

# 장기 비용최소화와 생산용량 이용률, 규모경제 계측 —물류창고업을 중심으로—

강상목\* · 성신제\*\*

본 연구의 목적은 한국 물류창고기업을 중심으로 장기 최소평균비용, 생산용량 이용률, 규모경제의 상태를 측정하고자 함이다. 2010년의 경우 장기 평균비용을 최소화하는 산출량은 6,760백만 원에 수렴하고 최소평균비용은 0.179백만 원이며 생산용량 이용률은 0.482이다. 2011년의 경우 생산용량 산출량은 8,692백만 원이고 최소평균비용은 0.157백만 원이며 생산용량 이용률은 0.301이다. 위험물보관업의 물류창고기업은 장기 평균비용이 체증하는 영역에 있고 냉장·냉동업과 일반창고업의 기업은 체감영역에 속한다. 위험물보관업은 생산용량 이용률이 1에 가까우나 여타 두 업종은 1에서 멀다. 비용절감을 위하여 위험물보관업을 제외한 대부분의 물류창고기업은 영세한 규모를 극복하는 것이 필요하다.

핵심주제어: 장기 최소평균비용, 장기 평균비용, 생산용량 이용률, 규모경제, 물류창고기업

경제학문헌목록 주제분류: C6, D2, M2

## I. 서 론

기업활동에서 비용절감은 매출액 증대를 통한 판매수입 증대 못지않게 중요하다. 아무리 매출을 증대해도 추가비용이 이를 능가한다면 기업의 이윤은 유지되지 못할 것이다. 특히, 최근과 같이 불황기는 기업의 생산 확대보다 축소가 일어나게 된다. 이에 외부적 요인에 의한 원가상승, 가격경쟁이 악화되거나 판로의 애로 등이 겹치면 비용절감을 위한 다양한 방안을 모색하게 될 것이다. 이처럼 대부분의 기업들은 비용절감을 위해서는 투입요소를 절감하여 생산을

\* 제1저자, 부산대학교 경제통상대학 경제학부 교수, 전화: (051) 510-2586, E-mail: smkang@pusan.ac.kr

\*\* 교신저자, 코네티컷대학교 지리학과 연구원, 전화: (051) 510-2586, E-mail: sing-je.sung@uconn.edu

논문투고일: 2013. 3. 21 수정일: 2013. 5. 2 게재확정일: 2013. 6. 7

축소하거나 현 상태에서 이를 유지하는 것으로 보는 경향이 강하다. 그러나 비용절감은 기업이 갖춘 시설 규모에서 이를 최대한 활용하여 최소비용으로 생산하고 있는지 확인하는 것이 보다 중요하다. 이에 근거할 경우 비용절감은 반드시 투입요소의 축소가 아니라 확대를 통해서도 가능하기 때문이다. 가령, 단기에 기업의 평균 비용최소점의 좌측에서 조업을 하고 있다면 이는 기존 시설을 충분히 이용하고 있지 않기 때문에 추가비용이 발생하게 된다.

기업의 장기 평균 비용최소점의 좌측에서 조업하고 있다면 적정 시설 규모를 선택하지 않았기 때문에 추가비용이 발생한 것이므로 노동뿐만 아니라 자본과 토지 등 자본설비를 확장해야 비용절감이 가능하다.<sup>1)</sup>

따라서 비용절감을 시도하려면 먼저 단기에 유휴시설이 없는지 혹은 장기에 최소비용의 시설 규모를 파악해야 할 것이다.<sup>2)</sup> 물론 현실적으로 기업들이 생산비용의 관점에서 단기의 현존 시설 혹은 장기에 비용을 최소화하는 시설 규모를 확인하기는 쉽지 않다. 설사 기업들이 매출과 비용을 동시에 고려하기 때문에 비용최소점을 알아도 그 점에서 생산을 결정하기도 어려움이 없지 않다. 그럼에도 불구하고 우선 생산비용을 최소화하는 산출수준을 확인하는 것은 이윤을 극대화하거나 매출을 극대화하는 데 기본 정보가 된다.<sup>3)</sup>

우리나라의 물류창고업에 관한 선행연구 가운데 가령, 고병욱(2006), 성신제·강상목(2011) 등은 다음과 같이 한국 물류창고업의 문제점을 지적한다. 첫째, 물류창고 공급기업들은 전반적으로 규모가 영세한 업체가 전체의 95%를 차지할 정도로 규모경제 효과를 달성하지 못하고 있다. 둘째, 이러한 영세한 업체들은 운영 및 관리기술력이 부족하고 단순보관, 하역 등 제공하는 서비스 수가 적고 전문성이 낮아서 경쟁력이 없다. 셋째, 물류보관업체들은 대부분 리프트 및 컨베이어벨트만 이용하고 자동화 설비가 부족한 실정으로 첨단시설을 갖추지 못하고 있다. 넷째, 물류창고기업이 항만 배후지 등에 집적되어 있지 못하고 분산되어 있어 개별적으로 보유한 장비, 인력, 시설이 공동으로 협력적으로 이용되지 못하고 있다는 것이다. 이러한 문제점들로 인하여 물류창고기업들이 비용은 많이 들면서 경쟁력은 떨어지는 현상을 보이는 것으로 여겨진다.

- 1) 단기란 가변투입물은 조절 가능하고 고정투입물은 조절 불가능한 상태를 말한다. 장기란 모든 투입물이 조절 가능한 상태를 말한다.
- 2) 현재 비용절감의 방안으로 투입요소를 줄이는 전통적 방법뿐만 아니라 전략 목표, 실행 난이도나 중장기적 효과 지속성 등을 고려한 전략적 방법 등이 제시되고 있다.
- 3) 최근 비용절감의 방향은 단순히 투입요소의 축소만이 아니라 투입, 산출을 동시에 고려한 효율성, 생산성을 향상시키는 방향으로 가고 있다.

본 연구에서는 창고시설과 보관시설 등을 구비해야 하는 물류창고기업을 대상으로 비용을 최소화하는 적정 시설 규모를 확인하고자 한다. 비용절감을 통한 경제적 효율성의 추구는 물류창고기업뿐만 아니라 고객기업들의 물류비용 감소를 통하여 고객의 경제활동을 지원하는 등 사회적 비용을 낮추는 파급효과가 크다. 특히, 물류창고기업은 투자의 비용이 크게 발생하는 생산설비를 적정 수준으로 유지함으로써 비용을 크게 절감할 수 있다. 즉, 노동이나 원재료뿐만 아니라 물류창고기업의 창고 면적과 보관시설의 생산용량을 적정하게 운영하는 것은 물류비용의 절감에 핵심적인 부분이 된다. 현실적으로 운송 및 보관의 대형 시설과 창고시설을 유지해야만 하는 물류창고기업들은 소비 패턴이나 계절의 영향을 많이 받는 등 항상 고객을 확보할 수 있는 것이 아니기에 장기 평균 비용을 최소화하는 적정 시설 규모를 유지하기가 어렵고 이를 파악하는 것도 쉽지 않다.

본 연구의 목적은 한국 물류창고기업을 대상으로 장기 비용최소화 수준을 예측함으로써 생산용량이 최적으로 이용되는 산출량을 측정하고 이를 기초로 장기 생산용량 이용률과 규모경제의 상태를 파악하고자 함이다.<sup>4)</sup> 본 연구는 물류창고기업 가운데 실증자료가 이용 가능한 일반창고업, 냉장·냉동업, 위험물보관업 등을 대상으로 한다. 특히, 본 연구에서는 장기 최소평균비용, 비용최소화 산출량, 생산용량 이용률 등을 실증적으로 측정해 볼 것이다. 이를 기초로 물류창고기업의 규모경제, 규모불변, 규모비경제의 상태를 파악할 것이다.

본 연구에서는 한국 물류창고기업의 장기 평균비용의 최소점과 생산용량 이용률 등을 처음으로 측정해 본다는 점에서 기존연구와 차별된다. 물류창고기업의 장기 최소평균비용의 추정에는 수리적인 선형계획 프로그램을 사용할 것이다. 장기 평균비용의 최소점은 한 점에서 수렴되어야 하므로 모든 투입요소를 조정 가능한 상태에서 최소조건을 설정한다. 최소점을 기준으로 장기 생산용량의 이용률을 구하고 이를 기초로 비용의 규모 상태를 파악하게 된다. 실증분석에서 사용한 컴퓨터 프로그램은 최적해를 도출하는 Solver 프로그램이다. 통계자료는 한국 신용평가정보원에서 제공하는 kisvalue에 상장된 물류창고기업의 투입, 산출, 투입가격을 각각 사용하였다.

