

# 충격발생위험을 고려한 공급망관리: 초과재고와 탄력적 공급망 구축\*

정 다 운\*\* · 김 병 조\*\*\*

## 〈目 次〉

요약	Ⅲ. 모형
I. 서론	Ⅳ. 결론 및 시사점
Ⅱ. 문헌연구	

## 요약

본 연구는 공급망 이상을 일으킬 수 있는 충격발생위험 하에서 기업의 의사결정문제를 다룬다. 한 기업이 비용절감에 무게를 둔 운영방침을 고수할 때, 다른 기업은 충격발생시의 손실과 대안을 마련하는 데 소요되는 비용을 고려하여 자신의 기대수익을 최대화하기 위한 결정을 내린다. 호텔링의 선형도시모형을 확장하여 충격발생위험에 대비하기 위한 기업의 두 가지 대안(초과재고보유, 탄력성 증대를 위한 공급망 재구축)이 각각 경쟁에 미치는 영향을 분석하였다.

주제어: 공급망위험관리, 초과재고, 탄력적 공급망

## I. 서론

낭비를 허용하지 않으며 재고를 최소화한다는 적시생산(JIT, Just in Time)철학으로 대표되는 도요타의 린 시스템은 오일쇼크, 엔고현상, 세계경제위기 등 많은 장애요인에도 불구하고 도요타의 성공을 이끌어낸 견인차였다고 할 수 있다(Cox, 1999; Schoenherr, Power, Narasimhan,

\* 본 연구는 서울대학교 경영정보연구소의 연구비 지원에 의해 이루어졌습니다.

\*\* 고려대학교 경영학과 석·박사통합과장(bogsil@korea.ac.kr)

\*\*\* 고려대학교 경영학과 부교수(bkim@korea.ac.kr), 교신저자

and Samson, 2012; Shah, Goldstein, Unger, and Henry, 2008; Spear and Bowen, 1999). 도요타뿐 아니라 다른 기업에 있어서도 린 시스템은 낱알이 치열해지는 경쟁환경을 헤쳐 나가기 위한 대안으로 떠올랐고, 생산에서 서비스를 망라하는 다양한 분야의 사업장에 적용되었다. 특히 제조기업의 경우 린 시스템 도입을 통해 재고수준을 획기적으로 낮출 수 있었고, 묶여있던 자본을 다른 이윤창출활동에 활용함으로써 더 높은 수익성을 기대할 수 있게 되는 등 가시적 성과를 거둘 수 있었다(Martha and Subbkrishna, 2002).

하지만 이와 같은 긍정적 효과에도 불구하고 린 시스템은 예기치 않은 충격에 대한 기업의 대응 능력을 약화시킬 수 있다. 린 시스템의 적용은 어떠한 형태로든 충격에 대한 완충재로 작용할 수 있는 잉여물이 시스템 상에서 사라짐을 의미하기 때문이다. 로이터 통신(*Reuters*)에 따르면, 2011년 3월 11일에 발생했던 동일본 대지진의 여파로 도요타의 2011년 3월 일본 내 생산량은 전년 동기 대비 67.2% 급락했고, 북미공장의 생산라인도 8월까지 정상화되지 못했다. 그 결과, 2분기 매출 및 영업이익은 각각 29.4%, 99.4% 감소했다. 일본기업으로부터 부품의 일부를 수급하고 있던 현대·기아자동차가 같은 시기에 100%의 가동률을 보였던 것은 물론이고 일본 내 동종 업계의 타기업이 입을 피해규모와 비교하더라도 도요타의 손해는 극심했다. 무재고 정책에 일상적인 대응이 통하지 않는 상황에서 도요타는 아무런 완충장치 없이 타개해 나가야 했기 때문이었다.

수요변동이나 사고, 자연재해에 이르기까지 기업의 정상적인 생산을 방해할 수 있는 충격은 매우 다양하고 빈번하게 발생한다. 경쟁의 개념이 개별기업 간 경쟁이 아닌 기업집단(공급망) 간 경쟁으로 확대되고 있는 경영환경에서(Li, Rao, Ragu-Nathan, and Ragu-Nathan, 2005; Trkman, Štemberger, Jaklic, and Groznik, 2007) 갑작스럽게 발생한 충격은 매우 큰 여파를 가져오게 된다. 오늘날의 공급망 대부분은 전세계에 걸쳐서 거미줄처럼 복잡한 구조를 이루고 있기 때문에 일부에서 발생한 작은 충격이라 할지라도 공급망 내 기업들의 연쇄적인 생산차질을 일으킴으로써 공급망 전체 기능을 저해하기 때문이다(Manuj and Mentzer, 2008; Stevens, 1989). 이는 단기적으로는 판매손실을 가져오는 데 불과하지만, 장기적으로는 기업이미지 훼손, 기업가치하락 등 부정적 파급효과로 이어지게 된다(Hendricks and Singhal, 2005). 예기치 못한 충격이 발생할 가능성은 언제, 어디에나 있을 수 있지만 어떻게 대응하는가에 따라서 기업은 생각지도 못했던 심각한 타격을 입게 될 수 있다.

