

Buyer-Supplier간 품질보증계약 유형에 따른 투자 행태에 관한 연구

차정현

서울대학교 경영대학 박사과정
(yrisem1@snu.ac.kr)

김수옥

서울대학교 경영대학 부교수
(kimsoc2@snu.ac.kr)

.....

본 연구에서는 모듈화된 생산 환경 하에서 공급사슬관리에 있어 실제로 기업들이 가장 민감하게 고려하는 전략적 요소인 구매자와 공급자 간의 계약관계 및 투자 정도를 수리적 해법을 통해 살펴봄으로써 실무적 시사점을 제안하고자 하였다. 최근 모듈화와 아웃소싱이 생산프로세스의 중요한 특성이라는 점에 착안하여 완제품에 불량률이 발생할 경우 그 책임소재가 부품을 제공한 공급자에 있는지 이들 부품을 조립한 구매자에 있는지 가려낼 수 있음을 가정하였다. 공급자와 구매자가 부품에 대한 거래 계약을 맺을 때, 공급자가 납품한 부품에 의해 품질 문제가 발생할 경우 이를 변상하는 계약을 내부실 패와 외부실패 중 한 가지에 대해서만 보증하는 계약을 맺을 수도 있으며, 이를 동시에 변상하는 계약을 맺을 수도 있다. 이때 계약 형태에 따라 공급자와 구매자가 각각 생산프로세스와 검사 및 조립프로세스에 대한 투자 정도를 어떻게 달리 하는지 알아보았다.

본 연구를 통해 공급자와 구매자는 각 계약형태에 따라 투자에 관한 인센티브가 달라지는 것을 확인할 수 있으며, 나아가 전략적인 거래 관계의 설정을 위해서는 가격 및 보상과 같은 관계적 요소뿐만 아니라, 투자와 같은 공급사슬 구성원의 내 부적인 요소도 고려해야 함을 알 수 있다.

주제어: 게임이론, 품질비용, 보증계약

.....

1. 서론

복잡한 경영 환경 하에서 공급사슬관리는 기업이 경쟁우위를 확보하기 위한 중요한 화두가 되고 있다. 그러나 기업에서 공급사슬관리에 대한 필요성을 느끼고 있음에도 불구하고, 실제로 공급사슬관리를 시행하는데 있어서는 관리 대상 및 범위의 선정, 현실적 접근법의 부재, 공급사슬 내 구성원 간 갈등 관계, 가시적 성과의 부족으로 인해 어려움을 겪고 있다. 이러한 현실에서 공급사슬관리에 대한

학문적 연구의 방향은 기업이 당면한 현실적 어려움을 해소하고, 공급사슬관리에 대한 용이한 접근법을 제안하는 쪽이 바람직하다. 그러나 지금까지의 공급사슬관리에 대한 학술적 연구는 주로 개념적이고 거시적인 관점에서 이루어져 왔다(Steven, 1989; Fisher, 1997; Beamon, 1999; Hau Lee, 2002; Min and Zhou, 2002). 이들 연구에서는 공급사슬관리의 효용성에 대하여 제시하고 그 당위성에 대해서는 역설하고 있지만, 실제로 기업이 어떠한 과정을 거쳐서 공급사슬을 관리해야 할지에 관한 구체적인 방법론 및 접근법에 대한 제시는 부족한 상황

이다(강경완 외, 2004).

따라서 본 연구는 공급사슬관리를 위한 구체적인 접근법을 모색해 보는데 중점을 두고 있다. 본 연구에서는 아웃소싱 및 모듈화 생산이 최근의 생산 프로세스를 규정하는 중요한 특징이라는 점에 주목하고, 이러한 특징이 공급사슬관리에 미치는 영향에 대해 알아보려고 한다. 특히 아웃소싱과 모듈화 생산으로 인해 제품의 구조가 변화하고, 제품 구조의 변화가 공급사슬의 구조에 영향을 준다는 점에 중점을 두고 연구를 전개해 나간다. 기업들이 공급사슬을 구성할 때, 제품의 구조에 따라 관리와 전략 수립의 대상 및 범위가 결정되는 것이 보통이기 때문에 제품 구조가 공급사슬의 구조에 미치는 영향을 살펴봄으로써 기업들이 실제로 공급사슬관리를 시행하는데 있어서 어떻게 접근해야 할 지 시사점을 얻을 수 있을 것이다.

본 연구는 이하 다음과 같이 구성되어 있다. 제 2장은 공급사슬관리 요소 및 구성원 간 계약 관계에 관한 과거의 연구를 살펴본다. 제 3장에서는 연구의 전제가 되는 사항에 대해 규정하고 이러한 전제에 따라 수리모형을 수립하여 모형의 결과를 분석한다. 마지막으로 4장에서는 본 연구를 요약하고, 본 연구의 부족한 부분 및 향후 연구 방향에 대해 제시하도록 한다.

II. 문헌연구

Baldwin and Clark(1997)은 모듈화 생산이 활발하게 이루어지고 있는 컴퓨터 산업에 대한 고찰을 통해 향후 정보화시대에 경쟁력 확보를 위해서 모듈화 생산이 더욱 확산될 것으로 예측하였다. 이들

은 모듈화 시대의 경영자는 경쟁 환경을 주시하여 다른 모듈 공급자와 전략적 제휴를 맺을 수 있는 기회를 포착해야 하며, 이전에 기업 차원에서 중요하지 않던 기술적 요소들이 향후에는 전략적 관점에서 매우 중요할 수 있다는 사실을 주시해야 한다고 주장하고 있다.

현재 우리나라 정부에서도 국가적 차원에서 모듈화를 장려하고 있으며, 이는 향후 제조업뿐만 아니라 서비스업에 있어서도 산업구조 자체의 변화를 가져올 것으로 예상되고 있다. 특히 모듈화에 의해 아웃소싱은 더욱 활발하게 추진될 것이며, 이는 곧 모듈화에 따라 공급사슬관리에 변화가 필요함을 의미한다고 할 수 있다. 특히 공급사슬이 복잡해질수록 공급사슬 참여자 간의 인센티브 계약과 관련된 문제는 중요하다.

Hau Lee and Seungjin Whang(1999)은 구매조달, 생산, 판매 활동이 하나의 기업 안에서 이루어지지 않고, 여러 기업에 의해 이루어지는 분권화된 공급사슬에서 인센티브 문제에 대해 다루고 있다. 이 연구에서는 분권화된 공급사슬의 성과측정 요소로 원가구조의 정확한 파악(cost conservation property), 인센티브 일치(incentive compatibility), 정보 공유(information decentralization)를 설정하고 있다. 그리고 다단계로 이루어진 일반적인 공급사슬 모형에 대해 설명하고, 이를 두 단계로 이루어진 공급사슬로 축소하여 최적의 인센티브를 구성하기 위한 모형을 설정하고 있다. 공급자와 구매자로 이루어진 공급사슬에서 양자는 거래 가격, 위탁 판매, 충족되지 않은 수요에 대한 불이익, 재고 부족에 관한 비용 배상 등의 계약을 맺을 수 있다. 이 연구에서는 수리모형의 수립 및 풀이를 통해서 적절하게 구성된 계약관계 하에서는 공급자와 구매자 모두 공급사슬의 성과를 최대화하는 방향으로 움직이는 인센

티브를 갖게 되며, 원가도 발생한 원인에 따라 왜곡 없이 배부될 수 있다는 결과를 제시하고 있다.