이하 제Ⅱ절에서는 선행연구의 내용과 그 한계, 본 연구와의 차이 등을 제시하고, 제Ⅲ절에서는 장기 평균비용 최소화와의 이론모형을 기술한다. 제Ⅳ절에서

4) 규모경제는 비용최소점의 산출량 이하에서 조업할 때 발생한다. 규모의 비경제는 이 산출량을 초과하여 조업하면 발생한다.

는 실증분석에 사용한 통계자료와 실증결과를 제시한다. 제V절에서는 결론과 함께 정책적 시사점을 제시한다.

## II. 선행연구

물류창고업의 성과에 관한 선행연구는 이 분야가 제대로 정립되지 못한 연구로 국제적으로 많은 연구가 이루어지지 못하였다. 물류창고업의 성과를 직접 측정하는 연구로는 2000년에 들어와서 비로소 시작되었다. Hackman *et al.*(2001), Min and Joo(2006), De Koster and Balk(2008), Johnson and McGinnis(2010) 등으로 매우 제한적이다. Hackman *et al.*(2001)은 미국의 57개 물류창고기업을 대상으로 DEA(data envelopment analysis)를 사용하여 효율성을 측정하는 바 있다. 이들은 투입물로 노동, 창고공간 면적, 저장시설 투자 등을 사용하였고, 산출물로 화물선적량, 저장량지수, 주문누적량 등을 사용하였다. Min and Joo(2006)는 1999~2002년간 미국의 6대 주요 물류공급업체를 대상으로 효율성을 비교·분석하였다. 투입물로 임금, 운영경비, 자산 및 장비를 사용하였고, 산출물로 운영수익을 사용하였다. De Koster and Balk(2008)는 2000년과 2004년에 대하여 효율성 성과를 측정하였는데, 유럽 물류창고업체들이 미국과 아시아 업체들보다 높다고 주장하였다. Johnson and McGinnis(2010)는 Hackman *et al.*(2001)의 DEA 모델을 확장하여 투입물로 노동, 창고공간 면적, 장비, 재고 등을 포함시켰고, 산출물로 piece lines, case lines, palet lines, 수익, 부가서비스, 저장시설 투자, 주문누적량 등을 사용하였다.

국내적으로 물류창고업에 관한 기존연구로는 허운수(2004), 고병욱(2006), 하헌구·최아영(2007), 이수로·이재학(2008), 박선현 외(2008), 정행득·이상호(2009), 김천곤 외(2010), 성신제·이희열(2011), 성신제·강상목(2011) 등이 있다. 이들 가운데 물류창고업의 성과를 측정하는 연구는 하헌구·최아영(2007), 김천곤 외(2010), 성신제·강상목(2011) 등이다. 하헌구·최아영(2007)은 2003~2005년간 국내 물류창고기업을 대상으로 효율성을 분석하였다. 사용한 변수는 종업원수, 고정자산, 운영비용을 투입변수로 하였고, 매출액, 당기순이익을 산출변수로 분석하였다. 비효율성의 가장 큰 요인이 과다인력 투입으로 노동 투입의 축소를 제안하였다. 김천곤 외(2010)는 통계청의 물류운송업을 대상으로 화물운송업, 물류시설운영업, 물류서비스업으로 분류하고, 투입변수로 노동과 자본스톡(고정

자산 및 유동자산)을 포함하였으며, 산출변수로 재화판매액인 매출액을 사용하였다. 성신제·강상목(2011)은 부산시 물류창고업체를 대상으로 2008년 직접 설문조사한 자료 중 투입변수로 노동자수, 자본금, 창고면적 등을 사용하였고 산출변수로 부가가치를 사용하였다. 이들은 보관서비스만 제공하는 업체보다는 다양한 서비스 제공 업체가 효율이 높고 규모가 클수록 효율적이라 주장한다.

국제적으로 물류창고기업의 비용과 관련하여 이론이나 실증을 시도한 선행연구로는 Rosenfield *et al.*(1985), Kawamura *et al.*(2006), Korpela *et al.*(2007), Jane (2011) 등을 들 수 있다. Rosenfield *et al.*(1985)은 제조업과 물류업을 대상으로 물류비용의 변화에 관한 비용프론티어 추정을 이론적으로 제시하였다. Kawamura *et al.*(2006)은 브라질의 사탕수수과 에타놀 제조업자를 대상으로 제조와 유통의 생산용량 제약 하에서 생산품의 판매와 마케팅을 최적화하는 선형계획을 시도하였다. Korpela *et al.*(2007)은 여러 가지 대안 가운데 최적의 물류조정 네트워크를 선택하는 의사결정 방법을 제시한 바 있다. Jane(2011)은 물류의 분배비용과 신뢰를 결합하여 물류시스템의 성과지수를 도출하였다. 국내적으로 경기개발연구원(1999), 조군제(2006), 충북개발연구원(2010) 등은 물류비 저감을 위하여 국가물류비 산정방식에 기초하여 물류비를 수송, 재고 유지, 포장, 하역비, 물류정보비, 일반관리비 등으로 분류하는 방식으로 지역 물류비를 추정하였다. 반면 강상목·이주병(2008), 윤재호(2009), 이홍식·방호경(2009), 이명현·이준엽(2010) 등은 물류비용과 무역변수 혹은 생산성의 연관성을 분석하고자 시도하였다.

그러나 이러한 물류업의 비용을 측정한 국내외 기존연구들은 비용최소화를 통한 생산용량을 측정하려는 본 연구와는 상이하다. 유휴 생산용량이나 과소 생산용량으로 인하여 물류창고기업이 낭비하는 경제적인 비용은 매우 크지만 아직 국내외적으로 물류업에서 생산용량의 측정을 통한 규모 조정과 비용최소화에 대한 논의는 존재하지 않는다. 기업의 장기 비용의 최소화는 최대 생산용량과 관련되어 언급된다. 비용최소화와 최대 생산용량의 이용에 관한 개념은, 첫째 생산 기술적인 관점에서 현존하는 생산용량을 완전히 사용했을 때 달성 가능한 잠재산출량으로 측정하는 것과, 둘째 경제적 관점에서 평균비용의 최저점에서 생산되는 최적 산출량으로 분류된다. 즉, Cassels(1937)는 경제적으로 의미가 있는 생산용량 산출량은 기업의 장기 평균비용 최소점이 이에 해당된다고 주장한 바 있다. 반면에 Johansen(1968)에 의하면 “생산용량은 가변적인 투입물의 이용이 제한을 받지 않는다고 가정할 때 현존 장비와 시설을 가지고 달성

가능한 최대 산출량 수준이다”라고 정의한다.

본 연구는 Cassels(1937)처럼 경제적인 접근방법을 따른다. 즉, 평균비용의 최소화를 통하여 최대 생산용량을 측정한다. 그런데 Klein(1960), Bernt and Morrison(1981), Segerson and Squires(1990) 등은 단기 비용곡선이 장기 평균비용곡선과 접하는 점의 산출량이 잠재적 생산용량 산출량이 되어야 한다고 주장한다. 이들에 의하면 장기 평균비용이 체감하거나 체증하는 구간에서 두 곡선의 접점이 존재할 경우 장기 평균비용의 최소화가 달성되지 못한다. 이들과 유사하게 Morrison(1985)은 일반 비용함수를 이용하여 최소비용과 실제총비용의 비율로서 생산용량을 측정하였고, Segerson and Squires(1993)는 고정투입요소의 실제가격과 잠재가격의 상대적 비율에 기초하여 생산용량을 측정하였다. Prior(2003)는 단기와 장기의 총비용을 도출하고 이들 간의 상대적 비를 생산용량으로 간주하였다. 그런데 Coelli *et al.*(2002)은 경제적 생산용량 접근법을 도입하여 복합 산출물의 결합률이 일정한 상태에서 단기 이윤을 극대화하는 점을 기준으로 생산용량을 측정하고자 시도하였다. 특히, 이들은 생산용량을 구성하는 요소로 기술비효율을 포함한다는 점이 선행연구와 상이하다. Ray *et al.*(2006)은 투입물과 산출물을 중심으로 생산용량을 직접 측정하는 물리적 접근방법에 추가적으로 가변비용 제약을 포함하는 간접 측정을 시도하였다.

이러한 연구들은 대부분 단기와 장기가 접하는 점을 최대 생산용량으로 간주하기에 장기 평균비용이 체감하거나 체증하는 점에서 생산용량을 시도하였으나, 본 연구는 미시이론의 장기 평균비용 최소점에서 생산용량을 측정한다는 점이 다르다. 나아가 이를 물류창고업에 적용한 사례는 앞서 언급하였듯이 국내외적으로 아직 존재하지 않는다.

