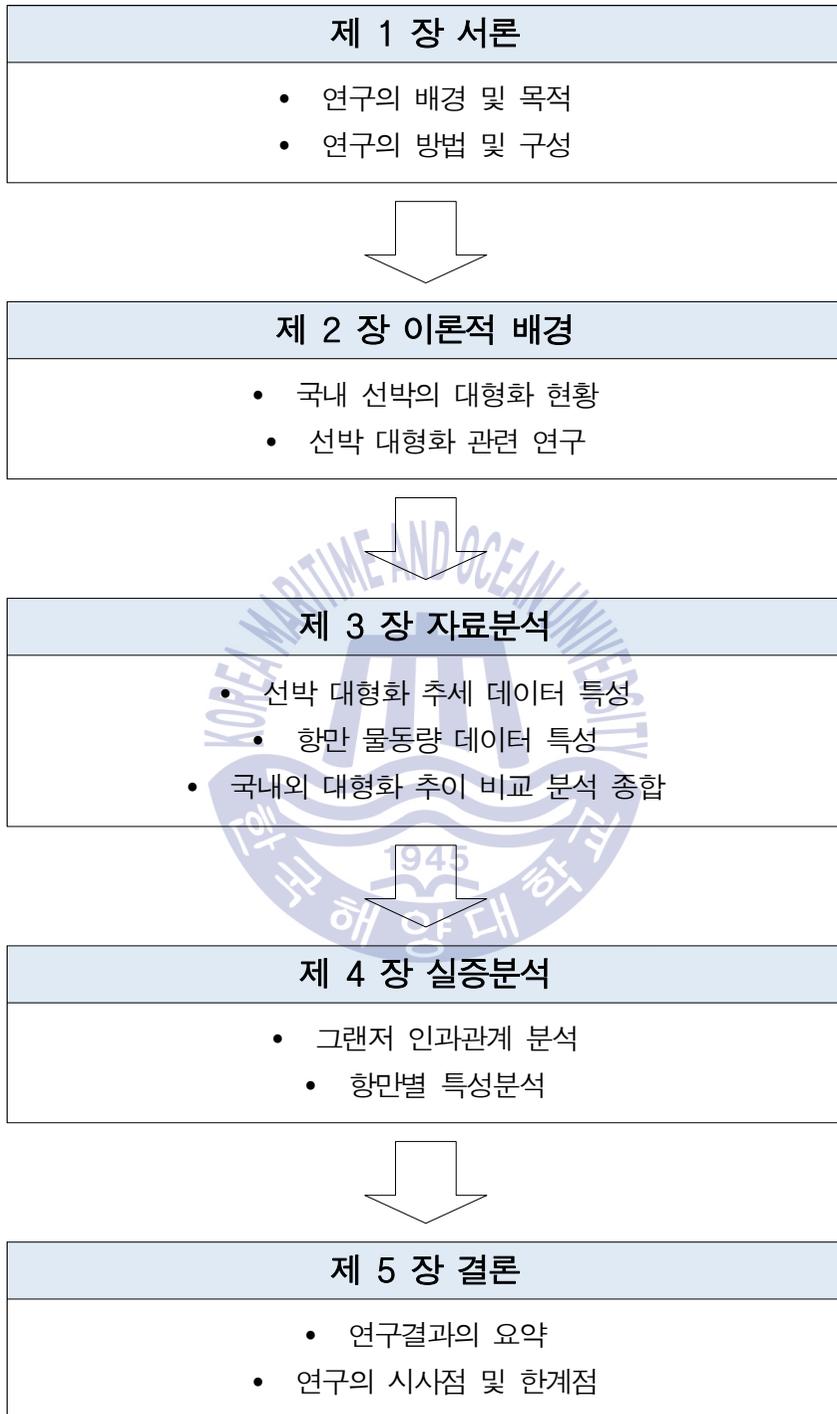
제 1장에서는 연구의 배경 및 목적, 방법에 대해 서술하였다.

제 2장에서는 선박의 대형화와 항만물동량과 관련된 선행연구를 고찰하여 선박 대형화와 물동량의 현황 및 특징을 파악하였다.

제 3장에서는 국내외에 입항하는 선박의 선종별 크기와 해당 선박의 품목별 물동량 기초자료를 정리하여 국내와 세계 선박의 대형화 추세를 알아보았다.

제 4장에서는 앞서 정리한 시계열 자료를 바탕으로 선종별 선박과 품목별 물동량 간의 인과관계를 분석하였으며 분석 프로그램은 Eviews 9를 사용하였다. 또한 항만별 특성분석을 통해 인과관계 분석 결과와 유사한 패턴이 나타나는지 살펴보았다.

제 5장에서는 지금까지의 연구결과를 종합하고 연구의 합의와 한계점 및 향후 연구과제 등에 대해 정리하였다.



**Fig 1** 연구의 진행 순서

## 제 2 장 이론적 배경

### 2.1 국내 선박의 대형화 현황

국내 항만 입항 선박의 대형화 현황 및 추세를 파악하기 위하여 1995년부터 2015년까지 국내 항만에 입항한 전체 선박의 규모별 척수 변화 추이를 정리 및 분석하였다. 국내 항만에 입항한 선박 척수는 1995년 93,787척에서 2015년 197,467척으로 나타나 연평균 3.8% 증가한 것을 알 수 있다.

최근 20년 간 선박 규모별 입항 추이를 살펴보면 7만 5천톤 이상 10만톤 미만 선박의 입항이 연평균 성장률 13.7%로 가장 높게 나타났으며, 1천톤 이상 5천톤 미만 선박의 입항이 연평균 2.5%로 가장 낮은 성장률을 기록하였다. 5만톤 미만 중·소형선의 증가율이 5만톤 이상의 대형선과 비교하였을 때 상대적으로 낮은 성장률을 보이는 것을 알 수 있으며, 5만톤 이상 대형선의 경우 10% 이상의 증가율로 크게 증가한 것을 알 수 있다.

국내에 입항하는 선박의 척수는 2008년 총 208,883척이 입항하여 최고 실적을 기록하였으나 바로 다음해인 2009년 소폭 감소하는 모습을 볼 수 있었다. 그러나 5만톤 이상 대형선의 입항은 꾸준히 증가하고 있어 국내 입항하는 선박의 대형화가 진행되고 있다는 것을 파악할 수 있다.

**Table 1** 국내 입학선박의 규모별 추이

단위 : 척, %

구분	1천미만	5천미만	1만미만	2만미만	3만미만	5만미만	7.5만미만	10만미만	10만이상	합계
1995	48,904	27,762	5,280	5,426	2,363	2,723	790	209	330	93,787
1996	68,999	48,839	7,030	6,462	3,191	3,166	1,129	375	561	139,752
1997	68,842	55,084	7,476	6,809	3,404	3,391	1,227	476	623	147,332
1998	70,459	51,278	8,054	6,700	3,744	3,441	1,187	488	583	145,934
1999	77,957	43,733	9,851	7,798	4,407	4,150	1,592	541	642	150,671
2000	86,524	44,838	11,141	8,030	4,763	4,528	1,973	552	673	163,022
2001	94,261	49,344	11,735	7,800	4,599	4,427	2,156	598	634	175,554
2002	98,329	51,701	12,817	9,153	4,754	4,352	2,344	692	617	184,759
2003	101,487	55,282	13,345	8,969	5,084	4,499	2,541	717	625	192,549
2004	92,958	57,657	13,741	8,553	5,368	4,614	2,974	950	643	187,458
2005	89,682	59,015	14,122	9,388	5,433	5,104	3,411	1,178	654	187,987
2006	91,244	60,792	15,001	9,105	5,399	5,178	3,573	1,289	737	192,318
2007	91,958	64,632	17,059	9,946	5,327	5,429	4,033	1,314	771	200,469
2008	95,441	68,675	16,477	10,514	5,414	5,847	4,239	1,415	861	208,883
2009	91,248	62,525	15,737	9,944	5,151	5,620	4,662	1,594	879	197,360
2010	96,945	55,673	17,336	10,485	6,112	6,312	5,414	1,916	963	201,156
2011	94,059	54,574	18,789	9,943	6,495	6,847	5,792	2,238	1,227	199,964
2012	94,620	49,441	19,888	9,608	6,528	6,935	6,128	2,197	1,562	196,907
2013	93,353	48,048	20,483	8,797	6,516	6,828	6,272	2,358	1,998	194,653
2014	93,104	45,662	20,734	8,520	6,661	7,136	5,893	2,505	2,286	192,501
2015	93,396	45,751	23,168	9,098	7,296	7,259	6,284	2,709	2,506	197,467
CAGR	3.3	2.5	7.7	2.6	5.8	5.0	10.9	13.7	10.7	3.8

자료 : 해운항만물류정보센터

## 2.2 선박 대형화 관련 연구

분석에 앞서 선박의 대형화 현황, 추세와 관련한 선행연구를 통해 선박의 대형화와 항만 물동량 간의 관계를 고찰하고자 한다.

김범중(1999)은 선박의 대형화에 대한 국내 항만의 대응 전략을 제시하기 위하여 선박의 대형화 현황과 추세를 파악하고 항만의 대응 추이를 분석하였다. 분석을 위하여 컨테이너선 대형화 추이를 살펴보고 주요 대형선박의 제원 비교, 연도별 대형선 인도 잔량 등의 자료 분석을 통해 대형화 현황을 파악하였다. 분석 결과 국내의 경우 선박의 대형화에 대비하면서 허브 항만의 지위를 확립하기 위해서는 시기에 맞는 물리적인 조건(수심, 접안길이, 하역장비)인 시설 확충이 중요하다고 강조하였다.

김창곤(2002)은 장기적인 컨테이너선의 대형화를 전망하고 또한 대형화의 한계를 제시하였으며, 이를 위해 컨테이너선의 대형화에 대한 긍정적인 측면(건조비, 연료비, 인건비 등의 절감)과 부정적인 측면(추가 비용 증가, 항로상 대형화 제약 조건, 컨테이너 터미널의 선형 별 수용 능력 등)을 함께 언급하였다. 결론적으로 해운사, 조선사 및 터미널 각각의 입장을 고려한 종합적인 측면에서 검토하여 대형화 추세에 따라야 한다고 주장하였다.

