

동북아시아 국가의 석유정제설비의 상대적 효율성 분석

A Study on the Analysis of the Relative Efficiency of Northeast Asian
Country's oil Refinery Facilities

이충배(Choong-Bae, Lee)

중앙대학교 경영경제대학 국제물류학과 교수

김정환(Jeong-Hwan, Kim)

중앙대학교 무역물류학과 박사과정

강효원(Hyo-Won, Kang)

중앙대학교 무역물류학과 박사

목 차

- | | |
|-----------------------------------|-------------|
| I. 서 론 | IV. 실증분석 |
| II. 동북아 지역의 석유물류허브 구축의 배경과
필요성 | V. 결론 및 시사점 |
| III. DEA 분석방법 | 참고문헌 |
| | Abstract |

국문초록

글로벌 금융위기의 진원지인 동북아시아 지역은 전통적으로 석유의 생산 및 소비 불균형이 심화된 지역이며, 최근에는 급증하는 석유거래로 인해 저장 및 수송설비의 부족현상까지 겪고 있어 안정적 석유 공급을 위협하고 있다. 따라서 동북아시아 지역 내 독립적인 석유물류허브 기능을 갖춘 시설과 석유거래의 기능까지 담당할 수 있는 시장의 형성이 요구되고 있다. 본 연구에서는 동북아 지역의 석유물류허브 구축 후보 국가를 대상으로 한 석유산업 관련 설비인 정제시설의 정태적 및 동태적 효율성 분석을 통해 시사점을 도출하였다. 동북아 역내 주요 국가들의 석유정제설비의 효율성은 우리나라가 가장 높은 것으로 나타났으며 우리나라가 동북아시아 지역의 석유물류거점의 역할을 수행하기 위해서는 정부의 적극적인 정책지원이 필요하다.

주제어 : 석유물류허브, DEA 분석, 효율성, 동북아 오일허브

I. 서론

2008년 미국에서 시작된 글로벌금융위기에 기인한 경기침체의 암운은 현재까지 전 세계적 인 국제문제를 야기 시켜왔으며, 국가 및 지역 간의 분쟁으로 확장되는 양상을 보이고 있다. 최근 남유럽발 금융 불안 역시 새로운 위기의 국면으로 접어들어 전 세계를 더블딥(double-dip: 경기침체 후 잠시 회복기를 보이다가 다시 침체에 빠지는 이중침체 현상)의 공포로 몰아가고 있다. 그러나 산업혁명이후 1세기 넘게 서방의 기술을 전수받기에 급급한 기술 종속국이었던 아시아국가들 중 동북아시아 지역의 경제위기 극복은 서방국가들에게 모범적인 교안으로 자리 잡고 있으며, 세계경제의 축을 아시아 중심으로 이동시키는 역할을 하고 있다.

중국의 개혁과 개방, 동북아 지역의 급속한 경제성장, 중화학 공업의 발전 정책은 지속적으로 석유 소비를 증대시켜 왔다. 또한 아시아 국가들은 석유 생산이 극히 적고 동북아시아 3국 즉 한국, 중국, 일본의 석유수급 불균형의 정도가 가장 심할 뿐만 아니라 그 정도 역시 지속적으로 커질 것으로 전망되어 이들 지역에서의 석유물류산업이 중요한 이슈로 떠오르고 있다. 동북아시아 지역은 높은 석유 소비 비중에도 불구하고 독립적인 석유시장을 갖지 못하고 싱가포르 석유시장에 의존하고 있으며 동북아의 석유 가격이 싱가포르 시장에서 결정되고 있다. 싱가포르는 아시아 태평양 지역을 대상으로 석유물류허브로서의 기능을 수행하고 있으나, 동북아 지역을 포함하기에는 지리적으로 원거리에 위치하고 있고, 원유 및 석유제품 저장시설의 과포화상태에 따라 또는 이 지역에서의 물류의 효율화 필요성이 강력히 제기되면서 한중일 삼국을 중심으로 동북아시아의 독립적인 석유물류시장 구축이 필요하다는 의견이 대두되고 있다.

따라서 싱가포르, 네덜란드와 같은 선진국의 사례를 통해 동북아 지역 내 석유물류허브의 구축을 우리나라가 선도적으로 육성하고 부가가치를 제고할 수 있는 방안 모색과 더불어 아시아 지역에서의 안정적인 석유공급과 자원의 효율적 이용, 역내 석유시장의 활성화를 위한 동북아시아 지역의 석유물류허브거점이 필요한 시점이다. 석유산업은 다른 산업의 투자에 비해 초기에 거액의 투자가 필요하고 그 회수기간도 비교적 장기이며 영업자산인 정제설비 도입에 막대한 자본의 선(先)투입이 필요한 자본집약적인 성격을 띄고 있다. 따라서 물리적 인프라의 구축여부와 더불어 그 효율성 여부가 매우 중요한 부분을 차지하고 있다.

높은 정제설비 운영효율성은 주변 국가들보다 경쟁력 있는 석유화학제품 및 발전용제품 생산비 구조를 형성할 수 있게 된다. 낮은 생산비는 석유물류주체(정유사, 트레이더, 저장 및

Tankage사업자)의 이익을 극대화 시킬 수 있어, 석유물류허브 구축시 주변 국가들보다 경쟁력을 가질 수 있다.

본 연구에서는 석유물류 산업의 중요성을 인식하고 동북아시아 국가들의 석유정제시설과 싱가포르 석유물류허브의 효율성을 DEA(data envelopment analysis: 자료포락분석) 실증분석 방법을 통하여 살펴보고, 이를 통하여 우리나라의 동북아 석유물류허브 가능성을 검토하여 석유물류허브 정책에 대한 시사점을 제시하는데 목적이 있다.

