

매출 공유 계약의 공급망 품질 개선 효과

유 승 호[†]

선문대학교 경영학과

Effect of a Revenue-Sharing Contract on Quality Enhancement in a Supply Chain

Seung Ho Yoo

Department of Business Administration, Sunmoon University

■ Abstract ■

This study investigates a buyer-supplier supply chain, in which a buyer delegates the production process to a supplier as in many practices. The consumer's buying intention and overall supply chain performance are affected not only by the buyer's decision on sales price but also by the supplier's decision on product quality. Therefore, the buyer has a motivation to control the supplier's quality investment. Among various incentive schemes that the buyer can adopt in practice, we consider a revenue-sharing contract and investigate its unique characteristics. By comparison with a typical wholesale price contract, we reveal that the revenue-sharing contract can enhance supply chain's overall performance, including quality, demand, and profits of not only overall supply chain but also each player. We contribute to the academia and the supply chain practice by providing important guidelines in adopting incentive schemes and effectively managing product quality in a supply chain.

Keywords : Quality Management, Revenue-Sharing Contract, Supply Chain Management, Incentive, Principal-Agent Paradigm

1. 서 론

현대의 기업들은 자신의 핵심 역량에 집중하기 위해 다양한 기능 분야 및 프로세스를 다른 기업들에게 아웃소싱(outsourcing)하고 있으며, 기업 간의 경쟁이 격화될수록 이러한 경향은 더욱 일반화되고 있다[1]. 그러므로 현대 기업 경영은 다양한 기업들이 자신의 역량, 재화 및 정보 등을 서로 교환하고 공유하는 공급망(supply chain)에 기반을 두고 있으며, 이러한 상황에서 기능 분야의 아웃소싱은 인사, 재무, 마케팅, 운영관리, 회계, 경영정보 등 기업 경영의 전반에 걸쳐 매우 다양하게 이루어지고 있다. 그 중 공급망 형성의 근간이 되는 아웃소싱의 유형 중 하나는 생산 프로세스의 아웃소싱일 것이다. 구매업체가 생산 프로세스를 공급업체에게 아웃소싱하는 사례는 최근의 경영환경 하에서 매우 흔하게 찾아볼 수 있으며, 현대자동차의 전기차 아이오닉(Ioniq)을 위한 LG화학의 리튬이온 배터리 생산, 애플(Apple)의 폭스콘(Foxconn)에 의 아이폰(iPhone) 위탁 생산, 보잉(Boeing)의 787 드림라이너(Dreamliner)를 위한 공급업체의 각 모듈 별 전반적 위탁 관리 및 생산, 최근 구글(Google) 픽셀 폰(Pixel Phone)의 대만 HTC에 의 위탁 생산 등이 그 몇 가지 예가 될 수 있을 것이다. 이러한 공급업체의 생산 프로세스 아웃소싱 상황 하에서 품질, 원가, 납기 등 전반적 제품의 성과는 많은 부분 공급업체의 역량에 좌우되며, 이 중에서도 특히 제품의 품질은 품질 개선 노력 및 R&D 비용 지출 등 공급업체의 의사결정에 전적으로 좌우되는 것이 일반적이다[2, 6]. 이러한 상황 하에서 목표 시장에서의 판매량, 구성원 및 공급망 전체의 이익 등 전체적 공급망의 성과는 공급업체의 역량에 좌우되는 경우가 많으므로 구매업체는 공급업체의 품질 투자를 효과적으로 이끌어낼 수 있는 방법을 모색할 필요가 있다.

본 연구는 현실의 많은 제조 공급망에서와 같이 공급업체에게 생산 프로세스를 위탁한 구매업체가 더 강한 교섭력을 바탕으로 공급망을 주도하는 상황을 고려한다. 구매업체는 공급업체가 생산한 제품을 구매하고, 목표 시장에서의 판매 가격을 결정하여 고객에

게 제품을 판매한다. 공급업체는 R&D(research and development) 비용 투자를 통해 제품의 품질을 결정하고, 제품을 생산하여 구매업체에게 공급한다. 고객의 구매 행동은 구매업체의 판매 가격 결정만이 아니라 공급업체가 결정하는 품질 수준에 좌우되며, 이에 따라 전체적 공급망 및 각 구성원의 이익 또한 공급업체의 의사결정에 영향을 받게 된다. 그러므로 구매업체는 전반적 성과 개선을 위해 공급업체에게 품질 성과에 대한 보상을 제시할 수 있는데, 본 연구는 현실에 존재하는 많은 성과 보상 방식 중 매출 공유 계약(또는 수익 공유 계약, revenue-sharing contract)을 고려한다.

생산 프로세스를 공급업체에게 위탁한 상황 하의 공급망 품질 관리에 관련된 대부분의 과거 연구들은 품질 실패를 품질 검사(inspection) 및 고객 불만 등으로 발견하였을 경우 이에 대해 페널티(penalty)를 부과하는 계약 방식을 근간으로 하여 연구를 진행하였다. 이는 과거 연구들이 구매업체가 설계 명세(design specification)를 전적으로 결정하고 공급업체는 이에 그대로 맞춰 제품을 생산하는 전통적인 구성원들의 역할에 초점을 두고 연구를 진행하였기 때문이다. 설계 명세에 맞지 않게 생산된 제품은 실패 자체를 의미하며, 과거 연구들이 초점을 둔 전통적 공급망 하에서 구성원들의 관계는 단기적인 일회성 거래 관계를 근간으로 하고 있으므로 이러한 품질의 실패는 페널티로 관리하는 것이 합리적인 선택일 것이다. 하지만 시간이 갈수록 격해지고 있는 경쟁 상황 하에서 개별 기업의 역량보다는 공급망의 총체적 역량이 중요해지고 있다. 이에 따라 단기적 거래 관계보다는 장기적인 전략적 파트너 관계가 공급망 관리의 핵심이 되어가고 있으며, 이를 기반으로 제품 및 부품의 설계 등 제품의 설계 품질(design quality)과 고객 만족을 결정하는 핵심 프로세스 역시 공급업체에게 아웃소싱하는 경향이 나타나고 있다[11]. 이는 생산을 아웃소싱하는 기존의 OEM(original equipment manufacturing) 공급망을 넘어 제품의 설계 및 생산을 모두 공급업체에게 아웃소싱하는 ODM(original design manufacturing) 공급망 등 새로운 공급망 형

태를 나타나게 하고 있다[11]. 실패의 판단 기준인 제품의 설계 품질을 스스로 결정하는 공급업체에게 생산 프로세스에서의 품질 실패, 즉 설계에 맞지 않는 제품 생산에 대한 페널티를 부과하는 것은 비효과적이며, 실패에 대한 적대적 페널티만으로 공급망 내 장기적 파트너 관계를 유지하는 것 역시 불가능하다는 점을 고려할 때 성과에 대한 보상 역시 당연히 존재하여야 할 것이다[20]. 품질 성과에 대한 보상은 과거 흔치 않았던 것이 사실이나 최근 국내의 현대차, 포스코, 미국의 인텔(Intel) 등 여러 기업에서 성과공유제, 성과에 대한 포상 등 여러 형태로 이를 도입하고 있다.¹⁾ 또한 미국 정부 등 여러 공공기관에서도 제품 및 서비스 공급업체들에 대해 성과 기반의 계약을 도입해 품질 성과에 대해 보상을 제공하고 있다.²⁾

본 연구는 현실에서 도입 가능한 여러 가지 품질 성과에 대한 보상 방법 중 매출 공유 계약을 현실에서 가장 자주 활용되고 있는 도매가 계약의 성과와 비교하여 다양한 시사점을 현실의 공급망 경영에 제시하고자 한다. 구체적으로 본 연구는 구매업체가 공급업체에의 매출 공유를 통해 공급업체의 품질 의사결정 구조를 어떻게 변화시키는지 밝힐 것이며, 매출 공유 계약 및 도매가 계약의 품질 및 시장 성과를 비교하여 매출을 공유해야 할 합리적 이유가 있는지 또한 밝힐 것이다. 또한 수치 예제를 통해 구매업체, 공급업체 및 전체 공급망의 이익 성과가 각각 어떻게 얼마나 개선되는지 분석하여 매출 공유 계약이 공급망 내 이익 구조를 어떻게 변화시키는지 밝히고자 한다. 마지막으로 내부 및 외부 환경 변화에 따른 전반적 성과의 변화를 분석하여 매출 공유 계약의 도입과 효과적 공급망 품질 개선을 위한 구체적 가이드라인을 제시하고자 한다.

2. 이론적 배경

본 연구는 과거의 연구들 중 (1) 공급망 품질 관리, (2) 품질에 대한 성과 보상의 두 가지 연구 흐름에 직접적으로 관련되어 있다.