### Ⅲ. 이론모형

기본 가정으로 기업이 투입물 벡터  $x \in R_+^n$ 를 사용하여 산출물 벡터  $y \in R_+^m$ 를 생산한다고 가정한다. 이때 투입물과 산출물을 가지고 생산 가능한 투입-산출물 벡터  $(x, y)$ 를 표시할 수 있다. 즉, 생산 가능한 모든 투입-산출물 벡터의 집합은 다음과 같은 생산가능집합으로 표현할 수 있다.

$$T = \{(x, y) : x \text{ can produce } y\}$$

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in R_+^n, y = (y_1, y_2, \dots, y_m) \in R_+^m \quad (1)$$

한 기업의 투입-산출물 벡터를  $(x_j, y_j)$ 로 가정한다( $j=1, \dots, J$ ). 그 기업의 모든 투입-산출 벡터는 생산가능집합 내에서 생산 가능하다. 생산가능집합이 볼록집합이고 모든 투입물과 산출물이 자유처분 가능하다고 전제할 경우 가변 규모(variable returns to scale: VRS) 하에서 생산가능집합을 정의하면 다음과 같다.

$$L_V(y) = \{x : x \geq \sum_{j=1}^J \lambda_j x_j; y \leq \sum_{j=1}^J \lambda_j y_j; \sum_{j=1}^J \lambda_j = 1; \lambda_j \geq 0 (j=1, 2, \dots, J)\} \quad (2)$$

식 (2)에서  $y$ 는 주어진 실제 산출량 수준을 말하고 가변 규모를 만족시키는 각 투입물과 산출물 제약하에서 임의의  $(x, y) \in L_V(y)$ 가 성립한다. 만약 규모일정불변(constant returns to scale: CRS)을 가정하면  $(x, y) \in L_C$ 이고 어떤  $\delta \geq 0$ 에 대하여  $(\delta x, \delta y) \in L_C$ 가 성립한다. 따라서 CRS 생산가능집합은 다음과 같이 표현된다.

$$L_C(y) = \{x : x \geq \sum_{j=1}^J \lambda_j x_j; y \leq \sum_{j=1}^J \lambda_j y_j; \lambda_j \geq 0 (j=1, 2, \dots, J)\} \quad (3)$$

식 (3)은 투입물 조건집합으로서 본 연구는 경제적 접근에 적합한 투입물 조건집합을 사용한다. 여기서 장기적으로 모든 요소가 가변적이기에 노동( $L$ ), 자본스톡( $K$ )과 토지(창고 면적,  $N$ )가 모두 조정 가능하다.  $P_L$ 은 각각 노동의 투입가격이고  $P_k$ 는 자본 및 토지의 투입가격을 말한다.<sup>5)</sup> 이들을 이용하여 장기 비용최소화 계획 프로그램에서 투입요소를 변화 가능하도록 설정하고 장기 평균비용(LRAC)의 최소화를 시도한다.

먼저 장기에는 모든 투입요소가 변화될 수 있으므로 장기 비용함수(LRTC)는 다음과 같이 정의된다. 즉,

$$LRTC(p, y) = \min\{p'x : (x) \in L(y)\} \quad (4)$$

5) 자본비용은 부가가치에서 임금을 차감하여 도출할 수도 있고 자본스톡에서 감가상각비와 이자비용 등을 시장가격으로 환산·도출하여 적용할 수도 있다. 토지의 비용은 시장의 임대료를 이용하여 추정할 수 있다.

장기 비용함수는 주어진 산출량 생산에 있어서 모든 투입물이 가변적으로 조정 가능한 경우의 총비용을 말한다. 이러한 장기 총비용함수에 기초한 장기 평균비용은 주어진 산출량을 가지고 장기 총비용을 나눈 것으로 정의된다. 그런데 장기 비용함수의 최저점에서 기술이 전체적으로 규모일정불변일 경우에는 모든 산출물 수준에서 장기 평균비용은 일정하다(Varian, 2003, p. 167). 또한 산출물 수준에 따라서 장기 평균비용이 변화하는 경우일 때에도 규모일정불변이나 가변 규모하의 비용최저점에서는 장기 평균비용의 최소화를 동시에 달성하게 된다. 즉, 장기 비용의 최저점에서는 규모일정불변과 가변 규모가 일치하게 된다. 이는 다음과 같이 증명될 수 있다. 이를 확인하기 위하여 투입물 가격이 각각 주어질 때 일정한 산출물  $y$ 를 규모일정불변(CRS)하에서 장기 평균비용을 최소화하는 프로그램은 다음과 같이 표시될 수 있다. 즉,

$$\begin{aligned}
 LRTC(p, y) &= \min(p'x) & (5) \\
 \text{s.t. } & \sum_{j=1}^N \lambda_j \cdot y_j \geq y_0 \\
 & y, x, \lambda_j \sum_{j=1}^N \lambda_j \cdot x_j \leq x_0 \\
 & \lambda_j \geq 0
 \end{aligned}$$

식 (5)에서 임의의 물류창고기업의 실제 투입물과 산출물 벡터를  $(x, y)$ 라고 할 때 규모일정불변하에서 장기 총비용을 최소화하는 것을 보여준다.<sup>6)</sup> 이때 최적해에서  $\sum \lambda_j = k$ ,  $\sum \lambda_j^* x_j = x^*$ 로 두자. 즉, 장기 평균비용을 최소화하는 최적해로부터 구한 밀도벡터 합의 값이 임의의 수  $k$ 라고 두고 그때 달성한 최소투입물을  $x^*$ 로 둔다. 이는  $p'x^* = C(p, y)$ 가 CRS 규모하에서 주어진 투입물 가격  $p'$ 에서  $y$ 를 생산하는 최소 장기 평균비용을 의미하고 Varian(2003, p. 167)에 따라서 이의 양변을  $k$ 로 나누면 다음이 성립한다. 즉,

$$\frac{1}{k} p'x^* = \frac{1}{k} C(p, y) = C\left(p, \frac{1}{k}y\right) = C(p, \bar{y}) \quad (6)$$

식 (6)에서  $y/k = \bar{y}$ ,  $\mu_j = \lambda_j^*/k$ 라 두자. 이 식을 이용하여 가변 규모와 불변 규모의 비용최소값이 동일한지를 확인하는 것이 필요하다. 먼저 VRS하의 장기

6)  $y$ 와  $x$ 는 실제 산출량, 실제 투입량으로서 여기서 편의상 각각  $y_0, x_0$ 로 둔다.



비용을 최소화하는 문제는 다음과 같이 표시된다.

$$\begin{aligned}
 LRTC(p, y) &= \min(p'x) & (7) \\
 \text{s.t. } & \sum_{j=1}^N \lambda_j \cdot y_j \geq \bar{y} \\
 & \sum_{j=1}^N \lambda_j \cdot x_j \leq x \\
 & \sum_{j=1}^N \lambda_j = 1 \\
 & \lambda_j \geq 0
 \end{aligned}$$

식 (7)에서 도출된 최소비용이  $p'\bar{x}$ 라고 두자. 식 (5)에서 도출한  $x^*$ 와  $\mu_j$ 가 식 (7)에서도 최적해를 갖게 된다는 것을 보여줄 수 있다. 즉, 이미 식 (5)에서 비용최소점이 도출되었기 때문에  $x^*$ 와  $\mu_j$ 가 식 (7)에서 최적해를 갖는다는 것은 식 (7)의 최소비용점이 식 (5)의 최소점보다 작거나 같을 수 있다. 즉,

$$p'\bar{x} \leq p'x^* \tag{8}$$

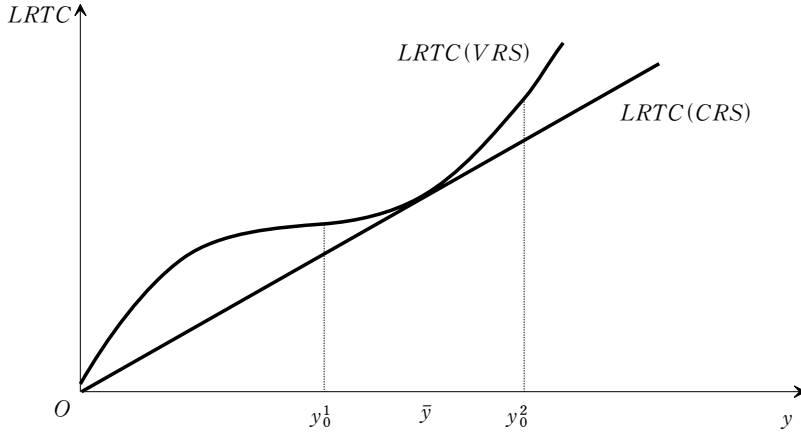
동시에 이를 다시 CRS 기술하에서 장기 비용을 최소화하는 문제를 설정하면  $p'x^*$ 는 다음과 같은 계획식에서 도출된다.

