제주발전연구 제20호
2016. 12. pp. 147~167.

제주도 항만 물동량 예측 : 주요 품목을 대상으로

(Forecast of Seaport throughput in jeju : Major Items)

오 진 호*

< 목 차 >

Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 제주도 산업구조 분석
Ⅲ. 제주도 물동량 분석에 관한 선행연구
Ⅳ. 제주도 항만 물동량 분석
Ⅴ. 결 론
〈참고문헌〉

< 국문 초록 >

제주도의 무역항인 제주항과 서귀포항의 미래 물동량을 2005년에서 2015년의 물동량 데이터를 활용하여 예측하였다. 우선 비중 분석을 통하여 항만에서 주로 처리하는 품목을 살펴보았다. 제주항에서는 모래 및 유류를 주로 처리하였으며, 서귀포항에서는 기타 동식물성 생산품을 주로 처리하고 있었다. 세부 품목의 물동량 예측을 위하여 비중분석을 통하여 도출한 주요 품목 세 가지에 대한 미래 물동량 예측을 하였다. 예측방법으로는 과거 데이터의 선형추세선을 토대로 미래 예측 분석이 가능한 선형회귀분석을 실시하였다. 물동량 예측 결과로 기타 동식물성 생산품은 지속적으로 물동량 상승이 예측되었으며, 모래 및 유류 품목은 초반의 하락세에도 불구하고 2025년까지는 지속적으로 물동량 상승이 이어질 것이라 예측되었다. 제주도의 항만에서 주로 처리하는 품목들의 물동량이 공통적

* 중앙대학교 국제물류전문인력네트워크 사업단 연구원

으로 상승할 것이라 예상되는 만큼 항만의 인프라나 항만정책 등 향후 항만 전략에 있어 이와 결부되어 항만개발정책이 이루어져야 할 것이다.

핵심어 : 제주도 물류, 제주항, 서귀포항, 항만 물동량 예측, 선형회귀분석

Ⅰ. 서 론

항만과 공항은 지역 관문이자 특수한 역할을 수행하는 교통 시설로 간주되며, 특히 항만은 교통지리학 가운데 화물 처리에 있어서 큰 비중을 차지해왔다(서홍용, 2014). 선박들은 비교적 적은 운임으로 대량의 화물 운송이 가능함에 따라 이를 지원하는 항만의 역할은 대단히 크며, 이를 대체할만한 다른 운송수단의 존재는 생각하기 힘들다. 항만의 발전과 도시의 발전은 동시에 이루어져 왔으며 항만기능이 도시의 큰 부분을 차지하는 항만도시는 생산 집적기능과 국제교역의 거점역할을 수행하면서 빠른 성장세를 보였다(이태휘 외 1인, 2012). 항만의 주요 생산지표인 항만 물동량은 해당 항만의 경쟁력과 특징을 나타내는 것으로 인식된다. 대부분 항만의 성과나 경쟁력 제고를 위한 연구에서는 항만 물동량을 종속변수로 제시하고 있으며 지방정부나 항만공사를 중심으로 물동량 증대방안을 고민하고 있다(이영호 외 3인).

제주도 또한 항만의 역할과 주요 지표를 증명하는데 있어 다른 항만들과 다르지 않다. 국내에서 가장 큰 섬이자 60만 인구가 거주하고 있는 제주도는 화물 운송에 있어 항만의 역할이 도민들의 생활의 질을 좌우할 정도로 중요성은 대단히 크다. 그리고 2015년에 발표된 국내 인구 이동에 관한 통계청 자료에 따르면 제주도 인구의 유입이 전국 두 번째로 높다는 보고에 따라 제주도 내외에서 유통되는 항만 화물의 양도 그만큼 증가할 수밖에 없는 인과관계를 가진다. 실제로 제주도의 항만에서 처리하는 물동량도 큰 폭으로 증가하고 있다. 그러나 제주도 항만의 화물 처리 시설이나 규모는 큰 폭의 항만 물동량 증가 추세와는 달리 다른 지역거점 항만에 비하여 열악한 수준이다. 이러한 추세가 지속된다면 향후 항만의 포화로 인하여 제주도의 물류 대란이

일어날 가능성을 배제할 수 없다. 미래의 항만 물동량의 예측은 향후 일어날지 모르는 상황을 대비하기 위하여 선제적으로 대응한다는 차원에 있어서 의미가 있다. 전체 물동량을 일괄적으로 예측하는 방법은 항만에서 취급하는 처리품목이 각각 다르고 화물을 취급하는 방식이 품목의 특징에 따라 다른 만큼 연구가 가지는 의미는 퇴색할 수 밖에 없다. 그러므로 항만에서 중점적으로 다루는 주요 품목에 대한 예측이 전체 물동량에 대한 예측보다는 연구의 가치에 있어 상징적인 의미가 있다. 우선 화물 처리 특성을 살펴보기 위하여 비중분석을 실시하고 처리 비중이 높은 상위 품목 세 가지를 선정하여 향후 물동량을 예측하였다. 그리고 도출해낸 주요 품목에 대한 물동량 예측 결과를 통하여 향후 제주도의 항만운영전략에 기여 할 수 있을 것이다.

Ⅱ. 제주도의 항만산업 구조

1. 제주도 항만인프라 시설

제주도의 운송은 지리적 특성으로 인하여 제한되어 있으므로 항만산업 및 항공산업이 중점적으로 발달되어 있다. 육상, 항공 운송을 제외한 도외 물류 활동의 최접점인 제주도의 항만 인프라는 다음과 같다.

