

## 공급망 역학 관계에 따른 제품 품질, 반품 정책 및 판매 가격의 비교

유승호(단독저자)  
선문대학교 경영학과 부교수  
(shy1228@sunmoon.ac.kr)

본 연구는 제품의 품질, 반품 정책 및 판매 가격이 목표 시장 고객들의 구매 및 반품 행동에 영향을 미치는 상황 하에서 공급망 구성원들의 역학 관계가 전체적 성과에 어떠한 영향을 미치는지 분석하는 것을 목적으로 한다. 제조업체와 판매업체로 이루어진 공급망 하에서 제조업체는 투자를 통해 제품의 품질을 결정하고, 판매업체는 판매 가격과 반품 정책을 결정하여 고객 행동에 영향을 미친다. 본 연구는 제조업체가 주도하는 공급망 및 판매업체가 주도하는 공급망 등 각각 다른 역학 관계를 가진 두 가지 공급망 모형을 제시하고, 각 공급망 모형의 특징을 비교 분석하여 현대의 공급망 경영에 중요한 시사점을 제시한다. 또한 공급망 환경의 변화에 따라 제품 품질 및 반품 정책은 어떻게 변화해야 하는지, 어떠한 공급망 형태가 더욱 나은 전체적 성과를 보장하는지 밝혀 공급망 경영자들에게 구체적 가이드라인을 제공한다. 제시된 수학적 모형의 분석을 통해 본 연구는 공급망 역학 관계가 공급망의 성과에 전체적으로 영향을 미치는 주요 원인 중 하나임을 밝혔으며, 구성원들 간 한 형태의 역학 관계를 가진 공급망이 다른 형태의 공급망에 비해 더 나은 성과를 보일 수 있는 조건은 무엇인지 상세히 밝혀 기업의 경영 환경에 따라 어떠한 공급망을 선택하는 것이 유리한지에 대한 가이드라인을 제시한다. 또한 관대한 반품 정책의 설정이 많은 경우 공급망 성과를 향상시킬 수 있는 원동력이 될 수 있음을 밝혔으며, 반품 정책을 관대하게 설정하여 공급망 성과를 최대화할 수 있는 환경적 요인이 무엇인지 역시 분석하여 공급망 경영에 도움이 되고자 한다.

주제어: 품질 관리, 반품 정책, 가격 정책, 공급망 역학 관계, 공급망 관리

### 1. 서론

고객의 제품에 대한 기호 및 선호도는 시간이 흐를수록 급변하고 있으며, 제품 라이프사이클(product lifecycle)이 짧아지면서 독특한 품질을 가진 제품을 고객들에게 먼저 선보이려는 기업들의 경쟁 역시 더욱 치열해지고 있다. 또한 전자상거래가 활발해지면서 제품을 직접 경험해보고 구매할 수 없는 환경 등으로 인해 구매, 반품 등 고객들의 행동은 과거와는 다른 방향으로 변화하고 있다. 이러한 현대 환경 하에서 고객들이 자신이 원하지 않는 품질 또는 성

향의 제품을 선택할 위험은 늘 상존하고 있으며, 이러한 고객들의 위험을 감소시켜 구매 의사결정을 촉진시키기 위해 많은 기업들은 다양한 형태의 반품 정책을 경쟁적으로 도입하고 있다.

한 연구에서는 70% 이상의 고객들이 구매 결정시 반품 정책을 고려하고 있는 것으로 보인 바 있다 (Mukhopadhyay와 Setaputra, 2007). 반품 정책은 이렇게 고객의 구매 행동을 촉진시킬 수 있지만, 관대한 반품 정책은 고객의 반품 역시 증가시켜 기업의 이익에 손실을 끼칠 수 있음을 신중히 고려하여야 한다. 실제로 대부분의 기업들에게 반품은 매우 심각한 문제이다. 국가 및 산업 분야마다 다르

지만 일반적으로 반품률은 판매의 5-9% 정도인 것으로 알려져 있으며, 고급 의류 산업의 경우 25-40%의 높은 반품률이 나타나기도 한다(Chen과 Bell, 2011). 미국의 경우 반품된 제품의 연간 가치가 과거 1천억 달러에 달한 적도 있었는데(Stock 등, 2002), 현재의 반품량은 이보다 훨씬 높은 수준으로 나타날 것으로 예상된다.

고객의 구매 및 반품 행동에 영향을 미치는 요인은 매우 다양하지만, 일반적으로 제품의 판매 가격과 제품 품질이 가장 중요한 요인일 것이다. 그 중 품질에 대한 불만족은 고객의 반품 행동에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 알려져 있는데, 이는 설계 명세(design specification)대로 제품을 만들지 못하는 문제, 즉 일치 품질(conformance quality)의 실패로 인한 불량품 문제만이 아니라, 제품 특성 및 성능 등 제품의 설계 품질(design quality)이 고객의 선호와 맞지 않아 발생하는 품질 불만족도 포함한다. 과거 미국의 45개 제조업체에 대한 조사에서 이러한 품질 문제는 전체 반품 중 70% 이상의 원인이 되는 것으로 밝혀진 바 있다(Reverse Logistics Executive Council, 1999).

제품의 품질 문제는 반품 정책이 필요한 가장 중요한 이유일 것이며, 제품의 품질 및 가격에 따라 반품 정책도 다르게 책정되어야 할 것이다. 또한 현대 기업 경영에서 반품 정책 도입의 전략적 중요성을 생각할 때 반품 정책을 먼저 통합적으로 고려한 제품 품질 및 가격의 결정도 신중히 생각해봐야 할 문제이다. 그러므로 본 연구는 제품의 품질, 반품 정책, 판매 가격 등 현대 고객들의 행동에 영향을 미치는 주요 경쟁 요소들을 통합적으로 고려하여 이들의 최적해를 구하고 이들의 관계를 밝혀 현대의 공급망 경영에 중요한 시사점을 밝히고 의사결정을 위한 가이드라인을 제공하는 것을 연구의 목적으로 한다.

현실의 공급망은 매우 다양한 형태가 존재하며 공급망 구성원들 간의 관계도 경우에 따라 매우 다르게 나타난다. 삼성, 애플(Apple) 등 독특한 특성을 가진 제품을 생산하는 제조 공급망에서는 제조업체가 공급망을 주도하며, 이마트, 월마트(Walmart) 등의 소매 공급망에서는 대형 소매업체가 공급망의 전체적 의사결정을 주도하는 것이 일반적일 것이다. 이렇게 각각 다른 공급망 역학 관계 및 상황에 따라 제품 품질, 반품 정책, 판매 가격 등은 다르게 책정되는 것이 최적일 것이고 이들은 결국 공급망의 전체적 성과를 좌우할 것이다.

본 연구는 제품 품질, 반품 정책 및 판매 가격이 고객들의 행동에 영향을 미치는 현실적 상황 하에서 공급망 구성원들 간의 역학 관계가 공급망의 전체적 성과에 미치는 영향을 분석한다. 제조업체와 판매업체로 이루어진 공급망 하에서 제조업체는 제품 품질을 결정하고 판매업체는 판매 가격과 반품 정책을 결정한다. 본 연구는 제조업체가 주도하는 공급망, 판매업체가 주도하는 공급망의 두 가지 공급망 모형을 제시하고 이들을 비교 분석하여 중요한 시사점을 제공한다. 분석을 통해 제품 품질, 반품 정책 및 판매 가격을 어떻게 통합적으로 결정하는 것이 최적인지, 더 나은 제품 품질 및 판매 반품 정책이 더 나은 성과를 보장하는지, 제조업체 주도 공급망, 판매업체 주도 공급망 등 각기 다른 역학 관계를 가진 공급망 상황 하에서 더 나은 성과를 기대할 수 있는 조건은 무엇인지 등을 구체적으로 밝혀 현실에서 공급망을 운영하는 기업들의 의사결정에 중요한 가이드라인을 제시하고자 한다. 최근 국내 및 해외에서 발생했던 여러 제품의 품질 문제와 이로 인한 대규모 반품 및 리콜 사태 등을 고려할 때 본 연구가 시의 적절한 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

## II. 문헌 연구

과거 반품정책을 다룬 연구들은 Tsay (2001), Padmanabhan과 Png (2004), Zhao (2008) 등 매우 다양하게 존재한다. 하지만 과거 연구들의 대부분은 수요의 불확실성으로 인해 발생하는 잉여재고 또는 품질 등의 상황에 보다 효과적으로 대응하기 위해 공급망 상류에서 공급업체가 구매업체에게 공급계약의 일환으로 회수보장계약(buy-back contract)을 제시하는 상황을 고려하였다. 본 연구는 이들과는 달리 공급망 하류에서 판매업체가 고객의 구매 행동을 촉진하기 위해 제시하는 고객들에의 반품 정책을 다룬 연구들에 직접적으로 관련이 있다. 고객들이 제품 구매시 불량품을 구매하거나, 인지도된 제품의 품질이 자신의 기대와 다른 경우 등 제품 구매의 위험은 항상 존재한다. 고객들에의 반품 정책은 이러한 위험을 경감하여 구매 의사결정을 촉진하기 위한 것이다.