구매업체가 공급업체에게 생산 프로세스를 아웃소싱한 상황 하에서 제품의 품질을 어떻게 관리할 것인지 연구한 공급망 품질 관리 관련 연구들은 Baiman et al.[5], Balachandran and Radhakrishnan[6], Hwang et al.[14], Volodymyr and Christopher[21], Chen and Deng[10] 등 매우 다양하다. 이들은 본 연구와 마찬가지로 구매업체와 공급업체가 서로 협력하여 공급망의 제품 품질을 어떻게 관리 또는 개선할 수 있는지 연구하였다. 이들은 공급업체의 불완전한 생산 프로세스로 인해 생산된 제품 중 불량품이 발생하는 현실적 상황을 다루었으며, 불량품이 기업 내부에 재작업 등으로 인한 추가적인 비용을 발생시키고, 고객에도 전달되어 현재와 미래의 판매 손실을 발생시키는 등 외부에도 악영향을 미치는 상황 하에서 이를 통제하기 위한 최적의 방법을 찾는 것을 그 연구의 주요 목적으로 하였다. 이들 중 대부분의 과거 연구들은 공급업체의 제품 품질을 통제하기 위한 방법으로 품질 검사 및 고객 불만으로 발견된 불량품에 대해 페널티를 부과하는 방식을 채택하였다. 본 연구는 이들과 달리 품질 실패에 대한 페널티보다는 품질 성과에 대한 보상으로 매출 공유 계약(revenue-sharing contract)을 고려한다. 날이 갈수록 치열해지고 있는 경쟁 상황 하에서 개별 기업보다는 공급망의 총체적 역량에 관심을 둘 필요가 있으며, 과거의 단기적 일회성 거래 관계보다는 장기적, 전략적 동맹 관계에 초점을 둔 공급망 관리가 더욱 중요해지고 있다. 이러한 상황 하에서 적대적 관계를 야기하는 페널티 계약보다는 긍정적 동기부여를 이끌어낼 수 있는 성과 보상 방법이 공급망 품질 관리에 적극적으로 도입될 필요가 있을 것이다. 본 연구는 품질 개선에 의한 고객 구매행동의 긍정적 변화를 고려하여 현실에 존재 가능한 여러 가지 성과 보상 방법 중 매출 공유 계약에 초점을 두고 연구를 진행하도록 한다. 이정민, 서용원[3] 등

1) <http://the300.mt.co.kr/newsView.html?no=2016042613027679813>, <https://newsroom.intel.com/news-releases/intel-honors-27-companies-with-preferred-quality-supplier-and-achievement-awards/>.

2) https://www.vita.virginia.gov/uploadedfiles/VITA_Main_Public/SCM/Procurement_Manual.

매출 공유 계약 관련 대부분의 기존 연구들이 불확실한 수요 하 공급망 재고 관리 및 주문량 결정에 관련된 연구였다면, 본 연구는 품질 개선을 유도하기 위한 성과 보상 방법으로 매출 공유 계약을 활용한다.

본 연구는 페널티보다는 긍정적 보상으로 품질 개선을 유도하고자 하는 과거 연구들과 더욱 깊은 관련이 있는데, 이는 최근 관심을 받고 있는 분야이나 아직 관련 연구가 다양하게 존재하고 있지는 않다. 이들 중 몇 가지를 살펴보면 다음과 같다. Starbird[20]는 보상과 페널티의 품질 개선 효과에 대해 비교 분석하였다. 하지만 해당 연구는 품질이 고객의 구매 행동에 미치는 영향을 고려하지 않았으며, 품질 개선을 위한 보상이 결정 변수가 아니라 주어진 상황을 간주하여 연구를 진행하였다. 본 연구는 품질에 대한 보상으로 매출 공유를 고려하며, Starbird[20]와 달리 매출 공유 비율에 대한 의사 결정이 품질 및 고객 행동에 미치는 영향 역시 함께 포함하여 연구를 진행한다. Schmitz[18]는 공급업체가 품질 수준을 결정하고 구매업체가 그 개발된 품질을 구매하여 사용하는 대리인 모형(principal-agent model)을 활용한 점에서 본 연구와 유사하다. 하지만 해당 연구가 성공 및 실패, 두 경우에 대해 보상을 달리 하는 계약을 제시한 것과 달리 본 연구는 품질 성과에 따라 연속적으로 변동하는 매출에 대해 보상을 제시하는 계약을 고려한다. Kaya and Özer[16] 역시 상기의 과거 연구들과 유사하게 공급업체가 제품 품질 전반을 책임지는 상황을 고려하였으며, 매출 공유, 수량할인 등 여러 보상 방법을 제시하여 이들의 효과를 분석하였다. 하지만 이들의 연구는 매출 공유의 최적해를 도출하는 본 연구와 달리 매출 공유 비율이 주어진 상황 하에서 여러 보상 방법의 성과를 비교하는 데에 집중하였다. 본 연구는 매출 공유 비율의 폐쇄해를 구체적으로 제시하고 이를 분석하여 공급망 경영에 중요한 시사점을 발굴할 것이다. Hung[13]은 활동기준 원가회계(ABC, activity-based costing)와 연계한 품질 성과에 대한 보상 방법을 고려하였다. 하지만 해당 연구는 구매업체 및 공급업체 간의 상호작용과 공급망 내 이들의 역할에 대해 구체적으로 고려하지 않은 점에서

본 연구와 다르다. Baake and von Schlippenbach [4]은 공급업체의 품질 결정에 의한 고객 행동의 변화와 구매업체의 공급업체에 대한 보상 수준의 결정 등을 고려한 점에서 본 연구와 역시 유사하다. 이들은 품질 수준이 높은 또는 낮은 수준의 두 가지로 판단되는 상황을 가정하여 연구를 진행하였는데, 본 연구는 해당 연구와 달리 품질 수준에 영향을 받는 고객 행동을 고려하여 매출 공유 계약을 제시한다. 이의 분석을 통해 품질 성과 보상이 공급망의 전반적 성과에 미치는 영향을 밝히고자 한다. Chen et al.[9] 역시 품질 성과 계약을 제시하여 공급업체를 어떻게 동기 부여시킬 것인지 연구하였다. 재무적 보상을 통해 공급업체가 생산하는 제품의 품질을 통제하고자 한 점에서 해당 연구는 본 연구와 매우 유사하다고 볼 수 있지만, 해당 연구는 품질이 고객 행동에 미치는 영향을 고려하지 않았으며, 불량품의 생산을 통제해 총비용을 최소화하기 위한 방안을 탐색한 점에서 총이익을 최대화하는 것을 목적으로 하는 본 연구와는 차이가 있다고 볼 수 있다.

전반적으로 본 연구는 구매업체가 공급업체에게 제품의 생산을 아웃소싱한 공급망 상에서 공급업체가 생산하는 제품의 품질이 고객의 구매 행동에 영향을 미치는 현실적 상황을 고려한다. 공급업체의 품질을 관리하는 방안으로는 과거 많은 연구에서 페널티 계약을 주로 채택하였다. 하지만 본 연구는 과거 연구들과는 달리 장기적 동반자 관계에 기반하여 공급망 구성원들 간에 긍정적 동기부여를 일으킬 수 있는 품질 성과에 대한 보상을 고려하며, 가능한 여러 보상 방법 중 공급업체에의 매출 공유 계약에 집중하여 연구를 진행한다. 일반적 도매가 계약과 매출 공유 계약의 성과를 비교하여 현실의 공급망 경영에 중요한 시사점을 제공하고, 공급망 품질 관리 관련 문헌에 공헌하고자 한다.

3. 문제의 정의

고객의 구매 행동은 매우 다양한 요인에 의해 영향을 받는다. 본 연구는 자동차, 가전제품, 생필품 등

일반적 소비자 공급망을 그 연구 대상으로 하여 고객 행동이 주로 제품의 가격과 품질에 의해 영향을 받는 상황을 고려한다. 고객의 수요 D 는 다음과 같이 정의한다.

$$D = \alpha - \beta p - \gamma(x_o - x) \quad (1)$$

여기서 α 는 목표 시장의 잠재 수요, p 는 제품의 판매 가격, x_o 는 고객의 제품 품질에 대한 선호도(prefer-
ence level), x 는 제품의 품질 수준이며, β 와 γ 는 각각 가격과 품질의 수요에의 영향을 나타내는 계수 (coefficient)들이다. 많은 경제 및 경영 관련 과거 문헌
에서와 같이 수요 D 는 가격 p 가 증가할수록 감소한다.

제품의 품질은 기능, 특징, 외양, 서비스 가능성 등 매우 다양한 특성에 의해 통합적으로 결정된다[12].
그러므로 본 연구에서 제품의 품질 수준 x 는 측정 가능한 다양한 품질 특성들을 통합적으로 결합한 단일 척도로 정의한다. 이를 위해서는 Shi et al.[19], Kim and Chhajed[17] 등의 과거 문헌들, 또는 토요타(Toyota)의 품질기능전개(QFD, quality function deployment) 등에서처럼 다양한 품질 특성들을 각각의 상대적 중요성, 즉 가중치(weight)를 고려하여 결합하는 방식이 일반적일 것이다. Karmarkar and Pitbladdo[15] 등에서와 유사하게 목표 시장의 고객들은 제품에 대해 다양한 측면에서 일정 수준의 품질을 기대하며, 자신의 기대와 실제 제품 품질 수준의 차이에 따라 구매 행동을 결정한다. 그러므로 본 연구에서 고객의 품질 선호도 수준 또는 기대 수준 x_o 역시 여러 특성을 통합한 단일 척도이며, 식 (1)에서 제품 품질 x 가 고객 기대 x_o 를 능가하는 경우 기대와 실제 품질의 차이($x_o - x$)에 의해 수요 D 는 증가하며, x 가 x_o 에 미치지 못하는 경우 반대로 품질 차이($x_o - x$)에 의해 D 는 감소한다.

