

복수의 공급업체가 경쟁하고 소매업체가 매출대행을 하는 공급사슬의 거래모형

박해철 (주저자/교신저자)
중앙대학교 경영학부 교수
(hpark@cau.ac.kr)
안봉현 (공동저자)
중앙대학교 경영학부 강사
(bonghyun.ahn@gmail.com)

.....

서로 대체가 가능한 제품을 생산하면서 경쟁관계에 있는 복수의 공급업체와 이들 제품의 소매매출을 증대하는 하나의 소매업체로 이루어지는 공급사슬의 최적거래모형을 분석하였다. 각 공급업체와 소매업체는 일정기간의 소매매출에 대하여 사전에 약정된 분배비율로 매출수입을 나누어 가지게 된다. 이 때 각 업체들이 거래에 참여하고자 하는 유인을 유발하면서 전체공급사슬이 달성하는 이익을 최대화하는 최적소매가격은 매출수입에 대하여 각 업체가 가져가는 분배비율의 함수가 된다. 이 분배비율의 값을 결정함에 있어서 소매업체와 개별공급업체의 입장이 서로 다르고, 선택 가능한 대안은 각 업체의 유인에 부합하는 두 가지 밖에 없으며 다른 대안을 찾고자 하는 노력은 의미가 없음을 밝혀내었다. 그리고 두 가지 대안 중의 하나를 선택하여 공급사슬전체의 이익을 최대화하여도, 개별업체의 수익성보장을 위해서는 분배비율의 합리적 결정에 더하여 고정지급금과 같은 이차적인 수입정산과정을 병행하는 이부가격제(two-part tariff)를 채용하는 매출수입분배정책을 설계하여야함을 규명하였다.

주제어: 공급사슬, 이중이익부과, 최적소매가격, 분배비율, 한계비용비율, 이부가격제

.....

1. 서론

전통적인 공급사슬에서는 소매업체가 공급업체로부터 제품이나 서비스를 조달받은 후 독립적인 영업 활동을 통해 이윤을 창출하지만, 최근 부각되고 있는 홈쇼핑업체나 온라인쇼핑몰과 같은 소매업체는 매매중개 또는 매출대행과 같은 역할을 주로 하면서, 매출중개료 및 기타수수료를 공급업체로부터 받으므로써 이윤을 실현한다. 이와 같은 공급업체와 소매업체 간의 거래모형에 대하여 박해철(2018)은 각각 하나의 공급업체와 소매업체로 구성되는 공급사슬을 대상으로, 공급사슬전체의 이익을 최대화하여 각 주

체들에게 보다 나은 수익성을 보장할 수 있는 수수료율의 산정체계와 거래방법을 제안한 바 있다.

본 연구에서는 박해철(2018)의 연구결과를 서로 대체가능한 제품을 생산하는 두 공급업체가 하나의 소매업체에게 매출대행을 의뢰하는 경우로 확장하고자 한다. 즉 보다 일반화된 공급사슬에 참여하는 각 주체들은 경쟁이 있는 상황에서 수익성을 높이기 당사자들 간에 구체적인 거래모형은 어떠한 형태로 설계하여야 하는지 등의 문제를 다루고자 한다. 이 문제는 현실적으로 점점 비중이 커지고 있는 온라인쇼핑몰이 서로 경쟁하는 제품들을 동시에 취급하고 있는 것이 일반적이고, 그들이 표방하고 있는 판매수수료에 대한 정교한 책정체계가 결여되어 있다고 보

이기 때문이다.

구체적으로 공급사슬에 참여하는 각 주체들은 협의를 통하여 경쟁제품에 의한 영향을 고려하면서 제품의 소매가격을 적절히 책정해야 하는데, 이 과정에서 중개수수료 등의 명목으로 양 당사자가 매출수입을 나누어 가지는 분배비율이 중요한 역할을 하게 된다. 또한 이 분배비율의 값은 양 당사자의 이익규모에 직접적인 영향을 미치게 되므로, 본 연구에서는 분배비율의 합리적인 결정을 위한 체계를 설계하고, 아울러 자신의 이익을 포함하여 전체공급사슬이 달성할 수 있는 이익을 가장 크게 만들 수 있는 거래모형에 대한 제안을 하고자 한다.

그동안 공급사슬에 대한 연구의 많은 부분이 공급사슬의 운영효율화나, 관련기업들의 시너지를 끌어내어 핵심경쟁력을 증진시키고자 하는 방향에 중점을 두어 온 것이 사실이다. 그 과정에서 해당기업들 간의 거래형태가 매우 중요한 역할을 하게 되는데, 특정거래형태에 의한 실질적인 효과나 파급효과 등에 대한 실증적인 연구는 그동안 주로 공급업체와 소매업체 간의 수입공유거래모형을 중심으로 논의가 진행되어 왔다. 이에 비하여 본 연구는 소매업체가 중개역할을 하는 대부분의 거래형태를 분석대상으로 포함하면서, 일종의 중개수수료에 대한 정교한 책정체계를 제시하고 그 의미를 분석함으로써, 제시되는 거래모형의 실질적인 효과를 연계하여 보고자 한다.

II. 기존의 연구

동일한 공급사슬에 참여하고 있는 소매업체와 공급업체 간의 거래모형에 관한 연구는 오랫동안 많은 연구자들의 관심을 받아왔다. 기존의 연구는 대부분

공급업체와 소매업체가 합의된 납품가격을 기준으로 거래하는 전통적이고 고전적인 거래형태를 다루고 있다(Cachon과 Terwiesch, 2009). 이 때 양 당사자는 도매가격과 소매가격을 책정하는 과정에서 서로의 이익을 최대화하려는 것이 일반적이다(Cachon과 Lariviere, 2005). 그런데 이 과정에서 필연적으로 이른바 이중이익부과(double marginalization)라고 하는 상황을 초래하게 되어 시장의 비효율성을 야기하게 된다는 것이 경제학자들을 중심으로 논증되어 왔다(Chrysanthos, 2012).

따라서 과거의 연구들은 이와 같은 시장의 비효율성을 제거할 수 있는 다양한 거래모형들을 고안하는데에 비중을 두어왔다(Bray와 Mendelson, 2012). 이러한 문제를 다루고 있는 대표적인 연구들이 제시한 거래모형 중에서 특히 주목을 받은 것들은 DVD 대역산업에서의 수입공유거래모형(revenue-sharing transaction model)과 프랜차이즈 거래모형, 그리고 환매거래모형(buy-back transaction model) 등을 꼽을 수 있다(Cachon과 Kök, 2010). 또한 공급사슬의 거래모형에 따라 유발되는 거래비용의 관점에서 거래의 효율성을 제고하고자 하는 연구도 존재한다(Yousuf, 2017).

이중에서 수입공유거래모형은 공급업체가 대역업체에게 생산원가에 매우 낮은 수준의 이윤을 부가하여 납품하는 대신, 대역업체의 매출수입의 일정부분을 공급업체가 가져갈 수 있도록 하는 거래모형이다(Tang과 Deo, 2008). Zhang 등(2013)은 이 거래모형을 통해 공급사슬 구성원들이 긍정적으로 협업에 반응하도록 동기부여가 될 수 있음을 밝혔다. 이 거래형태는 DVD 대역산업에서 보기 드문 성공을 거두었고 Varian(2000) 등을 포함하여 많은 학자들의 연구의 대상이 되었다. 그리고 Mortimer(2008)는 이와 관련된 이론적 결과들이 현실상황과

매우 비슷하다는 것을 실증하였다. 한편 Yao 등 (2008)은 하나의 공급업체와 서로 경쟁하는 두 소매업체로 구성된 공급사슬에서 협업을 이루기 위한 수입공유모형을 연구하여, 수입공유의 계약이 전통적인 계약보다 더 나은 성과를 얻을 수 있음을 발견하였다. 그리고 수요변동성 및 가격민감성 등의 영향으로 인해 수입공유의 계약을 통해 얻는 이점이 달라질 수 있다는 것을 밝혔다.