반품 정책이 고객 행동과 기업 성과에 미치는 영향을 분석한 연구들은 최근 들어 다양하게 나타나고 있다. Mukhopadhyay와 Setoputro (2004)는 제품의 판매 가격과 반품 정책이 고객 수요와 반품 행동에 영향을 미치는 상황 하에서 e-비즈니스 기업의 이익을 최대화하는 최적해를 찾고자 하였다. Mukhopadhyay와 Setoputro (2007)는 제품의 설계 품질 및 반품 정책이 직접적으로 고객의 반품 행동에 영향을 미치는 상황 하에서 기업의 이익을 최대화하는 최적해를 제품 수명주기 관점 하에서 탐색하였다. Ketzenberg와 Zuidwijk (2009)는 판매 가격, 반품 정책, 주문량을 동시에 결정하는 모형을 제시하였는데, 이주기 모형을 통해 첫 번째 주기에 판매된 후 반품된 제품을 두 번째 주기에 품질 회복

후 재판매하는 상황을 가정하였다. Xiao 등 (2010)은 제조업체와 소매업체가 존재하는 공급망 하에서 고객 및 소매업체에의 이 단계 반품 정책이 수요의 불확실성 하에서 공급망 조정을 이루어낼 수 있는지 분석하였다. Shulman 등 (2011)은 경쟁 환경 하에서 반품 정책이 기업 성과에 미치는 영향을 분석하였는데, 경쟁 환경 하에서 오히려 반품 정책이 엄격해질 수 있음을 보였다. Yoo (2014)는 공급업체가 위험 회피 성향을 가진 현실적 공급망 상황 하에서 제품 품질과 반품 정책의 관계를 분석하였으며, 판매한 반품 정책에 앞서 높은 제품 품질이 선행되어야 함을 밝혔다. Yoo 등 (2015)은 도매가 계약, 회수 보장 계약, 수량 할인 계약 등 구매업체와 공급업체 간의 계약 형태에 따라 제품 판매 가격과 반품 정책의 최적해 및 공급망의 이익 성과가 어떻게 달라지는지 분석하였다. 이들을 종합적으로 분석해보면 본 연구와 다른 점들을 알 수 있는데, 이들을 정리해보면 다음과 같다.

첫 번째, Mukhopadhyay와 Setoputro (2007), Yoo (2014)는 본 연구와 유사하게 제품 품질과 반품 정책의 관계를 밝히고자 하였으며, Mukhopadhyay와 Setoputro (2004), Ketzenberg와 Zuidwijk (2009), Yoo 등 (2015)은 반품 정책과 판매 가격의 통합적 의사결정을 다룬 바 있다. 하지만 제품 품질, 반품 정책 및 판매 가격 등 현대의 고객 의사결정에 영향을 미치는 세 가지 주요 원인을 통합적으로 다룬 연구는 찾아보기가 쉽지 않다. 최근 국내에서도 박유진과 오종민 (2016), 유승호 (2016), 유승호와 이평수 (2016), 편제범 등 (2016)이 제품 품질 의사결정에 대한 연구를 진행하였으며, 김기훈 (2015), 유승호와 손진현 (2015) 등이 제품 가격 결정에 관한 연구를 진행한 바 있으나 역시 품질 및 가격 등 고객 행동에 영향을 미치는 주요 원인들을

반품 정책 또한 포함하여 통합적으로 분석한 연구는 찾아보기 어렵다. 본 연구는 상기 세 가지 주요 경쟁 요인을 동시에 고려한 수학적 모형을 제시하고, 이들의 최적해를 구하여 전체적 성과에 미치는 영향을 밝히고자 한다.

두 번째로 본 연구가 과거의 반품 정책 관련 연구들과 다른 점은 과거 대부분의 연구들은 한 기업이 경영을 위해 필요한 모든 프로세스를 수행하고 모든 의사결정을 책임지는 상황을 고려했다는 점이다. 현실의 대부분 기업들은 경쟁력을 키우기 위해 자신의 핵심 역량에 더욱 집중하고 있으며 많은 기능 분야 및 프로세스를 다른 기업들에게 아웃소싱(outsourcing)하고 있다. 이러한 현상은 시간이 지날수록 더욱 가속화되고 있으며 이제 공급망 관점에서의 기업 경영은 선택이 아닌 기본이 된지 오래이다. 과거의 반품 정책 관련 연구 중 Xiao 등 (2010), Yoo (2014), Yoo 등 (2015)은 본 연구와 유사하게 공급망 관점에서의 반품 정책을 다룬 바 있으나 반품의 주요 원인이 되는 제품의 품질, 그리고 고객의 구매 행동에 크게 영향을 미치는 판매 가격 등을 동시에 통합적으로 고려하지 않아 본 연구와 같다고 보기 어렵다.

세 번째, 공급망의 형태는 매우 다양하게 나타나며 공급망 내 구성원들 간의 역할 관계는 매우 다양하게 나타날 수 있다 (McMillan, 1990). Xiao 등 (2010), Yoo (2014), Yoo 등 (2015) 등 공급망에서의 반품 정책을 다룬 과거 연구는 존재하지만, 공급망 역학 관계에 따른 전체적 성과에의 영향을 다룬 연구는 찾아보기가 매우 쉽지 않다. 본 연구는 제조업체가 공급망을 주도할 경우, 그리고 판매업체가 공급망을 주도할 경우의 두 가지 상황을 고려한 공급망 모형을 제시하고 이들 각각에서 반품 정책, 제품 품질 및 제품의 판매 가격이 각각 어떻게 다르게 나타나는지 밝힐 것이다. 또한 공급망을 둘러싼

내외부 환경 변화에 따른 시장 및 이익 성과의 행태를 분석하여 주어진 환경 하에서 어떠한 공급망 형태를 선택하는 것이 더 나은 성과를 보장하는지 밝혀 현실의 공급망 경영에 중요한 시사점을 제공하고자 한다.

전체적으로 본 연구는 과거 반품 정책의 결정을 다룬 연구들을 확장하여 제품 품질, 반품 정책 및 제품 판매 가격을 통합적으로 결정하는 연구로 발전시킨다. 한 기업의 운영 환경만을 고려하였던 과거의 연구들과는 달리 본 연구는 기업들의 핵심 역량에의 전략적 집중 및 아웃소싱 상황을 고려하여 공급망 상황 하에서 제조업체의 제품 품질 결정 그리고 판매업체의 반품 정책 및 판매 가격 의사결정이 어떻게 이루어지는 것이 최적인지 밝힐 것이다. 또한 현실에 존재할 수 있는 다양한 형태의 공급망 역학 관계를 고려하여 제조업체 주도 공급망, 판매업체 주도 공급망의 두 가지 모형을 제시한다. 본 연구는 이들의 특성과 성과를 비교하여 주어진 시장 환경 하에서 제품 품질 및 반품 정책 등 주요 의사결정은 어떻게 이루어지는 것이 최적인지, 내외부 환경 변화 하에서 어떠한 공급망 형태를 선택하는 것이 최적인지 밝혀 공급망 관련 연구의 흐름에 공헌하고 이론과 현실의 차이를 좁히고자 한다.

### III. 기본 수학적 모형

본 장에서는 공급망 모형의 구성을 위해 필요한 기본 수학적 모형을 소개하고, 각각 다른 역할 관계에 따른 공급망 모형은 다음 장에서 소개하도록 한다.

고객의 구매 행동에 영향을 미치는 요인은 매우 다양하다. 본 연구는 이들 중 가장 중요한 원인인 제



품의 판매 가격과 품질이 고객 수요에 미치는 영향을 고려한다. 또한 서론에서 언급한 바와 같이 최근 고객의 구매 행동에 큰 영향을 미치고 있는 반품 정책 역시 포함하여 고려하도록 한다. 고객 수요  $D$ 는 다음과 같이 정의한다.

$$D = a - \beta p - \gamma(x_0 - x) + \eta r. \quad (1)$$

여기서  $a$ 는 목표 시장의 잠재 수요,  $p$ 는 제품의 단위당 판매 가격,  $x_0$ 는 목표 시장 고객들의 제품 품질에 대한 선호도(또는 기대),  $x$ 는 제품의 실제 품질,  $r$ 은 제품 반품 시의 환불 금액이며,  $\beta$ ,  $\gamma$  및  $\eta$ 는 각 주요 변수가 수요에 미치는 영향을 나타내는 계수(coefficient)들이다. 고객의 수요  $D$ 는 과거 많은 경제 및 경영 관련 문헌에서와 같이 제품의 판매 가격  $p$ 의 증가에 따라 감소한다(Lederer와 Rhee, 1995; Banker 등, 1998; 유승호와 손진현, 2015).

반면  $D$ 는 제품의 품질 수준  $x$ 에도 역시 영향을 받는다. 현실에서 제품의 품질은 성능, 특징, 신뢰성, 내구성, 서비스 가능성 등 매우 다양한 특성들을 고객들이 통합적으로 고려하여 판단하는 것으로 간주한다(Garvin, 1987). 본 연구에서  $x$ 는 여러 품질 특성들을 통합적으로 결합한 단일 연속 변수로 간주하며, 이들의 결합을 위해서는 Shi 등 (2001), Kim과 Chhajed (2002) 등에서와 같이 고객이 판단하는 각 품질 특성의 중요성, 즉 가중치를 고려한 평균법이 현실에서 가장 일반적으로 통용되는 방법일 것이다. Karmarkar와 Pitbladdo (1997)와 유사하게 고객은 제품의 품질에 대해 일정 수준의 기대  $x_0$ 를 가지고 있으며, 기대  $x_0$ 와 실제 인지한 제품 품질 수준  $x$ 의 차이에 따라 고객 행동은 결정된다. 수식 (1)에서  $x$ 가  $x_0$ 에 미치지 못하는 경우 품질의 차이 ( $x_0 - x$ )에 의해 고객 수요는 감소하며,  $x$ 가  $x_0$ 를

상회하는 경우 ( $x_0 - x$ )에 의해 고객 수요는 증가한다.

또한 반품 정책도 수요  $D$ 에 영향을 미친다. 본 연구에서는 고객이 제품을 반품할 때 받을 수 있는 단위당 환불(refund) 금액  $r$ 로 반품 정책을 표현하며, 환불 금액  $r$ 이 높을수록 더 관대한 반품정책,  $r$ 이 낮을수록 더 엄격한 반품 정책을 의미한다. 반품 정책이 관대할수록, 즉 반품 시 더 높은 환불 금액  $r$ 이 보장될수록 고객의 수요는 수식 (1)에서와 같이 증가한다.