본 연구의 공급망은 구매업체와 공급업체의 두 구성원으로 이루어지며, 이들의 상호작용에 의한 제품 가격 및 품질 결정에 따라 고객의 구매 행동과 공급망의 전체적 성과가 결정된다. 본 장에서는 구매업체와 공급업체의 이익 함수를 소개하고, 이에 기반하여 두

구성원들의 각각 다른 상호작용을 고려한 공급망 모형을 다음 장에서 소개하도록 한다.

구매업체는 공급업체로부터 제품을 구매하여 고객에게 판매한다. 그러므로 제품 구매를 위한 계약 조건을 결정하여 공급업체에게 제시하여야 하며, 고객에의 판매 가격 역시 결정해야 한다. 구매업체의 이익 Π_p 는 다음과 같이 정의한다.

$$\Pi_p(p, T) = pD - T \quad (2)$$

여기서 D 는 식 (1)에 정의된 목표 시장의 수요이다. T 는 구매업체가 공급업체에게 지불하는 거래 금액 (transfer payment)이며, 이는 계약 형태 및 조건에 따라 달라진다. 본 연구는 실제 환경에서 가장 널리 쓰이는 도매가 계약(wholesale price contract), 그리고 매출 공유 계약(revenue-sharing contract)의 두 가지 형태를 고려하며, 제4장에서 이들 계약의 형태에 따라 각각 다르게 정의되는 공급망 모형을 소개하고 분석할 것이다.

공급업체는 구매업체가 결정한 계약 조건 및 판매 가격 하에서 제품의 품질 수준을 결정하여야 하며, 일정 품질 수준을 달성하기 위해서는 R&D 등에 비용을 지출하여야 한다. 공급업체의 매출은 구매업체가 지불하는 거래 금액 T 로부터 나오므로 공급업체의 이익 Π_s 는 다음과 같이 정의된다.

$$\Pi_s(x|p, T) = T - cD - \lambda x^2 \quad (3)$$

여기서 c 는 단위당 생산 비용이고, λx^2 은 일정 수준의 제품 품질 x 를 달성하기 위한 R&D 비용으로 λ 는 비용의 크기를 결정하는 계수이다. 본 연구에서는 Karmarkar and Pitbladdo[15], Banker et al.[7] 등 품질 투자에 관련된 과거의 많은 연구들과 같이 품질 수준 x 에 따라 R&D 비용이 기하급수적으로 증가하는 것으로 정의한다.

다음 제4장에서는 식 (2)와 식 (3)의 이익 함수에 기반하여 다양한 공급망 모형을 소개하고 이를 분석하도록 한다.

4. 공급망 모형

본 연구는 구매업체, 공급업체의 두 업체로 구성된 공급망을 고려하며, 이들의 역학 관계(power dynamics)는 OEM(original equipment manufacturing) 등 현실의 많은 제조 공급망, 월마트(Walmart), 이마트 등이 주도하는 소매 공급망에서와 같이 구매업체가 더 강한 교섭력(bargaining power)를 가진 상황을 고려한다. 최근 ODM(original design manufacturer) 등 새로운 형태의 계약생산업체(CM, contract manufacturer)의 등장을 고려할 때 OEM-CM 공급망에서도 공급업체의 위상이 과거보다 높아진 경우를 과거보다 자주 발견할 수 있으나, 이러한 경우에도 제품을 구매하는 OEM, 즉 구매업체가 여전히 계약의 주체로 공급망을 이끌고 있는 것이 현실이다. 이러한 상황에서 구매업체는 주인(principal) 또는 스택클버그 리더(Stackelberg leader)의 역할을 수행하며 공급업체에게 구매 계약을 주도적으로 제시하고 공급업체는 대리인(agent) 또는 추종자(follower)의 역할을 수행하며 주어진 구매업체의 의사 결정 하에서 자신의 이익을 최대화하는 의사결정을 한다.

본 연구에서는 (1) Case FI: 구매업체가 모든 공급망 프로세스를 통합한 이상적 상황을 벤치마크 대상으로 소개하고, (2) Case W: 구매업체가 도매가 계약을 제시하는 가장 일반적 공급망 상황과 (3) Case R: 구매업체가 공급업체의 품질 투자를 촉진하기 위해 도매가 계약에 매출 공유를 추가적으로 제시하는 공급망 상황의 총 세 가지 모형을 소개하고, 각 모형의 공급망 품질 수준 및 이익 성과를 비교하여 현실의 공급망에 중요한 시사점을 제시하도록 한다.

4.1 Case FI: 벤치마크

본 장에서는 구매업체가 공급업체를 아무런 비용 없이 모니터링하고 통제할 수 있어 도덕적 해이 및 기회주의 행동의 문제가 발생하지 않는 이상적 공급망 상황을 벤치마크 대상으로 고려한다. 이는 구매업체가 공급업체를 추가적 비용 없이 전체 통합(full in-

tegration)하는 상황과 동일하다. 그러므로 본 장의 Case FI에서 구매업체 이익 Π_B 는 공급망 이익 Π 와 동일하며, 이는 식 (2)와 식 (3)의 구매업체 및 공급업체의 이익을 더하여 다음과 같이 나타난다.

$$\Pi_B^{FI} = \Pi^{FI} = \Pi_B + \Pi_S = (p-c)D - \lambda x^2 \quad (4)$$

여기서 윗 첨자 FI는 Case FI를 의미하며, 고객의 수요 D 는 식 (1)에 정의되어 있다. 식 (4)에서 공급망 통합으로 공급망 구성원들 간의 상호작용과 거래 금액은 더 이상 존재하지 않는다.

Case FI의 최적해를 구하기 위해 식 (4)의 이익을 제품의 판매 가격 p 와 품질 수준 x 로 일차 미분하여 일차 필요조건들을 구하고, 이들을 동시에 풀어 해를 찾으면 이들은 다음과 같이 폐쇄해 형태로 나타난다.

$$p^{FI*} = \frac{2\lambda(\alpha - \beta c - \gamma x_o)}{4\beta\lambda - \gamma^2} + c, \quad (5)$$

$$x^{FI*} = \frac{\gamma(\alpha - \beta c - \gamma x_o)}{4\beta\lambda - \gamma^2} \quad (6)$$

이차 충분조건으로부터 Case FI의 해가 이익 최대화를 보장하기 위한 조건을 구하고, $p^{FI*} > 0$ 및 $x^{FI*} > 0$ 이기 위한 조건을 구하면 다음 식들과 같다.

$$4\beta\lambda - \gamma^2 > 0 \quad (7)$$

$$\alpha > \beta c + \gamma x_o \quad (8)$$

조건 (7)은 가격 상승 및 품질 투자가 공급망 이익에 미치는 부정적 영향, 그리고 품질 개선이 이익에 미치는 긍정적 영향이 일정 균형을 이룰 때 공급망 이익을 최대화시키는 최적 가격과 품질 수준이 동시에 존재할 수 있음을 보여준다. 조건 (8)은 잠재 수요가 충분히 클 때 가격 및 품질의 내부해가 존재할 수 있음을 보여준다. 본 연구에서는 잠재 수요 α 가 충분히 커서 모든 공급망 모형에서 항상 가격과 품질의 내부해가 존재하는 것으로 가정한다.

식 (5)와 식 (6)을 식 (1)과 식 (4)에 대입하면 Case FI의 최적 수요와 최적 공급망 이익을 폐쇄해 형태로 다음과 같이 구할 수 있다.

$$D^{FI*} = \frac{2\beta\lambda(\alpha - \beta c - \gamma x_o)}{4\beta\lambda - \gamma^2} \quad (9)$$

$$\Pi^{FI*} = \frac{\lambda(\alpha - \beta c - \gamma x_o)^2}{4\beta\lambda - \gamma^2} \quad (10)$$

식 (5), 식 (6), 식 (9) 및 식 (10)의 Case FI의 최적 해는 제4.2절 및 제4.3절에 소개할 현실적 공급망 모형의 벤치마크 대상으로 활용될 것이다.

4.2 Case W : 도매가 계약 모형

본 장의 Case W에서는 많은 현실의 공급망에서처럼 구매업체가 도매가 계약(wholesale price contract)을 공급업체에게 제시하는 상황을 고려한다. 그러므로 Case W에서 구매업체가 제품 구매에 대한 대가로 공급업체에게 지불하는 거래 금액은 다음과 같이 정의된다.

$$T^W = wD \quad (11)$$

여기서 w 는 단위당 도매가격이다. 위 거래 금액을 식 (2)와 식 (3)의 구매업체 및 공급업체의 이익 Π_B 와 Π_S 에 대입한 후, Case W의 최적화 문제를 대리인 이론에 기반해 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$\text{Maximize } \Pi_B^W(p, w) \quad (12)$$

$$\text{subject to } \Pi_S^W(x|p, w) > 0 \quad (13)$$

$$\text{Maximize } \Pi_S^W(x|p, w) \quad (14)$$

여기서 위 첨자 W 는 Case W를 의미한다. 식 (12)~식 (14)는 두 개별 경제주체가 전체 공급망보다는 자신의 이익을 우선시하는 기회주의적 행동으로 이중 이익 추구 현상이 발생함을 보여주고 있다. 식 (12)에서 공급망을 주도하는 구매업체는 자신의 이익

을 최대화하는 제품의 판매 가격 p 와 계약 조건 w 를 결정한다. 다만 구매업체는 식 (13)과 식 (14)의 공급업체의 제약조건을 만족시켜야 한다. 식 (13)은 공급업체의 개별 합리성(individual rationality) 제약조건으로 공급업체는 양의 이익이 보장될 때에만 본 계약에 참여한다. 식 (14)는 공급업체의 인센티브 조화성(incentive compatibility) 제약조건으로 공급업체는 주어진 구매업체의 의사결정 하에서 자신의 이익을 최대화하는 품질 수준 x 를 결정한다.

