

불확실성 정보가 맥주배송게임 기반의 공급사슬 수행도에 미치는 영향 평가 : 기상정보 사례를 중심으로

이기광* · 김인겸** · 고광근***

The Effect of Uncertain Information on Supply Chain Performance in a Beer Distribution Game-A Case of Meteorological Forecast Information

Ki-Kwang Lee* · In-Gyum Kim** · Kwang-Kun Ko***

Abstract

Information sharing is key to effective supply chain management. In reality, however, it is impossible to get perfect information. Accordingly, only uncertain information can be accessed in business environment, and thus it is important to deal with the uncertainties of information in managing supply chains. This study adopts meteorological forecast as a typical uncertain information. The meteorological events may affect the demands for various weather-sensitive goods, such as beer, ices, clothes, electricity etc. In this study, a beer distribution game is modified by introducing meteorological forecast information provided in a probabilistic format. The behavior patterns of the modified beer supply chains are investigated for two conditions using the weather forecast with or without an information sharing. A value score is introduced to generalize the well-known performance measures employed in the study of supply chains, i.e., inventory, backlog, and deviation of orders. The simulation result showed that meteorological forecast information used in an information sharing environment was more effective than without information sharing, which emphasizes the synergy of uncertain information added to the information sharing environment.

Keywords : Uncertain Information, Information Sharing, Value Score, Beer Distribution Game

논문접수일 : 2007년 11월 27일 논문제재확정일 : 2007년 12월 15일

* 본 연구는 기상청 기상지진기술개발사업(CATER 2007-3306)의 지원으로 수행되었습니다.

* 인제대학교 경영학부 조교수/산업경영연구원 센터장, (621-749) 경남 김해시 어방동 607 인제대학교 인문사회과학대학 503호,
Tel : 055-320-3878, e-mail : kiklee@inje.ac.kr

** 인제대학교 경영학과

*** 인제대학교 경영학과

1. 서 론

전통적으로 기업과 기업 간의 경영에서는 각 구성 기업이 서로 독립적으로 분리된 경영을 수행하였다. 각각의 구성기업은 오직 직접적으로 연관 있는 고객에게 가치를 더하기 위한 방법만을 찾았고, 전체 공급사슬(Supply Chain; SC)의 가치를 올릴 수 있는 방법에 대해서는 거의 고려하지 않았다. 이후 공급사슬의 개념이 도입되면서 공급사슬의 관리에 관한 논의가 있었지만, 초기의 공급사슬관리(Supply Chain Management; SCM)는 오직 공급사슬 내부에서 실질적으로 중요하다고 판단되는 공급자의 관리에만 초점이 맞춰져 있었다. 그리고 당시의 관리 목적은 최저 비용으로 최고의 질을 약속 할 수 있으며, 적시에 운송이 가능한 공급자와 함께 일하는 것이었다[McCormack et al., 2003].

하지만 공급사슬을 관리하는데 단일 기업에만 초점을 맞추는 방식은 더 이상 통하지 않게 되었다. 과거와 달리 오늘날의 기업환경은 특정 기업의 범위를 넘어서서 공급사슬에 속한 기업들의 네트워크를 연결하여 이들의 통합이 필요 한 시대이다. 이는 어느 한 기업의 경쟁력이 제품 또는 산업에서의 절대적인 경쟁력이 될 수 없다는 것을 뜻한다.

공급사슬의 통합에는 기능적 통합과 기업 간 통합이 존재하며 기능적 통합은 제품의 설계, 제조, 물류 그리고 유통에 이르는 과정상의 통 합이고 기업 간 통합은 공급자에서 소비자에 이르는 공급사슬 내부에서의 통합을 말한다. 이런 식으로 통합된 공급사슬의 관리에서 얻어지는 경쟁력이 해당 기업의 경쟁력으로 중요하게 인식되고 있다. 즉, 공급사슬 내부에서 서로 긴밀히 협조하며 공급사슬의 효율화를 위한 지식과 정보를 공유하고, 각 기업의 역량강화를 위한 효과적인 통제가 중요시 되고 있는 것이다. 이

런 관점에서 최근에 공급사슬의 통합과 관리에 대한 관심이 증대되고 있으며, 통합된 공급사슬 시스템 하에서 각 기업의 네트워크를 관리하는 것에 대한 전략적인 중요성에 관해 많은 논의가 이루어지고 있다[Lee, 2000]. CSCMP(The Council Of Supply Chain Management Professionals)에 따르면 공급사슬관리란, 자원의 조달과 획득, 전환, 일정 관리에 관계된 모든 활동을 계획하고 관리하며 나아가 공급업자, 도매업자, 소매업자, 소비자 등의 공급사슬내 파트너와 협력하는 모든 활동을 포함한다[Ayers, 2006]. 결국 공급사슬관리는 기업 간의 공급과 수요관리를 통합하여 인적자원 및 물적자원을 효율적으로 활용할 수 있게 해주는 활동이라 할 수 있다[안 병훈 외 3인, 1997]. 공급사슬관리를 통한 업무 프로세스의 혁신 활동은 수리적인 방법 또는 최적의 재고관리 모형을 통해 비용을 최소로 하는 재고정책을 제시하거나 기업 간의 협력을 통해 정보를 공유함으로써 그 효과가 극대화 될 수 있다.

효율적인 재고정책을 위한 선행 연구에서는 수리적인 방법으로 생산/배송 시나리오를 실행하여 모델의 유용성을 찾아[Pujari et al., 2007], 최대의 이익을 기대할 수 있는 알고리즘을 개발하는 것이 소개 되었다[Chung et al., 2007]. 또한 서로 다른 두 가지의 적응적 재고관리 모형의 비교를 통해 소비자 수요패턴에 능동적으로 변화할 수 있는 모형을 찾거나[Kim et al., 2005], 최적 재고정책 모델을 사용하여 재고비용을 최소화하는 모형을 제시하였다[Ganesan, 1999]. 그리고 재고관리상의 최적의 의사결정 매커니즘을 정립하고[Khouja, 2003], 이론적 모델 및 경험적 모델을 만들어 시뮬레이션을 통해 효율적인 재고관리시스템을 개발하여[안봉근 외 2인, 2003] 기존 모델에 반하는 수정된 모델을 통해서 재고 부정확성을 제거해 효율적인 재

고관리가 가능하다는 연구결과가 있었다[Fleisch et al., 2005].

한편, 공급사슬의 효과적인 관리를 위해서는 궁극적으로 공급사슬을 구성하는 기업 간의 정보공유가 해당 구성기업의 경영성과를 향상시킨다고 할 수 있는데[Porter et al., 1985; Stock, 1990; Cooper, 1997], 정보공유를 통한 공급사슬의 성과측정 방법에도 수리적인 방법과 시뮬레이션을 통한 방법이 있다. 먼저 수리적인 방법에는 MIT에서 개발한 맥주배송게임에 혼합된 정수계획 모델을 적용하여 기업 간 협력을 통한 분석적인 방법으로 공급사슬의 의사결정 프로세스를 지원할 때, 주문, 재고, 배송을 포함한 시스템의 성과가 올라갈 수 있음을 보인바 있고 [Lanzenauer, 2002], ARIMA(Autoregressive Integrated Moving Average)모델을 통해 정보의 공유가 기업 간 채찍효과에 미치는 영향에 대해서 증명하기도 하였다[Hsiao, 2006]. 그리고 기업에서 사용하는 정보를 양분한 후 수리적인 접근법을 사용하여 공급사슬에 긍정적인 영향을 끼치는 정보공유 방법을 도출할 수도 있다 [Thonemann et al., 2002]. 정보 공유를 통해 기업들은 상/하위 단계의 현재 재고수준과 수요 패턴에 대한 정보를 분석하여 그에 맞게 상품을 주문/생산 및 판매하여 공급할 수 있게 되고, 생산에서 판매에 이르는 과정 중에서 발생 할 수 있는 불필요한 비용 즉, 정보이용료, 저장창고 사용에 따른 재고비용, 재고부족에 의한 기회비용 및 고객 유지비용, 제품 생산 지연에 따른 불필요한 고정비용 등을 감소시킬 수 있는 것이다[Croson et al., 2006].