가. 제주도 항만 인프라

제주도는 무역항 2개와 연안항 5개 총 7개의 항만을 보유하고 있다. 도내 항만의 총 수용량은 2만DWT이상 선박 4척과 5천DWT~2만DWT급 9척, 3천DWT급~5천DWT급 12척, 3천DWT미만 31척을 동시에 수용이 가능하다. 제주항은 도내에서 가장 큰 항구로서 최대 접안 능력은 2만DWT급 선박이 접안 가능하며 연간하역능력은 2015년 기준 2,760천 톤으로 규모가 가장 크다. 제주도의 물류중심지 및 관광지원항으로서의 역할을 수행하고 있다. 서귀포항은 제주도 남부지역의 화물수송 거점항의 기능을

수행중이며, 연간하역능력은 830천 톤으로, 2007년 이후 계속적으로 감소하고 있다. 그 외 연안항은 무역항과 비교하여 전반적으로 항만으로서의 시설 및 능력이 크지 않다.

〈표 Ⅱ-1〉 제주도 항만 시설

구분		무역항		연안항				
		제주항	서귀포항	성산항	애월항	한림항	화순항	추자항
접안시설	안벽(m)	2,623	1,480	660	494	785	420	-
	물양장(m)	758	897	1,067	438	995	170	1,146
방파제(m)		4,011	1,831	2,144	740	1,510	995	505
접안능력	접안능력 계(척)	19	10	10	6	7	3	1
	20,000DWT 이상	4	-	-	-	-	-	-
	5,000이상~20,000미만(DWT)	4	2	-	-	-	3	-
	3,000이상~5,000미만(DWT)	7	5	-	-	-	-	-
	3,000 DWT 미만	4	3	10	6	7	-	1
최대접안능력(DWT)		여객 80,000 화물 20,000	5,000	5,000	1,000	2,000	5,000	-
항만하역능력 (천 톤, 2015년 기준)		2,760	830	983	1,190	1,165	706	-

출처: 제주특별자치도, '2016년도 해양수산현황', 해양수산부, '2015년도 해양수산통계연보'.

1) 제주항

제주항은 제주도의 관문항으로서 육지부와의 연안여객선이 집중되어 있다. 제주항은 내항, 외항과 어항으로 구분되어 있으며, 14개의 부두로 이루어져 있다. 제주도의 최북단에 위치하고 있어 육지부와의 교통로서의 그 역할을 다하고 있다. 제주도내 전체 항만의 처리물동량을 비교해 볼 때 약 70%를 차지하고 있다.

〈표 Ⅱ-2〉 제주항 항만시설 현황

구 분		선석 번호	길이(m)	전면수심 DL.(m)	접안능력 (DWT)	하역능력 (천 톤)	취급화물	비고
어항구	어선부두 (물양장 429m)	-	429	2-3	-	-	어선	
	어선부두	-	177	-	-	-	어선 관공선	
	제1부두 (물양장 329m)	11	74	(-)3.0	-	-	어 선	
		12-14	255	(-)3.0	-		관 공 선	
내항 상항구	제2부두 (안벽 410m)	21	100	-	50×4	-	관 공 선	
		22	85	-	250×1	-	여 객 선	
		23	105	(-)6.0	3,000×1	-	여 객 선	램프 25m
		24	120	(-)6.5	3,000×1	-	여 객 선	램프 30m
	제3부두 (안벽 230m)	31-32	230	(-)6.5	3,000×2	-	여 객 선	램프 15m
	제4부두 (안벽 605m)	41-42	165	(-)7.5	5,000×1	517	(유 조 선)	
		43	100	(-)7.5	5,000×1	-	해 경 함	
		44-45	180	(-)8.0	8,000×1	-	여 객 선	램프 35m
		46-47	160	(-)6.0	3,000×1	-	화 물 선	램프 24m
	제5부두 (안벽 545m)	51-52	140	(-)6.0	3,000×1	312	화 물 선	
		53-54	140	(-)7.5	5,000×1	336		
		55	110	(-)6.0	3,000×1			
		56	70	(-)5.0	1,000×1	246		
		57	85	(-)5.0	1,000×1			
	제6부두 (안벽 305m)	61	100	(-)5.0	1,000×1	-	여 객 선 화 물 선 (해 군 함)	램프 35m
		62	205	(-)8.0	10,000×1			
	제7부두 (안벽 195m)	71-72	195	(-)11.0	20,000×1	434	여 객 선	
	해경부두 (안벽 135m)	-	135	(-)11.0	3,000×1	-	해 경 정	
외항	제8부두 (안벽 390m)	81	390	(-)12.0	G/T80,000×1	-	크루즈선	램프 30m
		82	310	(-)11.5	G/T50,000×1	-	크루즈선	예비선석
	제9부두 (안벽 210m)	91	210	(-)12.0	20,000×1	628	화 물 선	
	제10부두 (안벽 210m)	101	210	(-)12.0	20,000×1	628	화 물 선	
	제11부두 (안벽 210m)	111	210	(-)12.0	20,000×1	1,004	화 물 선	

출처: 제주특별자치도, 제주특별자치도 무역항 항만시설 운영세칙(고시), 2015

2) 서귀포항

서귀포항은 제주항과 마찬가지로 무역항이긴 하나 대부분의 선박이 국내 연안화물선이며, 특히 관광산업이 지역주력산업인 만큼 오래전부터 관광잠수정 등 유선업들이 발달하여 여러 척의 유선들이 상시 드나들고 있다. 서귀포항은 해안의 구성요소로 보면 항만시설(화물선부두, 어선부두, 유선부두)과 항계 안에 1개의 섬이 위치해 있다.