일반적 스택클버그 게임(Stackelberg game) 관련 연구들의 최적해 방식과 유사하게 역방향 유도(backward induction)에 따라 공급업체의 의사결정을 식 (14)로부터 먼저 구한다. 공급업체의 이익 Π_S^W 를 품질 수준 x 로 일차 미분한 일차 필요조건을 구하고, 이를 x 에 대해 풀면 아래와 같은 최적 품질 수준을 도매 가격 w 의 함수로 다음과 같이 얻는다.

$$x^{W*}(w) = \frac{\gamma(w - c)}{2\lambda} \quad (15)$$

위 수식의 $x^{W*}(w)$ 를 식 (12)의 구매업체 이익 Π_B^W 에 대입한 후 이를 판매 가격 p 와 도매 가격 w 로 일차 미분하여 일차 필요조건을 구하고, 이들로부터 최적해를 구하면 다음과 같은 결과를 얻는다.

$$p = w = \frac{2\lambda(\alpha - \beta c - \gamma x_o)}{2\beta\lambda - \gamma^2} + c$$

이는 구매업체의 이익 $\Pi_B^W = 0$ 으로 만드는 결과이다. 공급망을 주도하는 구매업체가 영의 이익을 감수할 이유가 없으므로 본 최적해는 사용 불가능한 해로 볼 수 있다. 그러므로 본 연구는 도매가 계약 관련 아래와 같은 가정을 추가한다.

[가정 1]

본 연구에서 도매가는 협상에 의해 결정되어 고정된 상황을 가정한다.

구매업체와 공급업체의 구매 계약에 있어 구매업체가 일방적으로 단위당 구매 가격을 결정해 공급업체에게 통보하는 경우도 물론 존재하지만, 공급망 현실에 있어 구매 가격은 구매업체와 공급업체의 협상에 의해 결정되는 경우가 많으며 이 경우 구매업체와 공급업체의 상대적 교섭력이 구매 가격 결정에 큰 영향을 미치게 된다. 특히 구매업체의 일방적 구매 가격 결정은 일반적으로 구매업체와 공급업체가 일회성 거래 관계를 유지하는 경우에 주로 이루어지며, 구매업체와 공급업체가 장기적 동반자 관계를 추구하는 경우 구매업체의 일방적 구매 가격 결정은 공급업체의 장기적 역량 개선에 도움이 되지 않으므로 지양되어야 할 것이다. 그러므로 본 연구에서도 협상에 의해 도매 가격이 결정되는 협력적 공급망 상황을 고려한다. 이는 Wang and Shin[22]에서처럼 공급업체에게 일정 이익을 보장해주는 계약 방식 등으로도 이해될 수 있을 것이다.

도매 가격 w 가 주어진 상황 하에서 구매업체 이익 Π_B^W 의 일차필요조건으로부터 최적 판매 가격 p 를 구하면 다음과 같다.

$$p^{W*} = \frac{2\lambda(\alpha - \beta w - \gamma x_o) + \gamma^2(w - c)}{4\beta\lambda} + w \quad (16)$$

식 (11), 식 (15) 및 식 (16)의 T^W , x^{W*} 및 p^{W*} 를 식 (1)~식 (3)에 대입하면 최적 수요, 최적 구성원들의 이익, 그리고 공급망의 이익을 다음과 같이 얻는다. 여기서 공급망 이익 $\Pi = \Pi_B + \Pi_S$ 이다.

$$D^{W*} = \frac{2\lambda(\alpha - \beta w - \gamma x_o) + \gamma^2(w - c)}{4\lambda} \quad (17)$$

$$\Pi_B^{W*} = \frac{(2\lambda(\alpha - \beta w - \gamma x_o) + \gamma^2(w - c))^2}{16\beta\lambda^2} \quad (18)$$

$$\Pi_S^{W*} = \frac{(\alpha - \beta w - \gamma x_o)(w - c)}{2} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} \Pi^* &= \frac{(2\lambda(\alpha - \beta w - \gamma x_o) + \gamma^2(w - c))^2}{16\beta\lambda^2} \\ &+ \frac{(\alpha - \beta w - \gamma x_o)(w - c)}{2} \end{aligned} \quad (20)$$

4.3 Case R : 매출 공유 계약

제4.2절의 Case W에서 다룬 도매가 계약은 그 형태의 단순함으로 현실에서 가장 자주 활용되는 계약이지만, 높은 공급망 성과를 이끌어내는 데에는 한계가 있는 것으로 일반적으로 알려져 있다[8]. 본 장에서는 이미 판매 가격을 이미 결정하여 고객에게 제품을 판매하는 상황(즉, $p = p^{W*}$)하에서 추가적인 성과 개선 방법을 모색한다. 현실의 경영 환경 하에서 이미 고객에게 약속한 판매 가격, 공급업체와의 협약 등을 변경하는 것은 어려운 경우가 많으나, 이러한 현재진행형인 공급망 상황에서도 기업은 성과를 개선시킬 수 있는 다른 방법은 무엇이 있을지 끊임없이 모색할 필요가 있다.

현실에서와 같이 본 연구의 고객 수요는 공급업체가 생산하는 제품의 품질에 영향을 받으며, 구매업체 역시 이러한 상황을 잘 이해하고 있다. 그러므로 공급업체의 품질 투자를 촉진할 수 있다면 목표 시장의 수요를 늘려 공급망 만이 아닌 개별 구성원의 이익도 늘어날 가능성이 있을 것이다. 본 연구에서는 구매업체가 추가적 보상의 제공으로 전체 공급망을 어떻게 변화시킬 수 있는지 알아본다. 판매 수량에 기반한 보상, 산출된 제품 품질 성과에 대한 보상 등 현실의 다양한 보상 방법 중 본 장의 Case R에서는 구매업체가 도매 가격 외에 추가적으로 시장에서 벌어들인 매출의 공유(revenue sharing) 역시 약속하는 상황을 고려하며, 매출의 공유로 품질, 이익 등 공급망의 성과가 전반적으로 어떻게 변화하는지 분석한다.

구매업체는 매출을 공유하기 위해 도매 가격 외에 추가적으로 매출 공유를 제시하여 아래와 같은 거래 금액을 매출 공유 계약의 새로운 계약 조건으로 제시한다.

$$T^R = wD + \phi p^{W*} D \quad (21)$$

여기서 w 는 단위당 도매 가격, $p^{W*} D$ 는 Case W의 최적 판매 가격 p^{W*} 하 구매업체의 매출, ϕ 는 매출 공유 비율이다($0 \leq \phi \leq 1$). 덧붙여 R 은 Case R을 의미

한다. 위 거래 금액을 식 (2)와 식 (3)의 구성원들의 이익 Π_B 와 Π_S 에 대입하면 Case R의 최적화 문제는 Case W의 문제 구조와 유사하게 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$\text{Maximize } \Pi_B^R(\phi, w | p^{W*}) \quad (22)$$

subject to

$$\Pi_S^R(x | \phi, w, p^{W*}) > 0 \quad (23)$$

$$\text{Maximize } \Pi_S^W(x | \phi, w, p^{W*}) \quad (24)$$

Case W에서와 유사하게 역방향 유도에 의해 공급업체의 이익을 최대화하는 제품의 품질 수준 x 를 식 (24)의 Π_S^W 의 일차 필요조건으로부터 구하면 다음과 같다.

$$x^{R*}(\phi, w, p^{W*}) = \frac{\gamma(w + \phi p^{W*} - c)}{2\lambda} \quad (25)$$

공급업체의 품질 수준 결정은 도매 가격 w , 매출 공유 비율 ϕ 및 판매 가격 p^{W*} 의 함수이다. 위 수식의 x^{R*} 을 식 (22)의 구매업체 이익 Π_B^R 에 대입한 후 ϕ 와 w 에 대한 해를 풀면 다음과 같은 특성을 얻는다.

