

공급사슬 파트너십 하에서 공급자-구매자 이익공유와 가격결정 정책에 대한 계량 모형*

† 조 건** · 소순후***

A Quantitative Model for Supplier-Buyer's Profit Sharing and Pricing Policies Based on Supply Chain Partnerships*

Geon Cho** · Soon-hoo So***

■ Abstract ■

Supply chain management (SCM) has been regarded as one of the most critical issues in the current business environment. Moreover, supply chain partnerships between suppliers and buyers in SCM have had a significant impact on supply chain performance.

In this paper, we conduct a quantitative analysis for supplier-buyer's profit sharing and pricing policies based on supply chain partnerships. For this purpose, we assume that a two echelon supply chain with a single supplier and a single buyer is given and the buyer faces deterministic demand which is not only a function of buyer's selling price, but also strictly decreasing, concave, and twice differentiable function.

Then we will prove the following. Firstly, without supply chain partnerships, there exist supplier and buyer's selling prices per unit such that their total profits are maximized, under the assumption that buyer's order quantity is exactly equal to the demand buyer faced. Secondly, buyer's selling price per unit which maximizes supply chain's total profit with supply chain partnerships is lower than buyer's selling price per unit which maximizes buyer's total profit without supply chain partnerships. Thirdly, given supplier's selling price per unit, buyer's total profit without supply chain partnerships is greater than that with supply chain partnerships, whereas the opposite case happens for supplier's total profit. Finally, there exists supplier's selling price per unit which makes the maximum total profits for both supplier and buyer with supply chain partnerships greater than those obtained for any given supplier's selling price per unit without supply chain partnerships.

Keyword : Supply Chain Management, Supply Chain Partnership, Two Echelon Supply Chain, Profit Sharing, Pricing Policy

논문접수일 : 2005년 10월 22일 논문게재확정일 : 2006년 2월 1일

* 본 연구는 2004년도 전남대학교 경영대학원 학술장학재단의 지원을 받아 수행되었음.

** 전남대학교 경영학부 교수, 경영연구소 상임연구원

*** 전남대학교 콜센터산업정보연구소 전임연구원

† 교신저자

1. 서 론

최근 기업경영 패러다임이 개별 기업간 경쟁에서 공급사슬(supply chain)간 경쟁으로 빠르게 변화하고 있다. 이는 치열하게 전개되는 글로벌 경쟁에서 대다수의 기업들이 자기기업의 경쟁력만으로는 성장에 한계가 있음을 실감하고 공급사슬을 구성하고 있는 기업들간에 긴밀한 협력을 통하여 윈-윈 전략(win-win strategy)을 서로 공유하지 않으면 이러한 경쟁환경에서 생존할 수 없음을 절실히 깨닫고 있기 때문이다. 이에 따라 공급사슬을 구성하고 있는 기업들간에 상호 협력을 통하여 공급사슬 구성원 모두의 총비용을 최소화하고, 총이익을 최대화하며, 또한 고객에 대한 서비스 품질을 최대화하고자 하는 공급사슬관리(supply chain management : SCM)의 개념이 매우 중요한 이슈로 부각되고 있다. 실제로 포춘지 100대 기업들도 차세대 경영혁신의 핵심을 SCM으로 보고 많은 투자를 하고 있으며 [12], 국내에서도 1999년부터 산업자원부의 SCM 활성화 정책을 통해 국내 기업의 SCM 도입을 적극적으로 지원하고 있다.

특히 SCM의 확산과 함께 공급사슬을 구성하고 있는 공급자와 구매자 관계에서 매우 중요한 변화가 발생되고 있다. 과거에는 공급자와 구매자가 각각 독립적으로 이익을 추구하는 부분 최적화(local optimization)의 성향이 있었던 반면 최근에는 양 당사자가 공급사슬의 전체 최적화(global optimization)를 위해 보다 협력적인 관계를 추구하는 공급사슬 파트너십(supply chain partnership) 관계로 급속히 변화하고 있다. 따라서 그 동안 많은 학자들은 공급사슬 파트너십을 공급자와 구매자의 경쟁우위 달성을 위해 지속적으로 유지되어야 하는 공급사슬관리의 핵심요소로 인식하고 이에 관한 다양한 연구들을 활발히 수행해 왔다. Kumar[11]는 공급사슬 파트너십 형성이 어려운 이유 중의 하나로 공급사슬 구성원 각각의 목적이 상이하다는 점을 지적하였으며, Clark et al.[3]은 EDI를 활용한 기술혁신과 VMI(Vendor Managed Inventory)의 도입을 통

한 프로세스 혁신의 결합으로써 CRP(Continuous Replenishment Planning)가 주는 혜택을 분석하면서 신뢰에 기초한 공급사슬 파트너십의 형성이 없는 정보의 공유가 없게 되어 결국 CRP의 도입이 어려움을 강조하였다. Groves et al.[6]은 제조기업을 중심으로 하나의 수요자와 공급자간의 관계 유형을 파트너십 관계, 준-적대적(semi-adversarial) 관계, 그리고 적대적(adversarial) 관계로 분류하고, 공급사슬을 구성하는 기업간의 관계에서 우호적인 관계를 나타내는 파트너십 관계가 보다 우수한 성과를 나타내고 있음을 보였다. Corbett et al.[4]은 두 가지의 사례연구를 통해 공급사슬 파트너십을 향상시키는 요인으로 자유로운 정보의 교환과 의사결정의 조정을 꼽았으며, Lee et al.[10]은 공급사슬 파트너십을 통해 발생하는 이익의 분배 문제로 적절한 인센티브 시스템의 중요성을 언급하였다. 또한 Handfield et al.[7]은 상이한 목적으로 인해 공급사슬 파트너간 발생하는 갈등을 처리하기 위해서는 중립적인 제3자의 역할이 중요하다고 주장하였으며, Lambert et al.[9]은 기업이 독립적으로 활동하여 달성할 수 있는 성과보다 공급사슬 파트너십을 형성한 기업이 더욱 큰 경영성과를 달성할 수 있다고 하였다.