박태원, 정봉민(2002)은 컨테이너선의 대형화 추세와 해운 시장 추세와의 상관관계를 분석하기 위하여 대형화 전망에 관한 전문가들의 견해를 조사하고 컨테이너선의 대형화 추세를 분석하였다. 컨테이너선의 대형화 추세는 여러 요인이 복합적으로 작용하여 나타나는 현상이며 국제 무역의 확대와 컨테이너 화물 상승으로 인해 나타나는 물동량의 증가는 대형선에 대한 수요를 자극한다는 점을 강조하였다.

정봉민(2003)은 컨테이너선의 대형화가 해운시장 및 항만에 미치는 영향을 분석하고 이에 대한 대응방안을 제시하였다. 대형화 전망에 대하여 전문가 조사를 실시하였으며, 이를 통해 계량적인 분석을 하고자 하였으며 상관관계 분석을 실시하였다. 분석을 통해

선박의 대형화를 통한 규모의 경제 실현은 해운 원가 절감을 위한 중요한 대안이 될 수 있음을 언급하였으며, 개별 선사는 대형화를 주도하여 채산성 확보에 유리할 수 있음을 제안하였다. 또한 선박의 대형화가 항만 시설 뿐만 아니라 해상 운송체계와 해운시황 전반에 영향을 미치기 때문에 향후에도 검토가 필요할 것이라고 주장하였다.

김정은(2004)은 선박 대형화에 따른 적정 장치장 규모를 산정하기 위하여 부산 신항에서 8천 TEU급, 1만 2천 TEU급 선박에서 양·적화되는 컨테이너의 최대 물동량을 예측하고, 양하 컨테이너 물동량을 중심으로 이를 처리할 수 있는 장치장 규모를 산정하였다. 또한 산정 결과를 기준으로 부산 신항에 추가로 필요한 장치장 규모를 도출하는데에 목적이 있다. 분석 결과 대형선의 운항이 활성화 될 경우 향후 각 터미널을 운영해야하는 운영사들의 영업 능력은 각각 다르기 때문에 인접 터미널 끼리 장치장을 공유하여 사용하는 등의 다양한 방안을 제시하였다.

박진순(2007)은 선박 대형화의 경제적 효과와 대형화에 따른 선사와 항만에 대한 파급효과를 분석하고, 해외 경쟁선사의 대형화 전략을 조사하여 이에 대응하기 위한 국내 선사들의 전략을 제시하고자 하였다. 대형선의 투입으로 인해 규모의 경제효과가 창출되면서 단위 공급원가가 절감되는 점 때문에 컨테이너 정기선사들은 비용우위를 선점하기 위해 서로 경쟁적으로 대형선을 투입하고 있으나 증가된 선복의 이용률 증대, 단위 기간동안 화물 집하능력, 항만 하역 효율성 및 물리적인 항만에 기항 가능성 그리고 기항지 축소에 따른 연계화물 수송비용 증가 등 대형선에 상당한 문제점이 존재하고 있는 것으로 파악되는 것을 강조하였으며, 때문에 선사들이 무리하게 메카 캐리어 확보 경쟁에 뛰어들지는 않을 것이라는 의견이 우세함을 강조하였다.

조민영(2007)은 컨테이너선 대형화로 인해 운임, 기업 및 항만에 미치는 영향을 문헌적으로 검토하여 국내 해운기업들이 대응할 수 있는 방안을 제시하고자 하였다. 항만의 입장에서는 초대형선의 입항을 위한 입항 시설을 갖추어야하고, 대량 컨테이너 하역을 위해 이에 필요한 하역장비의 보강과 운영 시스템의 효율성 제고 및 물류 배후단지 확보 등이 필요하다고 주장하였다. 우리나라도 동북아 물류중심기지가 되기 위해 선박의 대형화 추세에 적극 대비해야한다고 강조하였다.

김우선(2013)은 향후 3만 TEU급 선박이 출현하는 시기와 선박의 규모를 파악하기 위하여 제원 분석 연구를 진행하였다. 수송원가 인하, 건조단가 감소, 연료소비량, 선원수 감소, 선사의 이미지 제고 등 다양한 이유로 선박이 점차 대형화되고 있으며, 초대형 선박에 대한 서비스 수준을 향상시키기 위해 하역시스템의 대형화 및 자동화를 통해 서비스 수준을 높이는 항만만이 경쟁에서 살아남을 수 있다고 판단하였다. 이에 대한 발 빠른 대응을 위해 선박규모의 증가 추세를 분석하여 향후 3만 TEU급 선박이 출현하는 시기와 선박의 규모를 도출하였다.

김태일(2015)은 국내 입항 선박의 대형화 추세를 살펴보고 이러한 대형화 현상이 도선사의 수요에는 어떠한 영향을 미치는지를 분석하고자 하였다. 선박의 대형화를 파악하고 도선사 공급 구조를 분석하여 2025년 까지의 도선사 공급 수요를 예측하였다.

원승환(2015)은 컨테이너선의 대형화에 초점을 맞추어 선박 대형화에 따른 부산항의 대응 방안을 제안하였다. 먼저 선박의 대형화가 항만에 미치는 영향을 정리하였으며, 선박이 대형화됨에 따라서 1)보다 깊은 수심의 확보, 2)선석 길이의 증가, 3)하역장비 사양의 변화, 4)하역 생산성 향상 등이 요구된다고 주장하였다. 이어 최근 부산항에 입항한 선박 자료 조사 및 분석을 통해 현재 부산항의 선박 수용 환경을 토대로 미래에도 선박을 수용할 수 있을지 분석하였으며, 그 결과 컨테이너선의 대형화에 따른 부산항의 대응방안으로 1)입출항 해협 및 안벽전면의 수심확보를 통한 접안조건 개선, 2)선박 길이의 증가에 따른 선석 재배치, 3)선폭 증가에 따른 하역장비 사양의 변화, 4)선박의 평균 처리량 증가에 대비한 생산성의 혁신 등을 제시하였다.

조성우(2015)는 선박의 대형화 요인 및 추세를 분석하여 2만 5000TEU급과 3만 TEU급 초대형 컨테이너선의 출현시기와 해당 선박들의 제원을 시나리오별로 나누어 분석하였다. 전문가들의 의견을 종합한 결과 선박의 대형화는 당분간 지속될 것으로 전망하였으며, 선박이 대형화됨에 따라 터미널도 대형화 추세에 대비해야 한다고 주장하였으며 다음과 같이 정리하였다. 1)선장이 늘어남에 따라 충분한 길이의 선석이 확보되어야 하고, 2)선폭이 증가함에 따라 하역장비 또한 대형 컨테이너선의 선폭을 고려하여 설치해야 하며, 3)항로와 안벽수심은 선박의 최대 흘수 이상으로 확보되어야

하고, 4)주어진 시간 내에 물동량을 하역하기 위해 안벽 크레인, 야드, 게이트 터미널 전반의 생산성이 향상되어야 한다고 정리하였으며 이를 고려하여 터미널이 개발 되고 운영되어야 한다고 주장하였다.

선박 대형화 관련 선행연구는 주로 대형화에 대응하기 위한 항만의 대응 방안과 향후 대형 선박의 출현 시기 및 제원 예측, 항만의 대응전략에 관한 연구가 대부분이었으며, 선박의 대형화와 항만 물동량의 관계에 대하여 구체적으로 분석한 연구는 부족한 실정이다. 그러나 이는 선박의 대형화로 인한 물동량의 증가는 일반적인 사실인 것으로 보고 있기 때문에 앞서 살펴본 선행연구 모두 국제 교역량의 확대에 의해 증가하는 물동량을 효율적으로 처리하기 위하여 선박의 대형화가 추진되는 것이라고 언급하고 있었다. 이에 본 연구에서는 정량적 분석을 통해 항만 물동량과 선박의 대형화 사이의 인과관계를 분석하고 국내 주요 항만들은 항만 특성에 따라 서로 다른 특징을 가지는지 분석하고자 한다. 앞서 살펴본 선행연구를 정리한 것은 다음과 같다.



**Table 2** 선박 대형화 관련 연구 종합

구분	제목	내용
김범중(1999)	컨테이너 선박 대형화 현황과 항만의 대응 추이	항만의 대응 전략 제시
김창곤(2002)	해운 물류비 절감을 위한 컨테이너선 대형화의 전망 및 한계	대형화 전망 분석
박태원, 정봉민(2002)	컨테이너선 대형화의 경제적 효과 분석	대형화와 해운 시황의 상관관계 분석
정봉민(2003)	컨테이너선의 대형화와 해운시황	항만의 대응 전략 제시
김정은(2004)	선박대형화에 따른 컨테이너 터미널 장치장 규모 산정에 관한 연구	항만의 대응 전략 제시
박진순(2007)	컨테이너선의 대형화에 따른 우리나라 선사의 대응전략 연구	선사의 전략 제시
조민영(2007)	컨테이너선의 대형화의 영향과 해운기업의 대응방안에 관한 연구	항만의 대응 전략 제시
김우선(2013)	3만 TEU급 초대형 컨테이너선박 제원 분석 연구	초대형 선박 출현시기 예측
김태일 외(2015)	선박대형화에 따른 도선사 수요 예측과 공급 정책 개선 방안에 관한 소고	대형화에 따른 도선사 수요 공급 예측
원승환 외(2015)	컨테이너선 대형화에 따른 부산항의 대응 방안	항만의 대응 전략 제시
조성우(2015)	선박 대형화에 따른 선박 제원 예측에 관한 연구	초대형 선박 출현시기 예측

## 제 3 장 자료분석

### 3.1 선박 대형화 추세 데이터 특성

분석을 위해 최근 20년간 국내외 선박의 평균선형 자료와 물동량 자료를 정리하였으며, 먼저 1997년 이후 세계 선종별 선복량 추이를 살펴보았다. 컨테이너선의 선복량 추이가 1997년 50.2백만DWT에서 2015년 228.1백만DWT로 4배 가량 증가하였으며, 연평균 성장률 또한 8.8%로 다른 선종에 비해 가장 많이 증가하여 최근 20년간 컨테이너선의 대형화 추세가 가장 급속 진전된 것을 알 수 있다. 다음으로 LNG,LPG선, 벌크선, 유조선 순으로 대형화 추세가 빠르게 나타났으며, 유조선의 경우 다른 선종과 비교하여 이미 선박의 크기가 컸기 때문에 대형화 추세가 더디게 나타난 것을 알 수 있다.