$$\begin{aligned}
 LRTC(p, y) &= \min(p'x) & (9) \\
 \text{s.t. } & \sum_{j=1}^N \lambda_j \cdot y_j \geq \bar{y} \\
 & \sum_{j=1}^N \lambda_j \cdot x_j \leq x \\
 & \lambda_j \geq 0 (j=1, \dots, J)
 \end{aligned}$$

따라서 식 (9)에서 도출된 최소비용은 식 (7)에 비하면 덜 제약된 조건하에서 도출되었으므로 정반대의 관계가 성립한다. 즉,

$$p'x^* \leq p'\bar{x} \tag{10}$$

식 (8)과 식 (10)의 부등호를 동시에 만족하는 것은 두 값이 일치하는 점에서



〈그림 1〉 CRS와 VRS하의 장기 총비용곡선

만 가능하다. 즉,  $p'x^* = p'\bar{x}$ . 따라서  $\bar{y}$  산출량 수준에서 장기 평균비용은 CRS와 VRS하에서 동일하다. 이는 장기 평균비용이 최소점에 도달한 산출량 수준을 의미하고 그 산출량 수준은 효율적인 생산 규모 수준이 된다. 이러한 관계는 〈그림 1〉에서 알 수 있듯이 장기 총비용곡선이 최소화되는 점은 한 점에서 일치하고  $\bar{y}$ 의 좌측과 우측에서는 일치하지 않는다.

그런데 앞서 정의하였듯이  $\bar{y} = y/k$ 이므로 장기 생산용량의 이용률(LCU)은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$LCU = \frac{y}{\bar{y}} = k \tag{11}$$

실제 생산용량 산출량을 얻기 위해서는 CRS하의 장기 평균비용 최소화 프로그램을 실행해야 하고  $\lambda$ 의 최적값에 기초하여 이를 다음과 같이 추정할 수 있다.

$$\bar{y} = \frac{y_0}{\sum_j \lambda_j^*} \tag{12}$$

생산용량 이용률은 실제 산출량과 최적 산출량의 크기에 따라서 1보다 크거나 1보다 작게 된다. 1보다 크면 과잉조업이 발생한 것이고 1보다 작으면 과소생산으로 생산시설의 규모가 미치지 못함을 의미한다.

이러한 장기 총비용과 장기 평균비용의 관계에 기초할 경우 자본스톡(기계와 시설설비) 및 토지면적 등의 변수들도 장기에는 모두 가변적이므로 고정비용이 존재하지 않는다. 모든 투입요소를 가변적으로 둔 상태에서 장기 평균비용을 최소화하는 문제를 설정하면 개별 기업에 대한 장기 평균비용 최소점과 그때 최적 산출량 및 생산용량의 이용률 등을 추정할 수 있다. 이러한 장기 평균비용(LRAC)을 최소화하는 추정은 다음과 같은 구체적인 계획식으로 표현할 수 있다.<sup>7)</sup> 즉,

$$LRAC(p,y) = \min \frac{p_L L + p_K K + p_N N}{y} \tag{13}$$

$$\text{s.t. } \sum_{j=1}^N \lambda_j \cdot y_j \geq y$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j \cdot L_j \leq L$$

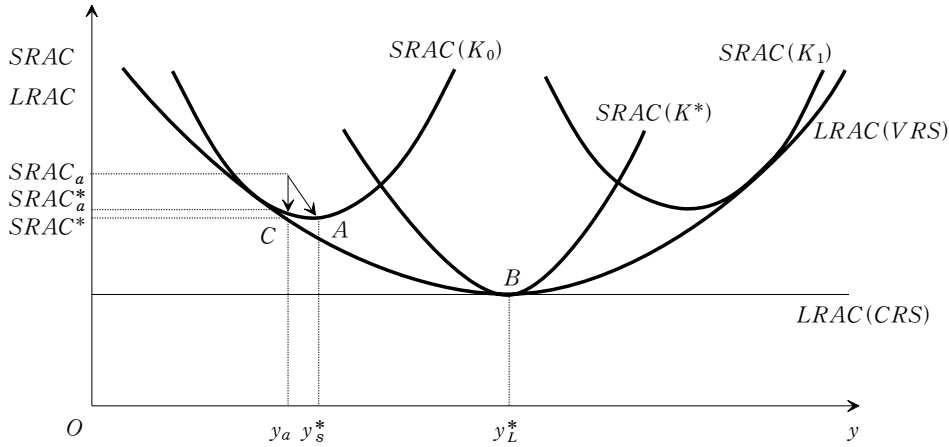
$$\sum_{j=1}^N \lambda_j \cdot K_j \leq K$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j \cdot N_j \leq N$$

$$\lambda_j \geq 0$$

식 (13)은 투입물과 산출물의 제약하에서 노동과 자본 등의 변수를 변화시켜서 장기 평균비용을 최소화하는 선형 프로그램을 보여준다. 장기 평균비용의 최소점과 생산용량의 추정을 알기 쉽게 표현하면 <그림 2>와 같이 정리할 수 있다. <그림 2>에서 장기 평균비용은  $LRAC(VRS)$ 와 같이 여러 개의 단기 평균비용곡선을 포락한 곡선이다.  $A$ 점은 단기 평균비용곡선의 최저점이고  $B$ 점은 장기 평균비용의 최저점이자 동시에  $K^*$  수준의 단기 평균비용곡선의 최저점이기도 하다. 만약 단기 평균비용곡선이  $SRAC(K_0)$  상태에서  $y_a$  산출량 수준에 있다면 비용을 최소화하기 위해서는  $A$ 점으로 이동해야 할 것이다. 이때 고정투입물은 조정할 수 없으므로 노동 등 가변투입물을 조정하여 이동해야 할 것이다. 그러나 단기 평균비용의 최소점인  $A$ 점의 산출량도 장기 평균비용곡선에서 보면 평균비용이 높다. 이는 생산시설의 규모를 확장함으로써 가능하다. 즉, 임의의 실제 산출량 수준에서  $B$ 점으로 이동하려면 단기에 고정요소인 자본 및

7) 장기 비용최소화는 CRS와 VRS에 관계없이 모든 투입물의 제약조건을 만족하는 최적투입물과 그때의 장기 총비용, 장기 평균비용을 추정하게 된다.



〈그림 2〉 장기 평균비용의 최소화

창고면적 등을 포함한 모든 투입요소를 확장해야 한다. 반대로 장기 평균비용의 최소점  $B$ 의 우측에 위치한 점에서는 생산 규모가 과잉이므로 생산시설을 축소해야 할 것이다. 이와 같이 이론상으로 장기 평균비용곡선은 임의의 고정된 설비하에서 도출되는 단기 평균비용곡선을 포락한 선으로 설명이 된다. 그러나 식 (13)과 같이 실제 장기 평균비용곡선의 최저점을 구하는 문제는 시설이 조정 가능한 상태에서 도출되는 장기 평균비용이 최소화되는 점을 찾는 것이다. 특히,  $B$ 점에서는  $LRAC(VRS)$ 와  $LRAC(CRS)$ 가 일치한다. 즉,  $LRAC(VRS)$ 와  $LRAC(CRS)$ 가 일치하는 점이 바로 장기 최소평균비용을 만족시키는 점이다. 이를 이용하면 장기 평균비용의 최소점을 얻을 수 있다.

나아가 식 (13)에서 장기 평균비용을 최소화하는 점의 산출량과 실제 산출량을 비교하면 장기 생산용량의 이용률(long-run capacity utilization: LCU)을 얻는다. 즉,

$$LCU = \frac{y}{y_L^*} = k$$

$$LCU \leq 1, \text{ or } LCU \geq 1 \tag{14}$$

$LCU \leq 1$ 은  $y \leq y_L^*$ 로서 규모경제 상태이고  $LCU \geq 1$ 은  $y \geq y_L^*$ 로서 규모비경제 상태를 의미한다.  $LCU < 1$ 이면 산출량을 증가시키는 것이 바람직하고 설비와 장비, 토지 등을 포함한 가용시설을 확대하는 것이 평균비용을 절감할 수 있다.

그 반대일 경우는 가용시설을 줄여야 평균비용을 절감할 수 있다. 이처럼 규모 불변인  $LCU=1$ 을 기준으로 비용체감, 비용불변, 비용체증 구간에 위치한 것과 최소 평균비용에서 벗어난 정도를 확인할 수 있다.

