

게임모형을 이용한 두 항만간 가격경쟁에 관한 연구

김태기* · 박계각**

An Analysis of Price Competition between Two Ports using Game Model

Tae-Gi Kim · Gyei-Kark Park

목 차

- | | |
|--------------|----------------------------|
| I. 서론 | IV. 특정위치의 화주들을 대상으로 한 가격경쟁 |
| II. 선행연구의 검토 | V. 두 항만간에 분포된 화주들에 대한 가격경쟁 |
| III. 기본 모형 | VI. 결론 |

Key Words: Port Price, Game Model, Port Service Quality, Port Demand Function, Utility Function

Abstract

This study analyzes price competition between two ports theoretically using a game model. We considered two cases: in Case I, consignors are located in a given position, and in Case II, consignors are distributed uniformly between two ports. The results are as follows. In Case I, the higher consignors' preferences for quality are, the more two ports' prices increase. As the locations of consignors are closer to Port H, the price of Port H increases and that of the low quality port (Port L) decreases. In addition, when transportation cost increases, the price of Port L decreases and the price of Port H tends to increase. If the quality of Port H improves, the price of the port H increases but the price of Port L is not clearly determined. In Case II, the higher consignors' preferences for quality are, the more two ports' prices increase. As transportation cost increases, the prices of both ports decrease but the price of Port L decreases twice as fast as that of Port H. In addition, if the quality of Port H improves, the price of Port H increases but the price of Port L decreases when transportation cost is high.

▷ 논문접수: 2009.07.28 ▷ 심사완료: 2009.08.24 ▷ 게재확정: 2009.09.01

* 전남대학교 경제학부 교수, tgkim@chonnam.ac.kr, 062)530-1455, 대표집필

** 목포해양대학교 해상운송시스템학부 교수, gkpark@mmu.ac.kr, 061)240-7164, 교신저자

I. 서론

해상운송에 컨테이너선이 투입되면서 그 크기가 지속적으로 대형화되어 왔으며, 세계 경제의 지속적인 성장에 힘입어 1980년대 후반부터 그 대형화가 가속화되었다. 이는 일회의 운항에 더 많은 컨테이너를 운송함으로써 컨테이너 단위당 수송원가를 줄이어 규모의 경제를 이루고, 나아가 기항하는 항만의 수를 줄임으로써 항만이용 비용을 감소시키게 되었다. 이러한 세계 해운물류환경의 변화에 따라 초대형컨테이너선을 기항시키기 위해 중심항만(Hub Port) 선점 등의 항만간 경쟁이 치열하게 전개되어 왔으며, 더불어 항만간 경쟁력 분석 및 항만 경쟁력 제고를 위한 다양한 연구가 수행되어 왔다.

항만경쟁에 관한 연구로, 이석태와 이철영(1993) 및 전일수(1994)는 항만입지, 항만시설, 항만 서비스 수준, 항만물류비용, 항만서비스 환경 등의 평가요소를 설정하여 항만별 종합적인 경쟁력을 평가하였으며¹⁾, French(1979), Willingale(1981), Slack(1985), Murphy(1992), 김울성의 2명(2005), Chang외 2인(2008), Tongzon(2009) 등은 해운선사 및 화주의 항만선택요인을 추출하여 이들 요인과 항만선택과의 관계를 분석하였다.

한편, 항만 서비스 가격을 이용한 항만경쟁에 관한 연구로, 정봉민(1994), 조진행(2001, 2002), 길광수(2002), 김형태(2002) 등은 항만요율을 산정하는 모형을 수립하여 세계 주요항만별 항만요율을 산정하여 비교함으로써 항만경쟁력을 평가하였다.

이상의 연구들은 운영중인 항만의 실태에 따라 평가요소의 속성치가 주어져 항만경쟁력이 평가되거나, 평가요소와 항만경쟁력과의 관계분석에 국한되어 있으므로, 경쟁항만간에 화주를 많이 유치하기 위한 가격조정 등을 통한 항만간 경쟁관계를 분석할 수 없다는 문제점이 있다.

한편, 항만경제학 분야에서 게임이론을 이용한 연구로는, Yang(1999)은 해운회사와 화주간에 경쟁하는 게임모형을 이용하여 항만관리 정책과 해운회사, 화주간의 관계를 설명하였으며, C.M. Anderson 외 5명은 등(2008)은 경쟁 항만간에 항만에 대한 투자여부와 그 때의 두 항만의 이윤에 대해 게임이론을 이용하여 분석하였다.

이러한 다양한 연구에도 불구하고, 아직까지 항만의 최적대응 가격을 이용한 항만간 경쟁에 대한 연구사례는 전무한 실정이다. 그래서 본 논문에서는 일정거리 떨어진 두 항만이 차별화된 서비스 품질을 가지고 두 항만사이에 분포한 화주를 대상으로 최적가격을 이용하여 경쟁하는 게임모형을 수립하여 두 항만간 가격경쟁에 대하여 분석하고자 한다.

구체적인 연구 방법으로는, 먼저 두 항만만 경쟁모형과 화주의 효용함수를 정의하고 화주의 항만선택 메커니즘을 분석하고자 한다. 다음에 두 항만사이에 고품질 서비스 제

1) 항만평가요소의 속성치를 구하여 퍼지적분(Fuzzy Integral)과 다속성효용함수(Multi-attribute utility)를 각각 이용하여 세계 주요 컨테이너 항만의 경쟁력을 평가하였다.

공 항만을 선호하는 고가화물 화주와 저품질 서비스 제공 항만을 선호하는 저가화물 화주가 두 항만사이의 특정위치에 밀집되어 있는 경우와 두 항만사이에 균일하게 분포하고 있는 경우로 분류된 게임모형에서 내쉬균형(Nash Equilibrium)에 의해 두 항만의 최적대응 가격을 각각 구하고자 한다. 마지막으로 외생변수인 화주들의 항만서비스에 대한 선호도, 항만으로부터 화주까지의 거리, 운송비, 양 항만의 서비스 품질수준 등의 변화가 두 항만의 가격결정에 어떠한 영향을 미치는가를 분석하고자 한다.