일반적으로 이해하고 있는 것과 같이 기업은 이윤 창출을 목적으로 하는 조직이다. 그러나 좀 더 높은 수준에서의 기업 운영목적은 단순히 이윤을 많이 내는 것에만 무게를 두는 것이 아니라 장기적으로 기업 자신의 가치를 높이는 데 있다고 할 수 있다. 그런데 공급망의 복잡화·세계화와 함께

예기치 못한 충격발생 가능성이 점차 증가하고 있는 상황에서, 재고감축을 통한 비용절감에 주력하는 린 시스템에 의존하는 것 만으로는 기업의 장기적 가치상승을 담보하기 어렵다. 새로운 경쟁 환경에 내몰리고 있는 오늘날의 기업들이 경쟁우위를 확보하기 위해서는 위기상황에 효과적으로 대응하기 위한 대안을 포괄하는 새로운 운영전략을 마련할 필요가 있다.

갑작스런 충격에 대비하기 위한 방법으로 먼저, 초과재고보유를 들 수 있다. 필수적인 수준 이상의 재고를 비축해둬으로써 공급망 기능에 이상이 생겨 수급이 불안정할 때에도 생산에 차질이 생기지 않도록 하는 것이다. 그런데 오랫동안 린 시스템의 운영에 익숙해있는 기업들이, 아직 가능성으로만 존재하는 위험에 대비하기 위해 재고수준을 높이기로 결정하는 데에는 거부감이 있을 수 있다. 두 번째로 생각할 수 있는 방법은, 공급망 자체의 탄력성을 증대시키는 방법이다. 탄력적 공급망은 충격이 발생하더라도 빠르게 회복되기 때문에 충격의 여파를 최소화할 수 있으며 린 시스템의 생산전략이 갖는 효과를 유지할 수도 있는 장점을 갖는다. 하지만 공급망 자체가 탄력성을 갖도록 하는 것은 단순히 추가재고를 보유하는 것에 비해 훨씬 더 큰 노력을 필요로 한다(Sheffi, 2006). 협력사와 긴밀한 파트너십을 구축하거나 유연한 계약관계 형성, 인력과 제조설비의 호환성을 높이는 등, 단일 기업은 물론 공급망 전반에 걸친 근본적 변화를 요구하기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 공급망에 발생할 수 있는 충격의 영향을 알아보고, 충격발생시 공급망 이상에 대응하기 위한 두 가지 대안(초과재고보유, 공급망 탄력성 증대)의 실행유인이 존재하는 조건을 찾아 경영상의 시사점을 제시하고자 한다.

## II. 문헌연구

도요타의 압도적인 경쟁적 우위를 목도하면서, 린 시스템에 대한 관심은 산업현장은 물론 학계에도 이어졌다(Abdulmalek and Rajgopal, 2007; Huson and Nanda, 1995). 그런데 재고수준이 지나치게 낮아지게 되면 공급망 내 참여자들 간 상호의존성이 증가하게 되므로 서로 긴밀하게 연결되어 있는 공급망 내에서는 아주 제한적인 범위에서 발생한 충격이라도 전체 공급망 참여자들에게 연쇄적인 영향을 미치게 된다(Chopra and Sodhi, 2004; Manuj와 Mentzer, 2008). 특히 광범위한 글로벌 아웃소싱의 증가로 인해 공급망이 점차 길고 복잡해짐에 따라 예기치 않은 충격발생 가능성이 증가하면서, 공급망이 정상적으로 작동할 수 없는 상황에 대한 관리 필요성이 대두되었다(Craighead, Blackhurst, Rungtusanatham, and Handfield, 2007; Skipper and Hanna, 2009; Tang, 2006).

공급망 기능을 저해하는 충격이란 계획된 물자의 흐름을 중단, 혹은 지연시키는 모든 종류의 우연

한 문제를 일컫는데(Chopra and Shodhi, 2004; Hendricks and Singhal, 2003), Tomlin (2009)에 의하면 기업의 잉여 생산능력이 부족할 경우 충격이 복구되기까지의 시간이 지연되어 충격의 여파가 증폭될 수 있다. 일단 충격이 발생하여 공급망 기능이 비정상화 되고 나면 이를 복구하는 데에는 상당한 시간이 소요되기 때문에(Tang, 2006) 충격발생의 피해를 최소화하기 위해서는 사전에 견고한 대응력을 갖추는 것이 중요하다.

많은 연구에서 공급사슬 이상을 야기하는 충격에 대비하기 위한 방안을 제시하고 있는데, 생산 능력비축, 재고수준 증가 등 그 동안 낭비요인으로 여겨졌던 요소들을 일정부분 감수하고, 충격으로 비정상화된 기능을 빠르게 회복할 수 있는 능력인 탄력성을 갖춘 공급망 구축을 강조하고 있다(Sheffi, 2001; Tang, 2006). 본 연구에서는 수학적 모형을 사용하여 경제상황에서 충격발생의 여파를 최소화하기 위한 두 가지 대안을 분석하고 그 효과성을 확인한다.

