

전자상거래 공급망의 회수물류 : 재활용을 고려한 이단계 반품정책*

유 승 호**

Reverse Logistics in the E-Marketplace Supply Chain : A Two-Stage Return and Recycling Policy

Seung Ho Yoo**

■ Abstract ■

This study investigates two-stage return policy and recycling issues in an e-marketplace supply chain consisting of consumers, a retailer and a manufacturer. The manufacturer, a focal company in the e-marketplace supply chain, considers the recycling of commercial returns so offers the retailer a buy-back contract of which transfer payment consists of a wholesale price and a buy-back price. Then, under the given contract offer, the retailer determines a selling price and a return policy to control consumers' demand and return requests. We consider the retailer's opportunistic behavior and supply chain coordination issues based on the principal-agent paradigm. We compare the first-best and second-best optima and conduct comparative static analyses to evaluate the performance results of the buy-back contract and provide important managerial implications.

Keyword : Return Policy, Recycling, Pricing, Buy-back Contract, Principal-Agent Paradigm

1. 서 론

정보기술의 급격한 발전은 기업 경영 환경에 지

대한 영향을 미치고 있으며, 그 중에서도 인터넷 기
반의 전자상거래(e-commerce)는 기업의 제품 및 서
비스 유통 경로를 급격히 다변화시키고 있다. 전자

논문접수일 : 2010년 08월 13일 논문게재확정일 : 2010년 11월 08일

* 본 논문은 정석물류학술재단 지원에 의하여 연구되었음.

** 선문대학교 경영학부

상거래 중 최근 괄목할 만한 성장을 보이고 있는 분야 하나는 국내의 G마켓, 옥션, 미국의 eBay 등과 같은 B2C(Business-to-Customer) 또는 C2C(Customer-to-Customer) e-마켓플레이스(e-marketplace)로 볼 수 있다. e-마켓플레이스들은 영세 소매업자들도 손쉽게 사업을 시작할 수 있는 사이버 시장 공간을 제공하고 있으며, 제품 개발 및 제조 능력이 부족한 영세 사업자들도 사업에서 성공할 수 있는 기회를 새롭게 제공하고 있다.

본 연구는 갈수록 그 규모가 증가하고 있는 전자상거래 시장, 그 중 특히 B2C e-마켓플레이스를 고려하여 최종 소비자에게 대한 판매를 전담하는 소매업체(retailer)와 소매업체에 제품을 공급하는 제조업체(manufacturer) 간의 2단계 공급망 의사결정을 다루고자 한다. 첫째, e-마켓플레이스 상의 소매업체는 최종 고객들의 구매 선택에 영향을 미치기 위해 다양한 측면을 고려하게 되는데, 본 연구에서는 판매가격과 반품정책의 결정에 초점을 맞추기로 한다. 둘째, 본 연구에서는 제조업체와 소매업체 간의 계약을 통한 공급망 조정(supply chain coordination) 문제를 함께 다루도록 하며, 최근 기업 환경에서 더욱 중요해지고 있는 제품 회수 및 재 활용 문제를 고려하여 회수보장 계약(buy-back contract)에 집중하도록 한다. 회수보장 계약 하에서 제조업체는 소매업체가 수거한 고객 반품 제품을 일정 회수가격(buy-back price)으로 회수하고 재작업을 거쳐 다시 소매업체에게 판매한다. 본 연구는 소매업체가 자신의 이익을 최대화하려는 현실적 상황에서 회수보장 계약이 공급망 조정을 이끌어낼 수 있을 지를 알아볼 것이다.

전자상거래는 과거 전통적 유통 경로의 일부를 빠른 속도로 대체하고 있다. 통계청[1]에 따르면 2008년 현재 우리나라의 전자상거래 총 규모는 현재 약 630조 원에 달하며, 이는 2001년에 비해 약 430% 성장된 수치이다. 전자상거래의 유형들 중 e-마켓플레이스 역시 매년 높은 성장을 기록하고 있는데, 기업 현황을 살펴보면 G마켓의 경우 2008년 현재 회원 수는 약 1,570만 명, 거래규모는 약 4조로 이는

2005년 대비 각각 118%, 269% 성장한 결과이다[13]. 미국 eBay의 경우는 2008년 거래액이 약 597억 달러에 달하였는데, 이는 2006년 대비 13.6% 성장한 것으로 타국에서도 e-마켓플레이스의 발전은 현재 진행형임을 알 수 있다[12]. 이러한 e-마켓플레이스들은 재무 및 경영 능력이 부족한 사업자들에게 쉽고 부담 없이 사업을 시작할 수 있는 기회를 마련해주고 있으며, 개발 또는 제조 능력이 부족한 영세 소매업자들에게 공급업체로부터 경쟁력 있는 상품을 확보할 수만 있다면 얼마든지 사업에서 성공할 수 있는 기회를 제공하고 있다. 이러한 e-마켓플레이스 환경 하에서 소매업체들은 범람하고 있으며, 업체 간 경쟁은 더욱 심화되고 있으나, 최종 소비자들에게는 다양하면서도 저렴한 구매 기회를 제공하고 있다.

전자상거래에서 최종 소비자의 구매 선택은 매우 다양한 요인이 결합되어 이루어지게 된다. So et al. [31]에 따르면 전자상거래에서 고객의 구매 결정에 영향을 미치는 요인은 거래 보안성, 개인정보 안전성, 가격, 제품 보증, 반품정책, 구매 쾌적성, 쉬운 구매 프로세스, 배송 신속성 등 매우 다양한 것으로 나타났다. 이러한 요인들 중 중요한 두 가지는 판매가격과 반품정책으로 볼 수 있는데, 판매가격의 경우 41.9%의 고객이 “중요함”, 18.1%의 고객이 “매우 중요함”으로 응답하였고, 반품정책의 경우 45.6%의 고객이 “중요함”, 27.0%의 고객이 “매우 중요함”으로 응답하였다. 전자상거래에서 소비자들은 손쉽게 여러 업체의 가격을 비교해 볼 수 있으므로 가격정책은 전통적 유통경로에서보다 소비자들의 구매 선택에 더욱 지대한 영향을 미친다고 볼 수 있다. 반면 전자상거래에서는 전통적 유통경로와는 달리 소비자들이 물리적으로 제품을 시험해보는 것이 원천적으로 불가능하므로 소비자들의 위험을 줄여 더 많은 선택을 받기 위해 오프라인 매장보다 관대한 반품정책을 설정하는 것이 전자상거래의 일반적 현실이다. 하지만 관대한 반품정책은 반품 역시 증가시키는 상충관계(trade-off relationship)를 일으키게 된다[25, 26, 31]. Krikke et al.[22]의 연구

에서는 전체 매출의 약 25%가 반품된다고 할 정도로 전자상거래 현실에서 반품은 매우 심각한 문제이다. 과도한 회수물류 및 제반 비용의 증가를 고려할 때 반품정책의 결정은 매우 중요한 문제이며, 또한 반품 제품의 재활용 역시 날이 갈수록 더욱 중요해지고 있다.

e-마켓플레이스 판매자들 중 대부분은 영세업체들로 이들 중 대부분은 제품 개발 및 제조 능력이 없이 제조업체의 제품을 구매해 이를 다시 최종 소비자들에게 재판매하는 딜러(dealer) 형태로 사업을 전개하고 있다. 예를 들어 국내 e-마켓플레이스에 판매실적이 우수한 “파워딜러”로 등록된 한 운동화 소매업체를 살펴보면 해외 대형 제조업체로부터 제품을 전량 수입해 국내에 재판매하고 있음을 알 수 있다. 또한 취급하고 있는 제품 종류는 십여 가지에 불과해 “파워딜러”라는 명칭에도 불구하고 영세성을 벗어나지 못하고 있다[14]. e-마켓플레이스가 제공하는 열린 사업 가능성, 그리고 높은 투자 및 기술 수준을 필요로 하지 않는 딜러 형태의 재판매 사업 구조 등으로 온라인 소매업으로의 진입장벽은 날이 갈수록 낮아져 동일 사업 영역 내에서 동일 상품을 판매하는 영세 소매업체들의 경쟁 또한 심화되고 있다. 이러한 e-마켓플레이스 환경을 고려할 때 일반적으로 공급망의 주도권은 소매업체보다는 제조업체에 주어지고 있는 것이 일반적 현실일 것이다.