그러나 공급사슬 파트너십과 관련된 기존의 연구들은 공급사슬 파트너십 구축 및 지속적인 유지의 중요성, 필요성 및 방법 등에 관한 정성적(qualitative)이고 실증적(empirical)인 연구들이 대부분일 뿐 정작 현실적으로 매우 중요한 공급사슬 구성 기업들이 공급사슬 파트너십을 바탕으로 공급사슬의 전체 최적화를 위해 어떻게 최적 주문량이나 최적 판매가격 등을 결정할 것인지에 대한 정량적(quantitative)인 연구는 아직 매우 미흡한 실정이다. 다만 Banerjee[1]는 단일 주문을 가정하고 공급자-구매자간의 협력을 촉진하기 위한 공급자-구매자간 공동 주문량 모형(joint order quantity model)을 개발하였고, Golhar et al.[5]은 구매자의 주문량 크기가 줄어들면 공급자와 구매자의 총비용은 감소한다는 사실을 입증하였으며, Weng[14]은 불확실한 환

경 하에서 제품수명주기가 짧고 가격에 민감한 상품을 취급하는 단일 제조업체와 단일 유통업체간의 조정정책과 기대수익의 관계를 분석하였으며 공동의 목적을 극대화하기 위해서는 공급사슬 파트너십이 전략적으로 중요한 요인임을 제시하였다. 특히 공급자-구매자로 구성된 2단계 공급사슬(two level supply chain) 모형에서 공급사슬 파트너십과 구매자의 최적 주문량(optimal order quantity)에 관한 정량적인 연구로는 Cachon[2], Kelle et al.[8], Weng [15] 등이 알려져 있으며 공급사슬 파트너십과 공급자-구매자의 판매가격 결정(pricing decision)에 관한 연구는 거의 전무한 실정이며 Van der Veen et al.[13]이 대표적인 것으로 판단된다.

Cachon[2]은 구매자의 판매가격을 구매자의 주문량의 함수로 가정하고 공급사슬 파트너십을 유지하지 않는 경우와 파트너십을 유지하는 경우에 대해 구매자의 최적 주문량을 결정하는 모형을 제시하였으며 Kelle et al.[8]은 JIT환경 하에서 공급자 우위(supplier's dominance)와 구매자 우위(buyer's dominance)의 두 가지 상황에 대해 각자의 최적주문정책(optimal ordering policy)을 이용하여 최적 주문량과 주문횟수를 계산해 보고 또한 공동 최적정책(joint optimal policy)하에서 계산한 최적 주문량 및 주문횟수와 비교해 봄으로써 다양한 상황에 대한 양자간의 합리적인 협상 방안을 제시하였다. Weng [15]은 수요가 확률적인 것으로 가정하고 생산자와 구매자의 평균 이익을 최대화하는 구매자의 주문량을 결정하는 모형을 제시하였으며, Van der Veen et al.[13]은 구매자의 수요함수를 구매자의 단위당 판매가격의 선형함수(linear function)로 가정하고 공급자와 구매자의 단위당 판매가격을 결정하는 모형을 제시하였다.

본 연구에서는 특히 Cachon[2]과 Van der Veen et al.[13]의 연구결과를 바탕으로 이들이 사용한 가정들을 좀 더 일반화시켜 공급사슬 파트너십 하에서 공급자-구매자 이익공유와 가격결정에 관한 이론들을 일반화시키는 연구를 포괄적으로 수행하고자 한다. 예컨대, Cachon[2]은 공급자와 구매자

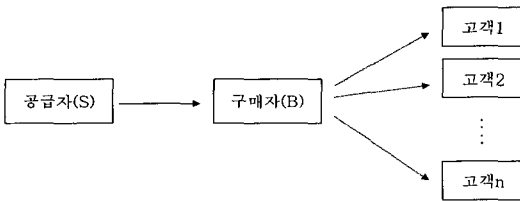
의 단위당 판매가격을 구체적으로 결정하는 모형에 대한 연구는 수행하지 않았으며, 또한 Van der Veen et al.[13]은 수요함수를 구매자의 단위당 판매가격의 선형함수로 가정하였는데 이는 연구모형이 너무 제한적인 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 단일 공급자와 단일 구매자로 구성된 2단계 공급사슬 모형에서 구매자의 수요가 구매자의 단위당 판매가격의 함수로써 확정적(deterministic)이며 순감소함수(strictly decreasing function), 오목함수(concave function), 2차미분가능함수(twice differentiable function)라고 가정하여 공급사슬 파트너십을 유지하지 않는 경우와 공급사슬 파트너십을 유지하는 경우에 대해 공급자와 구매자의 총 이익을 최대로 하는 단위당 판매가격이 존재함을 증명하고 또한 이들의 관계를 비교·분석해 봄으로써 궁극적으로 공급사슬 파트너십을 유지하는 것이 공급사슬의 전체 최적화를 달성할 수 있을 뿐만 아니라 공급자와 구매자 모두가 윈-윈할 수 있는 전략(win-win strategy)임을 명확히 입증해 보고자 한다. 이 때 수요함수를 순감소함수, 오목함수, 2차미분가능함수로 가정한 것은 본 연구에서 다루고자 하는 모형이 공급자와 구매자의 총이익 최대화 모형이며 또한 총이익은 수요함수의 형태에 의존하기 때문에 공급자와 구매자의 총이익을 최대로 하는 단위당 판매가격을 결정할 수 있도록 하기 위함이다.