**Table 3** 세계 선종별 선복량 추이

단위 : 백만DWT, %

구분	컨테이너선	벌크선	LNG,LPG선	유조선
1997년	50.2	253.7	15.2	282.2
1998년	56.7	264.8	15.9	286.6
1999년	62.3	263.9	16.2	292.7
2000년	64.9	266.9	16.9	296.5
2001년	70.5	274.8	18.3	303.3
2002년	77.9	286.9	18.8	301.1
2003년	84.9	294.5	19.3	307.1
2004년	91.6	301.7	20.8	316.9
2005년	99.9	322.1	22.4	333.7
2006년	111.8	344.5	24.0	357.4
2007년	128.5	367.7	26.7	377.2
2008년	144.5	391.7	29.9	399.4
2009년	161.5	417.8	36.1	421.3
2010년	169.1	459.6	40.3	451.5
2011년	183.8	537.9	43.1	469.2
2012년	196.8	617.8	44.1	495.3
2013년	206.5	682.8	44.3	514.4
2014년	216.2	722.6	46.4	523.7
2015년	228.1	757.7	49.7	530.7
평균	126.6	412.1	28.9	382.1
표준편차	59.8	169.1	12.2	90.3
연평균성장률	8.8	6.3	6.8	3.6

자료 : Clarkson Shipping Review Database, Spring 2016

다음으로 국내 전체 항만에 입항한 선박의 1995년 이후 선종별 평균선형 추이를 살펴본 결과는 다음과 같다. 유조선의 경우, 1995년 10,544G/T에서 2015년 41,589G/T로 4배 가량 증가하여 가장 많이 증가하였으며, 연평균 성장률이 7.1%로 다른 선종에 비해 가장 많이 증가하여 최근 20년간 유조선의 대형화 추세가 가장 급속 진전된 것을 알 수 있다.

**Table 4** 국내 입항 선종별 평균 선복량 추이

단위 : G/T, %

구분	컨테이너선	벌크선	LNG,LPG선	유조선
1995년	15,702	7,041	5,761	10,544
1996년	15,098	6,545	7,404	16,767
1997년	15,612	6,843	8,304	42,231
1998년	15,222	9,130	8,595	41,994
1999년	15,314	9,211	9,495	40,342
2000년	14,975	4,615	11,716	6,911
2001년	15,202	4,665	11,969	12,649
2002년	15,276	5,133	12,967	14,745
2003년	15,706	5,563	11,614	26,926
2004년	16,679	6,201	12,123	45,602
2005년	18,004	6,710	12,139	49,573
2006년	18,801	6,732	13,275	52,953
2007년	18,895	7,202	13,641	56,731
2008년	20,655	7,842	15,287	61,632
2009년	22,446	9,155	13,845	38,677
2010년	22,168	11,323	16,388	44,313
2011년	23,848	13,064	15,876	44,948
2012년	24,883	14,891	14,661	34,049
2013년	26,890	17,479	15,840	41,956
2014년	27,578	20,255	17,253	42,576
2015년	28,737	20,588	17,593	41,589
평균	19,414	9,533	12,655	36,558
표준편차	4,562	4,809	3,217	15,355
연평균성장률	3.1	5.5	5.7	7.1

자료 : 해운항만물류정보센터, 해운항만통계 재정리

### 3.2 항만 물동량 데이터 특성

앞서 선박의 대형화 추세를 살펴본 결과, 세계에서는 컨테이너 선박의 대형화 추세가 빠른 것으로 나타났으며 국내에서는 유조선인 것으로 분석되었다. 인과관계 분석을 위해 물동량 데이터 특성을 살펴본 결과는 다음과 같다.

세계 항만 물동량추이를 살펴보면 1997년과 비교하였을 때 컨테이너 물동량이 455백만톤에서 2015년 1,686백만톤으로 3배 가량 증가하였고, 연평균 성장률 또한 7.5%로 가장 많이 증가하여 최근 20년간 여러 품목 중에서도 컨테이너 물량이 가장 많이 증가한 것을 알 수 있다. 다음으로는 가스류, 벌크, 유류 순으로 물동량이 증가하였으며, 컨테이너 선박의 대형화와 물동량의 증가가 함께 이루어진 것을 알 수 있다.



Table 5 세계 항만물동량 추이

단위 : 백만톤, %

구분	컨테이너	벌크	가스류	유류
1997년	455	2,931	125	1,583
1998년	488	2,901	125	1,537
1999년	543	2,918	136	1,590
2000년	609	3,109	149	1,676
2001년	641	3,147	149	1,666
2002년	692	3,285	157	1,633
2003년	802	3,367	172	1,760
2004년	911	3,542	183	1,849
2005년	1,001	3,672	194	1,878
2006년	1,091	3,852	212	1,892
2007년	1,215	4,008	227	1,913
2008년	1,271	4,141	228	1,903
2009년	1,133	4,028	237	1,820
2010년	1,291	4,479	276	1,872
2011년	1,412	4,715	306	1,852
2012년	1,463	5,001	304	1,906
2013년	1,543	5,277	308	1,836
2014년	1,638	5,519	320	1,805
2015년	1,686	5,532	327	1,872
평균	1,047	3,970	218	1,781
표준편차	404	892	71	125
연평균성장률	7.5	3.6	5.5	0.9

자료 : Clarkson Shipping Review Database, Spring 2015

다음으로 국내 전체 항만에 입항하여 처리한 항만물동량 추이는 다음과 같다. 1995년과 비교하였을 때 컨테이너 물동량이 27,823천톤에서 2015년 206,868천톤으로 7배 가량 증가하였고, 연평균 성장률 또한 10.6%로 가장 많이 증가하여 국내 역시 세계 추세와 마찬가지로 최근 20년간 여러 품목 중에서도 컨테이너 물량이 가장 많이 증가한 것을 알 수 있다.

다음으로는 가스류, 벌크, 유류 순으로 물동량이 증가하였으며, 국내에서는 벌크선의 대형화 추세가 가장 빨랐으나 컨테이너의 물동량의 증가가 가장 큰 것으로 분석되었다.

**Table 6** 국내 품목별 항만물동량 추이

단위 : 천톤, %

구분	컨테이너	벌크	가스류	유류
1995년	27,823	300,096	24,196	91,453
1996년	31,624	315,471	29,212	104,726
1997년	35,713	314,680	35,088	129,288
1998년	29,021	270,453	30,987	116,100
1999년	41,968	301,237	37,197	125,900
2000년	52,882	332,729	38,955	126,245
2001년	64,059	345,424	39,642	121,951
2002년	83,763	363,239	41,189	109,286
2003년	89,890	373,074	39,475	112,337
2004년	98,968	354,845	41,202	118,634
2005년	106,013	355,885	43,084	122,952
2006년	122,161	359,188	47,046	131,093
2007년	129,928	382,363	48,004	131,743
2008년	128,557	415,145	52,508	127,611
2009년	118,686	389,256	47,581	124,795
2010년	140,876	439,181	59,410	126,594
2011년	159,587	462,163	63,474	139,574
2012년	169,832	464,333	65,268	139,989
2013년	179,070	471,618	71,801	131,225
2014년	195,790	501,855	66,773	127,838
2015년	206,868	516,461	64,717	134,560
평균	105,385	382,319	46,991	123,519
표준편차	55,732	68,615	13,273	11,378
연평균성장률	10.6	2.8	5.0	1.9

자료 : 해운항만물류정보센터, 해운항만통계 재정리

### 3.3 국내의 대형화 추이 비교 분석 종합

국내외 선박 선복량 추이를 비교분석한 결과, 최근 20년간 세계는 컨테이너선의 대형화 추세가 빠르게 나타났으며, 국내는 유조선의 대형화 추세가 빠른 것으로 분석되었다. 세계적으로는 컨테이너선의 대형화와 동시에 컨테이너 물동량이 가장 많이 증가한 것으로 나타났으며, 국내는 유조선의 대형화가 가장 빠르게 나타났으나 물동량 증가는 컨테이너가 가장 큰 것으로 나타났다.

국내 선종별 평균선형 추이를 나타낸 Fig 2의 경우, 국내 자료는 해당 연도 입항 선박의 총 톤수에 총 척수를 나눈 평균선형 자료를 사용하여 전년도보다 값이 적게 나타나는 경우가 발생하였으며, 유조선을 제외한 나머지 선종은 평균선형의 증가 추세가 안정적인 모습이었다.

그렇다면 이러한 선박의 대형화 추세와 물동량의 증가 추세가 일반적으로 알고 있는 것처럼 물동량이 증가하면서 해당 선종의 대형화가 진행된 것인지 반대로 대형선박의 입항으로 인해 규모의 경제효과가 창출되면서 물동량이 증가한 것인지 알아보기 위해 정량적 분석을 실시하였다. 선박의 대형화 추세와 항만 물동량이 영향을 주고받는 방향을 알아보기 위해 인과관계 분석을 시행하였으며, 분석에는 앞서 살펴본 1997년부터 2015년까지 국외 선종별 선복량 자료와 품목별 항만물동량 자료, 1995년부터 2015년까지 국내 선종별 평균선형 자료와 품목별 항만물동량 자료를 사용하였다.