한편, 과거에는 공급사슬의 외부에서 발생하는 불안요소를 제거하기 위해 공급사슬을 구성하는 개별 객체를 초점으로 한 물류흐름, 재고정책, 생산계획의 최적화 연구가 주류를 이루어 왔다. 하지만 공급사슬은 통합된 하나의 시스템

으로 이해하고 접근해야 하며, 원자재 구매에서부터 고객에게 이르기까지의 모든 활동을 연속된 하나의 흐름 과정이라 여겨 이를 모델링 및 분석하는 작업이 요구된다. 이때 불확실성을 포함한 공급사슬은 수리적 접근법을 사용하기에는 한계가 있으며 시뮬레이션을 통한 모델링 및 분석작업이 요구된다. 기존의 시뮬레이션 기법을 통한 연구들은 고객과 공장 사이에 있는 분배센터의 다양한 역할에 관해서 시뮬레이션을 위한 모델링을 사용하였고[Takakuwa, 2000], 불확실한 환경에서의 시뮬레이션을 수행하기 위하여 SCSIM을 사용하여 공급사슬을 분석하였고[Petrovic, 2001], 두 단계의 공급사슬에서 소비자의 불확실한 수요에 대처하기 위한 공장생산용량 결정을 위해 시뮬레이션을 통한 모델링과 수리적인 방법을 통합하여 연구하기도 하였다[지요한 외 2인, 2003].

앞에서 효율적인 공급사슬관리를 위한 적정 재고수준 결정과 협력을 통한 정보공유의 중요성 및 수리적인 방법과 시뮬레이션을 사용한 공급사슬관리의 효율성 제고를 수행한 연구에 대해서 살펴보았다. 여기서 본 논문이 주목하는 점은 다음과 같다. 기업에서 이용할 수 있는 정보에는 과거의 판매 데이터와 현재 보유중인 재고/backlog 정보 등과 같이 주문/생산 의사결정에 필요한 확실한 정보 외에 의사결정에 많은 영향을 끼치는 불확실한 환경 변수들이 존재한다는 것이다. 이렇게 기업의 활용 가능한 정보에 내재하는 불확실성은 의사결정자의 주관적인 판단에 따라 다르게 나타날 수 있고, 주어진 상황 하에서 중요한 의사결정을 짧은 시간내에 상대적으로 적은 비용을 들여서 일관적인 의사 결정을 내리도록 하는데 어려움을 주고 있는 것이 사실이다[이대주, 1993]. 또한 기업의 의사결정자가 이러한 불확실성 정보를 정성적으로 이용할 경우 그 체계가 잡혀 있지 않아 시간이 변

함에 따라 의사결정이 변할 수 있고, 그에 따라 해당 기업과 관계된 상/하위 단계 기업들의 의사결정에 혼란을 일으켜 효과적인 대응이 어렵게 될 소지가 있기에 의사결정자는 제공되는 불확실성 정보를 체계적으로 관리하고 정량적인 방법으로 사용할 수 있어야 한다.

이에 본 연구는 공급사슬 내부의 기업들이 불확실성 정보를 어떻게 사용할 때 불확실성 정보를 사용하지 않을 때보다 더 나은 효율을 거둘 수 있는지를 가상의 공급사슬 모델을 만든 뒤 시뮬레이션을 통해 각 기업이 보유하는 매일의 재고 및 backlog수준을 살펴보고 공급사슬에 정보공유가 미치는 영향에 대해서 알아보고자 한다. 여기서 가상의 공급사슬모델은 1960년대 MIT에서 개발되어 그동안 많은 연구자들에 의해 사용된 바 있는 맥주배송게임을 적용하도록 한다. 맥주배송게임은 원래 공급사슬상의 채찍 효과를 입증하기 위한 모델이었으나, 조면식 [2001]이 맥주배송게임을 활용하여 최적 재고정책을 결정하는 연구 또한 가능함을 보인바 있으며 모델을 적용하여 공급사슬을 분석한 연구가 상당수 존재하여 그 효과가 입증되었기에 본 연구의 모델로 사용한다.

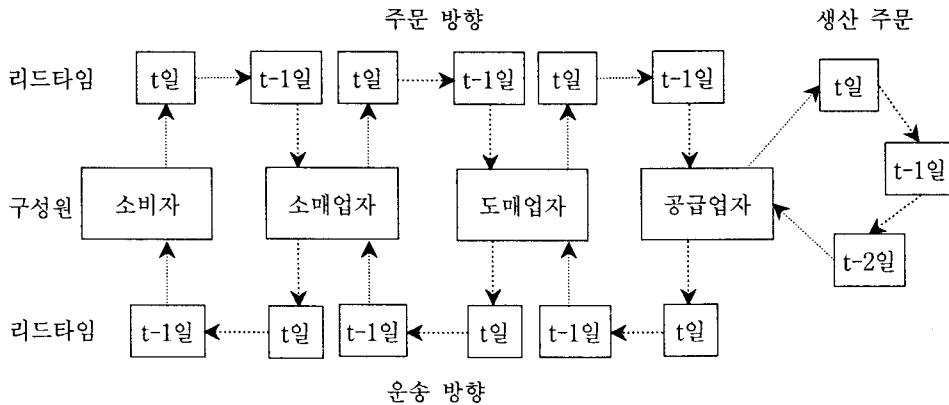
한편, 최근의 기업들은 기상상태에 따라 많은 영향을 받게 되었다. 그에 따라 기상정보를 제대로 사용하면 경쟁업체에 비해 이익을 얻을 수 있는데, 그 예로 먼저, LG유통이 각 유통 단계에 기상 정보를 본격적으로 이용하기 시작한 것은 불과 3년이 채 되지 않았지만, 그 후 1년 만에 각 점포당 하루 평균 매출이 15% 가량 늘어난 경우가 있다. 하지만 가장 큰 효과는 매출의 증대가 아니라 재고 회전일의 대폭적인 축소였으며, 이 회사가 기상정보를 활용하기 전에 걸리던 평균 재고 회전일은 14일 가량이었으나 10일로 4일 단축된 것이다. 또한 보광훼미리마트의 경우 자체분석한 결과에 따르면 여름철에는

햇볕이 따가울 때보다 비가 올 때 각 점포마다 매출이 평균 10% 가량 감소하는 것으로 조사됐다[김동식 외 1인, 2006]. 이렇듯 기상정보는 그 활용여하에 따라 적용의 폭이 크지만 많은 기업에서 정량적인 이용의 수준이 낮고 그 연구 또한 미미하다. 이에 본 연구에서는 기업의 경영 활동에 많은 영향을 미치는 불확실성 정보 중에서 최근 그 관심이 늘어나고 있으며 실제로 기업의 매출에 큰 영향을 미칠 수 있는 기상정보를 불확실성 정보의 대체제로 사용한다.

2. 연구모형

2.1 기존의 맥주배송게임 개요

맥주배송게임은 <그림 1>에서와 같이 소매업자, 도매업자, 분배업자, 공장에 이르는 4 단계의 기업이 서로 유기적으로 연결되어 있는 상황을 가정한다. 각각의 기업은 그 상위단계로 주문 및 생산 의사결정을 내리고, 하위단계로의 판매를 행한다. 연구에 따라서 $t = 1, \dots, T$ 의 주기를 가지며, 상위단계에서 하위단계로의 판매 이후 하위단계에 상품이 도착하기까지 1일의 리드타임이 존재하고(단, 공장의 경우는 생산 의사결정을 내리고 나서 해당 의사결정분의 상품이 공장에 입고되는데 2일의 리드타임이 존재한다), 하위단계에서 상위단계로 주문이 이루어질 때 상위단계에서 주문을 받는데 걸리는 시간 또한 1일이 필요하다. 소비자 수요는 확률적으로 발생하며, 연구의 목적에 따라 수요분포는 다를 수 있다. 모델의 순서는 첫째, 상위단계에서 상품이 도착하고, 둘째, 하위단계에서 새로운 주문이 발생한다. 셋째, 새로운 주문에 대처 할 만큼의 재고를 보유한 경우 그대로 판매가 이루어지고, 그렇지 않다면 잔여분을 backlog으로 처리한다. 넷째, 상위단계로 backlog과 재고



〈그림 1〉 맥주배송게임에서의 분배 시스템

$$\begin{aligned}
 \text{운송량}_t^i &= \min(\text{수요량}_t, \max(\text{재고량}_{t-1}^i + \text{운송량}_{t-2}^{i+1}, 0)) \quad \text{for } i = 1 \\
 &= \min(\text{주문량}_{t-2}^{i-1}, \max(\text{재고량}_{t-1}^i + \text{운송량}_{t-2}^{i+1}, 0)) \quad \text{for } i = 2, 3 \\
 &= \min(\text{주문량}_{t-2}^{i-1}, \max(\text{재고량}_{t-1}^i + \text{주문량}_{t-3}^i, 0)) \quad \text{for } i = 4
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 \text{재고량}_t^i &= \text{재고량}_{t-1}^i + \text{운송량}_{t-2}^{i+1} - \text{수요량}_t \quad \text{for } i = 1 \\
 &= \text{재고량}_{t-1}^i + \text{운송량}_{t-2}^{i+1} - \text{주문량}_{t-2}^{i-1} \quad \text{for } i = 2, 3 \\
 &= \text{재고량}_{t-1}^i + \text{주문량}_{t-3}^i - \text{주문량}_{t-2}^{i-1} \quad \text{for } i = 4
 \end{aligned} \tag{2}$$

(단, $i = 1, 2, 3, 4$ 로 순서대로 소매업자, 도매업자, 분배업자, 공장을 나타내고, $t = 1, \dots, T$ 의 실험 기간을 나타낸다).