본 연구는 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 본 연구에 필요한 기본가정들 및 기본모형을 소개하고, 3장에서는 공급사슬 파트너십을 유지하지 않는 경우에 대해 공급자와 구매자의 총 이익을 최대로 하는 각각의 단위당 판매가격이 존재함을 증명한다. 4장에서는 공급사슬 파트너십을 유지하는 경우에 대해 공급사슬의 총 이익을 최대로 하는 공급자와 구매자의 단위당 판매가격이 존재함을 증명한 후 공급사슬 파트너십을 유지하지 않는 경우보다 공급자와 구매자의 총이익을 더 증가시키는 공급자와 구매자의 단위당 판매가격을 결정할 수 있음을 증명한다. 마지막 5장은 결론으로 한다.

2. 기본가정 및 모형

본 연구에서는 [그림 1]과 같이 단일 공급자와 단일 구매자로 구성된 2단계 공급사슬에서 구매자가 고객들(고객1, 고객2, ..., 고객n)로부터 발생된 총수요량을 공급자에게 전량 주문하면 공급자는 이를 즉시 구매자에게 공급함으로써 고객이 원하는 시간 내에 고객의 수요가 충족되어지는 것으로 가정한다. 또한 편의상 다음을 추가로 가정한다.

- (1) 구매자에 의한 주문은 단일 주문이다.
- (2) 구매자의 단위당 판매가격은 구매자의 단위당 구매가격보다 크다.
- (3) 구매자의 수요는 구매자의 단위당 판매가격의 함수로써 확정적이며, 순감소함수, 오목함수, 2차미분가능함수이다.



[그림 1] 2단계 공급사슬 모형

- (4) 구매자의 주문량은 구매자의 수요량과 일치한다.
- (5) 본 연구에서 고려되어지는 비용은 공급자의 단위당 생산비용과 단위당 수송비용으로 한정하며 이 두 비용의 합은 공급자의 단위당 판매가격(즉, 구매자의 구매가격)보다 작다.

이제 본 연구에서 다루고자 하는 문제에 대한 계량모형을 제시하기 위해 다음과 같은 기호들을 정의한다.

- (1) p_s : 공급자의 단위당 판매가격(구매자의 단위당 구매가격)
- (2) p_b : 구매자의 단위당 판매가격
- (3) c_s : 공급자의 단위당 생산비용

- (4) c_t : 공급자의 단위당 수송비용
- (5) $D(p_b)$: 구매자의 수요량(구매자의 주문량)
- (6) TP_s : 공급자의 총 이익
- (7) TP_b : 구매자의 총 이익
- (8) TP : 공급사슬의 총 이익(즉, $TP = TP_s + TP_b$)

위에서 제시된 가정에 의해 $c_p + c_t < p_s < p_b$ 가 성립하며 구매자의 총 이익은 '(구매자의 단위당 판매가격 - 공급자의 단위당 판매가격) × 구매자의 수요량'으로 정의됨으로 TP_b 는 다음과 같이 구매자의 단위당 판매가격 p_b 와 구매가격 p_s 의 함수로 표현할 수 있다.

$$TP_b = TP_b(p_b, p_s) = (p_b - p_s) \times D(p_b)$$

이와 유사하게 공급자의 총 이익 TP_s 도 구매자의 단위당 판매가격 p_b 와 구매가격 p_s 의 함수로 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$TP_s = TP_s(p_b, p_s) = (p_s - c_p - c_t) \times D(p_b)$$

결과적으로 공급사슬의 총 이익 TP 는 다음과 같이 표현되며 이는 구매자의 단위당 판매가격 p_b 만의 함수임을 알 수 있다.

$$TP = TP(p_b) = TP_s + TP_b = (p_b - c_p - c_t) D(p_b)$$

구매자는 고객에게 $p_b (\geq 0)$ 의 가격으로 $D(p_b) (\geq 0)$ 수량만큼 판매하며 또한 일반적으로 $D(\hat{p}_b) = 0$ 이 되는 구매자의 단위당 최대 판매가격 \hat{p}_b 이 존재한다. 따라서 가정에 의해 $D(p_b)$ 는 구간 $[0, \hat{p}_b]$ 에서 순감소함수, 오목함수, 2차미분가능함수이므로 임의의 $p_b \in [0, \hat{p}_b]$ 에 대하여 $D'(p_b) < 0$, $D''(p_b) < 0$ 이 성립한다.