Narayanan and Raman(2000)은 공급사슬 내의 인센티브 문제를 두 가지로 나누고, 이러한 문제를 해결하기 위한 해법을 제시하고 있다. 공급사슬 내의 인센티브 문제는 우선 인센티브의 설계가 잘못 되었을 때 발생하는데, 이러한 경우에는 공급사슬 내의 개별 의사결정 주체가 전체 공급사슬의 이익 증대가 아닌 개별적 이익 극대화를 위해 행동하게 된다. 또한 공급사슬에는 도덕적 해이, 역선택의 문제, 정보 비대칭과 같이 인센티브 설계를 복잡하게 하는 요소가 존재하여 공급사슬관리를 어렵게 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 우선 공급사슬 구성원들 사이에 목표 불일치가 존재함을 인식하고, 이러한 목표 불일치의 원인을 탐색하여 해소하도록 한다. 목표 불일치를 해결하기 위한 해법은 다음과 같이 크게 네 가지로 나누어 볼 수 있다.

첫째, 계약 기반의(contract-based) 해법으로 개별 의사결정 주체의 개별적이고 숨겨진 행동으로 인한 결과 중 가시적인 항목에 대해 구성원 간 계약을 맺음으로써 구성원의 이기적인 행동을 방지할 수 있다. 둘째는 정보 기반의(information-based) 해법이다. 정보기술이 발전하면서 기존에 관찰할 수 없던 요소에 대한 관리가 가능해졌다. 따라서 공급사슬 구성원 간 정보의 비대칭 문제를 해결할 수 있다. 셋째, 신뢰 기반(trust-based)의 해법으로 이 해법은 중재자(intermediaries)를 활용하여 개별 구성원들이 공급사슬 전체의 이익을 위하여 행동하도록 감시하고 보장하는 방법이다. 또한 개별 기업의 핵심 책임자간 관계를 돈독히 함으로써 구성원 간 관계를 원활히 할 수도 있다. 넷째는 구조 기반의(structure-based) 해법으로써 수직적 통합을 통해 갈등관계에 있던 공급사슬 구성원을 하나로 묶

거나, 비 금전적 보상(문화의 공유, 충성도 향상)을 통해서 구성원 간 관계를 더 밀접하게 연결할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 모듈화된 생산 환경 하에서 공급사슬관리에 있어서 실제로 기업들이 가장 민감하게 고려하는 전략적 요소인 구매자와 공급자 간의 계약관계 및 투자 정도를 수리적 해법을 통해 살펴봄으로써 시사점을 제안하고자 한다.

III. 수리모형의 수립 및 결과분석

3.1 연구의 전제

본 연구에서는 공급사슬에서 공급자는 모듈화된 부품을 생산하여 구매자에게 납품하고, 구매자는 이 부품을 다른 부품과 조립하여 완제품을 생산한다고 가정한다. 모듈화된 완제품에서는 공급자가 납품하는 부품을 분리할 수 있기 때문에, 완제품에서 불량 발생했을 때, 그 불량의 원인이 공급자에게 있는지 구매자에게 있는지 명확히 구분할 수 있어 품질 문제가 발생할 경우 그에 관련된 비용에 대한 보증(warranty) 계약을 설정할 수 있다고 가정한다.

Bensaou(1999)는 구매자와 공급자가 거래할 때, 특정한 거래관계 이외의 다른 관계에 대해서는 아무런 효용을 갖지 못하는 단지 양자의 거래만을 위한 인적, 물리적 자산 등에 대한 투자를 한다는 자산 특유성(asset specificity)에 관한 개념을 확립하였다. 본 연구에서도 이러한 자산 특유성의 개념을 도입하여 특히, 공급자 측면에서는 생산프로세스, 그리고 구매자 측면에서는 검사프로세스와 조립프

로세스에 대한 투자만을 한다고 가정하였다.¹⁾ 공급자와 구매자가 각자의 프로세스에 투자를 많이 할수록 불량률이 낮아져 양품을 생산할 가능성이 높아지게 된다.

공급자와 구매자의 거래에 있어서 제품 불량률이 발생할 수 있는 상황은 다음과 같은 경우로 나누어 볼 수 있다. 첫째, 납품된 부품이 양품일 때, 구매자의 능력에 따라 부품을 조립하여 완제품을 생산하거나 혹은 구매자의 조립프로세스에서 불량률의 완제품을 생산할 가능성이 존재한다. 이러한 상황에서는 공급자의 귀책이 없다. 둘째, 납품된 부품이 불량이고 이를 구매자의 검사과정에서 발견하면, 구매자가 불량부품을 양품으로 수정하여 구매자의 능력에 따라 부품을 조립하여 완제품을 생산하거나 혹은 구매자의 조립프로세스에서 불량률의 완제품을 생산할 가능성이 존재한다. 이러한 경우에 공급자는 계약 여부에 따라 발견된 불량부품을 양품으로 수정하는데 소요되는 내부실패 비용에 대한 보증을 하게 된다. 마지막으로 납품된 부품이 불량인데 이를 구매자가 검사과정에서 발견하지 못할 경우 구매자의 능력과 상관없이 항상 불량률의 완제품이 생산된다. 부품 불량으로 인해 생산된 불량률의 완제품이 고객에게 전달된 후 문제가 발생한 외부실패의 경우 공급자는 계약여부에 따라 고객과 관련된 외부실패 비용에 대한 보증을 하게 된다.

3.1.1 기호 정의

우선 본 연구를 위한 수리모형을 설정하기 전에 우선 몇 가지 기호를 정의할 필요가 있다. 공급자

가 양품의 부품을 생산할 확률 즉, 공급자 생산프로세스 능력을 P_s 라 하고, 공급자가 P_s 라는 생산능력을 갖추기 위한 투자 금액은 $C(P_s)$ 라 한다. 일반적인 품질 이론에서 생산프로세스 능력 대비 투자비용의 관계는 볼록함수(convex function)의 형태를 보인다고 알려져 있으므로 본 연구에서도 $C(P_s)$ 를 볼록함수라 가정한다.²⁾

구매자는 검사프로세스와 조립프로세스의 두가지 프로세스에 투자를 하게 된다. 공급자가 납품한 부품이 불량일 때, 이를 구매자의 검사과정에서 불량이라고 판별할 확률 즉, 구매자 검사프로세스의 변별력을 P_c 라 하고, 구매자가 P_c 라는 변별력을 얻기 위한 투자 금액은 $C(P_c)$ 라 한다. 구매자의 생산프로세스에서 이미 언급한 바와 같이 $C(P_c)$ 역시 $C(P_s)$ 와 마찬가지로 볼록함수의 형태를 가진다. 구매자는 납품 받은 부품을 조립하여 완제품을 생산하는데, 이 조립프로세스에서 양품의 완제품을 생산할 확률 즉 조립능력은 P_B 라 한다, 구매자가 P_B 라는 조립능력을 갖기 위해서 투자하는 비용은 $C(P_B)$ 라 한다. $C(P_B)$ 도 볼록함수의 형태를 보인다고 가정한다.

