

항만 인센티브 예산의 합리적 배분방법*

박병인**

Allocating the Budget of Port Incentives for Customers

Park, Byung-In

Abstract

The port incentive scheme currently implemented in various Korean ports is used as a marketing tool to increase price competitiveness. Typically, ports implement piecemeal imitation strategies to enhance their competitiveness, rather than a precisely designed system. A precise analysis of the effectiveness of a port's system and scheme redesign are lacking because budget allocation is done without input from customers and freight groups. This study models the incentives faced by ports using a linear programming model. We use the Gwangyang port as the base case. Our analysis of the Gwangyang port reveals that there are insufficient incentives implemented when a traditional qualitative analysis is used. We also identify any excess, deficiency, or absence of the incentive effect for each type of customer and freight group. We find the overall budget of the incentive scheme to be more rational when ports allocate funds to minimize port mileage, and allocate 61.77 percent and 38.23 percent of the budget on existing and new (or increased) cargo inventory, respectively. Future studies can build on our work by further considering basic inputs, and by adding a system to estimate the input data of our model to identify constraints and thus provide a more accurate incentive scheme.

Key words: port incentive scheme, linear programming, budget allocation, optimum

▷ 논문접수: 2016. 08. 16. ▷ 심사완료: 2016. 09. 19. ▷ 게재확정: 2016. 09. 27.

* 『이 논문은 2015년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2015S1A5A2A01012733)』

** 전남대학교 물류교통학전공 교수, bipark@chonnam.ac.kr

I. 서론

국가경제에서 수출입 비중이 절대적인 우리나라는 수출입 물류서비스 수준 제고라는 중앙정부차원의 국가적 총력에 힘입어 지속적으로 항만시설을 확충하고 있다.

중앙정부뿐만 아니라 지방자치제도를 실시중인 각 지방정부도 항만물류분야를 지역발전의 새로운 성장 동력으로 삼고자 많은 지역에서 동시 다발적으로 컨테이너항만을 건설하거나 건설을 추진하고 있다. 예를 들어, 기존의 부산, 광양 외에 인천, 평택, 포항, 마산, 울산 등과 새만금에 컨테이너 부두가 건설 또는 계획 중에 있다.

우리나라 뿐만 아니라 전 세계적으로도 컨테이너항만시설의 지속적인 개발로 항만간 경쟁이 극심해지자 항만들이 위치한 각 항만당국(및 지자체)은 지역항만의 가격경쟁력 및 고객유인 제고 전략의 일환으로 항만고객들의 컨테이너 관련 비용을 감면 또는 보전해주는 방식으로 항만 고객의 수익성을 개선 또는 향상시킴으로써 항만이용도를 제고하는 정책을 실행중이다.

이러한 항만인센티브 제도는 항만 자원의 효율적 이용을 위해 이용자들을 유인하며, 항만에서의 기술적인 향상, 생산성 증대 등을 촉진하기 위한 목적으로 활용되고 있다. 그러나 항만인센티브 제도는 국가나 지역별로 그 목적과 형태가 차이가 난다. 주요 선진국 항만에서 활용되기 시작한 초기의 항만인센티브 제도는 지구 환경의 지속가능성을 제고할 목적에서 오염물질을 적게 배출하는 양질의 기항선박을 우대하는 형태였다. 그러나 현재 우리나라 각 항만에서 주로 활용되는 항만 인센티브제도는 이와 달리 특정항만의 이용도를 높이려는 마케팅차원의 금전 또는 가격 인센티브제도(monetary or price incentive scheme)로 이해되고 있다.

항만간 경쟁이 극심한 아시아 항만들은 우리나

라와 어느 정도 유사한 항만인센티브제도를 운영 중이다. 아시아 항만들중 상하이항, 닝보항 등의 중국 항만, 카오슝항 등의 대만항만, 도쿄항, 고베항 등의 일본항만, 그리고 싱가포르항은 하역료나 입항료를 처리물량, 선박입항회수나 선형기준으로 할인해주는 방식의 처리물량기준 인센티브제도를 운영 중이다. 우리나라의 항만들은 이와 같은 항만시설사용료의 감면 외에 지자체와 공동으로 처리물량대비 직접 금전을 배분해주는 리베이트형태의 화폐적 인센티브 제도를 병행하고 있다. 이에 지방정부의 지방자치와 항만당국의 항만운영에 직접적인 부담요인으로 작용할 수 있는 실정이다. 예를 들어 광양항에서는 여수광양항만공사와 광양시가 공동으로 선사대상의 처리물량 기준 '볼륨인센티브(volume incentives)'나 화주나 포워드 대상의 '항만마일리지제도(port milage system)' 등의 처리물량기준 인센티브를 운영 중이다. 이와 더불어 중앙정부에서는 광양항 활성화정책의 일환으로 컨테이너선의 항만시설사용료를 감면해주는 등 이중의 '고객 재정지원제도'를 항만마케팅 도구로 활용하고 있다.

그러나 특히 국내항만들의 처리물량기준 항만인센티브제도가 고객 지원방식이나 지원규칙에 대한 계량적 분석이 부족하며, 다른 항만이 새로운 체계를 도입하면 경쟁에서 뒤처지지 않기 위한 임시방편적인 모방이 자주 이루어져 왔다. 이에 보다 심도 있는 분석에 근거한 운영이 절대적으로 필요한 실정이다.

본 연구는 국내의 각 컨테이너 항만에서 고객수요 증진을 위해 활용되는 항만의 처리물량기준 인센티브제도의 운영방식을 계량적으로 분석하여 제도 운영의 합리성을 제고하는 것이 목적이다. 이러한 목적의 분석에 필요한 각 항만별 자세한 자료획득의 어려움으로 인해 우선 광양항 컨테이너 부두에서 이루어지고 있는 항만인센티브 제도를 분석한다. 현재 광양항에서 운영 중인 항만인센티

브 제도는 연간 전체지원 금액이 정해져 있는 상태에서 선사인센티브와 (화주)항만마일리지 등의 고객·화물 집단별로 예산을 임의로 배분한 다음 각 기업의 실적에 따라 화물량별 정해진 금액을 지원하고 있다. 따라서 제도 운영의 효율성을 높이기 위해서는 고객 총효용을 제고 하면서 이 금액을 최종 고객별로 어떻게 합리적으로 배분해 주느냐 하는 원칙이 필요하다.

이는 경영과학의 수리계획과 협조적 게임이론을 적용하는 이익할당문제로 표현할 수 있다. 즉, 먼저 수리계획을 통해 고객집단별로 지원 금액을 할당한 다음, 각 개별고객들에게 화물량별로 어떻게 공정하고 공평하게 지원 금액을 배분할 것인가 하는 이러한 과제는 항만당국의 현실문제 해결과제가 된다.