Heesea 등(2016)은 공급업체의 입장에서 소매업체가 수입공유계약에 참여하도록 유인하는 정책들을 제안하였다. 즉 공급업체는 소매업체의 협상력이 높거나 소매업체의 노력이 효과적일 경우에는 소매업체의 수입공유를 줄이면서 수요위험의 일부를 흡수하여 소매업체의 참여를 늘려야하고, 소매업체의 협상력이 약하거나 덜 유능한 소매업자를 상대할 때는 공급업체는 더 높은 도매가를 통해 수익성을 선점해야 한다고 밝히고 있다. 한편 게임이론을 이용하여 공급사슬에서 수입공유모형을 분석한 연구는 대표적으로 Fu 등(2018)을 들 수 있는데, 이들은 수요와 소매가격 간의 상관관계를 이용하여 수입공유계약 문제의 구조를 단순화하였다. 유승호(2017)는 수입공유계약과 도매가계약의 성과비교를 통해 공급업체의 품질 의사결정 구조 및 시장성가에 대한 영향을 규명하였다. 그런데 수입공유거래모형은 양 당사자가 동시에 동의할 수 있는 수입공유비율을 결정할 때에 거래모형의 최적성이 훼손될 가능성이 있다(박해철과 조재은, 2009). 이에 대하여 박해철(2009)은 프랜차이즈거래모형을 대안으로 제시하면서 이 문제를 보완할 수 있는 방안이 가능함을 보였다.

또한 일부학자들은 환매거래모형이 이중이익부과라는 상황을 경감할 수 있는 또 다른 대안이 될 수 있음을 증명하였다. 이 거래모형은 판매종료 후의 재고에 대하여 공급업체가 약정된 가격을 지불하면

서 역구매하는 것을 보장함으로써, 소매업체에게 보다 적극적으로 제품구매를 하도록 하고 동시에 공격적인 소매가격정책을 책정할 수 있도록 하는 거래모형이다. 이 거래모형에 대한 내용은 Pasternack (1985)의 연구가 상세히 다루고 있다. 이외에도 Tsay (1999)는 수량할인모형과, 그리고 Taylor(2002)는 매출리베이트거래모형을 제안하였으며, 이들의 특징들과 다른 거래모형들과의 차이점에 대한 설명은 Cachon과 Lariviere(2005)를 참고할 수 있다. 공급업자와 소매업자로 구성되는 공급사슬에 운송업자를 추가하여 이중이익부과가 가격정책에 미치는 영향을 분석한 대표적인 연구로는 Li 등(2016)의 예를 들 수 있다. 이들은 수입공유를 사용하여 공급사슬의 협업을 용이하게 할 수 있는 비선형의 운송료 및 할인제도를 제안하였다.

한편 수요에 불확실성이 존재할 때 기업의 이익을 보호하려는 노력에 대한 연구로는 McCardle 등 (2004)을 참고할 수 있다. 이들은 수요가 정규분포의 패턴을 보이는 경우 가격최적화 등 다양한 정책을 구사할 수 있는 결과를 제시하였다. 또한 시장이 과점상황에 있을 때의 상황을 다룬 연구로는 Chen (1999)의 연구가 대표적이다. 그리고 Dada 등(1999)의 연구와 Wu 등(2007)의 연구는 불확실한 수요가 존재하는 상황에서 소매업체가 가격결정을 하면서 공급업체와 이해관계를 같이 하는 것이 전체공급사슬의 수익성 증대에 중요하다는 것을 논증하였다. 한편 복수의 공급업체들이 서로 경쟁하는 공급사슬에 대한 연구로는 Cachon과 Kök(2010)를 들 수 있다. 또한 박해철과 안봉현(2012)은 경쟁하고 있는 두 개의 공급업체 중 하나가 소매업체와 협업하는 형태로 거래모형을 바꾸는 경우에 이익규모가 증대하는 시장상황을 분석하였다.

Rey와 Stiglitz(1995)는 소매업체와 공급업체가

협업을 하면서 성과를 올리고자 하는 경우를 분석하였고, Besanco와 Perry(1994)는 공급업체와 소매업체가 협업을 하면서 양 업체의 비용절감과 이익 증대가 달성될 수 있음을 보였다. 그리고 Liu 등(2010)은 온라인공급사슬 시스템과 정보비대칭 하에서 생산 및 가격결정에 대한 협업적 의사결정을 연구하였다. Batarfia 등(2016)은 공급업체와 소매업체로 구성된 두 단계의 공급사슬의 성과에 대해 기존의 소매채널과 신규의 온라인채널로 구성된 이중채널 채택의 효과를 비교하였다.

III. 모형의 설계와 분석

3.1 경영환경

대상이 되는 공급사슬은 하나의 소매업체와, 서로 대체가 가능한 제품을 납품하는 복수의 공급업체 A와 B로 이루어져 있다. 공급업체 A와 B는 그들이 취급하는 제품 한 단위를 생산 또는 조달하기 위하여 각각 단위 당 $c_{SA}(c_{SA} \geq 0)$ 및 $c_{SB}(c_{SB} \geq 0)$ 의 한계비용을 생산 또는 조달비용으로 지출한다. 그리고 소매업체는 이 제품들을 최종소비자에게 각각 $p_A(p_A \geq 0)$ 와 $p_B(p_B \geq 0)$ 의 소매가격으로 판매를 중개하며, 이 때 소매업체는 소매가격 p_A 와 p_B 를 자신의 이익최대화를 지향하면서 공급업체와 협의하여 결정할 수 있다고 한다.

그리고 이 공급사슬이 취급하는 제품에 대한 소매 수요는 평균이 각각 $d_A(d_A \geq 0)$ 와 $d_B(d_B \geq 0)$, 표준편차가 각각 σ_A 와 σ_B 인 정규분포를 한다고 가정한다. 그리고 d_A 와 d_B 는 소매가격 p_A 와 p_B 에 대하

여 다음과 같은 선형관계로 구현되는 것으로 표시하기로 한다.

$$p_A = \theta_A - \beta_A d_A - r_A d_B \quad (1)$$

$$p_B = \theta_B - \beta_B d_B - r_B d_A \quad (2)$$

여기서 $\theta_i(i = A, B)$ 는 해당제품에 매겨질 수 있는 이론적으로 가장 높은 소매가격이며, 따라서 양수로 가정한다. $\beta_i(i = A, B)$ 는 수요량과 가격의 연동수준을 나타내는 탄력계수이며, 양의 값을 가지도록 하여 수요와 가격이 가지는 성향을 반영하도록 한다. 그리고 $r_i(i = A, B)$ 는 각 제품의 경쟁제품에 대한 대체민감도로 이해할 수 있고, 따라서 비음의 값을 가지는 것으로 가정한다. 또한 각 β_i 는 r_i 나 r_j 보다 큰 값을 가진다고 가정하며, 이는 각 제품의 가격에 대한 수요의 직접적인 연동정도가 경쟁제품의 가격에 의한 간접적인 연동정도 보다는 크다는 것을 의미한다. 두 제품이 서로 일정수준 대체될 수 있는 관계를 가지는 경우, 식(1)과 식(2)로 표현되는 가격과 수요량과의 관계는 Cachon 등(2010)의 연구에 광범위하게 사용되고 있다.