### Ⅲ. 모형

예상치 못한 충격이 발생하여 공급망이 정상적 기능을 수행할 수 없게 되면 심각한 생산차질을 불러올 수 있다. 일반적으로 기업들은 이와 같은 상황을 방지할 수 있도록 여분의 재고를 보유하거나, 공급망 자체가 충격에 강한 회복력을 가질 수 있도록 보다 탄력적인 공급망을 갖추기 위해 노력한다. 먼저 독점기업을 가정한 간단한 시나리오를 통해 충격의 영향을 알아보자.

수요가  $[0, 1]$  사이의 구간에 균등하게 분포하고 있는 시장을 가정하자. 제품 고유의 가치를  $v$ , 가격을  $p$ , 수요를  $n$ 이라 할 때 수요함수를 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$n = v - p \tag{1}$$

생산에 투입되는 비용은 없는 것으로 하면, 수익함수는  $\pi = np$ 이므로 이 독점기업의 균형수익은  $\pi^* = (v-1)$ 로 표현된다. 또한, 공급망에 충격이 발생할 확률  $\theta$ 가  $[0, 1]$  사이의 균등분포를 따른다고 하면 정상적인 생산활동이 이루어질 수 있는 확률은  $(1-\theta)$ 로 정의할 수 있다. 따라서, 공급망 이상으로 인한 생산차질을 고려했을 때 기업이 창출할 수 있는 기대수익은  $E(\pi) = np(1-\theta) + 0 \cdot \theta$  이 된다. 그러므로 균형 기대수익을 아래와 같이 도출할 수 있고 충격발생확률만큼 기대수익에 손실이 발생한다는 것을 알 수 있다.

$$E(\pi^*) = (v-1)(1-\theta), \tag{2}$$

이번에는 복점경쟁모형을 고려해보자. 앞에서와 마찬가지로 수요가 균등하게 분포하고 있는  $[0, 1]$  사이의 구간을 설정하고 이 구간의 양 끝에  $i = A, B$ 로 표시된 두 기업이 위치한다고 가정하자. 구간 위의 지점  $x$ 에 위치한 소비자는 양 끝의 기업  $i$ 가 생산하는 제품을 구매하기 위해  $x$ , 혹은  $1-x$ 의 거리를 이동해야 하며, 단위거리마다  $t$ 의 이동비용을 지불한다. 이 시장에서는 먼저 두 기업이 제품가격을 동시에 정하고, 소비자들은 이동비용을 포함한 효용수준을 생각하여 구매결정을 내린다고 하자. (이후의 분석에서도 시장참여자들의 의사결정과정은 이 틀을 따른다.) 경쟁모형 분석을 위해 호텔링의 선형도시모형(1929)에 근거하여 정의한 수요함수는 다음과 같다.

$$n_i = v - p_i + p_{-i} - t \cdot y, \quad y = \begin{cases} x & \text{if } i = A \\ 1-x & \text{if } i = B \end{cases} \quad (3)$$

기업  $i$ 의 수익함수  $\pi_i + n_i p_i$ 와 식 (3)을 이용하여 연립방정식을 풀면 두 기업이 시장을 반분하는 지점에서 균형을 이룬다는 것을 알 수 있는데, 균형점에서의 제품가격과 수익은 아래와 같이 도출된다.

$$p^* = \frac{1}{2}t; \quad \pi^* = \frac{1}{4}t \quad (4)$$

또한 식 (2)를 도출한 것과 같은 방법으로 기대수익을 계산하면  $\frac{t(1-\theta)}{4}$ 이므로 경쟁모형에서도 공급망에 충격이 발생할 확률에 의해 기대수익감소가 일어남을 확인할 수 있다.

### 3.1 초과재고보유

이 장에서는 공급망이 정상 작동하지 않을 경우에 대비하여 여분의 재고를 비축하는 문제에 있어서 서로 다른 운영방침을 가지고 있는 두 기업의 경쟁을 분석한다. 기업  $A$ 와 달리 기업  $B$ 는 초과재고를 보유하고 있다고 하고, 기업  $B$ 는 초과재고를 관리하는 데 단위비용  $c$ 를 부담한다. 공급망에 충격이 발생하는 경우 초과재고를 보유하고 있는 기업  $B$ 는 충격을 복구하는 기간 동안에도 정상적으로 생산라인을 가동할 수 있는 반면, 기업  $A$ 는 큰 생산차질을 경험한다고 하자. 전체 시장의 크기가 일정하기 때문에 기업  $i$ 가 시장을 독점했을 때 기대할 수 있는 수요는 1이고, 공급망 이상이 발생할 위험을 반영할 때 기업  $i$ 의 기대수익은 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$E(\pi_i) = n_i(p_i - I \cdot c)(1 - \theta) + I \cdot \theta(p_i - I \cdot c), \quad I = \begin{cases} 0 & \text{if } i = A \\ 1 & \text{if } i = B \end{cases} \quad (5)$$