II. 동북아 지역의 석유물류허브 구축의 배경과 필요성

1. 석유물류허브의 개념 및 세계 석유수급 현황

1) 석유물류허브의 개념

석유물류허브는 원유 및 석유화학제품을 포함하는 석유류 제품의 저장, 가공 및 제조가 이뤄지는 거점(hub)지역으로 다수의 탱크터미널이 집중되어 있는 지역을 말한다.

최근 석유화학제품 시장가격의 불확실한 변동성이 가중됨에 따라 관련제품의 가격안정이 요구되고 있으며, 더불어 수익창출을 위한 제품거래가 동시에 발생할 수 있는 석유물류허브 구축이 동북아시아 지역에도 필요하게 되었다.

석유화학제품의 선물 및 현물거래, 금융의 선물 및 현물거래가 발생함에 따라 이에 대한 정보를 제공할 수 있는 정보서비스가 발생하며, 제품 및 금융거래에 따른 거래 기업에 대한 정보서비스제공, 기업 간 거래에서 발생하는 리스크나 갈등을 해소하기 위한 보험 및 중재거래와 이를 효율적으로 지원하기 위한 법률서비스 등이 종합적으로 구축될 수 있다. 즉, 석유화학제품의 수급, 가공 및 제조가 이뤄지는 정유시설과 석유화학제품의 거래에 따른 거래소와 관련금융기관, 정보, 법률 등 관련유관기관이 밀집된 석유화학제품 거래중심지를 석유물류허브라고 할 수 있다.]

2) 세계 석유수요와 공급 현황

최근 동북아시아의 석유수급불균형 정도와 추세는 매우 뚜렷하게 나타나고 있다. 국제에너지전망(international energy outlook, 2008)에 따르면 아시아 지역의 급속한 경제발전으로 동북

아시아의 석유수요는 크게 증가할 것으로 전망되고 있으며, 2010년 이후 북미의 석유수요를 넘어설 것으로 예측되고 있다. 또한 세계석유소비의 지역별 추이를 살펴보면 아시아 태평양 지역의 소비증가세가 뚜렷이 나타나고 있다. 이는 아시아지역에서의 안정적인 석유공급과 효율적 이용, 역내 석유시장의 활성화가 세계적으로 중요한 이슈가 될 것임을 시사하고 있다.

세계 석유생산에 대한 국제에너지기구(IEA: International Energy Agency)의 국가 및 대륙별 장기 전망을 살펴보면 OPEC의 석유공급에 대한 의존도가 중동지역에 집중되는 현상은 지속될 전망이다. 또한 대규모 에너지 소비국들이 집중되어 있는 아시아지역에서의 석유확보의 안정성과 중동지역 이외의 새로운 공급원 확보가 중요해 질 것으로 예상되고 있다. 석유의 공급은 중동, 북미, 구소련을 중심으로 이루어지기 때문에 석유수급의 구조적 불균형이 불가피한 실정이며 특히 석유소비가 급증하고 있는 중국, 인도 등 아시아지역의 석유수급 불균형이 가장 심각해질 것으로 예상되고 있다.

〈표 1〉 석유 수급 불균형 현상과 전망

(단위: 백만 b/d)

국가/지역		추세		전망		
		1990	2006	2010	2020	2030
북미	소비(A)	20.5	25.2	25.3	26.7	28.0
	생산(B)	14.7	15.2	16.2	17.2	18.0
	차이(A-B)	5.8	10.0	9.1	9.5	10.0
유럽	소비(A)	23.1	20.3	20.9	22.3	22.9
	생산(B)	16.1	17.8	18.5	20.3	22.3
	차이(A-B)	7.0	2.5	2.4	2.0	0.6
아시아	소비(A)	13.8	23.9	26.5	33.3	40.0
	생산(B)	5.2	7.2	7.7	8.2	8.6
	차이(A-B)	8.6	16.7	18.8	25.1	31.4
한국, 일본, 중국	소비(A)	8.6	14.3	16.2	19.4	23.6
	생산(B)	2.9	3.9	3.9	4.2	4.4
	차이(A-B)	5.7	10.4	12.3	15.2	19.2
북미의 수입 의존도(%)*		28.3	39.7	36.0	35.6	35.7
유럽의 수입 의존도 (%)*		30.3	12.3	11.5	9.0	2.6
아시아의 수입 의존도 (%)*		62.3	69.9	70.9	75.4	78.5
한국, 일본, 중국의 수입 의존도 (%)*		66.3	72.7	75.9	78.4	81.4

자료: EIA, International Energy Outlook, 2008.

3) 세계 대륙별 석유수급 불균형

<표 1>을 통해 세계의 대륙별 석유수급 추이를 살펴보면 3대 소비지역인 북미와 유럽 그리고 아시아의 수급불균형이 나타나고 있으며 그 중 아시아지역의 수급불균형은 2006년 16.7백만b/d(barrels per day)에서 2030년 31.4백만b/d로 심화될 전망이다. 아시아의 석유수입의존도는 2030년까지 66.9%에서 78.5%로 증가될 전망이며 2006년도의 아시아 수급불균형의 62.2%는 동북아시아의 한·중·일 3국에 의해 초래되었다. 이 비중은 역시 2030년까지 유지될 것이라고 전망되며 2006년 동북3국의 수입의존도는 아시아 지역의 수준보다 높은 72.7%, 2030년에는 81.4%까지 상승할 것으로 전망되고 있다.

아시아 지역, 특히 동북아시아의 3국의 석유수급불균형 정도가 세계 3대 소비지역 중 가장 높고 불균형의 정도 역시 향후 지속적으로 커질 것으로 전망되기 때문에 이 지역에서 석유 교역이 중요한 이슈로 떠오를 것으로 예상되고 있다.