식(1)과 식(2)를 좀더 명확히 이해하기 위하여 수요량을 종속변수로 하는 전통적인 관계식으로 나타내보면 다음과 같다(박해철과 안봉현, 2012).

$$d_A = \frac{\beta_B \theta_A - r_A \theta_B}{\beta_A \beta_B - r_A r_B} - \frac{\beta_B}{\beta_A \beta_B - r_A r_B} p_A + \frac{r_A}{\beta_A \beta_B - r_A r_B} p_B \quad (3)$$

$$d_B = \frac{\beta_A \theta_B - r_B \theta_A}{\beta_A \beta_B - r_A r_B} - \frac{\beta_A}{\beta_A \beta_B - r_A r_B} p_B + \frac{r_B}{\beta_A \beta_B - r_A r_B} p_A \quad (4)$$

이로부터 본 연구에서 채용하고 있는 가정들에 의해 각 제품의 수요는 자신의 가격이 상승할수록, 예를 들어 제품 A의 경우 $\frac{\beta_B}{\beta_A\beta_B - r_A r_B}$ 의 비율로 감소하는 반면에, 경쟁제품의 가격이 상승할 경우 대체효과로 인하여 $\frac{r_A}{\beta_A\beta_B - r_A r_B}$ 의 비율로 증가하게 됨을 볼 수 있다.

또한 최종소비자는 소매업체를 통해 주문을 하는데, 이 정보는 소매업체로부터 공급업체에게 전달되어 공급업체가 해당소비자에게 배송을 함으로써 거래는 종료된다. 따라서 소매업체는 판매의 중개역할만을 하고 실제의 판매프로세스는 공급업체가 진행하는데, 이 때 상황에 따라 재고부족 또는 과다재고가 발생할 수 있고, 이로 인해 공급업체는 관련비용을 부담하여야 한다.

만약 재고부족이 일어나면 공급업체에게는 백-오더가 허용되고, 이러한 경우 공급업체는 해당제품을 추가 조달하는 것이 가능하며, 따라서 백-오더에 대한 적시충족이 가능하다. 하지만 백-오더가 발생하게 되면 공급업체는 기존의 한계비용 c_{SA} 또는 c_{SB} 에 더하여, 단위당 $b_A(b_A \geq 0)$ 또는 $b_B(b_B \geq 0)$ 의 백-오더 비용을 추가적으로 부담하여야 한다. 결과적으로 소매업체가 달성하는 매출규모는 평균적으로 해당가격수준에 대응하는 수요량과 동일하게 된다. 그리고 일정기간의 영업종료 후 판매가 되지 못한 재고가 발생하게 되면 공급업체가 단위당 $v_A(v_A \geq 0)$ 또는 $v_B(v_B \geq 0)$ 의 가격을 받고 잔존물을 처리한다.

소매업체는 공급업체와 계약이 성사되면 이 제품의 판매를 중개하기 위하여 자신의 판매시스템에 보정작업을 해야 하며, 이 과정에서 일회적인 고정비용을 $K_{Ri}(K_{Ri} \geq 0, i = A, B)$ 만큼 지출하여야 한다. 그리고 중개가 완료되어 판매가 이루어질 때마다 공

급업체 A에 의한 제품의 경우에는 제품 당 c_{RA} ($c_{RA} \geq 0$)만큼, 그리고 공급업체 B에 의한 제품의 경우에는 $c_{RB}(c_{RB} \geq 0)$ 만큼 한계비용으로 지출한다. 참고로 Chrysanthos(2012)는 구글 등의 온라인매체들이 기업광고를 게재할 때 그 기업들의 매출이 늘어남에 따라 증가하는 한계비용이 실질적으로 0에 가까움을 지적하고, 매출수준에 연동되는 방식의 온라인광고료 부과제도에 수정이 필요함을 제안한 바가 있다.

마지막으로 소매업체와 공급업체는 일정기간의 수입과 비용에 대하여 이부요금제(two-part tariff)와 같은 형태로 두 가지 경로의 정산과정을 거친다. 즉 공급업체는 소매업체에게 판매를 위탁할 때 단위기간 당 매출액과는 독립적인 고정수수료를 정기적으로 $F_S(i = A, B)$ 만큼 지불하는 한편, 해당기간의 소매매출수입에 대하여는 소매업체와 공급업체가 $0 < f_i < 1(i = A, B)$ 를 만족하는 범위에서 각각 f_i 와 $(1 - f_i)$ 의 분배비율로 나누어 가진다고 한다.

3.2 분석모형의 설계

분석모형을 설계하기 위하여 공급사슬에 참여하는 각 주체들의 이익이 어떻게 구현되는지 살펴보기로 한다. 먼저 소매업체의 입장을 보면 소매업체에게 주어지는 분배비율이 각각 f_A 와 f_B 이고, 이 값들에 근거하여 소매업체들이 공급업체와 협의하여 결정하는 각 제품의 소매가격을 각각 p_A 및 p_B 로 표기하기로 하였다. 이 때 소매업체의 이익 $\pi_R(f_A, f_B)$ 은 공급업체 A와 연결되는 공급사슬에서 얻는 이익 π_{RA} 와 공급업체 B와 연결되는 공급사슬에서 얻는 이익인 π_{RB} 의 합계가 되며 가정에 따라 다음과 같이 나타나게 된다.

$$\begin{aligned}
 \pi_R(f_A, f_B) &= \pi_{RA}(f_A, f_B) + \pi_{RB}(f_A, f_B) \\
 &= p_A f_A d_A - K_{RA} - c_{RA} d_A + F_{SA} \\
 &\quad + p_B f_B d_B - K_{RB} - c_{RB} d_B + F_{SB} \\
 &= (\theta_A - \beta_A d_A - r_A d_B) f_A d_A \\
 &\quad - K_{RA} - c_{RA} d_A + F_{SA} \\
 &\quad + (\theta_B - \beta_B d_B - r_B d_A) f_B d_B \\
 &\quad - K_{RB} - c_{RB} d_B + F_{SB} \quad (5)
 \end{aligned}$$

그리고 공급업체 A와 B가 달성하는 이익을 각각 $\pi_{SA}(f_A, f_B)$ 및 $\pi_{SB}(f_A, f_B)$ 라고 할 때, 이들은 각각 식(6) 및 식(7)의 형태로 정리된다.

$$\begin{aligned}
 \pi_{SA}(f_A, f_B) &= p_A(1-f_A) d_A - G_{SA}(\cdot) \\
 &\quad - c_{SA} d_A - F_{SA} \\
 &= (\theta_A - \beta_A d_A - r_A d_B) (1-f_A) d_A \\
 &\quad - G_{SA}(\cdot) - c_{SA} d_A - F_{SA} \quad (6)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \pi_{SB}(f_A, f_B) &= p_B(1-f_B) d_B - G_{SB}(\cdot) \\
 &\quad - c_{SB} d_B - F_{SB} \\
 &= (\theta_B - \beta_B d_B - r_B d_A) (1-f_B) d_B \\
 &\quad - G_{SB}(\cdot) - c_{SB} d_B - F_{SB} \quad (7)
 \end{aligned}$$