II. 선행연구의 검토

1. 가격을 이용한 항만 경쟁력에 대한 연구

항만물류서비스에 대해 지불하는 항만요율을 이용한 항만가격 결정에 관한 기초연구로, 먼저 Jan and Dan(1982)은 대기행렬모형을 이용하여 선박과 화물의 대기시 추정된 기회비용과 항만서비스 생산 비용을 합한 사회적 한계비용을 기준으로 항만요율을 결정하는 방안을 제시하였으며, 정봉민(1994)은 사회적 한계비용을 이용하여 부산항 컨테이너전용부두의 항만요율을 추정하여 주요 외국항만의 요율과 비교분석하였다. 또한, 조진행(2001)은 입출항, 선석이용 및 화물처리 등의 항만 서비스 생산에 관련된 항목으로 구성된 항만요율구조모형을 이용하여 서비스 이용자부담 원칙에 입각한 원가회수 요율결정방식을 제안하고, 매년 항만요율을 조정할 수 있는 항만요율변경모델(Port Tariff Trigger Model)을 제시하였다.

한편, 항만요율을 이용한 항만간 경쟁력 분석에 대한 연구로, 조진행(2002)은 아시아 국가내의 표준화된 항만요율구조모형을 제시하고, 이 모델을 토대로 1,100 TEU 및 3,000TEU급 컨테이너선에 대한 아시아 각국 항만의 항만요율을 산정하여 상호 비교하여 경쟁력을 평가하였다. 또한 길광수(2002)는 항만의 국제 경쟁력의 중요한 요소로 컨테이너항만 터미널 이용료를 선정하고, 시설사용료 및 관련 서비스료, 하역보관료 등의 요율산정 항목을 이용하여 우리나라를 비롯한 아시아 주요국가의 컨테이너 항만의 터미널 이용료를 산출한 후 항만간 경쟁력을 비교분석하였다. 더불어, 김형태(2002)는 컨테이너 표준모선을 이용하여 상해항과 부산항의 항만요율 구한 후 그 수준을 비교하여 두 항만간 경쟁력을 분석하였다.

항만요율에 관한 실증연구로, 박계각과 김태기(2006, 2008)는 세계주요 컨테이너 항만에 대하여 항만서비스의 수요변수인 처리물동량, GDP 및 무역량과 항만요율과의 관계를 분석하고, 항만서비스의 공급변수인 크레인수, 선석수, 선석길이, 터미널면적 및 컨테이너장치용량과 항만요율과의 관계를 분석하였다.

이상과 같이 항만요율을 이용한 가격결정 및 항만경쟁력 분석에 대한 다수의 연구사

례가 있으나, 한계비용을 이용한 가격결정이거나 항만에서 채택한 항만요율의 수준비교에 의한 항만간 경쟁력 비교에 그치고 있어, 현실적으로 발생하고 있는 경쟁항만의 상태와 반응을 고려한 항만간 가격경쟁에 대해 분석할 수 없다는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 화주의 상태와 경쟁항만의 거동을 고려하며 가격경쟁하는 상황을 게임모형을 이용하여 분석하고자 한다.

2. 항만선택에 관한 연구

항만의 경쟁력이 높으면, 많은 화주로부터 항만이 선택되어 많은 물동량을 유치할 수 있으므로, 항만선택의 문제는 항만 경쟁력의 문제와 관련성이 깊다. 그러므로 본 연구에서는 항만선택에 대한 연구 중 항만요율을 항만선택의 한 요인으로 다룬 연구사례에 대하여 살펴보고자 한다.

항만선택의 연구사례로, 먼저 French(1979)는 항만요율을 항만선택의 내생적 요인의 하나로 다루었으며, Willingale(1981)은 유럽지역의 선사를 대상으로 하는 항만선택의 요인 분석에서 항만요율을 항만선택 결정요인의 하나로 제시하였다. 또한, Slack(1985)은 미국과 캐나다의 화주 및 운송업자를 대상으로 항만요율의 일종인 항만비용을 컨테이너 선박의 기항지 선택요인의 하나로 제안하였으며, Murphy, Daley and Dalenberg(1992), Murphy and Daley(1994)는 전세계 항만당국 및 미국선사를 대상으로 화물운송업자와 선주의 항만선택 요인이 차이가 있음을 제시하며, 항만요율의 일종인 화물처리비용이 이들의 항만선택 결정요인의 하나임을 제시하였다. 더불어, 김율성의 2인(2004)은 국내의 주요 해운회사를 대상으로 항만선택요인에 대한 선호도 자료를 조사한 후, 요인분석을 통하여 항만요율을 포함한 요인들이 항만선택에 어느 정도 영향을 미치는가를 실증분석 하였다. 그 결과, 항만시설, 항만요율, 서비스 및 항만마케팅 등 내적 요인중 항만요율의 항만선택에 대한 중요도가 5.0점 만점에 3.3으로 가장 높게 나왔다.

한편, Young-Tae의 2명(2008)은 정기선사와 피더선사(Feeder service providers)의 항만선택에 영향을 주는 요인의 조사분석에서 항만요율이, 육상과의 연계성, 서비스 신뢰도, 항만위치, 선석 가용성과 더불어 1차적인 중요 요인이며, 항만선택시 중요도는 5.0 만점에 3.7로 분석되었다. Jose L. Tongzon(2009)은 화물운송업자의 항만선택요인을 효율성, 선박운항편수, 충분한 인프라, 항만위치, 항비, 항만이용자의 요구에 대한 신속한 대응능력, 화물안전성 등 7개를 제시하였으며, 이중 항만요율에 해당되는 항비가 항만선택에 영향을 주는 순위가 5위임을 제시하였다.