3. 공급사슬 파트너십을 유지하지 않는 경우에 대한 계량모형

본 장에서는 공급사슬 파트너십을 유지하지 않는 경우에 대해 공급자와 구매자 각각의 이익을 최대한으로 하는 공급자와 구매자의 단위당 판매가격이 존

재함을 증명하고자 한다. 이를 위해 먼저 주어진 공급자의 단위당 판매가격에 대하여 구매자의 총 이익은 구매자의 단위당 판매가격에 관한 오목함수임을 증명하고자 한다.

[보조정리 1] 주어진 p_s 에 대하여 TP_b 는 구간 $[p_s, \hat{p}_b]$ 에서 p_b 에 관한 오목함수이다.

<증명> 주어진 p_s 에 대하여 TP_b 를 p_b 에 관해 미분하면

$$TP_b'(p_b, p_s) = D(p_b) + (p_b - p_s) \cdot D'(p_b)$$

이고 이를 다시 p_b 에 관해 미분하면

$$TP_b''(p_b, p_s) = 2D'(p_b) + (p_b - p_s) \cdot D''(p_b)$$

이다. 그런데 가정에 의해 $D'(p_b) < 0$, $p_b - p_s > 0$, $D''(p_b) \leq 0$ 이므로 $TP_b''(p_b, p_s) < 0$ 이 성립한다. 따라서 주어진 p_s 에 대하여 TP_b 는 구간 $[p_s, \hat{p}_b]$ 에서 p_b 에 관한 오목함수이다. \square

이제 [보조정리 1]을 이용하여 주어진 공급자의 단위당 판매가격에 대하여 구매자의 총 이익을 최대로 하는 구매자의 단위당 판매가격이 존재함을 증명하고자 한다.

[보조정리 2] 주어진 p_s 에 대하여 TP_b 를 최대로 하는 구매자의 단위당 판매가격 $p_b^* \in [p_s, \hat{p}_b]$ 가 존재한다.

<증명> [보조정리 1]에 의해 임의의 $p_b \in [p_s, \hat{p}_b]$ 에 대하여 $TP_b''(p_b, p_s) < 0$ 이 성립한다. 또한 $TP_b'(p_s, p_s) = D(p_s) > 0$ 이고 $D(\hat{p}_b) = 0$, $\hat{p}_b - p_s > 0$, $D'(\hat{p}_b) < 0$ 이므로 $TP_b'(\hat{p}_b, p_s) = D(\hat{p}_b) + (\hat{p}_b - p_s) \cdot D'(\hat{p}_b) < 0$ 이다. 따라서 $TP_b'(p_b^*, p_s) = 0$ 을 만족하는 $p_b^* \in [p_s, \hat{p}_b]$ 가 존재한다. \square

이제 주어진 구매자의 주문량 $q = D(p_b^*)$ 에 대하여 TP_s 를 최대로 하는 공급자의 단위당 판매가격이

존재함을 증명하고자 한다. 사실 [보조정리 2]에서 p_b^* 는 주어진 p_s 값에 따라 결정되므로 p_b^* 는 p_s 의 함수(즉, $p_b^* = p_b^*(p_s)$)이며 $p_b^*(\hat{p}_s) = \hat{p}_b$ 이 되는 $\hat{p}_s \in [c_p + c_s, \hat{p}_b]$ 가 존재한다. 예컨대, 구매자의 수요함수가 $D(p_b) = \alpha - \beta \cdot p_b^2$, $\alpha, \beta > 0$, 이라고 하면 p_b^* 는 p_s 의 함수인 $p_b^*(p_s) = \frac{\beta p_s + \sqrt{\beta^2 p_s^2 + 3\alpha\beta}}{3\beta}$ 임을 쉽게 알 수 있다. 또한 본 연구에서는 공급자의 총이익을 최대로 하는 공급자의 단위당 판매가격을 결정할 수 있도록 하기 위해서 편의상 $p_b^*(p_s)$ 가 증가함수, 볼록함수(convex function), 2차미분가능함수(즉, $p_b^{*'}(p_s) > 0$, $p_b^{*''}(p_s) \geq 0$)라고 추가로 가정하고 주어진 구매자의 구매량에 대하여 공급자의 총 이익이 공급자의 단위당 판매가격에 관한 오목함수임을 증명하고자 한다. 실제로 위의 예제의 경우

$$p_b^{*'}(p_s) = \frac{1}{3} \left(1 + \frac{\beta p_s}{\sqrt{\beta^2 p_s^2 + 3\alpha\beta}} \right) > 0,$$

$$p_b^{*''}(p_s) = \frac{\alpha\beta^2}{(\beta^2 p_s^2 + 3\alpha\beta) \sqrt{\beta^2 p_s^2 + 3\alpha\beta}} \geq 0$$

을 만족하므로 $p_b^*(p_s)$ 는 증가함수이면서 동시에 볼록함수임을 알 수 있다.

[보조정리 3] 주어진 $q = D(p_b^*)$ 에 대하여 TP_s 는 구간 $[c_p + c_s, p_s^*]$ 에서 p_s 에 관한 오목함수이다.