상기 설명한 최근의 전자상거래 현실을 통합적으로 포괄한 본 연구는 소매업체들의 가격 및 반품정책이 고객의 구매의도 및 수요에 미치는 영향, 반품정책으로 인한 회수물류의 발생, 최적 공급망 성과를 위한 제조업체의 주도적 계약 형태 및 조건의 제시, 제조업체의 제품 회수 및 재활용 등 e-마켓플레이스 공급망의 총체적 상황을 고려한 수학적 모형(mathematical model)을 제시할 것이다. 제조업체-소매업체 간 계약 형태는 최근 날이 갈수록 중요해지고 있는 제품 회수 및 재활용 문제를 고려하여 회수보장 계약을 다루도록 하며, 해당 계약 하에서 제조업체가 소매업체의 행동을 조정하여 공급망 최대 이익을 실현시킬 수 있을지 여부 역시 살펴볼 것이

다. 또한 민감도 분석을 통해 환경 변화에 따라 e-마켓플레이스 공급망의 의사결정은 어떻게 달라져야 하는지에 대한 시사점 역시 제시할 것이다. 본 연구는 최근 e-마켓플레이스의 발전과 이를 기반으로 한 경영 환경의 최신 동향을 고려하고 있다. 또한 e-마켓플레이스 공급망에서의 공급망 조정과 관련된 기존의 연구가 현재 많지 않은 점 등을 고려할 때 본 연구는 현대의 기업 및 공급망 현실에 의미 있는 시사점을 제시할 수 있을 것이라 판단한다.

2. 이론적 배경

본 연구에서는 연구의 기본 틀로 대리인 이론(principal-agent paradigm)을 활용한다. 대리인 이론은 분권화된 상황 하에서 주인(principal)이 비협력적인 의사결정자인 대리인(agent)을 통해 자신의 권한을 위임하는 경우 자신의 이익 또는 효용(utility)을 최대화하려는 대리인의 기회주의적 행동(opportunistic behavior)을 어떻게 통제할 것인가에 대한 문제를 다루는 데에 적합하다[16, 30]. 분권화된 시스템 하에서 대리인의 행동은 완전한 모니터링과 통제가 불가능하므로 대리인은 전체의 이익보다는 자신의 이익을 최대화하려는 의도를 가지며, 대리인의 행동은 전체 시스템을 비효율적, 비효과적으로 이끌게 된다. 그러므로 전체 시스템의 성과를 위해 대리인의 행동을 통제하기 위한 조정 메커니즘(coordination mechanism)을 고려할 필요가 있다. 이러한 조정 메커니즘은 일반적으로 대리인의 성과에 대한 보상 계약으로 이루어지며, 본 연구에서 다루는 공급 계약과 같이 여러 가지 다양한 계약 형태를 고려할 수 있다.

대리인 이론을 이용한 조정의 문제는 1970년대부터 수많은 연구가 진행되어 왔으며[17, 20], 마케팅, 재무 등 경영학의 다양한 분야에서도 관련 연구가 진행되어 왔다[33]. 그리고 최근 들어 대리인 문제는 다양한 공급망 관리의 문제를 다루는 데에도 그 영역이 확장되어 가고 있다[16, 30]. 여러 연구들에서 매우 다양한 공급망 문제들을 다루고 있는데 몇

가지 예를 들어보면 공급계약의 유연성 문제[24, 32], 공급업체 유형에 따른 공급 계약 문제[29], 공급업체의 집단 의사결정 문제[15], 공급업체 교체 문제[34], 간접재 유지보수 계약[10, 11], 제조업체-공급업체 간 생산성 개선 프로젝트[6], 제조업체-공급업체 간 통합적 품질 관리 문제[5, 7, 18], 응답시간 개선[2], 통합적 원가 절감 활동[19, 35] 등이 있다. 본 연구에서는 대리인 이론의 기본 프레임워크를 기반으로 하여 제조업체(주인)가 자신의 제품을 e-마켓플레이스 상의 소매업체(대리인)에게 공급하여 제품 판매를 대행시키는 상황을 연구한다. 본 연구에서는 공급망의 주도권이 제조업체에게 주어진 상황 하에서 대리인인 소매업체가 공급망 이익을 최대화하는 의사결정을 하도록 유도할 수 있는지에 대해 알아볼 것이다.

또한 본 연구에서는 반품정책(return policy)에 의한 최종 고객의 수요에의 영향과 반품으로 인한 회수물류의 발생과 재할용 문제를 다루고 있다. 과거 반품정책에 대한 연구들은 대부분 소매업체와 제조업체 간의 잉여재고(leftover inventory)에 대한 처리 문제를 다룬 연구들이 주를 이루고 있으며, 소매업체가 최종 고객에게 제시하는 반품정책이 기업 이익에 미치는 영향에 관한 연구는 Mukhopadhyay and Setoputro[25, 26] 등 몇몇 연구를 제외하고는 찾아보기 힘든 현실이다. Mukhopadhyay and Setoputro[26]는 반품정책 및 가격정책이 고객의 수요와 반품에 미치는 영향을 다루었으며, Mukhopadhyay and Setoputro[25]는 모듈러 설계(modular design)와 반품정책이 기업 이익에 미치는 영향을 다루었다. 이들 연구는 반품정책이 고객의 구매 결정 시 중요한 기준이 되는 전자상거래 상황을 다루고 있으나, 제조업체가 직접 제품의 판매 역시 담당하는 상황을 가정하고 있어 소매업체-제조업체 간의 공급망 상호작용 문제를 다루고 있지는 않다. 본 연구에서는 Mukhopadhyay and Setoputro[25, 26]에서 제시한 제조업체와 최종 소비자 간의 관계를 e-마켓플레이스 상의 소매업체와 최종 소비자 간 수요와 반품의 상호작용을 모형화하는 데에 받아들이고,

이를 공급망 문제로 확장해 소매업체와 제조업체 간의 계약 문제 또한 고려하여 최종 소비자-소매업체-제조업체로 이어지는 현실적 e-마켓플레이스 공급망에서의 2단계 회수물류 및 2단계 반품정책 의사결정 상황으로 발전시키도록 한다.

소매업체와 제조업체 간의 계약 문제를 다룬 과거의 연구들은 대부분 수요의 불확실성 하에서의 신문판매원 문제(newsvendor problem)를 기반으로 하여 주문량 결정과 잉여재고의 처리 문제를 주로 고려하고 있다[9]. 계약 형태는 매우 다양하게 나타나는데, 이 중 가장 기본이 되는 것은 도매가 계약(wholesale price contract)이며, 그 외 회수 보장 계약(buy-back contract), 매출 공유 계약(revenue sharing contract), 수량 유연성 계약(quantity flexibility contract), 판매 환급 계약(sales rebate contract), 수량 할인 계약(quantity discount contract) 등으로 나누어 볼 수 있다. 이들 중 몇 가지 계약 형태를 살펴보면 가장 기본이 되는 도매가 계약은 제조업체가 소매업체에 제품을 공급할 때의 도매가격을 조정하여 소매업체가 공급망 전체의 이익을 최대화시키는 주문량을 결정하도록 유도하는 방식이다. Bresnahan and Reiss[8]가 확정된 수요에 대한 연구를 진행한 이래 Lariviere and Porteus[23] 등이 지수분포 등 불확실 수요 상에서의 신문판매원 문제로 이를 확장시킨 바 있다. 일반적으로 도매가 계약으로는 공급망 조정이 불가능한 것으로 알려져 있으나, 그 단순성으로 실제 현실에서 널리 쓰이는 계약이다. 수량 할인 계약은 주문량이 증가할수록 제조업체가 소매업체에게 제시하는 도매가격을 할인해주는 계약 형태이다. 주문량의 증가는 제조업체의 고정비 배분을 도와 단위당 평균 원가를 감소시키므로 주문량에 따른 가격 할인 역시 현실에서 자주 발견할 수 있는 계약이다. 관련 연구를 살펴보면 Karabatlı and Sayin[21]은 수직적으로 공급망 구성원들이 정보를 공유하는 상황 하에서 수량 할인 계약이 어떻게 공급망을 조정할 수 있는가를 다루었고, Qin et al.[28]은 고객의 구매 선택이 가격에 민감하게 반응할 경우에 제조업체-소매업체