이상의 연구들은 화주, 화물운송업자 및 선사가 항만을 선택할 경우 고려하는 요인을 추출하거나, 그 요인과 화주의 항만선택과의 관계를 분석하는데 국한되어 있으므로,

두 항만이 경쟁상황에 있을 때 화주나 운송업자화주나항을 고려하여 어떠한 항만선요율 즉, 항만 항으로 인과하고, 항만 항이 항만선택에 어떠한 영향을 주는지를 파악할 수 없다는 문제점이 있다.

3. 게임모형을 이용한 항만관련 연구

항만 경제학 분야에서 게임이론을 이룬 최초의 논문으로, Yang(1999)의 해운시장 균형 반응에 의한 컨테이너 항만 정책의 분석에 관한 연구가 있다. 이 연구에서는 해운 회사를 선도자(Leader), 화주를 추종자(Follower)로 하는 Stackelberg 게임모형을 이용하여 항만요율 변화에 따라 국제무역 컨테이너 화물의 흐름을 시뮬레이션하고, 게임모형 시뮬레이션에 의해 항만관리 정책과 해운회사 및 화주간의 관계를 설명하고 있다. 한편, 항만간 경쟁을 게임이론을 이용하여 분석하고자 하는 연구로는, Anderson et al.(2008)에 의한 항만시설투자자와 항만의 이윤에 대해 분석한 연구가 있다. 이 연구에서는 먼저 부산항과 상해항을 대상으로 기항선박의 회항시간 단축을 위한 시설투자여부, 갠트리 크레인에 대한 추가적인 투자 여부 등의 시나리오에 따라 두 항만이 이득을 보기 위해서 취할 수 있는 최적대응 전략 즉, 투자해야 할 것인가 하지 말아야 할 것인가를 내쉬균형을 통하여 분석하였다. 또한, 부산항이 부산신항의 건설여부, 상해항이 양산항의 건설여부가 두 항만의 연간 신규시설투자에 대한 순비용의 변동 시 상호 이득이 되는 균형점에 대하여 분석하였다.

이상의 연구사례에도 불구하고 화주를 유치하기 하기 위해 항만간에 항만가격을 이용하여 최적대응하는 항만간 가격경쟁에 대한 연구사례는 없는 실정이다.

Ⅲ. 기본 모형

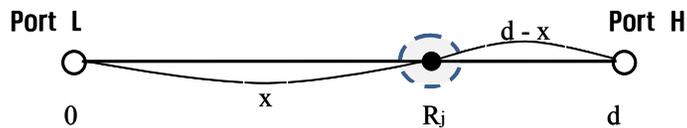
1. 화주들의 효용함수

국제 간선 항로상에 있는 여러 국가의 화주유치를 위해 서비스 품질이 다른 두개의 중심항만이 경쟁하거나, 혹은 한 국가내에 있는 화주의 유치를 위해 서비스 품질이 다른 두개의 항만이 경쟁할 경우, 항만 서비스 품질에 대한 화주들의 선호도, 화주와 항만간의 거리, 화주로부터 항만까지 화물 운송비 및 항만간 서비스 품질수준 차이를 고려하여 두 항만이 어떻게 최적대응 가격을 결정하는가를 분석하고자 한다. 선주 등 화주가 아닌 다른 주체가 항만을 선택할 권리를 갖는다고 하더라도 이들이 여전히 항만 이용료와 품질을 고려하여 항만을 선택한다면, 모형은 달라지지 않는다.

먼저, 두 항만은 <그림 1>처럼 거리 d 만큼 떨어져 있으며, 두 항만이 제공하는 서

비스 품질은 서로 다르다고 가정한다. 즉, 한 항만은 고품질 서비스를 제공하고, 다른 항만은 상대적으로 낮은 서비스를 제공하며, 고품질 항만은 효율이 높고, 저품질 항만은 효율이 낮다. 고품질 서비스를 제공하는 항만을 Port H, 저품질 서비스를 제공하는 항만을 Port L이라 하고, Didier(2000)의 연구에서 이용된 Hotelling 게임모델처럼 항만 이용자인 화주는 항만 L과 H의 직선상에 위치하며, L과 H 중 하나의 항만을 이용한다고 하자. 그리고 R_j 에 위치한 화주들 중에는 고품질 서비스 항만을 선호하는 고가제품 화주와 저품질 서비스 항만을 이용해도 되는 저가제품 화주들이 다양하게 혼재하고 있다고 가정한다.

<그림 1> 두 항만사이의 화주 대상의 경쟁모형



화주는 두 항만 중 효율이 높은 쪽 항만을 선택하여 이용하며, 항만 이용의 효율이 0보다 작으면 항만을 이용하지 않는다. 특정 지점 R_j 에 있는 화주들의 효율함수는 식 (1)과 같다.²⁾

$$U(J_i) = J_i \cdot q - p \tag{1}$$

여기서, q 는 항만이 제공하는 단위 서비스의 품질이며, p 는 단위 서비스 가격, J_i 는 i 번째 화주이며, 가장 낮은 서비스 품질을 선호하는 화주는 0, 가장 높은 서비스 품질을 선호하는 화주를 b 라고 하고, 전체 화주들은 $[0, b]$ 의 일양분포(Uniform distribution)를 따르는 것으로 가정한다.

화주마다 항만 서비스에 대한 선호도가 서로 달라서 높은 서비스를 선호하는 화주는 높은 가격을 지불하더라도 항만 H를 이용하고, 낮은 서비스를 개의하지 않는 화주들은 낮은 가격을 지불하는 항만 L을 이용할 것이다. 즉, 고가화물 화주는 서비스 품질이 높은 H항만을 선택하고, 저가화물 화주는 서비스 품질이 낮은 항만 L을 선택할 것이다.

본 논문에서는 화주가 <그림 1>의 R_j 와같이 두 항만 사이의 한 곳에 밀집한 경우와 화주가 두 항만 사이에 균등하게 분포한 경우 등 2가지로 분류하여 두 항만간 가격경

2) 이는 Wauthy (1996), Belouqui and Usategui(2005)가 이용한 효율함수와 같다.