<증명> 주어진 $q = D(p_b^*)$ 에 대하여 $TP_s(p_b^*, p_s)$ 는 p_s 의 함수이며 이를 p_s 에 관해 미분하면 다음과 같다.

$$TP_s'(p_b^*, p_s) = D(p_b^*) + (p_s - c_p - c_s) \cdot D'(p_b^*) \cdot p_b^{*'}(p_s)$$

이를 다시 p_s 에 관해 미분하면

$$\begin{aligned} TP_s''(p_b^*, p_s) &= D'(p_b^*) \cdot p_b^{*'}(p_s) + D(p_b^*) \cdot p_b^{*''}(p_s) \\ &\quad + (p_s - c_p - c_s) \cdot D''(p_b^*) \cdot \{p_b^{*'}(p_s)\}^2 \\ &\quad + (p_s - c_p - c_s) \cdot D'(p_b^*) \cdot p_b^{*''}(p_s) \end{aligned}$$

이며, 가정에 의해 $D'(p_b^*) < 0$, $p_b^{*'}(p_s) > 0$, $D''(p_b^*) \leq 0$, $p_b^{*''}(p_s) \geq 0$ 이므로 $TP_s''(p_b^*, p_s) < 0$ 이 성립함을

쉽게 알 수 있다. 따라서 주어진 $q = D(p_b^*)$ 에 대하여 TP_s 는 구간 $[c_p + c_q, \hat{p}_s]$ 에서 p_s 에 관한 오목함수이다. □

이제 [보조정리 3]을 이용하여 주어진 구매자의 구매량에 대하여 공급자의 총 이익을 최대로 하는 공급자의 단위당 판매가격이 존재함을 증명하고자 한다.

[보조정리 4] 주어진 $q = D(p_b^*)$ 에 대하여 TP_s 를 최대로 하는 공급자의 단위당 판매가격 $p_s^* \in [c_p + c_q, \hat{p}_s]$ 가 존재한다.

<증명> [보조정리 3]에 의해 주어진 $q = D(p_b^*)$ 에 대하여 TP_s 는 구간 $[c_p + c_q, \hat{p}_s]$ 에서 p_s 에 관한 오목함수이며 $TP_s'(p_b^*, c_p + c_q) = D(p_b^*) > 0$ 이고 $TP_s'(p_b^*, \hat{p}_s) = D(\hat{p}_s) + (\hat{p}_s - c_p - c_q) \cdot D'(p_b^*) \cdot p_s'(\hat{p}_s) < 0$ 이 성립한다. 따라서 $TP_s'(p_b^*, p_s^*) = 0$ 을 만족하는 $p_s^* \in [c_p + c_q, \hat{p}_s]$ 가 존재한다. □

결과적으로 [보조정리 2]와 [보조정리 4]에 의해 공급사슬 파트너십을 유지하지 않는 경우 공급사슬의 최대 총 이익은

$$TP = TP(p_b^*(p_s^*)) = (p_b^*(p_s^*) - c_p - c_q) \cdot D(p_b^*(p_s^*))$$

임을 알 수 있다.

4. 공급사슬 파트너십을 유지하는 경우에 대한 계량모형

본 장에서는 공급사슬 파트너십을 유지하는 경우 공급사슬의 최대 총이익을 구해 보고자 한다. 3장에 제시된 보조정리 증명방법을 활용하면 TP 는 구간 $[c_p + c_q, \hat{p}_s]$ 에서 p_b 에 관한 오목함수이며 또한 공급사슬 파트너십을 유지하는 경우에 TP 를 최대로 하는 구매자의 단위당 판매가격 $p_b^{**} \in [c_p + c_q, \hat{p}_s]$ 가 존

재함을 쉽게 증명할 수 있다. 따라서 공급사슬 파트너십을 유지하는 경우 공급사슬의 최대 총 이익은

$$TP = TP(p_b^{**}) = (p_b^{**} - c_p - c_q) \cdot D(p_b^{**})$$

이며 다음과 같은 정리가 성립한다.

[정리 1] 만약 $p_s > c_p + c_q$ 이면 $p_b^{**} < p_b^*$ 이다.

<증명> $p_s > c_p + c_q$ 이고 $D'(p_b^{**}) < 0$ 이므로

$$\begin{aligned} TP_b'(p_b^{**}, p_s) &= (p_b^{**} - p_s) \cdot D'(p_b^{**}) + D(p_b^{**}) \\ &> (p_b^{**} - c_p - c_q) \cdot D'(p_b^{**}) + D(p_b^{**}) \quad (1) \end{aligned}$$

가 성립한다. 또한 p_b^{**} 의 정의에 의해

$$TP(p_b^{**}) = (p_b^{**} - c_p - c_q) \cdot D'(p_b^{**}) + D(p_b^{**}) = 0$$

이고 p_b^* 의 정의에 의해 $TP_b'(p_b^*, p_s) = 0$ 이므로 식 (1)에 의해 $TP_b'(p_b^{**}, p_s) > TP_b'(p_b^*, p_s)$ 가 성립한다. 그런데 $TP_b'' < 0$ 이므로 TP_b' 은 p_b 에 관한 순감소함수이다. 따라서 $p_b^{**} < p_b^*$ 가 성립한다. □

[따름정리 1] 만약 $p_s = c_p + c_q$ 이면 $p_b^{**} = p_b^*$ 가 성립한다.