하지만 반품 정책은 관대해질수록 고객의 반품 역시 증가시켜 기업의 이익에 해가 될 수 있다. 또한 제품 구매 후 고객이 제품에 대해 만족하지 못할 경우 현실에서와 같이 반품은 늘어난다. 본 연구는 제품의 판매가 시장에서 이미 과거부터 이루어진 상황을 고려한다. 상기한 상황들을 고려할 때 본 연구에서 고객의 반품  $E$ 는 수요  $D$ 와 유사하게 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$E = \phi + \theta r + \rho(x_0 - x). \quad (2)$$

여기서  $\phi$ 는 잠재적인 고객 반품 수량,  $\theta$ 와  $\rho$ 는 각각 반품정책과 제품 품질이 반품에 미치는 영향을 나타내는 계수들이다. 수식 (2)에서 반품  $E$ 는 반품 정책이 관대할수록, 즉 환불 금액  $r$ 이 증가할수록 증가한다. 또한 고객의 제품 품질에 대한 기대와 인지의 차이 ( $x_0 - x$ )가 증가할수록  $E$ 는 증가한다. 반면 고객의 기대  $x_0$ 를 실제 제품 품질  $x$ 가 상회할 경우 반품은 줄어들 것이다.

본 연구의 공급망은 제조업체와 판매업체로 이루어져 있다. 판매업체는 제조업체로부터 제품을 구매하여 고객에게 판매하며, 반품 정책 또는 품질 문제 등으로 반품된 제품을 처리해야 한다. 그러므로 판

매업체는 고객에 대한 판매 가격과 환불 금액을 결정해야 한다. 이러한 사항들을 고려할 때 판매업체의 이익  $\Pi_R$ 은 다음과 같이 정의한다.

$$\Pi_R(p, r) = (p - w)D - rE. \quad (3)$$

여기서  $w$ 는 단위당 도매 가격이며, 고객 수요  $D$  및 반품  $E$ 는 수식 (1)과 (2)에 정의되어 있다. 판매업체와 제조업체 간 구매 계약(또는 공급 계약)의 형태 및 조건은 현실에서 매우 다양하게 나타날 수 있다. 본 연구에서는 그 중 현실에서 가장 널리 쓰이고 있는 도매가 계약을 채택하여 판매업체 또는 제조업체가 공급망을 주도하는 각각 다른 공급망 상황 하에서 공급망의 전체적 성과는 어떻게 달라지는지 비교 분석할 것이다. 이를 위해 본 연구는 단위당 도매가  $w$ 를 결정 변수가 아닌 주어진 매개변수(parameter)로 간주한다. 즉,  $w$ 가 판매업체 또는 제조업체의 일방적 결정이 아닌 협상에 의해 결정되는 상황을 고려하며, 동일한  $w$ 가 주어진 상황에서 판매업체가 주도하는 공급망 그리고 제조업체가 주도하는 공급망의 성과를 직접적으로 비교 분석하여 각 공급망 상황 하에서 나타나는 특징들을 밝혀 시사점을 제공하고자 한다.

제조업체는 R&D 투자를 통해 제품 품질 수준을 결정하고, 생산된 제품을 판매업체에게 공급한다. 이들을 고려할 때 제조업체의 이익  $\Pi_M$ 은 다음과 같이 결정한다.

$$\Pi_M(x) = (w - c)D - \frac{1}{2}\lambda x^2. \quad (4)$$

여기서  $(1/2)\lambda x^2$ 는 제품의 품질 수준  $x$ 의 향상을 위한 R&D 비용이며,  $\lambda$ 는 R&D 비용의 규모를 결

정하는 계수이다.  $x$ 의 향상에 투입되는 비용은 다양한 형태가 가능한데 본 연구는 과거 Karmarkar와 Pitbladdo (1997), Banker 등 (1998)에서와 같이 이차 함수 형태를 활용하여  $x$ 의 증가에 따라 R&D 비용이 기하급수적으로 증가하는 상황을 고려한다.

본 연구는 수식 (3) 및 (4)의 판매업체 및 제조업체의 이익 함수를 기본으로 다음 장에서 각각 다른 공급망 역학 관계에 따른 공급망 모형을 소개하고 이들을 비교하고 분석한다.

## IV. 공급망 모형

본 연구는 현실에 나타날 수 있는 각각 다른 공급망 역학 관계를 고려하여 다음과 같은 세 가지의 공급망 모형을 제시한다. 먼저 (1) Case FB: 공급망 내에 도덕적 해이가 존재하지 않는 이상적 퍼스트-베스트(first-best) 공급망을 벤치마크(benchmark) 대상으로 제시하고, (2) Case M: 제조업체가 판매업체에 비해 더 높은 수준의 교섭력을 가지고 공급망을 주도하는 상황, 그리고 (3) Case R: 더 높은 교섭력으로 판매업체가 공급망을 주도하는 상황 등 두 가지 현실적인 분산화된 공급망 상황을 제시한다. 본 연구는 이들의 비교를 통해 중요한 시사점을 제시하고자 한다.

### 4.1 Case FB: 벤치마크

Case FB는 공급망 내 구성원들의 행동을 아무런 비용 없이 모니터링하고 통제할 수 있어 도덕적 해이 및 기회주의적 의사결정으로 인한 비효율성의 문

제가 전혀 발생하지 않는 이상적 퍼스트-베스트(first-best) 상황을 의미한다. 이렇게 공급망의 모든 의사결정이 완벽히 조정(coordination)된 Case FB는 현실적 공급망 상황에 대한 벤치마크 대상으로 활용될 것이다. 이는 비용 없이 모든 공급망 프로세스를 통합한 상황과 동일하다. 그러므로 Case FB의 공급망 이익  $\Pi^{FB}$ 는 수식 (3)과 (4)의 판매업체와 제조업체의 이익  $\Pi_R$ 과  $\Pi_M$ 을 더해 다음과 같이 나타난다.

$$\Pi^{FB}(p, r, x) = \Pi_R + \Pi_M = (p - c)D - rE - \frac{1}{2}\lambda x^2. \quad (5)$$

여기서 위첨자 FB는 Case FB를 나타내며, 고객 수요  $D$ 와 반품  $E$ 는 수식 (1) 및 (2)에 정의되어 있다. 공급망 프로세스 통합으로 Case FB에는 공급망 구성원들 간의 상호작용 및 이로 인한 이중이익 추구 현상 등 비효율이 존재하지 않는다.

Case FB의 최적 판매 가격  $p$ , 반품 정책  $r$ , 품질 수준  $x$ 는 수식 (5)를  $p$ ,  $r$  및  $x$ 로 일차 미분해 일차 필요조건들을 구하고, 이들을 동시에 풀면 다음과 같이 폐쇄해(closed-form solution) 형태로 구할 수 있다.

$$p^{FB*} = \frac{(2\lambda\theta - \rho^2)(\alpha - \beta c - \gamma x_o) - (\gamma\rho + \eta\lambda)(\phi + \rho x_o)}{4\beta\lambda\theta - 2\gamma^2\theta - 2\gamma\rho\eta - 2\beta\rho^2 - \lambda\eta^2} + c, \quad (6)$$

$$r^{FB*} = \frac{(\gamma\rho + \eta\lambda)(\alpha - \beta c - \gamma x_o) - (2\beta\lambda - \gamma^2)(\phi + \rho x_o)}{4\beta\lambda\theta - 2\gamma^2\theta - 2\gamma\rho\eta - 2\beta\rho^2 - \lambda\eta^2}, \quad (7)$$

$$x^{FB*} = \frac{(2\gamma\theta + \rho\eta)(\alpha - \beta c - \gamma x_o) - (2\beta\rho + \gamma\eta)(\phi + \rho x_o)}{4\beta\lambda\theta - 2\gamma^2\theta - 2\gamma\rho\eta - 2\beta\rho^2 - \lambda\eta^2}. \quad (8)$$

수식 (6-8)의  $p^{FB*}$ ,  $r^{FB*}$  및  $x^{FB*}$ 를 수식 (1), (2) 및 (5)에 대입하면 최적 수요, 최적 반품 및 최적 공급망 이익 역시 폐쇄해 형태로 구할 수 있다. 상기의 해가  $\Pi^{FB}$ 의 최대화를 보장하기 위해 이차 및 삼차 헤시안 결정자(Hessian determinant)로부터 다음과 같은 조건이 필요하다.

$$2\beta\lambda - \gamma^2 > 0, 4\beta\theta - \eta^2 > 0, 2\lambda\theta - \rho^2 > 0 \text{ 및} \\ 4\beta\lambda\theta - 2\gamma^2\theta - 2\gamma\rho\eta - 2\beta\rho^2 - \lambda\eta^2 > 0. \quad (9)$$

상기의 조건들은 공급망 이익 개선에 영향을 미치는 요인들과 이익에 손실을 일으키는 요인들 간에 일정한 균형을 이룰 때에 공급망 이익을 최대화시키는 판매 가격, 반품 정책 및 품질 수준의 최적해를 동시에 결정할 수 있음을 보여준다. 본 연구는 상기의 조건들이 만족되어 Case FB의 최적해가 존재하는 상황을 고려하며, 수식 (7-9)의 이상적 최적해를 현실적 분산화 상황의 벤치마크 대상으로 활용할 것이다.