[정리 1]

Π_B^R 을 최대화하는 ϕ 와 w 을 동시에 구할 수 없다. 대신 ϕ 와 w 을 각각 서로의 함수로 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\phi^{R*}(w, p^{W*}) = \frac{(p^{W*} - w) - (w - c)}{2p^{W*}} \quad (26)$$

$$- \frac{\lambda(\alpha - \beta p^{W*} - \gamma x_o)}{\gamma^2 p^{W*}}$$

또는

$$w^{R*}(\phi, p^{W*}) = \frac{2(1 - \phi)p^{W*} - (p^{W*} - c)}{2} \quad (27)$$

$$- \frac{\lambda(\alpha - \beta p^{W*} - \gamma x_o)}{\gamma^2}$$

(증명)

식 (22)의 Π_B^R 의 ϕ 와 w 에 대한 이차 헤시안행렬식 (second-order Hessian determinant)을 풀면, $|H_2| = (\Pi_B^R)_{\phi\phi} \cdot (\Pi_B^R)_{ww} - (\Pi_B^R)_{\phi w}^2 = 0$ 으로 Π_B^R 의 최대화를 보장하는 ϕ 와 w 의 최적해가 동시에 존재하지 않음을 알 수 있다. 대신 식 (22)의 Π_B^R 을 ϕ 와 w 에 대해 일차 미분한 각각의 일차 필요조건으로부터 식 (26) 및 식 (27)의 해를 구할 수 있다. □

[정리 1]에 제시한 식 (26) 및 식 (27)의 해는 동시에 사용될 수 없으며, ϕ 와 w 중 하나를 고정된 상태에서 다른 하나를 최적해로 사용할 수 있다. 본 연구에서는 Case W의 [가정 1]에서와 같이 식 (27)의 도매가 w 가 고정된 상황에서 구매업체가 식 (26)의 ϕ^{R*} 을 통제하는 상황을 고려한다.

위 식 (26)의 ϕ^{R*} 을 식 (25) 및 식 (1)~식 (3)에 대입하면 최적 품질, 구성원들의 이익 및 전체 공급망 이익을 다음과 같이 얻을 수 있다. 공급망 이익 $\Pi = \Pi_B + \Pi_S$ 이다.

$$x^{R*}(p^{W*}) = \frac{\gamma(p^{W*} - c)}{4\lambda} - \frac{\alpha - \beta p^{W*} - \gamma x_o}{2\gamma} \quad (28)$$

$$D^{R*}(p^{W*}) = \frac{\alpha - \beta p^{W*} - \gamma x_o}{2} + \frac{\gamma^2(p^{W*} - c)}{4\lambda} \quad (29)$$

$$\Pi_B^{R*}(p^{W*}) = \frac{(2\lambda(\alpha - \beta p^{W*} - \gamma x_o) + \gamma^2(p^{W*} - c))^2}{8\gamma^2\lambda} \quad (30)$$

$$\Pi_S^{R*}(p^{W*}) = \frac{(2\lambda(\alpha - \beta p^{W*} - \gamma x_o) + \gamma^2(p^{W*} - c))^2}{16\gamma^2\lambda} \quad (31)$$

$$- \frac{\lambda(\alpha - \beta p^{W*} - \gamma x_o)^2}{\gamma^2}$$

$$\Pi^{R*}(p^{W*}) = \frac{3(2\lambda(\alpha - \beta p^{W*} - \gamma x_o) + \gamma^2(p^{W*} - c))^2}{16\gamma^2\lambda} \quad (32)$$

$$- \frac{\lambda(\alpha - \beta p^{W*} - \gamma x_o)^2}{\gamma^2}$$

식 (16)의 p^{W*} 를 위 최적해에 대입하면 모두 폐쇄 해를 얻을 수 있다.

매출 공유 계약이 성립되어 Case R이 존재하기 위

해서는 매출 공유 비율이 $0 < \phi^{R^*} < 1$ 범위 내에 존재하여야 한다. 식 (16)의 p^{W^*} 를 식 (26)의 ϕ^{R^*} 에 대입한 후 분석하면 $\gamma^2 - 2\beta\lambda > 0$ 의 조건이 필요하다. 이를 Case FI의 최적해가 존재할 식 (7)의 조건과 함께 고려하면 다음과 같은 조건을 얻는다.

$$2\beta\lambda < \gamma^2 < 4\beta\lambda \quad (33)$$

위 조건은 제품 품질이 고객 수요에 미치는 영향이 어느 수준 이상이어야 구매업체가 공급업체에 대한 매출 공유 계약을 제시하여 품질 향상을 촉진시킬 의도를 가질 수 있음을 의미한다.

매출 공유 계약의 효과를 알아보기 위해 Case W와 Case R의 최적 품질 및 시장 성과를 비교해보면 다음과 같은 특성을 알 수 있다.

[정리 2]

$x^{R^*} > x^{W^*}$, 그리고 $D^{R^*} > D^{W^*}$ 가 항상 성립한다.

(증명)

식 (16)의 p^{W^*} 을 식 (28)의 x^{R^*} 에 대입하여 폐쇄해로 변환한 후 이를 식 (15)의 x^{W^*} 과 직접 비교하면 $x^{R^*} - x^{W^*} = (2\lambda(\alpha - \beta w - \gamma x_o) + \gamma^2(w - c))(\gamma^2 - 2\beta\lambda) / (16\beta\gamma\lambda^2) > 0$ 이 조건 (33)으로부터 성립하며, 식 (1)에서 D 는 p 와 x 에 영향을 받는데, 동일한 $p = p^{W^*}$ 을 활용하므로 $x^{R^*} > x^{W^*}$ 로부터 $D^{R^*} > D^{W^*}$ 이 성립한다. □

[정리 2]는 구매업체가 매출 공유 계약을 제시할 경우 더 많은 R&D 투자를 공급업체로부터 유도하여 항상 더 높은 수준의 제품 품질을 기대할 수 있음을 보여준다. 또한 품질의 향상을 통해 목표 시장으로부터 더 높은 수준의 고객 수요를 이끌어 낼 수 있다. 그러므로 본 연구의 매출 공유 계약은 품질 수준의 향상에 대해 효과적인 계약으로 볼 수 있다. 하지만 이는 품질에 직접적 영향을 받는 수요 및 매출에 대한 인센티브를 공급업체에게 제공하였으므로 자명한 결과로 볼 수 있다. 품질 수준의 증가는 R&D 투자로 인한 비용 증가를 의미하므로 매출 공

유 계약으로 인한 품질 및 수요의 개선이 공급업체 및 공급망 전체의 이익 증가로 반드시 이어진다는 보장은 할 수 없다. 또한 구매업체가 공급업체에게 기존의 도매 가격 외에 매출 공유 역시 제안한다면 공급업체의 이익 개선에는 도움이 될 수 있을 것이나, 지나친 이익의 양보로 구매업체 자신에게는 손실을 일으킬 수도 있을 것이다. 그러므로 다음 장에서는 수치 해석을 통해 매출 공유 계약이 품질 및 시장 성과 외 공급망의 전체 이익 및 구성원들의 개별 이익에 어떠한 영향을 미치는지 분석하여 중요한 시사점을 제공한다.

5. 공급망 모형의 비교

5.1 기본 수치 예제

본 연구에서는 수치 예제를 위한 기본적인 매개변수(parameter)를 다음과 같이 설정한다. $x_o = 50$, $D = \alpha\beta p - \gamma(x_o - x) = 8,000 - 10p - 30(50 - x)$, $\lambda = 30$, $c = 300$ 으로 설정하며, Case W와 Case R의 직접적 비교를 위해 $w = 500$ 으로 동일하게 설정하도록 한다. 상기 기본 수치 예제는 조건 (33)의 $2\beta\lambda (=600) < \gamma^2 (=900) < 4\beta\lambda (=1,200)$ 을 만족하여 Case FI, Case W 및 Case R의 모든 해가 존재할 수 있는 상황을 고려한 것이다. 상기 기본 수치 예제에 의한 각 공급망 상황의 최적해 결과를 <표 1>에 정리하였다.

<표 1>은 몇 가지 추가적인 성과 지표를 포함하고 있다. 하나는 계약 효율성(contract efficiency) Eff로 이는 현실의 분산화 공급망 하에서 각 계약에 의한 공급망 이익이 이상적 공급망의 이익 수준에 얼마나 접근하였는지를 나타내는 지표이며(즉, $Eff = \Pi / \Pi^{FI}$), 또 하나는 이익 분배율(profit share) PS_B 및 PS_S 로 전체 공급망 이익 대비 구매업체 또는 공급업체가 차지하는 이익의 비율이다(즉, $PS_B = \Pi_B / \Pi$, 그리고 $PS_S = \Pi_S / \Pi$). 또한 이익 개선률(improvement ratio) IR_B , IR_S 및 IR 을 추가하여 매출 공유 계약으로 구매업체, 공급업체 및 전체 공급망의 이익이 도매가 계약 대비 얼마나 증가하였는지 분석하였다(즉, $IR_B =$

〈표 1〉 공급망 모형의 최적해

		이상적 공급망	현실적 분산형 공급망	
		벤치마크 Case FI	도매가 계약 Case W	매출 공유 계약 Case R
계약	w		500	500
	ϕ			0.0517
	T		1,125,000	1,511,719
품질 성과	x	350.0	100.0	118.8
	λx^2	3,675,000	300,000	423,047
시장 성과	p	1000	725	725
	D	7,000	2,250	2,813
이익 성과	Π_B	1,225,000	506,250	527,344
	Π_S		150,000	244,922
	Π	1,225,000	656,250	772,266
계약 효율성	Eff	1.0000	0.5357	0.6304
이익 분배율	PS_B	1.0000	0.7714	0.6829
	PS_S		0.2286	0.3171
이익 개선률	IR_B			0.0417
	IR_S			0.6328
	IR			0.1768

$(\Pi_B^R - \Pi_B^W)/\Pi_B^W$, $IR_S = (\Pi_S^R - \Pi_S^W)/\Pi_S^W$ 및 $IR = (\Pi^R - \Pi^W)/\Pi^W$.