<증명> 만약 $p_s = c_p + c_q$ 이면 $TP_b'(p_b^{**}, p_s) = TP_b'(p_b^*, p_s)$ 이다. 그런데 TP_b' 은 p_b 에 관한 순감소함수이므로 단사함수(injective function)이다. 따라서 $p_b^{**} = p_b^*$ 가 성립한다. □

[정리 1]로부터 공급사슬 파트너십을 유지하는 경우에 대한 공급사슬의 총이익을 최대로 하는 구매자의 단위당 판매가격은 공급사슬 파트너십을 유지하지 않는 경우에 대한 공급사슬의 총이익을 최대로 하는 구매자의 단위당 판매가격보다 더 낮음을 알 수 있다. 또한 $D(p_b)$ 는 순감소함수이므로 $D(p_b^{**}) > D(p_b^*)$ 가 성립하고, 이는 공급사슬 파트너십을 유지하는 경우에 대한 구매자의 주문량이

공급사슬 파트너십을 유지하지 않는 경우에 대한 구매자의 주문량보다 더 큼을 의미한다. 아울러 p_b^{**} 의 정의에 의해 $TP(p_b^{**}) > TP(p_b^*(p_s^*))$ 가 성립하며 이는 공급사슬 파트너십을 유지하는 경우가 유지하지 않는 경우보다 공급사슬의 최대 총이익이 더 증가함을 의미한다. 그러나 다음 정리에서도 알 수 있듯이 동일한 공급자의 단위당 판매가격에 대하여 구매자의 총 이익은 공급사슬 파트너십을 유지하는 경우보다 파트너십을 유지하지 않는 경우에 더 큰 반면 공급자의 총이익은 공급사슬 파트너십을 유지하는 경우가 파트너십을 유지하지 않는 경우보다 더 큼을 알 수 있다.

[정리 2] 주어진 p_s 에 대하여 $TP_b(p_b^{**}, p_s) \leq TP_b(p_b^*(p_s), p_s)$ 이다.

<증명> 주어진 p_s 에 대하여 $p_b^*(p_s)$ 는 [보조정리 2]에 의해 TP_b 를 최대화 하는 구매자의 단위당 판매가격이다. 따라서 $TP_b(p_b^{**}, p_s) \leq TP_b(p_b^*(p_s), p_s)$ 가 성립한다. □

[정리 3] 주어진 p_s 에 대하여 $TP_s(p_b^{**}, p_s) \geq TP_s(p_b^*(p_s), p_s)$ 이다.

<증명> 주어진 p_s 에 대하여 $D(p_b^{**}) > D(p_b^*(p_s))$ 이므로

$$\begin{aligned} TP_s(p_b^{**}, p_s) &= (p_s - c_p - c_i) \cdot D(p_b^{**}) \\ &\geq (p_s - c_p - c_i) \cdot D(p_b^*(p_s)) = TP_s(p_b^*(p_s), p_s) \end{aligned}$$

가 성립한다. □

위 [정리 2]와 [정리 3]에서 보았듯이 공급사슬 파트너십을 유지하지 않는 경우에 사용된 공급자의 단위당 판매가격 p_s 를 공급사슬 파트너십을 유지하는 경우에도 동일하게 사용하면 공급자의 총이익은 증가하는 반면 구매자의 총이익은 감소하므로 공급사슬 파트너십 유지를 위해 필수적인 구매자의 협

력을 기대할 수 없음을 알 수 있다. 그러나 주어진 공급자의 단위당 판매가격에 대하여 공급사슬 파트너십을 유지하지 않는 경우에 얻을 수 있는 구매자 및 공급자의 최대 총이익보다 공급사슬 파트너십을 유지하는 경우에 얻을 수 있는 구매자 및 공급자의 최대 총이익을 각각 더 크게 하는(즉, 구매자 및 공급자에게 win-win을 보장하는) 공급자의 단위당 판매가격이 존재함을 다음과 같이 증명할 수 있다.

[보조정리 5] 주어진 p_s 에 대하여 만약 $TP_b(p_b^{**}, \tilde{p}_s) \geq TP_b(p_b^*(p_s), p_s)$ 가 성립하면 $\tilde{p}_s \leq p_s$ 이다.

<증명> 주어진 p_s 에 대하여 $TP_b(p_b^{**}, \tilde{p}_s) \geq TP_b(p_b^*(p_s), p_s)$ 가 성립함에도 불구하고 $\tilde{p}_s > p_s$ 라고 가정하자. TP_b 는 p_s 에 관한 감소함수이므로 $TP_b(p_b^{**}, p_s) > TP_b(p_b^{**}, \tilde{p}_s)$ 가 성립하여 결과적으로 $TP_b(p_b^{**}, p_s) > TP_b(p_b^*(p_s), p_s)$ 가 성립하는데 이는 [정리 2]에 모순이다. 따라서 주어진 p_s 에 대하여 만약 $TP_b(p_b^{**}, \tilde{p}_s) \geq TP_b(p_b^*(p_s), p_s)$ 가 성립하면 $\tilde{p}_s \leq p_s$ 이다. □

[정리 4] 주어진 p_s 에 대하여 $TP_b(p_b^{**}, \tilde{p}_s) \geq TP_b(p_b^*(p_s), p_s)$ 와 $TP_s(p_b^{**}, \tilde{p}_s) \geq TP_s(p_b^*(p_s), p_s)$ 를 만족하는 공급자의 단위당 판매가격 $\tilde{p}_s \in [c_p + c_i, p_s]$ 가 존재한다.