Fig 2 세계 선종별 선복량 추이

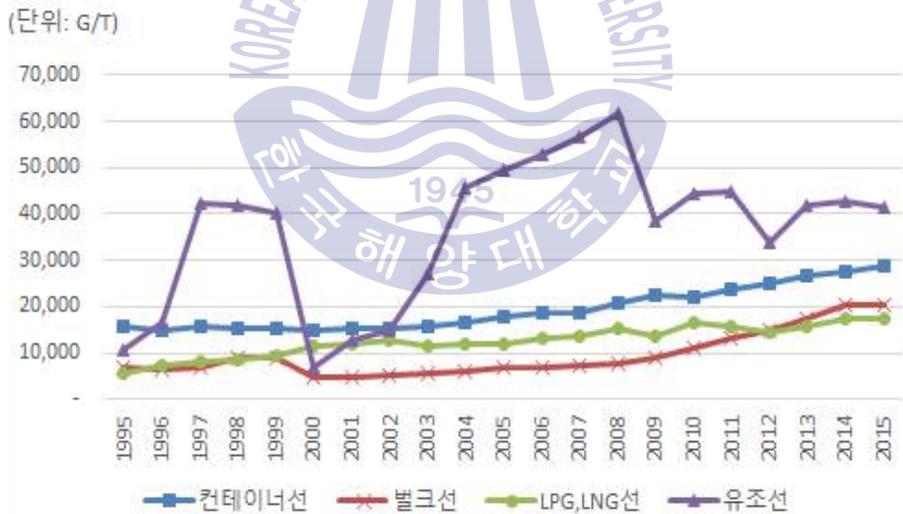


Fig 3 국내 선종별 평균선형 추이

## 제 4 장 실증분석

### 4.1 그랜저 인과관계 분석

#### 4.1.1 그랜저 인과관계 분석 이론

회귀분석에서 어떤 것이 원인변수이고 어떤 것이 결과 변수인가에 대한 문제는 경제이론에서 미리 결정되어진 것으로 가정하고, 그러한 인과관계에 대하여 현실적인 자료를 바탕으로 확인하는 것이 일반적이다. 그러나 원인과 결과가 불투명한 경우 함수 관계에 대해 명확한 결정을 내릴 수 없으며, 이러한 문제에 대하여 시차분포모형을 적용하여 원인과 결과를 알아보는 방법이 Granger에 의해 개발된 그랜저 인과 검정이다<sup>1)</sup>.

확률변수 사이의 인과관계를 검정하는 데 일반적으로 많이 사용되는 Granger 인과관계 검정은 전통적인 F 통계량을 이용한 비교적 단순한 검정방법이다. Granger가 내린 정의에 의하면 Y를 추정할 때, Y의 과거 값과 X의 과거 값을 함께 사용하는 것이 Y의 과거 값만으로 추정하는 것 보다 정확하다면 X에서 Y로 인과방향이 성립한다고 본다. 마찬가지로 X의 추정이 자신의 과거 값에 의존하는 것보다 Y의 과거 값을 함께 사용함으로써 추정 값이 더 좋아진다면 Y에서 X로 인과방향이 존재한다고 본다. 만약 이러한 관계가 두 방향 모두 성립되는 경우, X와 Y는 상호의존적인 관계로 쌍방의 인과방향이 존재하는 것으로 볼 수 있다. 따라서 Granger 인과관계 검정은 한 변수가 다른 변수를 추정하는데 도움이 되지 않는다는 귀무가설에 대해 검정하는 것을 말한다.

Granger 검정법이란 다음과 같이 변수 X, Y 둘 사이에서 어느 변수가 원인이 되었는지를 확인하기 위한 분석모형으로 다음과 같이 두 개의 회귀방정식으로 나타낼 수 있다.

1) 송일호, 정우수, 『계량경제실증분석』, (삼영사, 2002), p.349.

$$Y_t = \sum_{i=1}^p \alpha_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^p \beta_j Y_{t-j} + \varepsilon_{1t}$$

$$X_t = \sum_{i=1}^n \gamma_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^n \delta_j Y_{t-j} + \varepsilon_{2t}$$

다음으로 앞선 두 식에 대한 현실성 여부를 검정하기 위해 F 검정을 실시한다. 벡터자기회귀(VAR)모형을 이용하여 적절한 시차를 두고 추정하되 두 식을 각각 한번은 그대로 추정하고, 한 번은  $\alpha_i = 0$  for  $\forall_i$ ,  $\delta_j = 0$  for  $\forall_j$  라는 조건하에 추정한 다음 조건의 현실성 여부를 검정한다. 이 때,  $\varepsilon_t$ 는 오차항으로 상호 독립적이고 등분산이다. X의 과거치가 첫 번째 회귀식의 설명력을 유의하게 증가시키는가에 대해 결정짓기 위해 F검정이 이용된다.

$$F = \frac{(SSE_R - SSE_{UR})/q}{(SSE_R)/(n-k)}$$

단,  $n$  : 총 관측치 수

$k$  : 제약조건이 부과되지 않은 회귀계수의 수

$q$  : 제약조건이 부과된 회귀계수의 수

위 식에서  $SSE_R$ 와  $SSE_{UR}$ 은  $\alpha_i = 0$  또는  $\delta_j = 0$  라는 조건을 부여했을 때와 부여하지 않고 추정했을 때 각각의 SSE 값을 나타낸다. 이 검정통계량의 값이 임계치 보다 크면 부여된 조건의 영향이 큰 것으로 보고, 귀무가설  $H_0: \alpha_i = 0$  또는  $H_0: \gamma_j = 0$ 을 기각하게 된다.

즉, 이러한 검정을 통해 발생하는 경우의 수는 다음의 네 가지로 나타날 수 있으며, 결과에 대해 요약한 것은 다음과 같다.

**Table 7** 그랜저 인과 검정 결과 해석

$H_0 : \alpha_i = 0$	$H_0 : \gamma_j = 0$	인과관계의 방향
기각	채택	인과관계는 X에서 Y로의 방향
채택	기각	인과관계는 Y에서 X로의 방향
기각	기각	인과관계는 양방향
채택	채택	인과관계는 없으며 상호 독립적



#### 4.1.2 단위근 검정

계량분석을 실시할 때, 일반적으로 시계열 자료가 안정적이라는 전제를 바탕으로 분석하지만, 실제로 불안정적인 시계열 자료가 존재한다. 이 때 불안정적인 시계열 자료란, 시간의 흐름에 따라 평균 또는 분산의 변화가 존재하는 것을 말하며 이 때, 단위근이 존재한다고 말한다. 단위근이 존재하는 불안정한 시계열을 그대로 사용할 경우 변수 사이에 어떠한 상관관계가 나타나지 않음에도 불구하고 유의성이 높은 회귀식이 추정되며, 이를 허구적 회귀 현상이라 말한다(허윤경 외 3인). 따라서 시계열 분석에는 안정적인 시계열 자료를 사용해야 하므로 계량분석 이전에 시계열 자료의 안정성 여부에 대한 검정이 먼저 이루어져야 한다. 시계열 자료가 불안정한 경우, 차분이나 로그변환 등을 통해 자료를 변환하여 분석에 사용해야 한다.

단위근 검정(Unit root test)이란, 시계열 자료의 안정성에 관한 검정방법으로 장기적으로 불안정한 시계열 간 균형에 대해 검정하는 공적분 검정에 앞서 선행하는 검정을 말한다. 시계열 자료의 대부분은 단위근을 갖는 가운데 시계열 자료가 안정적이기 위해서는 몇 단계의 차분이 이루어져야 하는지, 1차 차분으로 안정성을 가질 수 있는 지에 대한 검정이 이루어져야 한다.

단위근 검정에는 DF검정, ADF검정, PP검정의 세 가지 방법이 있다. 단위근 검정의 단순 DF검정법은 오차 항이 백색잡음인 경우에 한해 유효하기 때문에 계열 상관뿐만 아니라 이분산 조정을 위해 DF검정법의 t통계량을 조정한 PP(Pillips-Perron) 검정법을 이용할 수도 있다. 그러나 Schwert(1987)는 Monte Carlo연구에 근거하여 PP검정법은 불안정하다는 귀무가설을 기각하는 경향을 갖고 있기 때문에, 교차 점검을 위해 ADF(Augmented Dickey-Fuller) 검정법을 이용할 것을 권유하고 있다. 따라서 본 연구에서는 세 가지 방법 중에서도 일반적으로 가장 많이 사용되고 있는 ADF 검정법으로 단위근 검정을 실시하였으며, 단위근 검정 결과는 다음과 같다.

국의 단위근 검정 결과, 수준 변수 모두 1% 유의수준에서 단위근이 존재한다는 귀무가설을 기각하지 못하므로 불안정적인 시계열인 것으로 분석되었다. 차분 변수의 단위근 검정 결과 bulk\_volume, oil\_volume은 1차 차분 후에 단위근이 존재하지 않는 것으로 분석되었으며, 그 외 나머지는 2차 차분 후 단위근이 존재하지 않는 것으로 나타났다.

Table 8 단위근 검정결과(국외)

구분	수준 변수		차분 변수		
	시차	t통계량	차분수	시차	t통계량
con_volume	0	-1.739	2	1	-5.492*
bulk_volume	0	0.631	1	0	-4.945*
lng_volume	3	-1.156	2	1	-8.088*
oil_volume	0	-1.555	1	0	-4.078*
con_size	1	-0.781	2	0	-4.463*
bulk_size	2	0.938	2	1	-3.192
lng_size	1	-0.298	2	0	-3.886*
oil_size	1	-0.720	2	0	-5.119*

\* 1% 유의수준에서 귀무가설 기각

국내 단위근 검정 결과, 유류 물동량인 oil\_volume을 제외한 나머지 수준변수가 1% 유의수준에서 단위근이 존재한다는 귀무가설을 기각하지 못하므로 불안정적인 시계열 자료인 것으로 분석되었다. 차분 변수의 단위근 검정 결과 con\_volume, bulk\_size, oil\_size는 2차 차분한 후 단위근이 존재하지 않는 것으로 나타났으며, 그 외 나머지는 1차 차분 후에 단위근이 존재하지 않는 것으로 분석되었다. 따라서 차분된 변수를 분석에 사용하는 것이 일반적이나 변수 사이에 공적분 관계가 존재한다면 단위근이 존재하는 수준 변수라도 변수간 가성적 관계가 없으므로 수준 변수를 사용할 수 있다. 따라서 공적분 관계 검정 결과를 통해 분석에 사용할 변수를 파악하고자 한다.