여기서 $G_S(\cdot)$ ($i=A, B$)는 각 공급업체가 제품을 조달하는 과정에서 발생하게 되는 재고부족 내지는 과다재고에 의한 제반비용을 포괄하는 함수이다. 즉 공급업체 A의 경우를 예로 들면 정규분포의 패턴을 가지면서 확률적인 움직임을 보이는 소매수에 대하여 재고가 부족한 제품단위당 b_A 의 백-오더 비용을 지불하여야 하고, 반대로 영업기간의 종료 후에 남는 재고에 대해서는 단위당 $(c_{SA} - v_A)$ 에 해당하는 비용을 지불하여야 한다고 하였다. 따라서 $G_{SA}(\cdot)$ 는 본 연구에서 전제하고 있는 가정에 의하여 다음과 같이 요약된다(Tang and Deo, 2008,

박해철과 조재은, 2009). 즉,

$$G_{SA}(b_A, v_A) = (b_A + c_{SA} - v_A) \phi(z_A^*) \sigma \quad (8)$$

$\phi(\cdot)$ 는 표준화정규분포밀도함수(standardized normal probability density function)이고, z_A^* 는 표준화정규분포함수(standardized normal distribution function)인 $\Phi(\cdot)$ 에 대하여 $z_A^* = \Phi^{-1}(\frac{b_A}{b_A + c_{SA} - v_A})$ 의 관계를 만족하는 특정값을 나타낸다.

3.3 경영상황의 분석

3.3.1 소매업체와 공급업체의 가격책정

위와 같은 상황에서 공급사슬에 참여하고 있는 기업체들이 각각 자신에게 가장 유리하다고 받아들일 수 있는 가격정책이 어떠한 특성을 가지고 있는지를 분석하여 보기로 한다. 이를 위해 먼저 소매업체의 입장에서 분배비율이 주어졌을 때, 자신의 이익을 최대로 하는 최적소매가격을 어떻게 결정하는지를 다음의 [Proposition 1]이 요약하고 있다.

[Proposition 1] 소매업체를 위한 분배비율을 각각 f_A 및 f_B 로 상정할 때, 식(5)의 소매업체의 이익을 최대화하는 수요량인 d_{RA}^* 와 d_{RB}^* 는 각각 다음과 같다.

$$d_{RA}^* = \frac{2\beta_B f_B (\theta_A f_A - c_{RA}) - (r_A f_A + r_B f_B) (\theta_B f_B - c_{RB})}{4\beta_A \beta_B f_A f_B - (r_A f_A + r_B f_B)^2} \quad (9)$$

$$d_{RB}^* = \frac{2\beta_A f_A (\theta_B f_B - c_{RB}) - (r_A f_A + r_B f_B)(\theta_A f_A - c_{RA})}{4\beta_A \beta_B f_A f_B - (r_A f_A + r_B f_B)^2} \quad (10)$$

또한 위의 수요량을 유발하는 소매업체 입장에서 의 최적소매가격 p_{RA}^* 와 p_{RB}^* 는 각각 다음과 같다.

$$p_{RA}^* = \frac{2\beta_A \beta_B f_B (\theta_A f_A + c_{RA}) - (r_A f_A + r_B f_B)(r_B \theta_A f_B + r_A c_{RA}) - \beta_A (r_A f_A - r_B f_B)(\theta_B f_B - c_{RB})}{4\beta_A \beta_B f_A f_B - (r_A f_A + r_B f_B)^2} \quad (11)$$

$$p_{RB}^* = \frac{2\beta_A \beta_B f_A (\theta_B f_B + c_{RB}) - (r_A f_A + r_B f_B)(r_A \theta_B f_A + r_B c_{RB}) - \beta_B (r_B f_B - r_A f_A)(\theta_A f_A - c_{RA})}{4\beta_A \beta_B f_A f_B - (r_A f_A + r_B f_B)^2} \quad (12)$$

〈증명〉 식(5)에 대하여 이를 최대화하는 수요량을 찾기 위하여 이 식을 각각 d_A 와 d_B 로 미분한 후, 1차조건을 적용하여 연립방정식을 다음과 같이 구성한다.

$$\frac{\partial \pi_R}{\partial d_A} = -\beta_A f_A d_A + (\theta_A - \beta_A d_A - r_A d_B) f_A - c_{RA} - r_B f_B d_B = 0$$

$$\frac{\partial \pi_R}{\partial d_B} = -\beta_B f_B d_B + (\theta_B - \beta_B d_B - r_B d_A) f_B - c_{RB} - r_A f_A d_A = 0$$

이 연립방정식을 풀면 소매업체의 입장에서 분배비율이 각각 f_A 및 f_B 로 주어질 때, 자신의 이익이 최대가 되도록 하는 각 제품의 수요량인 d_{RA}^* 와 d_{RB}^* 를 식(9) 및 식(10)과 같이 구할 수 있다. 또한 d_{RA}^* 와 d_{RB}^* 에 상응하는 소매업체 입장에서의 최적소매가격인 p_{RA}^* 와 p_{RB}^* 는 식(9) 및 식(10)의 결과를 식

(1)과 식(2)에 대입하여 구할 수 있으며 식(11) 및 식(12)로 정리된다. ■

[Proposition 1]은 임의의 분배비율이 주어졌을 때 소매업체가 이 분배비율을 전제로 자신에게 가장 유리한 결과를 초래하는 소매가격을 책정하기 위하여 어떻게 의사결정을 하는지를 보여주고 있다. 따라서 소매업체가 특정한 분배비율에 대하여 거래에 참여하도록 하는 유인을 제공하기 위해서는 [Proposition 1]에서 볼 수 있는 가격책정체계를 보장해 주어야 할 것이다.

참고로 d_{RA}^* 와 d_{RB}^* 는 두 제품 간에 서로 대체관계가 없는 상황, 즉 $r_A = r_B = 0$ 인 경우에 어떻게 정리되는지를 살펴보기로 하자. 이 경우에는 두 제품의 시장은 서로 독립적으로 존재하게 되는데, 제품 A의 경우를 예를 들어 재해석하여 보면 $d_{RA}^* = \frac{\theta_A}{2\beta_A} - \frac{c_{RA}}{2\beta_A f_A}$ 의 관계가 성립한다. 이는 공급업체와 소매업체가 각각 하나씩 존재하는 단순한 공급사슬에 대하여 박해철(2018)이 제시한 수요량 및 최적소매가격과 실질적으로 일치하는 결과로 귀착되며 해당연구결과를 그대로 활용할 수 있다.

그리고 식(9) 및 식(10)에 의하면 각 제품의 최적수요량은 소매업체가 그 제품의 경쟁제품을 취급하면서 지출하는 한계비용이 저렴하여질수록, 상대적으로 감소하는 특징을 보이고 있어서 두 제품 간에 명백한 대체효과가 존재하고 있음을 볼 수 있다. 예를 들어 d_{RA}^* 의 경우 c_{RA} 가 감소하는 경우에는 증가하지만, 경쟁제품의 한계비용인 c_{RB} 의 값이 작아지는 경우에는 반대로 감소하는 경향이 있음을 알 수 있다. 그리고 이러한 대체효과는 대체정도를 표시하는 모수인 r_A 또는 r_B 가 커질수록 증폭되는 경향을

보이고 있음도 분명하다.