식 (3)과 (5)를 이용하여 각 기업의 최적가격을 구하면 아래와 같고

$$p_A^* = \frac{2c(1-\theta)+t(3-\theta)}{6(1-\theta)}; \quad p_B^* = \frac{4c(1-\theta)+t(3+\theta)}{6(1-\theta)}, \quad (6)$$

이 때, 각 기업의 기대수익은 다음과 같이 도출된다.

$$\pi_A^* = \frac{\{t(\theta-3)-2c(1-\theta)\}^2}{36t(1-\theta)}; \quad \pi_B^* = \frac{\{t(\theta+3)-2c(1-\theta)\}^2}{36t(1-\theta)} \quad (7)$$

A는 초과재고를 보유하지 않는 비용절감형 기업, B는 공급망 이상시 초과재고를 통해 대응하고자 하는 위험대비형 기업임을 상기하자.

*Proposition 1: 위험대비형 기업의 단위재고비용 수준에 따라 초과재고를 보유함으로써 공급망 붕괴위험에 대비할 유인이 결정된다.*

i) 단위재고비용이 높지 않을 때 ( $c < c^{++}$ ), 위험대비형 기업은 초과재고를 보유할 유인이 있

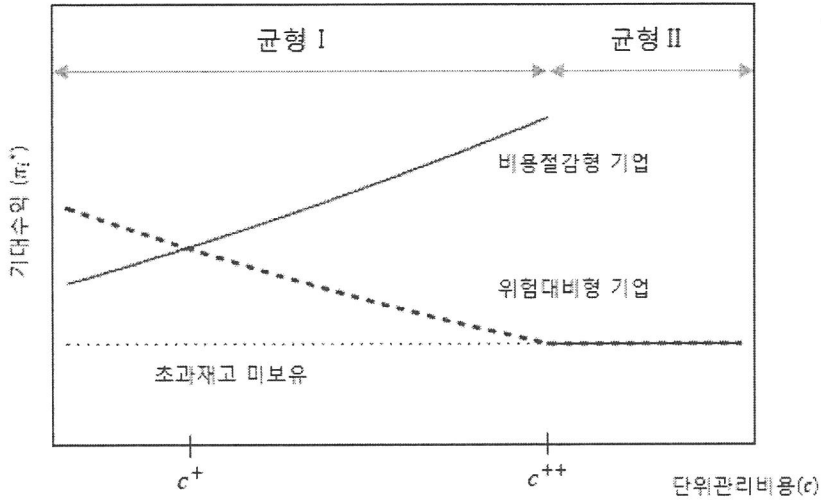
으며 이때, 균형기대수익은  $\pi_A^* = \frac{\{t(\theta-3)-2c(1-\theta)\}^2}{36t(1-\theta)}$ ,  $\pi_B^* = \frac{\{t(\theta+3)-2c(1-\theta)\}^2}{36t(1-\theta)}$  이다.

ii) 단위재고비용이 중간수준이면 ( $c^+ < c < c^{++}$ ) 위험대비형 기업의 기대수익은 비용절감형 기업에 비해 낮다. 그러나 단위재고비용이 아주 낮으면 ( $c < c^+$ ), 위험대비형 기업은 비용절감형 기업에 비해 더 높은 수익을 기대할 수 있다.

iii) 단위재고비용이 높으면 ( $c > c^{++}$ ), 위험대비형 기업은 초과재고를 보유할 유인이 없으며 균형기대수익은  $\pi^* = \frac{1}{4}t(1-\theta)$  이다.

(증명 및  $c^+$ ,  $c^{++}$ 의 구체적 형태는 부록 참고)

Proposition 1은 위험대비형 기업이 초과재고를 관리하는 데 투입해야 하는 단위재고비용 수준에 따라 서로 다른 두 개의 균형이 존재함을 의미한다(그림 1)).



〈그림 1〉 단위관리비용에 따른 기대수익변화

만약 단위재고비용이 높은 수준이라면, 비용부담 때문에 위험대비형 기업의 기대수익은 공급망 이상이 발생할 가능성에 대한 대비를 하지 않았을 때에 비해 오히려 낮아진다. 이 경우, 위험대비형 기업의 최적대응은 높은 관리비용을 감수해야 하는 초과재고보유를 포기하는 것이 되고 두 기업이 시장을 양분하여 같은 수준의 기대수익을 얻는 지점에서 균형에 이르게 된다. 반대로 단위재고비용이 높지 않은 수준이라면, 다시 말해 어느 정도 효율적 관리가 가능할 경우, 위험대비형 기업이 충격발생에 대비하여 초과재고를 보유할 충분한 유인이 존재한다. 따라서 위험관리형 기업의 최적대응은 초과재고를 보유함으로써 기대손실을 줄이는 것이 되어 새로운 균형에 도달하며, 이때의 균형기대수익은 식 (7)과 같다. 또한, 위험대비형 기업의 재고관리비용이 감소하여 충분히 낮은 수준에 도달하게 되면 초과재고를 보유할 유인을 가질 뿐 아니라, 경쟁자인 비용절감형 기업보다 더 높은 수준의 수익을 기대할 수 있게 된다(〈표 1〉참고).