각 지역의 컨테이너 항만들이 고객에 대한 인센티브지원을 통해 고객을 유인하려는 노력을 기울이지만 이는 결국 국내 많은 항만들의 수익성을 저하시키는 결과를 초래한다는 지탄도 많다. 이에 따르면 각 항만에서 실시하고 있는 인센티브제도의 폐지에 대한 논의도 매우 중요할 것으로 판단된다. 그러나 이는 여러 항만 및 지자체가 공통적으로 합의할 해야만 하는 사항이기 때문에 제도의 폐지여부는 본 연구에서 고려하지 않고 현재 운영 중인 제도를 보다 합리적으로 운영하기 위한 방안을 연구대상으로 한다.

본 연구는 다음과 같이 구성된다. 제II장에서 선행연구를 분석하고, 제III장에서 광양항의 인센티브제도를 살펴본다. 제IV장에 항만인센티브예산의 합리적 할당모형을 구성한 후, 제V장에서 광양항을 대상으로 사례연구를 하고, 마지막으로 제VI장에 결론 및 시사점을 제시한다.

II. 선행연구 분석

항만에서 활용하는 이와 같은 가격 인센티브는

처리물량 인센티브(volume-based incentives)¹⁾, 서비스 인센티브(service incentives), 장치기간 인센티브(dwell time incentives), 그리고 이익 공유 인센티브(gain-sharing incentives) 등으로 나뉜다 (Stenvert and Penfold, 2004; 길광수, 2011).

첫째, 처리물량 인센티브는 신규고객이나 기존 고객의 처리물량을 증대하기 위해 고객들에게 일정한 금전적 인센티브를 제공하는 것이다. 둘째, 서비스 인센티브는 성과를 기준으로 초과하면 보너스, 그리고 미달하면 벌과금을 부과하는 형태의 단순한 인센티브 제도이다. 셋째, 장치기간 인센티브는 장치장의 사용을 극대화하여 장치장의 이용을 촉진하고 피크수요를 억제하기 위해 사용하는 인센티브이다. 마지막으로, 이익 공유 인센티브는 비용절감 성과를 운영사와 선사간 공동으로 배분하는 형태의 인센티브를 말한다(길광수, 2011).

대개의 국내의 항만에서는 이러한 다양한 인센티브 형태중 상대적으로 인센티브의 특성을 덜 갖지만 부두에서 많이 활용되는 '장치기간 인센티브'와 더불어 처리물량기준 인센티브를 주로 활용중이다.

현재 우리나라에서는 부산, 광양, 인천, 포항, 군산, 동해, 평택, 목포 등 컨테이너선이 기항하는 항만은 다소 차이가 있지만 대부분 인센티브 제도를 운영 중이다. 그러나 각 항만의 인센티브 지급방식은 수출입화물, 환적화물 등을 기준으로 전년대비 증가된 화물 1TEU당 1만원(부산항, 광양항 등) 지급과 같은 형태로 운영되고 있다. 이에 따르면 수혜 받는 고객이나 화물의 종류별로 화물단위별 일정금액을 지원하는 방식으로 설계되어 있다.²⁾

그러나 이러한 방식은 우리나라 항만의 주요 경

- 1) 일반적으로 처리량 인센티브는 유통경로에서 판매 대리점의 매출을 증진시키기 위하여 본사나 유통상이 제공하는 추가적인 수수료(commission)를 말한다. 이러한 인센티브는 전형적으로 정해진 수량의 제품을 판매했을 경우에만 받게 되는 현금성 리베이트를 포함한다(<http://www.mbaskool.com>).
- 2) 부산항만공사 홈페이지(www.busanbpa.com), 여수광양항만공사 홈페이지(www.ygpa.or.kr) 참조.

표 1. 선행연구 분석

연구	내용	방법론	비고
유주영·정태원(2009)	항만인센티브제도 분석	문헌분석	
길광수(2011)	국내외 항만인센티브제도 분석 광양항 인센티브제도 개편방안제시	문헌분석	
김승섭(2009, 2011)	항만 인센티브제도 문제점 분석	문헌분석	
원양연 외(2013), 원양연·김도근(2013)	부산·광양항 항만인센티브제도 문제점 분석 및 개선방안	문헌분석	
하명신 외(2011)	부산항 항만인센티브제도 환적화물 증대효과 분석	ARIMA, 공적분 모형	계량분석
Hsu and Hsieh(2007)	항만시설사용료 체계	재고모형	계량분석
Park et al.(2009, 2015)	항만시설사용료 체계	게임이론	계량분석
성숙경·박병인(2013)	항만인센티브 할당 방안	게임이론	계량분석

쟁항만들인 동아시아의 상하이, 홍콩, 카오슝, 싱가포르, 요코하마, 오사카항 등에서 물량에 따라 단계적으로 하역료를 감면해주는 방식의 하역요율 할인제도를 활용하는 것보다 비합리적인 방식이라 판단된다.

항만에서 하역료는 터미널 운영사(TOC)가 하역서비스의 대가로 선사로부터 징수하는 것으로 터미널운영사는 필요시 자체 전략에 따라 선사들에게 하역료를 할인해주게 된다. 그러나 우리나라 항만의 처리량기준 인센티브는 항만당국이나 지방정부가 지역항만의 활성화와 경쟁력강화를 위해 제공하는 추가적인 금전적 지원이다. 선사들에게 하역료 감면과 처리량기준 인센티브는 각각 매출원가를 줄이거나 기타수입을 증대시켜 당기순이익을 제고해준다. 항만당국의 입장에서 전자는 자체 예산이 필요 없는 방식이나 후자는 자체예산을 별도로 투입하는 방식이다. 또한 부산항과 광양항의 사례의 경우 전년대비 화물증가효과를 큰 공헌으로 인정해주기 때문에 격년마다 양 항만간 처리물동량을 한쪽으로 몰아 처리함으로써 인센티브지원을 극대화하는 선사들도 있는 것으로 분석된다(여수광양항만공사, 2012). 이에 리베이트방식의 항만인센티브 제도는 하역료 할인방식에 비해 지속적

물동량 증대라는 제도의 효과가 반감될 가능성도 있다. 이에 대한 논의는 별도의 분석이 필요할 것이다.

항만 인센티브제도 관련 <표 1>의 연구들중 유주영·정태원(2009)은 국내에서 운영 중인 항만인센티브제도를 설명하고 있으며, 길광수(2011)는 국내외에서 운영 중인 항만인센티브제도에 대해 개관하고 2011년 이후 광양항 인센티브제도의 개편을 위한 정책방향을 제시하고 있다. 김승섭(2009, 2011)도 국내항만 인센티브제도의 문제점에 대해 분석하고 있다. 원양연 외(2013)와 원양연·김도근(2013)은 부산항과 광양항의 항만인센티브제도에 대한 조사·분석을 통해 제도의 문제점을 제시하고 이의 개선 방안에 대해 연구하였다.

하명신 외(2011)는 항만인센티브제도에 의한 부산항의 환적화물 증가 효과를 인센티브제도가 없을 경우의 ARIMA 모형 및 공적분모형의 결과와 항만인센티브제도 실행후의 물동량 차이를 통해 분석하였다.