를 고려한 주문을 실시한다. 이상의 4가지 순서에서 모델의 작성은 위해 운송/재고량을 구하는 공식은 다음 식 (1), 식 (2)와 같다.

2.2 수정된 맥주배송게임 개요

수정된 맥주배송게임의 가장 큰 특징은 소비자 수요가 독립적인 확률분포를 따르는 것이 아니라 기상현상에 따라서, 더 정확히 말하면 강수유무에 따라서 변화한다는 것이다. 이는 강수유무에 따라 판매량에 차이를 보이는 맥주라는 상품의 특성과도 잘 부합할 뿐만 아니라, 기상상태에 따른 소비자 수요를 예측할 때 사용하게 될 기상정보가 본 연구의 주된 관점인 불확실성 정보로서도 손색이 없기 때문이다. 그 이유는 강수에 관한 기상예보는 확률로써 제공이 가능하고 그 결과의 분포 또한 불완전하기 때문이다.

다음으로 수정된 맥주배송게임이 기존의 맥주배송게임과 다른 점은 4단계의 공급사슬을 3단계로 줄였다는 것이다. 이는 편의점을 가정한 맥주 판매 공급사슬에서 공급업자와 창고, 소매업자의 3개 Tier만이 리드타임을 가지는 실제적인 기업이고, 대형 유통업체는 주문의 의사결정만 실시할 뿐, 실제로 상품을 보유하거나 배송하지 않는다는 사실을 반영하기 위해서이다. 또한 강수예보가 24시간 후의 예보지만 확률로 제공하기 때문인데, 소비자 수요를 예측하는데 있어서 기존의 4단계 공급사슬을 그대로 사용할 경우 상위단계로 갈수록 해당 기업이 24시간 예보 정보를 이용하지 못하므로 기상정보를 사용한 경우의 분석을 수행하기 어렵기 때문이다.

마지막으로 공급사슬의 하위단계에서 상위단계로의 주문에 존재하던 리드타임을 1일에서 실시간으로 수정하였다. 이는 기존의 맥주배송

게임에서 주문의 의사결정이 하위단계로의 상품 판매 후 backlog과 재고를 고려한 뒤, 마지막으로 이루어지고, 판매 및 재고 데이터가 실시간으로 갱신되는 현재의 기업환경에서 주문에 따른 리드타임이 존재하는 것이 실제적이지 못하다고 판단했기 때문이다.

2.3 수정된 맥주배송게임의 모델 작성

모델에 적용되는 기상데이터는 2003년부터 2005년까지 3년간 서울지역에서의 강수유무를 예측한 실제 확률예보로서 기상청에서 제공한 자료를 사용했다. 이기광[2007]과 Mylne[2002]의 연구에서 사용한 강수유무의 기준을 그대로 적용하여 최소 0.254mm 이상의 강수량을 보였을 때 비가 내린 것으로 간주하였으며, 실제 기업에서 늦은 밤의 강수는 판매에 영향을 거의 미치지 않는다고 판단하여 비가 오지 않은 것으로 코딩하였다. 소비자 수요는 기상에 민감한 상황임을 가정, 비가 올 경우 판매 부진, 맑을 경우 판매 호조를 보이도록 했으며, 기상상태에 따라 매크로를 사용하여 난수를 발생 시켰다.

재고/운송 결정은 기존의 맥주배송게임에서 설명된 공식을 따랐으며, 주문은 각 기업별로 수요예측을 실시하고 해당 시점의 backlog과 재고를 고려한 후 실행하도록 하였다. 여기서 수요예측은 기상정보를 사용한 경우와 그렇지 않은 경우로 나뉘며, 기상정보를 사용하지 않은 경우엔 간단하면서도 비교적 정확한 수요예측 기법인 지수평활법을 따르도록 하였다.

3. 연구방법

현재 기업이 처하는 수많은 상황은 대개 미래를 예측하기 어렵거나 불가능 한 경우가 많다. 이는 의사결정자가 이용할 수 있는 정보 자체가

불확실하기 때문이기도 하지만[Fishburn, 1965], 의사결정자의 판단기준이 불명확하여 상대방이 느끼기에 불확실하기 때문이기도 하다[Lee, 1990]. 하지만 이에 관계없이 기업의 의사결정자는 불확실성 정보가 주어지는 상황에서도 최선의 선택을 내리도록 요구 받는다[이대주, 1993].

많은 연구에서 정보의 공유를 통해 공급사슬의 효율을 높이는 방법에 대해서 언급하였으나 [Porter et al., 1985; Stock, 1990; Cooper, 1997; Lanzenauer et al., 2002; Hsiao et al., 2006; Thonemann, 2002; Croson et al., 2006], 앞서 언급한 불확실성 정보를 사용하였을 때의 공급사슬효율의 제고에 관한 연구는 미미한 실정이다. 이에 본 연구에서는 불확실성 정보 즉, 기상정보가 공급사슬에 주어졌을 때의 공급사슬효율과 기상정보를 이용하지 않고, 정보공유를 했을 때의 공급사슬효율을 비교하여 기상정보가 공급사슬에 미치는 영향에 대해서 살펴보고자 한다. 이때 공급사슬효율은 평균 재고량과 평균 backlog, 그리고 주문의 표준편차를 비교하여 살펴본다. 그런데 세 종류의 값(평균 재고, 평균 backlog, 주문 표준편차)은 실제 기업에서 차지하는 비용이 다르며[Chen, 2000], 그 값이 각각 다른 가치를 나타내므로 단순 비교가 힘들다. 이에 본 연구에서는 기상정보의 경제적 가치를 나타내는 수단인 가치스코어(Value Score; VS) 개념을 도입하여 기상정보를 사용할 때와 사용하지 않을 때의 공급사슬효율을 살펴볼 것이다. 또한 가치스코어를 도출하기 위해 앞서 언급한 두 가지 조건(기상정보를 사용할 때와 기상정보를 사용하지 않고 정보공유만을 할 때)을 확장하여 기상정보와 정보공유 모두를 고려하지 않는 경우와 기상정보와 정보공유를 함께 고려하는 경우의 공급사슬을 살펴본다. 이에 더해서 완전한 기상정보가 주어지는 상황을 가정하여 완전한 기상정보를 사용하는 경우와 완전한 기

상정보를 사용하면서 정보공유도 고려하는 경우를 통해 기상정보를 사용할 때의 효율이 완전한 상황에 비해서 어느 정도의 가치를 가지는지를 알아볼 것이다.

3.1 가치스코어

가치스코어는 주어진 예보 상황에서 의사결정자의 행동이 가지는 비용과 손실 측면을 분석해 최선의 행동을 결정하고자 기상정보의 경제적 가치를 측정하는 방법으로 사용되어 이미 여러 연구에서 그 방법과 효과가 입증되었다[Katz et al., 1997; Murphy, 1976, 1977; Stewart et al., 2004; Thompson et al., 1955]. 특히 기상정보에 대한 사용자 신뢰도에 따라서 기상정보의 경제적 가치가 달라질 수 있음을 보인바 있는 Mylne[2002]의 연구를 통해 기상정보를 사용한 의사결정자의 주문/생산 의사결정이 기업의 이익을 넘어 공급사슬에도 영향을 미칠 수 있음을 알 수 있다. 또한 기상정보를 사용하는 경우의 공급사슬효율과 그렇지 않은 조건에서의 공급사슬효율을 가치스코어라는 개념으로 일반화 시켜 그 비교를 용이하게 해 주는 장점이 있다. 그럼 가치곡선은 무엇이며, 어떠한 방법으로 도출될 수 있는지 살펴보자.

가치스코어에 관한 선행 연구의 기본적인 비용-손실 모형은 강수와 같은 특정 악기상(Adverse Weather)의 발생 가능성에 따라 방재 활동의 수행 여부에 대해서 의사결정 하는 상황을 가정한다. 비용-손실 모형은 악기상에 따른 피해를 회피하기 위한 활동이 상대적으로 적은 비용으로 악기상에 의한 손실을 크게 줄일 수 있지만, 만약 회피활동을 취하지 않았거나 악기상을 예측하지 못했을 때에는 큰 손실이 발생할 수 있으며, 반대로 회피활동을 수행하였으나 예측된 악기상이 발생하지 않았다면 이미 지출된

회피활동 관련 비용은 그대로 손실로 간주될 수 있는 상황을 나타낸다[이기광, 2007]. Murphy[1976]가 제안한 비용-손실 모형은 이기광의 연구에서 비용-이익 모형으로의 전환이 가능함이 증명되었고, 그 확장으로서 한 기업에서 일어나는 의사결정 문제를 떠나 소매업자-도매업자-공급업자로 이루어진 공급사슬 모델을 통해 방재 비용의 측면이 아닌 기상정보를 활용하여 공급사슬 하위단계의 수요에 대처해 나가는 재고/주문량 결정을 통해 기상정보의 활용이 공급사슬 전반에 미치는 영향에 대해서 살펴보게 된다.