Table 9 단위근 검정결과(국내)

구분	수준 변수		차분 변수		
	시차	t통계량	차분수	시차	t통계량
con_volume	0	-1.427	2	0	-6.853*
bulk_volume	0	-2.969	1	0	-4.832*
lng_volume	0	-4.116	1	0	-6.068*
oil_volume	1	-4.484*	-	-	-
con_size	0	-2.379	1	0	-4.971*
bulk_size	0	-1.408	2	0	-4.920*
lng_size	0	-3.681	1	0	-5.645*
oil_size	0	-2.617	2	0	-7.510*

\* 1% 유의수준에서 귀무가설 기각



### 4.1.3 공적분 검정

단위근 검정결과 시계열 자료에 단위근이 존재하는 것으로 판명되면, 즉 불안정한 시계열을 이용하여 회귀분석을 실시한 경우에는 전통적인 계량통계분석 방법을 적용할 수 없다. 단위근이 있는 경우, 차분을 통하여 안정적인 자료를 얻을 수 있으나 장기적인 관계가 모두 손실된다는 단점이 있다.

단위근이 존재하는 경우 단위근 시계열들로 이루어진 선형결합의 대부분이 단위근 시계열이 되어 전통적인 회귀분석에 사용할 수 없다. 그러나 특정한 선형결합이 정상 시계열이 된다면 그 잔차가 평균 회귀 성향을 가지는 정상 시계열이 되기 때문에 장기적인 관계를 유지하려는 경향을 나타내게 된다. 이러한 선형관계가 존재하는 경우 공적분 관계가 존재한다고 말한다<sup>2)</sup>. Granger(1988)는 시계열 자료에 단위근이 존재하고 공적분 관계가 있는 것을 확인했다면 차분 변수를 통한 인과관계 분석은 장기적인 효과를 잃어버리기 때문에 수준변수를 통한 인과관계 분석이 필요하다고 언급하였다.

따라서 단위근 검정 이후에는 변수들 간의 장기적 관계의 존재 여부를 파악하기 위하여 공적분 검정을 실시해야 하며, 검정 결과를 통해 인과관계 분석 시 수준변수를 사용하여 분석할 것인지 차분변수를 사용하여 분석할 것인지 파악할 수 있다. 본 연구에서는 일반적으로 많이 사용하는 Johansen(1988) 공적분 검정방법을 적용하여 분석하였으며 분석 결과는 다음과 같이 정리할 수 있다.

추정결과에서 나타난 바와 같이 공적분 검정결과, 국외 전체 선박 크기와 물동량의 경우 컨테이너에서만 공적분 관계가 존재하는 것으로 나타났다. 공적분 관계가 존재하는 것으로 분석된 컨테이너 물동량과 컨테이너 선박 사이즈는 장기적인 균형관계가 존재함을 의미한다. 따라서 공적분관계가 존재하는 항만의 경우 수준변수를 통한 인과관계 추정은 허구적 회귀가 아님을 알 수 있다. 공적분 관계가 존재하지 않는 것으로 분석된 벌크, LNG, 유류의 경우는 단위근 검정결과에 나타난 차분 변수를 사용하여 인과관계를 분석해야 한다.

2) 정술, 「지가와 토지 생산성간의 그랜저 인과관계 분석 : 서울시를 사례로」, (서울시립대 석사학위논문, 2010), p.88.

**Table 10** Johansen 공적분 검정결과(국외)

변수	귀무가설	Eigenvalue	Trace Statistic	p값
con_volume/ con_size	$r = 0$	0.449	13.979	0.083
	$r \leq 1$	0.202	3.837	0.050*
bulk_volume/ bulk_size	$r = 0$	0.270	5.517	0.751
	$r \leq 1$	0.009	0.167	0.682
lng_volume/ lng_size	$r = 0$	0.447	12.124	15.494
	$r \leq 1$	0.113	2.041	3.841
oil_volume/ oil_size	$r = 0$	0.456	10.736	0.228
	$r \leq 1$	0.022	0.385	0.534

\* 5% 유의수준에서 귀무가설 기각

국내 전체 선박 크기와 물동량의 경우 LNG를 제외한 나머지 모두 공적분 관계가 존재하는 것으로 나타났다. 공적분 관계가 존재하는 것으로 분석된 품목의 물동량과 선박 사이즈는 장기적인 균형관계가 존재하기에 수준변수를 통한 인과관계 추정이 가능하다. 공적분 관계가 존재하지 않는 것으로 나타난 LNG 품목과 선박 크기의 경우는 단위근 검정결과에 나타난 차분 변수를 사용하여 인과 관계를 분석해야 한다.

**Table 11** Johansen 공적분 검정결과(국내)

변수	귀무가설	Eigenvalue	Trace Statistic	p값
con_volume/ con_size	$r = 0$	0.556	15.593	0.048*
	$r \leq 1$	0.006	0.130	0.717
bulk_volume/ bulk_size	$r = 0$	0.560	16.628	0.033*
	$r \leq 1$	0.051	0.997	0.318
lng_volume/ lng_size	$r = 0$	0.338	9.513	0.320
	$r \leq 1$	0.083	1.659	0.197
oil_volume/ oil_size	$r = 0$	0.648	26.510	0.000*
	$r \leq 1$	0.295	6.654	0.009*

\* 5% 유의수준에서 귀무가설 기각

#### 4.1.4 그랜저 인과관계 분석

공적분 검정결과를 통해 공적분 관계가 존재하는 항만의 선박 사이즈와 국내 물동량의 경우 수준변수를 활용하여 그랜저 인과관계를 검정하고, 공적분 관계가 존재하지 않는 경우에는 차분된 변수를 활용하여 그랜저 인과관계를 검정하였다. 시차는 VAR 모형의 2-5차 중 Schwarz Criterion이 최소인 차수를 선택하였다.

국의 컨테이너, 벌크, LNG/LPG, 유류 물동량과 해당 선종 사이의 인과관계 분석 결과, 컨테이너와 벌크 물동량이 컨테이너선, 벌크선의 크기에 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 반대로 유조선, LNG선은 선박의 크기가 유류, 가스류 물동량에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

**Table 12** 그랜저 인과관계 분석 결과(국외)

구분	시차	선박 크기 → 물동량		물동량 → 선박 크기	
		F통계량	유의 수준	F통계량	유의 수준
컨테이너	2	0.182	0.835	7.920	0.006*
벌크	2	0.163	0.851	4.356	0.043**
LNG, LPG	2	4.493	0.040**	0.062	0.939
유류	2	4.606	0.038**	0.105	0.900

\*, \*\*, \*\*\* : 각각 1%, 5%, 10% 유의수준에서 귀무가설 기각

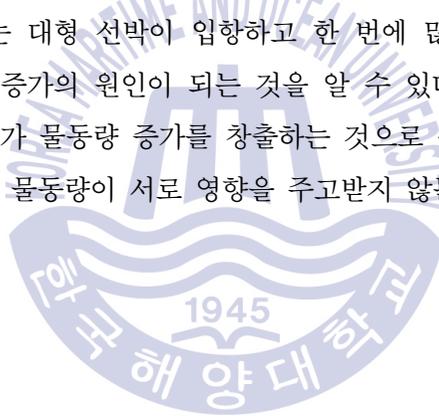
국내 컨테이너, 벌크, LNG/LPG, 유류 물동량과 해당 선종 사이의 인과관계 분석 결과, 컨테이너와 벌크 물동량이 컨테이너선, 벌크선의 크기에 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 유류 물동량의 경우 유조선의 크기가 유류 물동량에 영향을 미치는 것으로 나타났다. LNG, LPG의 경우는 선박 크기와 물동량이 서로 영향을 주지 않는 것으로 분석되었다.

**Table 13** 그랜저 인과관계 분석 결과(국내)

구분	시차	선박 크기 → 물동량		물동량 → 선박 크기	
		F통계량	유의 수준	F통계량	유의 수준
컨테이너	2	0.708	0.509	6.596	0.009*
벌크	2	0.561	0.582	8.471	0.003*
LNG, LPG	2	0.631	0.547	0.879	0.438
유류	3	4.573	0.025**	0.618	0.617

\*, \*\*, \*\*\* : 각각 1%, 5%, 10% 유의수준에서 귀무가설 기각

국내와 국외 분석결과를 종합해보면 LNG, LPG선의 가스 물동량을 제외하고 유사한 결과를 나타내는 것을 알 수 있었다. 국내의 컨테이너와 벌크는 물동량이 증가하면서 늘어나는 물동량을 효율적으로 처리하기 위해 선박이 대형화 되는 것을 알 수 있었으며, 반대로 유류의 경우는 대형 선박이 입항하고 한 번에 많은 물량을 내리게 되면서 선박의 대형화가 물동량 증가의 원인이 되는 것을 알 수 있다. 국외 가스류 물동량 역시 LNG, LPG선의 대형화가 물동량 증가를 창출하는 것으로 분석되었으며, 국내의 경우는 LNG, LPG선의 크기와 물동량이 서로 영향을 주고받지 않는 것으로 분석되었다.