#### IV. 자료 및 실증결과

실증분석의 목적은 장기 평균비용의 최소점 추정을 통하여 물류창고기업의 장기 생산용량 이용률과 규모의 상태를 계측하는 것이다. 장기 평균비용 최소점과 규모의 상태를 기준으로 물류창고기업의 규모가 영세하게 운영되는지 여부를 확인할 수 있다.<sup>8)</sup> 장기 평균비용의 최소점을 추정하기 위하여 사용한 실증자료는 한국신용평가 주식회사에서 운영하는 상장기업들 중에서 물류창고기업의 재무 상태에 관한 kisvalue 통계자료이다. 이들은 68개 물류창고기업의 투입물과 투입물의 가격 및 산출물에 관한 자료를 포함한다.<sup>9)</sup> kisvalue의 물류창고기업 통계는 연도별로 기업수가 상이하여 최근 2개 연도만을 대상으로 하였다. 물류창고기업의 산출물로는 부가가치를 사용하였고 투입물로는 노동자와 자본스톡의 대리변수로 유형고정자산을 사용하였다. 원재료 등 중간투입물의 통계는 존재하지 않았기 때문에 월평균 노동자와 자본스톡을 포함시킨 것이다. 물류창고기업에서 창고면적은 누락된 기업들이 상당히 많아서 포함시키지 못하였다.<sup>10)</sup> 각 물류창고기업의 노동자당 임금을 노동의 가격으로 사용하였고 자본의 가격은 자본비용이 제시되지 않기 때문에 부가가치 중 총임금을 차감한 잔여분을 자본스톡으로 나누어 사용하였다.<sup>11)</sup> 금액자료는 2010년을 기준하였다 (2010=100). 물류창고기업의 산업별 업종 가운데 본 연구는 일반창고업, 냉장 및 냉동보관업, 위험물보관업을 대상으로 실증결과를 제시한다.<sup>12)</sup>

〈표 1〉에서 실증에 포함된 물류창고업체의 기술통계를 제시하였다. 포함된

- 8) 단기 최소평균비용을 기준으로 하면 단기에 자본시설은 고정되어 있으므로 이용되지 않는 유휴시설이 어느 정도인지를 측정하게 된다.
- 9) 한국신용평가주식회사의 사이트는 [www.kisvalue.com](http://www.kisvalue.com)이다. kisvalue에서 포함하고 있는 물류 관련 기업의 수는 총 115개 기업 정도이다. 그 중에서 부가가치, 노동자 수, 임금이 missing value인 기업을 제외한 결과, 68개 기업을 얻었다.
- 10) 토지가격 역시 제공되지 않아서 이를 반영하기는 어려움이 있다.
- 11) 이는 기존연구에서 일반적으로 사용하는 방법이다.
- 12) 물류산업의 업종 분류는 일반창고업, 냉장 및 냉동창고업, 농산물창고업, 위험물보관업, 기타 창고업으로 분류되지만 kisvalue 자료에는 농산물창고업과 기타 창고업이 존재하지 않는다.

〈표 1〉 기술통계(2010~2011년)

(단위: 백만 원, 명)

구분		Y	L	K	W1	W2
전체	평균	3,580	43	22,980	33	0.123
	표준편차	4,531	52	25,274	26	0.244
	최대	28,034	310	169,902	140	1.939
	최소	96	1	1,084	4	0.002
일반창고업	평균	3,327	48	17,380	34	0.165
	표준편차	3,556	72	11,419	18	0.349
	최대	14,667	310	55,253	75	1.939
	최소	504	1	1,084	5	0.016
냉장·냉동업	평균	1,917	42	18,548	21	0.065
	표준편차	1,703	24	17,498	14	0.050
	최대	7,433	96	94,269	52	0.211
	최소	96	10	5,197	4	0.002
위험물보관업	평균	8,854	33	52,306	65	0.152
	표준편차	7,912	26	47,957	44	0.104
	최대	28,034	92	169,902	140	0.400
	최소	640	7	8,276	11	0.061

68개 물류창고기업은 일반창고업은 31개, 냉장 및 냉동보관업 27개, 위험물보관업 10개로 분류된다. 2010~2011년간 전체 물류창고기업의 평균 부가가치는 3,580백만 원이고 노동자는 43명이며 자본스톡은 22,980백만 원이다. 노동자의 연평균 임금은 33백만 원이고 자본가격은 0.123백만 원이다. 〈표 1〉에서 표준편차와 최대 및 최소값을 보면 포함된 기업들의 규모 차이가 있음을 알 수 있다. 평균적으로 위험물보관업이 자본스톡과 산출량이 가장 큰 반면에 일반창고업과 냉장·냉동업의 자본스톡은 큰 차이가 없으나 산출량 수준에서는 일반창고업이 훨씬 큰 편이다. 그러나 고용자수에 있어서는 일반창고업이 48명으로 가장 많고 위험물보관업이 33명으로 가장 낮다. 노동가격인 임금수준은 평균적으로 위험물보관업이 65백만 원으로 가장 높고 냉장 및 냉동보관업이 21백만 원으로 가장 낮다.

다음으로 2010년 투입과 산출, 그리고 투입가격의 통계자료를 가지고 장기

평균비용 최소화를 통하여 추정된 생산용량 이용률과 생산용량 산출량, 장기 최소총비용은 <표 2>와 같다.<sup>13)</sup>

<표 2>는 장기 평균비용을 최소화하는 생산용량( $y^*$ ), 생산용량 이용률( $LCU$ ), 장기 최소총비용( $LRTC^*$ ), 장기 최소평균비용( $LRAC^*$ ) 등을 물류업종별로 제시하고 있다. 장기 평균비용을 최소화하는 최대산출량 수준은 68개 기업이 하나의 점인 6,760백만 원에 수렴한다. 전체 기업의 경우 개별 물류창고기업의 실제 산출량을 이로 나누어 구한 생산용량 이용률은 0.482로 나타나서 대다수의 물류창고기업은 장기 평균비용이 감소하는 규모의 경제영역에 위치하고 있음을 알 수 있다. 이는 대부분 물류창고기업의 규모가 영세하므로 규모를 증가시킬 경우 평균비용을 상당히 절감할 수 있음을 의미한다. 또한 최소총비용을  $y^*$ 로 나눈 장기 최소평균비용은 0.179백만 원으로 나타났다. 전반적으로 물류창고기

<표 2> 장기 평균비용 최소화(2010년)

구분		$Y^*$	$LCU$	$LRTC^*$	$LRAC^*$
전체	평균	6,760	0.482	1,023	0.179
	표준편차	0	0.526	2,088	0.162
	최대	6,760	2.218	12,205	1.000
	최소	6,760	0.003	1	0.005
일반창고업	평균	6,760	0.482	928	0.203
	표준편차	0	0.489	1,603	0.172
	최대	6,760	1.994	6,760	1.000
	최소	6,760	0.061	22	0.054
냉장·냉동업	평균	6,760	0.248	210	0.094
	표준편차	0	0.217	309	0.055
	최대	6,760	0.965	1,531	0.235
	최소	6,760	0.003	1	0.005
위험물보관업	평균	6,760	1.116	3,510	0.331
	표준편차	0	0.719	3,837	0.194
	최대	6,760	2.218	12,205	0.680
	최소	6,760	0.085	89	0.070

주: 장기 평균비용 최소화의 산출량, 장기 최소총비용, 장기 최소평균비용의 단위는 백만 원임.

13) 장기 평균비용 최소화에 관한 68개 물류창고기업의 개별적 결과는 부록을 참조바란다.

업의 생산용량 이용률, 장기 평균비용 등은 이들의 표준편차, 최대·최소값에서 볼 수 있듯이 기업별로 크게 차이가 난다.

세 개의 업종을 살펴보면 위험물보관업이 1.116의 규모비경제 상태에 있어서 과잉 규모로 운영되고 있는 반면에 일반창고업과 냉장·냉동업은 과소 규모로 운영되었다. 즉, 위험물보관업은 규모비경제가 작용하여 장기 평균비용이 체증하는 구간에 위치한 반면 여타 두 업종은 규모경제로 장기 평균비용이 체감하는 영역에 위치하였다. 즉, 후자의 두 업종은 규모가 영세한 상태임을 의미한다. 장기의 최소평균비용에서 위험물보관업이 상대적으로 높고 냉장·냉동업이 가장 낮다. 이는 결국 위험물보관업의 특성상 여타 업종보다 고가의 보관장비 등으로 평균비용이 높다는 것을 의미한다. 따라서 위험물보관업은 기본적으로 높은 평균비용을 낮출 수 있는 방안을 모색할 필요가 있을 것으로 보인다. 반면에 냉장·냉동업은 평균비용은 상대적으로 매우 낮지만 보관제품의 특성상 고객기업이 제한적이고 계절에 영향을 많이 받기에 영세한 규모를 유지하는 것이 문제가 된다. 결과적으로 위험물보관업이 장기 생산용량 이용률이 가장 높으면서 평균비용 역시 가장 높다. 반면에 냉장·냉동보관업은 생산용량 이용률과 최소평균비용도 가장 낮다. 이는 위험물보관업이 여타 업종보다 투입되는 비용이 높지만 그에 따른 부가수익도 역시 높은 것을 의미한다. 하지만 투입되는 임금이 여타 업종보다 크게 높고 자본비용 또한 높은 편이기에 비용절감의 여지는 아직도 남아 있는 것으로 보인다.