〈표 Ⅱ-3〉 서귀포항 항만시설 현황

구 분	선석 번호	길이(m)	전면수심 DL.(m)	접안능력 (DWT)	하역능력 (천 톤)	취급화물	비고
어선부두		525	(-)3.0	-	-	어 선	
유람선부두		95	-	-	-	유 람 선	
관공서부두		57	-	-	-	유 어 선	
제1부두 (물양장 248m)	11-13	178	(-)3.0	-	-	어 선	
	14	70	(-)4.5	300×1		급 유 선	
제2부두 (안벽 180m)	21	70	(-)5.0	1,000×1	102	화 물 선	
	22	90	(-)5.5	2,000×1			램프25m
제3부두 (안벽 180m)	31-33	180	(-)6.0	5,000×1	-	여 객 선	램프15m
제4부두 (안벽 150m)	41-42	150	(-)6.0	3,000×1	-	여 객 선	
제5부두 (안벽 210m)	51-52	140	(-)6.0	3,000×1	102	화 물 선	
	53	70	(-)6.0	500×1	-		
제6부두 (안벽 230m)	61	115	(-)7.5	3,000×1	196	화 물 선	
	62	115	(-)7.5	3,000×1	196	화 물 선	
제7부두 (안벽 140m)	71	140	(-)7.5	3,000×1	102	화 물 선 (해 경 정)	
제8부두 (안벽 340m)	81	100	(-)7.5	3,000×1	-	해 경 정	
	82	100	(-)7.5	3,000×1	-	화 물 선 (해 경 정)	
	83	140	(-)9.5	5,000×1	135	화 물 선	

출처: 제주특별자치도, 제주특별자치도 무역항 항만시설 운영세칙(고시), 2015

2. 제주도 항만 물동량

제주항의 항만 물동량 추이는 2000년 533만 톤에서 2015년 1,120만 톤으로 연평균 5.06%씩 증가하고 있으며, 전체 항만 물동량의 약 71%를 차지하고 있다.

서귀포항의 항만 물동량 추이는 2000년 68만 톤을 처리한 이후에 2009년까지 감소추세를 유지한 후 증가세로 전환되어 2015년 70만 톤을 처리하였다. 주요 취급화물로는 모래, 감귤 및 채소를 처리하고 있다.

그 외 연안항들로 애월항은 건자재인 모래와 시멘트를 주로 처리하며 물동량은 2015년 101만 톤을 기록하였다. 이후 2000년부터 2006년까지 감소추세를 유지한 후 2007년부터 증가추세로 전환되었다. 한림항은 2000년 86만 톤에서 2015년 118만 톤으로 연평균 2.11%의 증가율을 보이고 있다. 성산포항은 2000년 37만 톤에서 2015년 70만 톤으로 연평균 4.46%의 꾸준한 증가추세를 보이며, 화순항은 2000년 39만 톤에서 2015년 98만 톤으로 연평균 6.43%의 증가율을 기록하였다.

〈표 Ⅱ-4〉 제주도 항만 물동량 (단위: 천 톤, %)

구분	계	제주항	서귀포항	애월항	한림항	성산포항	화순항
2010	10,517	7,394	446	557	1,015	529	576
2011	11,390	8,235	563	631	931	392	637
2012	11,700	8,472	498	682	979	397	672
2013	12,392	8,955	507	683	1,031	510	706
2014	14,302	10,503	578	714	1,128	587	792
2015	15,780	11,204	703	1,007	1,177	704	985
연평균 증감율	4.31	5.06	0.20	2.10	2.11	4.46	6.43

주: 1) 2013년 이전까지는 여객선 화물 포함, 2013년부터는 여객선 화물 제외, 컨테이너 수송화물 포함
2) 2008년까지는 무역항(제주항, 서귀포항) 화물 물동량임. 2009년도 이후부터 연안항(한림, 애월, 성산, 화순항) 화물 물동량 포함

출처 : 한국교통연구원, 제주지역물류기본계획(2016).

3. 제주도 항만 산업에 대한 시사점

제주도의 무역항은 항만물류 뿐만 아니라 어항으로서의 기능적 역할을 수행하고 있다. 제주도 외 지역으로의 화물운송 서비스는 운임이 상대적으로 저렴한 해운산업을 중심으로 이용할 수밖에 없는 것이 제주도의 현실이다. 인프라 시설이나 처리능력은 현재 처리하고 있는 물량을 취급하기에는 충분한 능력을 갖추고 있으나, 물동량의 증감폭이 상당하게 증가하고 있다는 것이 향후 물동량 처리 가능성에 대한 의구심을 품게 한다. 제주도의 전반적인 전체 물동량의 증가가 예상되는 바에 따라 이를 지원할만한 항만 인프라 시설 및 정책적 방안과 같은 궁극적인 제주도 항만 산업에 대한 지원책이 필요한 시점이다. 이를 위하여 향후 제주도 항만 산업의 변화에 대한 실질적인 연구 및 토의를 통하여 다양한 발전방향의 제시가 필요하다.

Ⅲ. 제주도 물동량 분석에 관한 선행연구

1. 제주도 물동량에 관한 연구

물동량이나 화물의 특성에 관하여 집중적으로 분석한 연구의 수는 많지 않다. 특히 특정 화물의 물류체계 개선이나 항만운영전략에 관한 주장의 주변 논거로만 제시될 뿐, 물동량과 화물의 특성에 관한 심층적인 연구는 전무하다. 대략적으로 제주도의 물동량이나 화물의 특성을 다룬 연구들은 다음과 같다. 우선 우리나라 항만과 물동량에 관한 분석으로 국내 항만들과 화물과의 인과관계를 분석한 연구(박노경, 2001; 백종실, 2014)가 있으며, 주요 품목의 물류체계에 관한 연구에서 화물을 특성을 분석한 연구(제주발전연구원, 2008; 한관수, 이래협; 2012; 서홍용, 2014)가 있다. 그리고 반출입 물동량의 특징을 분석한 연구(김남철, 김상현, 2008)가 있다. 주요 화물의 물류 체계개선 및 관리에 초점을 맞춘 연구들이 대부분이었으며, 정책적 제언 및 개선방안에 대한 시사점을 논하고 있다.