#### 4.2 Case M: 제조업체 주도 공급망

Case M은 제조업체가 강한 교섭력을 가져 공급망 역학 관계 상 판매업체보다 우위에 있는 상황을 고려한다. 이는 삼성, 애플(Apple) 등 독특한 특성을 가진 제품을 생산하는 제조 공급망들에서 관찰할 수 있는 형태이다. Case M에서 제조업체는 스택클버그 리더(Stackelberg leader) 역할을 수행하고, 판매업체는 추종자(follower) 역할을 수행하여 제조업체의 제품 품질에 대한 주어진 의사결정에 자신의 이익을 최대화하는 판매 가격과 반품 정책을 결정한다. 그러므로 일반적인 스택클버그 게임(Stackelberg game)에서와 같이 역방향 유도

(backward induction)에 의해 추종자인 판매업체의 최적해를 먼저 구한다. 수식 (3)의 판매업체의 이익  $\Pi_R$ 을 판매 가격  $p$ 와 반품 정책  $r$ 로 일차 미분하여 일차 필요조건들을 구하고, 이들을 동시에 풀면 다음과 같은 최적  $p$ 와  $r$ 을 제품 품질  $x$ 의 함수로 구할 수 있다.

$$p^{M^*}(x) = \frac{2\theta(\alpha - \beta w - \gamma(x_o - x)) - \eta(\phi + \rho(x_o - x))}{4\beta\theta - \eta^2} + w, \quad (10)$$

$$r^{M^*}(x) = \frac{\eta(\alpha - \beta w - \gamma(x_o - x)) - 2\beta(\phi + \rho(x_o - x))}{4\beta\theta - \eta^2}. \quad (11)$$

수식 (10)과 (11)의  $p^{M^*}$ 과  $r^{M^*}$ 이 이차 충분조건을 만족해  $\Pi_R$ 의 최대화를 보장하기 위해서는 다음과 같은 조건이 필요하다.

$$4\beta\theta - \eta^2 > 0. \quad (12)$$

수식 (10)과 (11)의  $p^{M^*}$ 과  $r^{M^*}$ 을 수식 (4)의 제조업체 이익  $\Pi_M$ 에 대입한 후  $\Pi_M$ 의 일차 필요조건으로부터 최적 품질 수준  $x^{M^*}$ 을 다음과 같이 폐쇄해 형태로 구할 수 있다.

$$x^{M^*} = \frac{\beta(2\gamma\theta + \eta\rho)(w - c)}{\lambda(4\beta\theta - \eta^2)}. \quad (13)$$

수식 (13)의  $x^{M^*}$ 을 수식 (10)과 (11)에 대입하면  $p^{M^*}$ 과  $r^{M^*}$ 도 다음과 같이 폐쇄해 형태로 나타난다.

$$p^{M^*} = \frac{2\theta(\alpha - \beta w - \gamma x_o) - \eta(\phi + \rho x_o)}{4\beta\theta - \eta^2} + \frac{\beta(2\gamma\theta + \eta\rho)^2(w - c)}{\lambda(4\beta\theta - \eta^2)^2} + w, \quad (14)$$

$$r^{M^*} = \frac{\eta(\alpha - \beta w - \gamma x_o) - 2\beta(\phi + \rho x_o)}{4\beta\theta - \eta^2} + \frac{\beta(2\beta\rho + \gamma\eta)(2\gamma\theta + \rho\eta)(w - c)}{\lambda(4\beta\theta - \eta^2)^2}. \quad (15)$$

수식 (13-15)는 제조업체가 주도하는 공급망 상황 하의 최적해이다. 공급망 역학 관계는 상황에 따라 다르게 나타날 수 있으므로 다른 상황 역시 고려할 필요가 있다. 다음 장에서는 판매업체가 주도하는 Case R을 소개하고 이를 분석한다.

#### 4.3 Case R: 판매업체 주도 공급망

전 장의 Case M과 반대로 본 장의 Case R에서는 판매업체의 교섭력이 제조업체보다 강하여 판매업체가 스테클버그 리더 역할을 수행하며 공급망을 이끄는 상황을 고려한다. Case R은 이마트, 월마트(Walmart) 등에서와 같이 대형 마트, 백화점 등이 이끄는 소매 공급망에서 매우 흔하게 찾아볼 수 있는 형태이다.

그러므로 Case R은 Case M과 반대로 스테클버그 리더인 판매업체의 의사결정 하에 제조업체가 자신의 이익을 최대화하는 제품 품질을 결정하는 상황을 고려한다. 역방향 유도에 따라 먼저 수식 (4)의 제조업체 이익  $\Pi_M$ 을 제품 품질  $x$ 로 일차 미분하여 일차 필요조건을 구한다. 구해진 일차 필요조건을  $x$ 에 대해 풀면  $x$ 의 최적해를 폐쇄해 형태로 아래와 같이 구할 수 있다.

$$x^{R^*} = \frac{\gamma(w - c)}{\lambda}. \quad (16)$$

여기서 위첨자  $R$ 은 Case R을 의미한다. 수식 (16)의  $x^{R^*}$ 을 수식 (3)의 판매업체의 이익  $\Pi_R$ 에 대



입한 후에 이를 판매 가격  $p$ 와 반품 정책  $r$ 로 일차 미분한 일차 필요조건으로부터  $p$ 와  $r$ 의 최적해를 다음과 같이 구할 수 있다.

$$p^{R*} = \frac{2\theta(\alpha - \beta w - \gamma x_o) - \eta(\phi + \rho x_o)}{4\beta\theta - \eta^2} + \frac{\gamma(2\gamma\theta + \eta\rho)(w - c)}{\lambda(4\beta\theta - \eta^2)} + w, \quad (17)$$

$$r^{R*} = \frac{\eta(\alpha - \beta w - \gamma x_o) - 2\beta(\phi + \rho x_o)}{4\beta\theta - \eta^2} + \frac{\gamma(2\beta\rho + \gamma\eta)(w - c)}{\lambda(4\beta\theta - \eta^2)}. \quad (18)$$

다음 장에서는 Case M과 Case R의 최적해를 비교하여 각 공급망 모형의 특징을 분석하고, 공급망 성과 개선을 위한 시사점을 제시한다.

## V. 공급망 모형의 비교

### 5.1 제품 품질 및 반품 정책의 비교

이번 장에서는 Case M과 Case R의 최적 제품 품질과 반품 정책을 비교한다. 각 공급망 모형의 최적해를 살펴보면 반품 정책의 의사결정 구조는 Case M 및 Case R에서 유사하게 나타나지만, 제품 품질의 경우는 두 공급망 모형에서 확연히 다르게 나타나는 것을 알 수 있다. 이를 분석하면 다음과 같은 특징을 알 수 있다.

정리 1.  $\partial x^{M*}/\partial \beta < 0$ ,  $\partial x^{M*}/\partial \gamma > 0$ ,  $\partial x^{M*}/\partial \eta > 0$ ,  $\partial x^{M*}/\partial \theta < 0$ ,  $\partial x^{M*}/\partial \rho > 0$ ,  $\partial x^{M*}/\partial \lambda < 0$ 인 반면,  $\partial x^{R*}/\partial \beta = 0$ ,  $\partial x^{R*}/\partial \gamma > 0$ ,  $\partial x^{R*}/$

$\partial \eta = 0$ ,  $\partial x^{R*}/\partial \theta = 0$ ,  $\partial x^{R*}/\partial \rho = 0$ ,  $\partial x^{R*}/\partial \lambda < 0$ 이다.

증명. 수식 (13)과 (16)의  $x^{M*}$ 과  $x^{R*}$ 을 매개변수  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\eta$ ,  $\theta$ ,  $\rho$  및  $\lambda$ 로 각각 편미분하고, 수식 (9)와 (12)의 조건을 고려하면 정리 1의 결과를 쉽게 얻을 수 있다. □

정리 1은 공급망 역학 관계가 구성원들의 의사결정 구조를 전반적으로 변화시키는 중요한 요인임을 보여준다. 특히 공급망 역학 관계에 따라 제품 품질의 의사결정은 매우 다르게 나타나는데, 제조업체가 공급망을 주도하는 경우(Case M) 제조업체는 공급망의 전체적 환경을 모두 고려하여 제품 품질을 결정한다. 반면 판매업체가 공급망을 주도하는 경우(Case R), 제조업체는 자신의 이익에 직접적으로 관련이 있는 환경의 변화만을 선택적으로 채택하여 의사결정에 반영한다. 즉, Case R에서 제조업체는 제품 품질의 수요에의 영향  $\gamma$ , 제품 품질에 따른 R&D 비용의 증가  $\lambda$  만을 고려하여  $x^{R*}$ 을 결정하는 반면, Case M에서는  $\gamma$ 와  $\lambda$  외에도 가격, 품질 및 반품정책이 고객 수요와 고객 반품에 미치는 영향들을 종합적으로 고려하여 의사결정을 내릴 수 있다.

이렇게 공급망 역학 관계에 따라 각각 다르게 나타나는 Case M과 Case R의 의사결정 구조는 제품 품질과 반품 정책을 각각 다르게 나타나게 한다. 이들을 비교하면 다음과 같은 특징을 알 수 있다.

정리 2.  $x^{M*}$ 과  $x^{R*}$ , 그리고  $r^{M*}$ 과  $r^{R*}$ 의 관계는 다음과 같다.

$$\gamma < \frac{\beta\rho\eta}{2\beta\theta - \eta^2}, \rho > \frac{\gamma(2\beta\theta - \eta^2)}{\beta\eta} \text{ 또는 } \theta < \frac{\eta(\beta\rho + \gamma\eta)}{2\beta\gamma} \text{ 일 때, } x^{M*} > x^{R*} \text{ 그리고 } r^{M*} > r^{R*}$$

의 관계가 성립한다. 반대의 조건일 때  $x^{R^*} > x^{M^*}$  그리고  $r^{R^*} > r^{M^*}$ 이다.