또한 Hsu and Hsieh(2007)도 확장형 재고모형을 사용하여 허브항만의 매력성을 분석하는 과정에서 항만사용료 할인 개념의 항만인센티브 제도를 연구하였다. 그리고 Park et al.(2009, 2015)은

표 2. 2016년 광양항 인센티브제도 개편 내용

구분		기존	변경	비고	
총계		50억원	40억원	지자체 지원금 제외	
선사 인센티브 (5천TEU 이상)	증가화물	수입적	10억원	-	폐지
		환적	10억원	13억원	예산증액(3억원)
	실적화물	수입	5억원	-	폐지
		환적	3억원	5억원	예산증액(2억원)
	북극항로 인센티브	2억원	-	지급대상변경	
터미널간 서틀화물	-	5억원	신설(처리물량*12천원, 화물종류 제한 없음)		
운행사 인센티브	환적화물	실적	3억원	-	폐지
		증가	5억원		
	추가물량	2억원	-	폐지	
	증가화물	-	10억원	총 처리화물에 인센티브 지급(화물종류 제한없음)	
화주 (포워드)	항만마일리지	10억원	5억원	지원금 축소	
	북극항로 인센티브	-	2억원	지급대상 변경	

자료: 여수광양항만공사(YGPA)

협조적 게임이론을 이용하여 처리물량이 많은 대형 선사들에게 항만시설 사용료 절감의 혜택이 더 많이 주어지도록 하는 항만시설사용료 차원의 항만인센티브제도를 설계하였다.

그러나 열거한 모든 연구들은 고객 충효율을 극대화하는 항만인센티브제도의 운영 방안을 제시하지 못하고 있다. 대부분의 기존 연구들은 시행되는 항만인센티브제도의 정성적인 분석에 그치고 있다. 한편 성숙경·박병인(2013)은 광양항의 항만인센티브제도에 협조적 게임이론의 할당규칙(allocation rules)을 적용하여 공정성·공정성의 원리에 따라 인센티브금액을 배분하는 방법에 대해 연구하였다. 하지만 이 연구도 항만인센티브금액의 선사별 배분방법 만을 다루고 있다. 개별 선사에 대한 항만인센티브 금액의 산정에 앞서 각 고객 및 인센티브 유형에 따른 기준 금액이 먼저 결정된 후 후속적으로 개별선사 들에 대한 할당이 이루어져야만 할 것이다.

이에 본 연구에서는 전체 개별 선사별 항만인센

티브금액을 합리적으로 할당하기 위해 먼저 수리 계획법을 활용하여 고객집단 및 유형별 인센티브 금액을 배분하는 방법을 확인하고 추후 연구를 통해 개별 구성원(선사 등)에 대한 항만인센티브 할당 방법을 설계하는 2단계방법에 대해 다루고자 한다.

III. 광양항 항만 인센티브제도

광양항 컨테이너 부두를 관리하는 항만당국(한국컨테이너부두공단, 이후 여수광양항만공사)과 광양시는 항만이용도의 제고를 통한 광양항의 물동량제고를 위해 컨테이너 처리물량에 따라 항만이용자들에게 처리물량기준 인센티브를 제공하는 광양항의 항만인센티브제도를 2005년부터 운영하고 있다. 초기의 광양항 항만인센티브제도는 선사, 운행사, 그리고 화주 및 포워드 대상의 항만마일리지제도까지 운영하였다. 이후 2009년에는 운행사 인센티브제도가 폐지되었다가 2015년 부활되었다.

다른 항목들도 2010년, 2012년, 2015년, 그리고 2016년에 각각 개편 또는 조정을 거쳐 현재에 이르고 있다(〈표 2〉 참조).

인센티브제도를 분석하기 위해서는 분석대상기간의 선사별 처리물량, 운행사 처리실적, 화주(포워더) 물동량, 개별기업별 화물유형별 인센티브금액 등의 자세한 자료가 필요하나 이는 비공개자료이기 때문에 목적에 맞는 자료를 활용하기 매우 어렵다. 다행스럽게 여수광양항만공사(YGPA) 홈페이지에 2012년 수행된 ‘광양항 인센티브제도 개선 연구’가 공개되어 있어 이를 활용할 수 있었다. 2016년 현재시점의 분석에 필요한 최신자료는 구하기 어렵지만, 2012년 자료가 최신자료와 대체적인 내용이 유사하기 때문에 이 보고서를 이용하여 분석하였다. 따라서 2010~2011년 자료에 적용된 〈표 3〉의 광양항 인센티브제도를 기준으로 분석하였다. 최신자료를 구하기 어렵고 본 연구에서 제시하는 2011년 기준 분석을 약간만 수정한다면 2016년 제도에 적용이 가능하기 때문에 2011년 제도를 기준으로 분석하였다.

2010~2011년 광양항 인센티브제도는 크게 선사

대상 처리기준 인센티브와 화주(포워더)대상 항만마일리지 제도로 구성되어 있으며, 신규(증가)물량에 20억원, 처리(실적)물량에 20억원, 그리고 화주(포워더)의 이용실적에 20억원 등 총 약 60억원의 예산이 실적에 따라 배분되는 구조로 설계되어있다.

2011년 기준 제도에서 연구에 활용한 여수광양항만공사(2012)가 선사인센티브 분석에 필요한 자료는 상당한 수준으로 제시하고 있다. 그러나 항만마일리지제도 분석에 필요한 수단개에 달하는 기업들의 구체적인 자료는 제시하지 않고 있다. 따라서 부득이 하게 본 연구도 선사인센티브에 주로 초점을 맞추고 항만마일리지의 경우 연도별 지원금액과 물량을 기준으로 한 개략적인 분석만 수행하였다.

IV. 예산 할당모형

항만의 인센티브제도를 최적으로 운영하기 위해서는 책정된 전체 예산(예를 들면 2011년 60억원)을 고객·화물집단별로 최적 배분하고 화물유형별

표 3. 광양항 인센티브제도 내용(2010~2011년)

대상	유형		예산총액	기준물량	연도	TEU당	
선사	신규 물량	신규(신규선사)	20억원	3만TEU이상	1차년	15천원	
		증가(기존선사)			2차년	12천원	
		연안선사		1천TEU이상		10천원	
	(기존)처리물량*			20억원	연안선사	6천원/TEU	
					3천~30만TEU	0.003*처리물량+1,050원	
					30만TEU이상	0.003*처리물량+1,950원	
		피더선사	0.003*처리물량+1,050원+3,000원**				
화주 (포워더)	항만마일리지		20억원	직전 3개년 최고치 대비 10천TEU이상 신규화물발생	10천원/TEU		

자료: 한국컨테이너부두공단

주: * 처리물량=환적화물 + 비환적화물/2

** 한중일 피더선사에는 3천원의 별도 인센티브 지급

TEU당 지원 금액을 산정하는 것이 필요하다. 선사와 화주(포워더) 등과 같이 서로 다른 화물항목을 기준으로 인센티브를 지원하여야 하는 경우 전체 효용을 극대화하는 방식으로 고객·화물집단별로 인센티브 예산을 배분하여 운영해야 한다. 따라서 고객집단 및 유형별로 전체 인센티브예산을 1차로 배분후 화물유형별 TEU당 최적평균 지원액을 산정한 다음 후속 연구를 통해 마케팅차원의 개별고객별로 배분하는 2단계의 연구절차를 거치게 된다.