공급자와 구매자가 계약을 맺을 때 부품의 가격, 품질 비용에 대한 보증을 미리 결정한다. 공급자가 구매자에게 제안하는 가격을 Price라고 정의하고, 구매자는 제시된 가격인 Price와 자신이 부품으로부터 얻게되는 효용인 U 를 비교하여 가격이 합당하다고 판단하면 계약을 맺는다. 즉, 효용 U 는 공급자가 구매자에게 부품을 판매하는 가격 산정의 기준이 된다.

보증계약의 형태에 따라 공급자는 자신의 귀책으

1) 이태희(2005) p. 23-24

2) Kashi, R. B. and Suresh R.(2005), p. 1268-1269

로 인한 품질비용에 대하여 구매자에게 보증을 해주기도 하는데 내부실패에 대한 보증을 W_I (Warranty, Internal), 외부실패에 대한 보증을 W_E (Warranty, External)라고 정의한다. 또한 구매자 입장에서의 내부실패 비용을 C_I (Internal failure Cost), 외부실패 비용을 C_E (External failure Cost)라고 정의한다. Cace and Ittner(1992)에 의하면 일반적으로 $C_I < C_E$ 의 관계가 성립한다.

3.1.2 의사결정의 체계

본 연구의 의사결정체계는 우선 공급자는 구매자가 부품으로부터 느끼게 되는 효용과 품질비용을 비교하여 가격을 결정한 후 기대잉여를 최대화하는 관점에서 생산프로세스의 투자수준 즉, 능력을 결정한다. 구매자가 공급자가 제시한 가격이 합리적이라고 받아들여지게 되면 거래는 성사된다. 이때 구매자는 공급자의 생산능력에 대한 정보 없이 완제품과 관련된 기대 비용을 최소화하는 관점에서 검사, 조립프로세스의 능력 및 투자 수준을 결정하게 된다. 이와 같은 2단계로 이루어진 순차 게임(sequential game)에서는 하위 단계 의사결정에서 상위 단계의 의사결정으로 거슬러 올라가면서 균형을 도출하게 된다. 본 연구에서도 이와 같은 규칙을 따라 임의의 P_S 에 대하여 구매자가 자신의 비용을 최소화하는 최적의 P_C , P_B 를 결정하고, 여기서 구해진 P_C , P_B 를 바탕으로 하여 공급자가 Price와 P_S 를 결정한다.

본 연구에서는 우선 보증계약을 맺지 않는 기본모형을 구하고 이때의 공급자, 구매자가 자신의 프로세스에 투자하는 수준을 알아본다. 그리고 내부실패에 대한 보증계약을 맺을 경우, 외부실패에 대한 보증계약을 맺을 경우, 그리고 내·외부실패에

대한 보증계약을 동시에 맺을 경우를 나누어 각각에 있어서 공급자와 구매자의 투자 수준이 기본모형과 어떻게 다른지 비교해 보도록 하겠다.

3.2 기본 모형

기본모형은 공급자와 구매자가 거래 가격과 품질수준에 대하여 동의할만한 수준에서 균형을 이루고 있기 때문에 품질비용에 대한 보증계약이 없이 거래가 이루어지는 경우이다. 이러한 균형 상황에서 공급자는 자신의 기대잉여를 극대화하는 관점에서 생산능력을 결정하며, 구매자는 완제품과 관련된 모든 기대비용을 최소화하는 관점에서 검사능력과 조립능력을 결정한다.

이미 언급한 바와 같이 순차게임에서는 하위단계의 의사결정에서 상위단계의 의사결정으로 거슬러 올라가며 균형을 도출하게 되므로, 우선 구매자 입장에서 완제품에 관련된 총 기대비용을 최소화하는 목적함수식을 수립하게 된다.

$$\begin{aligned} \text{Min}_{P_C, P_B} & (1 - P_S)P_C(C_I + (1 - P_B)C_E) + (1 - P_S)(1 - P_C)C_E \\ & + P_S(1 - P_B)C_E + C(P_C) + C(P_B) + \text{Price} \end{aligned}$$

위 식의 첫째 항은 공급자가 납품한 부품이 불량일 때, 공급자의 검사 프로세스 상에서 불량임이 밝혀져서 발생한 내부실패 비용과 발견한 불량 부품을 수리하여 조립하였으나, 조립 프로세스 상에서 불량인 완제품이 생산되어 발생한 외부실패 비용을 의미한다. 둘째 항은 공급자가 불량 부품을 납품하였으나, 검사 프로세스가 이를 발견하지 못하여 발생하는 외부실패 비용이다. 셋째 항은 공급자가 양품의 부품을 공급하였으나, 구매자의 조립

프로세스 상에서 불량률의 완제품을 조립함으로써 발생한 외부실패 비용이고, 나머지 항들은 각각 검사 프로세스와 조립프로세스에 대한 투자비용, 그리고 구매자가 공급자에게 지불하는 부품 가격을 의미한다.

구매자의 기대비용을 최소화하기 위한 필요조건을 구하기 위해서, 위 식을 P_C, P_B 로 편미분한 값을 0이라 하면 다음과 같다.

$$\frac{dMin}{dP_C} = -(1-P_s)(P_B \cdot C_E - C_I) + C'(P_C) = 0$$

$$\frac{dMin}{dP_B} = -(1-P_s)P_C + P_s]C_E + C'(P_B) = 0$$

위의 편미분 식을 만족하는 P_C, P_B 를 P_C^*, P_B^* 라고 하면, 목적함수 식을 최소화하는 P_C^*, P_B^* 는 다음과 같이 투자비용의 함수를 편미분한 형태로 정리할 수 있다.³⁾

본 연구의 목적인 품질보증계약 유형에 따른 구매자와 공급자의 투자행태 비교를 위해서 기본모형과 품질 비용에 대한 보증계약이 이루어질 경우의 구매자의 투자에 대한 비교는 이 편미분한 투자비용의 형태로 이루어지게 된다.

$$C'(P_C^*) = (1-P_s)(P_B^* \cdot C_E - C_I)$$

$$C'(P_B^*) = [(1-P_s)P_C^* + P_s]C_E \quad \dots\dots\dots (1)$$

이때 공급자가 구매자에게 제시할 수 있는 부품 가격은 구매자가 납품받은 부품으로부터 얻는 효용에서 향후 발생할 수 있는 공급자 귀책의 기대비용

을 뺀 수준보다 낮아야 한다. 공급자가 효용에서 기대비용을 뺀 수준의 가격을 제시할 때, 공급자는 가장 높은 가격을 책정할 수 있고, 구매자는 그러한 제안을 거부할 이유가 없으므로 거래가 이루어질 것이다. 따라서 거래가 이루어지기 위한 가격은 구매자가 납품받은 부품으로부터 얻는 효용에서 공급자 귀책의 내·외부실패 비용을 빼는 형태로 다음과 같이 결정할 수 있다.