다음으로 2011년 물류창고기업에 대한 장기 평균비용 최소화 결과는 <표 3>과 같다. 장기의 생산용량 산출량은 8,692백만 원에 수렴하여 2010년보다 증가하였다. 전체 기업의 경우 생산용량 이용률은 0.431로서 2010년과 동일하게 대다수의 물류창고기업은 규모경제의 영역에 위치하고 있다. 물류창고기업의 평균비용을 더 절감하려면 영세한 규모를 확장하는 것이 필요하다. 장기 최소평균비용은 0.157백만 원으로 2010년에 비하여 낮아졌다. 즉, 생산용량 이용률은 2010년에 비하여 더 낮아졌고 최소총비용은 936백만 원으로 감소하여 최소평균비용은 0.301백만 원으로 감소한 것이다.

세 업종별로 볼 때 2010년과 동일하게 위험물보관업의 생산용량 이용률이 가장 높고 1에 가까운 반면에 일반창고업과 냉장·냉동업은 여전히 낮은 수준에 머무른다. 그러나 위험물보관업과 일반창고업의 최소총비용은 감소하였으나 냉장·냉동업은 반대로 최소총비용이 증가하였고 장기 최소평균비용도 증가하였다. 이에 따라 냉장·냉동업의 최소평균비용은 여타 두 업종과는 다르게 2010년



〈표 3〉 장기 평균비용 최소화(2011년)

구분		$Y^*$	$LCU$	$LRTC^*$	$LRAC^*$
전체	평균	8,692	0.431	936	0.157
	표준편차	0	0.557	1,955	0.142
	최대	8,692	3.540	11,115	1.000
	최소	8,692	0.019	4	0.021
일반창고업	평균	8,692	0.391	895	0.176
	표준편차	0	0.438	1,818	0.171
	최대	8,692	1.824	8,692	1.000
	최소	8,692	0.069	44	0.048
냉장·냉동업	평균	8,692	0.248	258	0.097
	표준편차	0	0.223	326	0.052
	최대	8,692	0.960	1,334	0.197
	최소	8,692	0.019	4	0.021
위험물보관업	평균	8,692	1.051	2,894	0.259
	표준편차	0	0.996	3,388	0.143
	최대	8,692	3.540	11,115	0.432
	최소	8,692	0.081	47	0.066

주: 장기 평균비용 최소화의 산출량, 장기 최소총비용, 장기 최소평균비용의 단위는 백만 원임.

보다 약간 상승되었다. 냉장·냉동업의 생산용량 이용률은 2010년보다 생산용량 산출량과 최소총비용이 동시에 증가하여 2010년과 차이가 없다. 그런데 냉동·냉장보관업은 여타 업종에 비하여 총비용과 평균비용은 낮으나 생산용량에 비하여 그 이용률이 매우 낮다는 것이 문제가 된다. 이의 주된 원인은 냉동·냉장보관업이 냉동·냉장 시설로 일반창고업보다 자본스톡은 높게 투입되지만 노동자당 임금수준은 일반창고업의 60% 수준이고 자본가격도 가장 낮아서 최소평균비용도 낮다. 하지만 대체로 자본스톡 투입은 상대적으로 일반창고업보다 높기 때문에 최적 규모가 커서 생산용량 이용률은 보다 낮은 것이다.<sup>14)</sup> 즉, 이는 냉동·냉장보관업이 장기의 최적 규모에 비하여 너무 과소 생산으로 발생한 것이다. 이러한 과소 생산의 문제는 서비스의 다양화를 비롯하여 전략적 제휴 및 M&A 등을 통한 대형화를 추구하거나 유사 물류창고기업과 냉동·냉장 시설의

14) 최적 규모는 장기의 최소평균비용의 산출량 수준을 의미한다.

〈표 4〉 LCU에 기초한 규모경제의 상태(2010~2011년)

	2010년			2011년		
	규모경제	규모불변	규모비경제	규모경제	규모불변	규모비경제
전체(68개)	59	1	8	61	1	6
일반창고업	26	1	3	27	1	2
냉장·냉동보관업	27	0	0	27	0	0
위험물보관업	5	0	5	6	0	4

공동이용 혹은 연계활용 등을 통하여 규모의 확대가 요구된다. 반면에 위험물 보관업의 생산활동이 여타 업종보다 적정 규모를 넘어서기는 했으나 이에 가깝게 위치하고 있음을 보여주었다. 위험물보관업은 규모경제의 문제는 덜하나 평균비용이 다른 업종보다 높은 점이 해결해야 할 과제이다.

나아가 개별 물류창고기업의 규모경제와 규모비경제의 상태를 업종별로 정리하면 〈표 4〉와 같다.<sup>15)</sup> 2010년의 규모경제의 상태는 전체적으로 규모경제, 규모불변, 규모비경제가 각각 59개, 1개, 8개 기업이 속했다. 즉, 대다수 기업이 규모경제의 상태로 장기 평균비용을 낮추기 위하여 생산시설을 확대하는 것이 필요하다. 규모불변의 기업은 일반창고업에 한 기업이 속하고 규모비경제는 일반창고업 3개, 위험물보관업 5개가 속한다. 2011년에는 규모경제에 속한 기업이 61개로 2개 증가하였고, 규모불변 1개(일반창고업), 규모비경제 6개(일반창고업 2, 위험물보관업 4개) 등이다. 결과적으로 대부분 기업이 규모경제의 상태에 있어서 생산량과 생산시설을 확대하는 것이 비용절감에 유리하다. 즉, 대부분 물류창고기업의 실제 산출량이 장기의 생산용량 산출량에 이르지 못하는 것은 물류창고업의 시설의 영세 규모로 인하여 높은 비용을 부담하는 소규모 생산이 이루어지고 있음을 시사한다.

15) 규모 상태는 규모경제( $LCU < 1$ ), 최적 규모( $LCU = 1$ ), 규모비경제( $LCU > 1$ )로 판별한다. 규모경제는 장기 평균비용이 산출증가에 따라서 감소하는 구간, 규모불변은 장기 평균비용이 최소화되는 구간이나 점, 규모비경제는 산출증가에 따라서 장기 평균비용이 증가하는 구간을 말한다.

## V. 결 론

본 연구에서 한국 물류창고기업을 중심으로 장기 최소평균비용, 생산용량 이용률, 규모경제 상태를 실증적으로 계측하여 보았다. 기존연구에서 언급하였듯이 생산용량이 최대화되는 점으로 Klein(1960), Segerson and Squires(1990), Prior(2003) 등은 단기 평균비용이 하향하는 구간에서 단기 평균비용과 장기 평균비용이 접하는 점으로 간주하였다. Morrison(1985)은 일반비용함수를 이용하여 최소비용과 실제총비용의 비율로서 생산용량을 측정하였고 Segerson and Squires(1993)는 고정투입요소의 실제가격과 잠재가격의 상대적 비율에 기초하여 생산용량을 측정하였다. Coelli *et al.*(2002)은 경제적 생산용량 접근법을 도입하여 복합 산출물의 결합률이 일정한 상태에서 단기 이윤을 극대화하는 점을 기준으로 생산용량을 측정하고자 시도하였다. 그러나 지금까지 장기 평균비용의 최소점을 기준으로 생산용량을 측정한 연구는 존재하지 않는다. 본 연구는 처음으로 단기가 아닌 장기적 관점에서 생산용량을 측정하고자 시도한 것이다. 한국의 개별 기업을 대상으로 생산용량을 측정한 연구는 필자가 아는 한 존재하지 않고, 특히 물류창고기업을 대상으로 생산용량을 측정한 연구도 전무하다. 본 연구는 생산설비를 요구하는 물류창고기업에서 장기적 관점에서 모든 투입물이 조정 가능한 생산용량을 측정함으로써 물류창고기업들의 노동뿐만 아니라 시설용량의 조절을 통한 비용절감의 잠재적 수준을 보여준다.