본 연구에서 구할 의사결정 변수는 <표 4>와 같이 표현 할 수 있다. 즉, 집단별 지원총액의 할당은 전체 예산이 정해진 상태에서 효용을 극대화하는 방식으로 그룹별 지원액을 결정하는 것이라 할 수 있다. 의사결정변수인 각 화물유형별 TEU당 최적 지원액이 결정된 후 민감도 분석을 통해

고객 및 화물집단별 최적 예산을 확인하게 된다.

본 연구에서는 일반적인 수리계획 연구와는 조금 상이하게 유형별 물동량이 아닌 유형별 인센티브 지원 금액이 의사결정변수로 구성된다. 목적함수는 인센티브지원액당 총 이익 공헌(효용)을 극대화하는 유형별 TEU당 지원액(의사결정변수)을 구하는 것이다. 제약조건은 정해진 예산제약을 자원으로 간주하여 이 자원을 ‘처리유형물량 * 유형별 지원액’ 형태로 소진하기위해 2005~2011년 중 관련 유형별 평균처리량을 기술계수로 삼았다. 따라서 우선적인 외생변수로는 우변상수인 집단별 예산액과 기술계수인 고객 및 화물유형별 물동량을 활용했다. 이외에 별다른 제약은 없으나, <표 3>의 인센티브제도와 2010~2011년의 실제 TEU물동량별 배분실적을 감안하여 연구를 위한 관련 정책 개를 다음과 같이 구성하였다.

<표 4> 고객·화물 유형별 TEU당 인센티브지원액(의사결정변수) 및 예산(RHS)

고객·화물유형항목		수출입(1)	환적(2)	예산(RHS)	
처리물량 (기존)	외항(1)	$x_{1,1}$ (0.5929)	$x_{1,2}$ (1.1858)	b_1	
	피더(2)	$x_{2,1}$ (2.0496)	$x_{2,2}$ (4.0992)		
	부정기(3)	$x_{3,1}$ (0.5310)	$x_{3,2}$ (1.0620)		
신규(증가) 물량	외항	신규(4)	$x_{4,1}$ (4.4231)	$x_{4,2}$ (6.4055)	b_2
		증가(5)	$x_{5,1}$ (4.4231)	$x_{5,2}$ (6.4055)	
	피더	신규(6)	$x_{6,1}$ (4.4231)	$x_{6,2}$ (6.4055)	
		증가(7)	$x_{7,1}$ (4.4231)	$x_{7,2}$ (6.4055)	
	부정기	신규(8)	$x_{8,1}$ (4.4231)	$x_{8,2}$ (6.4055)	
		증가(9)	$x_{9,1}$ (4.4231)	$x_{9,2}$ (6.4055)	
	연안(10)	$x_{10,1}$ (6.0000)	$x_{10,2}$		
항만마일리지	화주(11)	$x_{11,1}$ (2.1710)	$x_{11,2}$	b_3	
	포워더(12)	$x_{12,1}$ (3.2637)	$x_{12,2}$		

자료: 여수광양항만공사(www.ygpa.or.kr)

주: 1) 연안화물 및 화주/포워더 화물의 환적은 존재하지 않으나 표기의 일반화를 위해 제시
 2) ()안의 수치는 광양항에서의 2010~2011년 TEU당 유형별 평균지원액(=유형별집행액/물동량)임

첫째, 광양항은 지리적 특성상 국내 수출입화물의 대폭적인 증가는 기대하기 어렵다는데 업계전문가들이 모두 동의하고 있다. 따라서 광양항의 물동량 증대전략은 환적화물 증대를 통한 전략에 초점이 맞추어져 있다. 이에 <표 3>과 같이 환적화물에 대한 TEU당 지원액은 수출입화물의 최대 2배를 적용한다.

둘째, 신규 선사 기항 및 기존선사 추가 서비스를 유인하기 위해 <표 3>을 고려하여 신규(증가)화물당 수출입은 기존화물보다 높은 최대 10천원(환적은 20천원)까지 지원한다.

마지막으로, 항만 마일리지는 화주 및 포워더에 대해 처리화물 TEU당 각각 최대 3천원 및 6천원까지 지원한다.

위에서 열거한 정책들은 기존의 항만인센티브 체제에 목표를 둔 환적화물 증대와 신규화물 유인력을 제고하고자 하는 의도를 그대로 반영한다. 또한 <표 4>와 같이 상황을 단순화하고 초기해에서 특정 유형에만 과도한 인센티브를 지원하는 데서 나타나는 문제를 줄여주기 위해 기존체도를 적용한 실제 유형별 TEU당 평균지원액을 상회하는 화물유형별 일정금액을 최대 지원가능금액으로 설정하였다. 항만당국이 운전자로부터 받게 되는 전대료 등 인센티브 총비용 예산액을 감안할 때 이러한 지원 상한액의 설정은 매우 타당한 것으로 판단된다. 지원액의 정확한 상한에 대해서는 추후 민감도 분석을 수행한다.

이와 같은 내용을 반영한 항만 인센티브 배분 선형계획모형은 아래와 같이 구성할 수 있다.

1) 목적함수

$$Max Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n u_{ij} x_{ij}$$

u_{ij} 는 단위당 효용(이익 공헌) (단위: TEU/천원)

x_{ij} 는 고객·화물 유형별 TEU당 인센티브 지원

액(의사결정변수) (단위: 천원/TEU)

2) 제약조건

(1) 예산배분

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} \leq b_k$$

a_{ij} 는 기술계수(단위: TEU)

b_k 는 집단별 예산(단위: 천원), $k=1,2,3$

(2) 화물종류·고객유형별 최대 지원액(d_l , $l=1, \dots, 7$)

- 기존 처리화물

수출입화물: $x_{i1} \leq d_1$

환적화물: $x_{i2} \leq d_2 = 2d_1, i=1,2,3$

- 신규(증가) 화물

수출입화물: $x_{i1} \leq d_3$

환적화물: $x_{i2} \leq d_4 = 2d_3, i=4, \dots, 9$

- 연안화물

연안화물: $x_{10,1} \leq d_5$

- 항만마일리지

화주: $x_{11,1} \leq d_6$

포워더: $x_{12,1} \leq d_7$

(3) 비음제약

모든 의사결정 변수: $x_{ij} \geq 0$

위의 선형계획모형을 기존의 항만인센티브 상황에 적용하여 각 항목별 효용수준(u_{ij})과 기술계수(a_{ij})를 구한다. 각 집단별 예산액(b_k)이 최적배분된 것이 아닐 수 있기 때문에 민감도 분석을 통해 집단별 최적 배분액(b_k)을 구한다. 그 다음에 후속 연구로 협조적 게임이론을 이용한 고객별 실제 지