$$Price = U - (1-P_s)P_C^* \cdot C_I - (1-P_s)(1-P_C^*)C_E$$

이때 공급자의 잉여는 구매자로부터 받는 Price에서 부품을 납품하기 위해 발생하는 비용, 즉 생산프로세스에 대한 투자금액을 뺀으로서 결정된다. 따라서 공급자 입장에서의 목적함수는 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$Max_{P_s} Price - C(P_s)$$

위 목적함수식을 최대화하는 P_s 를 구하기 위해, 위 식을 P_s 로 미분하여 0이라 하면,

$$\frac{dMax}{dP_s} = P_C^* \cdot C_I + (1-P_C^*) \cdot C_E - C'(P_s) = 0$$

위의 미분한 식을 만족하는 P_s 를 P_s^* 라고 하면, 목적함수 식을 최대화하는 P_s^* 는 다음과 같이 투자비용의 함수를 미분한 형태로 정리할 수 있다.⁴⁾ 이후에 내·외부실패에 대한 보증계약을 맺을 경우의 공급자의 투자 수준은 이 편미분한 투자비용의 형

3) 구해진 P_C^*, P_B^* 가 목적함수 식을 최소화하려면, 목적함수의 2계 도함수를 이용하여 충분조건을 구해야 한다. 본 연구에서는 $C(P_C)$ 와 $C(P_B)$ 가 볼록함수로 가정하였으므로, $C'(P_C), C'(P_B)$ 는 각각의 변수에 대해 단조증가함수가 되고 $C''(P_C) > 0, C''(P_B) > 0$ 가 된다. 목적함수의 헤시안 행렬(Hessian matrix)을 구하면 양정치 행렬이므로, 목적함수 식이 P_C^*, P_B^* 에서 극소값을 가진다.

태로 이루어진다.

$$C'(P_s^*) = P_C^*(C_I - C_E) + C_E \dots\dots\dots (a)$$

3.3 내부실패에 대한 보증계약

공급자와 구매자가 거래를 할 때, 공급자가 납품한 불량률의 부품을 구매자의 검사 프로세스에서 판별함으로써 이를 양품의 부품으로 수리하는데 발생하는 구매자의 내부실패 비용에 대하여 일정 수준의 보증(W_I)을 해 주는 계약을 맺을 수 있다.

우선 구매자 입장에서 완제품과 관련된 총 기대비용을 최소화하는 목적함수식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Min}_{P_C, P_B} & (1-P_s)P_C(C_I - W_I + (1-P_B)C_E) + (1-P_s)(1-P_C)C_E \\ & + P_s(1-P_B)C_E + C(P_C) + C(P_B) + Price \end{aligned}$$

위 식은 기본모형에서 내부실패 비용(C_I)이 발생할 경우, 공급자가 W_I 만큼의 보증을 함으로써 구매자의 비용이 그만큼 줄어들음을 반영하였다. 위 기대비용 식을 최소화하기 위한 필요조건을 구하기 위해서, 위 식을 P_C, P_B 로 편미분한 값이 0이라 하면,

$$\frac{dMin}{dP_C} = -(1-P_s)(P_B \cdot C_E + W_I - C_I) + C'(P_C) = 0$$

$$\frac{dMin}{dP_B} = -[(1-P_s)P_C + P_s]C_E + C'(P_B) = 0$$

위의 편미분식을 만족하는 P_C, P_B 를 P_C^{**}, P_B^{**} 라

고 하면, 목적함수식을 최소화하는 P_C^{**}, P_B^{**} 는 다음과 같이 투자비용의 함수를 편미분한 형태로 정리할 수 있다.

$$\begin{aligned} C'(P_C^{**}) &= (1-P_s)(P_B^{**} \cdot C_E + W_I - C_I) \\ C'(P_B^{**}) &= [(1-P_s)P_C^{**} + P_s]C_E \dots\dots (2) \end{aligned}$$

위 식을 W_I 에 대하여 한번 더 미분하면 P_C^{**} 와 P_B^{**} 는 W_I 에 대한 단조증가함수임을 알 수 있다.⁵⁾ 식 (1)과 식 (2)를 비교해 볼 때, W_I 로 인해 $P_C^* < P_C^{**}, P_B^* < P_B^{**}$ 이므로, $C(P_C)$ 와 $C(P_B)$ 가 볼록함수라는 가정에 따라 $C(P_C^*) < C(P_C^{**}), C(P_B^*) < C(P_B^{**})$ 가 된다. 이는 내부실패에 대한 보증 계약을 맺을 경우 구매자는 검사프로세스와 조립프로세스에 기본모형보다 많은 투자를 하게 됨을 의미한다.

공급자가 구매자의 내부실패 비용에 대해 보증할 경우의 부품 납품 가격은 기본 모형과 유사한 방법으로 결정하게 된다. 즉 공급자가 구매자에게 제시할 수 있는 부품 가격은 구매자가 납품받은 부품으로부터 얻는 효용에서 향후 발생할 수 있는 공급자 귀책의 기대비용을 뺀 수준보다 낮아야 한다. 따라서 공급자가 구매자의 내부실패 비용에 대한 보증을 할 때 납품 가격은 기본모형에서 내부실패 비용에 대한 보증을 추가적으로 고려해서 결정할 수 있다.

$$Price = U - (1-P_s)P_C^{**}(C_I - W_I) - (1-P_s)(1-P_C^{**})C_E$$

공급자가 부품을 납품하고 위와 같은 가격을 받

4) $C(P_s)$ 를 볼록함수로 가정하였으므로, $C'(P_s)$ 는 P_s 에 대해 단조증가함수가 되고 $C''(P_s) > 0$ 가 된다. 따라서 목적함수 식을 P_s 로 두 번 미분하면, 최대값을 구하기 위한 충분조건을 도출할 수 있다.
5) Baiman, Fischer and Rajan(2001), p.185

으면, 공급자의 잉여는 기본모형과 같이 이 가격에서 생산프로세스에 대한 투자를 차감해야 한다. 그리고 추가적으로 공급자가 보증해야할 구매자의 내부실패 비용에 대한 기대값을 빼 주어야 한다. 이 때 공급업자의 목적함수는 다음 식과 같다.

$$Max_{P_s} Price - (1 - P_s)P_C^{**} \cdot W_I - C(P_s)$$

위 목적함수 식을 최대화하는 P_s 를 구하기 위해, 위 식을 P_s 로 미분하여 0이라 하면,

$$\frac{dMax}{dP_s} = P_C^{**} \cdot C_I + (1 - P_C^{**}) \cdot C_E - C'(P_s) = 0$$

위의 미분한 식을 만족하는 P_s 를 P_s^{**} 라고 하면, 목적함수 식을 최대화하는 P_s^{**} 는 다음과 같이 투자비용의 함수를 미분한 형태로 정리할 수 있다.⁶⁾

$$C'(P_s^{**}) = P_C^{**} (C_I - C_E) + C_E \dots\dots\dots (b)$$

앞에서 살펴본 바와 같이 $P_C^* < P_C^{**}$ 이고 $C_I < C_E$ 이므로, 식 (a)와 식 (b)를 비교해 볼 때 $C'(P_s^*) > C'(P_s^{**})$ 이고, $C(P_s)$ 가 볼록함수라는 가정에 따라 $C(P_s^*) > C(P_s^{**})$ 라고 할 수 있다. 즉, 내부실패에 대한 보증계약을 맺을 경우에 공급자는 기본모형에 비해서 생산프로세스에 적게 투자한다.