2010년의 경우 장기 평균비용을 최소화하는 최대산출량 수준은 68개 기업이 하나의 점인 6,760백만 원에 수렴한다. 전체 기업의 경우 개별 물류창고기업의 실제 산출량을 이로 나누어 구한 생산용량 이용률은 0.482로 나타났다. 즉, 대다수의 물류창고기업은 장기 평균비용이 감소하는 규모의 경제영역에 위치하였다. 또한 최소총비용을  $y^*$ 로 나눈 장기 최소평균비용은 0.179백만 원으로 나타났다. 2011년의 경우 장기의 생산용량 산출량은 8,692백만 원에 수렴하여 2010년보다 증가하였다. 전체 기업의 경우 생산용량 이용률은 0.431로서 2010년과 동일하게 대다수 기업은 규모경제의 영역에 위치하고 있다. 물류창고기업의 평균비용을 절감하려면 영세한 규모를 확장해야 함을 의미한다. 장기 최소평균비용은 0.157백만 원으로 2010년에 비하여 낮아졌다. 즉, 생산용량 이용률은 2010년에 비하여 더 낮아졌고 최소총비용은 936백만 원으로 감소하여 최소평균비용은 0.301백만 원으로 감소하였다.

세 업종별로 볼 때 2010~2011년 동안 위험물보관업은 규모비경제가 작용하여 장기 평균비용이 체증하는 구간에 위치한 반면 여타 두 업종은 규모경제로 장기 평균비용이 체감하는 영역에 위치하였다. 위험물보관업이 장기 생산용량 이용률이 가장 높으면서 평균비용 역시 가장 높다. 반면에 냉장·냉동보관업은 생산용량 이용률과 최소평균비용이 가장 낮았다. 이는 위험물보관업이 여타 업종보다 투입되는 비용이 높지만 그에 따른 부가수익도 역시 높은 것을 의미한다. 하지만 투입되는 임금이 여타 업종보다 크게 높고 자본비용 또한 높은 편이기에 비용절감의 여지가 있다. 냉장·냉동업의 문제는 최소 장기 평균비용은 낮으나 생산용량 이용률이 너무 낮다는 점이다. 특히, 냉장·냉동업은 일반창고업보다 자본스톡이 많이 투입되지만 임금수준은 일반창고업의 60% 수준이고 낮은 자본비용으로 평균비용은 낮다. 하지만 일반창고업보다 높은 자본스톡 투입으로 시설 규모는 상대적으로 크다. 물론 장기 비용최소화에서 냉장·냉동업은 낮은 생산용량 이용률로 절대 규모가 확장되어야 하지만 일반창고업에 비하면 유휴시설이 적지 않다는 것을 시사한다. 냉장·냉동업은 계절과 소비 패턴에 따라서 입출고량이 급격히 변동하기 때문에 시설의 최대 활용이 어렵다. 따라서 냉장·냉동업은 시설 규모를 확장하는 것뿐만 아니라, 특히 단기적으로 기존의 유휴시설을 최대한 이용하는 노력도 동시에 기울여야 비용을 효과적으로 절감할 수 있다.

실증결과에서 얻을 수 있는 시사점은 물류창고기업이 장기 평균비용 최소점에서 벗어난 기업이 대부분이고 위험물보관업을 제외한 여타 기업들은 규모경제의 상태로 영세한 규모에서 조업함으로써 높은 비용을 부담하고 있다는 것이다. 우선적으로 과소시설로 비용부담이 높은 것을 해소하려면 시설 규모를 확장해야 한다는 점이다. 이를 극복하기 위해서는 서비스의 다양화를 비롯하여 전략적 제휴 및 M&A 등을 통한 대형화를 추구할 수도 있을 것이고 최근 제기되고 있는 공동물류시설이나 복합물류시설을 구축하여 다른 물류창고기업과 함께 공유하여 활용하는 것도 필요할 것이다. 동종 혹은 이종업체와 제휴를 통해서 생산설비, 물류망, 보유 정보 등의 다양한 유휴자원을 공유함으로써 상호 자원이용을 최대화할 수 있다.

그 다음으로 냉장·냉동업에서 드러나듯이 대부분 기업들이 기존 시설도 충분히 활용하지 못하는 경우가 존재하므로 유휴시설을 효과적으로 활용하는 방안도 모색되어야 할 것이다.

마지막으로 자료구득상의 한계로 물류창고기업의 비용을 보다 잘 보여줄 수

있는 창고공간 면적 등 보다 세부적인 통계자료를 사용할 수 없었다. 이를 포함한 보다 정교한 연구는 향후 과제로 남긴다.

62 장기 비용최소화와 생산용량 이용률, 규모경제 계측

〈부표〉 물류창고기업의 장기 최소평균비용과 생산용량 이용률

기업	2010년				2011년			
	$Y^*$	$LCU$	$LRTC^*$	$LRAC^*$	$Y^*$	$LCU$	$LRTC^*$	$LRAC^*$
1	6,760	0.142	190	0.198	8,692	0.088	186	0.243
2	6,760	1.994	4,735	0.351	8,692	1.824	5,357	0.338
3	6,760	0.197	269	0.201	8,692	0.090	87	0.111
4	6,760	0.148	86	0.086	8,692	0.145	117	0.092
5	6,760	0.079	40	0.075	8,692	0.069	55	0.091
6	6,760	0.238	404	0.251	8,692	0.184	290	0.181
7	6,760	0.344	326	0.140	8,692	0.237	269	0.131
8	6,760	0.359	476	0.196	8,692	0.235	316	0.155
9	6,760	0.986	1,156	0.173	8,692	0.771	1,162	0.173
10	6,760	0.215	163	0.112	8,692	0.168	132	0.091
11	6,760	1.456	1,767	0.180	8,692	1.626	2,642	0.187
12	6,760	0.583	747	0.189	8,692	0.441	592	0.154
13	6,760	0.373	157	0.062	8,692	0.219	91	0.048
14	6,760	0.408	209	0.076	8,692	0.358	151	0.048
15	6,760	0.116	150	0.190	8,692	0.102	151	0.170
16	6,760	0.608	908	0.221	8,692	0.467	534	0.132
17	6,760	0.605	1,005	0.246	8,692	0.397	540	0.156
18	6,760	0.164	109	0.098	8,692	0.139	231	0.200
19	6,760	0.161	120	0.110	8,692	0.209	222	0.122
20	6,760	0.348	635	0.270	8,692	0.180	404	0.258
21	6,760	1.687	4,961	0.435	8,692	0.958	2,591	0.311
22	6,760	0.234	92	0.058	8,692	0.255	152	0.069
23	6,760	0.998	1,559	0.231	8,692	0.801	1,680	0.241
24	6,760	0.159	244	0.227	8,692	0.152	72	0.054
25	6,760	1.000	6,760	1.000	8,692	1.000	8,692	1.000
26	6,760	0.221	461	0.308	8,692	0.158	352	0.257
27	6,760	0.061	22	0.054	8,692	0.070	44	0.072
28	6,760	0.364	378	0.154	8,692	0.244	305	0.144
29	6,760	0.124	98	0.117	8,692	0.092	68	0.085
30	6,760	0.200	198	0.146	8,692	0.138	122	0.101
31	6,760	0.355	337	0.140	8,692	0.307	131	0.049
32	6,760	0.965	1,531	0.235	8,692	0.960	1,334	0.160
33	6,760	0.343	337	0.145	8,692	0.344	486	0.163
34	6,760	0.679	744	0.162	8,692	0.687	1,113	0.186