앞서 설명한 부분을 정리하면 다음과 같다. 기상정보에 따른 의사결정은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫째는 악기상이 예보 되었을 때 악기상에 따른 피해(재고초과 등)를 최소화하기 위해 관련된 활동(주문량 감소)을 통해서 피해에 대비하는 것이고, 둘째는 예보를 무시하고 악기상에 대한 대비 활동을 하지 않는 것이다. 만약 기업의 매출이 악기상이 발생할 때 급감하고, 악기상이 발생하지 않으면 급증할 때, 악기상에 대비한 의사결정자의 행동은 각각 주문량 감소와 증가로 이어질 것이다.

의사결정자가 악기상에 대비한 행동을 할 때와 하지 않을 때는 각각의 경우에 따른 비용발생 상황이 발생하게 되는데, 만약 의사결정자가 악기상의 예보에 따라서 대비 활동을 수행하였는데 실제로 악기상이 발생한 경우와 악기상이 발생하지 않은 경우, 반대로 악기상의 예보를 무시하고 아무런 활동을 하지 않았는데 실제로 악기상이 발생한 경우와 악기상이 발생하지 않은 경우이다. 이는 다시 비용적인 측면에서 생각해 볼 수 있다. 먼저 ①악기상예보에 대한 대비 활동을 수행하고 실제로 악기상이 발생한 경우; '대비활동을 하지 않은 경우 보다 완화된 피해', ②악기상예보에 대한 대비 활동을 했으나

실제로 악기상이 발생하지 않은 경우; '대비활동에 필요한 비용', ③악기상예보를 무시했는데 실제로 악기상이 발생한 경우; '악기상에 따른 피해', 마지막으로 ④악기상예보를 무시했는데 실제로 악기상이 발생하지 않은 경우; '비용 발생 없음'이 있다. 여기서 ①의 완화된 피해는 악기상이 발생하여 수요가 감소할 것을 무시하고 원래대로 주문을 했을 때의 피해보다 일단 주문량을 감소시킴으로써 재고를 적게 보유하게 되어 발생하게 되는 완화된 피해를 나타내고, ②는 악기상에 대비한 주문을 내렸다가 재고를 충분히 확보하지 못해 발생한 기회비용, ③은 초과로 발생한 재고 비용을 나타낸다. 이것을 표로 나타내면 <표 1>과 같다.

Mylne[2002]과 Wilks[2001] 등은 <표 1>의 비용-손실의 2×2 표를 활용하여 기상정보의 경제적 가치를 나타내었고, 이기광[2007]은 기상정보에 따른 기업의 상품준비수량 결정을 이익 관점에서 모델화 하여 비용-이익의 2×2 표에 의사결정함수를 적용하여 기상정보의 의사결정에 미치는 영향을 평가하였다. 이에 본 연구에서는 기상정보의 활용여부에 따른 여섯 가지 상황을 가정하여 정보 변수에 따라 어느 한 기업 뿐만 아니라 공급사슬 전체에 미치는 기상정보의 영향에 대해서 살펴보게 된다.

<표 1> 기상정보에 대한 의사결정자의 행동과 그에 따른 비용 발생

		악기상에 대한 예보	
		의사결정자 행동	의사결정자 미행동
악기상	발생	① Hit 완화된 피해 비용	③ Miss 기회비용
	미발생	② False Alarm 재고비용	④ Correct Rejection 비용발생 없음

(1) 기상정보를 이용하지 않는 경우(E_0)

현재 많은 기업에서 기상정보는 참고자료 정도로만 사용될 뿐, 중요한 의사결정에 정량적으로 사용되고 있지 못한 실정이다. 그 이유는 기상정보가 확률로 나타나는 불확실성 정보인 데다가 적중 확률이 의사결정자가 원하는 수준에 미치지 못하기 때문이다. 이에 공급사슬내 모든 기업이 기상정보를 사용하지 않는 경우를 가정한다면, 각 기업은 전통적인 수요예측 방법을 사용한 주문을 할 것이다. 이처럼 E_0 는 소매업자에서 공급업자에 이르기까지 하위단계의 주문량 변화에 대해 기상정보 및 정보공유를 활용하지 않고 지수평활법을 이용해 수요예측을 해서 주문량을 결정하며, 이때의 소매업자-도매업자-공급업자 각각의 재고 · backlog · 주문 수준을 살펴보게 된다.

(2) 완전한 기상정보에 따른 기대 이익(E_p)

의사결정자가 완전한 예보를 제공받을 수 있는 상황을 가정한다면 의사결정자는 항상 기상 예보에 따라 준비전략을 결정할 것이다. 기상예보가 의사결정자에게 π 의 빈도로 악기상이 발생할거라는 정보를 제공한다면, 이 경우 사용자는 악기상에 대비한 준비를 하게 될 것이므로 악기상이 발생할 때 어쩔 수 없이 발생하게 되는 피해만을 입을 것이다. 반대로 악기상이 발생하지 않을 것이라고 예보되는 경우는 $1-\pi$ 의 빈도로 발생하고, 마찬가지로 악기상이 발생할 때 어쩔 수 없이 발생하게 되는 피해만을 입을 것이다. 완전한 기상정보를 이용하는 가정은 예보가 틀릴지도 모르는 불완전성과 확률이 가지는 불확실성을 배제한 완벽한 상황으로써 가치스코어를 통해 기상정보를 사용하지 않는 경우와 불확실한 기상정보를 사용하는 경우의 차이를 일반화 하는데 도움을 줄 수 있다.

(3) 불확실한 예보에 따른 기대이익(E_f)

불확실한 확률예보에 기초한 의사결정을 할 때 기대되는 이익은 예보의 주관적인 사용자 신뢰도에 의한 의사결정 패턴에 따라 결정된다. 결과적으로 수많은 예보상황 및 의사결정을 반복하면서 의사결정자는 예보확률 및 그에 해당하는 실제 기상상태에 따른 하위단계의 수요에 대처한 이익을 얻게 될 것이다. 즉 의사결정자의 예보에 대한 주관적인 신뢰도에 따라서 기상정보 사용자의 수요예측 및 준비 재고 수준이 다르게 나타날 것이며, 이는 공급사슬내 다른 기업에도 영향을 미치게 된다. 이때 확률예보가 정확했다면 기업은 최소의 피해를 입을 것이고, 확률예보가 틀렸다면 그에 해당하는 손실을 입을 것이다. 이 경우 과연 어느 정도 수준의 신뢰도에서 기상정보가 완전한 기상정보에 대해서 가치를 가지는지를 가치스코어를 통해서 살펴볼 것이다.

(4) 가치스코어(Value Score; VS)

기상예보의 경제적 가치는 예보 사용자가 예보를 활용함으로써 기대할 수 있는 부가적인 이익, 즉 기상예보의 활용을 통한 기대이익과 아무런 정보도 사용하지 않을 경우의 기대이익 간의 차이 $E_f - E_0$ 로 생각할 수 있다. 그러나, 단순한 기대이익의 차이만으로는 각 해당 산업의 규모에 따라 그 크기가 현저히 다르므로 일반적인 기상예보의 가치를 분석하기에는 적합하지 않다. 따라서, 기상예보가치의 평가결과에 대한 일반적인 활용을 위해 몇몇 연구들[Mylne, 2002; Wilks, 2001]에서 가치스코어라는 개념을 도입한 바 있다. 가치스코어 VS는 전술했던 기상예보에 의한 기대이익과 아무런 정보도 사용하지 않은 경우의 이익 간의 차이 $E_f - E_0$ 가 정확한 예보에 의한 기대이익과 역시 아무런 정보도 사용하지 않은 경우의 이익 간의 차이 $E_p -$

E_0 에 비해 상대적으로 얼마만큼의 비율을 차지하는지를 표현한 것으로서 아래 식 (3)과 같이 정의된다. 즉, 가치스코어란 현재의 불확실한 기상예보가 완벽하게 정확한 예보에 얼마나 가까이 접근해 있는지를 그 상대적인 경제적 가치를 통해 나타낸 것이라고 해석할 수 있다.