표 5. 광양항 선사 인센티브 실적(수출입화물)

(단위: 천원, TEU)

연도	화물 유형	외항			피더			부정기			연안
		기존	신규	증가	기존	신규	증가	기존	신규	증가	전체
2005	금액	234,803	230,355	542,869	431,619	8,318					
	물량	441,791	30,714	461,328	143,873	1,109					
2006	금액	175,685	39,143	1,098,194	419,409		107,107	86,430			
	물량	389,009	5,219	708,976	149,500		19,474	28,810			
2007	금액	502,064	35,123	342,651	713,502						
	물량	844,273	4,683	255,214	237,834						
2008	금액	424,532	19,065	413,694	659,337	76,178		100,977			
	물량	729,463	2,542	413,639	219,779	10,157		39,494			
2009	금액	529,238	64,065	547,912	667,184			30,198			79,998
	물량	927,630	10,674	240,090	232,287			10,066			26,666
2010	금액	870,168		873,378	432,977	58,390	84,915		81,600		204,822
	물량	1,257,131		202,365	209,844	11,678	16,983		16,320		34,137
2011	금액	1,026,823		187,998	403,241		69,530	4,227		20,300	188,928
	물량	1,433,146		37,600	197,060		13,906	7,960		4,060	31,488
평균	금액	537,616	77,550	572,385	532,467	47,628	87,184	55,458	81,600	20,300	157,916
	물량	860,349	10,766	331,316	198,597	7,648	16,788	21,583	16,320	4,060	30,764

자료: 여수광양항만공사(2012)

원액을 산정하는 연구가 수행되어야만 한다.

감도 분석을 제안하고 있어 이에 따른다.

V. 사례연구: 광양항

앞에서 설명한 대로 실제 국내의 항만에서 운영 되는 컨테이너 인센티브제도를 수리계획으로 모형화 하여, 기존의 체계가 이론적으로 합리적인지를 확인해 보고자 한다. 자세한 자료의 제약으로 인해 가용한 2011년의 광양항 항만인센티브 제도를 선형계획 수리모형화하여 분석한다.

분석을 위해서는 우선 다양한 모수들이 추정 또는 산정되어야만 하며 이 또한 상당한 계산이 필요하다. 경영과학 교과서들은 정확한 모수의 추정이 어려움을 반영하여 이를 보완하는 방법으로 민

1. 투입자료

2005~2011년 사이의 광양항 컨테이너 부두에서 집행된 유형별 인센티브금액과 컨테이너 처리실적은 <표 5> 및 <표 6>과 같다. 이를 이용하여 모형의 입력 값들을 추산하였다.

1) 목적함수계수(효용, 이익공헌)

본 연구에서 분석의 목적은 각 유형의 효용을 극대화시키는 유형별 인센티브지원액(TEU 당)을 구하는 것이다. 이를 위해서는 각 화물유형의 효용 내지는 이익공헌을 나타내는 인센티브지원액의

표 6. 광양항 선사 인센티브 실적(환적화물)

(단위: 천원, TEU)

연도	화물 유형	외항			피더			부정기		
		기존	신규	증가	기존	신규	증가	기존	신규	증가
2005	금액	353,164		569,999	7,254					
	물량	277,548		66,974	1,209					
2006	금액	119,847	240	1,163,631	38,538		50,248	28,092		
	물량	108,349	16	314,339	6,453		4,568	4,682		
2007	금액	383,280	90	56,510	260,424					
	물량	260,225	6	6,161	43,404					
2008	금액	283,786		220,906	266,958	39,810		345,864		
	물량	193,806		46,713	44,493	2,654		58,006		
2009	금액	355,586	45	116,363	205,854			17,844		
	물량	251,857	3	12,217	36,988			2,974		
2010	금액	428,828		269,252	37,440	7,530	101,195			
	물량	239,316		54,584	9,030	753	10,120			
2011	금액	497,747		223,621	73,728		9,760			340
	물량	285,993		22,362	17,701		976			34
평균	금액	346,034	125	374,326	127,171	23,670	53,734	130,600		340
	물량	231,013	8	74,764	22,754	1,704	5,221	21,887		34

자료: 여수광양항만공사(2012)

화물창출효과 (일종의 탄력성 개념) 값이 필요하다. 본 연구에서는 <표 5>~<표 7>의 전체기간에 대한 각 유형별 인센티브 지원 금액(천원)을 각 물동량으로 나눈 값들을 회귀분석한 회귀식의 기울기(계수값)를 효용값(목적함수계수)으로 사용하였다. 이와 같이 구한 목적함수 계수 값은 <그림 1>에 제시되어 있다. 실제 사례분석에서는 단년 자료만 있어 회귀분석이 불가능한 부정기선사의 신규(증가)화물 유형은 제외하였다.

2) 기술계수

각각의 구분된 집단별 예산액은 '처리량 * 인센티브 지원액'의 형태로 고객마다 배분된다. 따라서 여기서는 화물유형이나 종류별 처리량이 기술계수

의 역할을 하게 된다. 앞에서 목적함수 계수인 효용값을 추정하기 위해 회귀 분석한 것과 유사하게

표 7. 항만인센티브 지원 현황

(단위: 천원, TEU)

	회주		포워드	
	지원액	물량	지원액	물량
2006	1,952,870	803,123	648,620	133,061
2007	1,615,610	868,762	369,350	132,423
2008	1,251,780	893,976	321,250	134,308
2009	1,464,450	894,589	337,050	128,884
2010	2,265,074	1,043,355	545,340	167,094
평균	1,709,957	900,761	444,322	139,154

자료: 여수광양항만공사(2012).

전체 기간에 대해 유형별 물동량의 평균값을 기출 계수로 사용하였다. 이와 같이 평균값을 사용한 또 하나의 이유는 항목별 물동량이 2011년에 기록 되지 않은 화물유형이 있지만 인센티브 제도를 전반적으로 분석하기 위해서는 가능한 한 많은 유형에 대한 인센티브지원액이 필요하기 때문이다. 이는 <표 5>와 <표 6>에서 마지막행의 값과 같다.

이러한 기술계수는 기존화물, 신규화물뿐만아니라 항만마일리지 실적(2006년~2010년)의 경우에도 유사하게 추정되었다. 이들은 <표 7>에 제시되어 있다.

3) 우변상수

기본계약식의 우변상수인 집단별 예산액은 2011년 인센티브제도 예산액인 각 집단별 20억원씩을

사용하였다. 기본계약식에 기존의 제도와 비교하고 특정한 유형의 인센티브 지원액이 과도해지는 것을 막기 위한 목적으로 앞에서 열거한 세 가지 정책을 감안하여 각 유형별 인센티브지원액 상한을 구성하였다. 이들은 현행지원액의 실제물동량대비 지원 비율을 반영하여 이 보다 높은 수준에서 설정함으로써 계산노력을 절약하고자 했다.