증명. 수식 (13)과 (16)의  $x^{M^*}$ 과  $x^{R^*}$ 을 직접 비교하면,  $x^{R^*} - x^{M^*} = (\beta n \rho - y(2\beta\theta - \eta^2))(w - c)/(\lambda(4\beta\theta - \eta^2))$ 이고, 수식 (15)와 (18)의  $r^{M^*}$ 과  $r^{R^*}$ 을 직접 비교하면,  $r^{R^*} - r^{M^*} = (y(2\beta\theta - \eta^2) - \beta n \rho)(2\beta\rho + \eta n)(w - c)/(\lambda(4\beta\theta - \eta^2)^2)$ 을 얻는다. 이들로부터 각 Case의 최적해가 다른 Case의 최적해보다 클 조건을 찾으면 정리 2의 결과를 구할 수 있다. □

먼저 정리 2의 결과는 제품 품질과 반품 정책의 관계를 보여준다. 어떠한 공급망 역학 관계 하에서도 상대적으로 관대한 반품 정책(높은 환불 가격  $r$ )은 충분히 높은 수준의 제품 품질  $x$ 가 보장된 경우에만 가능하다. 반대로 제품 품질 수준  $x$ 가 낮은 경우에는 상대적으로 엄격한 반품 정책(낮은 환불 가격  $r$ )이 적용되어야 한다. 제품 품질이 높을 경우 상대적으로 엄격한 반품 정책을 적용하거나 낮은 품질의 제품에 상대적으로 관대한 반품 정책을 적용하는 것은 최적의 의사결정이 될 수 없다. 이는 제품 품질의 변화 없이 반품 정책의 변화만으로 더 나은 성과를 거두고자 하는 기업들에게 중요한 시사점이 될 것이다.

또한 정리 2의 결과는 목표 시장 고객들의 성향에 따라 각각 다른 역학 관계를 가진 공급망을 선택적으로 채택하여 운영하는 것이 공급망 운영에 도움이 될 수 있음을 보여준다. 정리 2의 결과를 다시 정리하면 제품 선택 대안이 많지 않거나 일상적으로 사용하는 제품인 관계로 고객의 구매 행동이 제품 품질에 크게 영향을 받지 않는 경우(충분히  $y$ 가 작을 경우), 품질 불만족 시 상대적으로 많은 고객들이

제품 사용을 꺼리고 반품을 선택하는 경우( $\rho$ 가 충분히 클 경우), 또는 반품 정책의 변화에도 고객의 반품 행동에 크게 변화가 없는 경우( $\theta$ 가 충분히 작을 경우)에는 제조업체가 공급망을 주도할 때 더 나은 제품 품질과 더 관대한 반품 정책을 항상 기대할 수 있다. 이 경우 판매업체가 더 나은 제품 품질과 관대한 반품 정책으로 공급망 성과 개선을 추구한다면 자신이 쉽게 통제할 수 있는 영세 제조업체보다 더 나은 역량을 갖춘 제조업체와 거래하는 것이 더 나은 성과를 보장할 것이다. 반대로 역동적 시장 환경 하에서 제품의 독특한 특성에 고객의 구매 행동이 크게 변화할 경우( $y$ 가 충분히 클 경우), 품질 불만족에도 반품보다는 제품을 그대로 사용하고자 하는 고객이 상대적으로 많은 경우( $\rho$ 가 충분히 작은 경우), 또는 반품 정책의 변화에 고객의 반품 행동이 민감하게 반응하는 경우( $\theta$ 가 충분히 클 경우)에는 판매업체가 주도하는 공급망에서 더 나은 제품 품질과 더 관대한 반품 정책을 기대할 수 있다. 이러한 공급망 외부 환경 하에서 제조업체는 자신이 직접 공급망을 통제하는 것보다 더 역량 있는 대규모 판매업체와 제휴하는 것이 더 나은 성과를 보장할 수 있을 것이다.

하지만 더 높은 제품 품질과 더 관대한 반품 정책이 전체적으로 더 높은 공급망 이익을 보장하는지는 정리 2의 결과로는 명확하지 않다. 추가적인 비용의 유발로 인해 공급망 구성원들의 손실을 발생시킬 가능성 또한 고려하여 전체적 시장 및 이익 성과가 어떻게 나타나는지 분석하여야 할 것이다. 다음 장에서는 수치 예제를 통해 다양한 관점에서 두 공급망 모형의 특징과 전체적 성과를 종합적으로 분석하도록 한다.

## 5.2 기본 수치 예제

기본 수치 예제를 위한 매개변수는 다음과 같이 설정한다. 제품 품질에 대한 고객 선호도  $x_0 = 50$ , 단위당 도매 가격  $w = 800$ , 단위당 생산비용  $c = 300$ , 수식 (1)의 고객 수요  $D = a - \beta p - \gamma(x_0 - x) + \eta r = 3000 - 2p - 2(50 - x) + 2r$ . 수식 (2)의 고객 반품  $E = \phi + \theta r + \rho(x_0 - x) = 100 + 3r + 3(x_0 - x)$ . 제품 품질 개선을 위한 R&D 비용  $= (1/2)\lambda x^2 = (1/2)10x^2$ . 상기의 매개변수들은 수식 (9)와 (12)의 조건을 모두 만족하여 Case FB, Case M 및 Case R의 최적해를 모두 사용할 수 있게 한다. 기본 수치 예제의 해를 <표 1>에 정리하였다. <표 1>에는 세 가지 성과 지표가 추가되어 있다. Eff는 각 공급망 모형의 효율성 (efficiency)을 의미하며, 현실적 상황을 고려한 분산화 모형인 Case M 또는 Case R의 공급망 이익이 이상적 상황인 Case FB의 공급망 이익 성과에

얼마나 근접하였는지를 보여주는 지표이다. 그 외 판매업체 및 제조업체의 이익 분배율(profit share ratio)  $PS_R$  및  $PS_M$ 을 추가하였다. 여기서  $PS_R = \Pi_R/\Pi$ ,  $PS_M = \Pi_M/\Pi$ 이다.

<표 1>의 결과를 정리하면 다음과 같다.

- 현실적 Case M과 Case R의 결과는 벤치마크 대상인 이상적 Case FB와 매우 큰 차이를 보인다. 판매 가격은 유사하게 나타나지만, Case M과 Case R 모두에서 제품 품질과 반품 정책은 이상적 상황에 비해 약 3배까지 차이를 보이며 매우 낮게 나타난다. 특히 현실적 상황의 Case M과 Case R 모두에서 이상적 Case FB에 비해 품질에 대한 R&D 투자 비용이 10 배 이상 적게 나타나는 점에 주목할 필요가 있다.
- 이에 따라 반품에 의한 손실은 Case FB에 비해 적은 편이지만 수요에서 2배 이상의 차이를

<표 1> 기본 수치 예제의 최적해 결과 (\* : 결정 변수)

		벤치마크 Case FB	제조업체 주도 Case M	판매업체 주도 Case R
판매업체 의사결정	$p^*$	1,255.17	1,246.00	1,255.00
	$r^*$	437.93	152.00	160.00
제조업체 의사결정	$x^*$	322.41	90.00	100.00
	고객 행동	$D$	1,910.34	892.00
	$E$	596.55	436.00	430.00
R&D 비용	$K$	519,753.27	40,500.00	50,000.00
이익	$\Pi_R$		331,560.00	345,250.00
	$\Pi_M$		405,500.00	405,000.00
	$\Pi$	1,304,955.41	737,060.00	750,250.00
성과 지표	Eff		56.48%	57.49%
	$PS_R$		44.98%	46.02%
	$PS_M$		55.02%	53.98%

보여 공급망의 전체적 이익에서 2배 가까운 차이를 보이고 있다. 이상적 상황에 비해  $\text{Eff}^M = 56.48\%$ ,  $\text{Eff}^R = 57.49\%$ 로 현실적 공급망 모형들이 효율적으로 운영되고 있다고 보기에 어려운 수준으로 나타나고 있다. 이러한 결과는 두 공급망 구성원이 각각 자기 자신의 이익을 추구하는 도덕적 해이로 인해 이중이익추구 현상(double marginalization)이 발생하였기 때문이다. 이러한 현상을 타개하고 공급망 조정(coordination) 상황으로 다가가기 위해 다른 계약 조건의 제시 등을 고려할 필요가 있을 것이다.

- 제조업체가 주도하는 Case M과 판매업체가 주도하는 상황인 Case R의 결과를 비교하면, 전체적으로 Case R이 Case M에 비해 더 나은 품질 수준과 더 관대한 반품 정책(즉,  $x^{R^*} > x^{M^*}$  그리고  $r^{R^*} > r^{M^*}$ )을 산출하며 더 나은 공급망 이익 성과를 보이고 있는데, 이는 기본 수치 예제의 매개변수 설정이 정리 2의  $y (= 2) > \beta\rho n / (2\beta\theta - \eta^2) (= 1.5)$ ,  $\rho (= 3) < y(2\beta\theta - \eta^2) / (\beta\eta) (= 4)$ ,  $\theta (= 3) > \eta(\beta\rho + y\eta) / (2\beta y) (= 2.5)$ 의 조건을 성립시키기 때문이다.

차이가 있기는 하지만 Case M과 Case R의 결과는 전체적으로 큰 차이가 나지 않는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 기본 수치 예제에 적용된 매개변수의 설정 때문으로 정리 2에서 밝힌 바와 같이 다른 환경 하에서는 그 결과가 <표 1>과는 매우 다르게 나타날 수 있다. 그러므로 다음 장에서는 민감도 분석을 통해 다양한 환경의 변화가 공급망 성과에 어떠한 영향을 미치는지 알아보도록 한다.