〈표 Ⅲ-1〉 제주도 화물 및 물동량에 관한 연구

연구자	연도	연구 제목	연구 내용
박노경	2001	우리나라 항만의 집중도에 관한 실증분석	국내 항만들의 화물 집중도 및 분산 분석
제주발전연구원	2008	제주지역 주요 물류체계 개선방안에 관한 기초연구	제주지역 주요 생산품 현황과 도외 반출현황 및 물류체계 개선방안
김남철, 김상현	2008	제주도 물류 분석을 이용한 제주-목포 연안수송시스템 구축	제주도 반출입 물동량 분석을 통하여 제주도와 내륙과의 효율적인 육상/해상 복합운송체계 도출 및 제주도-목포 연안운송시스템 구축방안 제시
한관수, 이래협	2012	제주산 농산물 물류 효율화와 시스템 개선의 사례연구	제주 무 · 양배추의 출하 현황과 문제점의 파악과 출하체계의 개선 방안 강구
모수원, 이광배	2013	항만물동량과 산업생산의 인과성 검정	지역에서 항만물동량과 산업생산의 인과관계 분석
서흥용	2014	우리나라 연안해운 물류체계의 공간적 네트워크 분석	시멘트를 화물을 중심으로 우리나라 화물운송에서 연안해운운송이 차지하는 위상 도출
백종실	2014	평택항의 제주도 화물 유치 방안 연구	제주도의 주요 품목들에 대하여 평택항이 제주도 화물의 배송거점으로서 역할을 수행하도록 화물을 유치하는 방안 모색

2. 물동량 예측에 관한 연구

〈표 Ⅲ-2〉 물동량 추정에 관한 연구

연구자	연도	연구 제목	연구 방법	연구 내용
모수원, 김창범	2003	해상물동량의 추정과 예측	ARIMA 모형	국제경쟁력을 끌어올리기 위하여 시뮬레이션을 이용한 우리나라의 해상물동량의 추정
김정훈	2008	시계열 모형을 이용한 부산 북항의 물동량 예측	지수평활모형, ARIMA 모형	부산항 북항의 장래 물동량을 정량적인 모형을 통해 예측
손용정	2009	항만경쟁력 제고를 위한 항만교역량 예측	ARIMA 모형	우리나라항만과 중국항만간의 교역량 변화 예측 및 교역량 증대를 위한 항만활성화 방안 제시

박성일, 정현재, 여기태	2012	System Dynamics를 이용한 인천항 양곡화물 물동량 예측에 관한 연구	System Dynamics	인천항에 취급되는 양곡화물 물동량의 향후 수요에 대한 예측
정현재, 여기태, 유홍성, 고용기	2012	컨테이너터미널의 물동량 예측 및 생산성 분석에 관한 연구	System Dynamics	인천항 특정 컨테이너터미널을 대상으로 물동량을 예측하고 물동량과 생산성 분석을 통해 컨테이너 터미널 관계자들에게 시사점 제공
하헌구	2014	SARIMA 모형을 이용한 우리나라 항만 컨테이너 물동량 예측	SARIMA 모형	분기별 항만 컨테이너 물동량 자료를 활용하여 단기 수요를 예측
김창범	2015	개입 승법계절 ARIMA와 인공신경망모형을 이용한 해상운송 물동량의 예측	ARIMA 모형, 인공신경망 모형	해상물동량을 추정하기 위해 사전적 예측을 실시하고 실제 예측치 도출
송상근, 류동근	2014	시스템 다이내믹스를 이용한 부산항 환적물동량 예측모델에 관한 연구	System Dynamics	부산항에서 차지하는 환적물동량의 위상을 고려하여 환적화물에 대한 정확한 예측 모델을 수립
이영호, 고용기, 나정호	2015	여수광양항의 물동량 예측과 대응에 관한 연구	System Dynamics	여수광양항의 물동량을 예측하여 향후 경영전략을 수립하는데 근거 제시

물동량 추정에 관한 연구는 각 분야에서 활발히 이루어져 왔으며, 해운항만 물동량 예측에 관한 연구로는 다음과 같다.

전체적인 국내 해상물동량의 예측에 관한 연구(모수원, 김창범, 2003; 손옹정, 2009; 하헌구, 2014;, 김창범, 2015)에서는 기본적인 국내 물동량을 활용하여 미래 물동량 예측을 하였다. 공통적으로 시계열의 변동 형태를 파악하여 예측 하는 ARIMA(SARIMA) 모형을 활용하여 미래 물동량을 추정하였다.

특정 항만의 물동량을 예측한 연구(김정훈, 2008; 정현재, 여기태, 유홍성, 고용기 2012; 송상근, 류동근, 2014; 이영호, 고용기, 나정호, 2015)에서는 항만의 경쟁력을 끌어올리기 위하여 선제적인 미래 예측을 통한 대비방안을 제시하였으며, 연구방법으로 ARIMA 모형과 현상에 내재된 순환적 인과관계를 규명하여 미래를 예측하는 기법인 System Dynamics가 활용되었다.

특정 품목을 대상으로 한 연구(박성일, 정현재, 여기태, 2012)에서는 일반적으로 인천항을 통하여 주로 수출입 되고 있는 양곡화물의 물동량 예측 및 양곡화물 물동량에 영향을 주는 각 요인들을 분석하였다.

각 연구들은 대부분 시계열 분석 ARIMA 모형과 System Dynamics를 활용하여 물동량 예측을 실시하였으며, 대응방안을 제시하는데 의의를 두고 있다.

3. 시사점

지역적 특성상 유통 및 물류 체계에 관한 연구 등 제주도의 전반적인 물류에 대한 연구는 활발히 이루어져왔다. 특히 제주도가 겪고 있는 물류산업 내·외의 장애요인에 관한 분석이 주를 이루고 있으며 높은 물류비와 물류공동화의 인식 부족 등이 주로 지적되는 사항이다. 그러나 근본적으로 제주도의 주요 품목에 대한 분석 및 물동량에 관한 분석은 상당히 미비하다. 물동량 분석의 취지는 선제적으로 미래에 예견될 요인에 대하여 대응하는 것이 주목적이므로 상당한 의미를 부여할 수 있으며 정책적인 참고자료로 이용 가능하다. 물동량 예측 방법으로 기존 연구들에서는 ARIMA 모형이나 System Dynamics 방법 2가지를 주로 사용하였다. 이와 같은 연구 방법들은 시계열 데이터 혹은 다양한 요인간의 상관관계를 활용하여 미래 물동량에 대한 예측을 실시하므로 유의한 분석방법이라 할 수 있다. 그러나 분석방법에 어떠한 요인들이 추가되느냐에 따라 실제적으로 예측치가 다를 수 있어 연구 결과에 대한 혼란이 야기될 수 있다. 그러므로 과거 물동량의 일정한 선형추세를 활용한 미래의 추세 파악은 전반적인 미래 물동량을 가늠하는 의미를 둘 수 있다.