정리 1: 내부실패에 대한 보상계약을 맺을 경우, 기본모형에 비해서 구매자는 검사 및 조립프로세스에 많이 투자하고, 공급자는

생산프로세스에 적게 투자한다.

내부실패에 대한 보증계약을 맺게 되면, 구매자는 납품받은 부품의 결함을 검사프로세스에서 발견할 경우 보증을 받게 되므로 검사프로세스의 능력을 향상시키기 위하여 투자를 많이 하게 된다. 그리고 부품이 검사프로세스를 통과한 후에 발생하는 실패 비용에 대해서는 모두 구매자에게 책임이 있으므로 구매자는 조립프로세스에 대한 투자비용을 높여 조립프로세스의 능력을 향상시킴으로서 향후 발생할 수 있는 실패비용을 줄이고자 하게 된다. 공급자는 부품을 납품한 이후에 구매자의 검사프로세스만 통과하면 모든 책임이 사라진다. 따라서 공급자는 구매자의 검사프로세스만 통과할 수 있는 수준의 부품을 생산할 수 있는 능력만을 갖추고자 하게 되므로 생산프로세스에 대한 투자를 줄이게 되는 것이다.

3.4 외부실패에 대한 보증계약

공급자와 구매자가 거래를 할 때, 공급자가 납품한 불량품의 부품을 구매자의 검사 프로세스에서 판별하지 못하고 그대로 조립하여 불량품의 완제품을 생산해냈을 때 발생하게 되는 외부실패 비용에 대하여 일정 수준의 보증(W_E)을 해 주는 계약을 맺을 수 있다.

이 때 구매자 입장에서 완제품에 관련된 총 기대비용을 최소화하는 목적함수식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

6) 기본모형과 마찬가지로 $C'(P_s) > 0$ 이므로 목적함수 식을 P_s 로 두 번 미분하면 최대값을 구하기 위한 충분조건을 도출할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Min}_{P_C, P_B} & (1-P_s)P_C(C_I + (1-P_B)C_E) + (1-P_s)(1-P_C)(C_E - W_E) \\ & + P_s(1-P_B)C_E + C(P_C) + C(P_B) + \text{Price} \end{aligned}$$

위 식은 외부실패 비용(C_E)이 발생할 경우, 공급자가 W_E 만큼의 보증을 해줌으로써 구매자의 비용이 감소함을 나타내고 있다. 구매자의 기대비용식을 최소화하기 위한 필요조건을 구하기 위해서, 위 식을 P_C, P_B 로 편미분한 값을 0이라 하면,

$$\begin{aligned} \frac{d\text{Min}}{dP_C} & = -(1-P_s)(P_B \cdot C_E - W_E - C_I) + C'(P_C) = 0 \\ \frac{d\text{Min}}{dP_B} & = -[(1-P_s)P_C + P_s]C_E + C'(P_B) = 0 \end{aligned}$$

위의 편미분식을 만족하는 P_C, P_B 를 P_C^{***}, P_B^{***} 라 하고 하면, 목적함수식을 최소화하는 P_C^{***}, P_B^{***} 는 다음과 같이 투자비용의 함수를 편미분한 형태로 정리할 수 있다.

$$\begin{aligned} C'(P_C^{***}) & = (1-P_s)(P_B^{***} \cdot C_E - W_E - C_I) \\ C'(P_B^{***}) & = [(1-P_s)P_C^{***} + P_s]C_E \quad \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

내부실패에 대한 보증계약을 맺는 경우와 마찬가지로, 위 식에서 P_C^{***} 와 P_B^{***} 는 W_E 에 대한 함수로 나타낼 수 있으며, 이를 W_E 에 대하여 한 번 더 미분하면 P_C^{***} 와 P_B^{***} 는 W_E 에 대해 단조증가 한다.⁷⁾ 식 (1)과 식 (3)을 비교해 볼 때, W_E 로 인해 $P_C^* > P_C^{***}$, $P_B^* > P_B^{***}$ 이므로 $C(P_C^*) > C(P_C^{***})$, $C(P_B^*) > C(P_B^{***})$ 이다. 즉, 외부실패에 대한 보증계약을 맺을 경우 구매자는 검사프로세스와 조립프

로세스에 기본모형보다 투자를 적게 하게 된다.

공급자가 구매자의 외부실패 비용에 대해 일정 수준 보증해주는 계약을 맺을 경우의 납품 가격도 기본 모형과 같이 공급자가 구매자에게 제시할 수 있는 부품 가격은 구매자가 납품받은 부품으로부터 얻는 효용에서 향후 발생할 수 있는 공급자 귀책의 기대비용을 뺀 수준보다 낮아야 한다. 따라서 공급자가 구매자의 외부실패 비용에 대한 보증을 할 때 납품 가격은 기본모형에서 외부실패 비용에 대한 보증을 추가적으로 고려해서 결정할 수 있다.

$$\text{Price} = U - (1-P_s)P_C^{***} \cdot C_I - (1-P_s)(1-P_C^{***})(C_E - W_E)$$

공급자가 부품을 납품하고 위와 같은 가격을 받으면, 공급자의 잉여는 기본모형과 같이 이 가격에서 생산프로세스에 대한 투자를 차감해야 한다. 그리고 내부실패 비용에 대하여 보증하는 경우와 유사하게 추가적으로 공급자가 보증해야할 구매자의 외부실패 비용에 대한 기대값을 빼 주어야 한다. 이때 공급업자의 목적함수는 다음 식과 같다.

$$\text{Max}_{P_s} \text{Price} - (1-P_s)(1-P_C^{***}) \cdot W_E - C(P_s)$$

위 목적함수 식을 최대화하는 P_s 를 구하기 위해, 위 식을 P_s 로 미분하여 0이라 하면,

$$\frac{d\text{Max}}{dP_s} = P_C^{***} \cdot C_I + (1-P_C^{***}) \cdot C_E - C'(P_s) = 0$$

위의 미분한 식을 만족하는 P_s 를 P_s^{***} 라고 하면,

7) Baiman, Fischer and Rajan(2001), p.185

목적함수 식을 최대화하는 P_S^{***} 는 다음과 같이 투자비용의 함수를 미분한 형태로 정리할 수 있다.⁸⁾

$$C'(P_S^{***}) = P_C^{***}(C_I - C_E) + C_E \quad \dots\dots\dots (c)$$

$P_C^* > P_C^{***}$ 이고 $C_I < C_E$ 이므로, 식 (a)와 식 (c)를 비교해 볼 때 $C'(P_S^*) < C'(P_S^{***})$ 라고 할 수 있다. $C(P_S)$ 가 볼록함수라는 가정에 따라 $C(P_S^*) < C(P_S^{***})$ 이므로, 외부실패에 대한 보증계약을 맺을 경우에 공급자는 기본모형과 비교하여 생산프로세스에 많이 투자한다.