### 5.3 민감도 분석

본 장에서는 공급망의 내부 및 외부 환경 변화가 공급망 성과에 어떠한 영향을 미치는지 알아보도록 한다. 전 장의 수치 예제를 기본으로 주요 매개변수들의 설정을 다음 범위 내에서 증가시키며 최적해의 행태를 관찰하였다.  $a \in [2700, 3300]$ ,  $\beta \in [1.7, 2.3]$ ,  $y \in [0.5, 3.5]$ ,  $\eta \in [1.4, 2.6]$ ,  $\phi \in [40, 160]$ ,  $\theta \in [1.5, 4.5]$ ,  $\rho \in [1.8, 4.2]$ ,  $\lambda \in [7, 13]$ ,  $x_0 \in [20, 80]$ ,  $w \in [500, 1100]$ , 그리고  $c \in [150, 450]$ . 환경 변화에 따른 주요 최적해의 행태를 <표 2>에 정리하였다.

<표 2>의 결과를 정리하면 다음과 같다.

- <표 2>의 결과를 통해 정리 1의 결과를 전체적으로 재확인할 수 있다.
- 목표 시장의 잠재수요  $a$ 가 증가하거나 잠재적 반품량  $\phi$ 가 감소할 경우 공급망 역학 관계에 무관하게 Case M 및 Case R 모두에서 제품 품질  $x$ 는 그대로 유지하는 것이 최적이나, 반품 정책은 더 관대( $r$ 의 증가)해질 필요가 있다.
- 제품 가격의 수요에의 영향  $\beta$ 가 감소하거나, 반품 정책의 수요에의 영향  $\eta$ 가 증가하거나, 반품 정책의 반품량에의 영향  $\theta$ 가 감소하거나, 제품 품질의 반품량에의 영향  $\rho$ 가 증가할 경우 제조업체가 공급망을 주도하는 Case M에서는  $x$ 를 증가시키는 것이 최적이나, 판매업체가 공급망을 주도하는 Case R의 경우  $x$ 를 그대로 유지하는 것이 최적이다. 상기의 환경 변화는 두 공급망 모형 모두에서 반품 정책  $r$ 을 더욱 관대하게 한다.
- 위의 경우와 달리 제품 품질의 수요에의 영향

〈표 2〉 민감도 분석의 결과 (값: 최소값-최대값(변화 방향); 변화 방향:  
(-) 일정, (↑) 증가, (↓) 감소, (↑↓) 증가 후 감소)

변수	Case	$r$	$x$	$D$	$\Pi_M$ (1k)	$\Pi_R$ (1k)	$\Pi$ (1k)
$a$	M	122-182(↑)	90-90(-)	712-1072(↑)	316-496(↑)	211-479(↑)	527-974(↑)
	R	130-190(↑)	100-100(-)	730-1090(↑)	315-495(↑)	222-495(↑)	537-990(↑)
$\beta$	M	107-217(↓)	88-93(↓)	725-1080(↓)	324-497(↓)	195-552(↓)	519-1048(↓)
	R	117-223(↓)	100-100(-)	747-1093(↓)	323-496(↓)	207-565(↓)	531-1061(↓)
$\gamma$	M	117-201(↑)	45-135(↑)	816-1050(↑)	398-434(↑)	278-461(↑)	676-895(↑)
	R	104-239(↑)	25-175(↑)	798-1158(↑)	396-426(↑)	268-565(↑)	663-990(↑)
$n$	M	87-253(↑)	74-115(↑)	784-1093(↑)	365-481(↑)	282-430(↑)	647-911(↑)
	R	104-238(↑)	100-100(-)	823-1059(↑)	362-480(↑)	311-403(↑)	673-883(↑)
$\phi$	M	140-164(↓)	90-90(-)	880-904(↓)	400-412(↓)	323-341(↓)	722-753(↓)
	R	148-172(↓)	100-100(-)	898-922(↓)	399-411(↓)	336-355(↓)	735-766(↓)
$\theta$	M	88-500(↓)	75-150(↓)	813-1300(↓)	378-538(↓)	293-570(↓)	672-1108(↓)
	R	100-400(↓)	100-100(-)	850-1150(↓)	375-525(↓)	321-441(↓)	696-966(↓)
$\rho$	M	136-174(↑)	78-102(↑)	864-926(↑)	401-411(↑)	311-359(↑)	712-770(↑)
	R	148-172(↑)	100-100(-)	898-922(↑)	399-411(↑)	336-355(↑)	735-766(↑)
$\lambda$	M	135-183(↓)	69-129(↓)	855-961(↓)	396-423(↓)	304-387(↓)	701-810(↓)
	R	142-194(↓)	77-143(↓)	868-987(↓)	396-422(↓)	314-409(↓)	710-831(↓)
$x_0$	M	128-176(↓)	90-90(-)	838-946(↓)	379-433(↓)	293-374(↓)	672-806(↓)
	R	136-184(↓)	100-100(-)	856-964(↓)	378-432(↓)	305-389(↓)	683-821(↓)
$w$	M	135-169(↓)	36-144(↑)	629-1155(↓)	224-424(↑↓)	168-557(↓)	567-782(↓)
	R	148-172(↓)	40-160(↑)	658-1162(↓)	224-424(↑↓)	185-564(↓)	583-790(↓)
$c$	M	130-174(↓)	63-117(↓)	843-941(↓)	275-543(↓)	297-369(↓)	572-912(↓)
	R	136-184(↓)	70-130(↓)	856-964(↓)	275-542(↓)	305-389(↓)	581-931(↓)

$\gamma$ 가 증가하거나, 제품 품질이 R&D 비용 증가에 미치는 영향  $\lambda$ 가 감소하거나, 단위당 생산 비용  $c$ 가 감소할 경우 Case M 및 Case R 모두에서  $x$ 를 개선시키는 것이 최적이다. 이 경우 반품 정책  $r$ 은 관대해진다.

- 고객의 제품 품질에 대한 선호도  $x_0$ 가 감소할 경우 흥미롭게도 Case M 및 Case R 모두에서 제품 품질  $x$ 를 고정하고 반품 정책  $r$ 을 관대하게 하는 것이 최적이다.
- 도매 가격  $w$ 의 변화를 제외한 모든 환경 변화

에서 제품 품질  $x$ 의 개선은 반품 정책  $r$ 을 관대하게 한다.

- $w$ 의 변화를 제외한 모든 환경 변화에서 공급망 이익  $\Pi$ 와 구성원들의 이익  $\Pi_M$  및  $\Pi_R$ 은 같은 방향으로 움직이는 것이 최적임을 알 수 있는데, 이는 상생 협력의 중요성을 강조할 수 있는 예가 될 것이다. 많은 경우 다른 구성원과 공급망 전체의 복리를 고려한 의사 결정은 자기 자신의 이익 개선으로 돌아온다.
- $w$ 의 변화를 제외한 다른 모든 환경 변화에서



반품 정책  $r$ 과 시장 성과  $D$ , 공급망 이익  $\Pi$ , 구성원들의 이익  $\Pi_M$  및  $\Pi_R$ 의 변화 방향이 동일한 것을 알 수 있다. 이는 더욱 관대한 반품 정책의 책정이 많은 경우 모든 성과를 개선시킬 수 있는 원동력이 될 수 있음을 보여준다. 하지만 무분별한 반품 정책의 변화는 성과 개선을 보장할 수 없으며, 어떠한 환경의 변화에 맞추어 반품 정책을 관대하게 변화시키는 것이 최적인지 신중하게 파악해야 할 것이다. <표 2>에서 더욱 관대한 반품 정책으로 시장 및 이익 성과를 개선할 수 있는 경우는  $a, \gamma, \eta, \rho$ 가 증가할 경우, 그리고  $\beta, \phi, \theta, \lambda, x_0, c$ 가 감소할 경우이다.