간 수량 할인 계약이 어떻게 공급망을 조정할 수 있는지에 대해 연구한 바 있다. 수량할인 계약은 일반적으로 공급망 구성원들의 행동을 조정(coordination)하는 것이 가능한 것으로 알려져 있다[9]. 다양한 계약의 형태들 중 본 연구에서 다루는 회수보장 계약은 초과 주문에 의한 잉여 재고의 반품을 제조업체가 허용하는 계약으로 볼 수 있다. 제조업체-소매업체 간 회수보장 계약 관련 몇 가지 연구를 살펴보면 Padmanabhan and Png[27]은 제조업체-소매업체 간 반품정책은 소매업체 간 경쟁을 유발시켜 제조업체의 이익을 증가시킬 수 있음을 보였고, Anupindi et al.[4]은 회수보장 계약을 통한 재고 재분배 문제를 다룬 바 있다. 또한 Anupindi and Bassok[3]은 소매업체 둘이 존재하는 상황에서 공급업체가 잉여재고의 재고유지 비용을 보장하는 일종의 회수보장 계약으로 공급망을 조정할 수 있음을 보인 바 있다. e-마켓플레이스 환경에서 고객 반품은 끊임없이 발생하고 있으나, 소매업체들은 사업의 영세성, 제작업 및 재활용 능력 부족으로 인해 이를 적절히 처리하기가 어려운 것이 현실이다. 또한 최근 경영 환경 하에서 재활용을 위한 제품 회수 및 재활용은 날이 중요해지고 있으므로 본 연구에서는 회수보장 계약을 중심으로 연구를 진행하기로 한다. 본 연구에서는 잉여재고를 회수하는 기존의 연구들과는 달리 반품 제품의 회수를 다루게 된다.

본 연구에서는 상기 연구 배경에 근거하여 연구를 진행한다. 먼저 e-마켓플레이스 상 최종 소비자의 구매 선택을 결정하는 여러 요인 중 소매업체의 가격과 반품정책 의사결정을 고려하며, 두 가지 변수의 통합적 의사결정이 고객의 수요와 반품의 발생에 미치는 영향을 고려한다. 또한 반품 처리와 재활용이 중요한 e-마켓플레이스 공급망 현실을 고려하여 제조업체와 영세 소매업체 간의 상호작용을 회수보장 계약을 통해 조명해본다. 또한 대리인 이론에 근거하여 제조업체가 소매업체들의 기회주의적 행동을 통제하고 공급망 조정을 이루어낼 수 있을 것인지 알아볼 것이며, 회수보장 계약이 어떠한

성과를 보이는지 분석할 것이다.

3. 연구모형 및 분석

3.1 기본 모형의 구성

본 연구에서는 다수의 최종 소비자, 소매업체, 제조업체가 공존하는 e-마켓플레이스 공급망 환경을 고려한다. 상대적으로 영세한 소매업체들에 비해 제조업체가 역학(power dynamics) 관계 상 우위를 점하고 있는 e-마켓플레이스 공급망 환경에서 제조업체는 제품 공급에 따른 거래금액(transfer payment) T 를 먼저 결정하고, 주어진 거래금액 하에서 소매업체는 최종 소비자들에 대한 판매가격 p 와 반품시의 환불가격 r 을 결정한다. 모형에 사용할 기호들은 <표 1>에 정리하였다.

<표 1> 모형에 사용되는 기호들

p	최종소비자에의 단위 당 판매가격 (\$/unit, 소매업체의 결정변수)
r	소비자 반품에 대한 단위 당 환불가격 (\$/unit, 소매업체의 결정변수), $r \in [0, p]$
w	소매업체의 단위 당 구매가격 (\$/unit, 제조업체의 결정변수)
b	제조업체의 단위 당 회수가격 (\$/unit, 제조업체의 결정변수)
c	단위 당 제조비용(\$/unit)
k	회수 제품의 단위 당 제작업비용(\$/unit), $k < c$
T	소매업체가 제조업체에 지불하는 거래 금액(\$), $T = wD - bE$
D	최종 소비자의 수요량(unit), $D = d_0 - d_1p + d_2r$
E	최종 소비자의 반품량(unit), $E = e_0 + e_1r$
U	소매업체의 이익(\$), $U = pD - rE - T$
V	제조업체의 이익(\$), $V = T - c(D - E) - kE$
Π	공급망 전체의 이익(\$), $\Pi = U + V$

제조업체는 반품 제품의 재활용을 고려하여 소매업체에게 회수보장 계약(buy-back contract)을 제시한다. 회수보장 계약 하에서 소매업체는 구매가격 w 로 고객 수요 D 만큼 제품을 구매하여 최종 소비자에게 판매하며, 최종 소비자로부터의 반품 E 만큼은 회수가격 b 로 제조업체가 소매업체로부터 회수하여 재활용하게 된다. 그러므로 소매업체가 제

제조업체에게 지불해야 하는 거래금액 T 는 다음과 같이 정의된다.

$$T = wD - bE \quad (1)$$

전자상거래에서 소매업체와 최종 소비자 간의 상호작용은 매우 다양한 요인이 결합되어 나타나는 것이 사실이다. 하지만 e-마켓플레이스에서 소매업체들은 eBay, G마켓 등 e-마켓플레이스 조성 기업들에 의해 전자상거래 환경이 이미 완성된 상태에서 기업 활동을 영위하고 있으므로 이들이 직접 결정할 수 있는 변수들은 매우 제한되며, 이들 중 가장 중요한 두 가지는 판매가격과 반품정책일 것이다. 본 연구에서는 수요와 반품의 정의는 Mukhopadhyay and Setoputro[25, 26]에서 제시된 관계를 따르도록 한다. 최종 소비자에 대한 반품정책은 환불가격 r 로 표현하며, 높은 환불가격은 최종 소비자들에게 보다 관대한 반품정책을 책정하였음을 의미한다. 고객 수요량 D 는 판매가격 p 가 하락할수록, 또 반품정책이 관대할수록 증가하며(i.e., $D = D(p, r)$, $D_p < 0$, $D_r > 0$. 여기서 f_x 는 변수 x 에 대한 함수 f 의 편도함수이다), 고객의 반품은 반품정책이 관대할수록 증가한다(i.e., $E = E(r)$, $E_r > 0$). 고객의 수요량 D 와 반품량 E 는 Mukhopadhyay and Setoputro[25, 26]에서 제시한 바와 마찬가지로 선형관계의 함수로 정의한다.

$$D = d_0 - d_1 p + d_2 r \quad (2)$$

$$E = e_0 + e_1 r \quad (3)$$

여기서 d_0 와 e_0 는 잠재 수요 및 반품이며, d_1 , d_2 , e_1 은 각각 수요와 반품에 영향을 미치는 판매가격 p 와 환불가격 r 의 계수들이다. 본 연구에서는 반품의 영향을 다루는 데에 집중하며 연구 모형의 단순화를 위해 수요의 불확실성과 이로 인해 파생되는 잉여재고의 문제를 다루지는 않기로 한다. 식 (1)~식 (3)을 고려하면 소매업체의 이익 U 는 다음과 같이 정의된다.

$$U = pD - rE - T = (p-w)D - (r-b)E \quad (4)$$

제조업체의 경우 최종 소비자가 반품한 양 E 를 소매업체로부터 회수하여 제작업비용 k 를 들여 재 활용하고, $(D-E)$ 의 양만 제조비용 c 로 생산한다. 그러므로 제조업체 이익 V 는 다음과 같다.

$$V = T - c(D-E) - kE = (w-c)D - (b-(c-k))E \quad (5)$$

소매업체의 이익 U 와 제조업체의 이익 V 를 결합하면 공급망 전체의 이익 Π 는 아래와 같다.

$$\Pi = U + V = (p-c)D - (r-(c-k))E \quad (6)$$

여기서 D 와 E 는 식 (2)와 식 (3)에 정의되어 있다. 다음 장부터는 식 (4)~식 (6)을 이용하여 공급망 의사결정에 대해 분석해보도록 한다.