정리 2: 외부실패에 대한 보상계약을 맺을 경우, 기본모형에 비해서 구매자는 검사 및 조립프로세스에 적게 투자하고, 공급자는 생산프로세스에 많이 투자한다.

외부실패에 대한 보증계약을 맺을 경우에 구매자는 비록 검사프로세스에서 불량 부품을 판별해 내지 못한 경우에도, 불량외의 완제품이 부품의 결함으로 인한 것임이 발견되면 보증을 받을 수 있다. 따라서 구매자는 검사 프로세스에 많은 투자를 할 필요를 느끼지 못한다. 뿐만 아니라 검사 프로세스 판별력이 떨어진다면 조립 프로세스에 불량 부품이 투입될 확률이 높아지고 이는 결국 불량외의 완제품이 조립될 가능성이 높다는 의미가 되므로, 구매자는 기본모형에 비해 조립프로세스에 대한 투자 역시 낮추게 된다. 반면에 공급자는 외부실패 비용에 대하여 일정 수준 보증을 해주어야 하는데 이와 같은 경우에는 단순히 구매자의 검사프로세스를 통과할 수준을 넘어서서 양품의 완제품을 만들어 낼 수

있을만한 수준의 부품을 생산해 낼 수 있어야 한다. 또한 일반적으로 외부실패 비용은 내부실패 비용보다 높으므로 부품의 품질 수준을 향상시키고자 하는 생산프로세스의 능력을 향상시키려 할 것이므로 생산프로세스에 대하여 많은 투자를 하게 된다.

3.5 내 · 외부실패에 대한 보증계약

공급자와 구매자가 거래를 할 때, 공급자가 납품한 불량외의 부품을 구매자의 검사 프로세스에서 판별함으로써 이를 양품의 부품으로 수리하는데 발생하는 구매자의 내부실패 비용에 대하여 일정 수준의 보증(W_I)을 해줄 뿐만 아니라, 공급자가 납품한 불량외의 부품을 구매자의 검사 프로세스에서 판별하지 못하고 그대로 조립하여 불량외의 완제품을 생산해냈을 때 발생하게 되는 외부실패 비용에 대해서도 일정 수준의 보증(W_E)을 해 주는 계약을 동시에 맺을 수 있다.

이와 같은 경우 구매자 입장에서 완제품에 관련된 총 기대비용을 최소화하는 목적함수식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} & \text{Min}_{P_C, P_B} (1 - P_S)P_C(C_I - W_I + (1 - P_B)C_E) + (1 - P_S)(1 - P_C)(C_E - W_E) \\ & + P_S(1 - P_B)C_E + C(P_C) + C(P_B) + Price \end{aligned}$$

위 식은 구매자의 내부실패 비용(C_I)에 대하여 공급자가 W_I 의 보증을 하고, 외부실패 비용(C_E)에 대하여 W_E 의 보증을 할 경우 구매자의 기대비용이다. 위 기대비용식을 최소화하기 위한 필요조건을 구하기 위해서, 위 식을 P_C, P_B 로 편미분한 값을 0이라 하면,

8) 기본모형과 마찬가지로 $C''(P_S) > 0$ 이므로 목적함수 식을 P_S 로 두 번 미분하면 최대값을 구하기 위한 충분조건을 도출할 수 있다.

$$\frac{dMin}{dP_C} = -(1-P_s)(P_B \cdot C_E + W_I - W_E - C_I) + C'(P_C) = 0$$

$$\frac{dMin}{dP_B} = -(1-P_s)P_C + P_s]C_E + C'(P_B) = 0$$

위의 편미분 식을 만족하는 P_C , P_B 를 P_C^{****} , P_B^{****} 라고 하면, 목적함수식을 최소화하는 P_C^{****} , P_B^{****} 는 다음과 같이 투자비용의 함수를 편미분한 형태로 정리할 수 있다.

$$\begin{aligned} C'(P_C^{****}) &= (1-P_s)(P_B^{****} \cdot C_E + W_I - W_E - C_I) \\ C'(P_B^{****}) &= [(1-P_s)P_C^{****} + P_s]C_E \end{aligned} \quad (4)$$

내부, 외부 실패비용에 대한 보증계약을 맺는 경우와 마찬가지로 P_C^{****} 와 P_B^{****} 는 $(W_I - W_E)$ 에 대한 함수로 나타낼 수 있으므로, 이를 $(W_I - W_E)$ 에 대하여 한 번 더 미분하면 P_C^{****} 와 P_B^{****} 는 $(W_I - W_E)$ 에 대한 단조증가함수이다.⁹⁾ 식 (1)과 식 (4)를 비교해 보면, W_I 와 W_E 의 관계에 따라 P_C^* 와 P_C^{****} , P_B^* 와 P_B^{****} 의 관계가 설정됨을 알 수 있다. $W_I > W_E$ 일 때, $P_C^* < P_C^{****}$, $P_B^* < P_B^{****}$ 이고, $W_I < W_E$ 일 때, $P_C^* > P_C^{****}$, $P_B^* > P_B^{****}$ 이다. 한편, $W_I = W_E$ 일 때는 $P_C^* = P_C^{****}$, $P_B^* = P_B^{****}$ 이다. 즉, 내·외부실패 비용에 대하여 동시에 보증계약을 맺을 경우에는 구매자의 투자가 단순히 증가하거나 감소하는 것이 아니라, W_I 와 W_E 의 관계에 따라 구매자의 투자가 기본모형에 비해 많을 수도 있고, 적을 수도 있음을 의미한다. 특히 $W_I = W_E$ 일 때, 구매자는 검사프로세스와 조립프로세스에 기본모형과 동일한 수준

의 투자를 하게 된다.

공급자가 구매자의 내·외부실패 비용에 대하여 동시에 일정 수준 보증해 주는 계약을 맺을 경우의 납품 가격 역시 기본 모형과 같이 공급자가 구매자에게 제시할 수 있는 부품 가격은 구매자가 납품받은 부품으로부터 얻는 효용에서 향후 발생할 수 있는 공급자 귀책의 기대비용을 뺀 수준보다 낮아야 한다. 따라서 공급자가 구매자의 내·외부실패 비용에 대하여 동시에 보증을 할 때 납품 가격은 기본모형에서 내·외부실패 비용에 대한 보증을 추가적으로 고려해서 결정할 수 있다.

$$Price = U - (1-P_s)P_C^{****}(C_I - W_I) - (1-P_s)(1-P_C^{****})(C_E - W_E)$$

공급자가 부품을 납품하고 위와 같은 가격을 받으면, 공급자의 잉여는 기본모형과 같이 이 가격에서 생산프로세스에 대한 투자를 차감해야 한다. 그리고 내부실패 비용, 외부실패 비용에 대하여 각각 보증하는 경우와 유사하게 추가적으로 공급자가 보증해야할 구매자의 내·외부실패 비용에 대한 기대값을 빼 주어야 한다. 이때 공급업자의 목적함수는 다음 식과 같다.