〈표 1〉 비용수준에 따른 초과재고보유 유인과 균형수익비교

단위재고비용		유인	균형수익비교
구간	수준		
$(c > c^{++})$	높음	없음 $(\pi_{B^+}^* > \pi_B^*)$	$\pi_A^* = \pi_B^*$
$(c^+ < c < c^{++})$	중간	있음 $(\pi_{B^+}^* < \pi_B^*)$	$\pi_A^* > \pi_B^*$
$(c < c^+)$	낮음		$\pi_A^* < \pi_B^*$

※  $\pi_{B^+}^*$  는 위험대비형 기업이 초과재고를 보유하지 않을 때의 균형기대수익

공급망 작동에 영향을 줄 수 있는 충격발생확률의 변화는 자연스럽게 각 기업의 기대수익에 영향을 줄 뿐 아니라 위험관리형 기업의 단위재고비용과 상호작용을 일으킴으로써 균형에 복합적인 영향을 미치게 된다. 이와 같은 영향을 알아보기 위해, 초과재고보유에 대한 유인이 존재할 수 있는 단위재고비용 한계점인  $c^{++}$ 를  $\theta$ 에 대하여 미분하면 충격발생확률이 증가함에 따라 한계점의 수준이 점차 높아짐을 알 수 있다  $\left(\frac{\partial c^{++}}{\partial \theta} > 0\right)$ . 이는 공급망 이상에 대한 위험이 높은 상황에서는 위험대비형 기업이 다소 높은 비용을 감수하더라도 초과재고보유를 선택하여 생산차질 방지에 노력할 것임을 시사한다. 또한, 단위재고비용이 감소함에 따라 비용절감형 기업의 기대수익이 감소하는데 반해  $\left(\frac{\partial \pi_A^*}{\partial c} < 0\right)$ , 비용절감형 기업의 기대수익은 점차 증가하여  $\left(\frac{\partial \pi_B^*}{\partial c} > 0\right)$   $c^+$  지점에서 교차하게 된다. 다시 한 번 이 교차점  $c^+$ 를  $\theta$ 에 대하여 미분하면 양의 값을 갖는다는 것을 알 수 있으므로  $\left(\frac{\partial c^+}{\partial \theta} > 0\right)$ , 공급망 이상 가능성이 높을수록 위험대비형 기업의 경쟁력이 강화된다는 것을 유추할 수 있다.

일상적 상황에서의 초과재고는 관리 및 자본활용의 기회비용 등 추가적인 비용을 유발하는 요소임에 틀림이 없다. 그러나 충격이 발생하면 공급망이 정상으로 복구되기 까지 완충장치로 작용하여 생산차질로 인한 손실을 방지하기도 한다. 따라서, 공급망에 이상이 생길 가능성이 높은 경우에는 더 많은 비용을 부담하더라도 초과재고를 보유하는 편이 나은 선택일 수 있는 것이다.

앞선 분석에서 우리는 기본적으로 여분의 재고를 보유할 것인지에 대한 판단이 재고관리비용 수준에 따라 달라질 수 있음을 보였다. 또한 이어지는 논의에서는 단순관리비용 차원이 아니라 공급망 이상이 현실화될 위험과 그에 따른 기대손실을 입체적으로 고려할 필요가 있다는 것을 확인한 바 있다. 하지만 여전히 너무 높은 수준의 초과재고는 운영상의 부담으로 작용할 수 있으며 자본활용에 대한 기회비용 측면에 있어서도 부정적 영향을 미치게 된다. 그러므로 이어지는 장에서는 공급망 자체의 탄력성을 증가시킴으로써 공급망 이상에 대비하고자 하는 대안의 효과를 분석하기로 한다.

### 3.2 탄력성 증대를 위한 공급망 재구축

탄력적 공급망은 예상 밖의 충격이 발생했을 때는 물론, 일상적인 상황에서도 기업의 대응력을 높여준다. 새로 구축할 공급망의 탄력성을  $f$ 라 하자. 먼저 위험대비형 기업이 얼마나 탄력적인 공급망을 구축할 것인지 결정한 후에 나머지 의사결정이 진행된다고 할 때, 다음의 수요함수를 정의할 수 있다.



$$n_i = v - p_i + p_{-i} + I \cdot f - t \cdot y, \quad I = \begin{cases} 0 & \text{if } i = A \\ 1 & \text{if } i = B \end{cases}, \quad y = \begin{cases} x & \text{if } i = A \\ 1 - x & \text{if } i = B \end{cases} \quad (8)$$

단, 앞서 제시한 경우와 마찬가지로 비용절감형 기업을  $A$ , 위험대비형 기업을  $B$ 라 하자. 그런데 앞서 언급한 것과 같이 공급망 자체에 탄력성을 부여 하는 것은 단순히 추가재고를 보유하는 것에 비해 훨씬 더 큰 노력을 필요로 한다. 이를 모형에 반영하기 위하여 위험대비형 기업이 탄력적인 공급망을 구축하는 데 투입해야 하는 비용을  $K$ 라 하고,  $K > c$ 를 만족한다고 가정하자. 그럼에도 불구하고 높은 탄력성을 갖춘 공급망은 여분의 재고를 보유하지 않을 때의 장점을 유지하면서도 충격 발생시 생산에 지장이 생기지 않도록 작동한다는 장점을 갖는다.