〈표 1〉의 결과를 분석하면 다음과 같다.

- Case FI는 현실적 공급망 상황에 비해 더 많은 R&D 비용을 들여 월등히 더 높은 품질 수준을 달성하게 하며, 더 높은 판매 가격 책정에도 불구하고 월등히 더 높은 수준의 수요와 공급망 이익을 달성할 수 있는 기회를 제공하고 있다. 이는 공급망 내 도덕적 해이가 없는 이상적 상황의 결과로 현실적 공급망 상황에 대한 벤치마크 대상으로만 파악하여야 한다. 하지만 다양한 형태의 계약 제시 등 여러 공급망 개선 방법보다 공급망 구성원들 간의 의사결정 조정 노력을 통한 공급망 통합이 공급망 성과 개선을 위한 가장 중요한 요소임은 항상 잊지 말아야 할 것이다.
- 매출 공유 계약을 제시하는 Case R에서는 구매업체가 5.17%의 매출 공유 비율을 제시하여 전체 $pD = 2,039,063$ 의 매출 중 105,469의 매출을 공

급업체에게 양도하고 있다. 흥미로운 점은 매출 공유로 유도한 품질 수준 및 수요의 증가로 인해 총 구매 금액이 Case W에 비해 $wD^R - wD^W = 1,406,250$ 만큼 더 지불되고 있는데, 이는 매출의 공유 자체보다 거래 금액 T 의 차이를 만드는 주요 원인이 되고 있다.

- 제품의 품질 및 시장 수요는 Case R에서 Case W에 비해 더 높은 수준으로 나타나고 있는데, 이는 [정리 2]의 결과를 재확인하는 것이다.
- Case R과 Case W의 이익 성과를 비교해보면 전체 공급망 이익 Π 및 공급업체 이익 Π_S 만이 아니라 매출을 공유하는 구매업체의 이익 Π_B 도 Case R에서 더 높은 수준으로 나타나는 것을 관찰할 수 있다. 이는 매출 공유 계약이 모든 이익 성과를 개선하는 것을 확인할 수 있는 결과이다. 본 결과는 공급업체에의 보상 제시가 비용을 유발하므로 자신의 이익에 해가 될까 염려하는 현실의 구매업체들에게 중요한 시사점으로 볼 수 있다.

- Case R과 Case W 간에는 전체 공급망의 이익이 $\Pi^R - \Pi^W = 116,016$ 만큼 차이가 나고 있는데, 이는 IR = 17.68%의 이익 개선에 해당된다. Case R은 매출의 공유로 Case W에 비해 $Eff^R - Eff^W = 9.47\%$ 만큼 전체 공급망을 더 효율적으로 이끌어 이상적 수준의 공급망 이익에 다가가도록 한다.
- 앞서 언급한 바와 같이 Case R은 공급업체 만이 아니라 구매업체의 이익 역시 개선되게 하지만, 전체적인 공급망 이익 개선은 구매업체보다는 공급업체의 이익 개선에 의한 것이 크다. 구매업체의 이익이 $IR_B = 4.17\%$ 만큼 개선된 것에 비해 공급업체의 이익은 $IR_S = 63.28\%$ 만큼 개선되었다.
- 이는 전체 공급망 이익 중 구매업체가 차지하는 이익 분배율을 $PS_B^W - PS_B^R = 8.86\%$ 만큼 낮추며, 반대로 공급업체의 이익 분배율을 8.86%만큼 향상되게 한다. 전체적 공급망의 품질, 시장 및 이익 성과 중 Case R이 Case W에 비해 유일하게 낮은 성과를 보이는 척도가 구매업체의 이익 분배율 PS_B 이다.

전체적으로 <표 1>의 기본 수치 예제는 기존 공급망 상황 하에서 가장 자주 활용되고 있는 도매가 계약에 매출을 공유하는 성과 보상을 추가적으로 제시할 경우 품질, 시장 및 이익 성과를 모두 개선시킬 수 있음을 보여준다. 다만 매출 공유로 구매업체의 이익

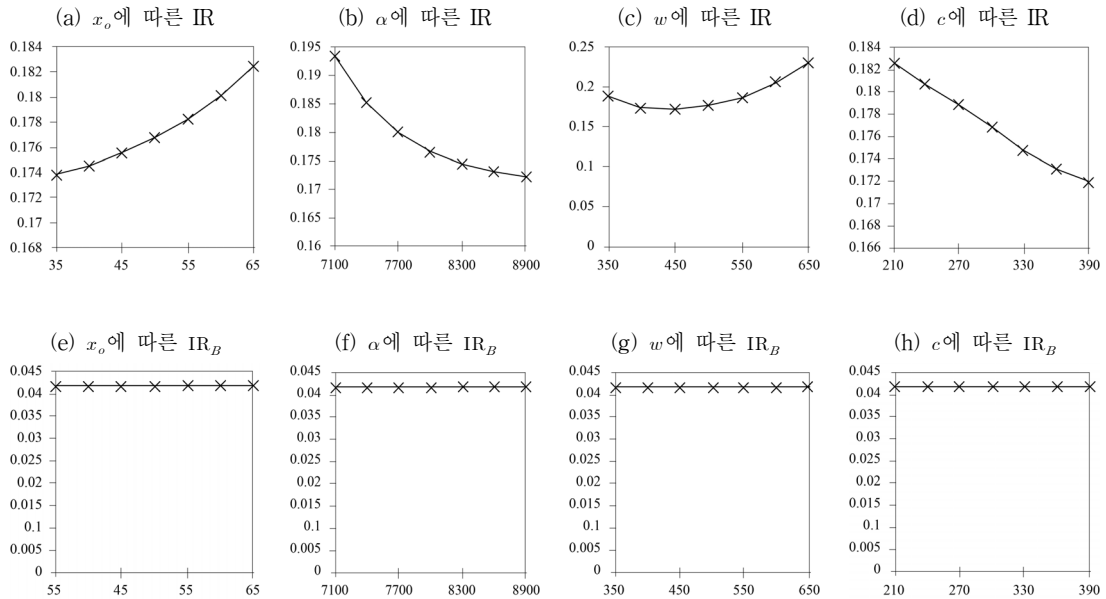
분배율이 낮아지는 현상이 나타날 수 있음을 지적하였는데, 이는 공급망 주도업체인 구매업체가 매출의 공유를 망설이게 만드는 상황이 될 수 있음을 보여준다. 하지만 여기서 주목할 점은 애초에 Case W에서 공급업체의 이익 분배율이 22.86%로 매우 낮은 수준이었다는 점이다. 매출 공유로 Case R에서 공급업체의 이익 분배율이 31.71%로 대폭 상승했지만 여전히 구매업체는 68.29%의 높은 이익 분배율을 유지하고 있다. 구성원들 간에 장기적, 전략적 파트너 관계를 유지하는 공급망이라면 매출 공유 계약이 재무 자원을 보다 고르게 분배하여 구성원들의 전체적 역량 개선에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다. 또한 구매업체의 이익 분배율은 감소하였지만, 구매업체의 이익 자체는 개선되었음을 잊지 말아야 할 것이다.

5.2 민감도 분석

본 장에서는 주요 매개변수 변화에 따른 최적해의 행태를 분석하여 경영환경 변화에 따라 공급망 내의 사결정은 어떻게 변화해야 하는지 파악하고자 한다. 본 연구에서 사용되고 있는 매개변수들 중 네 개의 주요 매개변수들을 선정하여 다음의 범위 내에서 증가시켜 최적해의 변화를 관찰하였다. 목표 시장의 제품 품질에 대한 고객 선호도 $x_o \in [35, 65]$, 목표 시장의 잠재수요 $\alpha \in [7100, 8900]$, 단위당 도매 가격

<표 2> 주요 매개변수 변화에 따른 최적해의 행태(-: 고정, ↑: 증가, ↓: 감소, ↑↓: 증가 후 감소)

		x_o [35, 65]	α [7100, 8900]	w [350, 650]	c [210, 390]
x	Case W	100.0~100.0(-)	100.0~100.0(-)	25.0~175.0(↑)	55.0~145.0(↓)
	Case R	116.9~120.6(↓)	115~122.5(↑)	40.6~196.9(↑)	68.1~169.4(↓)
D	Case W	2025~2475(↓)	1800~2700(↑)	1875~2625(↑)	1575~2925(↓)
	Case R	2531~3094(↓)	2250~3375(↑)	2344~3281(↑)	1969~3656(↓)
$\Pi_B(1k)$	Case W	410~613(↓)	324~729(↑)	352~689(↑)	248~856(↓)
	Case R	427~638(↓)	338~759(↑)	366~718(↑)	258~891(↓)
$\Pi_S(1k)$	Case W	105~195(↓)	60~240(↑)	0~150(↑↓)	83~218(↓)
	Case R	182~310(↓)	121~377(↑)	129~245(↑↓)	129~378(↓)
$\Pi(1k)$	Case W	515~808(↓)	384~969(↑)	427~700(↑↓)	331~1073(↓)
	Case R	609~948(↓)	458~1136(↑)	507~847(↑)	387~1269(↓)



[그림 1] 주요 매개변수 변화에 따른 Case W 대비 Case R의 이익 개선을 변화 (IR : 공급망 이익 개선률, IR_B : 구매업체 이익 개선률)

$w \in [350, 650]$, 단위당 생산 비용 $c \in [210, 390]$. 그 결과 중 주요 성과 변수의 최적해 행태를 <표 2>와 [그림 1]에 정리하였다.