$$Max_{P_s} Price - (1-P_s)P_C^{****} \cdot W_I - (1-P_s)(1-P_C^{****}) \cdot W_E - C(P_s)$$

위 목적함수 식을 최대화하는 P_s 를 구하기 위해, 위 식을 P_s 로 미분하여 0이라 하면,

9) Baiman, Fischer and Rajan(2001), p.185

10) 기본모형과 마찬가지로 $C''(P_s) > 0$ 이므로 목적함수 식을 P_s 로 두 번 미분하면, 최대값을 구하기 위한 충분조건을 도출할 수 있다.

$$\frac{dMax}{dP_S} = P_C^{****} \cdot C_I + (1 - P_C^{****}) \cdot C_E - C'(P_S) = 0$$

위의 미분한 식을 만족하는 P_S 를 P_S^{****} 라고 하면, 목적함수식을 최대화하는 P_S^{****} 는 다음과 같이 투자비용의 함수를 미분한 형태로 정리할 수 있다.¹⁰⁾

$$C'(P_S^{****}) = P_C^{****} (C_I - C_E) + C_E \quad (d)$$

W_I 와 W_E 의 관계에 따라 P_C^* 와 P_C^{****} 의 관계가 정해지고 $C_I < C_E$ 라고 가정하였다. 식 (a)와 식 (d)를 비교해 볼 때 만약 $W_I = W_E$ 라면, $C'(P_S^*) = C'(P_S^{****})$ 이고 $C(P_S^*) = C(P_S^{****})$ 라고 할 수 있다. 따라서 내·외부실패 비용에 대한 보증을 동일한 수준에서 결정하게 되면 공급자는 기본모형과 동일한 수준으로 생산프로세스에 투자를 하게 된다.

정리 3: 내·외부실패에 대한 보상계약을 맺을 경우, $W_I = W_E$ 인 경우 구매자, 공급자가 기본모형과 동일한 수준으로 투자를 하게 된다.

위에서 살펴본 바와 같이, 내부실패와 외부실패에 대하여 어느 한쪽에 대한 보증계약만 맺게 되면 공급자나 구매자는 각각의 투자 유인에 변화가 발생함으로써 일방이 다른 일방에 비해 투자를 많이 하거나 적게 하는 불균형 현상이 발생하였다. 하지만 구매자와 공급자가 내·외부실패 비용에 대하여 동시에 동일한 수준으로 보증을 한다는 계약을 맺을 경우 불균형이 해소될 수 있다. 일반적으로는 외부

실패 비용이 내부실패 비용보다 크기 때문에 보증 계약을 맺음에 있어서도 내부실패보다 외부실패에 대한 보증을 더 크게 맺는 것이 관례이다. 그러나 본 연구의 결과에서는 내부실패에 대한 보증과 외부실패에 대한 보증을 서로 다르게 할 경우에는 구매자와 공급자의 투자가 서로 불균형을 이루게 되는 현상이 나타났지만, 내부실패와 외부실패에 대한 보증을 동시에 그리고 같은 수준에서 결정할 경우에는 기본모형과 동일한 수준에서 구매자와 공급자의 투자 수준이 결정됨을 발견하였다. 이는 보증에 대한 일반적인 관례와 차이가 나는 점으로써 본 연구의 큰 발견이다.

본 연구에서 가정한 함수들을 바탕으로 내·외부실패 비용의 보증계약 유형에 따라 공급자와 구매자의 투자수준이 어떻게 변화하는지 <표 1>에서 수리적 예시를 통하여 살펴보았다. 수리적 예시를 위해 본 연구에서는 투자비용 함수에 대한 가정을 다음과 같이 도입하였다.¹¹⁾

$$C(P_C) = \frac{K_C}{2} P_C^2, \quad C(P_B) = \frac{K_B}{2} P_B^2, \quad C(P_S) = \frac{K_S}{2} P_S^2$$

투자비용 함수에 대하여 위의 형태를 도입함으로써 비용함수가 볼록함수(convex function)의 형태를 보인다는 가정을 충족시킬 수 있다.

제시된 수치 결과를 통하여 앞에서 논의된 수리모형과 동일한 결과를 확인할 수 있었다. <표 1>에서 볼 수 있듯이 계약의 유형에 따라 공급자가 품질비용에 대한 보증을 제공하지 않는 기본모형에 비해, 내부실패에 대해 공급자가 보증하는 계약을 설정하면 구매자는 자신의 프로세스에 많이 투자하

11) Baiman, Fischer and Rajan(2001), p.180

<표 1> 내·외부 실패의 보증계약에 따른 투자 수준의 변화

보증 범위	W_I	W_E	P_S	P_C	P_B	$C(P_S)$	$C(P_C)$	$C(P_B)$	
기본 모형	0	0	0.5	0.5	0.7	7.5	2.5	9.8	
W_I	5	0	0.25	0.875	0.875	1.875	7.6563	15.313	
W_E	0	10	0.753	0.262	0.541	17.01	0.6864	5.8536	
W_I W_E	$W_I > W_E$	5	3	0.33	0.738	0.778	3.267	5.4464	12.106
	$W_I < W_E$	5	10	0.65	0.371	0.621	12.675	1.3764	6.5208
	$W_I = W_E$	5	5	0.5	0.5	0.7	7.5	2.5	9.8

* $U=30, C_I=5, C_E=10, K_C=20, K_B=40, K_S=80$ 으로 가정

며, 공급자는 자신의 프로세스에 적게 투자하게 된다. 반면에 외부실패에 대한 보증계약을 맺을 경우에는 구매자가 자신의 프로세스에 적게 투자하고, 공급자가 많이 투자하게 된다. 내부실패와 외부실패를 동시에 보증해 주는 계약을 맺을 경우에는 내부실패 비용과 외부실패 비용의 크기에 따라 각각 구매자가 더 많이 투자하기도 하고, 공급자가 더 많이 투자하기도 한다. 그리고 내부실패에 대한 보증과 외부실패에 대한 보증을 동일하게 할 경우 기본모형과 동일한 투자 의사결정을 내리는 결과를 얻을 수 있었다. 앞서 언급한대로 이는 보증에 대한 일반적인 직관과 어긋나는 결과로서 내·외부 실패 비용의 조정을 통해 구매자와 공급자의 투자 인센티브를 조절할 수 있음을 의미한다고 할 수 있다.