각 기업의 기대수익을 다음과 같이 정의하자.

$$E(\pi_i) = n_i p_i (1 - \theta) + I \cdot \theta p_i - I \cdot K f^2, \quad I = \begin{cases} 0 & \text{if } i = A \\ 1 & \text{if } i = B \end{cases} \quad (9)$$

식 (8)과 (9)를 이용하여 위험대비형 기업이 새롭게 구축하는 공급망이 갖춰야 할 최적 탄력성과 최적 가격을 구하면 다음과 같다.

$$f^* = \frac{t(3+\theta)}{36Kt-(1-\theta)} \quad (10)$$

$$p_A^* = \frac{t\{6Kt(3-\theta)-(1-\theta)\}}{(1-\theta)\{36Kt-(1-\theta)\}}; \quad p_B^* = \frac{6Kt^2(3+\theta)}{(1-\theta)\{36Kt-(1-\theta)\}} \quad (11)$$

이 때, 최적 기대수익은 다음과 같다.

$$\pi_A^* = \frac{t\{6Kt(3-\theta)-(1-\theta)\}^2}{(1-\theta)\{36Kt-(1-\theta)\}^2}; \quad \pi_B^* = \frac{Kt^2(3+\theta)^2}{(1-\theta)\{36Kt-(1-\theta)\}} \quad (12)$$

**Proposition 2:** 위험대비형 기업이 탄력적 공급망 구축에 투자할 유인이 존재하는 유일한 균형이 존재한다.

Proposition 2에 따르면 비용절감형 기업이 공급망 자체가 탄력성을 가질 수 있도록 공급망 재구축에 투자할 때 두 기업의 경쟁은 유일한 균형으로 수렴한다. 구축비용을 감안하더라도 탄력적

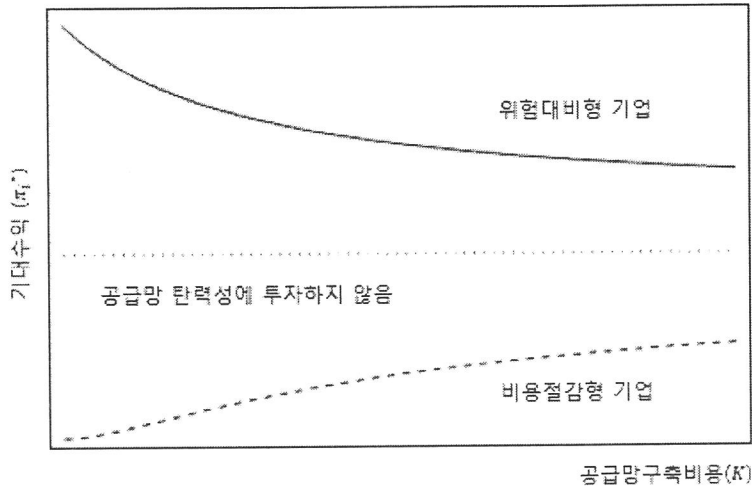
공급망을 구축하는 것이 위험대비형 기업에게 더 이로운 결과를 가져오는 것이다. 즉, 위험대비형 기업은 공급망 재구축에 투자하기 전에 비해 더 나은 기대수익을 창출할 수 있다. 이는 탄력적 공급망이 갑작스런 충격이 초래하는 생산차질을 효과적으로 방지함으로써 비용절감형 기업의 수익성을 높여줄 수 있다는 것을 시사한다. 한편, 식 (11)을 보면 위험대비형 기업이 비용절감형 기업에 비해 제품가격을 높게 설정하고 있음을 알 수 있다. 즉, 위험대비형 기업은 소비자에게 더 비싼 가격을 청구함으로써 공급망 재구축에 투자된 비용을 회수할 수 있는 것이다.

다음으로 식 (12)의 기대수익 비교를 통해 탄력적 공급망 구축이 기업의 수익성에 미치는 영향을 알아보자.

**Proposition 3:** 탄력적 공급망 구축비용이 증가할 수록 위험대비형(비용절감형) 기업의 기대 수익은 감소(증가)하지만, 위험대비형 기업은 언제나 경쟁자보다 높은 수준의 수익창출을 기대할 수 있다.

탄력적 공급망은 갑작스런 충격상황에서도 여러 가지 대체 가능한 대안을 실행함으로써 기능을 잃지 않고 작동할 수 있다. 따라서 탄력적 공급망을 갖춘 기업은 공급망에 충격이 발생하더라도 생산차질을 최소화할 수 있게 된다. 하지만 어떤 상황이든 극복할 수 있도록 높은 탄력성을 가진 공급망을 구축하는 것은 결코 쉽지 않은 일이며 많은 투자를 필요로 한다. 따라서 위험대비형 기업이 탄력적 공급망을 구축하는 데 투자해야 할 비용은 각 기업의 기대수익에 큰 영향을 미치는 요인이 된다.