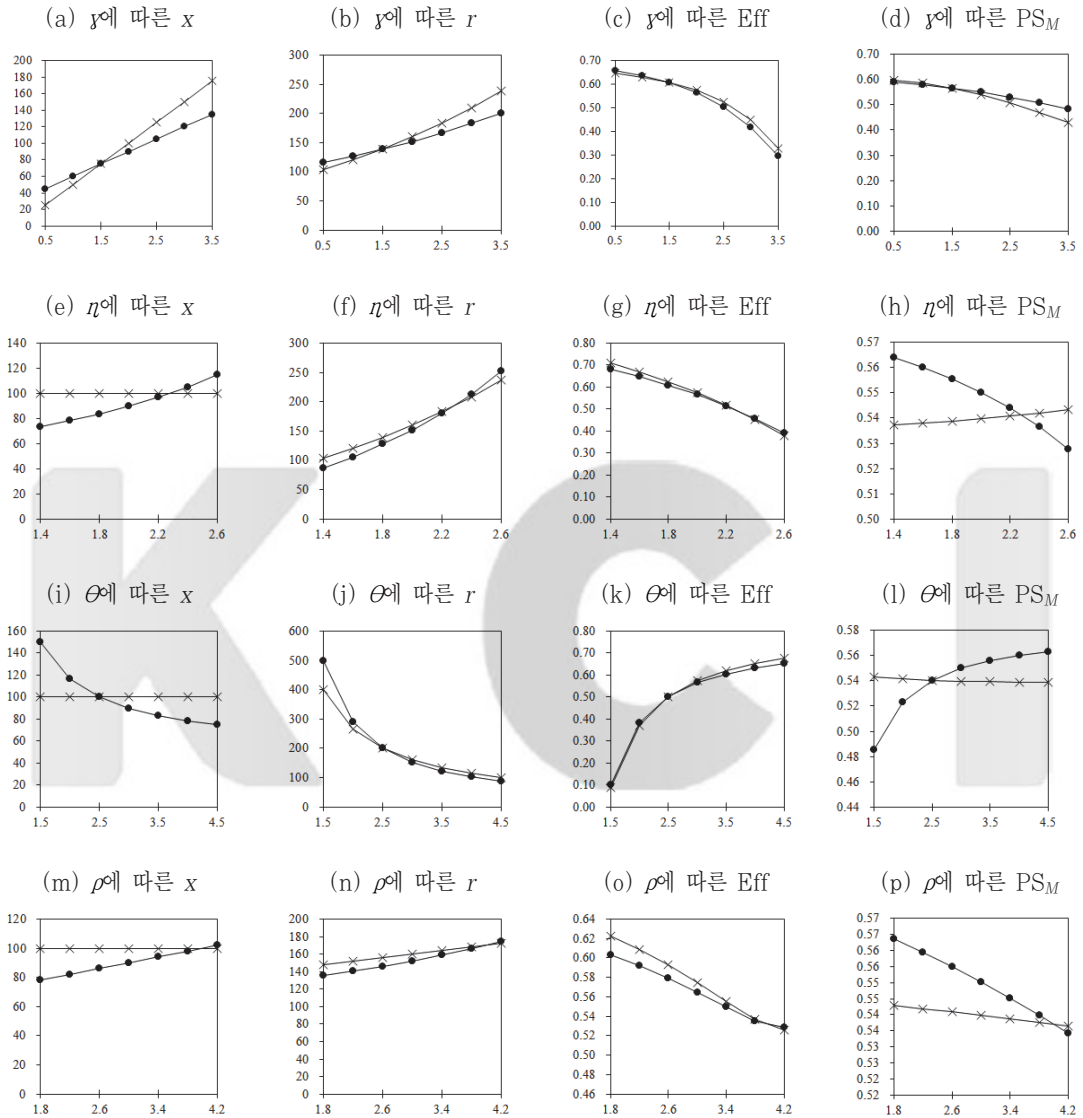
- 도매 가격  $w$ 의 감소(증가)는 제품 구매 및 공급 협상에서 판매업체의 교섭력이 상대적으로 높아지고(낮아지고) 제조업체의 교섭력이 낮아지는(높아지는) 상황을 의미한다. 대부분의 환경 변화와는 달리 교섭력의 변화는  $x$ 와  $r$ 을 반대 방향으로 움직이게 한다. 판매업체의 교섭력 증가(즉, 제조업체의 교섭력 감소,  $w$ 의 감소)에 따라 반품정책은 관대( $r$ 의 증가)해지고  $x$ 는 낮추는 것이 최적이다. 반대의 공급망 역학 관계의 변화는  $x$ 의 증가,  $r$ 의 감소를 불러온다.
- 판매업체의 교섭력 증가(즉 제조업체의 교섭력 감소,  $w$ 의 감소)는 수요의 증가와 판매업체만이 아닌 공급망 전체의 이익 증가를 보장한다. 단 제조업체의 이익은 일정 지점에서 최대 이익이 보장된다. 이는 제조업체의 이익이 도매 가격의 증가에 따라 무조건 증가하는 것이 아니므로 제조업체가 자신의 이익 최대화를 추구한다면 적절한 선에서 양보하며 도매 가격을 결정해야 함을 보여준다.

<표 2>에서 Case M과 Case R의 최적해 결과를 비교해보면 두 공급망 모형의 최적해가 일부 매개변수의 변화에 따라 동일하게 증첩되어 산출되는 지점이 존재한다. 즉, 각 공급망 모형이 산출하는 성과의 우월성이 일부 매개변수의 변화 범위에 따라 각각 다르게 나타나는 것이다. 이들 매개변수는  $\gamma, \eta, \theta$ , 그리고  $\rho$ 이다. 이들의 변화에 따른 주요 변수의 최적해 행태를 <그림 1>에서 비교하였다.

<그림 1>의 결과를 정리하면 다음과 같다.

- <표 2> 및 <그림 1>의 결과를 통해 정리 1 및 정리 2에서 보인 제품 품질  $x$ 와 반품 정책  $r$ 의 비교 결과를 재확인할 수 있다.
- <그림 1(a-d)>에서 보듯이 제품 품질이 고객 수요에 미치는 영향  $\gamma = 1.5$ 일 때, Case M과 Case R의 최적해는 동일해진다. 즉,  $\gamma = 1.5$ 에서 가격  $p^{M^*} = p^{R^*} = 1,228.75$ , 반품 정책  $r^{M^*} = r^{R^*} = 138.75$ , 제품 품질  $x^{M^*} = x^{R^*} = 75.00$ 이며, 동일한 최적해는 동일한 시장  $D$  및 이익  $\Pi, \Pi_M, \Pi_R$  성과를 산출하게 한다.
- 상대적으로  $\gamma$ 가 큰 경우( $\gamma > 1.5$ ) 판매업체가 주도하는 Case R의  $x$  및  $r$ 이 제조업체가 주도하는 Case M에 비해 우월하게 나타나며, 이는 Case R에서 더 높은 공급망 이익과 공급망 효율성 Eff을 이끈다. 더 높은  $x$ 와  $r$ 은 항상 더 높은 공급망 이익 성과를 보장한다. 반대로  $\gamma$ 가 작은 경우 제조업체가 주도하는 공급망 형태인 Case M이 우월한 성과를 보장한다.
- 흥미로운 사실은 더 높은 공급망 효율성 Eff은 제조업체의 이익 분배율  $PS_M$ 이 낮을 때, 즉 반대로 판매업체의 이익 분배율  $PS_R (= 1 - PS_M)$ 이 높을 때 나타난다는 것이다. <그림 1>

〈그림 1〉 매개변수  $y, \eta, \theta, \rho$ 의 변화에 따른 최적해 행태 (●: Case M, ×: Case R)



에서 보듯이 이는  $y$ 의 변화만이 아니라  $\eta, \theta, \rho$ 의 변화에 따라라도 동일하게 나타난다. 즉, 〈그림 1〉에서  $PS_M^R < PS_M^M$ 일 때  $Eff^R > Eff^M$ 의 관계가 늘 성립한다. 이는 더 효율적으

로 공급망을 운영하기 원한다면, 제조업체가 자신의 이익 배분만을 주장하기보다 시장을 잘 이해하고 있는 판매업체에게 일정 부분의 이익을 양보할 필요가 있음을 의미한다. 하지만 이

익 분배율의 감소가 이익 자체의 감소를 의미하지 않음을 기억해야 한다. <표 2>에서  $r$ 이 증가할 때 제조업체의 이익  $\Pi_M$ 은 증가한다.

- 반품 정책이 고객 수요에 미치는 영향  $\eta = 2.2749$ 일 때, Case M과 Case R의 최적해는 동일해진다. 상대적으로 큰  $\eta$ 에서 Case M이 Case R에 비해 전체적으로 더 나은 성과를 보장하며, 반대의 경우 Case R이 더 나은 성과를 보장한다.
- 반품 정책이 고객 반품에 미치는 영향  $\theta = 2.5$ 에서 두 공급망 모형의 최적해는 동일하다. 상대적으로 큰  $\theta$ 에서 Case R이 더 나은 성과를 보장하며,  $\theta$ 가 작을 때 Case M에서 더 나은 성과를 기대할 수 있다.
- 제품 품질이 고객 반품에 미치는 영향  $\rho = 4$ 일 때 두 공급망 모형의 성과는 동일하게 나타난다. 상대적으로 큰  $\rho$ 에서는 Case M이 전반적으로 더 나은 성과를 보장하며,  $\rho$ 가 작을 경우 Case R이 더 높은 성과를 산출한다.

전체적으로 본 수치 예제의 결과는 효과적이고 효율적인 공급망 관리를 위해서는 자신에게 직접적으로 영향을 미치는 환경 요인들만을 고려할 것이 아니라, 공급망 전체를 하나의 시스템으로 바라보고 여러 환경 변화 요인들을 통합적으로 고려할 수 있는 시각과 역량을 갖출 필요가 있음을 보여주고 있다.

## VI. 결론

본 연구는 제품의 품질, 반품 정책 및 판매 가격이 목표 시장 고객들의 구매 및 반품 행동에 영향을 미

치는 상황 하에서 공급망 구성원들의 역학 관계가 공급망의 전체적 성과에 미치는 영향을 분석하였다. 본 연구는 제조업체와 판매업체로 이루어진 공급망을 고려하며, 공급망 내에서 제조업체는 제품 품질을 결정하고 판매업체는 판매 가격과 반품 정책을 결정하여 고객 행동에 영향을 미친다. 본 연구는 제조업체가 주도하는 공급망 및 판매업체가 주도하는 공급망의 두 가지 공급망 모형을 제시하고 이들을 비교 분석하여 아래와 같은 시사점들을 발굴하였다.