3.2 벤치마크

현실에 있어 소매업체는 제조업체와는 별개의 독립 기업체로 공급망 전체보다는 자신의 이익을 최대화하려는 의사결정을 하는 것이 보다 일반적인 상황일 것이다. 이러한 현실적 상황에 대한 분석에 앞서 본 장에서는 제조업체가 소매업체를 완벽히 모니터링하고 통제할 수 있어 소매업체의 기회주의적 행동이 결부되지 않는 퍼스트-베스트 상황(first-best case)을 가정하고, 이를 분석해 현실적 상황과의 비교를 위한 벤치마크(benchmark)로 삼도록 한다. 이러한 이상적 상황에서는 이중 이익추구(double marginalization)의 문제 없이 공급망 전체가 하나로 행동할 수 있으므로 본 장에서의 문제는 아래와 같이 공급망 전체 이익을 최대화하는 문제로 간단히 정의할 수 있다.

Program FB :

Maximize Π ;

여기서 Π 는 식 (6)에 정의된 공급망의 이익이다.

판매가격 p 와 환불가격 r 로 Π 를 1차 편미분해 얻은 필요조건(FONC, first-order necessary condition), 즉 $\Pi_p = -2d_1p + d_2r + d_0 + d_1c = 0$ 과 $\Pi_r = d_2p - 2e_1r - e_0 - d_2c + e_1(c - k) = 0$ 을 p 와 r 에 대해 풀면 아래와 같이 Program FB의 최적 판매가격 p^{FB} 과 환불가격 r^{FB} 을 구할 수 있다.

$$p^{FB} = \frac{1}{4d_1e_1 - d^2} [(2d_0e_1 - d_2e_0) + (2d_1e_1 - d_2^2)c + d_2e_1(c - k)] \quad (7)$$

$$r^{FB} = \frac{1}{4d_1e_1 - d^2} [(d_0d_2 - 2d_1e_0) - d_1d_2c + 2d_1e_1(c - k)] \quad (8)$$

여기서 위 첨자 FB 는 퍼스트-베스트 상황에서의 최적해임을 의미한다. 위 p^{FB} 와 r^{FB} 가 공급망의 최대 이익을 보장하는 필요조건(SOSC, second-order sufficient condition)을 2차 편미분 및 헤시안 행렬식(Hessian determinant)을 통해 구해보면 $|H_1| = \Pi_{pp} = -2d_1 < 0$, $|H_2| = \Pi_{pp}\Pi_{rr} - \Pi_{pr}^2 = 4d_1e_1 - d_2^2 > 0$ 과 같다. 그러므로 $|H_2| > 0$ 을 만족하기 위해 아래의 조건을 가정하기로 한다.

$$d_1 > d_2, \text{ 그리고 } e_1 > d_2 \quad (9)$$

일반적 경영 현실에서 반품정책보다는 판매가격이 소비자의 구매 선택에 더 크게 영향을 미치며(i.e., 식 (2)에서 $d_1 > d_2$), 반품정책이 수요에도 영향을 미치지만 수요보다는 반품의 양을 더 증가시킬(i.e., 식 (2)와 식 (3)에서 $e_1 > d_2$) 것이라는 점을 고려할 때 이는 충분히 받아들여질 수 있는 조건일 것이다. 만일 위의 조건이 만족되지 않는다면(i.e., $d_1 \leq d_2$ 또는 $e_1 \leq d_2$) 식 (2), 식 (3)과 식 (6)을 동시에 고려할 때 환불가격 r 을 판매가격 p 보다 더 높게 책정(i.e., $r \geq p$)하는 것이 공급망 이익 Π 에 더 유리할 수도 있게 되는데, 이는 현실적이지 않은 상황이다.

식 (7)과 식 (8)을 식 (2), 식 (3) 및 식 (6)에 대입

하면 이상적 퍼스트-베스트 상황에서의 수요 D^{FB} , 반품 E^{FB} 와 공급망 이익 Π^{FB} 는 다음과 같다.

$$D^{FB} = \frac{d_1}{4d_1e_1 - d^2} [(2d_0e_1 - d_2e_0) - 2d_1e_1c + d_2e_1(c - k)] \quad (10)$$

$$E^{FB} = \frac{1}{4d_1e_1 - d^2} [e_0(4d_1e_1 - d^2) + e_1(d_0d_2 - 2d_1e_0) - d_1d_2e_1c + 2d_1e_1^2(c - k)] \quad (11)$$

$$\Pi^{FB} = \frac{1}{4d_1e_1 - d^2} [(d_0e_1 - d_2e_0) - d_1e_1c] \times (d_0 - d_1c + d_2(c - k)) + d_1(e_0 + e_1(c - k))^2 \quad (12)$$

다음의 제 4장에서는 소매업체가 제조업체와는 독립된 기업체로 공급망 이익보다는 자신의 이익을 추구하는 보다 현실적인 상황을 분석해보도록 한다. 본 장의 이상적 퍼스트-베스트 상황에서의 해는 현실적 상황에서 공급망 조정(supply chain coordination)이 가능한지 여부를 알아보는 데에 벤치마크로 활용될 것이다.

4. 회수보장 계약

4.1 소매업체의 의사 결정

제조업체가 소매업체의 행동을 완벽히 모니터링 및 통제할 수 없는 경우 소매업체의 합리적 선택은 공급망 전체보다는 자신의 이익을 최대화하는 것이다. 본 장에서는 이러한 현실적 세컨드-베스트 상황(second-best case)을 고려하도록 한다.

제조업체로부터 구매가격 w 와 회수가격 b 가 주어진 상황에서 소매업체는 식 (4)에 제시된 자신의 이익 U 를 최대화하기 위해 판매가격 p 와 환불가격 r 을 결정한다. 식 (4)의 소매업체 이익 U 를 p 와 r 로 각각 1차 편미분해 얻은 필요조건(FONC) $U_p = -2d_1p + d_2r + d_0 + d_1w = 0$ 과 $U_r = d_2p - 2e_1r - e_0 - d_2w + e_1b = 0$ 을 동시에 풀면 p 와 r 은 아래와 같이 w 와 b 의 함수로 표현된다.

$$p^{SB}(w, b) = \frac{1}{4d_1e_1 - d^2} [(2d_0e_1 - d_2e_0) + (2d_1e_1 - d_2^2)w + d_2e_1b] \quad (13)$$

$$r^{SB}(w, b) = \frac{1}{4d_1e_1 - d^2} [(d_0d_2 - 2d_1e_0) - d_1d_2w + 2d_1e_1b] \quad (14)$$

여기서 위 첨자 SB 는 세컨드-베스트 상황에서의 해를 의미한다. 위 p^{SB} 와 r^{SB} 가 소매업체의 최대 이익을 보장하기 위한 충분조건(SOSC)은 $|H_1| = U_{pp} = -2d_1 < 0$ 과 $|H_2| = U_{pp}U_{rr} - U_{pr}^2 = 4d_1e_1 - d_2^2 > 0$ 으로 Program FB에서 제시한 식 (9)의 조건이 성립하면 여기서도 충분조건은 성립한다. 소매업체의 이익을 최대화하는 해가 존재할 때 제조업체가 계약 조건을 변화시킬 경우 소매업체의 행태 변화에 대해 간단히 살펴보면 아래와 같다.

[정리 1]

- (1) 제조업체가 구매가격 w 를 증가시키면 판매가격 p 는 증가, 환불가격 r 은 감소, 수요 D 는 감소, 반품 E 는 감소하고, 소매업체의 이익 U 는 감소한다 (i.e., $p^{SB}(w, b)_w > 0$, $r^{SB}(w, b)_w < 0$, $D^{SB}(w, b)_w < 0$, $E^{SB}(w, b)_w < 0$, 그리고 $U^{SB}(w, b)_w < 0$).
- (2) 제조업체가 회수가격 b 를 증가시키면 판매가격 p , 환불가격 r , 수요 D , 반품 E , 그리고 소매업체의 이익 U 는 모두 증가한다 (i.e., $p^{SB}(w, b)_b > 0$, $r^{SB}(w, b)_b > 0$, $D^{SB}(w, b)_b > 0$, $E^{SB}(w, b)_b > 0$, 그리고 $U^{SB}(w, b)_b > 0$).