쟁을 분석하고자한다. 가격경쟁의 분석에는 완전정보(Perfect and Complete Information)를 가정한 1단계 게임(One-stage game)을 이용한다.

2. 화주들의 항만선택

<그림 1>에서처럼 항만 L로부터 x 만큼 떨어진 공업단지 R_j 에 밀집해 있는 화주들은 두 항만 중 효용이 더 높은 하나를 선택한다. 효용함수는 앞의 식 (1)에 의해 주어지므로 항만 H를 이용하는 화주의 효용함수 $U(q_H, p_H)$ 와 항만 L을 이용하는 화주의 효용함수 $U(q_L, p_L)$ 은 각각 다음과 같다.

$$U(q_H, p_H) = J_i \cdot q_H - (p_H + (d - x)t) \quad (2)$$

$$U(q_L, p_L) = J_i \cdot q_L - (p_L + xt) \quad (3)$$

여기서 p_H, p_L 은 항만 H와 항만 L의 가격이고, q_H 와 q_L 은 항만 H와 항만 L의 서비스 품질이며, d 는 두 항만간의 거리, x 는 항만 L로부터 화주들이 위치한 지역 R까지의 거리, t 는 단위 거리당 운송비이다.

화주들의 항만 서비스에 대한 선호도가 $[0, b]$ 의 일양분포에 따르는데, 화주들이 각각 어느 항만을 이용하는가를 구분하기 위해 두 항만 중 어느 항만을 이용하든 효용이 같아지는 한계 화주(Marginal consignor)를 J_{LH} 라고 하자. J_{LH} 의 화주는 $U(q_H, p_H) = U(q_L, p_L)$ 이므로, 식 (2)와 (3)의 J_i 대신 J_{LH} 를 대입하여 정리하면,

$$J_{LH} = \frac{p_H - p_L - (2x - d)t}{q_H - q_L} \quad (4)$$

이다.

또 화주들 중에는 항만 L도 이용할 수 없는 화주들이 있다. 즉, 항만 L을 이용하는 효용이 0인 한계 화주를 J_L 라고 하면, 이 화주는 $U(q_L, p_L) = 0$ 이므로 위의 식 (3)의 J_i 대신 J_L 을 대입하여 정리하면,

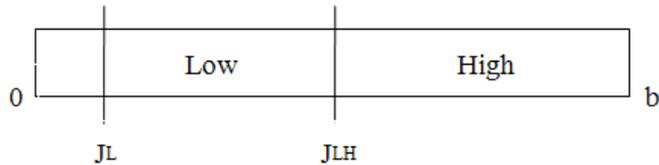
$$J_L = \frac{p_L + xt}{q_L} \quad (5)$$

이다. 화주 J_L 의 항만이용 효용은 0이므로 항만 서비스에 대한 선호도가 J_L 보다 낮은

화주들은 항만을 이용하지 않게 된다.

이를 그림으로 정리하면 <그림 2>와 같다. R지역에 위치한 화주들 중에서 J_{LH} 이상의 화주들은 항만 H를 이용하고, J_L 과 J_{LH} 사이에 있는 화주들은 항만 L을 이용하며, J_L 이하의 화주들은 항만을 이용하지 않는다. 즉, 그림에서 Low는 저품질 서비스 항만 L을 이용하는 화주를 나타내며, High는 고품질 서비스 항만 H를 이용하는 화주를 의미한다.

<그림 2> 특정 x 위치에 밀집한 화주들 분포



모형의 일반화에 대한 제약을 최소화하면서 분석의 단순화를 위해 다음과 같이 가정한다.

- ① 모형에서 거리 $d=1$ 로 한다. x 와 d 가 모두 두 항만 간 거리에 영향을 주는 변수인데, 전체 거리보다는 두 항만간의 거리인 x 가 중요한 의미를 갖기 때문이다.
- ② $q_L=1$ 로 한다. 두 항만간 품질의 상대적 차이가 중요한 의미를 갖기 때문에 L항만의 품질 q_L 을 기준값으로 이용한다.
- ③ 그러므로 관심이 있는 외생변수는 b, t, x, q_H 이다. b 는 화주들의 항만서비스에 대한 선호도의 크기, t 는 운송비, x 는 저품질 항만에서 화주까지의 거리, q_H 는 항만 H의 서비스 품질이다.

IV. 특정위치의 화주들을 대상으로 한 가격경쟁

1. 두 항만 간의 가격경쟁

화주들이 <그림 2>에서와 같이 특정위치에 밀집되어 있다고 하자. 즉, R_j 지점 화주

들 중 항만 H와 L을 이용하는 화주는 각각 <그림 2>에서 High와 Low에 해당하므로, 항만 H와 항만 L의 수요함수 $D_{R_j,H}$, $D_{R_j,L}$ 를 구하면 다음이 된다.

$$D_{R_j,H} = \frac{1}{b} \left[b - \frac{p_H - p_L - (2x-1)t}{q_H - 1} \right] \quad (6)$$

$$D_{R_j,L} = \frac{1}{b} \left[\frac{p_H - q_H p_L - ((q_H + 1)x - 1)t}{q_H - 1} \right] \quad (7)$$

분석의 편리를 위해, 두 항만은 차별화된 서비스를 생산하는 데 추가비용이 들지 않고 서비스 생산 시 고정비용만 든다고 가정한다. 이 고정비를 각각 c_H , c_L 로 두고 식 (6), (7)의 수요량을 이용하여 두 항만 이윤함수 $\Pi_{R_j}^H$, $\Pi_{R_j}^L$ 를 구하면 다음이 된다.

$$\Pi_{R_j}^H = \frac{1}{b} \left[b - \frac{p_H - p_L - (2x-1)t}{q_H - 1} \right] \cdot p_H - c_H \quad (8)$$

$$\Pi_{R_j}^L = \frac{1}{b} \left[\frac{p_H - q_H p_L - ((q_H + 1)x - 1)t}{q_H - 1} \right] \cdot p_L - c_L \quad (9)$$