탄력성을 증대시키기 위한 공급망 재구축에 더 높은 수준의 투자가 요구될수록 위험대비형 기업의 기대수익은 부정적인 영향을 받게 된다( $\frac{\partial \pi_B^*}{\partial K} < 0$ ). 반대로 비용절감형 기업은 경쟁자의 비용이 증가함에 따라 더 많은 수익을 기대할 수 있다( $\frac{\partial \pi_A^*}{\partial K} > 0$ ). 그럼에도 불구하고 위험대비형 기업은 구축비용 전체 영역에서 비용절감형 기업보다 더 높은 수익성을 보일 뿐 아니라, 공급망 재구축 이전에 비해서도 더 나은 기대수익을 창출한다(〈그림 2〉). 즉, 많은 노력과 투자가 필요한 작업임에도 불구하고 탄력적 공급망은 충격으로 인한 기대손실을 완화시킬 수 있는 효과적 수단임을 유추할 수 있다.



〈그림 2〉 공급망 재구축 비용에 따른 기대수익변화

#### IV. 결론 및 시사점

기업 간 경쟁 및 협력이 국가 경계를 넘는 일이 보편화되면서 기업들은 매우 어려운 경쟁환경을 마주하고 있다. 심화된 경쟁의 틀 안에서 기업들은 집단화를 통한 경쟁력 강화를 추구하게 되었으며, 이렇게 등장한 공급망 개념은 산업현장은 물론 학계에서도 높은 관심을 받아왔다. 그런데 더 나은 경쟁우위를 확보하기 위해 공급망이 점점 더 길고 복잡한 구조를 갖게 되면서, 공급망의 정상적 작동을 방해할 수 있는 위험 또한 증가하고 있다. 이와 같은 위험은 일상적·비일상적으로 존재하며, 경우에 따라 개별 기업성파에 치명적인 악영향을 초래할 수 있다. 따라서 기업들은 다양한 위험요소와 그 영향을 종합적으로 고려하여 대응방안을 마련할 필요가 있다.

본 연구는, 전술한 문제의식을 바탕으로 공급망을 둘러싼 내·외부의 불확실성을 고려한 기업의 의사결정문제를 다루었다. 아직 가능성으로만 존재하는 위험에 대응하기 위한 대안을 마련하고 이를 일상적인 기업운영에 반영하는 것은 비용을 유발하지만, 위험이 현실화되는 경우에는 기업이 받게 될 충격을 완화시켜줌으로써 기업의 기대수익을 높여준다. 본 연구에서는 충격발생위험에 대비하기 위한 두 가지(초과재고보유, 공급망 탄력성 증대) 대안을 상정하고 그 결과를 분석하였다. 먼저, 위험에 대비하여 초과재고를 보유하는 경우, 기업의 관리역량에 따라 경쟁력 및 대안을 마련할 유인이 달라지게 된다. 따라서 충분히 효율적인 관리가 가능한 기업이라면, 추가비용부담이 있더라도 여분의 재고를 보유함으로써 오히려 기대수익을 향상시킬 수 있다. 한편, 보다 근본적인 혁신이 요구되는 공급망 탄력성 증대의 경우, 상대적으로 높은 초기 투자비용과 노력이 필요한 작업이

지만 그만큼 큰 효과를 가져올 수 있음을 확인하였다.

본 연구는, 경제학 분야의 전통적 모형을 확장하여 공급망위험관리 분야에 적용하였다. 최근의 경쟁환경이 투영된 기업의 의사결정문제를 다루기 위해 공급망을 둘러싸고 있는 불확실성과 경쟁 상황을 모형에 반영했으며, 두 가지 대안 하에서 균형이 어떻게 도출되는지 살핍으로써 경영상의 시사점을 제시하고자 노력했다. 그러나 본 연구는 모형을 단순화하기 위한 가정을 바탕으로 해를 도출했기 때문에 몇 가지 한계점을 지니고 있다. 우선, 수요의 균일분포를 가정하고 있는데 실제의 수요는 정규분포 등 다른 형태의 분포를 가질 수 있다. 또한, 시장 전체의 크기를 1로 제약했기 때문에 수요가 증가하는 경우를 살피기 어렵다. 향후 연구에서는 언급된 가정을 완화시킴으로써, 공급망위험관리에 대한 보다 일반적인 설명을 도출할 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