## 4.2 항만별 특성 분석

앞서 20년 간 평균 선형 추세를 바탕으로 국내외 선박의 대형화 추세를 살펴보았다. 이후 이러한 선박의 대형화와 항만 물동량 사이에는 일반적으로 알고 있는 것처럼 물동량의 증가가 선박의 대형화를 유인하는 것인지, 둘 사이에는 어떠한 인과관계가 존재하는지 분석하였다. 분석결과 국내 컨테이너와 벌크의 경우 물동량의 증가가 선박 대형화를 유인하였으며, 반대로 유류의 경우는 선박의 대형화를 통해 물동량의 증가를 유인한 것을 알 수 있었다.

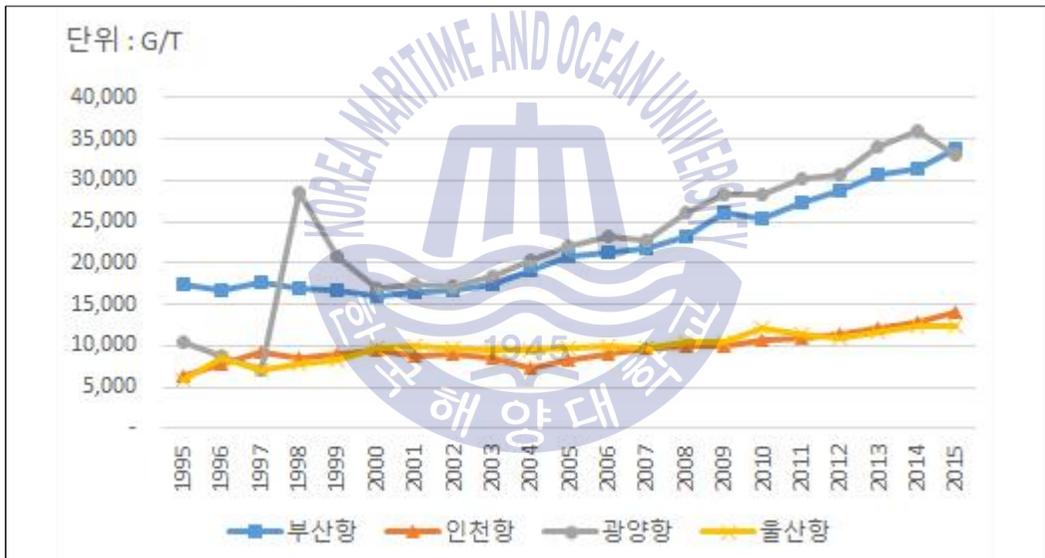
그렇다면 분석 결과를 국내 항만에 적용하였을 때 앞선 분석 결과와 유사한 패턴이 항만별로 나타나는지, 항만별 특성에 따라 어떠한 차이가 있는지 분석하고자 한다. 분석을 위해 인과관계 분석에 사용하였던 최근 20년 간 국내 주요항만에 입항한 선박의 연도별 평균 선형과 물동량 자료를 사용하였으며, 기초 통계량 분석을 통해 분석 결과를 도출하고자 한다.

1995년부터 2015년까지 국내 주요 항만에 입항한 컨테이너선의 평균선형 추이를 살펴보면 광양항(22,456G/T)과 부산항(21,980G/T)에 입항한 선박의 평균선형이 가장 큰 것으로 나타났다. 주요 항만에서 처리한 컨테이너 물동량 추이를 살펴보면, 부산항에서 처리한 컨테이너가 평균 82,865천 톤으로 다른 주요항만과 비교하여 가장 큰 것을 알 수 있다. 이러한 결과를 통해 부산항은 컨테이너 처리 물동량이 가장 많고 대형 컨테이너선이 가장 많이 입항하는 항만임을 알 수 있으며, 앞서 인과관계 분석 결과를 통해 부산항은 처리하는 컨테이너 물동량이 증가하면서 늘어나는 물동량을 보다 더 효율적으로 처리하기 위해 대형 컨테이너선이 투입된 것을 알 수 있다.

**Table 14** 주요 항만 입항 컨테이너선의 평균선형 추이

단위 : G/T, %

구분	부산항	인천항	광양항	울산항
1995년	17,373	6,288	10,387	5,889
2000년	16,000	9,400	17,020	9,821
2005년	20,704	8,180	22,038	9,730
2010년	25,429	10,638	28,261	12,188
2015년	33,757	14,117	33,022	12,424
평균	21,980	9,672	22,456	9,905
표준편차	5,579	1,822	8,898	1,669

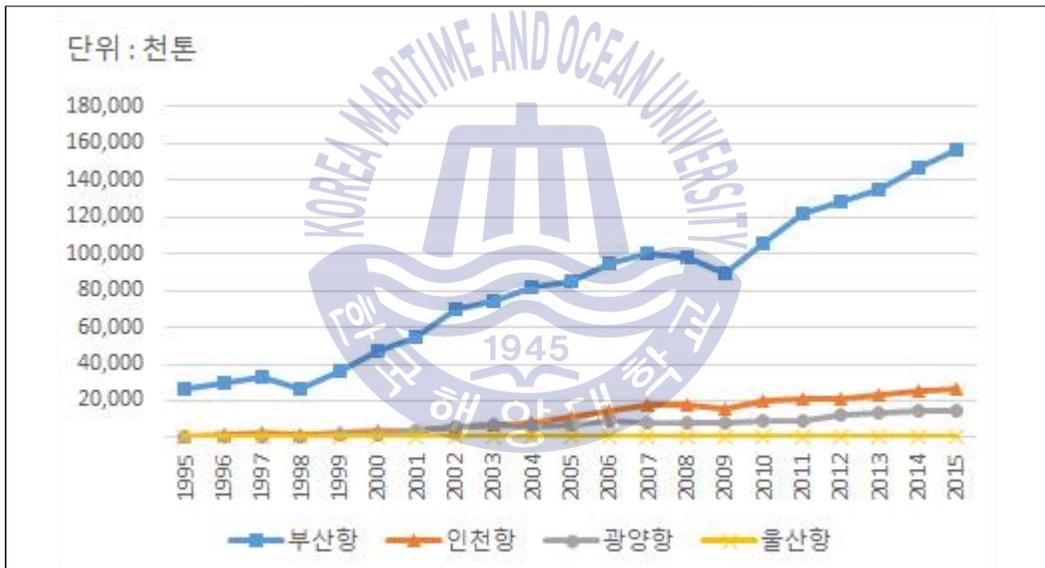


자료 : 해운항만물류정보센터, 해운항만통계 재정리

**Table 15** 주요 항만 컨테이너 물동량 추이

단위 : 천톤, %

구분	부산항	인천항	광양항	울산항
1995년	26,756	743	-	279
2000년	46,608	3,461	2,027	557
2005년	85,231	10,939	6,403	687
2010년	105,920	19,886	8,798	326
2015년	156,609	26,549	14,512	695
평균	82,865	11,997	6,652	538
표준편차	39,756	8,651	4,688	161



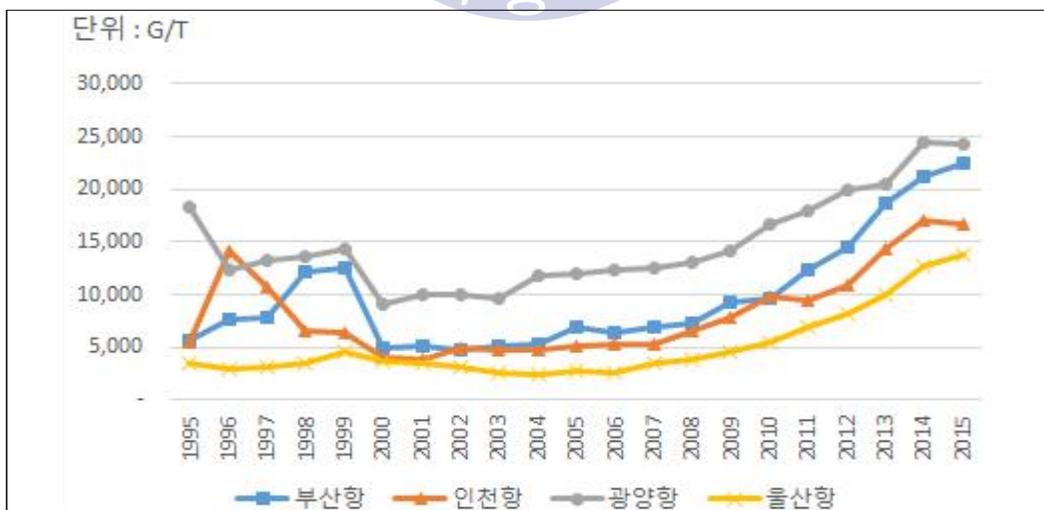
자료 : 해운항만물류정보센터, 해운항만통계 재정리

1995년부터 2015년까지 국내 주요 항만에 입항한 벌크선의 평균선형 추이를 살펴보면 광양항에 입항한 선박의 평균선형이 14,791G/T로 가장 큰 것으로 나타났다. 주요 항만에서 처리한 컨테이너 물동량 추이를 살펴보면, 광양항에서 처리한 벌크 물동량이 평균 76,170천 톤으로 다른 주요항만과 비교하여 가장 큰 것을 알 수 있다. 이러한 결과를 통해 광양항은 벌크 처리 물동량이 가장 많고 대형 벌크선이 가장 많이 입항하는 항만임을 알 수 있으며, 앞서 인과관계 분석 결과를 통해 광양항은 처리하는 벌크 물동량이 증가하면서 늘어나는 물동량을 보다 더 효율적으로 처리하기 위해 대형 벌크선이 투입된 것을 알 수 있다.