두 항만이 활성화를 위해 항만시설 사용료나 하역료 등의 항만 서비스 가격을 변화시켜 화주를 유치하는 하는 것은 일반적이며 이에 대한 특별한 구속이 없는 경쟁이므로, 비협조적게임(Non-cooperative game)이라 할 수 있다. 이 비협조적 게임의 해 (Solution) 즉, 두 항만이 상호이득을 위해 동시에 취할 수 있는 최적대응(Best response) 가격은 내쉬균형(Nash Equilibrium)을 이용하여 구할 수 있다. 내쉬균형점은 두 경기자자 다른 어떠한 전략을 선택하는 것보다 각각 보수(Payoffs)가 큰 경우의 두 경기자 전략의 조합(Strategy profile)이므로,³⁾ 두 항만의 가격경쟁에서는 각각의 이윤함수를 최대화함으로써 내쉬균형점인 두 항만의 최적대응 가격을 구할 수 있다.

두 항만의 최적대응 가격 p_H^* , p_L^* 을 내쉬균형을 이용하여 구하기 위해 식 (8), (9)를 p_H 와 p_L 에 관하여 각각 미분하여 정리하면 다음이 된다.

$$p_H^* = \frac{1}{2} [b(q_H - 1) + p_L + (2x - 1)t] \quad (10)$$

$$p_L^* = \frac{1}{2q_H} [p_H - (2x - 1)t - xt(q_H - 1)] \quad (11)$$

3) 왕규호, 조인구, 게임이론, 박영사, 2006, pp.3-66.

식 (10), (11)을 이용하여 두 항만의 최적대응 가격 p_H^* , p_L^* 을 구하면,

$$p_H^* = \frac{2b(q_H - 1)q_H}{4q_H - 1} + \frac{t[(3x - 2)q_H - (x - 1)]}{4q_H - 1} \quad (12)$$

$$p_L^* = \frac{b(q_H - 1)}{4q_H - 1} - \frac{t(2xq_H - 1)}{4q_H - 1} \quad (13)$$

이다. 항만 H와 L의 최적 가격은 화주들의 항만서비스에 대한 선호도, 항만으로부터 화주까지의 거리, 운송비, 양 항만의 서비스 품질수준에 의해 결정됨을 보여준다.

2. 항만 가격의 변화

외생변수의 변화가 두 항만의 가격에 미치는 영향을 알아보자. 먼저 화주들의 항만서비스에 대한 선호도의 변화가 두 항만의 가격결정에 미치는 영향을 알아보자. 이를 위해 식 (12)와 (13)을 b 에 관해 미분하면 다음이 된다.

$$\frac{\partial p_H^*}{\partial b} = \frac{2q_H(q_H - 1)}{4q_H - 1} > 0 \quad (14)$$

$$\frac{\partial p_L^*}{\partial b} = \frac{(q_H - 1)}{4q_H - 1} > 0 \quad (15)$$

식 (14)와 식 (15)에서 보듯이, $\frac{\partial p_H^*}{\partial b} > 0$, $\frac{\partial p_L^*}{\partial b} > 0$ 이므로, 이는 b 가 커질수록, 즉 화주들의 품질 서비스에 대한 선호도가 커질수록 두 항만의 가격이 높아짐을 말해준다. 다만, 계수의 크기를 보면, 화주들의 항만 서비스에 대한 선호도가 증가하면, 고품질 항만의 가격(p_H^*)이 저품질 항만의 가격(p_L^*)보다 2배 이상 빠르게 증가함을 알 수 있다.

다음으로 화주들의 지리적 위치가 항만의 가격결정에 미치는 영향을 알아보자. 식 (12)와 (13)을 x 에 관해 미분하면,

$$\frac{\partial p_H^*}{\partial x} = \frac{3q_H - 1}{4q_H - 1} > 0 \quad (16)$$

$$\frac{\partial p_L^*}{\partial x} = -\frac{2tq_H}{4q_H - 1} < 0 \quad (17)$$

이다. 이는 x 가 커질수록, 즉 화주들의 위치가 고품질 항만쪽에 가까울수록 고품질 항만의 가격은 올라가고, 저품질 항만의 가격은 떨어짐을 말해준다.

또한 운송비의 크기가 항만의 가격결정에 미치는 영향을 알아보자. 식 (12)와 (13)을 운송비 t 에 관해 미분하면,

$$\partial p_H^* / \partial t = \frac{-(2q_H - 1) + x(3q_H - 1)}{4q_H - 1} \quad (18)$$

$$\partial p_L^* / \partial t = \frac{-(2xq_H - 1)}{4q_H - 1} \quad (19)$$

이다. 식 (18)과 (19)에서 분모는 항상 양(+)이므로 분자의 크기에 의해 부호가 결정된다.

그런데 특정 지역 x 의 화주들이 두 항만을 이용하기 위해서는 $J_L < J_{LH}$ 조건을 만족시켜야 한다. 식 (4)와 (5)로부터 $d = 1$ 일 때, $J_L < J_{LH}$ 이 되는 t 의 조건은

$$t < \frac{(p_H q_L - p_L q_H)}{(q_H x + q_L x - q_L)} \quad (20)$$

이다. 이 식에 최적 가격의 식 (12)와 (13)을 대입하면, 운송비의 범위는

$$t < \frac{q_H - 1}{2xq_H - 1} \quad (21)$$

이 된다.⁴⁾ 이는 운송비가 식 (21)의 조건에서만 화주들이 두 항만을 이용함을 말해준다. 또한 운송비는 0보다 커야 하므로 분모의 값이 양(+), 즉 $x > \frac{1}{2q_H}$ 의 조건을 충족해야 한다.