Ⅳ. 제주도 항만 물동량 분석

1. 제주도 항만별 화물처리 실적

국가물류통합정보센터(www.nlic.go.kr)에 나온 제주항과 서귀포항의 화물처리 실적을 통해 주요 품목별 비중을 분석하였다. 우선 처리하지 않는 화물과 전 년도(2005년-2015년) 중 1개의 년에서 처리를 하거나 비중이 크지 않는 화물의 경우 원활한 분석을 위하여 제거하고 분석을 하였다.

〈표 Ⅳ-2〉은 화물 처리 실적 비중을 나타낸 자료이다. 40%이상 비중을 차지하고 있는 품목은 빨간색으로 처리하였으며, 30%-40%는 주황색, 20%-30%는 노란색, 20% 이하는 초록색으로 처리하였다.

비중 분석을 통하여 화물의 비중을 살펴보면 제주항은 모래, 유류, 철재 품목을 주로 처리하고 있다. 제주항의 특징으로 공업에 쓰이는 물품들이 주로 취급되는 것이 특징이며, 특히 항만의 규모나 특정 품목에 대한 인프라 시설로 인하여 위와 같은 품목들이 주로 처리되는 이유이다.

서귀포항은 기타 동식물성 생산품과 모래 품목을 주로 처리하고 있는 것으로 나타났다. 서귀포시는 감귤 등의 농산품들을 주로 취급하므로 기타 동식물성 생산품에 관한 품목이 다른 품목에 비하여 상당히 많이 처리하고 있다. 모래는 제주항과 마찬가지로 많이 취급되고 있었으며, 그 이유로는 무게 및 부피를 많이 차지하므로 지역 거점항만에서 처리하는 것이 모래의 취급에 용이하기 때문이다.

〈표 Ⅳ-1〉 제주도 항만 주요 처리품목

항만	주요처리 품목				
	1	2	3	4	5
제주항	철재(27%)	유류(20%)	조제식품 음료 주류 등 (14%)	모래(11%)	시멘트(8%)
서귀포항	기타 동식물성 생산품(43%)	모래(32%)	조제식품 음료 주류 등(15%)	기타(3%)	유류(2%)

주: 2015년 화물처리 비중을 기준으로 정렬함

〈표 Ⅳ-2〉 제주도 항만 물동량 비중분석(제주항, 서귀포항)

단위: R/T톤

		어패류 갑각류 등	기타 동식물성 생산품	조제식품 음료 주류 등	시멘트	모래	철광석	기타광석 및 생산품	유류	비료	화학 공업 생산품	플라스틱 고무 및 제품	철재	기계류	기타
2005	제주항	1%	3%	4%	9%	26%	0%	0%	37%	3%	0%	0%	17%	0%	0%
	서귀포항	0%	46%	0%	0%	27%	0%	1%	13%	2%	0%	0%	0%	0%	12%
2006	제주항	0%	2%	5%	5%	30%	0%	0%	37%	3%	0%	0%	18%	0%	0%
	서귀포항	0%	36%	4%	0%	40%	0%	2%	13%	1%	0%	0%	1%	0%	3%
2007	제주항	0%	5%	7%	9%	17%	0%	0%	36%	2%	0%	0%	23%	0%	0%
	서귀포항	0%	36%	0%	0%	39%	0%	1%	13%	3%	0%	0%	3%	0%	6%
2008	제주항	0%	7%	9%	8%	13%	0%	1%	38%	2%	0%	0%	21%	0%	0%
	서귀포항	0%	49%	0%	0%	33%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	1%	0%	8%
2009	제주항	0%	5%	7%	9%	13%	0%	0%	38%	1%	0%	0%	27%	0%	0%
	서귀포항	0%	57%	0%	0%	25%	0%	0%	8%	0%	0%	0%	1%	0%	9%
2010	제주항	0%	4%	7%	10%	14%	0%	1%	39%	0%	0%	0%	25%	0%	0%
	서귀포항	0%	57%	0%	0%	34%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	1%	0%	3%
2011	제주항	0%	3%	8%	11%	14%	0%	1%	37%	1%	0%	0%	24%	0%	0%
	서귀포항	0%	55%	16%	0%	17%	0%	0%	5%	1%	0%	0%	5%	0%	2%
2012	제주항	0%	6%	9%	11%	19%	0%	0%	33%	2%	0%	0%	19%	0%	1%
	서귀포항	0%	55%	1%	0%	25%	0%	0%	4%	2%	0%	0%	1%	0%	11%
2013	제주항	0%	4%	7%	12%	22%	0%	0%	32%	1%	0%	0%	21%	0%	0%
	서귀포항	0%	67%	0%	0%	28%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	1%	0%	0%
2014	제주항	1%	5%	11%	9%	16%	0%	0%	26%	2%	0%	0%	28%	1%	0%
	서귀포항	0%	45%	1%	0%	34%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	1%	0%	16%
2015	제주항	4%	5%	14%	8%	11%	0%	0%	20%	1%	3%	0%	27%	6%	0%
	서귀포항	0%	43%	15%	0%	32%	0%	1%	2%	0%	2%	0%	2%	0%	3%

주: 각 비율은 반올림한 값들임

2. 연구 방법

연구 방법으로는 선형회귀분석을 사용하였다. 선형성이라는 기본 가정이 충족된 상태에서 독립변수와 종속변수의 관계를 설명하거나 예측하는 통계방법이며, 기존 값으로 미래 값을 계산하거나 예측가능하다. 예측 값은 주어진 연도 값에 대한 물동량 값이며, 이를 통해 선형 회귀를 사용하여 새로운 값을 예측할 수 있다. 이 함수를 사용하면 물동량 및 판매량, 재고 필요량 또는 소비자 추세 등을 예측할 수 있다.