<증명> 주어진 p_s 에 대하여 $TP_b(p_b^{**}, \tilde{p}_s) \geq TP_b(p_b^*(p_s), p_s)$ 를 만족하기 위한 \tilde{p}_s 의 필요충분조건은

$$\tilde{p}_s \leq p_b^{**} - \frac{(p_b^*(p_s) - p_s) \cdot D(p_b^*(p_s))}{D(p_b^{**})} \equiv \tilde{p}_s^+$$

이며 $TP_s(p_b^{**}, \tilde{p}_s) \geq TP_s(p_b^*(p_s), p_s)$ 를 만족하기 위한 \tilde{p}_s 의 필요충분조건은

$$\tilde{p}_s \geq c_p + c_i + \frac{(p_s - c_p - c_i) \cdot D(p_b^*(p_s))}{D(p_b^{**})} \equiv \tilde{p}_s^-$$

임을 알 수 있다. 그런데 p_b^{**} 의 정의에 의해

$$\begin{aligned} & \tilde{p}_s^+ - \tilde{p}_s^- \\ &= \frac{(p_b^{**} - c_p - c_t) \cdot D(p_b^{**}) - (p_b^*(p_s) - c_p - c_t) \cdot D(p_b^*(p_s))}{D(p_b^{**})} \\ &= \frac{TP(p_b^{**}) - TP(p_b^*(p_s))}{D(p_b^{**})} \geq 0 \quad (\text{즉 } \tilde{p}_s^- \leq \tilde{p}_s^+) \end{aligned}$$

이 성립하고 $p_b^*(p_s)$ 의 정의에 의해

$$\begin{aligned} & p_s - \tilde{p}_s^+ \\ &= \frac{(p_b^*(p_s) - p_s) \cdot D(p_b^*(p_s)) - (p_b^{**} - p_s) \cdot D(p_b^{**})}{D(p_b^{**})} \\ &= \frac{TP_b(p_b^*(p_s), p_s) - TP_b(p_b^{**}, p_s)}{D(p_b^{**})} \geq 0 \quad (\text{즉 } \tilde{p}_s^+ \leq p_s) \end{aligned}$$

이 성립하며 또한 $c_p + c_t \leq \tilde{p}_s^-$ 가 성립함을 쉽게 알 수 있다. 따라서 주어진 p_s 에 대하여 $TP_b(p_b^{**}, p_s) \geq TP_b(p_b^*(p_s), p_s)$ 와 $TP_b(p_b^{**}, \tilde{p}_s) \geq TP_b(p_b^*(p_s), p_s)$ 를 만족하는 $\tilde{p}_s \in [\tilde{p}_s^-, \tilde{p}_s^+] \subset [c_p + c_t, p_s]$ 가 존재한다. □

요약컨대, 위 [정리 4]에서 보았듯이 공급사슬 파트너십을 유지하지 않는 경우에 사용된 공급자의 단위당 판매가격 p_s 보다 더 낮은 공급자의 단위당 판매가격 \tilde{p}_s 를 공급사슬 파트너십을 유지하는 경우에 사용하면 구매자 및 공급자에게 win-win을 보장할 수 있음을 알 수 있다. 즉 공급사슬 파트너십을 유지하는 경우에 공급자의 단위당 판매가격 \tilde{p}_s 가 p_s 보다 낮아지면 공급자는 단위당 판매이익은 감소하지만 더 많은 구매자의 주문량을 유인할 수 있으므로 구매자에게 더 많은 양을 판매함으로써 최소한 공급사슬 파트너십을 유지하지 않는 경우의 공급자 총이익보다 더 큰 총이익이 보장될 수 있을 뿐 만 아니라 동시에 구매자의 경우에도 공급사슬 파트너십을 유지하지 않는 경우의 구매자 총이익보다 더 큰 총이익이 보장될 수 있음을 알 수 있다. 이 때 구체적인 \tilde{p}_s 의 결정방법으로는 공급자와 구매자간의 공급사슬 파트너십 유형에 따라 다양한 시나리오가 있을 수 있다. 예컨대, 공급사슬 파트너십을 유지함으로써 발생하는 공급사슬의 추가 총이

익분에 대한 공급자와 구매자의 이익배분원칙 등과 같은 공급자와 구매자간의 전략적인 파트너십 협정 조건에 따라 \tilde{p}_s 의 값은 다르게 결정된다. 다만 [정리 4]의 증명에서도 제시되었듯이 \tilde{p}_s 는 $\tilde{p}_s^- \leq \tilde{p}_s \leq \tilde{p}_s^+$ 를 만족해야 한다. 예컨대, $\tilde{p}_s = \frac{\tilde{p}_s^+ + \tilde{p}_s^-}{2}$ 는 특정한 공급사슬 파트너십 하에서 공급자 및 구매자에게 win-win을 보장해 주는 공급자의 단위당 판매가격으로 사용될 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 단일 공급자와 단일 구매자로 구성된 2단계 공급사슬 모형에서 구매자의 수요가 구매자의 단위당 판매가격의 함수로써 확정적이며 순감소함수, 오목함수, 2차미분가능함수라고 가정하고 다음과 같은 정량적인 연구를 수행하였다.

첫째로, 구매자의 주문량은 구매자의 수요량과 일치한다고 가정하여 공급사슬 파트너십을 유지하지 않는 경우에 대해 공급자와 구매자 각각의 이익을 최대화 하는 공급자와 구매자의 단위당 판매가격이 존재함을 증명하였다.

둘째로, 공급사슬 파트너십을 유지하는 경우에 공급사슬 총이익을 최대화 하는 구매자의 단위당 판매가격이 파트너십을 유지하지 않는 경우에 구매자의 총이익을 최대화 하는 구매자의 단위당 판매가격보다 더 낮음을 증명하였다.