화주들이 두 항만을 이용하기 위한 조건이 $x > \frac{1}{2q_H}$ 이므로 식 (19)에서 $\partial p_L^* / \partial t < 0$ 임을 알 수 있다. 이는 운송비가 올라가면 저품질 항만의 가격이 낮아짐을 말해준다. 그러나 식 (18)의 $\partial p_H^* / \partial t$ 의 부호는 불확실하다. 다만, q_H 가 주어졌다고 가정하면, x 가 클수록 $\partial p_H^* / \partial t$ 가 양(+)이 될 가능성이 높음을 알 수 있다. 그러므로 운송비가 올라가면, 저품질 항만의 가격은 항상 하락하고, 고품질 항만의 가격은 (품질이 주어졌다고

4) $b = 1$ 을 가정함.

가정하면) 화주들이 고품질 항만에 가까울수록 가격이 올라갈 가능성이 높음을 말해준다.

마지막으로 두 항만의 서비스 품질 차이가 항만의 가격결정에 미치는 영향을 알아보자. 식 (12)와 (13)을 고품질 항만의 품질 서비스 수준인 q_H 에 관해 미분하면,

$$\partial p_H^* / \partial q_H = \frac{2(2q_H - 1)^2 + 4q_H + t(x - 2)}{(4q_H - 1)^2} \quad (22)$$

$$\partial p_L^* / \partial q_H = \frac{3 + 2t(x - 2)}{(4q_H - 1)^2} \quad (23)$$

이다. 식 (22)와 식 (23)에서 분석의 편의상 $t = 1$ 이라고 하면, 항상 $q_H > 1$ 이므로 분자가 항상 양(+)이 되어 $\partial p_H^* / \partial q_H > 0$ 이 된다. 즉, 고품질 항만서비스의 품질 q_H 가 높아질수록 고품질 항만의 가격 p_H^* 은 올라간다. 또 식 (23)에서 $t = 1$ 이라고 하면, $x > \frac{1}{2}$ 일 때만이 $\partial p_L^* / \partial q_H > 0$ 이다. 다시 말해서, 고품질 항만 서비스의 품질이 높아지면, 고품질 항만의 가격은 반드시 올라가고, 저품질 항만의 가격은 화주들의 위치에 따라 올라갈 수도 있고, 내려갈 수도 있음을 보여준다.

V. 두 항만간에 분포된 화주들에 대한 가격경쟁

화주가 <그림 1>과 같이 두 항만 사이의 특정 위치 R_j 에 밀집되어 있지 않고, 항만 L과 H 사이에 균등하게 분포되어 있는 경우에 나타나는 가격경쟁을 알아보자. 이 경우에도 각 위치에 밀집된 화주들의 항만 품질에 대한 선호도는 $[0, b]$ 의 일양분포를 따른다고 가정한다.

1. 두 항만 간의 가격경쟁

항만 H와 L 사이 직선상의 모든 위치에 균등하게 분포되어 있는 화주들에 대해 식 (6), (7)을 이용하여 항만 H와 L의 수요함수 D_U^H, D_U^L 을 구하면,

$$D_U^H = \frac{1}{b} \left(b - \frac{p_H - 1}{q_H - 1} \right) \quad (24)$$

$$\left(\because D_U^H = \int_0^1 D_{R_{j,H}} dx = \int_0^1 \left[\frac{1}{b} \left\{ b - \frac{p_H - p_L - (2x - 1)t}{q_H - 1} \right\} \right] dx \right)$$

$$D_U^L = \frac{1}{b} \left(\frac{p_H - p_L}{q_H - 1} - \frac{2p_L + t}{2} \right) \quad (25)$$

$$(\because D_U^L = \int_0^1 D_{R_{jL}} dx = \int_0^1 \left[\frac{1}{b} \left\{ \frac{p_H - p_L - (2x-1)t}{q_H - 1} - (p_L + xt) \right\} \right] dx)$$

이다. 식 (24), (25)를 이용하여 두 항만이 서비스 생산 시 고정비용만 든다고 가정하고 이 고정비를 각각 c_H, c_L 로 하여 두 항만의 이윤함수를 구하면 다음이 된다.

$$\Pi_U^H = \frac{1}{b} \left[b - \frac{p_H - p_L}{q_H - 1} \right] \cdot p_H - c_H \quad (26)$$

$$\Pi_U^L = \frac{1}{b} \left[\frac{p_H - p_L}{q_H - 1} - \frac{2p_L + t}{2} \right] \cdot p_L - c_L \quad (27)$$

내쉬균형을 이용하여 두 항만의 최적대응 가격 p_H^*, p_L^* 을 구하기 위해 식 (26), (27) 을 p_H 와 p_L 에 관하여 각각 미분하여 정리하면, 다음이 된다.

$$p_H^* = \frac{p_L + b(q_H - 1)}{2} \quad (28)$$

$$p_L^* = \frac{2p_H - t(q_H - 1)}{4q_H} \quad (29)$$

식 (28), (29)를 이용하여 두 항만의 최적대응 가격 p_H^*, p_L^* 을 구하면,

$$p_H^* = \frac{(q_H - 1)(4bq_H - t)}{2(4q_H - 1)} \quad (30)$$

$$p_L^* = \frac{(q_H - 1)(b - t)}{4q_H - 1} \quad (31)$$

이다. 항만 H와 L의 최적가격은 화주들의 항만서비스에 대한 선호도, 운송비, 양 항만의 서비스 품질수준에 의해 결정됨을 보여준다.

2. 항만 가격의 변화

먼저, 항만서비스에 대한 선호도의 분포가 두 항만 가격결정에 미치는 영향을 알아보기 위해 식 (30)과 (31)을 b 에 관해 미분하면,

$$\partial p_H^*/\partial b = \frac{2q_H(q_H - 1)}{4q_H - 1} > 0 \quad (32)$$

$$\partial p_L^*/\partial b = \frac{(q_H - 1)}{4q_H - 1} > 0 \quad (33)$$

이다. 이는 b 가 커질수록, 즉 화주들의 고품질 서비스에 대한 선호가 커질수록 두 항만의 가격이 높아지고, 고품질 항만의 가격(p_H^*)이 저품질 항만의 가격(p_L^*)보다 2배 이상 빠르게 증가해 감을 알 수 있다. 이는 화주가 두 항만사이의 한 곳에 밀집된 경우와 동일한 결과이다.