예측 방법은 다음과 같다.

(수식 1)

$a = \overline{y} - b\overline{x}$ 및

(수식 2)

$$b = \frac{\Sigma(x-\overline{x})(y-\overline{y})}{\Sigma(x-\overline{x})^2}$$

3. 물동량 예측

물동량 예측은 2005년부터 2015년까지의 물동량 데이터를 활용하여 예측하였으며, 제주도의 무역항인 제주항과 서귀포항의 주요 3개의 품목에 대하여 분석하였다.

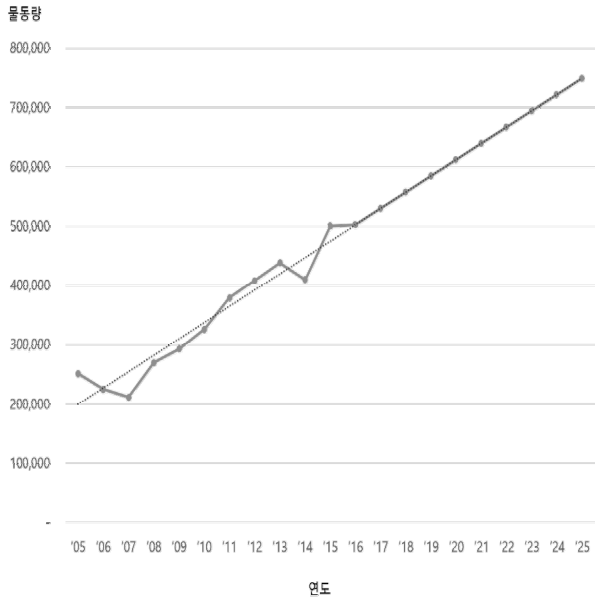
가. 기타 동식물성 생산품

2005년부터 2015년의 물동량 데이터를 활용하여 기타 동식물성 생산품의 2025년까지 물동량을 예측 하였다. 기존 과거 데이터의 추세를 살펴보면 2008년 이후 물동량이 꾸준하게 증가하고 있는 것을 알 수 있다. 특히 2015년에는 상당한 물동량의 증가가 이루어졌다. 미래물동량을 예측하기에 앞서 산점 분포도를 통해 이상 값의 유무를

확인해야 한다. 특정 데이터의 과도한 수치는 전체 예측 값에 영향을 주게 되므로 이를 삭제하거나 앞년도 혹은 전년도의 평균값의 삽입 등의 조정이 필요하다. 이는 미래 물동량 예측 시 이상 값이 존재할 때 통상적으로 사용하는 방법이다. 기타 동식물성 생산품의 산점 분포도를 확인하였을 때 선형추세선에서 크게 벗어나는 데이터가 없었으며, 2005년과 2015년의 물동량 데이터를 가지고 미래 물동량 예측을 실시하였다. 산점 분포도의 선형추세선이 우상향인 것 과 같이 2025년까지 지속적으로 기타 동식물성 생산품의 물동량은 증가하고 있는 것으로 나타났으며, 일정한 폭으로 증가되고 있었다. 결정계수 R Square는 91.2의 수치로 추정된 회귀 방정식은 자료의 91.2%를 설명하고 있는 것으로 나타났으며, 상관계수로는 95.5%의 강한 상관관계를 가지는 것으로 나타났다.

〈표 Ⅳ-3〉 기타 동식물성 생산품 물동량 예측(2005년-2025년) 단위: R/T

연도	물동량
2005	251,699
2006	225,219
2007	211,950
2008	269,653
2009	292,879
2010	325,776
2011	378,652
2012	407,978
2013	437,846
2014	409,665
2015	499,753
2016	501,997
2017	529,435
2018	556,873
2019	584,311
2020	611,749
2021	639,187
2022	666,624
2023	694,062
2024	721,500
2025	748,938

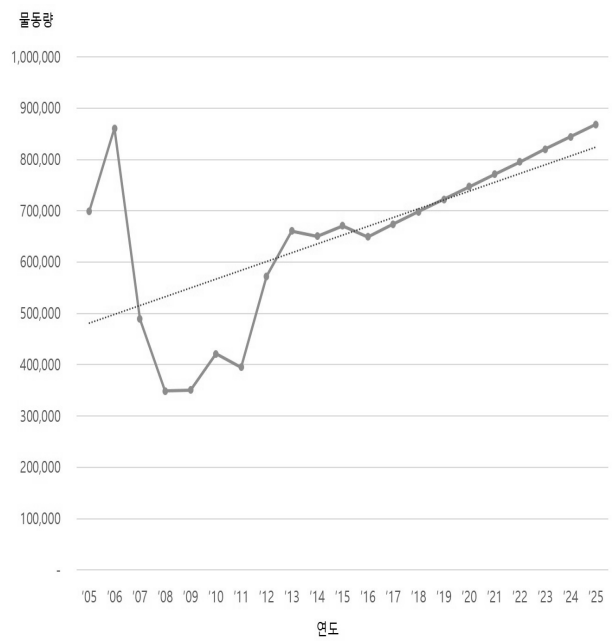


나. 모래

앞선 분석과 마찬가지로 2005년부터 2015년까지의 과거 데이터에서의 모래 물동량은 2007년 큰 폭으로 물동량 감소가 이루어졌다가 이후 증가 혹은 유지가 되고 있는 상태이다. 분석을 하기 전 산점 분포도를 통해 추세 분석을 실시하였으며, 2005년과 2006년의 데이터 값이 추세선과 많이 벗어나는 것으로 나타났다. 그리하여 2006년 데이터는 2007년과 2005년의 데이터의 중간 값을 분석에 사용하였으며, 이후에서도 산점 분포도에 크게 벗어나는 2005년 데이터는 미래 물동량 예측에 사용하지 않았다. 이후 수치 조정 후의 물동량 예측을 실시하였는데, 2015년 대비 2016년의 물동량이 잠시 감소하였다가 이후 2017년부터 계속적인 증가가 이루어지는 것으로 나타났다. R Square는 32.2%로 자료를 설명하고 있는 것으로 나타났으며, 상관계수로는 56.7%의 중도의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다.