이제부터는 공급업체전체의 입장에서, 주어지는 분배비율을 전제로 그들의 이익을 최대화하는 수요량과 그에 상응하는 최적소매가격을 구하고, 앞에서 정리한 소매업체의 입장과 어떠한 차이를 보이는지 분석하여 보기로 하자. 이를 위해 두 공급업체의 이익을 합한 $\pi_S(f_A, f_B)$ 를 구하여 보면 식(6) 및 식(7)에 근거하여 아래와 같이 정리된다.

$$\begin{aligned} \pi_S(f_A, f_B) &= \pi_{SA}(f_A, f_B) + \pi_{SB}(f_A, f_B) \\ &= (\theta_A - \beta_A d_A - r_A d_B) (1 - f_A) d_A \\ &\quad - G_{SA}(\cdot) - c_{SA} d_A - F_{SA} \\ &\quad + (\theta_B - \beta_B d_B - r_B d_A) (1 - f_B) d_B \\ &\quad - G_{SB}(\cdot) - c_{SB} d_B - F_{SB} \end{aligned} \quad (13)$$

소매업체의 입장에서 분석했던 경우와 유사한 논리를 적용하여 분배비율이 f_A 및 f_B 로 주어질 때, 공급업체들의 입장에서 공급업체전체의 이익의 합을 최대화하는 수요량 d_{SA}^T 및 d_{SB}^T 그리고 최적소매가격 p_{SA}^T 및 p_{SB}^T 를 구하면 다음의 [Proposition 2]로 요약된다.

[Proposition 2] 소매업체를 위한 분배비율을 f_A 및 f_B 로 상정할 때 식(13)으로 나타나는 공급업체전체의 이익의 합을 최대화하는 수요량인 d_{SA}^T 및 d_{SB}^T 는 다음과 같다. (여기서 $\bar{f}_A = 1 - f_A$ 및 $\bar{f}_B = 1 - f_B$)

$$d_{SA}^T = \frac{2\beta_B \bar{f}_B (\theta_A \bar{f}_A - c_{SA}) - (r_A \bar{f}_A + r_B \bar{f}_B) (\theta_B \bar{f}_B - c_{SB})}{4\beta_A \beta_B \bar{f}_A \bar{f}_B - (r_A \bar{f}_A + r_B \bar{f}_B)^2} \quad (14)$$

$$d_{SB}^T = \frac{2\beta_A \bar{f}_A (\theta_B \bar{f}_B - c_{SB}) - (r_A \bar{f}_A + r_B \bar{f}_B) (\theta_A \bar{f}_A - c_{SA})}{4\beta_A \beta_B \bar{f}_A \bar{f}_B - (r_A \bar{f}_A + r_B \bar{f}_B)^2} \quad (15)$$

그리고 위의 수요량을 유발하는 공급업체전체 입장에서의 최적소매가격 p_{SA}^T 및 p_{SB}^T 는 각각 다음과 같다.

$$p_{SA}^T = \frac{2\beta_A \beta_B \bar{f}_B (\theta_A \bar{f}_A + c_{SA}) - (r_A \bar{f}_A + r_B \bar{f}_B) (r_B \theta_A \bar{f}_B + r_A c_{SA}) - \beta_A (r_A \bar{f}_A - r_B \bar{f}_B) (\theta_B \bar{f}_B - c_{SB})}{4\beta_A \beta_B \bar{f}_A \bar{f}_B - (r_A \bar{f}_A + r_B \bar{f}_B)^2} \quad (16)$$

$$p_{SB}^T = \frac{2\beta_A \beta_B \bar{f}_A (\theta_B \bar{f}_B + c_{SB}) - (r_A \bar{f}_A + r_B \bar{f}_B) (r_A \theta_B \bar{f}_A + r_B c_{SB}) - \beta_B (r_B \bar{f}_B - r_A \bar{f}_A) (\theta_A \bar{f}_A - c_{SA})}{4\beta_A \beta_B \bar{f}_A \bar{f}_B - (r_A \bar{f}_A + r_B \bar{f}_B)^2} \quad (17)$$

<증명> [Proposition 1]을 증명하는 과정과 유사하게 식(13)을 각각 d_A 및 d_B 로 미분하고 1차조건을 적용하여 연립방정식을 형성한 후, 해를 구하면 식(14)과 식(15)와 같은 결과를 구할 수 있다. 그리고 이 결과를 식(1)과 식(2)에 대입하면 이들에 해당하는 최적소매가격 p_{SA}^T 및 p_{SB}^T 가 식(16)과 식(17)의 결과로 정리되어 증명이 완결된다. ■

[Proposition 2]는 임의의 분배비율이 주어졌을 때 공급업체전체의 입장에서 이 분배비율을 전제로, 자신들에게 가장 유리한 결과를 초래하는 소매가격을 책정하기 위하여 어떻게 의사결정을 하여야 하는지를 보여주고 있다. 따라서 공급업체전체의 입장에서 특정한 분배비율에 대하여 거래에 참여하도록 하는 유인을 제공하기 위해서는 [Proposition 2]에서 규명하고 있는 가격책정과정을 보장해 주어야 할 것이다.

d_{SA}^* 및 d_{SB}^* 의 크기를 보면 공급업체의 입장에서는 경쟁업체의 한계비용(c_{SB} 또는 c_{SA})이 저렴하여 질수록, 상대적으로 감소하는 특징을 보이고 있어서 공급업체전체의 차원에서 두 제품 간에 명백한 대체효과가 존재하고 있음을 보이고 있다. 그리고 이러한 대체효과가 r_A 및 r_B 가 커질수록 증폭되는 경향을 보이고 있음도 소매업체의 입장을 다룬 경우와 동일하다.

[Proposition 1]과 [Proposition 2]에 요약된 결과를 비교하여 보면, 소매업체가 원하는 최적소매가격과 공급업체전체가 원하는 최적소매가격이, 각각 분배비율들인 $f_i (i=A, B)$ 와 \bar{f}_i 를 바탕으로 구성되면서 소매업체와 공급업체들이 일종의 대척적인 입장에 놓여있음을 볼 수 있다. 이는 본 연구가 소매매출의 형태로 궁극적으로 구현되는 공급사슬전체의 성과를 소매업체와 공급업체들이 나누어 가지는 거래모형을 다루고 있기 때문이다. 이는 최선의 결과를 구하기 위해서는 소매가격을 결정함에 있어서, 소매업체와 공급업체전체의 이해관계를 어떻게 조정하여 가급적 일치시키느냐 하는 것이 중요하다는 것을 의미한다.

한편 [Proposition 2]의 내용은 두 공급업체가 달성하는 이익의 합을 최대화하는 것을 전제로 공급업체들을 총괄하는 입장을 반영하고 있기 때문에, 그 결과는 각 공급업체의 개별적인 입장과는 차이가 있을 수 있다. 따라서 다음에는 개별공급업체의 시각에서 자신의 이익을 최대화하는 소매가격을 어떻게 희망하게 되는지를 분석하여보기로 한다. 그리고 이러한 다양한 입장 차이를 반영하는 결과들을 연결하기 위하여 필요한 전제조건인, 공급사슬전체의 이익을 최대화하는 의사결정은 어떠한 모습으로 도출되는지를 찾아보기로 한다.