다음으로 운송비의 크기가 항만의 가격결정에 미치는 영향을 알아보자. 식 (30)과 (31)을 t 에 관해 미분하면,

$$\partial p_H^*/\partial t = -\frac{(q_H - 1)}{2(4q_H - 1)} < 0 \quad (34)$$

$$\partial p_L^*/\partial t = -\frac{q_H - 1}{4q_H - 1} < 0 \quad (35)$$

이다. t 가 커질수록 두 항만의 가격 p_H^* 와 p_L^* 은 함께 작아지나, 저품질 항만의 가격(p_L^*)이 고품질 항만의 가격(p_H^*)보다 2배 정도 빠르게 감소해 감을 알 수 있다.

끝으로 두 항만의 서비스 품질 차이가 항만의 가격결정에 미치는 영향을 살펴보자. $b = 1$ 로 두고 식 (30)과 (31)을 고품질 항만의 서비스 품질 수준인 q_H 에 관하여 미분하면,

$$\partial p_H^*/\partial q_H = \frac{4(2q_H - 1)^2 + (8q_H - 3t)}{2(4q_H - 1)^2} \quad (36)$$

$$\partial p_L^*/\partial q_H = \frac{3(1 - t)}{(4q_H - 1)^2} \quad (37)$$

이다. 식 (36)와 (37)에서 보듯이 $t < 1$ 이면, $\partial p_H^*/\partial q_H > 0$ 이고, $\partial p_L^*/\partial q_H > 0$ 이 된다. 즉, 고품질 항만 서비스 품질의 증가가 고품질 항만만이 아니라 저품질 항만의 가격도 인상시킨다. 그러나 운송비가 높아서 $1 < t$ 인 경우에는 고품질 항만 서비스 품질이 증가하면 고품질 항만의 가격은 높아지지만, 저품질 항만의 가격은 낮아진다.

VI. 결 론

항만경쟁에 관한 연구로는 평가요소, 화주와 선사의 항만선택 요인, 항만요율 수준 등을 이용한 항만경쟁력 평가 등의 다양한 연구가 수행되어 왔으나, 아직까지 항만의 지리적인 여건이나 화물운송비, 서비스 품질 등의 외생변수의 변화에 따라 항만이 최적가격을 이용하여 반응하는 항만간 가격경쟁에 대한 연구사례는 전무한 실정이다.

본 논문에서는 가격경쟁에 의한 두 항만간 경쟁을 분석하기 위해 먼저, 일정거리 떨어진 두 항만이, 차별화된 서비스 품질을 가지고 두 항만사이에 분포하는 화주를 대상으로 가격경쟁을 하는 게임모형을 제안하였다. 또한, 고품질 서비스 제공 항만을 선호하는 고가화물 화주와 저품질 서비스 제공 항만을 선호하는 저가화물 화주 등이 두 항만사이의 특정위치에 밀집되어 있는 경우와 두 항만사이에 균일하게 분포하고 있는 경우로 분류하여, 내쉬균형에 의해 두 항만의 최적대응 가격을 각각 구하고, 외생적인 요인에 따른 두 항만의 가격변화를 분석하였다.

이들 분석결과를 정리하면 다음과 같다.

먼저, 화주가 두 항만 사이의 특정 위치에 밀집되어 있을 경우, 두 경쟁항만의 최적가격은 외생변수인 화주들의 항만서비스에 대한 선호도, 항만으로부터 화주까지의 거리, 운송비, 항만의 서비스 품질수준에 의해 결정됨을 확인하였다. 더불어 이들 외생변수의 변화에 따른 최적가격의 변화는 다음과 같음을 확인하였다.

첫째, 화주들의 고품질 항만 서비스에 대한 선호도가 커질수록 두 항만의 가격이 높아지나, 고품질 항만의 가격이 저품질 항만의 가격보다 2배 이상 빠르게 증가한다.

둘째, 화주들의 위치가 저품질 항만보다 고품질 항만쪽에 가까울수록 고품질 항만의 가격은 올라가고, 저품질 항만의 가격은 떨어진다.

셋째, 운송비가 올라가면 저품질 항만의 가격은 낮아지나, 고품질 항만의 가격은 화주들이 고품질 항만에 가까울수록 가격이 올라갈 가능성이 높다.

넷째, 고품질 항만의 서비스 품질이 높아지면, 고품질 항만의 가격은 올라가고, 저품질 항만의 가격은 화주들의 위치에 따라 올라갈 수도 있고 내려갈 수도 있다.

다음으로 화주가 두 항만사이에 균일하게 분포할 경우를 가정하고, 두 경쟁항만의 가격결정에 대해 알아보았다. 외생변수의 변화에 따른 최적가격의 변화는 다음과 같음을 확인하였다.

첫째, 화주들의 고품질 항만 서비스에 대한 선호도가 커질수록 두 항만의 가격이 높아지고, 고품질 항만의 가격이 저품질 항만의 가격보다 2배 이상 빠르게 증가한다.

둘째, 운송비가 커질수록 두 항만의 가격이 함께 작아지나, 저품질 항만의 가격이 고품질 항만의 가격보다 2배 정도 빠르게 감소해 간다.

셋째, 운송비가 낮아질 경우 고품질 항만 서비스 품질의 증가가 두 항만의 가격을 인상시키나, 운송비가 높아질 경우 고품질 항만 서비스의 품질이 증가하면, 고품질 항만의 가격은 높아지지만, 저품질 항만의 가격은 낮아진다.

향후, 제안된 항만경쟁 게임모형을 실효성이 높은 모델로 발전시키기 위해서는 구체적인 경쟁항만을 선정하여 실제 데이터를 이용한 실증분석을 통하여 모델의 유효성을 검증하고 개선하는 것이 추가적인 연구 과제로 남는다.