〈표 Ⅳ-4〉 모래 물동량 예측(2005년-2025년) 단위: R/T

연도	물동량
2005	699,227
2006	860,600 조정값 (594,171)
2007	489,114
2008	349,087
2009	350,966
2010	420,939
2011	395,130
2012	572,380
2013	660,940
2014	650,807
2015	670,900
2016	649,447
2017	673,811
2018	698,176
2019	722,540
2020	746,904
2021	771,269
2022	795,633
2023	819,997
2024	844,362
2025	868,726

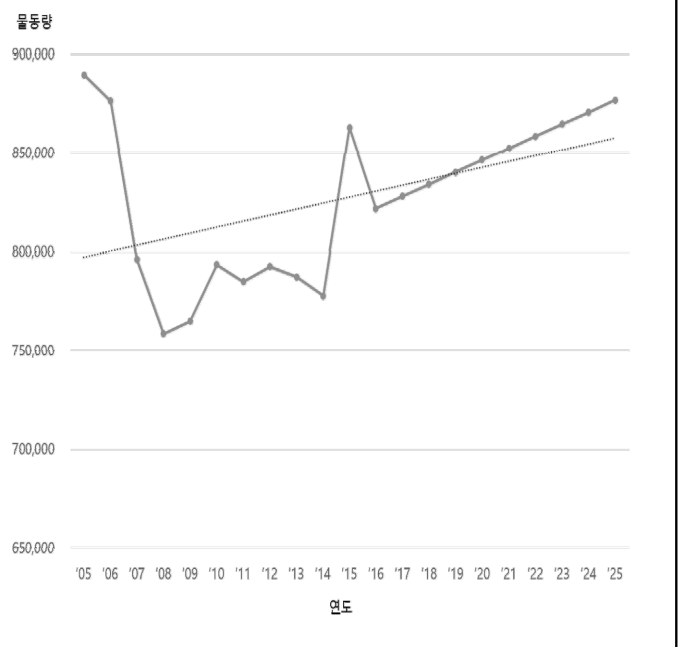


다. 유류

2005년과 2015년의 과거 데이터에서는 2005년과 2006년의 상당한 물동량 처리 이후 큰 폭으로 감소하는 것으로 나타났다. 이후 일정한 증가와 감소폭을 이루다가 2015년에는 다시 큰 폭으로 물동량 처리의 증가가 이루어진 것으로 나타났다. 앞선 분석과 마찬가지로 물동량 예측을 하기전 산점 분포도를 통해 과거 데이터를 보았을 때 선형 추세선에서 2005년과 2006년의 데이터가 크게 벗어나는 것으로 나타났다. 그리하여 2005년과 2006년의 데이터는 이상 값으로 간주하여 삭제하고 2007년부터의 과거 데이터를 활용하여 2025년까지의 미래 물동량을 예측하였다. 분석 결과로 2015년 이후 2016년과 2017년 까지 다소 감소하다가 일정한 증가폭으로 2018년부터는 다시 증가하는 것으로 나타났다. R Square는 31.5%로 자료를 설명하고 있는 것으로 나타났으며, 상관계수로는 56.1%의 중도의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다.

〈표 Ⅳ-5〉 유류 물동량 예측(2005년-2025년) 단위: R/T

연도	물동량
2005	889,661
2006	876,429
2007	796,179
2008	758,675
2009	764,951
2010	793,530
2011	784,957
2012	792,636
2013	787,304
2014	777,781
2015	862,945
2016	821,678
2017	827,815
2018	833,951
2019	840,088
2020	846,224
2021	852,361
2022	858,498
2023	864,634
2024	870,771
2025	876,907



4. 시사점

비중 분석을 통해 제주도의 무역항에서 주로 처리하는 품목은 3가지로 축소할 수 있었으며, 기타 동식물성 생산품과 모래, 유류로 나눌 수 있으며, 그 외 철재, 조제식품 음료주류 등, 기타 화물 품목이 뒤를 잇고 있다. 분석에 앞서 과거 데이터를 살펴보았을 때 기타 동식물성 생산품을 제외하고 모래나 유류 등은 과거 2005년과 2006년의 이후 큰 감소폭 이후 지속적으로 상승하거나 유지되고 있는 현상을 볼 수 있다. 이는 기타 동식물성 생산품의 태풍이나 가뭄 등 계절적 요인으로 인하여 물동량이 불규칙할 것이라는 예상과 다르게 일정한 공급과 수요가 있을 것이라 예상되었던 모래와 유류 품목에서 이 같은 현상이 발생하여 다소 특이한 점이라 할 수 있다. 이는 제주도의 대규모의 토목 사업의 유·무가 주요 원인일 것이라 예상되며, 이 같은 특이한 물동량 데이터 수치는 이상값으로 판별하여 조정 후 물동량 예측을 실시하게 된 이유이다.

3가지 주요 품목을 2016년부터 2025년까지 물동량 예측을 해보았을 때 3가지 품목 모두 선형 추세선이 올라나는 것으로 나타났으며, 선형 추세선에 영향을 받는 선형회귀분석에 따라 2025년 까지 지속적으로 물동량이 증가하고 있는 것으로 나타났다. 이는 중간의 계절적 요인이나 대규모의 토목사업 등을 배제한 예측으로 전반적인 물동량 예측을 나타낸 수치이다.