(증명)

식 (9)의 조건이 성립한다는 가정 하에 식 (13) 및 식 (14)의 p 와 r 을 w 와 b 로 각각 편미분하면 $\text{sign}[p^{SB}(w, b)_w] = \text{sign}[2d_1e_1 - d_2^2] > 0$, $\text{sign}[r^{SB}(w, b)_w] = \text{sign}[-d_1d_2] < 0$, $\text{sign}[p^{SB}(w, b)_b] = \text{sign}[d_2e_1] > 0$, 그리고 $\text{sign}[r^{SB}(w, b)_b] = \text{sign}[2d_1e_1] > 0$ 을 얻는다. 식 (13)과 식 (14)를 식 (2)와 식 (3)에 대입 하면 $D^{SB}(w, b) = d_1[(2d_0e_1 - d_2e_0) - 2d_1e_1w + d_2e_1b]/(4d_1e_1 -$

$d_2^2)$, 그리고 $E^{SB}(w, b) = e_0 + d_1r^{SB}$ 이 된다. 이들을 w 와 b 로 각각 편미분하면 $\text{sign}[D^{SB}(w, b)_w] = \text{sign}[-2d_1^2e_1] < 0$, $\text{sign}[E^{SB}(w, b)_w] = \text{sign}[-d_1d_2e_1] < 0$, $\text{sign}[D^{SB}(w, b)_b] = \text{sign}[d_1d_2e_1] > 0$, 그리고 $\text{sign}[E^{SB}(w, b)_b] = \text{sign}[2d_1e_1^2] > 0$ 을 얻는다. 식 (13)과 식 (14), 그리고 위의 $D^{SB}(w, b)$ 및 $E^{SB}(w, b)$ 를 식 (4)에 대입한 후 U 를 w 와 b 로 각각 편미분하면 $U^{SB}(w, b)_w = -D^{SB}(w, b) < 0$, 그리고 $U^{SB}(w, b)_b = E^{SB}(w, b) > 0$ 이다. 그러므로 [정리 1]은 명백하다. \square

구매가격의 상승은 소매업체의 판매가격 상승과 엄격한 반품정책(r 의 감소)을 유도하여 최종 소비자의 수요를 감소시키고, 이는 결국 소매업체의 이익 저하를 가져온다. 반면 제조업체가 소매업체에게 높은 회수가격을 보장할 경우 소매업체는 관대한 반품정책과 더불어 판매가격 또한 인하시킬 여력을 가지며, 이는 수요 증가로 이어져 소매업체에게 더 높은 이익을 제공할 수 있다.

다음은 공급망 조정 가능 여부를 알아본다. 공급망 조정이 달성되기 위해서는 현실적 세컨드-베스트 상황에서의 소매업체 의사결정이 이상적 퍼스트-베스트 상황에서의 최적 공급망 의사결정과 동일하여야 한다.

[정리 2]

e-마켓플레이스 공급망에서 제조업체가 소매업체에게 회수보장 계약을 제시할 경우, 공급망 조정(i.e., $p^{SB} = p^{FB}$ and $r^{SB} = r^{FB}$)은 $w = c$, 그리고 $b = c - k$ 일 경우에만 달성될 수 있다.

(증명)

식 (7), 식 (8), 식 (13) 및 식 (14)로부터 $p^{SB} = p^{FB}$ 와 $r^{SB} = r^{FB}$ 으로 놓고, 이를 동시에 풀면 간단하게 [정리 2]의 결과를 얻는다. \square

[정리 2]의 조건 $w = c$ 와 $b = c - k$ 를 식 (5)의 제조업체 이익 V 에 대입할 경우 $V = 0$ 이 되어 전체 공급망 이익 Π 를 소매업체가 차지하는 결과가 된다

(i.e., 식 (6)에서 $\Pi = U$). 공급망 내 역학관계에서 주도적 위치에 있는 제조업체가 영의 이익을 감수할 이유는 전혀 없으므로 [정리 2]는 소매업체의 기회주의적 행동이 결부될 경우 회수보장 계약으로는 공급망 조정이 실질적으로 불가능함을 보여준다.

4.2 제조업체의 의사 결정

공급망 조정이 실질적으로 불가능한 상황에서는 제조업체 역시 소매업체와 마찬가지로 자신의 이익을 최대화하는 의사결정을 하는 것이 현실적 상황일 것이다. 그러므로 세컨드-베스트 상황에서의 공급망 문제는 아래와 같이 표현할 수 있다.

Program SB :

Maximize V in (6); (15)

subject to

$$p = p^{SB}(w, b) \text{ in (13);} \quad (16)$$

$$r = r^{SB}(w, b) \text{ in (14);} \quad (17)$$

$$U > 0; \quad (18)$$

위 Program SB의 목적식 (15)에서 제조업체는 자신의 이익 V 를 최대화하기 위한 구매가격 w 와 회수가격 b 를 결정한다. 식 (16)과 식 (17)는 소매업체(대리인)의 인센티브 조화성(incentive compatibility) 제약조건으로 제조업체가 최종 소비자에의 판매를 대리하는 소매업체의 의사결정을 완벽히 모니터링 및 통제할 수 없으므로 소매업체가 자신의 이익을 최대화하는 현실적 상황을 의미한다. 식 (18)은 소매업체(대리인)의 합리적 선택을 의미하는 제약조건(individual rationality constraint)으로 받아들일 수 있는 최소 수준의 이익(minimum reservation level)이 보장되어야만 소매업체가 공급망 계약에 참여함을 의미한다. 본 연구에서는 양의 이익(i.e., $U > 0$)이 보장되면 소매업체가 회수보장 계약에 참여하는 것으로 가정한다.

Program SB의 해를 얻기 위해서는 먼저 식 (16)과 식 (17)의 p 와 r 을 식 (6)에 대입하여 V 를 w 와 b

의 함수로 변형한다. 그 후 V 를 w 와 b 로 1차 편미분하면 아래의 필요조건(FONC)을 얻는다.

$$\begin{aligned} V_w &= d_1 [-4d_1e_1w + 2d_2e_1b + (2d_0e_1 - d_2e_0) \\ &\quad + 2d_1e_1c - d_2e_1(c-k)] / (4d_1e_1 - d^2) = 0 \\ V_b &= [2d_1d_2e_1w - 4d_1e_1^2b - (e_1(d_0d_2 - 2d_1e_0) \\ &\quad + e_0(4d_1e_1 - d_2^2e_0)) - d_1d_2e_1c \\ &\quad + 2d_1e_1^2(c-k)] / (4d_1e_1 - d^2) = 0 \end{aligned}$$

이들로부터 세컨드-베스트 상황에서 제조업체가 소매업체에게 제시하는 최적 구매가격 w^{SB} 와 회수가격 b^{SB} 를 구하면 다음과 같다.

$$w^{SB} = \frac{1}{2d_1e_1} [(d_0e_1 - d_2e_0) + d_1e_1c] \quad (19)$$

$$b^{SB} = \frac{1}{2e_1} [e_1(c-k) - e_0] \quad (20)$$

제조업체의 이익이 최대화되는 충분조건(SOSC)은 $|H_1| = V_{ww} = -4d_1^2e_1 / (4d_1e_1 - d_2^2) < 0$ 과 $|H_2| = V_{ww}V_{bb} - V_{wb}^2 = 4d_1^2e_1^2 / (4d_1e_1 - d_2^2) > 0$ 으로 식 (9)의 조건이 역시 성립한다고 가정하면, 식 (19)과 식 (20)의 w^{SB} 와 b^{SB} 는 제조업체의 최대 이익을 보장하는 최적해이다. 제조업체의 최대 이익이 보장된다는 가정 하에 회수보장 계약의 특성을 살펴보면 다음과 같다.

[정리 3]

e-마켓플레이스 공급망에서 회수보장 계약이 성립되기 위해서는(i.e., $b^{SB} > 0$) 반품 제품의 재활용으로 제조업체가 충분한 이익을 얻을 수 있어야 한다. 즉, $(c-k) > e_0/e_1$ 일 때 회수보장 계약은 성립된다.

(증명)

식 (20)의 $b^{SB} > 0$ 으로 놓으면 [정리 3]의 조건은 명백히 성립한다. □

[정리 3]에서 보인 바와 같이 제조업체는 반품 제

품의 재활용으로 적정 이익을 얻을 수 있을 경우에만(i.e., $(c-k) > e_0/e_1$) 양의 회수가격으로 회수보장 계약을 제시할 의도를 갖는다. 그렇지 않을 경우 최종 소비자로부터의 반품 제품을 제조업체가 소매업체로부터 회수하여 재활용할 이유가 없다. 또한 공급망 내에서 일어나는 2단계 반품정책 즉, 소매업체의 반품정책(환불가격 r^{SB})과 제조업체의 회수정책(회수가격 b^{SB})을 비교하면 다음과 같다.