2. 동북아시아 지역의 석유물류허브구축의 필요성

동북아 지역에서의 석유 소비 증가가 수급의 불균형을 가져오면서 동북아시아 지역의 석유물류허브의 필요성이 제기되고 있는데 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 동북아시아 지역의 석유수급불균형 전망과 석유소비 및 수요의 증가추세이다. 특히 중국과 개발도상국들이 위치하고 있는 아시아의 석유수급의 불균형 정도가 급속히 증가하고 있다. 현재 이지역의 석유물류허브인 싱가포르 석유허브는 동북아 지역의 심각해지고 있는 불균형 안정화시키는데 한계성을 가지고 있는바 한·중·일 지속적인 경제성장에 따라 심화 될 것으로 예상된다. 따라서 동북아시아지역의 문제를 해결할 수 있는 새로운 석유물류허브가 필요한 시점이다.

둘째, 원유나 석유제품을 운송하는 해상운임의 불확실성이다. 탱커 및 석유화학제품 운반선의 해상운임은 장기적인 관점에서 점차 증가되고 있는 추세이며 운임의 변동성은 여러 사회·경제적 시장상황에 따라 매우 극심하게 나타나고 있다. 이러한 변동은 원유와 석유제품을 취급하는 정유사 입장에서 큰 리스크로 인식될 수 있다. 지리적으로 원거리에 위치한 싱가포르 석유물류허브보다는 동북아시아 지역 내에 석유물류거점을 설치함으로써 위와 같은 리스크를 완화시킬 수 있다.

마지막으로 최근 세계 석유 생산량이 소비량을 초과하여 유조선들이 석유 저장 시설로 활용되고 있다. 유럽, 미국 등의 충분한 재고와 지상 저장시설 부족으로 VLCC, 수에즈막스, 석

유제품선 등이 저장시설로 이용되고 있다. 2011년 VLCC 신조 선박이 대량으로 시장에 인도됨에 따라 이는 심화될 것이라고 예측하고 있으나 선박의 해체와 선박시장의 흐름에 따라 이는 일시적인 현상으로 볼 수밖에 없으며 미래의 석유 수요 및 시장을 대비하기 위한 시설 투자가 필요할 것이다.

이처럼 아시아지역에서의 안정적인 석유공급과 효율적 이용, 역내 석유시장의 활성화는 세계적으로 중요한 이슈가 될 것임을 시사하고 있으며 전 세계적인 석유 수급 불균형 문제와 정유사들의 운송에 있어서 운임의 불확실성은 동북아시아 지역의 석유물류허브의 필요성을 더욱 강화시키고 있다.

Ⅲ. 선행연구 및 DEA 분석방법

1. 선행연구

본 논문은 동북아 지역의 석유물류허브의 필요성을 알아보고 역내 주요국가의 정제설비의 효율성을 분석하여 우리나라 석유물류허브 구축을 위한 정책적 시사점을 제안하기 위한 연구이다. 따라서 동북아 물류허브거점과 나아가 석유물류허브거점에 대한 선행연구가 필요하다.

동북아 물류허브에 관한 연구는 2000년 이후 우리나라의 ‘동북아 물류 중심국가 실현’ 정책과 더불어 많은 연구가 진행되어 왔다. 그러나 석유물류 또는 석유물류허브에 대한 연구는 극히 제한적으로 이루어져 왔다. 그러나 최근 국제적으로 석유물류에 대한 관심이 증가하고 있으며, 동북아 지역에서의 석유물류 환경변화가 급속히 진행되면서 이 분야에 대한 연구는 석유자원 확보에 중요한 역할을 할 것으로 예상된다.

홍철선(2006)은 “동북아 에너지시장 분석 연구: 석유산업”에서 동북아 각 국별 석유산업 정책 및 산업구조, 석유 수급 현황 및 전망을 분석하여 한국 석유 산업의 전망을 제시하였다.

이충배·이정민(2006)은 “한국의 동북아 석유물류허브의 가능성에 관한 연구”에서 세계적인 석유물류 허브의 벤치마킹을 통해 이들 지역의 성공요인을 도출하고 우리나라의 동북아 석유물류허브의 가능성을 싱가포르와 경쟁력 비교를 통해 분석하고 우리나라를 동북아 물류허브화를 위한 정책 방안을 제시하였다.

Chang, Youngho(2005)는 싱가포르 경제 발달과정에서 석유산업이 국가경제발전의 엔진이라고 주장하였으며, 싱가포르의 석유산업의 현황 및 구조 발전방안 등에 대해서 논하였다.

Thomas O'Connor(2005)는 세계 석유제품과 정제능력의 흐름을 분석하여 정제능력을 향상시켜야한다고 주장하였으며, 특히 아시아 지역에서 수요와 공급이 활발하게 발생할 것이라고 예측하여 석유정제산업에 대한 투자를 확대해야 한다고 논하였다.

김경석(2005)은 물류산업은 새로운 성장동력이며, 네덜란드, 싱가포르, 대만 등이 추구하는 국가전략산업이라고 주장하였으며, 동북아 물류중심 전략 실천에 있어서 정부의 역할은 동북아 물류체계에서 우리나라의 역할에 적합한 과제 도출, 외국기업의 입장에서 각종 물류서비스 개선 과제 추진, 외국기업 유치와 동시에 국내물류기업 보호대책 마련 등에 대해 주장하였다.

박유영·장청용(2004)은 “한국의 동북아 해운물류허브 육성의 필요성과 정책방향”에서 한국이 동북아 물류중심지로의 발전을 위해서는 해운물류중심지 육성과 아울러 해운 산업의 경쟁력 확보가 병행되어야 한다고 주장하였으며, 동북아 해운물류의 허브로 육성 필요성과 정책방향을 해외 사례분석을 통해 제시하였다.

강기태(2004)는 아시아 지역 석유정제산업의 중심을 이루고 있는 싱가포르와 한국, 두 국가를 포터의 다이아몬드 모델을 무역이론, 해외투자이론에 글로벌 전략 이론을 접목시켜 제시한 국제경쟁력 분석을 사용하여 비교 분석하였고, 한국 석유정제산업의 경쟁우위 제고방안을 제시하였다.