<표 2> 및 [그림 1]의 결과를 분석하면 다음과 같다.

- 매출 공유 계약을 채택한 Case R은 어떠한 환경 변화에도 도매가 계약을 채택한 Case W에 비해 더 나은 품질 및 시장 성과를 보인다(즉, $x^{R*} > x^{W*}$, $D^{R*} > D^{W*}$). 구매업체의 이익, 공급업체의 이익 및 공급망 전체의 이익도 매출 공유 계약으로 항상 더 나은 개선 효과를 기대할 수 있다 ($\Pi_B^{R*} > \Pi_B^{W*}$, $\Pi^* S^{R*} > \Pi^* S^{W*}$, $\Pi^{R*} > \Pi^{W*}$).
- 전반적으로 주요 변수들의 행태는 Case W와 Case R 모두 유사하게 나타난다. 다만 외부 환경의 변화에 따라 품질 성과는 다른 행태를 보이는데, 도매가 계약을 적용한 Case W의 경우 고객의 제품 품질에 대한 선호도 x_o 및 목표 시장의 잠재수요 α 등 외부 환경 변화에도 공급업체는 품질 의사결정에 아무런 변화를 보이지 않는다. Case W에서 공급업체는 자신의 내부 환경 변화,

즉 도매 가격 및 생산 비용의 변화에만 반응한다. 반면 매출 공유를 통한 성과 보상을 추가한 Case R은 공급업체가 내부 및 외부 환경을 모두 고려한 의사결정을 할 수 있도록 유도하여 더 높은 품질 수준을 이끌어낼 수 있다.

- <표 2>에서 고객의 제품 품질에 대한 선호도 x_o 가 증가할 경우 Case W의 경우 품질 수준이 변함없이 동일할 수치를 보이지만, Case R의 경우 x_o 의 증가에 따라 제품 품질 x 가 감소하는 것을 볼 수 있다. 이는 본 수치 예제에서만 아니라 어떤 경우에도 항상 성립하는 관계이다(즉, $\partial x^R / \partial x_o = -(\gamma^2 - 2\beta\lambda) / (8\beta\lambda) < 0$). [정리 2]의 결과와 함께 생각하면 Case R은 고객 선호도 x_o 의 증가에 따라 제품 품질 x 가 오히려 감소하지만 Case W보다는 어떤 경우에도 더 높은 품질 수준을 유지함을 알 수 있다. 하지만 고객 선호도의 상승에 적극적으로 품질 투자를 늘려 대응할 수 없는 성과 보상 방법이라는 점을 고려할 때, 적용상 한계가 존재한다고 볼 수 있을 것이다. x_o 의 증가에 따라 Case W 및 Case R 모두가 품질

수준을 늘려 대응하지 못하므로 둘 모두 시장 및 이익 성과가 감소한다.

- 목표 시장의 잠재 수요 α 가 증가하는 경우 Case W는 품질 의사결정에 변화가 없으나 Case R은 이에 따라 품질 수준 x 를 증가시켜 긍정적 변화에 적극적으로 대응한다. Case R의 경우 잠재 수요 증가에 따라 공급망 이익 Π 가 Case W 대비 더 큰 폭으로 증가하는 것을 알 수 있는데, 이는 공급업체의 이익 Π_s 의 이익 증가로 비롯된 것이다. 구매업체의 이익 Π_B 에는 큰 변화가 없음을 관찰할 수 있다.
- 도매 가격 w 의 증가는 공급업체의 상대적 교섭력 증가를 의미하며, 이 경우 더 높은 수준의 품질 및 시장 성과를 기대할 수 있다. 흥미로운 점은 보다 강한 교섭력을 가진 유력 공급업체와 거래할 경우 Case W 및 Case R 어느 경우이나 구매업체는 더 높은 단위당 도매 가격 w 를 지불해야 하지만, 보다 높은 품질 성과로 인해 구매업체가 오히려 자신의 이익 개선을 기대할 수 있다는 점이다. 반면 w 의 증가에 따라 공급업체의 이익은 증가 후 최대값을 거쳐 감소하는데, 이는 도매 가격의 증가가 항상 공급업체의 이익 증가로 이어지지 않음을 보여준다. 도매 가격의 증가가 품질 수준 증가를 위한 더 높은 수준의 R&D 비용을 유발하기 때문이다.
- [그림 1]은 각 경영환경 변화에 따른 공급망 이익 Π 의 개선률 IR(improvement ratio)과 공급망 주도업체인 구매업체 이익 Π_B 의 개선률 IR_B 를 보여준다. 흥미로운 점은 [그림 1(a-d)]에서 보듯이 내외부 환경 변화에 따라 공급망 이익 개선률 IR은 변화하나, [그림 1(e-h)]에서와 같이 구매업체의 이익 개선률 IR_B 에는 변화가 없이 일정한 값이 유지된다는 것이다. 이는 Case R에서 구매업체가 매출 공유 계약을 통해 환경 변화의 영향을 공급업체에게 이전시키고 있음을 보여준다. 즉, 공급업체는 외부 환경 변화에 따라 이익의 변화폭이 큰 반면, 구매업체는 외부 환경 변화에도 항상 안정적으로 예측 가능한 이익 개선 효과를

를 누릴 수 있다.

- [그림 1(a-d)]에서 매출 공유로 도매가 계약 대비 더 높은 수준의 공급망 이익 개선이 가능한 상황을 정리하면 다음과 같다. 제품 품질에 대한 고객 선호도 x_0 가 증가할 때, 잠재수요 α 가 감소할 때, 도매 가격 w 가 아주 높거나 낮은 경우 또는 생산 비용 c 가 감소할 때 도매가 계약(Case W)만을 제시하는 경우에 비해 매출 공유의 제시(Case R)로 더욱 높은 비율의 공급망 이익 개선을 기대할 수 있다.

전체적으로 위 수치예제는 공급망 성과를 효과적으로 개선하기 위해 내부 및 외부 환경에 대한 이해가 반드시 선행되어야 함을 보여주고 있다. 구성원 각자가 처한 환경의 변화는 자신의 의사결정 및 이익에만 영향을 미치는 것이 아니라 다른 구성원의 의사결정 및 공급망 전체의 성과에 영향을 미치므로 근시안적 시각을 버리고 넓은 시각으로 공급망 전체를 바라볼 수 있는 시스템 시각 및 사고가 필요할 것이다.

6. 결 론

많은 기업들이 자신의 핵심 역량에 집중하고 다른 기능 및 프로세스를 타 업체에 분산화하면서 현대의 기업 경영은 여러 기업들이 서로의 역량, 정보, 자원 및 산출물을 주고 받으며 상호작용하는 공급망에 기반하여 이루어지고 있다. 본 연구는 일반적 제조 공급망에서와 같이 구매업체가 공급업체에게 제품의 생산 및 전반적 품질 결정을 위탁한 상황 하에서 구매업체가 공급업체의 품질을 통제하기 위해 고려할 수 있는 보상 방법으로 매출 공유 계약을 제시하고 이를 일반적 도매가 계약과 비교 분석하여 공급망 현실에 중요한 시사점을 아래와 같이 제시하였다.

첫째, 도매가 계약을 적용한 경우 공급업체는 고객의 제품 품질에 대한 선호도 및 목표 시장의 잠재수요 등 외부 환경의 변화를 자신의 품질 의사결정에 고려하지 않으나, 매출 공유 계약을 도입할 경우 공급업체가 내부 및 외부 환경을 모두 고려하여 균형 잡힌 의사결정을 할 수 있도록 유도하는 것을 알 수 있었다.