[정리 4]

재활용으로 인한 이익이 충분히 큰 경우 제조업체는 환불가격 r^{SB} 보다 높은 회수가격 b^{SB} 를 소매업체에게 제시할 수 있다. 즉, $(c-k) > [(d_0d_2 - 2d_1e_0) - d_1d_2c] / (2d_1e_1 - d_2^2)$ 일 때 $b^{SB} > r^{SB}$ 이다.

(증명)

식 (20)과 식 (22)로부터 $b^{SB} - r^{SB} > 0$ 을 구하면 [정리 4]의 $(c-k)$ 의 조건을 얻는다. \square

[정리 3]과 [정리 4]로부터 회수보장 계약이 성립하고, 회수 제품의 재활용이 촉진되려면 회수한 반품 제품의 재활용으로 제조업체가 충분한 이익을 얻을 수 있어야 함을 알 수 있다. 이러한 경우 제조업체는 높은 수준의 회수가격을 보장하여 소매업체가 관대한 반품정책으로 최종 소비자를 유인하고, 재활용이 활성화될 수 있도록 유도하여야 한다. 회수보장 계약과 앞으로의 분석은 [정리 3]의 조건이 충족되어 회수보장 계약이 성립되는 상황을 가정하고 진행하기로 한다.

식 (19)와 식 (20)의 w^{SB} 와 b^{SB} 을 식 (13)과 식 (14)에 대입하면 제조업체의 의사결정에 종속된 소매업체의 의사결정 p^{SB} 와 r^{SB} 는 아래와 같이 구해진다.

$$p^{SB} = \frac{1}{2} \left[p^{FB} + \frac{d_0e_1 - d_2e_0}{d_1e_1} \right] \quad (21)$$

$$r^{SB} = \frac{1}{2} \left[r^{FB} - \frac{e_0}{e_1} \right] \quad (22)$$

여기서 이상적 상황에서의 최적해 p^{FB} 와 r^{FB} 는 식 (7)과 식 (8)을 따른다.

다음 장에서는 제 3장과 제 4장의 결과를 비교하여 회수보장 계약의 성과 특성을 살펴보도록 한다.

5. 성과 분석

5.1 성과 비교

본 장에서는 e-마켓플레이스 공급망에서 현실적(세컨드-베스트) 상황의 회수보장 계약이 벤치마크로 설정한 이상적(퍼스트-베스트) 상황과 비교했을 때 어떠한 성과를 보여주는지 분석해보도록 한다.

[정리 5]

잠재수요가 충분한 경우에 판매가격은 이상적(퍼스트-베스트) 상황에 비해 현실적(세컨드-베스트) 상황에서 보다 높게 책정된다(i.e., $p^{SB} > p^{FB}$ if $d_0 > d_2e_0/d_1 + d_1[c + d_2(e_0 + e_1)(c-k)] / (2d_1e_1 - d_2^2)$). 반면 소비자의 반품정책은 항상 현실적 상황에서 보다 엄격하게 책정된다(i.e., $r^{SB} < r^{FB}$).

(증명)

식 (7)과 식 (21)을 비교하면 $\text{sign}[p^{SB} - p^{FB}] = \text{sign}[(2d_1e_1 - d_2^2)((d_0e_1 - d_2e_0) - d_1e_1c) - d_1d_2e_1(e_0 + e_1)(c-k)]$ 을 얻으므로 $p^{SB} > p^{FB}$ 일 d_0 의 조건은 [정리 5]에 보인 바와 같다. 또한 수식 (22)로부터 $r^{SB} < r^{FB}$ 임은 명확하다. \square

[정리 6]

현실적 e-마켓플레이스 공급망 상황에서 최종 고객의 수요 및 반품 요청은 이상적 상황에 비해 절반 수준으로 적게 나타난다(i.e., $D^{SB} = D^{FB}/2$, 그리고 $E^{SB} = E^{FB}/2$).

(증명)

식 (21)과 식 (22)를 식 (2)와 식 (3)에 각각 대입하여 정리하면 $D^{SB} = D^{FB}/2 < D^{FB}$, 그리고 $E^{SB} =$

$E^{FB}/2 < E^{FB}$ 를 얻는다. 여기서 D^{FB} 와 E^{FB} 는 식 (10)과 식 (11)에 정의되어 있다. □

G마켓의 회원수가 2008년 현재 1,570만 명에 달하고 있는 점[13] 등을 고려할 때 e-마켓플레이스의 잠재수요는 충분히 높은 수준으로 보아도 무방할 것이다. 이러한 e-마켓플레이스 상황에서 공급망 조정이 이루어지지 않는 회수보장 공급 계약이 체결될 경우 [정리 5]에서 보인 소매업체의 기회주의적 의사결정으로 인해 [정리 6]과 같이 고객의 수요와 반품은 조정된 공급망 상황에 비해 낮은 수준으로 나타난다.

다음은 e-마켓플레이스에서 회수보장 계약의 성과를 이익 측면에서 분석하기 위해 Cachon[9]에서와 유사하게 계약 효율성(contract efficiency, Π^{SB}/Π^{FB}) 및 제조업체의 공급망 이익 점유율(manufacturer's share of supply chain profit, V^{SB}/Π^{SB})을 알아보고로 한다.

[정리 7]

현실적 e-마켓플레이스 공급망 상황에서 회수보장 계약의 효율성 $\Pi^{SB}/\Pi^{FB} = 75\%$, 그리고 제조업체의 공급망 이익 점유율 $V^{SB}/\Pi^{SB} = 66.7\%(2/3)$ 으로 나타난다.

(증명)

식 (21)과 식 (22), 그리고 식 (2)와 식 (3)을 식 (5)와 식 (6)에 대입하고, 식을 정리하면 $V^{SB} = (1/2)\Pi^{FB}$, 그리고 $\Pi^{SB} = (3/4)\Pi^{FB}$ 로 나타난다. 여기서 Π^{FB} 는 식 (12)의 정의를 따른다. 그러므로 [정리 7]은 명확하다. □

이중 이익추구 현상이 발생하는 현실적 e-마켓플레이스 공급망 상황에서 소매업체는 [정리 5]와 같이 판매가격을 높이고, 반품정책을 엄격하게 하여 자신의 이익을 추구하고자 한다. 하지만 이러한 소매업체의 기회주의적이나 합리적 의사결정은 [정리 6]에서와 같이 수요에 악영향을 미쳐 결국 [정리 7]과

같이 공급망 전체의 이익은 조정된 공급망 상황에 비해 언제나 낮게 나타나게 된다. [정리 7]의 흥미로운 점은 회수보장 계약의 효율성과 제조업체의 공급망 이익 점유율이 변수 값들의 변동과 무관하게 어떤 상황에서도 항상 확정적으로 나타난다는 점이다. 이는 불확실한 수요를 저변으로 삼고 있는 일반적인 공급 계약 문제와는 달리 본 연구에서는 고객 수요 행태가 확정적으로 알려진 상황을 다루었기 때문인 것으로 추측된다. 본 연구처럼 수요 행태가 충분히 연구되어 예측 가능한 상황이라면 [정리 7]과 같이 제조업체 및 소매업체 모두가 공급망 이익을 언제나 일정 비율로 나누게 되는데, 이는 회수보장 계약이 공급망 구성원 모두에게 이익 배분 측면에서 불확실성이 낮은 계약이 될 수 있음을 의미한다. 또한 [정리 7]은 공급망 역학 관계에 무관하게 성립이 되며, Program SB의 제약조건인 수식 (18)에서 소매업체에게 양의 이익만을 보장하였음을 다시 상기할 때 회수보장 계약이 제조업체보다는 소매업체에게 유리하다고 해석할 수도 있을 것이다. 하지만 [정리 7]의 결과는 본 연구모형의 설정 내에서만 가능한 결과일 수 있으며, 다른 변수들의 추가로 모형이 변경되거나 불확실한 수요가 가정된다면 그 결과가 달라질 수도 있으므로 추후 후속 연구에서 이를 검증해 볼 필요는 있을 것이다.

다음 장에서는 매개변수(parameter)의 변화에 따른 주요 변수(variable)의 행태를 살펴 경영환경 변화에 따라 e-마켓플레이스 공급망 구성원들의 최적 의사결정 변화에 대한 시사점을 제시한다.