이에 따라 기존화물의 지원액 상한은 첫 번째 정책에 의거 TEU당 3천원(수출입)과 6천원(환적)을 기준으로 정했다. 또한 두 번째 정책과 같이 신규 또는 화물증가를 유인하기 위한 목적으로 신규(증가)화물 유형에는 TEU당 1만원(수출입)과 2만원(환적)으로 책정하였다. 신규(증가)화물 예산액에 포함되는 연안화물의 경우는 신규(증가) 수출입화물 지

```

! 인센티브 항목별 TEU당 지원액 산정 모형;
! X11 = 외항 수출입 TEU당 지원액;
! X12 = 외항 환적 TEU당 지원액;
! X21 = 피더 수출입 TEU당 지원액;
! X22 = 피더 환적 TEU당 지원액;
! X31 = 부정기 수출입 TEU당 지원액;
! X32 = 부정기 환적 TEU당 지원액;
! X41 = 외항 신규 수출입 TEU당 지원액;
! X42 = 외항 신규 환적 TEU당 지원액;
! X51 = 외항 증가 수출입 TEU당 지원액;
! X52 = 외항 증가 환적 TEU당 지원액;
! X61 = 피더 신규 수출입 TEU당 지원액;
! X62 = 피더 신규 환적 TEU당 지원액;
! X71 = 피더 증가 수출입 TEU당 지원액;
! X72 = 피더 증가 환적 TEU당 지원액;
! X101 = 연안 수출입 TEU당 지원액;
! X111 = 마일리지 화주 수출입 TEU당 지원액;
! X121 = 마일리지 포워드 수출입 TEU당 지원액;
! 단위(1000원);
[Profit] MAX= 1.2340*X11 + 0.4710*X12 + 0.2100*X21 + 0.1620*X22 + 0.3220*X31 + 0.1680*X32
+ 0.1320*X41 + 0.0670*X42 + 0.4640*X51 + 0.2710*X52 + 0.1500*X61 + 0.0590*X62 + 0.1460*X71
+ 0.1000*X72 + 0.0540*X101 + 0.0980*X111 + 0.0450*X121;
! 물동량(단위: 1,000TEU, 1,000원);
[Basic] 860348.9*X11 + 231013.3*X12 + 198596.7*X21 + 22753.9*X22 + 21582.5*X31 +
21887.3*X32 <= 2000000;
[New] 10766.4*X41 + 8.3*X42 + 331315.9*X51 + 74764.2*X52 + 7648.0*X61 + 1703.5*X62 +
16787.7*X71 + 5221.2*X72 + 30763.7*X101 <= 2000000;
[Mileage] 900761 * X111 + 139154 * X121 <= 2000000;
[Value_X11] X11 <= 3;
[Value_X12] X12 <= 6;
[Value_X21] X21 <= 3;
[Value_X22] X22 <= 6;
[Value_X31] X31 <= 3;
[Value_X32] X32 <= 6;
[Value_X41] X41 <= 10;
[Value_X42] X42 <= 20;
[Value_X51] X51 <= 10;
[Value_X52] X52 <= 20;
[Value_X61] X61 <= 10;
[Value_X62] X62 <= 20;
[Value_X71] X71 <= 10;
[Value_X72] X72 <= 20;
[Value_X101] X101 <= 10;
[Value_X111] X111 <= 3;
[Value_X121] X121 <= 6;
END
    
```

그림 1. Lingo LP 모델

원액 상한과 같은 1만원을 사용함으로써 2011년 제도의 6천원수준보다 높은 값을 고려하였다.

그러나 여수광양항만공사(2012)에도 자세한 자료가 없는 항만마일리지의 경우는 세 번째 정책에 따라 전체지원액대비 물량비율을 통해 화주 및 포워드 마일리지 지원액에 대해 실제 평균지원액 수준보다 높은 TEU당 각각 최대 3천원과 6천원으로 책정하였다.

이와 같은 값들을 반영한 Lingo 선형계획모형은 <그림 1>로 제시하였다.

2. 최적해

위의 기본 입력 값들을 모형화하여 LINGO V.11 프로그램으로 최적해를 구하였다. 분석결과 목적함

수값을 극대화하는 최적해가 구해졌다. 미지수인 의사결정변수의 수에 비해 기본제약식이 소수이고 열거한 세 가지 정책적 요인의 중요성 때문에 정책적 상한 값들이 최적해로 많이 나타났다. 그러나 이러한 가운데 몇 가지 의사결정변수값들은 실제 인센티브 제도와 상당히 다른 값을 최적해로 제시 해주었다 (Lingo프로그램의 수행 결과인 <그림 2> 참조). 이러한 값들은 전체 미지수 17개중 5개로 기존 외항수출입화물에 대한 최적지원액(X11)은 0.327천원/TEU, 기존 피더수출입화물의 경우(X21)는 0, 외항증가수출입화물(X51)도 0, 연안화물(X101)은 0.456천원/TEU, 그리고 화주들에 대한 마일리지 지원액(X111)도 1.2934천원/TEU가 최적해로 구해졌다. 이러한 화물유형에서는 기존의 인

```

Global optimal solution found.
Objective value:                20.81690
Infeasibilities:                 0.000000
Total solver iterations:        1

Variable           Value           Reduced Cost
X11                0.3269900      0.000000
X12                6.0000000      0.000000
X21                0.0000000      0.7484761E-01
X22                6.0000000      0.000000
X31                3.0000000      0.000000
X32                6.0000000      0.000000
X41                10.0000000     0.000000
X42                20.0000000     0.000000
X51                0.0000000      0.1175639
X52                20.0000000     0.000000
X61                10.0000000     0.000000
X62                20.0000000     0.000000
X71                10.0000000     0.000000
X72                20.0000000     0.000000
X101               0.4562195      0.000000
X111               1.293435       0.000000
X121               6.0000000      0.000000

Row           Slack or Surplus   Dual Price
PROFIT       20.81690          1.000000
BASIC        0.000000          0.1434302E-05
NEW          0.000000          0.1755316E-05
MILEAGE      0.000000          0.1087969E-06
VALUE_X11    2.673010          0.000000
VALUE_X12    0.000000          0.1396572
VALUE_X21    3.000000          0.000000
VALUE_X22    0.000000          0.1293640
VALUE_X31    0.000000          0.2910442
VALUE_X32    0.000000          0.1366070
VALUE_X41    0.000000          0.1131016
VALUE_X42    0.000000          0.6698543E-01
VALUE_X51    10.000000         0.000000
VALUE_X52    0.000000          0.1397652
VALUE_X61    0.000000          0.1365753
VALUE_X62    0.000000          0.5600982E-01
VALUE_X71    0.000000          0.1165323
VALUE_X72    0.000000          0.9083515E-01
VALUE_X101   9.543780          0.000000
VALUE_X111   1.706565          0.000000
VALUE_X121   0.000000          0.2986048E-01
    
```

그림 2. 최적해

센티브금액이 필요 없거나 더 적은 금액만으로도 원하는 목표를 달성할 수 있는 것으로 해석되었다.