둘째, 본 연구는 구매업체가 매출 공유 계약을 제시할 경우 공급업체로부터 더 많은 R&D 투자를 유도하여 일반적 도매가 계약 대비 항상 더 높은 수준의 제품 품질과 고객 수요를 기대할 수 있음을 밝혔다. 매출 공유 계약은 공급망 내 제품 품질의 전반적 수준 향상을 이끌어낼 수 있는 효과적인 계약이므로 적극적으로 고려될 필요가 있을 것이다. 셋째, 본 연구는 기본적인 도매가에 의한 구매 계약에 공급업체에의 매출 공유를 추가한 형태로 매출 공유 계약을 제시하였다. 분석 결과 매출 공유 계약이 도매가 계약에 비해 공급업체에게 지불하는 거래 금액을 매우 높은 수준으로 증가시키는 것을 알 수 있었는데, 흥미로운 사실은 매출 공유로 인해 추가적으로 발생한 금액 자체는 많지 않았다는 점이다. 매출 공유 계약에서 발생한 구매 금액이 도매가 계약의 구매 금액 대비 더 높은 수준으로 발생한 것이 거래 금액 상승의 주요 원인이 되는 것을 관찰할 수 있었다. 넷째, 매출 공유 계약은 전체 공급망 및 모든 구성원의 이익을 도매가 계약 대비 더 높은 수준으로 증가시킴을 알 수 있었다. 특히 공급업체에의 더 높은 거래 금액 지불에도 불구하고 구매업체의 이익 역시 증가하는 것을 알 수 있었는데, 이는 성과 보상의 제시를 망설이는 많은 공급망 주도 업체들에게 중요한 시사점으로 볼 수 있다. 또한 매출 공유 계약은 전체 공급망을 더 효율적으로 이끌어 이상적 수준의 공급망 이익에 다가가도록 한다. 다섯째, 구매업체보다는 공급업체의 이익이 더 큰 폭으로 개선되는 것을 관찰할 수 있었다. 이는 매출 공유 계약이 기존 공급망 주도업체에게 집중되던 공급망 내 재무 자원을 보다 고르게 분배하여 구성원들의 전체적 역량 개선에 도움을 줄 수 있음을 밝힌 결과로도 해석할 수 있다. 구매업체에의 이익 분배율은 감소하였지만, 구매업체의 이익 자체는 개선되었음을 잊지 말아야 한다.

여섯째, 하지만 매출 공유 계약은 고객의 품질 선호도의 상승에 적극적으로 품질 투자를 늘려 대응하는데에는 적합하지 않은 성과 보상 방법이라는 점에서 그 한계가 존재한다고 볼 수 있다. 제품 품질에 대한 고객 선호도가 증가할 경우 더욱 적극적으로 이에 대

응할 수 있는 다른 보상 방법을 대안으로 찾아볼 필요가 있을 것이다. 일곱째, 또 한 가지 흥미로운 점은 보다 강한 교섭력을 가진 유통 공급업체와 거래할 경우 높은 단위당 구매 가격에도 불구하고, 더 높은 품질의 제품을 공급 받을 수 있어 구매업체가 자신의 이익 개선을 기대할 수 있다는 점이었다. 또한 도매 가격의 증가가 항상 공급업체의 이익 증가로 이어지지 않음을 알 수 있었는데, 도매 가격의 증가가 더 높은 수준의 R&D 비용을 유발하기 때문이다. 여덟째, 구매업체가 매출 공유 계약을 통해 환경 변화의 영향을 공급업체에게 이전시키는 것을 알 수 있었다. 매출 공유 계약을 적용할 경우 공급업체는 외부 환경 변화에 따라 이익의 변화폭이 큰 반면, 구매업체는 외부 환경 변화에도 항상 안정적으로 예측 가능한 이익 개선 효과를 누릴 수 있다. 최근 기업 환경의 급격한 변화 등을 고려할 때 매출 공유 계약은 안정적 대안이 될 수 있을 것이다. 아홉째, 매출의 공유로 도매가 계약 대비 더 높은 비율로 공급망 이익을 개선시킬 수 있는 상황은 제품 품질에 대한 고객 선호도가 증가할 때, 잠재 수요가 감소할 때, 도매 가격이 아주 높거나 낮은 경우 또는 생산 비용이 감소할 때 등이다. 이 경우 공급망 이익 개선을 위해 도매가 계약보다는 매출 공유 계약이 더욱 적극적으로 고려되어야 할 것이다.

전반적으로 본 연구는 공급망 품질 개선을 위한 성과 보상 방법으로 매출 공유 계약을 제시하고 이를 일반적인 도매가 계약과 비교하여 현실의 공급망 경영을 개선할 수 있는 중요한 시사점과 성과 보상의 적용을 위한 구체적인 가이드라인을 제시하였다. 본 연구가 앞으로의 공급망 품질 관리에 관련된 연구들에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다. 다만 본 연구는 현실에서 가능한 여러 성과 보상 방법 중 매출 공유 계약에만 초점을 두고 연구를 진행한 점에서 한계가 있다고 볼 수 있는데, 향후 이 외에 다양한 성과 보상 방법들을 함께 제시하고 이들의 성과를 동시에 비교한다면 기업들이 효과적으로 공급망을 경영하는데 더욱 공헌할 수 있을 것으로 판단한다. 또한 본 연구는 고객의 수요를 가격에 따라 감소하고 품질에

따라 증가하는 일차식으로 설정하였고, 품질 관련 투자비용은 품질 수준에 따라 기하급수적으로 증가하는 이차식을 사용하였다. 이는 과거의 많은 연구들에서 널리 통용되는 모형의 설정이기는 하나 다른 경영 환경을 고려하여 이들 주요 모형의 설정이 달라져야 한다면 연구의 결과에도 변화가 생길 수 있을 것이다. 향후의 연구에서 여러 경영 환경 상에서의 공급망 성과를 동시에 비교할 수 있다면 연구 결과를 일반화하는 데에 더욱 도움이 되리라 판단한다.

참 고 문 헌

- [1] 유승호, “공급망 구성원 간 역학관계가 R&D 및 시장 성과에 미치는 영향”, 『한국경영과학회지』, 제41권(2016), pp.113-126.
- [2] 유승호, “공급망 상생협력 활동과 성과 공유 전략”, 『한국경영과학회지』, 제36권(2011), pp.69-84.
- [3] 이정민, 서용원, “소매상의 비합리성을 고려한 공급사슬의 수익 공유 계약 설계에 대한 연구”, 『한국경영과학회지』, 제41권(2016), pp.101-127.
- [4] Baake, P. and V. von Schlippenbach, “Quality distortions in vertical relations,” *Journal of Economics*, Vol.103, No.2(2011), pp.149-169.
- [5] Baiman, S., P.E. Fischer, and M.V. Rajan, “Information, contracting, and quality costs,” *Management Science*, Vol.46, No.6(2000), pp.776-789.
- [6] Balachandran, K.R. and S. Radhakrishnan, “Quality implications of warranties in a supply chain,” *Management Science*, Vol.51, No.8(2005), pp.1266-1277.
- [7] Banker, R.D., I. Khosla, and K.K. Sinha, “Quality and competition,” *Management Science*, Vol.44, No.9(1998), pp.1179-1192.
- [8] Cachon, G.P., *Supply Chain Coordination with Contracts*, In : Graves S.C. and A.G. De Kok(editors). *Handbooks in Operations Research and Management Science : Supply Chain Management : Design, Coordination and Operation*. Elsevier Publishing Company, 2003.
- [9] Chen, J., Q. Hu, and J.-S. Song, “Contract types and supplier incentives for quality improvement,” *Working Paper*(2015) (available at <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2608772>).
- [10] Chen, Y.-J. and M. Deng, “Supplier certification and quality investment in supply chains,” *Naval Research Logistics*, Vol.60, No.3(2013), pp.175-189.
- [11] Feng, Q. and L.X. Lu, *Outsourcing design to Asia : ODM practices*, In : Haksöz, C., A. Iyer, and S. Seshadri (editors). *Managing Supply Chains on the Silk Road : Strategy, Performance and Risk*, CRC Press, 2012.
- [12] Garvin, D.A., “Competing on the eight dimensions of quality,” *Harvard Business Review*, Vol.65, No.6(1987), pp.101-109.
- [13] Hung, S.-J., “An integrated system of activity-based quality optimisation and economic incentive schemes for a global supply chain,” *International Journal of Production Research*, Vol.49, No.24(2011), pp.7337-7359.
- [14] Hwang, I., S. Radhakrishnan, and L. Su, “Vendor certification and appraisal : Implications for supplier quality,” *Management Science*, Vol.52, No.10(2006), pp.1472-1482.
- [15] Karmarkar, U.S. and R.C. Pitbladdo, “Quality, class, and competition,” *Management Science*, Vol.43, No.1(1997), pp.27-39.
- [16] Kaya, M. and Ö. Özer, “Quality risk in outsourcing : Noncontractible product quality and private quality cost information,” *Naval Research Logistics*, Vol.56, No.7(2009), pp.669-685.

- [17] Kim, K. and D. Chhajed, "Product design with multiple quality-type attributes," *Management Science*, Vol.48, No.11(2002), pp.1502-1511.
- [18] Schmitz, P.W., "Allocating Control in Agency Problems with Limited Liability and Sequential Hidden Actions," *The RAND Journal of Economics*, Vol.36, No.2(2005), pp.318-336.
- [19] Shi, L., S. Ólafsson, and Q. Chen, "An optimization framework for product design," *Management Science*, Vol.47, No.12(2001), pp.1681-1692.
- [20] Starbird, S.A., "Penalties, rewards, and inspection : Provisions for quality in supply chain contracts," *The Journal of the Operational Research Society*, Vol.52, No.1(2001), pp.109-115.
- [21] Volodymyr, B. and S.T. Christopher, "Managing opportunistic supplier Product adulteration : Deferred payments, inspection, and combined mechanisms," *Manufacturing & Service Operations Management*, Vol.14, No.2(2012), pp.301-314.
- [22] Wang, J. and H. Shin, "The impact of contracts and competition on upstream innovation in a supply chain," *Production and Operations Management*, Vol.24, No.1(2015), pp.134-146.