5.2 민감도 분석

본 장에서는 회수보장 계약 관련 주요 변수들인 구매가격 w^{SB} , 회수가격 b^{SB} , 판매가격 p^{SB} , 환불가격 r^{SB} , 수요 D^{SB} , 반품 E^{SB} , 그리고 공급망 이익 Π^{SB} 가 매개변수의 증가에 따라 어떻게 변화하는지를 분석한다. 본 연구에서 다른 변수들은 닫힌 해 형태(closed-form solution)를 가지므로 각 매개변수로 변수들을 편미분(partial differentiation)하여 매개변

수 변화에 따른 모든 변수들의 행태를 알아보았다. 그러므로 추가적인 수치 대입 예제(numerical example)를 굳이 따로 포함하지는 않는다. 변수들의 모든 행태는 <표 2>에 간략하게 정리하였다.

<표 2>의 민감도 분석 결과 중 몇 가지만 정리 하면 다음과 같다. 첫째, 소매업체의 반품정책(r^{SB})은 제조업체 회수정책(b^{SB})의 변화 방향을 그대로 따르지는 않는다. 즉, 제조업체의 회수가격 변화가 소비자애의 환불가격 변화로 그대로 이어지지는 않는다. 둘째, 제조업체의 반품 제품 회수정책(b^{SB})은 고객의 반품 행태(e_0, e_1) 및 재활용 관련 비용 요소(c, k)의 변화에 영향을 받으며, 고객의 수요 행태(d_0, d_1, d_2)와는 무관하게 결정된다. 이는 본 연구에서 Mukhopadhyay and Setoputro[25, 26]에서와 같이 반품과 수요를 무관하게 정의하였기 때문으로 보이는데, 수요와 반품이 정의 상관관계가 있다고 가정하고 모형화한다면 이 결과는 달라질 수도 있을 것으로 보인다. 셋째, 반품이 늘어날 수 있는 환경(e_0 또는 e_1 의 증가)에서도 이의 재활용으로 충분한 이익이 보장된다면([정리 4]에서 $(c - k)$ 의 조건)

공급망 이익(Π^{SB})은 증가할 수 있다. 넷째, 제조업체의 제조비용(c) 증가는 소매업체의 관대한 반품정책(r^{SB} 의 증가)을 유도하는데, 이는 판매가격(p^{SB}) 상승으로 인한 수요(D^{SB})의 상실을 보전하려는 목적과 반품 제품을 더 많이 재활용하여 이익을 보전하려는 목적($(c-k)E^{SB}$)으로 볼 수 있다.

전체적으로 <표 2>의 민감도 분석 결과를 살펴 보면 경영환경 변화는 직간접적으로 모든 공급망 구성원들의 최적 의사결정에 영향을 미치며, 전체 구성원의 최적 이익을 변화시키게 됨을 알 수 있다. 그러므로 여러 기업들이 복잡하게 얽혀 있는 공급망 현실에서 경영자들은 근시안적 시각에서 벗어나 상위 또는 하위 공급망의 경영환경 변화를 늘 주의 깊게 살피고, 이들이 자신과 공급망 이익에 어떠한 영향을 미치게 될 것인지 전체 시스템 관점에서 분석하여야 할 것이다.

6. 결 론

본 연구는 전통적 유통경로를 빠르게 대체하고

<표 2> 매개변수 값의 증가에 따른 변수의 행태(↑ : 증가, ↓ : 감소, ⇕ : 조건에 따라 증가 또는 감소, - : 변화 없음)

매개변수 값의 증가	제조업체 의사결정		소매업체 의사결정		소비자 행동		이익
	w^{SB}	b^{SB}	p^{SB}	r^{SB}	D^{SB}	E^{SB}	
잠재 수요 d_0	↑	-	↑	↑	↑	↑	↑
가격에 대한 수요의 민감도 d_1	↓	-	↓	↓	↓	↓	↓
반품정책에 대한 수요의 민감도 d_2	↓	-	⇕ ^a	⇕ ^b	↑	⇕ ^b	↑
잠재 반품수량 e_0	↓	↓	↓	↓	↓	↑	⇕ ^c
반품정책에 대한 반품의 민감도 e_1	↑	↑	⇕ ^d	⇕ ^e	⇕ ^f	⇕ ^g	⇕ ^c
제조비용 c	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↓
제작업비용 k	-	↓	↓	↓	↓	↓	↓

주) ^a : $D^{SB} > [e_0(4d_1e_1 - d_2^2)/(2e_1) - d_1e_1b^{SB}]/(2d_2)$ 이면 증가. 아니면 감소.

^b : $D^{SB} > (d_0 - d_1c)/8$ 이면 증가. 아니면 감소.

^c : $b^{SB} > r^{SB}$, 또는 [정리 4]에서 $(c - k)$ 의 조건 성립되면 증가. 아니면 감소.

^d : $D^{SB} < e_0(5d_1e_1 - d_2^2)/(2d_2e_1)$ 이면 증가. 아니면 감소.

^e : $D^{SB} < e_0(6d_1e_1 - d_2^2)/(4d_2e_1)$ 이면 증가. 아니면 감소.

^f : $E^{SB} < e_1(2b^{SB} - 3r^{SB})$ 이면 증가. 아니면 감소.

^g : $r^{SB} < 1/(2e_1)[2d_1e_1^2(c-k)/d_2^2 - e_0]$ 이면 증가. 아니면 감소.

여기서 $b^{SB}, r^{SB}, D^{SB}, E^{SB}$ 는 각각 식 (20) 및 식 (22), 그리고 [정리 6]에 정의되어 있다.

있는 e-마켓플레이스 공급망과 그 안에서 이루어지는 최종 소비자와 소매업체, 그리고 소매업체와 제조업체 간의 상호작용을 분석하였다. 소매업체의 영세성, 제조업체와 소매업체 간의 역학 관계, 가격 및 반품정책의 수요와 반품에의 영향, 반품 제품의 재활용 등 e-마켓플레이스의 현실을 반영하여 대리인 이론에 기반을 둔 수학적모형을 구성하였으며, 이를 이용하여 제조업체와 소매업체의 2단계 반품정책 의사결정을 분석하였다. 반품 제품의 재활용을 고려하여 소매업체와 제조업체 간 계약 형태는 회수보장 계약을 선택하였으며, 주어진 계약 조건 하에서 소매업체의 판매가격 및 반품정책 의사결정이 최종 소비자들의 수요 및 반품 행태에 영향을 미치는 상황을 고려하였다.

본 연구의 결과를 간단히 정리해보면 다음과 같다. 첫째, 회수보장 계약이 성립되고, 충분한 회수가격을 제시해 소매업체의 관대한 반품정책을 유도하기 위해서는 제조업체가 반품 제품의 재활용으로 충분한 이익을 얻을 수 있어야 한다. 재활용으로 얻을 수 있는 이익이 충분한 경우 반품이 늘어나는 상황에서도 공급망은 이익을 보전할 수 있다. 둘째, 반품 제품의 회수보장 계약으로 공급망 조정은 달성되지 않는다. 즉, 독립된 소매업체가 자기 자신의 이익을 추구하는 현실적 e-마켓플레이스 상황 하에서 반품의 전량 회수를 보장하는 단순한 회수보장 계약으로는 이상적인 상태에서의 최적 공급망 성과를 달성할 수 없다. 셋째, 이상적 공급망 통합 상황에 비해 현실적 e-마켓플레이스 공급망 상황에서 가격은 높게, 반품정책은 보다 엄격하게 책정된다. 이러한 소매업체의 의사결정으로 인해 수요와 반품은 이상적 상태에 비해 모두 낮은 수준으로 나타나게 된다. 넷째, 공급망 조정은 어려우나, 회수보장 계약은 제조업체와 소매업체 모두에게 안정적인 이익 배분을 보장한다. 일반적인 e-마켓플레이스 공급망 현실에서 소매업체가 역학 관계 상 낮은 위치에 있는 점을 고려할 때 회수보장 계약은 소매업체에게 더욱 유리할 수 있다. 다섯째, 2단계 반품정책의 변화 방향은 서로 일치하지 않을 수 있다. 달

리 말해 제조업체의 회수정책 변화가 소매업체의 반품정책에 그대로 반영되지는 않는다. 마지막은 공급망 내 한 구성원의 경영환경 변화는 직간접적으로 모든 공급망 구성원들의 최적 의사결정을 변화시킨다는 점이다. 그러므로 경영자들은 근시안적 시각에서 벗어나 상위 또는 하위 공급망의 경영환경 변화를 늘 주의 깊게 살펴야 할 것이다.