이재규(2002)는 세계화가 진전됨에 따라 물류관리의 세계화가 요구되며 국제 경쟁력 강화를 위해 물류비 절감이 필요하고 21세기를 주도하기 위해서 국제물류센터를 우리나라에 설립해야한다고 주장하였고, 실행 전략으로는 정부의 확고한 정책의지, 지정학적 장점의 최대한 활용, 제도의 보완과 개선, 종합물류정보망 구축 등을 제시하였다.

2. 효율성의 개념

효율성(efficiency)에 대한 정의는 다양하지만 일반적으로 산출요소/투입요소의 비율을 가지고 투입수준 고정 시 가장 많은 산출요소가 생산되는 능력 또는 동일한 산출요소를 생산하기 위해 투입요소를 최소화하는 능력으로 정의할 수 있으며 ‘비용의 효율성’과 ‘규모의 효율성’으로 구분된다(김병철, 2008). ‘비용의 효율성’(cost efficiency)은 이미 주어진 생산량이 가장 저렴한 가격으로 구성된 투입물들의 조합에 의해서 생산되었는지의 여부를 평가해준다.

즉, 구체적으로 가장 효율적인 생산가능곡선 상에서 생산이 이루어졌는지를 따지는 ‘기술적인 효율성’(technical efficiency)과 기업이 생산할 때에 최소단위비용으로 투입물을 배분하여 생산하였는지의 여부를 나타내는 ‘배분의 효율성’(allocative efficiency)으로 구분된다. 이를 달리 표현하면, 기업이 주어진 생산목표에 도달하는데 투입물을 적정치보다 더 많이 소모했을 때 나타나는 것이 기술적인 비효율성이라면, 투입요소와 산출물들에 대한 상대가격을 잘못 인식해서 투입물간의 조합이 최적상태에서 이루어지지 않은 것이 배분적 비효율성이다.

‘규모의 효율성’(scale efficiency)은 비용의 효율성과는 다르게 생산과정에서 최소단위비용에 일치하는 산출물의 조합 및 수준을 생산할 때의 생산규모가 적정규모(optimal scale)인지를 말해준다. 따라서 규모의 수익이 감소하거나 증가하면 규모의 비효율성(scale inefficiency)이 발생하게 되는데, 이때 규모의 수익이 증가하면 규모의 경제(economies of scale), 그리고 규모의 수익이 감소하면 규모의 비경제(diseconomies of scale)가 나타나게 된다. 따라서 규모가 효율적인 경우에는 규모수익이 일정(constant returns to scale)인 경우이다.

효율성에 대한 개념과 정의는 다양하지만 일반적으로 생산성으로 언급되는 투입량과 산출량의 비율로 정의되고 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Efficiency = \frac{Output}{Input}$$

생산성의 한 개념은 ‘개별 생산성 측정(partial productivity measures)’인 단일 투입물과 단일 산출물의 효율성의 평가에는 유용하나 ‘총요소 생산성 측정(total factor productivity measures)’인 모든 투입물과 산출물을 고려하지 못한다는 단점이 있다.

다수의 투입물과 다수의 산출물을 고려하기 위해서 다음 수식과 같이 투입물과 산출물의 가중합(weighted sum)의 비율로 나타낼 수 있다.

$$Efficiency = \frac{WS \text{ of Output}}{WS \text{ of Input}}$$

이 효율성 측정의 초기 과정은 모든 단위에 공통의 가중치를 요구하고 있으며 어떻게 공통의 가중치를 구하느냐가 문제가 된다. 공통의 가중치를 구하는데 두 가지의 어려움이 있다. 첫 번째는 투입물이나 산출물의 가치를 측정하기가 어렵다. 예를 들면, 재화를 생산하는데 노동력과 비용이라는 투입물이 있다고 가정을 할 때, 이러한 노동력이나 비용의 가중치를 측정하는 것은 어렵다. 두 번째로 각 조직은 경영방식과 경영환경이 다르므로 공통의 가중치를 준다는 것은 타당하지 않다.

Charnes, Cooper and Rhodes(1978)는 상대적 효율성을 결정하기 위해 가중치의 공통 집합을 찾는 어려움을 인식하고 각 DMU(decision making unit, 평가대상)에 따라 각자에게 최선의 가중치를 선택해야 한다고 하며 DEA(data envelopment analysis) 모형을 제시했다. DEA모형은 다수의 투입물과 다수의 산출물을 가진 조직의 상대적인 성과를 측정하는 선형계획기법으로 다음 수식과 같이 나타낼 수 있다.

$$Efficiency\ of\ DMU_j = \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots}$$

여기서, u_1 = 산출물의 1의 가중치

y_{1j} = DMU_j 의 산출물 1의 산출량

v_1 = 투입물 1의 가중치

x_{1j} = DMU_j 의 투입물 1의 투입량

3. DEA 모형

DEA는 사전에 구체적인 함수나 분포형태를 가정하고 모수(parameter)를 추정하는 것이 아니라, 일련의 DMU들로부터 관측된 투입요소와 산출요소를 상호 비교하여 최상의 결과치를 나타내는 DMU를 기준으로 비효율적인 DMU의 상대적 효율성을 비모수적 선형계획법(non-parametric linear programming technique)으로 측정하는 기법이다(김태혁, 김병철, 2006).

DEA 모형에는 CCR(charnes, cooper, rhodes), BCC(banker, charnes, cooper), 가법형 모형(additive model), 슬랙 중심 측정모형(slacks-based measure) 등 많은 종류가 개발되었으며, 본 논문에서는 규모에 대한 수익(return to Scale) 일정을 가정한 CCR 모형, 규모에 대한 수익(return to Scale) 가변을 가정한 BCC 모형을 사용하였다. DEA모형을 자세히 살펴보면, CCR 모형에서는 동질적인 모든 DMU가 규모수익성이 일정한 상태에서 운영되고 있다고 본다. 즉, 투입물을 x , 산출물을 y 라 할 때 활동(x, y)가 실행가능하다면 스칼라 크기 t 배만큼 곱해준 활동 (tx, ty)도 실행가능하다고 가정한다. 그러나 DMU 중 일부가 규모수익 감소나 규모수익 증가의 상태에서 운영되고 있다면, 이 DMU들의 상대적 효율성은 기술적 효율성(technical efficiency)과 일치하지 않는다. 그 차이는 규모의 효과가 DMU의 효율성에 영향을 주기 때문에 발생하는 것이며, 기술적 효율성과 규모의 효과에 의한 효율성(scale efficiency)을 분리해 볼 필요가 있다.