1. Abdulmalek, F. A., and Rajgopal, J. 2007. "Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: a process sector case study," *International Journal of production economics*, 107(1), 223-236.
2. Chopra, S., and Sodhi, M. S. 2004. "Supply-chain breakdown," *MIT Sloan management review*.
3. Cox, A. 1999. "Power, value and supply chain management," *Supply Chain Management: An International Journal*, 4(4), 167-175.
4. Craighead, C. W., Blackhurst, J., Rungtusanatham, M. J., and Handfield, R. B. 2007. "The severity of supply chain disruptions: design characteristics and mitigation capabilities," *Decision Sciences*, 38(1), 131-156.
5. Hendricks, K., and Singhal, V. 2003. "The effect of supply chain glitches on shareholder wealth," *Journal of Operations Management*, 21, 501 - 522.
6. Hendricks, K. B., and Singhal, V. R. 2005. "An Empirical Analysis of the Effect of Supply Chain Disruptions on Long Run Stock Price Performance and Equity Risk of the Firm," *Production and Operations Management*, 14(1), 35-52.
7. Hotelling, H. 1929. "Stability in competition," *Economic Journal* 39, 41-57.
8. Huson, M., and Nanda, D. 1995. "The impact of just-in-time manufacturing on firm performance in the US," *Journal of Operations Management*, 12(3), 297-

310.

9. Lambert, D.M., and Cooper, M.C. 2000. "Issues in Supply Chain Management," *Industrial Marketing Management*, 29(1), 65-83.
10. Li, S., Rao, S. S., Ragu-Nathan, T. S., and Ragu-Nathan, B. 2005. "Development and validation of a measurement instrument for studying supply chain management practices," *Journal of Operations Management*, 23(6), 618-641.
11. Manuj, I., and Mentzer, J. T. 2008. "Global supply chain risk management," *Journal of Business Logistics*, 29(1), 133-155.
12. Martha, J., and Subbakrishna, S. 2002. Targeting a just-in case supply chain for the inevitable next disaster," *Supply Chain Management Review*, 6(5), 18-23: ILL.
13. Schoenherr, T., Power, D., Narasimhan, R., and Samson, D. 2012. "Competitive capabilities among manufacturing plants in developing, emerging, and industrialized countries: a comparative analysis," *Decision Sciences*, 43(1), 37-72.
14. Shah, R., Goldstein, S. M., Unger, B. T., and Henry, T. D. 2008. "Explaining anomalous high performance in a health care supply chain," *Decision Sciences*, 39(4), 759-789.
15. Sheffi, Y. 2005. "The resilient enterprise: overcoming vulnerability for competitive advantage," *MIT Press Books*, 1.
16. Skipper, J. B., and Hanna, J. B. 2009. "Minimizing supply chain disruption risk through enhanced flexibility," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 39(5), 404-427.
17. Spear, S., and Bowen, H. K. 1999. "Decoding the DNA of the Toyota production system," *Harvard Business Review*, 77, 96-108.
18. Stevens, G. C. 1989. "Integrating the supply chain," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 19(8), 3-8.
19. Tang, C. S. 2006. "Robust strategies for mitigating supply chain disruptions," *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 9(1), 33-45.
20. Tomlin, B. 2006. "On the value of mitigation and contingency strategies for managing supply chain disruption risks," *Management Science*, 52(5), 639-657.

21. Topham, J. 2011. "Toyota's march domestic production plunges 62.7% y/y," *Reuters*, (April 25): Tokyo
22. Trkman, P., Štemberger, M. I., Jaklic, J., and Groznik, A. 2007. "Process approach to supply chain integration," *Supply Chain Management: An International Journal*, 12(2), 116-128

## 〈부록〉 Proposition 1에 대한 증명

식 (2)를 도출한 것과 같은 방법으로 위험대비형 기업이 초과재고를 보유하지 않았을 때의 균형기대수익을 구하면 다음과 같다.

$$\pi_{B^+}^* = \frac{t(1-\theta)}{4}. \quad (A1)$$

식 (7)와 (A1)을 비교하면  $c < c^{++}$ 를 만족할 때  $\pi_B^* > \pi_{B^+}^*$ 이므로 위험대비형 기업은 초과재고를 보유할 유인을 갖게 되어 두 기업은 식 (7)의 기대수익을 창출하는 지점에서 균형을 이룬다. 그러나  $c > c^{++}$ 인 경우에는,  $\pi_B^* < \pi_{B^+}^*$ 이므로 초과재고를 보유하지 않는 것이  $(c=0, p_B^* = \frac{t}{2})$  위험대비형 기업의 최적선택이 된다. 따라서 비용절감형 기업의 최적대응은  $p_A^* = \frac{t}{2}$  이 되고 두 기업의 균형기대수익은 식 (A1)가 된다.

한편, 식 (7)에서 위험대비형 기업이 초과재고를 보유할 때 두 기업의 기대수익을 비교하면,  $c < c^+$ 를 만족하는 경우  $\pi_B^* > \pi_A^*$ 이다.

$$\text{단, } c^+ = \frac{t\theta}{2(1-\theta)}, \quad c^{++} = \frac{2t\theta}{(1-\theta)}.$$