Ⅵ. 결 론

제주도의 항만 물동량에 대한 품목별 비중과 미래 물동량 예측 분석을 실시하였다. 자료의 신빙성을 위하여 국가물류통합정보센터의 2005년부터 2015년까지 제주도의 무역항인 제주항과 서귀포항의 데이터를 활용하였다. 분석을 살펴보면 제주도의 주요 품목인 농산품의 처리실적 즉, 기타 동식물성 생산품 품목은 서귀포항의 주력 처리 품목으로 나타났으며, 기타 토목 산업에 주로 쓰이는 모래나 유류는 제주항의 주력 처리 품목으로 나타났다. 이는 각 항만이 속해있는 지역의 특성을 반영하여 나타나는 특징이라 할 수

있다. 그리고 이와 같은 주력 처리 품목에 대한 미래 물동량 예측으로 2025년 까지 지속적으로 증가할 것이라 분석되었다. 이는 선형 추세선에서 나타난 전반적인 추세에 따른 예측결과이며, 제주도의 향후 인구 증가율과 산업화 속도에 미뤄 봤을 때 이러한 증가 추세는 신빙성이 있을 것이라 예상된다.

제주도는 섬이라는 지리적 특성으로 인하여 항만산업은 타 지역에 비하여 중요도가 대단히 크다. 그러므로 항만산업에 대한 지속적인 연구와 함께 다양한 범위의 연구가 필요하다. 그리고 향후 해운물류공기업의 출범이 예상되는 만큼 해운항만 분야의 선제적인 분석을 통해 앞으로의 항만 운영전략이나 정책적 방향을 수립하는데 기여를 할 수 있는 연구의 진행이 필요하다. 향후 제주도 항만의 물동량은 앞서서 분석한 각 항만 별 주요 처리 품목과 비슷하게 지속적으로 증가할 것이라 예상된다. 증가하는 항만 물동량의 처리량에 비하여 제주도 항만의 하역설비 등의 인프라시설이나 항만배후단지와 같은 항만 종속 산업들은 대단히 열악한 실정이며, 향후 항만의 포화가 일어날 가능성이 크다. 이와 같은 상황에 대비하기 위하여 미래의 제주도 항만의 물동량 예측을 통한 선제적인 대응은 제주도의 항만운영에 있어서 우선적으로 실행해야할 과제이다. 제주도의 항만산업은 화물의 공간적인 이동에만 관심을 가졌었던 만큼 향후 제주도 항만의 개선방향으로 각 품목의 특성에 맞춘 항만 운영뿐만 아니라 항만의 개발을 통한 항만 물류 사업의 확대도 필요할 것이다. 이를 위하여 제주도에 위치해 있는 항만들의 현대화 사업과 낙후되어 있는 항만 인접도시의 개발이 연계되어야 할 것이며, 제주도의 발전이 지속될 수 있도록 지방정부와 학계, 도민들의 관심이 중요하다.

[참고문헌]

김남철 & 김상현 (2008), “제주도 물류 분석을 이용한 제주-목포 연안수송시스템 구축”, 『인하대학교 정석물류통상연구원 연구총서』, pp. 1~174.

김정훈(2008), “시계열 모형을 이용한 부산 북항의 물동량 예측”,『한국항만경제학회지』, 제24권 제2호, pp. 1~17.

김창범(2015), “개입 승법계절 ARIMA 와 인공신경망모형을 이용한 해상운송 물동량의 예측”,『Journal of Korea Port Economic Association』, 제31권 제1호, pp. 69~84.

모수원 & 김창범(2003), “논문: 해상물동량의 추정과 예측”, 『해운물류연구』, 제37권 (단일호), pp. 1~18.

모수원 & 이광배(2013), “항만물동량과 산업생산의 인과성 검정”,『해운물류연구』, 제77권 (단일호), pp. 221~235.

박노경(2001), “우리나라 항만의 집중도에 관한 실증분석 Rimmer, Hoyle, Hirshmann-Herfindahl 모델적용”,『해운물류: 이론과 실천』, (단일호), pp. 49~79.

박성일, 정현재, & 여기태(2012), “System Dynamics를 이용한 인천항 양곡화물 물동량 예측에 관한 연구,”『Journal of Korean Navigation and Port Reserch』, 제36권 제6호, pp. 521~526.

백종실(2014), “평택항의 제주도 화물 유치 방안 연구:,『국제상학』, 제29권, pp. 311~334.

손용정(2009), “항만경쟁력 제고를 위한 항만교역량 예측”,『한국항만경제학회지』, 제25권 제1호, pp. 1~14.

송상근 & 류동근(2014), “시스템 다이내믹스를 이용한 부산항 환적물동량 예측모델에 관한 연구”, 『한국항해항만학회 학술대회논문집』, pp. 175~177.

서홍용(2013), “우리나라 연안해운 물류체계의 공간적 네트워크 분석”, 대한지리학회 2013 년 지리학대회 발표 논문 요약집』, pp. 138~142.

이영호, 고용기 & 나정호(2015), “여수광양항의 물동량 예측과 대응에 관한 연구”, 『국제상학』, 제30권, pp. 89~107.

이태휘 & 여기태(2012), “항만도시의 지속가능성 평가에 관한 연구”, 『해운물류연구』, 제75권(단일호), pp. 559~579.

제주발전연구원(2008),『제주지역 주요 물류체계 개선방안에 관한 기초연구』

제주특별자치도(2016),『2016년도 해양수산현황』

제주특별자치도(2015),『제주특별자치도 무역항 항만시설 운영세칙(고시)』

정현재, 여기태, 유홍성 & 고용기(2012), “컨테이너터미널의 물동량 예측 및 생산성 분석에 관한 연구,”『무역학회지』, 제37권 제5호, pp. 53~70.

하헌구(2014), “SARIMA 모형을 이용한 우리나라 항만 컨테이너 물동량 예측”,『대한교통학회지』, 제32권 제6호, pp. 600~614.

한국교통연구원(2016),『제주지역물류기본계획』

한관순 & 이래협(2012), “제주산 농산물 물류 효율화와 시스템 개선의 사례연구–세척무와 양배추의 가락동 도매시장 출하를 중심으로”,『한국물류학회지』, 제22권 제2호, pp. 175~201.

해양수산부(2015),『2015년도 해양수산통계연보』