3. 민감도 분석

본 연구 모형에 대한 Lingo 프로그램의 수행결과인 <그림 2>에서 위쪽의 reduced cost(한계비용, 기회비용)값을 살펴보면 X21과 X51만 양수 값을 가지며 나머지는 전부 0의 값을 갖는다. 이는 두변수 값을 각각 한 단위씩 증대시키면 여기 제시된 만큼의 목적함수 값이 줄어들을 나타내기 때문에 이들은 인센티브를 줄 필요가 없는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 실무적으로 고객 간 형평성 때문에 인센티브를 주게 되는 경우라도 가능한 최소한의 금액만이 제시되어야만 할 것이다.

표 8. 최대값

(단위: 천원/TEU)

결정변수	현재최적해	의사결정변수 민감도	
		가능최대값	목적함수값
X011	0.3270	0.3270	20,8169
X012	6.0000	7,2178	20,9870
X021	0.0000	0.0000	20,8169
X022	6.0000	79,2800	29,4587
X031	3.0000	92,6677	44,4804
X032	6.0000	88,4190	30,4618
X041	10.0000	165,7806	34,4753
X042	20.0000	240,963.9	16,151.15
X051	0.0000	0.0000	20,8169
X052	20.0000	20,1877	20,8431
X061	10.0000	257,0298	47,6467
X062	20.0000	1,173,956	77,1757
X071	10.0000	99,9062	28,4986
X072	20.0000	361,8486	46,7771
X101	0.4562	0.4562	20,8169
X111	1.2934	1.2934	20,8169
X121	6.0000	14,3726	21,0669

한편 <그림 2>의 밑에 쪽에 dual price (shadow price)로 표시된 수치를 기준으로 자원의 총량이 늘어날 때 전체목적함수값에 미치는 영향정도인 자원의 그림자가격을 확인해 볼 수 있다. 이를 통해 자원의 그림자 가격이 높은 순서대로 제약조건으로 나타난 각 화물 유형별 최대지원가능액을 증가시킬 경우 1단위당 dual price 수치만큼 목적함수 값이 개선될 수 있다. 다른 변수의 크기에 변화가 없을 때 dual price가 가장 큰 X31(기존 부정기 수출입 물량)에 대한 인센티브 단가를 1단위(1천원)높일 때마다 목적함수 값은 0.2910씩 커진다. 현실적으로는 받아들이기 어렵지만 이론적으로는 X31이 최대 92.6677천원/TEU까지 커질 수 있다. dual price 수치가 두 번째로 큰 X52(외항 증가 환적물량)에 대한 인센티브단가는 단위당 0.1398씩 목적함수 값을 크게 하며 X52값은 최대 20.1877천원/TEU까지 높아질 수 있다. 셋째로 X12(기존 외항 환적물량)에 대한 지원액도 7.2178천원/TEU까지 커질 수 있으며, 이때 dual price에서 제시한 단위당 0.1397씩 목적함수 값을 개선시켜준다. <표 8>에서 다른 변수들에 대한 이론적 최대값도 이와 동일하게 해석할 수 있다.

4. 집단별 최적 예산배분

이와 같은 민감도 분석을 통해 각 20억씩으로 책정된 세 집단예산에 대한 최적배분액을 이론적으로 구할 수 있다. <그림 2>에 제시된 세 예산항목의 dual price를 이용하면 기존 화물집단은 최적해에 비해 10.9742%나 적은 목적함수 값을 얻게 된다. dual price를 기준으로 세 집단예산중 가장 큰 기존화물집단의 예산을 키우고, 나머지 집단예산들을 줄이는 방식으로 계산을 해보면 <표 9>와 같은 결과를 얻을 수 있다. 최종적으로 기존화물 집단예산을 3,706,398(천원), 신규(증가)화물 집단배분예산액을 2,293,602(천원), 그리고 항만마일리지 집단예산을 0원으로 하는 것이 최적이 된다.

표 9. 예산 배분 민감도 분석 및 최적예산배분에서 의사결정변수(DV)값

(단위: 천원, 효용단위, %)

기존화물예산	신규증가화물예산	항만마일리지예산	목적함수값(효용)	목적함수차이	DV	DV값
2,000,000	2,000,000	2,000,000	20.81690	-10.9742%	X011	2,3104
2,706,398	2,293,602	1,000,000	22.23665	-4.9025%	X012	6,000
3,206,398	2,293,602	500,000	22.82754	-2.3755%	X021	0,000
3,000,000	3,000,000	-	23.35910	-0.1022%	X022	6,000
3,100,000	2,900,000	-	23.36248	-0.0878%	X031	3,000
3,200,000	2,800,000	-	23.22244	-0.6867%	X032	6,000
3,300,000	2,700,000	-	23.36925	-0.0588%	X041	10,000
3,500,000	2,500,000	-	23.37601	-0.0299%	X042	20,000
3,700,000	2,300,000	-	23.38278	-0.0009%	X051	0,000
3,705,000	2,295,000	-	23.38295	-0.0002%	X052	20,000
3,706,000	2,294,000	-	23.38298	-0.0001%	X061	10,000
3,706,398	2,293,602	-	23.38300	0.0000%	X062	20,000
4,000,000	2,000,000	-	23.28875	-0.4031%	X071	10,000
4,100,000	1,900,000	-	23.09594	-1.2276%	X072	20,000
4,200,000	1,800,000	-	22.87690	-2.1644%	X101	10,000
4,300,000	1,700,000	-	22.65775	-3.1016%	X111	0,000
4,400,000	1,600,000	-	22.40102	-4.1995%	X112	0,000

이는 전체예산의 61.77%를 기존집단에, 나머지 38.23%를 신규(증가)집단에 투여할 때 최대 목적 함수 값 23.383을 얻어 기존 배분방법에 비해 목적 함수 값을 12.327%나 개선시킬 수 있다. 따라서 집단별 예산배분이 최적화되면 동일한 예산으로 인센티브제도가 추구하는 효용 내지 화물유인효과를 개선시킬 수 있을 것으로 해석 할 수 있다.

VI. 결론

본 연구에서는 광양항의 2011년 항만인센티브 제도를 경영과학의 선형계획법을 이용하여 검증하고 재설계하였다. 기존 각 항만의 항만인센티브 제도들은 효과에 대한 고려가 부족한 채로 경쟁항만의 전략을 모방하는 방식으로 제도를 개편해 왔

다는 문제점을 안고 있다. 이러한 문제는 광양항 뿐만아니라 부산항 및 인천항 등도 대동소이하다.