DEA연구의 초기부터 CCR 모형의 대안으로서 다양한 확장모형이 개발되었으며 그 중

BCC 모형이 대표적이다. CCR 모형은 규모의 수익(return to scale)이 일정하다고 가정하였다. 그러나 BCC에서 효율적 프론티어는 주어진 DMU들의 볼록집합(convex hull)로 구성되므로 규모의 수익이 변동한다고 본다. 규모의 수익(return to scale)이란 규모의 변화에 의한 산출량의 반응정도를 나타낸 것이며 이는, 규모에 대한 수익일정(constant return to scale), 수익체증(increasing return to scale), 수익체감(decreasing return to scale)으로 대별된다.

투입중심 모형은 적어도 현재 산출물 수준을 유지하면서 투입물의 수준을 최소화하는데 목적이 있다. 반면에 산출중심 모형은 적어도 현재의 투입물 수준을 유지하면서 산출물의 수준을 최대화 하는데 있다. 한편 투입/산출중심 모형은 투입물의 최소화와 산출물의 최대화를 동시에 추구한다(정중영, 김병철, 2006; 김종기, 강다연, 2009).

효율성을 극대화 하는 방법은 산출량을 그대로 둔 채 투입량을 최소화하거나, 투입량을 일정하게 둔 채 산출량을 극대화 시키는 방법이 있을 수 있다. 투입중심 모형(I 모형)은 적어도 현재 산출물 수준을 유지하면서 투입물의 수준을 최소화 하는데 목적이 있는 반면 산출중심 모형(O 모형)은 적어도 현재의 투입물 수준을 유지하면서 산출물의 수준을 최대화하는데 있다. 투입/산출중심 모형은 투입물의 최소화와 산출물의 최대화를 동시에 추구한다.

석유물류허브거점을 위한 사업의 경우 정제설비나 장비, 탱커와 같은 인프라는 쉽게 짧은 시간에 건설되는 것이 아니므로 투입물인 정제설비 수를 고정으로 두고 정제시설을 개선하는 것이 효율성을 개선하기에 용이할 것이다. 따라서 본 논문에서는 산출중심 모형을 사용한다.

IV. 실증분석

1. 투입·산출요소의 선정 및 분석모형

1) 투입·산출요소의 선정

본 연구에서 사용된 데이터는 석유산업데이터 전문조사기관인 Oil & Gas Journal Databook (이하 'OGJ') 2003~2008년 자료이다.

2008년 1월 기준 OGJ에서 관련데이터를 발표하는 국가는 전 세계 100여개 국가이며, 주요 분석대상은 동북아시아지역의 석유물류허브 구축의 주요 후보지로 경쟁하고 있는 한국, 중

국, 일본, 대만으로 하였으며, 현재 아시아지역의 석유물류허브로 역할을 하고 있는 싱가포르를 추가하였다.

OGJ에 집계된 국가의 정제설비 수는 96기이며, 국가별로는 중국이 52기, 일본 31기, 한국 6기, 대만 4기, 싱가포르 3기의 순으로 집계되었다. 발전용제품의 생산능력은 중국 7,879,000 b/cd(barrels per calendar day), 일본 12,558,565 b/cd, 한국 4,521,980 b/cd, 대만 2,384,400 b/cd, 싱가포르 2,738,400 b/cd로 나타났다. 석유화학제품생산능력은 중국 60,180 b/cd, 일본 495,991.6 b/cd, 한국 173,576.4 b/cd, 대만 93,044 b/cd, 싱가포르 130,432.8 b/cd로 나타났다.

〈표 2〉 투입/산출 변수

	투입 변수	산출 변수	
변수 명	정제설비 수(X1)	발전용제품 생산능력 (Y1)	석화제품 생산능력 (Y2)
단위	기	b/cd	b/cd

석유산업의 경우 다른 산업의 투자에 비해 초기에 거액의 투자가 필요하고 그 회수기간도 비교적 장기이며 영업자산인 정제설비도입에 막대한 자본의 선(先)투입이 필요한 자본집약적인 성격을 띄고 있다(김형준, 2001). 따라서 본 연구에서는 기존연구를 바탕으로 하여 <표 2>와 같이 투입요소와 산출요소를 선정하였으며, 투입 및 산출요소를 석유산업의 특성을 반영하였다.

〈표 3〉 투입/산출데이터의 통계량

	정제설비 수(X1)	발전용제품 생산능력 (Y1)	석화제품 생산능력 (Y2)
단위	기	b/cd	b/cd
최대값	52	12,558,565	495,991.6
최소값	3	2,384,400	60,180
평균	19.2	6,016,469	190,644.96
표준편차	19.405154	3,806,289.55	157,289.84

연구의 실증분석에 앞서 종합적인 투입·산출요소의 기술통계량을 분석한 <표 3>에서, 2008년 1월말 기준 분석대상에 선정된 5개 국가의 투입요소를 살펴보면 정제설비(X1)이 가장 많은 국가는 52기, 가장 적은 국가는 3기로 나타났다. 산출요소 중 발전용제품 생산능력의 경우

분석대상 국가 평균 약 600백만 b/cd를 기록하였으며, 석유화학제품 생산능력의 경우 분석대상 국가 평균 19만 b/cd를 기록하였다. <표 4>는 투입·산출 변수간 상관관계를 나타낸 것으로 X1-Y1, X1-Y2, Y1-Y2는 각각 0.721, 0.732, 0.779로 나타났다.