[Proposition 3] 각 공급업체에게 분배되는 분배비율을 $\bar{f}_A = 1 - f_A$, 그리고 $\bar{f}_B = 1 - f_B$ 라고 할 때, 식(6) 및 식(7)로 표현되는 각 공급업체의 이익을 개별적으로 최대화하는 수요량인 d_{SA}^* 및 d_{SB}^* 는 다음과 같다.

$$d_{SA}^* = \frac{2\beta_B \bar{f}_B (\theta_A \bar{f}_A - c_{SA}) - r_A \bar{f}_A (\theta_B \bar{f}_B - c_{SB})}{4\beta_A \beta_B \bar{f}_A \bar{f}_B - r_A \bar{f}_A r_B \bar{f}_B} \quad (18)$$

$$d_{SB}^* = \frac{2\beta_A \bar{f}_A (\theta_B \bar{f}_B - c_{SB}) - r_B \bar{f}_B (\theta_A \bar{f}_A - c_{SA})}{4\beta_A \beta_B \bar{f}_A \bar{f}_B - r_A \bar{f}_A r_B \bar{f}_B} \quad (19)$$

그리고 위의 수요량을 유발하는 개별공급업체 입장에서의 최적소매가격 p_{SA}^* 및 p_{SB}^* 는 각각 다음과 같다.

$$p_{SA}^* = \frac{2\beta_A \beta_B \bar{f}_B (\theta_A \bar{f}_A + c_{SA}) - \beta_A r_A \bar{f}_A (\theta_B \bar{f}_B - c_{SB}) - r_A r_B \bar{f}_B c_{SA}}{4\beta_A \beta_B \bar{f}_A \bar{f}_B - r_A \bar{f}_A r_B \bar{f}_B} \quad (20)$$

$$p_{SB}^* = \frac{2\beta_A \beta_B \bar{f}_A (\theta_B \bar{f}_B + c_{SB}) - \beta_B r_B \bar{f}_B (\theta_A \bar{f}_A - c_{SA}) - r_A r_B \bar{f}_A c_{SB}}{4\beta_A \beta_B \bar{f}_A \bar{f}_B - r_A \bar{f}_A r_B \bar{f}_B} \quad (21)$$

<증명> 식(6) 및 식(7)로 표현된 π_{SA} 와 π_{SB} 각각에 대하여 π_{SA} 는 d_A 로 그리고 π_{SB} 는 d_B 로 미분하여 1차조건을 적용함으로써 다음의 연립방정식을 형성할 수 있다.

$$\frac{\partial \pi_{SA}}{\partial d_A} = -\beta_A \bar{f}_A d_A + (\theta_A - \beta_A d_A - r_A d_B) \bar{f}_A - c_{SA} = 0$$

$$\frac{\partial \pi_{SB}}{\partial d_B} = -\beta_B \bar{f}_B d_B + (\theta_B - \beta_B d_B - r_B d_A) \bar{f}_B - c_{SB} = 0$$

위의 연립방정식을 풀어서 해를 구하면 식(18)과 식(19)의 결과를 도출할 수 있다. 그리고 이 결과를 식(1)과 식(2)에 대입하면 식(20)과 식(21)이 유도되어 증명이 완결된다. ■

[Proposition 3]은 임의의 분배비율이 주어졌을 때 개별공급업체들이 각각 자신에게 가장 유리한 결과를 초래하는 소매가격을 책정하기 위하여 어떻게 의사결정을 하는지를 보여주고 있다. 따라서 개별공급업체에게 특정한 분배비율에 대하여 거래에 참여하도록 하는 유인을 제공하기 위해서는 [Proposition 3]에서 볼 수 있는 가격책정과정을 보장할 필요가 있다.

이제 공급사슬에 참여하는 모든 업체의 이해관계를 총괄할 수 있는 공동의 영역을 발견하기 위해서 공급사슬전체의 이익을 최대화하는 의사결정이 어떻게 이루어져야 하는지를 알아 볼 필요가 있다. 이를 위해 공급사슬전체의 이익을 나타내는 π_T 를 구해보면 아래와 같이 표현된다.

$$\begin{aligned} \pi_T &= \pi_R + \pi_{SA} + \pi_{SB} \\ &= p_A d_A - G_{SA}(\cdot) - (c_{RA} + c_{SA}) d_A - K_{RA} \\ &\quad + p_B d_B - G_{SB}(\cdot) - (c_{RB} + c_{SB}) d_B - K_{RB} \end{aligned} \tag{22}$$

위 식에 의하면 공급사슬전체의 이익의 크기를 표현할 때에는 분배비율인 f_A 또는 f_B 가 명시적으로 드러나고 있지 않음을 볼 수 있다. 식(22)로 표현되는 공급사슬전체의 이익을 최대화하는 수요량과 최적소매가격은 다음의 [Proposition 4]로 요약된다.

[Proposition 4] 공급사슬전체의 이익을 최대화하는 수요량인 d_A^{T*} 및 d_B^{T*} 는 다음과 같다.

$$d_A^{T*} = \frac{2\beta_B(\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) - (r_A + r_B)(\theta_B - c_{SB} - c_{RB})}{4\beta_A\beta_B - (r_A + r_B)^2} \tag{23}$$

$$d_B^{T*} = \frac{2\beta_A(\theta_B - c_{SB} - c_{RB}) - (r_A + r_B)(\theta_A - c_{SA} - c_{RA})}{4\beta_A\beta_B - (r_A + r_B)^2} \tag{24}$$

그리고 이들에 상응하는 최적소매가격 p_A^{T*} 및 p_B^{T*} 는 각각 다음과 같다.

$$p_A^{T*} = \frac{(2\beta_A\beta_B - r_A r_B - r_B^2)\theta_A + (2\beta_A\beta_B - r_A r_B - r_A^2)(c_{SA} + c_{RA}) - \beta_A(r_A - r_B)(\theta_B - c_{SB} - c_{RB})}{4\beta_A\beta_B - (r_A + r_B)^2} \tag{25}$$

$$p_B^{T*} = \frac{(2\beta_A\beta_B - r_A r_B - r_B^2)\theta_B + (2\beta_A\beta_B - r_A r_B - r_B^2)(c_{SB} + c_{RB}) + \beta_B(r_A - r_B)(\theta_A - c_{SA} - c_{RA})}{4\beta_A\beta_B - (r_A + r_B)^2} \tag{26}$$

<증명> π_T 를 최대화하는 수요량을 구하기 위하여 식(22)를 각각 d_A 및 d_B 로 미분하고 1차조건을 적용하여 연립방정식을 구성하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_T}{\partial d_A} &= -\beta_A d_A + \theta_A - \beta_A d_A - r_A d_B - c_{RA} - c_{SA} \\ &\quad - r_B d_B = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_T}{\partial d_B} &= -\beta_B d_B + \theta_B - \beta_B d_B - r_B d_A - c_{RB} - c_{SB} \\ &\quad - r_A d_A = 0 \end{aligned}$$

위 연립방정식의 해를 구하여 보면 공급사슬전체의 이익을 최대화하는 각 제품의 수요량인 d_A^{T*} 및 d_B^{T*} 는 식(23) 및 식(24)의 형태로 유도된다. 그리고 식(23)과 식(24)를 식(1)과 식(2)에 대입하여 정리하면 d_A^{T*} 및 d_B^{T*} 에 상응하는 최적소매가격들인 p_A^{T*} 및 p_B^{T*} 는 식(25) 및 식(26)의 형태로 정리된다. ■

앞에서와 마찬가지로 이 결과도 $r_A = r_B = 0$ 인 경우, 즉 두 제품 간에 서로 대체관계가 존재하지 않는 경우에는 단순한 공급사슬을 다루는 상황에서 박해철(2018)이 제시한 결과와 실질적으로 일치하고 있다. 또한 각 제품의 최적수요량은 경쟁제품의 공급사슬 전체를 망라하여 발생하는 한계비용인 ($c_{SB} + c_{RB}$) 또는 ($c_{SA} + c_{RA}$)가 저렴하여질수록 감소하는 대체효과를 보이고 있다. 이는 식(9)와 식(10)의 소매업체의 입장에서 자신의 한계비용만 반영한 해나, 식(14)와 식(15)의 공급업체전체의 입장에서 공급업체들의 한계비용만 반영한 해 보다는 확장된 시장에서의 결과를 보여주는 것이라고 해석할 수 있다. 또한 앞의 경우와 마찬가지로 이러한 대체효과는 대체정도를 표시하는 모수인 r_A 및 r_B 가 커질수록 증폭되는 경향도 존재함을 알 수 있다.