첫째, 공급망 역학 관계가 공급망 의사결정 구조를 전반적으로 변화시키는 중요한 요인임을 밝혔다. 제조업체가 공급망을 주도하는 경우 제조업체는 공급망의 전체적 환경을 고려하여 제품 품질을 결정하지만, 판매업체가 주도하는 공급망에서 제조업체는 자신의 이익에 직접 관련이 있는 변화만을 고려하여 의사결정에 반영한다. 둘째, 어떠한 공급망 역학 관계 하에서도 충분히 높은 수준의 제품 품질이 달성된 경우에만 반품 정책을 상대적으로 관대하게 책정하는 것이 최적임을 보였다. 반대로 제품 품질 수준이 낮은 경우에는 상대적으로 반품 정책을 엄격하게 책정하여야 한다. 셋째, 목표 시장 고객들의 성향에 따라 각각 다른 역학 관계를 가진 공급망을 선택적으로 채택하여 운영하는 것이 공급망 성과 개선에 도움이 된다. 고객 수요가 품질에 크게 영향을 받지 않는 경우, 반품 정책이 고객 수요에 미치는 영향이 큰 경우, 품질이 반품에 미치는 영향이 큰 경우, 또는 반품 정책이 반품에 큰 영향을 미치지 않는 경우에는 제조업체가 공급망을 주도할 때 더 나은 품질, 관대한 반품 정책, 더 나은 시장 성과, 더 나은 공급망 및 구성원들의 이익을 기대할 수 있다. 반대의 경우 판매업체가 주도하는 공급망에서 전체적으로 더 나은 성과를 기대할 수 있다. 넷째, 대부분의 환경 변화에서 공급망 이익과 모든 구성원들의 이익은 같

은 방향으로 움직이는 것을 알 수 있었다. 다른 구성원과 공급망 전체의 복리를 고려한 의사 결정은 자기 자신의 이익 개선으로 돌아오는 것을 기억해야 한다. 다섯째, 대부분의 환경 변화에서 더욱 관대한 반품 정책의 책정이 모든 성과를 개선시킬 수 있는 원동력이 되는 것을 알 수 있었다. 하지만 어떠한 환경의 변화에 맞추어 반품 정책을 관대하게 변화시키는 것이 최적인지 파악해야 한다. 본 연구는 더욱 관대한 반품 정책으로 시장 및 이익 성과를 개선할 수 있는 환경은 무엇인지 구체적으로 제시하였다. 여섯째, 다른 공급망 환경의 변화와는 달리 구성원들 간의 역학 관계의 변화는 제품 품질과 반품 정책을 반대 방향으로 변화하게 한다. 판매업체의 교섭력 증가(즉, 제조업체의 교섭력 감소)는 수요의 증가와 판매업체만이 아닌 공급망 전체의 이익 증가를 보장한다. 단 제조업체의 이익은 일정 지점에서 최적 이익이 존재한다. 일곱째, 제조업체가 자신의 이익 배분만을 고려한다면 더 효율적으로 공급망을 운영하기는 어려워지며, 시장을 잘 이해하고 있는 판매업체에게 일정 부분의 이익을 양보해야 할 필요가 있다. 하지만 이익 분배율의 감소가 제조업체 이익 자체의 감소를 의미하지 않음을 기억해야 할 것이다.

본 연구를 통해 현대의 기업들이 반품 정책을 적극적으로 고려하고 있는 것은 공급망의 전체적 성과 개선을 위해 매우 긍정적 변화임을 재확인할 수 있었다. 하지만 무분별하게 책정된 반품 정책은 공급망의 전체적 성과 개선에 도움이 되지 않으므로 제품 품질, 가격 등 다른 경쟁 요소들, 공급망을 둘러싼 내외부 환경 변화 등을 총체적으로 고려한 의사 결정이 반드시 필요할 것이다. 전반적으로 본 연구는 과거 연구들을 확장하여 보다 현실적인 제품 품질, 반품 정책 및 가격의 통합적 의사결정 모형을 제시하고, 이를 분석하여 반품 정책의 도입 및 변화를

고려하고 있는 공급망 운영 기업들에게 구체적인 가이드라인을 제시하였다. 또한 본 연구가 앞으로의 공급망 관련 연구들에게 확장 가능한 연구의 기본틀을 제공하여 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다. 하지만 본 연구는 모형의 설정에 여러 가정을 포함하고 있어 한계를 갖는데, 이들이 향후 미래의 다른 연구들에서 완화될 수 있다면 더욱 다양한 시사점을 발굴할 수 있을 것이다. 대표적으로 본 연구는 판매업체와 제조업체 간 공급 또는 구매 계약을 도매가 계약으로 단순화하였으며, 도매가의 최적해를 결정하기보다는 이를 외생 변수로 간주하였다. 현실에서는 수량 할인, 매출 공유, 회수 보장 등 매우 다양한 계약 형태가 존재하며 이들에 따라 공급망 구성원 간의 역학관계가 공급망 성과에 미치는 영향 역시 달라질 것이다. 또한 계약 조건의 최적해도 함께 구해내어 함께 분석한다면 현실의 공급망 경영에 더욱 도움이 되는 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- 김기훈 (2015), "소개 서비스를 이용하는 온라인 소매상의 최적 가격 전략," 한국생산관리학회지, 제26권, 제1호, 87-102.
- 박유진, 오종민 (2016), "생산자와 소매상 간 가격 선도 상황에 따른 제품 품질의 의사결정에 대한 연구," 한국생산관리학회지, 제27권, 제2호, 249-265.
- 유승호 (2016), "리퍼비싱을 고려한 불완전 품질 재고모형," 한국생산관리학회지, 제27권, 제4호, 427-442.
- 유승호, 손진현 (2015), "폐쇄형 공급망 하의 정상품 및 리퍼브제품의 통합적 판매가격 결정: 공급망 구조의 성과 비교," 한국생산관리학회지, 제26권, 제1호, 1-18.

- 유승호, 이평수 (2016), "삼단계 공급망에서 이차 협력업체의 품질 향상을 위한 보상 방안," *한국생산관리학회지*, 제27권, 제1호, 69-86.
- 편제범, 김대수, 박명섭 (2016), "리퍼비싱을 고려한 불완전 품질 재고모형," *한국생산관리학회지*, 제27권, 제4호, 427-442.
- Banker, R. D., I. Khosla and K. K. Sinha (1998). "Quality and Competition," *Management Science*, Vol.44, No.9, 1179-1192.
- Chen, J. and P. C. Bell (2011). "Coordinating a Decentralized Supply Chain with Customer Returns and Price-Dependent Stochastic Demand Using a Buyback Policy," *European Journal of Operational Research*, Vol.212, No.2, 293-300.
- Garvin, D. A. (1987). "Competing on the Eight Dimensions of Quality," *Harvard Business Review*, Vol.65, No.6, 101-109.
- Karmarkar, U. S. and P. C. Pitbladdo (1997). "Quality, Class, and Competition," *Management Science*, Vol.43, No.1, 27-39.
- Ketzenberg, M. E. and R. A. Zuidwijk (2009). "Optimal Pricing, Ordering, and Return Policies for Consumer Goods," *Production and Operations Management*, Vol.18, No.3, 344-360.
- Kim, K. and D. Chhajed (2002). "Product Design with Multiple Quality-Type Attributes," *Management Science*, Vol.48, No.11, 1502-1511.
- Lederer, P. J. and S. -K. Rhee (1995). "Economics of Total Quality Management," *Journal of Operations Management*, Vol.12, No.3-4, 353-367.
- McMillan, J. (1990). "Managing Suppliers: Incentive Systems in Japanese and U.S. Industry," *California Management Review*, Vol.32, No.4, 38-55.
- Mukhopadhyay, S. K. and R. Setoputro (2004). "Reverse Logistics in E-Business: Optimal Price and Return Policy," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.34, No.1, 70-89.
- Mukhopadhyay, S. K. and R. Setaputra (2007). "A Dynamic Model for Optimal Design Quality and Return Policies," *European Journal of Operational Research*, Vol.180, No.3, 1144-1154.
- Padmanabhan, V. and I. P. L. Png (2004). "Reply to 'Do returns policies intensify retail competition?'," *Marketing Science*, Vol.23, No.4, 614-618.
- Reverse Logistics Executive Council (1999). "Apparel Industry Survey," <http://www.rlec.org/>.
- Shi, L., S. Ólafsson and Q. Chen (2001). "An Optimization Framework for Product Design," *Management Science*, Vol.47, No.12, 1681-1692.
- Shulman, J. D., A. T. Coughlan and R. C. Savaskan (2011). "Managing Consumer Returns in a Competitive Environment," *Management Science*, Vol.57, No.2, 347-362.
- Stock, J., T. Spec and H. Shear (2002). "Many Happy (Product) Returns," *Harvard Business Review*, Vol.80, No.7, 16-17.
- Tsay, A. A. (2001). "Managing Retail Channel Overstock: Markdown Money and Return Policies," *Journal of Retailing*, Vol.77, No.4, 457-492.
- Xiao, T., K. Shi and D. Yang (2010). "Coordination of a Supply Chain with Consumer Return under Demand Uncertainty," *International Journal of Production Economics*, Vol.124, No.1, 171-180.



- Yoo, S. H. (2014). "Product Quality and Return Policy in a Supply Chain under Risk Aversion of a Supplier," *International Journal of Production Economics*, Vol.154, 146-155.
- Yoo, S. H., D. Kim and M. -S. Park (2015). "Pricing and Return Policy under Various Supply Contracts in a Closed-Loop Supply Chain," *International Journal of Production Research*, Vol.53, No.1, 106-126.
- Zhao, X. (2008). "Coordinating a Supply Chain System with Retailers under Both Price and Inventory Competition," *Production and Operations Management*, Vol.17, No.5, 532-542.

K C I

## Effect of Power Dynamics on Product Quality, Return Policy and Sales Price in a Supply Chain

Seung Ho Yoo\*

### Abstract

This study investigates the impact of joint decisions on product quality, return policy and sales price in a supply chain. We consider a supply chain consisting of a manufacturer deciding on product quality and a retailer determining both the return policy and sales price. We introduce two different scenarios that consider various possible power dynamics in a supply chain: a manufacturer-leading supply chain and a retailer-leading supply chain. Then, we reveal the decision structure of product quality, return policy and sales price by investigating the equilibrium behaviors of those variables with respect to the environmental changes affecting a supply chain. We also show which supply chain model guarantees overall superior performance and the investigation provides us with important managerial implications. The power dynamics between players is one of the main factors affecting overall supply chain performance. We reveal the conditions under which a supply chain, each with a different type of power dynamics, can outperform the other. As an example, a generous return policy can be the optimal choice only when high product quality is guaranteed. If we can implement a generous return policy, it can provide a chance to further improve overall supply chain performance. We also reveal the environmental conditions under which we can set a more generous return policy.

Key words: quality management, return policy, pricing, power dynamics, supply chain management

---

\* Associate Professor, Department of Business Administration, Sunmoon University