<표 4> 투입·산출요소의 상관관계표

	X1	Y1	Y2
X1	1	-	-
Y1	0.721*	1	-
Y2	0.732*	0.779*	1

주) Significance level is at 1%.

2) 분석 연구모형

기존의 DEA분석방법에서는 투입 및 산출요소의 특성을 고려하지 않고 다수의 투입 및 산출요소를 일시에 고려하여 분석하였으나, 본 연구에서는 투입 및 산출요소의 특성을 고려하여 정제설비를 투입요소로 발전용제품 생산능력과 석유화학제품 생산능력을 산출요소로 하는 효율성 모형을 설정하였다. DEA분석의 세부모형은 주어진 투입요소 수준을 유지하면서 산출물을 극대화하는 산출중심(output oriented)모형을 사용하였다. 산출중심모형은 투입요소가 자본재이며 대규모의 자본이 일시에 투여되는 고정자산의 성격이 강한 항만, 철강 및 자동차 산업 등의 평가에서 유용하게 사용되는 DEA분석 모형이라고 할 수 있다(이형석, 김기석, 2006).

2. 실증분석 결과

1) 정태적 분석

본 연구에서는 동북아시아 석유물류허브구축을 위한 2008년도 각 국가별 정제설비효율성을 분석하였으며, DEA분석 중 산출중심분석인 CCR-O, BCC-O모형을 사용하였다. <표 5>는 정태적 분석결과로 수집된 5개 국가의 투입·산출요소를 분석한 기술효율성(eccr), 순수기술 효율성(ebcc), 규모효율성(se)과 규모수익(rts), 참조빈도 및 집단결과이다.

(1) CCR-O (산출중심 기술효율성 분석)

첫째, 기술효율성(eccr)에서 싱가포르를 효율성 지수 1을 기록하여 효율적으로 운영되고 있는 국가로 나타났으며, 다음으로 한국(0.826), 대만(0.653), 일본(0.444), 중국(0.166)의 순으로 나타났다. 기술효율성의 참조빈도는 모든 국가가 싱가포르를 벤치마킹 대상으로 삼고 있는 것으로 나타났다. 둘째, 중국의 경우 기술효율성이 0.166로 이는 93.4%의 경영 비효율성을 가지고 있는 것으로 나타났으며(가장 효율적인 국가의 최적 효율성을 1로 볼 경우 비효율성은 $1-0.166= 51.9\%$), 분석된 비효율성은 순수기술비효율성과 규모비효율성으로 구분했을 때, 각각 57.3%, 73.5%로 나타나, 전체 비효율성의 원인은 규모비효율성에 있음을 알 수 있으며 이러한 비효율성을 개선시키기 위해서는 석유화학제품 생산능력(Y2)을 약 21,898,291.7 b/cd 증가시켜야 한다. 셋째, 일본과 한국의 경우 기술비효율성이 각각 55.6%, 17.4%이며, 일정투입요소 증가에 따라 산출량이 체감하여 효율성을 악화되는 규모수익감소(drs) 효과를 나타내고 있다. 넷째, 대만의 경우 대만 34.7%의 경영 비효율성이 나타났으며, 비효율성의 원인은 순수기술의 비효율성 29.5%, 규모비효율성 8.7%로 나타났다.

〈표 5〉 정태적 분석결과

Seq.	DMU	효율성			RTS	참조빈도 및 집단			
		Eccr	Ebcc	SE		CCR		BCC	
						빈도	집단	빈도	집단
1	China	0.166	0.627	0.265	DRS	0	4	0	2
2	Japan	0.444	1	0.444	DRS	0	4	1	2
3	Korea	0.826	1	0.826	DRS	0	4	1	3
4	Singapore	1	1	1	CRS	4	4	1	4
5	Taiwan	0.653	0.715	0.913	DRS	0	4	0	3,4
Average		0.618	0.868	0.690	-	-	-	-	-

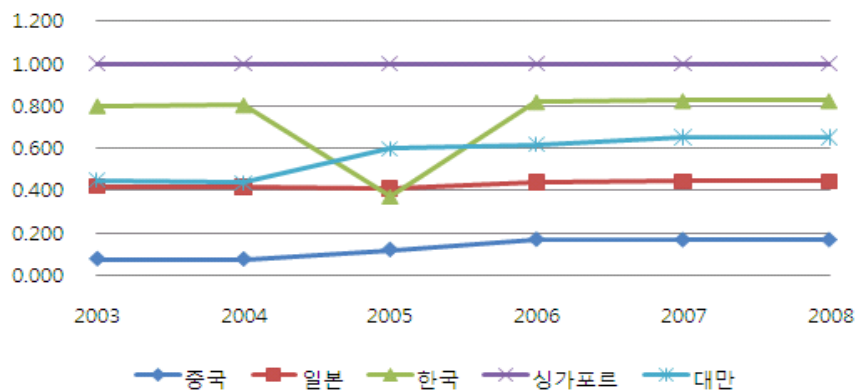
(2) BCC-O (산출중심 순수기술효율성 분석)

첫째, 일본, 한국, 싱가포르 등 3국가의 순수기술효율성(ebcc) 지수 1을 기록하였다. 싱가포르의 경우 기술효율성 뿐만 아니라 순수기술효율성에서 유일하게 1을 기록, 규모효율성(SE=기술효율성(eccr)/순수기술효율성(ebcc)로 산정) 역시 1로 판명되어 가장 효율적인 정제능력을 보이고 있는 국가로 나타났다. 둘째, 중국의 경우 BCC-O분석에서 효율적인 벤치마킹 대상으로 삼고 있는 국가는 일본이며, 대만의 경우 한국과 싱가포르를 벤치마킹 국가로 삼고 있는

것으로 나타났다. 마지막으로 분석대상 국가의 전체적인 기술효율성은 최적 프론티어 대비 평균 0.618로 38.2%의 경영비효율성을 가지고 있다. 이러한 비효율성을 순수기술비효율성과 규모비효율성으로 나누어 살펴보면 13.2%의 순수기술비효율성과 31%의 규모비효율성이 존재하므로 기술비효율성은 순수기술비효율성에 더 큰 원인이 있다고 할 수 있으며, 규모수익 효과를 보면 규모수익감소(DRS)가 4개 국가로 현재 동북아시아 지역의 정제설비는 적정규모를 넘어섰다고 할 수 있다.