참 고 문 헌

1. 길광수, 아시아 주요 컨테이너항만의 터미널이용료 비교분석, 월간해양수산, 216호, 2002.
2. 김율성, 이홍걸, 신창훈, “항만선택기준에 관한 실증연구 - 내적·외적요인의 구분과 외적요인의 중요성,” 한국항해항만학회지, 제28권, 제6호, 2004, pp. 525-530.
3. 김형태, 상해항과 부산항의 항만요율수준비교연구, 월간해양수산, 제211호, 2002, pp. 4-16.
4. 박계각, 김태기, 세계 주요항만의 항만요율 비교분석 및 거시경제지표와의 실증분석, 한국항만경제학회지, 제22집, 제4호, 2006, pp.81-98.
5. -----, 세계 주요항만의 항만요율과 항만규모와의 관계분석, 한국항만경제학회지, 제24집, 제2호, 2008, pp. 335-350.
6. 왕규호, 조인구, 게임이론, 박영사, 2006, pp. 3-66.
7. 이석태, 이철영, “극동아시아 컨테이너 항만의 능력평가에 관한 연구”, 한국항만학회, 제7권 1호, 1993. 6.
8. 전일수, “세계 주요컨테이너 항만의 경쟁력 비교평가”, 한국해양수산개발원, KMI 120호, 1994.
9. 정봉민, 적정 항만시설사용료의 추정과 현행 요율수준의 비교평가, 해운산업연구, 1994.
10. 조진행, 항만요율결정모델 수립에 관한 연구, 한국해운학회지, 제35호, 2002, pp.161-176.
11. -----, 아시아 각국의 항만요율 구조와 수준 비교분석, 한국해운학회지, 제32호, 2001, pp. 111-125.
12. Beloqui, L. and Usategui, J.M., "Vertical Differentiation and Entry Deterrence: a Reconsideration", *Research Support from the Plan Nacional de I+F+I*, 2005.
13. Didier Baudewyns, "Spatial Competition within Urban Areas: Hotelling and Bertrand Reconciled", *Journal of the Econometric Society*, 2000, pp. 1-45.
14. Christopher M. Anderson, Yong-An Park, Young-Tae Chang, Chang-Ho Yang, Tae-Woo Lee and Meifeng Luo, "A Game-theoretic analysis of Competition among Container port hubs : the case of Busan and Shanghai[1]", *Maritime Policy & Management*, Vol.35, No.1, 2008, pp. 5-26.
15. French, R.A., "Competition among Selected Eastern Canadian Ports for Foreign Cargo", *Maritime Policy and Management*, 1979.
16. Jan Owen Jansson and Dan Shneerson, *Port Economics*, The MIT Press, 1982, pp.93-118.
17. Jose L. Tongzon, "Port Choice and Freight Forwarders", *Transportation Research Part E*, Vol.45, 2009, pp. 186-195.
18. Murphy P.R., Daley J.M, and Dalenberg, D.R., "Port Selection Criteria : An Application of a Transportation Research Framework", *Logistics & Transportation Review*, Vol.28, No.3, 1992, pp. 237-255.
19. Murphy, P.R. and Daley J.M., "A Comparative Analysis of Port Selection Factors", *Transportation Journal*, 1994, pp. 15-21.
20. Slack, B., "Containerization Inter-port Competition and Port Selection", *Maritime Policy and Management*, Vol.12, No.4, 1985, pp. 293-303.
21. Willingale, M.C., "The Port Routing Behavior of Short Sea Ship Operator Theory and Practices", *Maritime Policy and Management*, 1981, pp. 109-120.
22. Young-Tae Chang, Sang-Yoon Lee, Jose L. Tongzon, "Port Selection Factors by Shipping Lines : Different Perspectives between Trunk Liners and Feeder Service Providers", *Marine Policy*, Vol.32, 2008, pp. 877-885.
23. Yang Zan, "Analysis of Container Shipping Port Policy by the Reaction of an Equilibrium Shipping Market", *Maritime Policy & Management*, Vol.26, No.4, 1999, pp. 369-381.

< 요약 >

게임모형을 이용한 두 항만간 가격경쟁에 관한 연구

김태기 · 박계각

본 논문은 서비스 품질이 서로 다른 두 항만의 가격경쟁을 게임모형을 이용해 이론적으로 분석하고 있다. 화주들의 위치를 두 가지로 가정하였다. 하나는 두 항만의 한 곳에 화주들이 밀집된 경우이고, 다른 하나는 두 항만 사이에 화주들이 고루 배치된 경우이다. 분석결과를 요약하면, 다음과 같다. 화주가 두 항만 사이의 특정 위치에 밀집되어 있을 경우, 화주들의 고품질 서비스에 대한 선호도가 커질수록 두 항만의 가격이 높아지나, 고품질 항만의 가격이 저품질 항만의 가격보다 2배 이상 빠르게 증가한다. 화주들의 위치가 고품질 항만쪽에 가까울수록 고품질 항만의 가격은 올라가고, 저품질 항만의 가격은 떨어진다. 또한, 운송비가 올라가면 저품질 항만의 가격은 낮아지나, 고품질 항만의 가격은 올라갈 가능성이 높다. 고품질 항만의 서비스가 상대적으로 더 높아지면, 고품질 항만의 가격은 올라가고, 저품질 항만의 가격 변화는 불확실하다. 다음으로 화주가 두 항만사이에 균질하게 분포할 경우, 화주들의 고품질 항만 서비스에 대한 선호도가 커질수록 두 항만의 가격이 높아지고, 고품질 항만의 가격이 저품질 항만의 가격보다 2배 이상 빠르게 증가하며, 운송비가 커질수록 두 항만의 가격이 함께 작아지나, 저품질 항만의 가격이 고품질 항만의 가격보다 2배 정도 빠르게 감소해 간다. 또한, 고품질 항만 서비스가 상대적으로 높아지면, 고품질 항만의 가격은 올라가지만, 저품질 항만의 가격은 운송비 수준이 높으면 내려간다.

□ 주제어 : 항만가격, 게임모형, 항만서비스 품질, 항만수요함수, 효용함수