IV. 결론

본 연구에서는 모듈화된 생산 환경 하에서 공급 사슬관리에 있어서 실제로 기업들이 가장 민감하게 고려하는 전략적 요소인 구매자와 공급자 간의 계

약관계 및 투자 정도를 수리적 해법을 통해 살펴봄으로써 시사점을 제안하고자 하였다. 모듈화된 생산환경 하에서 구매자와 공급자가 품질실패 비용에 대한 아무런 보증계약을 맺지 않는 기본모형에 비하여, 내부실패에 대한 보증계약만 맺을 경우에는 구매자는 검사프로세스와 조립프로세스에 대한 투자 수준을 높이게 되고, 공급자는 생산프로세스에 대한 투자를 줄이게 된다. 반면에 외부실패에 대해서만 보증계약을 맺을 경우에는 구매자는 검사프로세스와 조립프로세스에 대한 투자수준을 낮추고, 구매자는 생산프로세스에 대한 투자를 늘리는 결과를 보여주었다. 한편, 내부실패와 외부실패를 동시에 보증해 주는 계약을 맺을 경우 내부실패에 대한 보증비용과 외부실패에 대한 보증비용의 수준에 따라 구매자와 공급자의 투자 수준이 서로 높아지기도 하고 낮아지기도 하는 양상을 보여주었으며, 특히 내부실패에 대한 보증과 외부실패에 대한 보증을 동일하게 하는 경우에는 기본모형과 동일한 투자 의사결정을 내리는 결과를 얻을 수 있었다. 이는 내부실패와 외부실패에 대한 보증을 동일한 수준으로 결정할 경우에 도덕적 해이를 방지하여 공급자와 구매자의 투자 인센티브를 동시에 부여하기 위한 수단이 될 수 있음을 나타낸다.

본 연구를 통해 모듈화된 생산환경 하의 공급사슬 내에서 구매자와 공급자의 거래 계약을 맺을 때 내·외부품질 실패 비용에 보증계약 수준이 구매자와 공급자의 프로세스에 대한 투자 수준 결정에 영향을 미침을 알 수 있었다. 또한 보증계약을 합리적으로 맺게 되면 구매자와 공급자의 도덕적 해이를 방지할 수 있음을 발견하였다.

본 연구를 통하여 구매자와 공급자가 거래관계를 형성할 경우 구체적으로 보증계약을 어떠한 수준으로 맺어야 하는지를 제시하였다는 점은 높이 인정될 것으로 예상되지만, 몇 가지 한계점 역시 가지고 있다. 우선 본 연구에서는 보증계약에 따른 구매자와 공급자의 투자 수준의 변화 비교를 위하여 기본모형을 설정하였는데, 이 기본 모형이 Best Case가 아니라는 한계를 지닌다. 뿐만 아니라 보증수준에 따른 구매자와 공급자의 투자 수준의 변화에 대해서만 살펴보았을 뿐, 가격이나 보상 측면에서는 살펴보지 못했다는 한계를 지닌다. 또한 하나의 구매자와 하나의 공급자만을 가정하고 있으므로 모형이 지나치게 단순하다는 한계를 지닌다. 향후 연구에 있어서는 다수의 구매자와 공급자를 가정함으로써 좀 더 현실적인 모형을 만들어 낼 수 있을 것으로 생각한다. 마지막으로 본 연구에서는 구매자와 공급자 각자의 입장에서 비용을 최소화하고 이익을 최대화하는 모형을 가정하고 있으나, 공급사슬 상에서는 공급사슬 구성원 각자의 성과 향상뿐 아니라 공급사슬 전체의 성과를 향상시키는데 큰 목적을 두고 있으므로 앞으로의 연구에 있어서는 공급사슬 전체의 성과를 향상시킬 수 있는 계약관계를 도출할 수 있는 방법을 제시할 수 있어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- 강경완 외(2004), “공급사슬 모델링의 현황 및 분석에 관한 고찰,” *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers* 30, 224-240
- 이태희(2005), “제품 모듈화가 구매자, 공급자의 투자에 미치는 영향에 관한 연구,” 서울대학교 대학원 학위논문
- Baldwin, C. Y. and Clark, K. B.(1997), “Managing in an Age of Modularity,” *Harvard Business Review*, Vol. 75, Issue 5, 84-93
- Beamon, B. M.(1999), “Measuring supply chain performance,” *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 19, 275-292
- Balachandran, K. R. and Radhakrishnan, S. (2005), “Quality Implication of Warranties in a Supply Chain,” *Management Science*, Vol. 51, Issue 8, 1266-1277
- Bensaou, M.(1999), “Portfolios of Buyer-Supplier Relationships,” *MIT Sloan Management Review*, Vol. 40, 35-44
- Carr, L. P. and Ittner, C. D.(1992), “Measuring the Cost of Ownership,” Fall, *Journal of Cost Management*, 42-51
- Fisher, M. L.(1997), “What is the Right Supply Chain for Your Product?,” *Harvard Business Review*, Vol. 75, Issue 2, 105-116
- Narayanan, V. G. and Raman, A.(2000), “Aligning Incentives for Supply Chain Efficiency,” *Harvard Business School*, Apr, 1-15
- Hau L. L. and Seungjin, W.(1999), “Decentralized Multi-Echelon Supply Chains: Incentives and Information,” *Management Science*, Vol. 45, 633-640

- Hau L. L.(2002), "Aligning Supply Chain Strategies with Product Uncertainties," *California Management Review*, Vol. 44, 105-119
- Min, H. and Zhou, G.(2002), "Supply Chain Modeling: Past, Present and Future," *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 43, 231-249
- Riordan, M. H.(1984), "Uncertainty, Asymmetric Information and Bilateral Contracts," *Review of Economic Studies*, Vol. 51, Issue 164, 83-93
- Baiman, S., Fischer, P. E. and Rajan, M. V. (2001), "Performance Measurement and Design in Supply Chains," *Management Science*, Vol. 47, 173-188
- Stevens, G. C.(1989), "Integrating the Supply Chain," *International Journal of Physical Distribution and Material Management*, Vol. 19, 3-8

A Study on the Investment according to Buyer-Supplier Quality Warranty Contract Types

Jung Hyun Cha* · Soo Wook Kim**

Abstract

Supply chain management(SCM) became the popular management issue and research topic as the core of corporate strategy. Companies need to consider the efficiency of the entire supply chain as well as their internal processes in order to remain competitive. However there are practical restrictions in executing supply chain management and companies experience difficulties in implementing supply chain management because of the absence of systematic approach. Meanwhile academic research has focused on the comprehensive concepts of supply chain management and rarely contributed to practical applications. Therefore this study examines the changes in the amount of the investment by the entities of supply chain according to the contracts on the basis of product modularity. The result suggests several implications for the practice of supply chain management.

When a buyer outsources a modular part, he can make contracts by which a supplier reimburses the quality costs. The contracts can be classified into 3 cases. First, if a supplier reimburses the internal failure cost to a buyer, the buyer is willing to invest more while the supplier invests less. Second, if a supplier reimburses the external failure cost to a buyer, the buyer will reduce the investment but the supplier raises the investment. Third, if a supplier reimburses both of the quality costs to a buyer, the investments can be well-balanced under the condition that both reimbursements are equal. This is a device for motivating buyers' and suppliers' investment incentives simultaneously. And this suggests that well-designed contract can prohibit moral hazard.

This study finds out the changes of buyers' and suppliers' investments according to the

* Ph.D Candidate, College of Business Administration, Seoul National University

** Associate Professor, College of Business Administration, Seoul National University

contracts and suggests that companies need to consider not only relevant factors such as price and reimbursement but also a company-specific decision factor like an investment for a strategic relationship.

Key words: Game Theory, Quality Cost, Warranty Contract