전체적으로 본 연구는 최근의 e-마켓플레이스 공급망 현실과 그 안에서 일어나는 최종 소비자-소매업체-제조업체 간의 상호작용을 다룬 연구로 최근 더욱 중요해지고 있는 반품과 재활용 상황을 함께 고려하여 현대의 기업 경영에 대한 최신의 시사점을 제공하였다. 또한 e-마켓플레이스 공급망 상에서의 공급 계약을 다룬 연구가 아직 많지 않은 점을 고려할 때, 본 연구가 e-마켓플레이스 및 전자상거래 상의 공급 계약을 다루는 앞으로의 연구들의 기본 틀로 활용될 수 있을 것으로 기대해 본다.

하지만 본 연구는 몇 가지 한계점을 가지고 있는데, 이들을 짚어보며 앞으로의 확장 가능성을 고려해보면 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 반품이 매우 중요하게 고려되는 전자상거래의 특징을 고려하였지만, 고객 입장에서의 거래비용 및 정보탐색비용의 감소 등 전자상거래가 현실의 물리적 공급망과 차별화되는 특성들을 많은 부분 고려하지 못하여 이들에 대한 보완이 필요하다. 둘째, 본 연구는 반품 상황에 집중하고 모형을 단순화하기 위해 확정적 수요에 대해서만 연구를 진행하였는데, 수요의 불확실성과 이로 인한 잉여재고 처리 문제 역시 함께 고려한다면 보다 현실적인 모형화가 가능할 것이다. 셋째, 본 연구에서는 여러 계약 형태 중 반품보장 계약을 고려하고 있는데, 도매가 계약 등 다른 계약 형태와의 성과 비교를 수행한다면 공급망 현실에 더욱 의미있는 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 통계청, 『2009년 1/4분기 전자상거래 및 사이버 쇼핑 동향』, 통계청, 2009.

- [2] Ahn, S., H. Rhim, and S.H. Seog, "Response time and vendor-assembler relationship in a supply chain," *European Journal of Operational Research*, Vol.184, No.2(2008), pp.652-666.
- [3] Anupindi, R. and Y. Bassok, "Centralization of stocks : Retailers vs. manufacturer," *Management Science*, Vol.45, No.2(1999), pp.178-191.
- [4] Anupindi, R., Y. Bassok, and E. Zemel, "A general framework for the study of decentralized distribution systems," *Manufacturing and Service Operations Management*, Vol.3, No.4 (2001), pp.349-368.
- [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 J. Ronen, "Incentive contracts when production is subcontracted," *European Journal of Operational Research*, Vol.40, No.2(1989), pp.169-185.
- [7] Balachandran, K.R. and S. Radhakrishnan, "Quality implications of warranties in a supply chain," *Management Science*, Vol.51, No.8 (2005), pp.1266-1277.
- [8] Bresnahan, T. and P. Reiss, "Dealer and manufacturer margins," *Rand Journal of Economics*, Vol.16, No.2(1985), pp.253-268.
- [9] Cachon, G.P., *Supply chain coordination with contracts*. In : Graves, S.C., and A.G. De Kok (Eds.) *Handbooks in operations research and management science : Supply chain management : Design, coordination and operation*. Elsevier Publishing Company, 2003.
- [10] Corbett, C.J. and G.A. DeCroix, "Shared-savings contracts for indirect materials in supply chains : Channel profits and environmental impacts," *Management Science*, Vol.47, No.7(2001), pp.881-893.
- [11] Corbett, C.J., G.A. DeCroix, and A.Y. Ha, "Optimal shared-savings contracts in supply chains : Linear contracts and double moral hazard," *European Journal of Operational Research*, Vol.163, No.3(2005), pp.653-667.
- [12] eBay, *2008 annual report*, http://files.shareholder.com/downloads/ebay/745081657x0x281367/1b773a7c-8c14-45b8-915a-1716ca37dda0/eBay_2008AR.pdf, 2009.
- [13] G마켓, 『경영성과 자료』, http://www.gmarket.co.kr/challenge/neo_contents/company/03_pi.asp, 2009a.
- [14] G마켓, 『G마켓 파워딜러 브랜드윈 미니샵』, http://shop.gmarket.co.kr/challenge/neo_seller_collection/seller_collection_main.asp?cust_no = TA00R38TNTgxNcz2MzE2OTk2NjJ/Rw == &gdsc_cd =, 2009b.
- [15] Gan, X., S.P. Sethi, and H. Yan, "Coordination of supply chains with risk-averse agents," *Production and Operations Management*, Vol.13, No.2(2004), pp.135-149.
- [16] Gibbons, R., "Incentives between firms (and within)," *Management Science*, Vol.51, No.1 (2005), pp.2-17.
- [17] Holmström, B., "Moral hazard and observability," *The Bell Journal of Economics*, Vol. 10, No.1(1979), pp.74-91.
- [18] 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.
- [19] Iyer, A.V., L.B. Schwarz, and S.A. Zenios, "A principal-agent model for product specification and production," *Management Science*, Vol.51, No.1(2005), pp.106-119.
- [20] Jensen, M.C. and W.H. Meckling, "Theory of the firm : Managerial behavior, agency costs

- and ownership structure,” *Journal of Financial Economics*, Vol.3, No.4(1976), pp.305-360.
- [21] Karabatlı, S.K. and S. Sayın, “Single-supplier/multiple-buyer supply chain coordination : Incorporating buyers’ expectations under vertical information sharing,” *European Journal of Operational Research*, Vol.187, No.3(2008), pp.746-764.
- [22] Krikke, H., I. Le Blanc, and S. Van de Velde, “Product modularity and the design of closed-loop supply chains,” *California Management Review*, Vol.46, No.2(2004), pp.23-39.
- [23] Lariviere, M. and E. Porteus, “Selling to the newsvendor : An analysis of price-only contracts,” *Manufacturing and Service Operations Management*, Vol.3, No.4(2001), pp.293-305.
- [24] Li, C.L. and P. Kouvelis, “Flexible and risk-sharing supply contracts under price uncertainty,” *Management Science*, Vol.45, No.10 (1999), pp.1378-1398.
- [25] Mukhopadhyay, S.K. and R. Setoputro, “Optimal return policy and modular design for build-to-order products,” *Journal of Operations Management*, Vol.23, No.5(2005), pp.496-506.
- [26] Mukhopadhyay, S.K. and R. Setoputro, “Reverse logistics in e-business : Optimal price and return policy,” *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol.34, No.1(2004), pp.70-89.
- [27] Padmanabhan, V. and I.P.L. Png, “Manufacturer’s returns policies and retail competition,” *Marketing Science*, Vol.16, No.1(1997), pp. 81-94.
- [28] Qin, Y., H. Tang, and C. Guo, “Channel coordination and volume discounts with price-sensitive demand,” *International Journal of Production Economics*, Vol.105, No.1(2007), pp.43-53.
- [29] Schenk-Mathes, H.Y., “The design of supply contracts as a problem of delegation,” *European Journal of Operational Research*, Vol. 86, No.1(1995), pp.176-187.
- [30] Simchi-Levi, S., D. Wu, and Z. Shen, *Handbook of quantitative supply chain analysis : Modeling in the e-business era*, Springer, 2004.
- [31] So, W.C.M., T.N.D. Wong, and D. Sculli, “Factors affecting intentions to purchase via the internet,” *Industrial Management and Data Systems*, Vol.105, No.9(2005), pp.1225-1244.
- [32] Tsay, A.A., “The quantity flexibility contract and supplier-customer incentives,” *Management Science*, Vol.45, No.10(1999), pp.1339-1358.
- [33] Van Ackere, A., “The principal/agent paradigm : Its relevance to various functional fields,” *European Journal of Operational Research*, Vol.70, No.1(1993), pp.83-103.
- [34] Wagner, S.M. and G. Friedl, “Supplier switching decisions,” *European Journal of Operational Research*, Vol.183, No.2(2007), pp. 700-717.
- [35] Yang, Y.L., “Profit sharing and standard setting in production and procurement management,” *Applied Economics*, Vol.26, No.2 (1994), pp.95-105.