$$VS = \frac{E_f - E_0}{E_p - E_0} \quad (3)$$

3.2 평가

공급사슬상에서 정보공유를 통해 보유 재고 수준을 낮추는 등의 방식으로 효율을 높이는 방법이 많이 소개되었는데, 본 연구의 목적은 불확실성 정보의 사용이 과연 공급사슬에 궁정적인 영향을 끼칠 수 있는지 알아보기 위한 것이므로, 공급사슬의 효율을 개선하는 주요 이슈 중에서도 정보와 관계된 정보공유와 불확실성 정보의 사용의 관계에 대해서 살펴보기 위해 불확실성 정보가 주어진 공급사슬의 효율이 정보공유가 이루어진 공급사슬보다 나은지, 혹은 불확실성 정보와 정보공유가 함께 제공되거나 두 정보 모두 제공되지 않는 상태보다 불확실성 정보의 사용이 공급사슬에 효율적인지 살펴볼 것이다. 이에 더해서 앞서 설명한 재고 · backlog · 주문의 결과 값의 비교를 위해 가치스코어의 개념을 도입하고자 하며, 재고 · backlog · 주문의 평균을 이용한 가치스코어로 성과를 측정할 것이다. 이를 위해 공급사슬상의 기업들이 사용할 수 있는 정보의 수준을 정하게 되는데, 가치스코어의 E_p 에 해당하는 완전한 정보가 제공되는 상태를 가정한 조건과 E_0 에 해당하는 어느 정보도 주어지지 않은 조건을 만들고 불확실성 정보의 이용 여부와 관련된 추가적인 네 가지 조건을 만들어 시뮬레이션을 수행하고 이에 대한 결과를 비교할 것이다. 본 연구는 공급

〈표 2〉 공급사슬 구성원들의 수요, 재고 및 backlog 결정 방식

구성원	수요, 재고 및 backlog 결정방식
소비자	매일 수요 발생, 비가 오는 경우와 맑을 경우 각각의 날씨에 따라 수요량이 1-2 또는 9-10으로 변화.
소매업자	매일의 소비자 수요에 대처, 상품 준비수량이 소비자 수요보다 많을 경우엔 재고 발생, 반대의 경우엔 backlog발생, 소매업자에서 소비자로의 판매는 주문 즉시 진행.
도매업자	매일의 소매업자 수요에 대처, 상품 준비수량이 소매업자 수요보다 많을 경우엔 재고 발생, 반대의 경우엔 backlog발생.
공급업자	매일의 도매업자 수요에 대처, 상품 준비수량이 도매업자 수요보다 많을 경우엔 재고 발생, 반대의 경우엔 backlog발생, 판매 데이터를 이용하여 도매업자의 수요 예측, 공급업자는 주문수량에 관계없이 2일 후 상품의 조달이 가능.

〈표 3〉 각 조건별 구성원들의 수요예측 결정 방식

조건	구성원	수요예측 방법
1. 공급사슬내 각 기업이 서로의 재고/운송 정보도 공유하지 않으면서 불확실한 기상 정보도 이용하지 않음-None.	소매·도매·공급업자	과거의 판매데이터에 근거해서 지수평활법을 사용한 수요 예측
2. 공급사슬내 각 기업이 서로의 재고/운송 정보는 공유하지 않은 채, 불확실한 기상정보만 이용할 경우-UI(Uncertain Information).	소매·도매업자	불확실한 기상정보를 사용하여 향후 날씨를 예측한 뒤 날씨에 따른 과거의 판매 데이터에 근거해서 지수평활법을 사용한 수요 예측
	공급업자	과거의 판매데이터에 근거해서 지수평활법을 사용한 수요 예측
3. 공급사슬내 각 기업이 서로의 재고/운송 정보만 공유할 경우-IS(Information Sharing).	소매·도매·공급업자	기업간 보유재고 및 운송중인 제품수량정보를 보유한 상태에서 과거의 판매데이터에 근거해서 지수평활법을 사용한 수요 예측
4. 공급사슬내 각 기업이 서로의 재고/운송 정보는 공유하지 않은 채, 완전한 기상 정보만 이용할 경우-PI(Perfect Information).	소매·도매업자	완전한 기상정보를 사용하여 향후 날씨를 예측한 뒤 날씨에 따른 과거의 판매 데이터에 근거해서 지수평활법을 사용한 수요 예측
	공급업자	과거의 판매데이터에 근거해서 지수평활법을 사용한 수요 예측
5. 공급사슬내 각 기업이 서로의 재고/운송 정보를 공유하고, 불확실한 기상정보도 이용할 경우-UI(Uncertain Information)+IS(Information Sharing).	소매·도매업자	불확실한 기상정보를 사용하여 향후 날씨를 예측한 뒤 날씨에 따른 과거의 판매 데이터에 근거해서 지수평활법을 사용한 수요 예측
	공급업자	과거의 판매데이터에 근거해서 지수평활법을 사용한 수요 예측
6. 공급사슬내 각 기업이 서로의 재고/운송 정보를 공유하고, 완전한 기상정보도 이용할 경우-PI(Perfect Information)+IS(Information Sharing).	소매·도매업자	완전한 기상정보를 사용하여 향후 날씨를 예측한 뒤 날씨에 따른 과거의 판매 데이터에 근거해서 지수평활법을 사용한 수요 예측
	공급업자	과거의 판매데이터에 근거해서 지수평활법을 사용한 수요 예측

〈그림 2〉 매크로 작성의 예시와 실행 후 모습

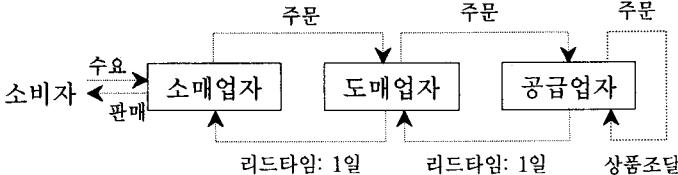
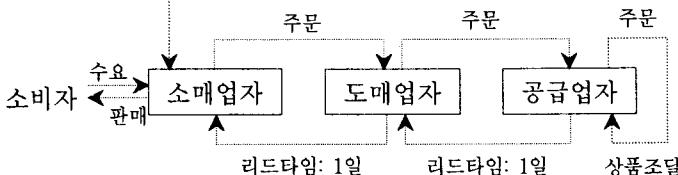
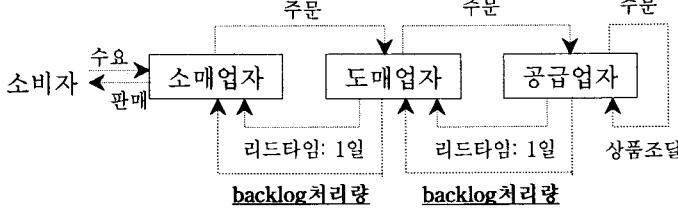
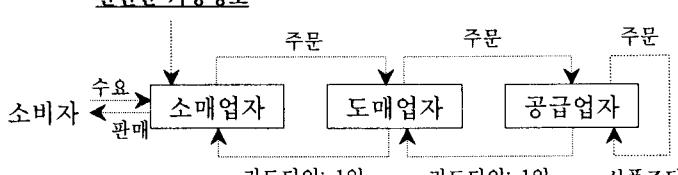
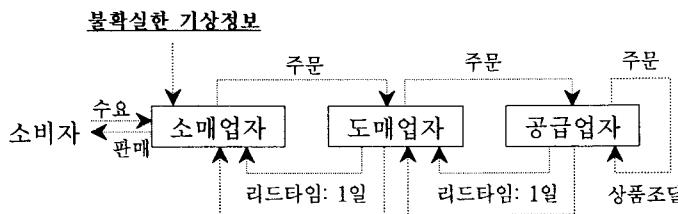
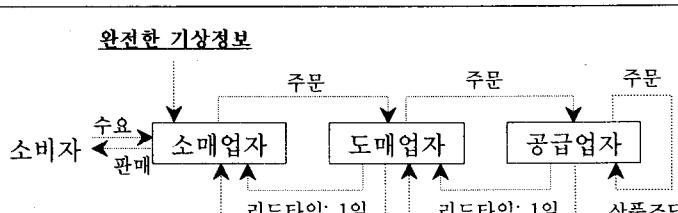
사실내 각 기업이 의사결정 하는 상황을 매크로를 사용하여 제시하였다. 이에, 각 기업의 재고, backlog, 주문의 의사결정이 어떻게 이루어지는지 각 조건별 공통점과 차이점을 <표 2>와 <표 3>을 통해 설명하고자 한다.

<그림 2>는 시뮬레이션을 위한 매크로 작성 프로그램 중에서 소업자의 예시와 전체 프로그램의 실행 후의 스프레드시트를 나타낸 것이고, <그림 3>은 <표 2>와 <표 3>을 그림으로 나타낸 것이다.

4. 연구결과

4.1 시나리오별 시뮬레이션 결과

기상청에서 제공하는 기상정보의 이용 시 현재 확률로서 제공되는 강수예보 정보는 24시간 예보까지이므로 모델에서 실질적으로 불확실한 기상 정보를 활용하여 의사결정을 하는 기업은 소매업자와 도매업자뿐이다. 하지만 두 기업의 정량적인 기상정보 사용으로도 공급업자를 포함한 모든 기관과 개인에게 기상정보가 활용되는 경향이 있다.