이와 같은 상황에서 본 연구는 항만 인센티브제도가 의도하는 대로 화폐적 지원을 통한 새로운 고객 유인 및 기존고객 처리량증대를 위해 경영과학모형을 통해 체계적인 지원액을 산정하였다는 점에서 큰 의의가 있는 것으로 판단된다. 추가적으로 다음과 같은 시사점을 제시할 수 있다.

첫째, 현행 항만의 인센티브제도에서 부여하는 인센티브지원을 없애거나 최소화하는 것이 타당한 유형들이 여러 개 있음을 확인하였다. 예를 들어, 기존 외항수출입화물(X11)에 대한 지원은 낮추고, 기존 피더수출입화물(X21)과 증가 외항수출입화물(X51)은 지원이 필요하지 않음을 확인 하였다. 또한 연안화물에 대한 지원(X101)도 과도하며, 화주

들에 대한 마일리지지원액(X111)도 낮추는 것이 타당할 것임을 확인하였다.

둘째, 위에서 제시한 유형들 외에는 현행수준의 인센티브지원액이 부족한 것으로 분석되어 이를 높이는 방안도 고려되어야 할 것이다.

마지막으로, 2011년 기준 인센티브제도의 집단별 예산배분액은 최적해와 많이 차이가 나며 최적해에서는 전체예산의 61.77%는 기존 처리화물집단에, 나머지 38.23%는 신규(증가)화물 집단에 배분하고, 항만마일리지제도는 없애거나 최소화하는 것이 효과적인 것으로 나타났다.

본 연구는 계량적 인센티브설계와 관련된 첫 번째 연구로 선형계획모형을 통해 항만인센티브 제도를 평가하고 최적제도를 설계하고자 하였으나 더 나은 연구결과를 위해 보완되어야 할 것들이 있다.

먼저 LP분석을 위해서는 특히 입력자료값을 정확하게 산정하는 것이 매우 중요하다. 이를 위해서는 구체적인 많은 자료가 필요하나 현실적으로 이들 자료에 접근하기 어려워 여수광양항만공사(YGPA)에서 수행하여 홈페이지에 정보 공개된 2012년 용역 보고서 자료를 사용하는데 그쳤다. 추후 최신의 자세한 자료를 이용한 분석이 필요할 것이다.

또한 분석과정에서 참고할 선행연구가 없어 집단별 예산제약 외에 정식화에 포함할 제약조건을 구축하기가 어려웠다. 이에 현실적 문제를 해결하기 위한 세 가지 정책을 반영하여 유형별 인센티브 지원액의 가능한 수준을 제한하고 이를 민감도 분석을 통해 확인하는 절차를 사용하였다. 향후 연구를 통해 민감도분석과 더불어 상황에 맞는 기본제약을 추가하는 더욱 완벽한 모형수립 및 연구를 고민해야 할 것이다.

참고문헌

길광수(2011), "광양항 인센티브제도 개편의의와 향후 정책방향," 『해양수산』, 제1호, 16-37.
 김승섭(2009), "기획점검: 항만 인센티브 지급현황과 문제

점: "경쟁적인" 항만 인센티브 "치킨게임" 우려된다", 『해양한국』, 12월호, 34-37.
 김철민·하영신·장병기(2011), "환적항 관계지속의도 결정요인 및 항만인센티브제도의 조절효과 분석: 부산항 이용선사를 중심으로", 『국제상학』, 제26권 제3호, 67-90.
 성숙경·박병인(2013), "항만 인센티브 배분방법 설계: 광양항을 중심으로", 『한국항만경제학회』, 제29권 제2호, 1-17.
 여수광양항만공사(2012), "광양항 인센티브제도 개선 연구", (<http://www.ygpa.or.kr>)
 원양연·김도근(2013), "부산항·광양항 인센티브제도의 문제점", 『한국항만경제학회지』, 제29권 제1호, 23-45.
 원양연·박경희·김정열(2013), "항만 인센티브 제도의 새로운 접근", 『한국지역경제연구』, 제24호, 71-90.
 유주영·정태원(2009), "우리나라 주요항만의 인센티브 정책에 관한 연구", 『한국항만경제학회 2009 공동 학술대회논문집』, 122-123.
 하명신·김철민·장병기(2011), "항만 인센티브제도의 효과에 대한 정량적 분석: 부산항을 중심으로", 『한국항만경제학회지』, 제27권 제2호, 355-372.
 Frankel, E.G.(1987), *Port Planning and Development*, John Wiley & Sons, Inc.
 Hsua, C.-I. and Hsieh, Y.-P. (2007), "Routing, ship size, and sailing frequency decision-making for a maritime hub-and-spoke container network," *Mathematical and Computer Modelling*, Vol.45, 899-916.
 LINDO System(2015), *LINGO - The Modeling Language and Optimizer*, The Lindo Systems Inc.
 Park, B.-I., Min, H., and Sung, S.-K.(2015), "A game theoretic approach to determining the preferential berthing charges of ocean carriers," *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, Vol.7 No.1, 68-88.
 Park, B.-I., S.-K. Sung, and H. Min(2009), "A Game-theoretic Volume Discount Model in Global Maritime Logistics," *23rd European Conference on Operational Research*, Bonn, July 5-8, 50.
 Stenvert, R. and Penfold, A.(2004), *Marketing of Container Terminals*, Ocean Shipping Consultants.

항만 인센티브 예산의 합리적 배분방법

박병인

국문요약

우리나라 여러 항만들에서 활용중인 항만인센티브제도는 경쟁항만과의 가격경쟁력을 높이는 마케팅 도구로 활용되고 있다. 그러나 각 항만은 보다 정밀한 제도의 설계보다는 경쟁항만의 제도에 대한 즉각적이며 단편적인 모방대응전략을 주로 사용하고 있다. 또한 고객·화물 집단별예산도 이론적 검증 없이 배분되었기 때문에 제도의 효과에 대한 정밀한 분석과 제도의 재설계가 요구되고 있다. 본 연구는 선형 계획모형으로 항만인센티브제도를 모형화하고, 광양항을 대상으로 사례분석 하였다. 광양항에 대한 분석 결과 기존의 정성적인 방식의 인센티브제도 설계만으로는 이론적으로 미흡한 것으로 분석되었으며, 각 유형 마다 인센티브의 효과 유무 또는 과부족 여부도 확인되었다. 인센티브제도의 전체 예산중 마일리지 예산은 최소화하고 기존화물 집단예산에 61.77%, 그리고 신규(증가)화물 집단예산에 38.23%씩 배분하는 것이 더욱 합리적인 것으로 나타났다. 추후연구에서는 본 연구과정에서 제기된 정확한 모형 구축에 필요한 충분한 기초자료에 대한 접근과 인센티브 제도를 더욱 정확하게 파악할 수 있는 제약조건 등이 대한 보완되어야만 할 것이다.

주제어: 항만인센티브제도, 선형계획법, 예산배분, 최적해