〈부표〉 계 속

기업	2010년				2011년			
	<i>Y*</i>	<i>LCU</i>	<i>LRTC*</i>	<i>LRAC*</i>	<i>Y*</i>	<i>LCU</i>	<i>LRTC*</i>	<i>LRAC*</i>
35	6,760	0.127	70	0.082	8,692	0.118	114	0.111
36	6,760	0.229	132	0.085	8,692	0.105	34	0.038
37	6,760	0.188	116	0.091	8,692	0.205	174	0.098
38	6,760	0.121	22	0.027	8,692	0.205	127	0.071
39	6,760	0.184	94	0.076	8,692	0.229	322	0.162
40	6,760	0.291	361	0.184	8,692	0.225	325	0.166
41	6,760	0.080	52	0.096	8,692	0.153	163	0.122
42	6,760	0.085	31	0.005	8,692	0.078	33	0.048
43	6,760	0.432	420	0.144	8,692	0.368	402	0.126
44	6,760	0.197	190	0.143	8,692	0.171	193	0.130
45	6,760	0.172	120	0.103	8,692	0.117	62	0.061
46	6,760	0.206	171	0.123	8,692	0.134	51	0.044
47	6,760	0.045	7	0.022	8,692	0.133	47	0.041
48	6,760	0.215	157	0.108	8,692	0.151	118	0.090
49	6,760	0.121	70	0.085	8,692	0.143	141	0.114
50	6,760	0.215	145	0.100	8,692	0.191	156	0.094
51	6,760	0.238	144	0.089	8,692	0.237	180	0.087
52	6,760	0.115	26	0.034	8,692	0.131	36	0.031
53	6,760	0.402	135	0.050	8,692	0.437	748	0.197
54	6,760	0.149	71	0.070	8,692	0.140	74	0.061
55	6,760	0.039	8	0.029	8,692	0.109	30	0.031
56	6,760	0.003	1	0.033	8,692	0.019	4	0.021
57	6,760	0.646	286	0.066	8,692	0.770	344	0.051
58	6,760	0.217	238	0.162	8,692	0.134	145	0.124
59	6,760	0.821	388	0.070	8,692	0.677	447	0.076
60	6,760	1.641	4,710	0.424	8,692	1.193	3,518	0.339
61	6,760	0.697	1,006	0.214	8,692	0.656	925	0.162
62	6,760	1.387	6,373	0.680	8,692	1.205	2,722	0.260
63	6,760	0.431	342	0.117	8,692	0.319	310	0.112
64	6,760	0.574	1,825	0.470	8,692	0.550	2,063	0.432
65	6,760	2.218	12,205	0.482	8,692	3.540	11,115	0.361
66	6,760	2.113	5,812	0.407	8,692	1.718	5,888	0.394
67	6,760	1.191	2,350	0.292	8,692	0.570	1,907	0.385
68	6,760	0.085	89	0.155	8,692	0.081	47	0.066

주: 1~31은 일반창고업, 32~58은 냉장 및 냉동보관업, 59~68은 위험물보관업임.

## 참 고 문 헌

- 강상목·이주병, “항만물류산업의 중요소생산성과 그 분해요인분석,” 『한국항만 경제학회지』 제24권 제4호, 2008, 47~70.
- 경기개발연구원, “경기도 물류비용 분석 및 분류체계 개선 연구,” 1999.
- 박재운·이대식, “우리나라 물류산업의 산업연관관계 및 성장기여요인 분석,” 『한국경제연구』 제23권 제3호, 2008, 177~203.
- 성신제·강상목, “물류산업의 공간연구를 위한 개념 체계에 관한 연구,” 『대한 지리학회지』 제46권 제1호, 2011a, 81~99.
- \_\_\_\_\_, “자료포락분석(DEA)과 확률변경함수(SFA)를 이용한 부산시 물류창고 업체의 효율성 비교,” 『물류학회지』 제21권 제3호, 2011b, 157~180.
- 윤재호, “환율급등이 국내물류산업의 생산비에 미치는 파급효과,” 『한국항만경제학회지』 제25집 제4호, 2009, 147~166.
- 이명현·이준엽, “대외무역량과 지역생산성 효과분석—국내 경제자유구역의 물류경쟁력 비교의 측면에서—,” 『동북아경제연구』 제22권 제1호, 2010, 61~82.
- 이흥식·방호경, “물류효율성이 무역에 미치는 영향분석—동아시아지역을 중심으로—,” 『국제통상연구』 제14권 제3호, 2009, 1~23.
- 조군제, “기업물류비의 관리와 전략,” 창원대학교, 2006.
- 최용재, “한국제조업의 비용구조 분석과 요인분해,” 『한국경제연구』 제28권 제1호, 2010, 5~36.
- 충북개발연구원, “충북의 물류비용 분석 및 정책추진 방향,” 2010.
- Bernt, E. R. and C. J. Morrison, “Capacity Utilization Measures: Underlying Economic Theory and An Alternative Approach,” *American Economic Review*, 71, 1981, 48~52.
- Cassels, J. M., “Excess Capacity and Monopolistic Competition,” *Quarterly Journal of Economics*, 51, 1937, 426~443.
- Coelli, T. and E. Grifell-Tatje, and S. Perelman, “Capacity Utilization and Profitability: A Decomposition of Short-run Profit Efficiency,” *International Journal of Production Economics*, 79, 2002, 261~278.
- Färe, R., S. Grosskopf, and E. C. Kokkelenberg, “Measuring Plant Capacity,



- Utilization and Technical Change: A Non-parametric Approach,” *International Economic Review*, 30(3), 1989, 655~666.
- Hesse, M. and J. P. Rodrigue, “The Transport Geography of Logistics and Freight Distribution,” *Journal of Transport Geography*, 12(3), 2004, 171~184.
- Jane, C., “Performance Evaluation of Logistics Systems Under Cost and Reliability Considerations,” *Transportation Research Part E*, 47, 2011, 130~137.
- Johansen, L., “Production Functions and The Concept of Capacity,” *Recherches Recentes sur la Fonction de Production, Collection Economic Mathematique et Econometrie 2*, 1968.
- Kawamura, M. S., D. P. Ronconi, and H. Yoskizaki, “Optimizing Transportation and Storage of Final Products in the Sugar and Ethanol Industry: A Case Study,” *International Transactions in Operation Research*, 13(5), 2006, 425~439.
- Klein, L. R., “Some Theoretical Issues in the Measurement of Capacity,” *Econometrics*, 28, 1960, 272~286.
- Korpela J., A. Lehmusvaara, and J. Nisonen, “Warehouse Operator Selection by Combining AHP and DEA Methodologies,” *International Journal of Production Economics*, 108(1-2), 2007, 135~142.
- Leinbach, T. R. and J. T. Bowen, “Air Cargo Services and the Electronics Industry in Southeast Asia,” *Journal of Economic Geography*, 4(2), 2004, 1~24.
- Morrison Paul J. C., “Primal and Dual Capacity Utilization: An Application to Productivity Measurement in the U.S. Automobile Industry,” *Journal of Business and Economic Statistics*, 3(4), 1985, 312~324.
- Prior, D., “Long-and Short-run Non-parametric Cost Frontier Efficiency: An Application to Spanish Savings Banks,” *Journal of Banking & Finance*, 27, 2003, 655~671.
- Ray, S. C., K. Mukherjee, and Y. Wu, “Direct and Indirect Measures of Capacity Utilization: A Non-parametric Analysis of US Manufacturing,” *The Manchester School*, 74, 2006, 1463~6786.
- Rosenfield D. B., R. D. Shapiro, and R. E. Bohn, “Implications of Cost-Service Trade-offs on Industry Logistics Structures,” *Interfaces*, 15(6), 1985, 47~59.
- Segerson, K. and D. Squires, “On the Measurement of Economic Capacity Utilization for Multiproduct Industry,” *Journal of Economics*, 75, 1990, 76~85.

66 장기 비용최소화와 생산용량 이용률, 규모경제 계측

\_\_\_\_\_, “Capacity Utilization Under Regulatory Constraints,” *The Review of Economics and Statistics*, Vol. LXXV(1), 1993, 76~85.

Varian, H. R., *Intermediate Microeconomics*, 2003.

[Abstract]

Measurement of Long-run Cost Minimization, Capacity  
Utilization, and Scale Economy  
— Focusing on Logistics and Warehousing Firms —

Sangmok Kang\* · Sinje Sung\*\*

The purpose of this paper is to estimate minimum long-run average cost(LRAC), capacity utilization(LCU), and the state of scale economy focusing on Korean logistic firms. The output minimizing LRAC converged in 6760 million won, minimum LRAC was 0.179 million won , and capacity utilization was 0.482 in 2010. The capacity output converged in 8692 million won, minimum LRAC was 0.157 million won, and capacity utilization was 0.301 in 2011. The firms in dangerous goods warehousing were distributed in the increasing state of LRAC, whereas the firms in refrigerated warehousing and general warehousing were distributed in the decreasing state of LRAC. The firms in dangerous goods warehousing kept their capacity utilization close to 1 but the firms in two other warehosings kept it far away from 1. Most firms in two other warehosings need to overcome small scales.

**Keywords:** minimum long-run average cost, capacity utilization, scale economy,  
logistics warehouse firms

**JEL Classification:** C6, D2, M2

---

\* First Author, Department of Economics, Pusan National University, Tel: +82-51-510-2586,  
E-mail: smkang@pusan.ac.kr

\*\* Corresponding Author, Department of Geography, University of Connecticut, Tel: +82-51-510-  
2586, E-mail: sing-je.sung@uconn.edu

— |

| —

— |

| —