		None
		UI
		IS
		PI
		UI+IS
		PI+IS

〈그림 3〉 각 조건별 공급사슬 모델

함한 공급사슬 전체의 효율이 올라갈 수 있다면 그것 자체로도 의미가 있다고 할 수 있다. 3.2절에서 제시한 6가지 시나리오별 시뮬레이션 결과는 아래 <표 4>에서 <표 9>와 같다. 공급사슬 성과로서 각 공급사슬 구성원별 평균 backlog, 평균 재고수준 및 주문량의 표준편차를 사용하여 결과를 분석하였다. 참고로 <표 5>, <표 8>에서 강수 예보 확률 50%는 존재하지 않는데, 이는 실제 예보에서 50% 확률 예보가 존재하지 않기 때문이다.

위 결과 중에서 기상정보를 사용한 조건의 결과인 <표 5>과 <표 8>의 경우는 다른 조건과 달리 확률에 따라 여러 가지 값을 가지므로 단순 비교가 어렵다. 이에 기상정보의 예보 확률이 30%일 때 가장 높은 경제적 가치를 가지는 것을 보인 바 있는 Mylne[2002]의 연구 결과를 참조하였을 때 실제 시뮬레이션 결과에서도 그 값이 타당성이 있다고 판단하여 불확실한 기상 정보를 사용한 두 경우의 결과에서 확률 30%를 기준으로 하였을 때의 값과 완전한 정보를 이용

<표 4> None의 결과

소매업자			도매업자			공급업자		
backlog	재고	주문	backlog	재고	주문	backlog	재고	주문
2.44	3.55	5.72	3.83	8.20	7.90	4.23	25.65	12.62

<표 5> UI의 결과

확률	소매업자			도매업자			공급업자		
	backlog	재고	주문	backlog	재고	주문	backlog	재고	주문
0	5.86	0.96	5.42	4.19	5.22	7.09	3.96	18.42	10.91
10	3.41	2.35	6.14	4.28	7.62	8.08	4.27	24.72	12.31
20	1.75	2.89	5.35	3.57	7.41	7.59	4.17	24.17	12.19
30	1.33	3.51	5.26	3.43	7.75	7.55	4.17	24.85	12.38
40	1.20	3.53	5.18	3.26	7.79	7.55	4.23	24.63	12.36
60	1.05	3.87	5.06	3.03	7.91	7.36	3.99	23.69	11.99
70	1.15	4.19	5.19	3.26	8.01	7.64	4.19	25.26	12.52
80	1.08	4.48	5.12	3.07	8.07	7.47	4.00	25.05	12.22
90	1.14	4.78	5.21	3.17	8.61	7.61	4.10	26.18	12.55

<표 6> IS의 결과

소매업자			도매업자			공급업자		
backlog	재고	주문	backlog	재고	주문	backlog	재고	주문
4.06	1.05	4.97	3.40	2.32	6.32	3.72	7.12	8.42

<표 7> PI의 결과

소매업자			도매업자			공급업자		
backlog	재고	주문	backlog	재고	주문	backlog	재고	주문
1.39	2.14	5.16	3.21	9.89	7.96	5.36	20.86	11.24

〈표 8〉 UI+IS의 결과

소매업자			도매업자			공급업자			
확률	backlog	재고	주문	backlog	재고	주문	backlog	재고	주문
0	28.27	0.01	5.28	4.10	1.98	7.73	4.12	7.47	9.39
10	6.16	0.25	5.56	3.65	3.07	8.57	4.46	9.16	10.00
20	3.20	0.80	4.58	3.20	2.20	6.81	3.68	7.74	8.75
30	2.66	1.08	4.23	3.20	1.93	5.94	3.57	6.73	8.18
40	2.37	1.45	4.16	2.99	2.01	5.77	3.43	6.16	7.88
60	2.25	1.72	4.13	3.00	1.94	5.91	3.50	6.46	8.07
70	2.31	1.81	4.19	3.13	1.97	5.96	3.67	6.72	8.30
80	2.25	1.97	4.16	3.14	1.94	5.84	3.67	6.39	8.16
90	2.21	2.06	4.14	3.17	1.94	5.84	3.62	6.57	8.18

〈표 9〉 PI+IS의 결과

소매업자			도매업자			공급업자		
backlog	재고	주문	backlog	재고	주문	backlog	재고	주문
1.35	0.10	3.83	1.29	0.29	3.99	1.37	1.47	4.63

〈표 10〉 None, UI, IS, PI, UI+IS, PI+IS조건에 대한 결과

(단, UI, UI+SI의 경우 확률 30을 기준으로 한 것임)

	소매업자			도매업자			공급업자		
	backlog	재고	주문	backlog	재고	주문	backlog	재고	주문
None	2.44	3.55	5.72	3.83	8.20	7.90	4.23	25.65	12.62
UI	1.33	3.51	5.26	3.43	7.75	7.55	4.17	24.85	12.38
IS	4.06	1.05	4.97	3.40	2.32	6.32	3.72	7.12	8.42
PI	1.39	2.14	5.16	3.21	9.89	7.96	5.36	20.86	11.24
UI+IS	2.66	1.08	4.23	3.20	1.93	5.94	3.57	6.73	8.18
PI+IS	1.35	0.10	3.83	1.29	0.29	3.99	1.37	1.47	4.63

할 때와 기상정보를 이용하지 않은 경우의 값을 비교하여 살펴보자 한다(〈표 10〉 참조).

“None”는 공급사슬내 각 기업이 서로의 재고/운송정보 공유도 하지 않으면서 불확실성 정보도 이용하지 않은 경우로서 소매업자-도매업자-공장 모두 개별적인 수요예측을 통해 주문/생산을 실행하게 된다. 실험 결과를 살펴보면, 조건 “UI+IS”的 소매업자 평균 backlog과 조건

“PI”的 도매업자 평균 재고 및 주문을 제외한 모든 값이 다른 조건에 비해 열등한 것으로 나타났다. 이는 정보의 공유 없이는 공급사슬의 효율이 달성될 수 없다는 것을 나타내고 결과를 분석하기에 앞서 다른 조건의 효과에 대한 기준을 제시할 수 있다. “UI”는 공급사슬내 각 기업이 서로의 재고/운송 정보는 공유하지 않은 채, 불확실성 정보만 이용할 경우를 나타내는데,

“None”의 결과와 비교하여 살펴보면 기상정보를 이용할 때 더 좋은 값을 가지는 것을 알 수 있다. 이는 기상정보가 가지는 자체적인 불확실성을 고려하더라도 의사결정자의 체계적인 사용이 이루어질 경우 아무 정보도 사용하지 않을 때 보다 높은 효율을 나타낼 수 있음을 보여준다.

“IS”는 공급사슬내 각 기업이 서로의 재고/운송 정보만 공유할 경우의 결과 값을 나타낸다. “None”, “UI”와 비교하면 소매업자의 평균 backlog이 상당히 커진 것을 발견할 수 있는데, 소비자의 수요가 기상에 민감하게 반응하는 산업에서 기상정보를 활용한 예측이 이루어지지 않을 경우 단순히 기업 간의 정보 공유만으로는 소비자와 접점을 이루고 있는 기업에 이익이 될 수 없음을 나타낸다고 할 수 있다.

그러면, 과연 완전한 기상정보가 존재한다면, “None”, “UI”, “IS”的 경우보다 공급사슬의 효율이 달성될까. “PI”는 공급사슬내 각 기업이 서로의 재고/운송 정보는 공유하지 않은 채, 완전한 정보만 이용할 경우를 나타낸다. 각 기업의 평균 backlog/재고, 주문을 살펴보면, 앞서 살펴본 세 가지 조건과 비교해 우월하다고 할 수 없음을 알 수 있다. 그것은 backlog의 경우 보통 재고보다 비용이 크게 계산되기 마련인데 [Croson, 2006], 평균 backlog이 크다면 평균재고가 낮은 값을 가지더라도 효율이 달성되었다고 할 수 없다. 또한 주문의 표준편차가 크다는 것은 결국 공급사슬 상위단계로 갈수록 채찍효과가 커지는 결과를 초래하여 재고관리에서 오는 문제에서 자유로울 수 없게 된다[Chandra et al., 2005].

“UI + IS”는 공급사슬내 각 기업이 서로의 재고/운송 정보를 공유하고, 불확실성 정보도 이용할 경우를 나타낸다. 정보의 사용량이 늘었으므로 <그림 2>에 나타난 네 가지 경우 즉, “None”, “UI”, “IS”, “PI”보다 좋은 가치를 가져

야 하지만, 앞서 설명한대로 표의 값만으로 그 판단을 내리기 쉽지 않다. 이에 가치스코어의 개념을 빌어, “UI”, “IS”, “PI”, “UI+IS”的 각각의 경우가 완전한 조건인 “PI + IS”에 대하여 어느 정도의 가치를 가지는지 살펴보자. 그래프의 값이 음수라면 VS공식에 의해 “None”的 조건 보다 열등한 경우를 나타낸다.