소매업체의 입장만을 반영하는 해를 나타내는 식(9)-식(12)와 공급업체전체의 입장을 반영하는 해를 표시하는 식(14)-식(17), 개별공급업체의 입장을 나타내는 식(18)-식(21), 그리고 공급사슬전체를 아우르는 시각을 반영하는 식(23)-식(26)들이 제시하는 해들을 비교하여 보면 서로 차이가 있으며, 이 차이는 궁극적으로 공급사슬에 참여하는 각 주체들의 입장과 유인의 차이를 반영하는 것으로 보인다. 따라서 이러한 입장과 유인의 차이를 해소하여 각 주체들의 이해관계가 서로 일치하도록 하거나, 또는 공동의 이익최대화를 구현하고 그 성과를 각자의 거래협상력에 따라 배분하도록 하는 것이 성공적인 거래모형을 설계할 수 있는 관건이 될 것이다. 따라서 이러한 두 가지 해결방향에 대하여 각각 그 가능성을 분석하여 보기로 하자.

3.3.2 거래모형의 설계

소매업체와 공급업체들의 입장 차이가 해소되려면 크게 두 가지 종류의 상황이 존재할 수 있다. 첫째는 각 주체가 서로가 원하는 유인대로 의사결정을 하면서 자연스럽게 이해관계의 일치를 이룰 수 있는 거래환경의 특성이 존재하는 경우이다. 그리고 두 번째 경우는 각 주체가 자신만의 이익최대화를 추구하는 유인보다는 공급사슬전체의 이익최대화를 먼저 달성하고, 그 상황을 전제로 자신의 이익도 최대화하는 상황이다. 이 중에서 먼저 첫 번째 경우에 대한 분석을 시도하여 보기로 하자.

【보조정리 1】 공급사슬의 환경이 다음의 조건

(i) 또는 조건(ii)를 충족시키는 경우, 공급사슬전체의 이익을 최대화하는 최적분배비율은 다음의 명제(iii)과 같이 유일하게 형성된다. 그리고 이때 소매업체의 입장을 나타내는 식(9)-식(12), 공급업체전체의 입장을 나타내는 식(14)-식(17) 그리고 공급사슬전체의 이익을 최대화하는 식(23)-식(26)의 값들이 서로 일치한다.

$$(i) \quad r_A = r_B = 0$$

$$(ii) \quad c_{RA}(c_{SB} + c_{RB}) = c_{RB}(c_{SA} + c_{RA}) \quad \text{또는}$$

$$\frac{c_{RB}}{c_{SB}} = \frac{c_{RA}}{c_{SA}}$$

$$(iii) \quad f_A = \frac{c_{RA}}{c_{SA} + c_{RA}} \quad \text{및} \quad f_B = \frac{c_{RB}}{c_{SB} + c_{RB}}$$

〈증명〉 조건(i)과 관련된 결과는 $r_A = r_B = 0$ 를 각 식에 대입하여 정리하면 쉽게 증명된다. 이는 결국 각 제품 간에 대체관계가 없을 경우 각 시장은 서로 독립적이 되어서, 박해철(2018)이 제시한 단일 제품에 대한 결과로 귀착된다는 것을 의미한다.

조건(ii)와 관련된 증명은 다음과 같다. 먼저 공급사슬전체의 이익을 나타내는 식(22)에 소매업체의 입장을 반영하는 식(9)-식(12)에 의한 결과(또는 공급업체전체의 입장을 나타내는 식(13)에 식(14)-식(17) 등의 결과)들을 각각 대입하여 정리한다. 그리고 이 결과를 최대화하는 분배비율들을 구하기 위해 해당 식들을 f_A 와 f_B 로 각각 미분하여 1차조건을 적용하면 다음과 같은 연립방정식을 형성하게 된다. (두 가지 경우를 한 번에 표현할 수 있도록 d_{RA}^* 또는 d_{SA}^* 를 d_A^* 로 공통으로 표기하기로 하며 d_B^* 의 경우도 동일함.)

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_T}{\partial f_A} &= [\theta_A - (c_{RA} + c_{SA}) - 2\beta_A d_A^* - (r_A + r_B)d_B^*] \frac{\partial d_A^*}{\partial f_A} \\ &+ [\theta_B - (c_{RB} + c_{SB}) - 2\beta_B d_B^* - (r_A + r_B)d_A^*] \frac{\partial d_B^*}{\partial f_A} = 0 \end{aligned} \quad (27)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_T}{\partial f_B} &= [\theta_A - (c_{RA} + c_{SA}) - 2\beta_A d_A^* - (r_A + r_B)d_B^*] \frac{\partial d_A^*}{\partial f_B} \\ &+ [\theta_B - (c_{RB} + c_{SB}) - 2\beta_B d_B^* - (r_A + r_B)d_A^*] \frac{\partial d_B^*}{\partial f_B} = 0 \end{aligned} \quad (28)$$

위의 연립방정식은 변수 f_A 와 f_B 의 고차식으로 구성되고 있기 때문에 각 모수들의 관계에 대하여 추가적인 가정을 전제하지 않는 한, 일반적으로 유일한 해를 가지지 않을 것으로 보인다. 이 연립방정식의 다양한 해들 중 하나를 찾기 위하여 $\frac{\partial d_A^*}{\partial f_A}$ 와 $\frac{\partial d_B^*}{\partial f_A}$ 그리고 $\frac{\partial d_A^*}{\partial f_B}$ 와 $\frac{\partial d_B^*}{\partial f_B}$ 의 결과와 관계없이 식(27)과 식(28)이 동시에 항등식이 될 수 있도록, 두 식의 각 계수에 해당하는 부분이 0의 값을 가지도록 하는 조건에 대하여 고려하여 보기로 하자. 즉,

$$\theta_A - (c_{RA} + c_{SA}) - 2\beta_A d_A^* - (r_A + r_B)d_B^* = 0 \quad (29)$$

$$\theta_B - (c_{RB} + c_{SB}) - 2\beta_B d_B^* - (r_A + r_B)d_A^* = 0 \quad (30)$$

여기서 우선 식(29)에 대하여 분석하여 보면, 식(9)와 식(10)에 의한(또는 식(14)와 식(15)에 의한) d_A^* 및 d_B^* 의 결과를 대입하면 해당 식은 <부록>에 수록된 식(31)과 같이 정리된다.