2) 동태적 분석

동태적 분석에서는 2003~2008년까지 각 년도의 산출중심 기술효율성(ccr)의 시계열적인 특성을 분석하였다. 규모의 수익이 일정한 기술효율성(ccr)의 동태적 분석결과 싱가포르의 경우 가장 효율적으로 분석되었으며, 한국은 2005년도 효율성이 0.370으로 하락하였으나, 2006년에 생산설비의 감축과 발전용제품 및 석화제품 생산능력을 각각 43.1%, 38.9% 증대시키는 노력 끝에 0.826으로 효율성이 개선되었음을 알 수 있다. 동북아 석유물류허브 구축의 주요 경쟁대상국인 일본과 대만의 경우 분석대상 기간 평균 0.429, 0.586으로 한국의 0.742보다 낮은 기술효율성을 보이고 있음을 알 수 있으며, 일본의 경우 연도별 효율성 개선의 움직임이 매우 둔화되고 있으나 대만의 경우 효율성의 개선이 눈에 띄게 증가하고 있음을 알 수 있다. 중국은 분석기간 평균 0.128로 정제설비의 효율성이 매우 낮게 나타났으며, 연도별 효율성의 개선이 점차 상승하고 있으나, 석유물류허브 구축 경쟁대상국과의 효율성과 차이가 크게 나타나는 것을 알 수 있다.



〈그림 1〉 CCR-O 동태적 분석결과

<그림 1>에서 보는 바와 같이 석유물류허브 구축의 벤치마킹 대상인 싱가포르의 효율성을 기준으로 동북아 석유물류허브 경쟁대상국인 한국, 중국, 일본, 대만의 동태적 효율성 그래프에서 한국이 상대적으로 높은 정제설비효율성을 유지하고 있는 것으로 나타났다.

<표 6>의 2003~2008년까지 동태적 효율성을 분석한 결과 연도별 효율성의 표준편차(SD)를 살펴보면, 일본이 0.015로 투입 및 생산요소의 변화가 가장 없이 정제설비운영이 이뤄진 것으로 볼 수 있다. 그 뒤로 중국(0.045), 대만(0.099), 한국(0.182)의 순으로 나타났다.

<표 6> CCR-O 동태적(2003~2008) 분석결과

DMU	2003	2004	2005	2006	2007	2008	평균	SD	LDY
중국	0.076	0.074	0.120	0.168	0.166	0.166	0.128	0.045	0.094
일본	0.419	0.418	0.411	0.440	0.444	0.444	0.429	0.015	0.033
한국	0.802	0.806	0.370	0.820	0.826	0.826	0.742	0.182	0.456
대만	0.449	0.438	0.599	0.618	0.653	0.653	0.568	0.099	0.215
싱가포르	1	1	1	1	1	1	1	0	0

<표 7>은 최근 3년간의 동태적 효율성을 분석한 것으로 싱가포르를 제외한 국가 중 한국이 0.824로 가장 높은 효율성을 가지고 있으며, 그 뒤로 대만(0.641), 일본(0.443), 중국(0.167)로 나타나 한국의 정제설비효율성은 다른 국가에 비해 증가추세가 뚜렷함을 알 수 있다.

<표 7> CCR-O 동태적(2006~2008) 분석결과

DMU	2006	2007	2008	평균	SD	LDY
중국	0.168	0.166	0.166	0.167	0.001	0.002
일본	0.440	0.444	0.444	0.443	0.002	0.004
한국	0.820	0.826	0.826	0.824	0.003	0.006
대만	0.618	0.653	0.653	0.641	0.020	0.035
싱가포르	1	1	1	1	0.000	0.000

결론적으로 동북아지역의 석유물류구축과 관련된 원유정제설비의 동태적 효율성분석결과 정제설비 수의 물리적인 증가 없이 다른 국가보다 높은 효율성을 유지하고 있다는 점으로 미루어 보아 동북아시아 석유물류허브구축에 우리나라가 다른 국가보다 유리한 위치를 점하

고 있음을 알 수 있다.

V. 결론 및 시사점

글로벌 금융위기 극복의 진원지인 동북아시아 지역은 전통적으로 석유의 생산 및 소비 불균형이 심화된 지역이며, 최근에는 급증하는 석유거래를 바탕으로 저장 및 수송설비의 부족 현상까지 겪고 있어 자칫 산업발전의 동인인 석유자원의 무기화가 가속화되거나 심화될 경우 가장 우선적인 영향을 받게 되는 지역이다. 따라서 동북아시아 지역 내 독립적인 석유물류허브 기능을 갖춘 시설과 석유거래의 기능까지 담당할 수 있는 시장의 형성이 요구되고 있다.

우리나라는 동북아 지역에서 기간항로(main trunk route)상에 위치해 있으며, 석유정제산업, 석유화학산업 등 석유물동량의 유입을 촉진시키는 산업이 잘 발달되어 있을 뿐만 아니라 초대형 컨테이너 선박 및 오일탱커선의 입출항이 자유로운 전용 항만을 가지고 있다. 또한, 주변에 중국, 일본과 같은 대규모 석유소비처를 가지고 있기 때문에 석유물류허브로서 필수적인 요건을 갖추고 있다.