4.2 가치스코어

<표 10>에서 PI+IS(완전한 기상정보이용+정보공유)를 제외하면 조건마다의 비교에서 평균 backlog이 높으면 평균재고가 낮거나 혹은 평균재고가 낮지만 주문의 편차가 높아 전체 공급사슬의 수행도 비교가 어려운 설정이다. 이에 세 가지 공급사슬성과의 값들을 평균하고 이를 전술한 가치스코어로 환산하는 방법으로 전체 공급사슬 수행도를 일반화하였다. 앞서 설명한 가치스코어 공식 식 (3)에서 E_p 는 완전한 기상정보만을 사용한 경우를 나타냈지만, 본 연구에서는 완전한 기상정보에 정보공유도 행한 조건이 존재하므로 E_p 는 “PI+IS”的 값을 대입하게 된다. 반대로 E_0 의 경우는 기상정보를 사용하지 않은 조건이었지만, 마찬가지로 본 연구에 정보공유도 행하지 않은 “None”이 존재하므로 그 값을 E_0 로 사용한다. E_j 는 기상정보를 사용할 경우의 가치를 구하기 위한 값이었으나, 본 연구목적상 나머지 네 경우인 “UI, IS, PI, UI+IS”的 값을 대입한다. 이를 식으로 나타내면 아래의 식 (4)와 같다.

$$\frac{(UI) \text{ or } (IS) \text{ or } (PI) \text{ or } (UI+IS) - (None)}{(PI+IS) - (None)} \quad (4)$$

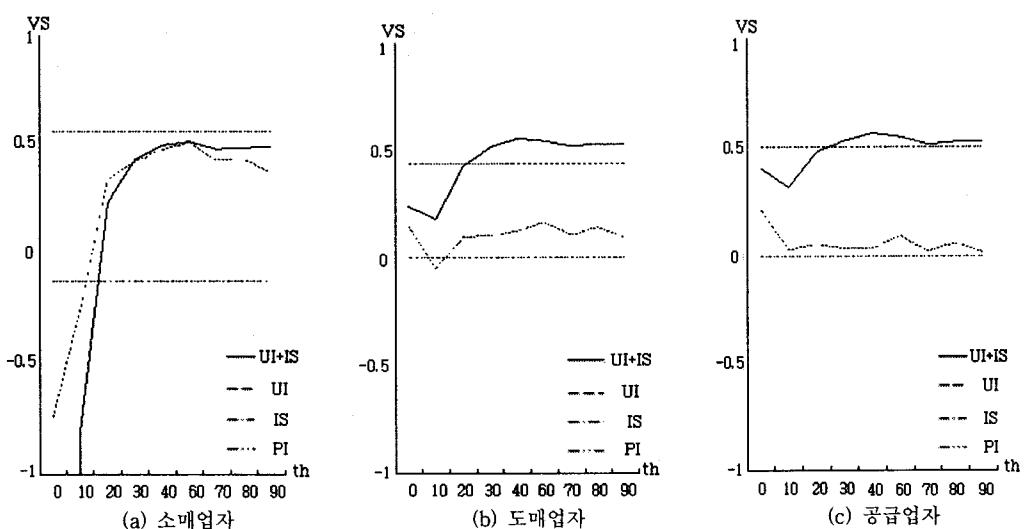
각각의 조건에 따른 결과 그래프는 <그림 4>에 나타나 있다. 먼저 소매업자 그래프를 살펴보면 기상정보를 사용한 경우 정보를 공유할 때

가 정보를 공유하지 않을 때보다 나은 가치를 가지지만 그 차이가 미미하고, 오히려 완전한 정보가 주어진다면 정보 공유를 하지 않더라도 높은 가치를 가질 수 있다. 도매업자의 경우엔 확률 20부터 기상정보를 사용하면서 정보공유를 한 경우가 기상정보만 사용하거나 정보공유만 실시한 경우, 심지어 완전한 정보를 사용한 경우보다도 더 높은 가치를 얻었다. 즉, 도매업자의 경우 기상정보를 사용하여 $t+1$ 일의 소비자 수요를 예측하고, 정보공유를 통해 같은 날의 소매업자 재고량을 예측해 주문을 함으로써 다른 한 종류의 정보만을 이용할 때보다 높은 가치를 보인 것으로 해석할 수 있다. 마지막으로 공급업자를 살펴보면, 사실 공급업자는 본 연구에 적용한 24시간 강수예보를 거의 사용하지 못하지만 놀랍게도 확률 20부터 소매업자와 도매업자가 기상정보를 사용하면서 정보공유도 했을 때, 다른 경우에 비해 높은 가치가 나타난 것을 알 수 있다. 이는 공급사슬의 상위단계에서는 직접적인 불확실성 정보의 사용 없이도, 하위단계에서의 체계적인 사용이 이루어진다면

그 효과가 상위단계의 기업에도 영향을 미쳐, 결국 공급사슬의 효율성을 달성할 수 있음을 의미한다.

5. 결 론

본 연구는 공급사슬관리에서의 자원의 조달과 획득, 재고/backlog수준의 결정, 주문 의사결정에 영향을 미칠 수 있는 불확실성 정보로써 기상정보를 가정하고, 과연 불확실성 정보가 공급사슬 네트워크에 적용되었을 때 효율이 높아질 수 있는지 알아보는데 그 목적이 있다. 이에 공급사슬관리에 관한 많은 선행연구에서 사용된 바 있는 맥주배송게임을 기본모형으로 하여 연구목적에 맞게 수정을 하였다. 수정사항은 ① 불확실성 정보로서 소매업자에 기상정보를 투입하고, ②기존 4 단계의 공급사슬을 3 단계로 조정하며, ③각 기업의 주문에서의 리드타임을 실시간으로 하였다. 한편, 기상정보에 따른 소비자 수요를 난수를 발생시켜 생성하고, 실제 서울지역의 강수예보를 기상정보로 사용하였다.



〈그림 4〉 (a) 소매업자, (b) 도매업자, (c) 공급업자의 가치곡선 그래프

(단, th는 의사결정자의 판단 기준이 되는 예보 확률)

또한 기존의 정보공유가 공급사슬에 미치는 효과와 불확실성 정보사용에 의한 효과의 비교를 위해, 기상정보가 사용된 맥주배송게임 모델에 다음 여섯 가지 조건을 적용하였다. ①기상정보와 정보공유 어느 것도 행하지 않은 경우(None), ②기상정보만 사용한 경우(UI), ③정보공유만 실시한 경우(IS), ④가상적인 완전한 기상정보만 사용한 경우(PI), ⑤기상정보+정보공유를 실시한 경우(UI + IS), ⑥완전한 기상정보+정보공유를 실시한 경우(PI + IS). 여기서 ①, ⑥은 앞서 밝힌 대로 각 조건별로 결과 값을 얻더라도 재고, backlog, 주문 등 그 비용과 가치가 다른 값을 단순 비교하기 어렵기 때문에 가치스코어개념에 대입하기 위해서 만든 조건이다.

가치스코어 개념에 따라서 ②~⑤조건(UI, IS, PI, UI + IS)의 그래프를 도식화한 결과, 소매업자의 경우엔 기상에 따라 급변하는 소비자 수요에 직접 대응해야 하는 조건에 따라 완전한 기상정보가 주어진 경우에 가장 높은 가치를 가지지만, 이는 도매업자와 공급업자에서 그 효과를 이루기 어려워 유용한 방법이라 할 수 없다. 또한 기상정보를 사용하고 정보공유를 한 경우가 기상정보만 사용한 경우보다 높은 가치를 가지지만 그 차이가 미미하여 상위단계인 도매업자와 공급업자의 효율을 살펴볼 필요가 있다. 도매업자의 경우, 기상정보를 사용하면서 정보공유도 했을 때 확률 20 이상에서 가장 높은 가치를 보이는 것으로 나타났다. 이는 정보공유의 방법 외에도 상품의 판매특성에 따른 환경변수가 불확실 하더라도 체계적으로 이용한다면 효과를 얻을 수 있음을 알 수 있다. 마지막으로 공급업자의 경우, 실제적으로 기상정보를 사용한 의사결정을 하기 어려운 상태이지만 하위단계에서 기상정보를 사용하면서 정보를 공유했을 때 공급업자 또한 그 효과를 얻을 수 있었다.