**Table 16** 주요 항만 입항 벌크선의 평균선형 추이

단위 : G/T, %

구분	부산항	인천항	광양항	울산항
1995년	5,728	5,569	18,402	3,533
2000년	4,924	4,133	9,071	3,629
2005년	6,884	5,114	12,066	2,787
2010년	9,617	9,836	16,769	5,570
2015년	22,519	16,665	24,280	13,794
평균	9,845	8,303	14,791	5,120
표준편차	5,270	4,098	4,450	3,259

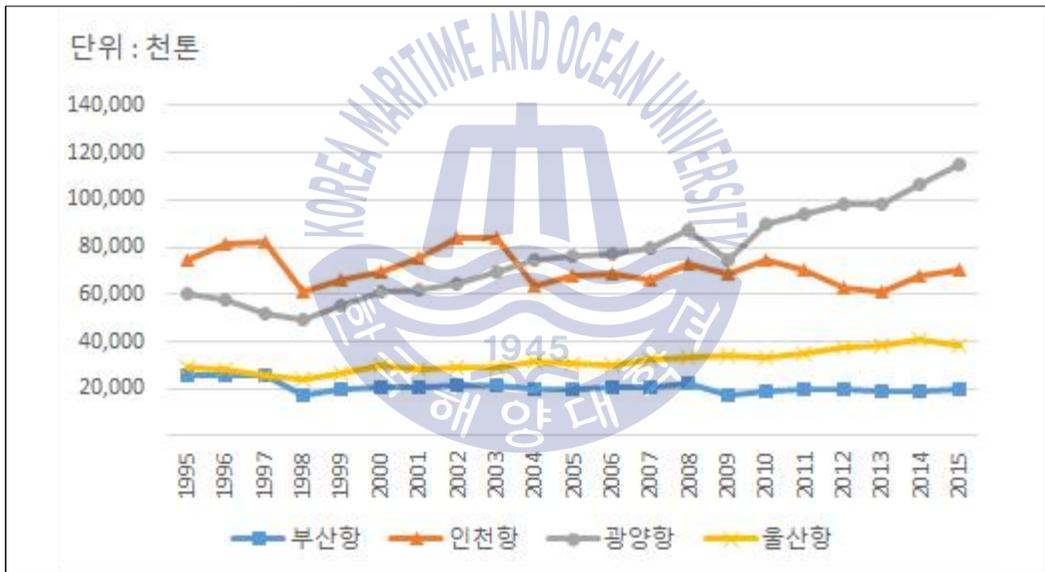


자료 : 해운항만물류정보센터, 해운항만통계 재정리

Table 17 주요 항만 벌크 물동량 추이

단위 : 천톤, %

구분	부산항	인천항	광양항	울산항
1995년	25,632	74,928	60,107	28,593
2000년	20,781	69,076	60,703	29,614
2005년	19,846	67,602	75,986	30,589
2010년	18,793	74,509	89,919	33,342
2015년	20,084	70,569	115,326	37,970
평균	20,693	71,027	76,170	31,516
표준편차	2,320	6,950	18,270	4,416



자료 : 해운항만물류정보센터, 해운항만통계 재정리

1995년부터 2015년까지 국내 주요 항만에 입항한 LNG,LPG선의 평균선형 추이를 살펴보면 인천항에 입항한 선박의 평균선형이 27,102G/T로 가장 큰 것으로 나타났다. 주요 항만에서 처리한 가스 물동량 추이를 살펴보면, 인천항에서 처리한 가스 물동량이 평균 19,644천 톤으로 다른 주요항만과 비교하여 가장 큰 것을 알 수 있다. 이러한 결과를 통해 인천항은 가스류 처리 물동량이 가장 많고 대형 LNG,LPG선이 가장 많이 입항하는 항만임을 알 수 있다. 그러나 앞서 인과관계 분석 결과, 국내 LNG, LPG선과 가스류 물동량은 서로 인과관계를 갖지 않는 것으로 분석되었으며, 일반적인 사실에 비추어 물동량이 증가하여 대형 LNG,LPG선이 투입된 것을 유추할 수 있다.

**Table 18** 주요 항만 입항 LNG, LPG 운반선의 평균선형 추이

단위 : G/T, %

구분	부산항	인천항	광양항	울산항
1995년	906	3,385	4,668	5,935
2000년	2,685	17,186	5,289	5,632
2005년	1,960	25,239	4,446	4,288
2010년	1,373	51,991	7,179	5,742
2015년	1,061	38,721	12,653	5,660
평균	4,040	27,102	6,268	5,183
표준편차	3,906	13,501	2,208	603

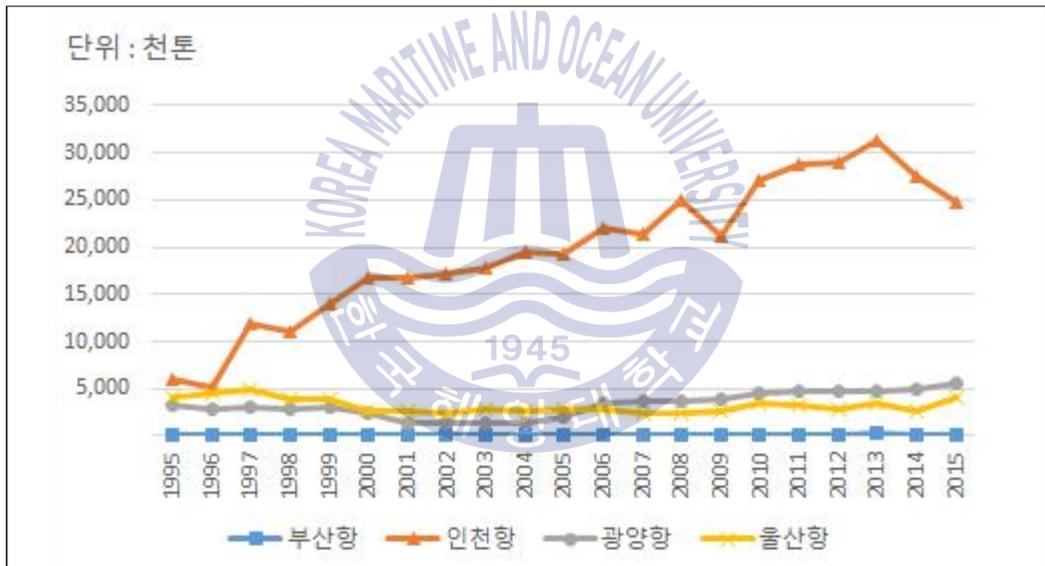


자료 : 해운항만물류정보센터, 해운항만통계 재정리

**Table 19** 주요 항만 가스 물동량 추이

단위 : 천톤, %

구분	부산항	인천항	광양항	울산항
1995년	61	5,947	3,159	4,076
2000년	12	16,677	2,480	2,532
2005년	26	19,339	1,908	2,881
2010년	73	27,085	4,560	3,371
2015년	67	24,666	5,570	4,059
평균	59	19,644	3,275	3,178
표준편차	73	7,129	1,270	741



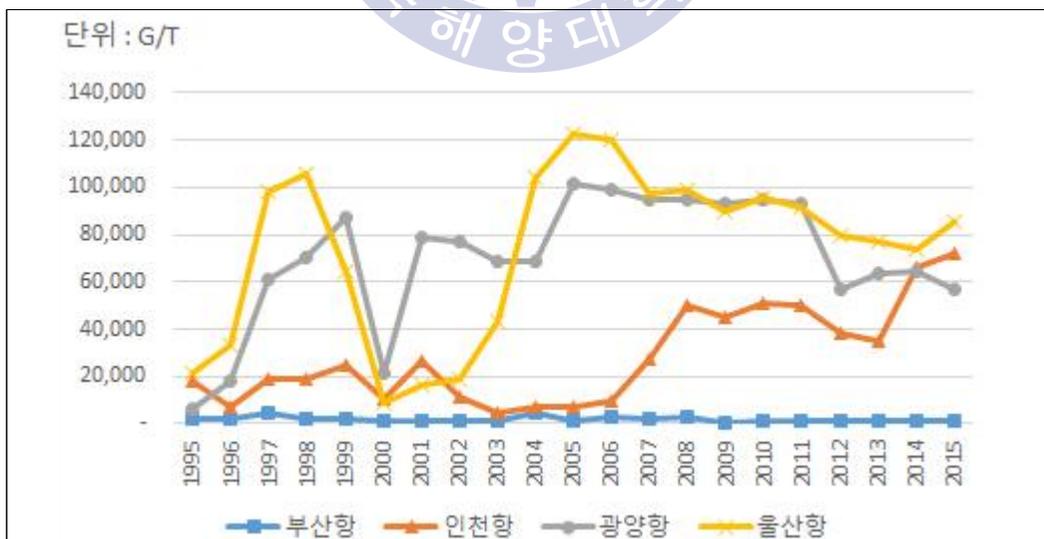
자료 : 해운항만물류정보센터, 해운항만통계 재정리

1995년부터 2015년까지 국내 주요 항만에 입항한 유조선의 평균선형 추이를 살펴보면 울산항에 입항한 선박의 평균선형이 73,610G/T로 가장 큰 것으로 나타났다. 주요 항만에서 처리한 유류 물동량 추이를 살펴보면, 울산항에서 처리한 유류 물동량이 평균 63,303천 톤으로 다른 주요항만과 비교하여 가장 큰 것을 알 수 있다. 이러한 결과를 통해 인천항은 유류 처리 물동량이 가장 많고 대형 유조선이 가장 많이 입항하는 항만을 알 수 있으며, 앞서 인과관계 분석 결과를 통해 인천항은 대형 유조선의 투입으로 규모의 경제 효과가 나타나면서 유류 물동량이 증가한 것을 알 수 있다.