셋째로, 주어진 공급자의 단위당 판매가격에 대하여 구매자의 총 이익은 공급사슬 파트너십을 유지하는 경우보다 유지하지 않는 경우에 더 큰 반면 공급자의 총이익은 공급사슬 파트너십을 유지하는 경우가 유지하지 않는 경우보다 더 큼을 증명하였다.

마지막으로 주어진 공급자의 단위당 판매가격에 대하여 공급사슬 파트너십을 유지하지 않는 경우에 얻을 수 있는 구매자 및 공급자의 최대 총이익보다 공급사슬 파트너십을 유지하는 경우에 얻을 수 있는 구매자 및 공급자의 최대 총이익을 각각 더 크게 하는 공급자의 단위당 판매가격이 존재함을 증

명하였다.

결론적으로 최근처럼 기업경영 패러다임이 개별 기업간 경쟁에서 공급사슬간 경쟁으로 빠르게 변화하고 있는 치열한 경영환경 하에서 공급사슬 경쟁력을 확보하기 위해서는 무엇보다도 먼저 공급자와 구매자가 각각 독립적으로 이익을 추구했던 과거의 부분 최적화 패러다임을 지양하고 이제는 양 당사자가 상호 신뢰를 바탕으로 공급사슬 파트너십을 긴밀하게 유지함으로써 공급자와 구매자 모두가 윈-윈할 수 있게 하는 전체 최적화 패러다임을 추구하는 것이 바람직하다는 사실을 정량적인 모형을 활용하여 증명해 보았다.

본 연구에서 도출된 연구결과들은 이론적인 측면에서는 향후 공급사슬 파트너십과 관련된 다양한 형태의 확장된 모형(예컨대, 하나의 구매자가 아닌 다수의 구매자가 있는 경우로 가정된 모형, 수량할인(quantity discount)을 고려한 모형, 또는 공급자-생산자-구매자로 확장된 3단계 공급사슬 모형과 관련된 다양한 정량적인 연구 모형 등)에 대한 정량적인 연구를 수행하는데 핵심적인 기초연구결과가 될 것으로 기대되며, 또한 실제적인 측면에서는 국내의 공급사슬관리를 도입한 각 기업에서 본 연구결과를 적절히 활용함으로써 공급사슬 파트너십의 중요성을 인식함은 물론 공급사슬 파트너십의 지속적인 유지를 통한 공급자와 구매자의 경쟁력 제고에 일익을 담당할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] Banerjee, A., "A Joint Economic-lot-size Model for Purchaser and Vendor," *Decision Science*, Vol.17(1986), pp.292-311.
- [2] Cachon, G.P., "Competitive Supply Chain Inventory Management," Quantitative Models for Supply Chain Management, edited by Sridhar Tayur et al., Kluwer Academic Publishers, (1999), pp.111-146.
- [3] Clarck, T.H. and J.H. Hammond, "Reengineering Channel Reordering Processes to Improve Total Supply-Chain Performance," *Production and Operations Management*, Vol.6, No.3(1997), pp.248-265.
- [4] Corbett, C.J., J.D. Blackburn and L.N. Van Wassenhove, "Case Study : Partnerships to Improve Supply Chains," *Sloan Management Review*, Summer(1999), pp.71-82.
- [5] Golhar, D.Y. and B.R. Sarkar, "Economic Manufacturing Quantity in a Just-In-Time Delivery System," *International Journal of Production Research*, Vol.30, No.5(1992), pp.961-972.
- [6] Groves, G. and V. Valsamakis, "Supplier-Customer Relationships and Company Performance," *The International Journal of Logistics Management*, Vol.9, No.2(1998), pp.51-64.
- [7] Handfield, R. and E.L. Nichols, Introduction to Supply Chain Management, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ., 1999.
- [8] Kelle, P., F. Al-Khatteb, and P.A. Miller, "Partnership and Negotiation Support by Joint Optimal Ordering/Setup Policies for JIT," *Production Economics*, Vol.81-82 (2003), pp.431-441.
- [9] Lambert, D.M., M.A. Emmelhainz, and J.T. Gardner, "Building Successful Logistics Partnership," *Journal of Business Logistics*, Vol.20, No.1(1999), pp.165-181.
- [10] Lee, H.L. and S. Whang, "Decentralized Multi-Echelon Supply Chains : Incentives and Information," *Management Science*, Vol.45, No.5(1999), pp.633-640.
- [11] Kumar, N., "The Power of Trust in Manufacturer-Retailer Relationships," *Harvard Business Review*, November-December(1996), pp.92-106.

-
- [12] Ross, D.F., *Competing Through Supply Chain Management : Creating Market-Winning Strategies Trough Supply Chain Partnerships*, Chapman & Hall, New York, 1998.
- [13] Van der Veen, J. and V. Venugopal, "Win-Win Situations in Supply Chain Partnerships : A Tutorial," Nyenrode University Press, 2000.
- [14] Weng, Z.K., "The Power of Coordinated Decisions for Short-Life-Cycle Products in a Manufacturing and Distribution Supply Chain," *IIE Transactions*, Vol.31(1999), pp. 1037-1049.
- [15] Weng, Z.K., "Coordinating Order Quantities Between the Manufacturer and the Buyer : A Generalized Newsvendor Model," *European Journal of Operational Research*, (2003), pp.1-14.