본 연구에서는 동북아 지역의 석유물류허브 구축 후보 국가를 대상으로 한 석유산업 관련 설비인 정제시설의 정태적 및 동태적 분석을 통해 다음과 같은 시사점을 도출하였다.

첫째, 분석대상 국가 중에서 정제시설의 효율성이 가장 높은 국가는 현재 아시아 지역의 석유물류허브로서 역할을 하고 있는 싱가포르였으며, 동북아시아 지역에서는 한국이 가장 높은 정제시설의 기술효율성(eccr)을 나타내고 있어, 동북아 지역의 석유물류허브 구축을 위한 시설 및 관련설비의 보유측면에서 경쟁국가보다 효율적인 운영이 가능할 것으로 판단된다.

둘째, 우리나라의 높은 정제설비 운영효율성은 주변 국가들보다 경쟁력 있는 석유화학제품 및 발전용제품 생산비 구조를 형성할 수 있게 된다. 낮은 생산비는 석유물류주체(정유사, 트레이더, 저장 및 tankage사업자)의 이익을 극대화 시킬 수 있으며 이를 통해 오일허브의 필수 역할인 석유거래시장이 형성될 수 있다. 또한 석유거래의 활성화로 우리나라에 석유물류허브가 구축된다면 석유화학 관련 산업뿐만 아니라 물류 및 금융유입 직접투자를 유발시킬 수 있다.

셋째, 우리나라의 석유물류허브 구축은 우리나라뿐만 아니라 동북아 지역의 석유가격 안정화 효과를 가져 올 수 있다. 동북아 역내 주요 국가들의 석유정제설비의 효율성은 우리나라

가 가장 높은 것으로 나타났기 때문에 우리나라에서의 동북아 오일허브 육성 정책은 높은 타당성을 지닌다고 할 수 있다. 유가의 안정화 정책이 최우선 과제로 인식되고 있는 정부 입장에서 동북아 오일허브 육성 정책을 강력하게 추진할 필요가 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 강기태, “한국과 싱가포르 석유정제산업 국제경쟁력 비교연구”, 한양대석사학위논문, 2004.
- 김경석, “동북아시아의 한반도 물류중심화 전략”, 「국토」, 제271권, 국토연구원, 2004.
- 김병철 (2008). 합병 후 수정 DEA 모형을 이용한 증권선물거래소의 경영효율성 변화연구, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 10(3).
- 김종기, 강다연 (2009). 국내 중소기업 상호저축은행의 경영효율성 분석에 관한 연구, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 11(4).
- 김태혁, 김병철 (2006). DEA Window 모형을 이용한 동태적 효율성 분석 - 국내 손해보험회사를 대상으로 -, *Journal of The Korean Data Analysis Society*, 8(6).
- 김형준 (2001). 국내 해운업계의 외화환산회계, Korea Investors Service.
- 박유영 · 장청용, “한국의 동북아 해운물류허브 육성의 필요성과 정책방향”, 「전문경영인연구」, 제7권 제1호, 한국전문경영인학회, 2004.
- 이달석 (2003). 동북아시아에너지협력연구 -중동산원유의 동서 가격간 해소방안 연구-, 에너지경제연구.
- 이재규, “동북아시아의 국제 물류센터로서의 한국의 역할”, 「국제통상연구」, 제7권 제2호, 한국국제통상학회, 2002.
- 이충배 · 이정민, “한국의 동북아 석유물류허브의 가능성에 관한 연구”, 「로지스틱스연구」, 제14권 제1호, 한국로지스틱스학회, 2006.
- 이형석, 김기석 (2006). DEA모형을 이용한 우리나라 해운업체의 정태적·동태적 효율성 분석, *대한경영학회지*, 19(4), 1197-1217.
- 정중영, 김병철 (2006). 자료포락분석을 이용한 보험회사의 효율성 분석, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 8(2).
- 해양수산동향 (2002). 한국해양수산개발원, 제1086호.
- 홍철선, “동북아 에너지시장 분석 연구: 석유 산업”, 에너지경제연구원, 2006.

Button K. J., (1993). Transport Economics. 2nd edition, Edward Elgar.

Chang, Youngho, "Oil and the Engine of Growth in the Singapore Economy," Unpublished mimeo, 2005.

Charnes A., Cooper, W. W., Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units, European Journal of Operational Research, 2(6).

Cooper W. W., Seiford L. M., Thanassoulis E., and Zanakis S. H. (2004),. DEA and Its Use in Different Countries, European Journal of Operational Research, 154.

<http://www.investkorea.or.kr/>

Stopford M., (1997). Maritime Economics. 2nd edition, Routledge.

Thomas O'connor, "The Emerging Oil Refinery Capacity Crunch," ICF Consulting, 2005.

Wijnols N. and Wergeland T. (2008). Shipping, Delft University Press.

ABSTRACT

A Study on the Analysis of the Relative Efficiency of
Northeast Asian Country's oil Refinery Facilities

Choong-Bae, Lee* · Jeong-Hwan, Kim** · Hyo-Won, Kang***

Northeast Asia where is an epicenter of the global financial crisis's conquest is traditional imbalanced region of oil production and consumption. In recent years, the region has been suffered by the shortage of oil storage and transportation facilities due to surging oil trading and necessity in strategic reserves. Therefore, since independent petroleum logistics with the storage facilities and oil trading hub is required to form efficient oil market in this region.

In this study, we analyzed the efficiency of refinery facilities by country that is of importance in being a logistics hub in Northeast Asia by employing non-static and dynamic efficiency analysis, which are a part of DEA(Data Envelopment Analysis) and then policy implications have been drawn. The result illustrates Korea's is the highest country in terms of efficiency of oil refining facilities in Northeast Asia. It implies that Korea has strong position to be the oil hub in Northeast Asia.

Key Words : Oil Trade Hub, Data Envelopment Analysis, Efficiency, Northeast asia Oil Hub

* Professor, ChungAng University

** Ph.D course, ChungAng University

*** Ph.D, ChungAng University