**Table 20** 주요 항만 입항 유조선의 평균선형 추이

단위 : G/T, %

구분	부산항	인천항	광양항	울산항
1995년	2,059	17,808	6,292	21,171
2000년	935	10,242	21,260	8,870
2005년	1,083	7,471	101,219	122,571
2010년	1,373	50,703	95,069	95,625
2015년	1,061	71,988	57,224	85,410
평균	1,791	28,554	70,040	73,610
표준편차	1,103	20,006	26,597	34,847

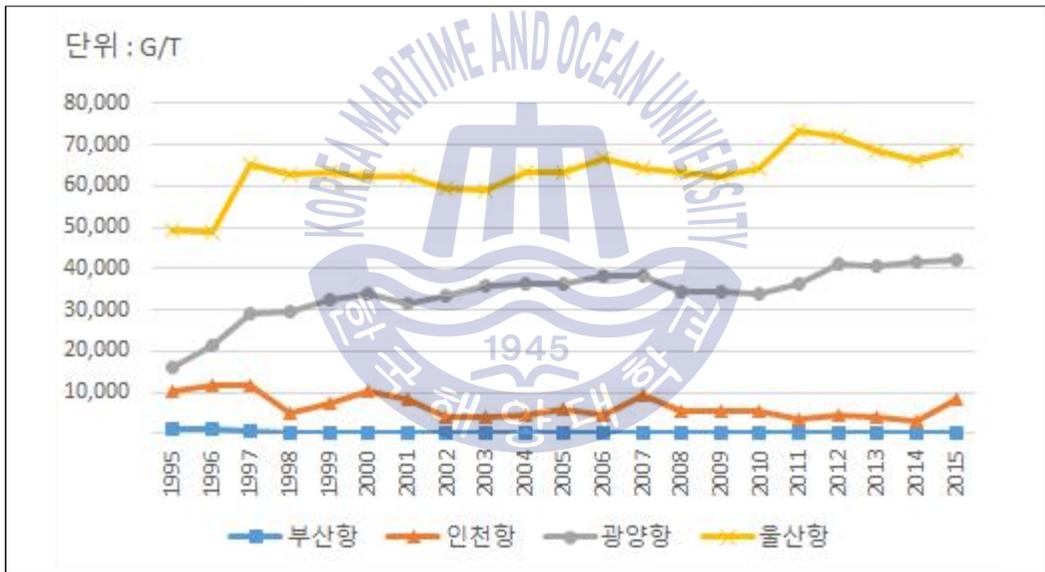


자료 : 전계서

Table 21 주요 항만 유류 물동량 추이

단위 : 천톤, %

구분	부산항	인천항	광양항	울산항
1995년	1,207	10,501	15,929	49,313
2000년	11	10,383	33,721	62,296
2005년	11	6,206	36,260	63,512
2010년	20	5,297	34,131	64,157
2015년	38	8,299	41,926	68,486
평균	178	6,546	34,125	63,303
표준편차	372	2,735	6,230	5,771



자료 : 전계서

## 제 5 장 결론

### 5.1 연구결과의 요약

증가하는 수출입 물동량을 효율적으로 처리하기 위해 선박 대형화가 추진되고 있으며, 보다 효율적으로 비용을 절감하면서 물량을 싣기 위해 선박이 대형화 된다는 것은 이미 많은 선행연구를 통해 밝혀진 사실이다. 이에 대해 선박의 대형화와 물동량은 서로 어떠한 영향을 주고받는지 분석하고 이러한 결과를 국내 주요 항만에 적용하여 항만별 특성에 따라 서로 다른 특징이 나타나는지 분석하는 것이 본 연구의 목적이었다. 본 연구의 분석 결과를 정리하면 다음과 같다.

먼저 세계 선종별 선박의 대형화 추세와 국내 선종별 선박의 대형화 추세를 비교 분석한 결과, 세계 선박의 대형화를 이끌어 가는 것은 컨테이너선이었으며 국내는 유조선인 것으로 나타났다.

다음으로 국내 주요 품목별 물동량과 해당 선종의 대형화 사이의 인과관계를 분석한 결과, 컨테이너, 벌크, 유류는 물동량과 선박의 크기가 인과관계를 갖는 것으로 나타난 반면, LNG, LPG선박은 물동량과 인과관계가 없는 것으로 나타났다. 컨테이너와 벌크의 경우 물동량의 증가가 선박의 대형화를 유인하는 것으로 분석되었으며, 유류의 경우는 선박의 대형화로 인해 물동량의 증가를 창출하는 것으로 나타났다.

앞서 인과관계 분석을 통해 국내 컨테이너, 벌크 물량의 증가가 선박의 대형화를 유인하는 것을 알 수 있었고, 유조선의 대형화가 유류 물동량의 증가를 창출하는 것을 알 수 있었다. 그렇다면 분석 결과를 국내 항만에 적용하였을 때 앞선 분석 결과와 유사한 패턴이 항만별로 나타나는지, 항만별 특성에 따라 어떠한 차이가 있는지 분석하여 결론을 도출하였다.

## 5.2 연구의 시사점 및 한계점

분석결과 나타나는 시사점은 다음과 같이 정리할 수 있다. 분석결과 부산항에서 처리하는 컨테이너 물동량이 가장 많았으며 입항하는 컨테이너선의 크기도 부산항이 가장 큰 것으로 나타났다. 인과관계 분석 결과를 통해 부산항은 컨테이너 물동량의 증가로 인해 대형 컨테이너선이 투입된 것을 알 수 있다. 광양항에서는 처리하는 벌크 물동량이 가장 많았으며 입항하는 벌크선의 크기도 광양항이 가장 큰 것으로 나타났으며, 인과관계 분석 결과를 통해 광양항 또한 벌크 물동량의 증가로 인해 대형 벌크선이 투입된 것을 알 수 있다. 이러한 결과를 바탕으로 부산항과 광양항은 컨테이너와 벌크 물동량 증가에 맞추어 해당 품목에 해당하는 하역장비의 보강, 운영시스템의 효율성, 연계수송시설 확충 등의 입항시설을 갖춘다면 더 효율적으로 물동량을 창출할 수 있을 것으로 생각된다.

또한 울산항에서 처리하는 유류 물동량이 가장 많았으며 입항하는 유조선의 크기도 울산항이 가장 큰 것으로 나타났다. 앞선 인과관계 분석 결과를 통해 울산항은 대형 유조선이 입항하면서 규모의 경제 효과가 창출되어 유류 물동량이 크게 증가했음을 알 수 있다. 이러한 결과를 바탕으로 울산항에서는 시황이 불황이다 하더라도 무조건적인 긴축정책 보다는 대형선을 통한 규모의 경제 효과를 도모하는 등의 노력을 통해 더 많은 물동량을 창출할 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구에서는 선박의 대형화 추세를 분석하고자 하였고, 대형화 요인으로 물동량 자료를 사용하여 인과관계 분석하였다. 그러나 선박의 대형화 요인에는 다양한 외부변수들이 존재하며 본 연구에서는 다양한 외부변수들을 고려하지 못했다는 것이 한계점이 될 수 있겠다. 향후 분석에서는 다양한 외부변수를 포함시켜 선종별 선박의 대형화와 품목별 물동량 간의 인과관계 분석을 진행할 수 있도록 해야 할 것이다.

## 참고문헌

- 고용기, 김승철, 2001. 컨테이너 선박 대형화가 선사·항만에 미치는 영향에 관한 연구. *한국국제상학회*, 16(2), pp.165-187.
- 김광석, 2010. *컨테이너선 대형화가 자동화 컨테이너 터미널에 미치는 영향*. 석사학위논문. 부산:동아대학교.
- 김범중, 1999. 컨테이너 선박 대형화 현황과 항만의 대응추이. *계간 해양수산*, 182, pp.16-30.
- 김우선, 2013. 3만 TEU급 초대형 컨테이너선박 제원 분석 연구. *계간 해양수산*, 3(2), pp.16-36.
- 김정은, 2004. 선박대형화에 따른 컨테이너 터미널 장치장 규모 산정에 관한 연구. 석사학위논문. 부산:한국해양대학교.
- 김창곤, 2000. 컨테이너선의 대형화 추세에 대한 제언. *계간 해양수산*, 191, pp.29-37.
- 김창곤, 2002. 해운 물류비 절감을 위한 컨테이너선 대형화의 전망 및 한계. *해운물류·이론과 실천*, 3, pp.83-107.
- 김태일, 김명석, 이나영, 박용안, 2015. 선박대형화에 따른 도선사 수요 예측과 공급 정책 개선 방안에 관한 소고. *해운물류연구*, 31(2), pp.427-448.
- 모수원, 이광배, 2013. 항만물동량과 산업생산의 인과성 검증. *해운물류연구*, 29(2), pp.221-235.
- 박진순, 2007. *컨테이너선의 대형화에 따른 우리나라 선사의 대응전략 연구*. 석사학위논문. 서울:중앙대학교.
- 박태원, 정봉민, 2002. 컨테이너선 대형화의 경제적 효과 분석, *한국해양수산개발원 연구보고서*, 2002(11), pp.1-139.
- 송일호, 정우수, 2002. *계량경제실증분석*. 삼영사.
- 원승환, 조성우, 이주호, 2015. 컨테이너선 대형화에 따른 부산항의 대응 방안. *해운물류연구*, 86, pp.249-274.
- 전기정, 양창호, 2016. 그랜저 인과관계를 활용한 세계 주요 선사의 선박발주량과 해운운임과의

- 상관관계에 관한 연구. *해운물류연구*, 89, pp.5-27.
- 정봉민, 2003. 컨테이너선의 대형화와 해운시황. *해운물류연구*, 37, pp.19-30.
- 정솔, 2010. *지가와 토지 생산성간의 그랜저 인과관계 분석:서울시를 사례로*. 석사학위논문. 서울:서울시립대학교.
- 조민영, 2007. *컨테이너선의 대형화의 영향과 해운기업의 대응방안에 관한 연구*. 석사학위논문. 서울:중앙대학교.
- 조성우, 원승환, 이주호, 2015. 선박 대형화에 따른 선박 제원 예측에 관한 연구. *해운물류연구*, 87, pp.507-528.
- 최봉호, 2007. 국내 주요항만별 항만물동량과 산업성장의 인과관계. *한국항만경제학회지*, 23(4), pp.159-175.
- 허윤경, 장경석, 김성진, 김형민, 2008. 주택 거래량과 가격 간의 그랜저 인과관계 분석:서울 아파트 시장을 중심으로. *한국주택학회*, 16(4), pp.49-70.
- Granger, C.W., 1988. Some Recent Development in a Concept of Causality. *Journal of Econometrics*, Vol.39, pp.199-211.