본 연구는 현재 기업 의사결정자의 주관적인

판단에 따라 정성적으로 이용되고 있는 기상정보를 정확도에 관계없이 공급사슬의 효율을 높일 수 있는 수단이 될 수 있고, 기업의 상품 판매에 영향을 미치는 불확실성 정보의 경우 정량적 활용을 위한 연구가 필요함을 밝힌데 그 의의가 있다.

참 고 문 헌

- [1] 김동식, 김정현, 날씨경영-하늘에서 돈이 옵니다. 매일경제신문사, 2006.
- [2] 안봉근, 김중순, 손달호, “P기업의 재고관리 시스템 구축사례”, 경영과학회지, 제20권 제1호, 2003년, pp. 77-88.
- [3] 안병훈, 이승규, 정희돈, 안현수, “공급사슬 망관리의 전략적 과제에 관한 탐색적 연구”, 경영과학, 제4권 제1호, 1997년, pp. 151-176.
- [4] 이기광, 이중우, “가치스코어 모형을 이용한 기상정보의 기업 의사결정에 미치는 영향 평가”, 산업경영시스템학회지, 제30권 제2호, 2007년, pp. 89-98.
- [5] 이대주, “불완전 정보하의 의사결정에서의 다중요인 추계적-통계적 우세법칙”, 한국경영과학회지, 제18권 제2호, 1993년, pp. 45-55.
- [6] 조면식, 김현수, “Beer Distribution Game에서의 최적 재고정책”, 산업경영시스템학회지, 제24권 제65호, 2001년, pp. 11-22.
- [7] 지요한, 임석진, 김경섭, “불확실한 수요를 고려한 공급사슬의 공장생산용량 결정에 관한 연구”, 한국시뮬레이션학회, 제12권 제1호, 2003년, pp. 35-48.
- [8] Ayers, J. B., *Handbook of supply chain management*, (2nd ed.), Auerbach Publications, 2006.
- [9] Chandra, C. and Grabis, J., “Application

- of multi-steps forecasting for restraining the bullwhip effect and improving inventory performance under autoregressive demand”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 166, No. 3, 2005, pp. 337-350.
- [10] Chen, F. and Samroengraja, R., “The stationary beer game”, *Production and Operations Management*, Vol. 9, No. 1, 2000, pp. 19-30.
- [11] Chung, C. S., Flynn, J., and Stalinski, P., “A single-period inventory placement problem for a supply chain with the expected profit objective”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 48, No. 6, 2001, pp. 767-781.
- [12] Cooper, M. C., Lambert, D. and Pagh, J., “Supply chain management more than a new name for logistics”, *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 8, No. 1, 1997, pp. 1-14.
- [13] Croson, R. and Donohue, K., “Behavioral causes of the bullwhip effect and the observed value of inventory information”, *Management Science*, Vol. 52, No. 3, 2006, pp. 323-336.
- [14] Fishburn P. C., “Analysis of decisions with incomplete knowledge of probabilities”, *Management Science*, Vol. 13, No. 2, 1965, pp. 217-237.
- [15] Fleisch, E. and Tellkamp, C., “Inventory inaccuracy and supply chain performance: a simulation study of a retail supply chain”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 95, No. 3, 2005, pp. 373-385.
- [16] Ganeshan, R., “Managing supply chain inventories: a multiple retailer, one warehouse, multiple supplier model”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 59, No. 1-3, 1999, pp. 341-354.
- [17] Hsiao, J. M., and Shieh, C. J., “Evaluating the value of information sharing in a supply chain using an ARIMA model”, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 27, No. 5-6, 2006, pp. 604-609.
- [18] Katz R. W. and Murphy, A. H., *Economic value of weather and climate forecasts*, (1st ed.), Cambridge and New York: Cambridge University Press, 1997.
- [19] Khouja, M., “Optimizing inventory decisions in a multi-stage multi-customer supply chain”, *Transportation Research Part E*, Vol. 39, No. 3, 2003, pp. 193-208.
- [20] Kim, C. O., Jun, J., Baek, J. K., Smith, R. L. and Kim, Y. D., “Adaptive inventory control models for supply chain management”, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 26, No. 9-10, 2005, pp. 1184-1192.
- [21] Lanzenauer, C. H. V. and Glombik, K. P., “Coordinating supply chain decisions: an optimization model”, *OR Spectrum*, Vol. 24, No. 1, 2002, pp. 59-78.
- [22] Lee, D. J., “Stochastic dominance rules in multiattribute decision making under uncertainty”, in Ahn, B. H. (ed.), *Proceedings of the 1st Conference of the APORS*, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 1990, pp. 171-184.
- [23] Lee, H. L., “Creating Value through Supply

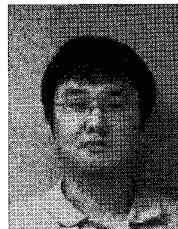
- Chain Integration”, *Supply Chain Manufacturing Review*, September, 2000.
- [24] McCormack, K. P., Johnson, W. C. and Walker, W. T., *Supply chain networks and business process orientation*, (1st ed.), The CRC Press Series on Resource Management, 2003.
- [25] Murphy A. H., “Decision-making models in the cost-loss ratio situation and measures of the value of probability forecasts”, *Monthly Weather Review*, Vol. 104, No. 8, 1976, pp. 1058-1065.
- [26] Murphy A. H., “The value of climatological, categorical and probabilistic forecasts in the cost-loss situation”, *Monthly Weather Review*, Vol. 105, No. 7, 1977, pp. 803-816.
- [27] Mylne, K. R., “Decision-making from probability forecasts based on forecast value”, *Meteorological Application*, Vol. 9, No. 3, 2002, pp. 307-315.
- [28] Petrovic, D., “Simulation of supply chain behaviour and performance in an uncertain environment”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 71, No. 1, 2001, pp. 429-438.
- [29] Porter, M. E. and Millar, V. E., “How information gives you a competitive advantage”, *Harvard Business Review*, Vol. 63, 1985, pp. 149-160.
- [30] Pujari, N. A., Hale, T. S. and Huq, F., “A continuous approximation procedure for determining inventory distribution sche-
- mas within supply chains”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 186, No. 1, 2007, pp. 405-422.
- [31] Stewart T. R., Pielke, R. and Nath, R., “Understanding user decision making and the value of improved precipitation forecasts—lessons from a case study”, *Bulletin of The American Meteorological Society*, Vol. 85, No. 2, 2004, pp. 223-235.
- [32] Stock, J. R., “Managing computer communication and information technology strategically : opportunities and challenges for warehousing”, *The Logistics and Transportation Review*, Vol. 26, No. 2, 1990, pp. 133-148.
- [33] Takakuwa, S., Takizawa, H., Ito, K. and Hiraoka, S., “Simulation and analysis of non-automated distribution warehouses”, *Proceedings of The Winter Simulation Conference*, 2000, pp. 1177-1184.
- [34] Thompson J. C. and Brier, G. W., “The economic utility of weather forecasts”, *Monthly Weather Review*, Vol. 83, No. 11, 1955, pp. 249-253.
- [35] Thonemann, U. W., “Improving supply-chain performance by sharing advance demand information”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 142, No. 1, 2002, pp. 81-107.
- [36] Wilks, D. S., “A skill score based on economic value for probability forecasts”, *Meteorological Application*. Vol. 8, No. 2, 2001, pp. 209-219.

■ 저자소개



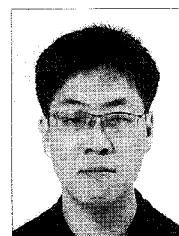
이 기 광

한양대학교 산업공학과 공학사, 한국과학기술원 산업공학과 공학석사 및 공학박사를 취득하였다. 2001년부터 2005년까지 (주)LG전자 정보통신 사업본부 UMTS시스템연구소 선임연구원 및 마케팅전략그룹 과장으로 근무하였으며, 2005년부터 현재까지 인제대학교 경영학부 조교수 및 산업경영연구원 비즈니스 인텔리전스 센터장으로 재직 중이다. 주요 관심분야는 정보이론, 데이터마이닝 및 SCM 등이다.



김 인 김

인제대학교 경영학부 경영학사를 취득하였으며, 현재 동대 일반대학원 경영학과 석사학위과정에 재학중이며, 인제대학교 산업경영연구원에 연구보조원으로 활동이다. 주요 관심분야는 데이터마이닝, SCM 및 의사결정론 등이다.



고 광 균

인제대학교 경영학부 경영학사를 취득하였으며, 현재 동대 일반대학원 경영학과 석사학위과정에 재학중이다. 2006년 한국국제경영관리학회 간사로 활동하였으며, 현재 인제대학교 산업경영연구원에 연구보조원으로 활동이다. 주요 관심분야는 기업의 글로벌화와 해외직접투자 및 네트워크 전략 등이다.

◆ 이 논문은 2007년 11월 27일 접수하여 1차 수정을 거쳐 2007년 12월 15일 게재확정되었습니다.