위 결과에 대하여 $f_A = f_B$ 의 관계를 가정하면 분자부분의 세 번째 항은 0이 되어 사라지게 되고, $0 < f_A < 1$ 의 사실을 감안하여 분자와 분모를 f_A^2 로 약분하여 정리하면 그 결과는 다음과 같이 간략화된다.

$$\frac{-[(4\beta_A\beta_B f_A^2 - (r_A + r_B)^2 f_A^2)(c_{SA} + c_{RA}) + [4\beta_A\beta_B f_A - (r_A + r_B)^2 f_A]c_{RA}]}{4\beta_A\beta_B f_A^2 - (r_A + r_B)^2 f_A^2} \quad (32)$$

$$= \frac{-[(4\beta_A\beta_B - (r_A + r_B)^2)(c_{SA} + c_{RA}) + [4\beta_A\beta_B - (r_A + r_B)^2]] \frac{1}{f_A} c_{RA}}{4\beta_A\beta_B - (r_A + r_B)^2} \quad (33)$$

위 식에 결과(ii)에 해당하는 $f_A = \frac{c_{RA}}{c_{SA} + c_{RA}}$ 의 값을 대입하면 그 결과가 0이 됨을 알 수 있다. 마찬가지로 식(30)에 대해서도 위와 유사하게 $f_A = f_B$ 의 관계를 가정하여 f_A 를 f_B 로 대체하는 연산과정을 거치고 결과(ii)에 의한 $f_B = \frac{c_{RB}}{c_{SB} + c_{RB}}$ 의 값을 대입하여 정리하면 역시 그 결과가 0이 되어 결과적으로 식(27)과 식(28)을 항등식으로서 성립시키게 된다. 그런데 $f_A = \frac{c_{RA}}{c_{SA} + c_{RA}}$ 및 $f_B = \frac{c_{RB}}{c_{SB} + c_{RB}}$ 라고 할 때, 앞부분에서 가정한 $f_A = f_B$ 의 관계가 성립하기 위해서는, 한계비용들에 대하여 $c_{RA}(c_{SB} + c_{RB})$

$= c_{RB}(c_{SA} + c_{RA})$ 또는 $\frac{c_{RB}}{c_{SB}} = \frac{c_{RA}}{c_{SA}}$ 의 조건이 필요충분조건임이 분명하므로 증명은 성립한다. ■

두 제품 간에 대체관계가 없는 경우, 즉 $r_A = r_B = 0$ 이 성립하는 경우에는 [보조정리 1]의 명제(iii)이 적시하는 분배비율이 유일한 최적분배비율이 됨을 앞에서 살펴보았다. 그러나 대체관계가 존재하는 경우에는 이러한 결과를 기대할 수 없다. 조건(ii)의 내용은 공급사슬에서 발생하는 한계비용들이 조건(ii)를 만족하는 경우, 최적분배비율이 명제(iii)에서 표방하는 값으로 단순화될 수 있다고 하는 것이다. 즉 두 제품에 대한 소매업체의 한계비용들의 상대적 비율과 각 공급업체들이 지출하는 한계비용들의 상대적 비율이 서로 동일하면, [보조정리 1]의 명제(iii)이 소매업체와 공급업체전체에게는 유일한 최적분배비율이 된다는 것을 시사하고 있다. 현실적으로는 시장에서 대체관계에 있는 두 제품의 공급업체들이 지출하는 한계비용들이 서로 유사한 크기일 수가 있고, 이를 증개하는 소매업체의 입장에서 지출하는 한계비용들 또한 서로 유사할 수 있다는 사실을 감안하면, 조건(ii)는 유통현장에서 근사적으로 충족될 수 있는 가능성이 있다.

이번에는 이제까지의 분석을 바탕으로 각 주체가 자신만의 이익최대화를 추구하는 유인보다는, 공급사슬전체의 이익최대화를 달성하면서 자신의 이익도 최대화할 수 있는 최적분배비율이 존재하는지를 알아보기로 한다. 즉 한계비용들이 [보조정리 1]에서 요구하는 요건을 충족하지 못하는 일반적인 경우에 대하여 최적분배비율의 값을 구하여 보기로 한다.

[정리 1] 소매업체와 공급업체전체의 입장에서는 공급사슬전체의 이익을 최대화하기 위하여 선택하여

야 하는 분배비율 f_A^* 및 f_B^* 는 <부록>에 수록된 식(34) 및 식(35)와 같다.

그리고 위의 두 비율의 차이는 β_A 및 β_B 가 커질수록 커지고 $(r_A + r_B)$ 가 커질수록 작아진다. 또한 $c_{RA} = c_{RB}$ 를 가정하는 경우, $c_{SA} \geq c_{SB}$ 가 성립하면 $f_A^* \geq f_B^*$ 가 성립하고 그 역의 관계도 성립한다.

<증명> 먼저 소매업체의 입장을 분석하기로 하자. 소매업체는 자신의 이익을 최대화하기 위하여 선택하는 수요량을 나타내는 식(9) 및 식(10)의 값이, 공급사슬전체의 최대화된 이익을 대변하는 수요량을 표시하는 식(23) 및 식(24)의 값과 일치하도록 분배비율의 값을 결정하여야 한다. 따라서 앞에서 보인 식(9)와 식(23) 그리고 식(10)과 식(24)에 대하여 $d_{RA}^* = d_A^{T*}$ 및 $d_{RB}^* = d_B^{T*}$ 의 관계를 동시에 만족하는 연립방정식을 다음과 같이 형성하고 이 연립방정식의 해가 되는 분배비율 f_A 및 f_B 를 발견할 필요가 있다.

$$\begin{aligned} & \frac{2\beta_B f_B (\theta_A f_A - c_{RA}) - (r_A f_A + r_B f_B) (\theta_B f_B - c_{RB})}{4\beta_A \beta_B f_A f_B - (r_A f_A + r_B f_B)^2} \\ &= \frac{2\beta_B (\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) - (r_A + r_B) (\theta_B - c_{SB} - c_{RB})}{4\beta_A \beta_B - (r_A + r_B)^2} \\ & \frac{2\beta_A f_A (\theta_B f_B - c_{RB}) - (r_A f_A + r_B f_B) (\theta_A f_A - c_{RA})}{4\beta_A \beta_B f_A f_B - (r_A f_A + r_B f_B)^2} \\ &= \frac{2\beta_A (\theta_B - c_{SB} - c_{RB}) - (r_A + r_B) (\theta_A - c_{SA} - c_{RA})}{4\beta_A \beta_B - (r_A + r_B)^2} \end{aligned}$$

위의 연립방정식의 해를 구하면 f_A 및 f_B 의 값이 식(34) 및 식(35)와 같이 정리된다.

이제 공급업체전체의 경우를 보면, 공급업체에게 분배되는 분배비율을 $\bar{f}_A = 1 - f_A$, 그리고 $\bar{f}_B = 1 - f_B$ 라고 할 때, 공급업체전체의 입장에서 공급사슬전체

의 이익을 최대화하는 분배비율이 식(34) 및 식(35)의 결과와 동일함을 보여야 한다. 이를 위해 식(14)와 식(23) 그리고 식(15)와 식(24)에 대하여 $d_{SA}^{T*} = d_A^{T*}$ 및 $d_{SB}^{T*} = d_B^{T*}$ 의 관계를 동시에 만족하는 연립방정식을 다음과 같이 형성하고, 이 연립방정식의 해가 되는 분배비율 \bar{f}_A 및 \bar{f}_B 를 구한다.

$$\frac{2\beta_B \bar{f}_B (\theta_A \bar{f}_A - c_{SA}) - (r_A \bar{f}_A + r_B \bar{f}_B) (\theta_B \bar{f}_B - c_{SB})}{4\beta_A \beta_B \bar{f}_A \bar{f}_B - (r_A \bar{f}_A + r_B \bar{f}_B)^2} = \frac{2\beta_B (\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) - (r_A + r_B) (\theta_B - c_{SB} - c_{RB})}{4\beta_A \beta_B - (r_A + r_B)^2} \quad (36)$$

$$\frac{2\beta_A \bar{f}_A (\theta_B \bar{f}_B - c_{SB}) - (r_A \bar{f}_A + r_B \bar{f}_B) (\theta_A \bar{f}_A - c_{SA})}{4\beta_A \beta_B \bar{f}_A \bar{f}_B - (r_A \bar{f}_A + r_B \bar{f}_B)^2} = \frac{2\beta_A (\theta_B - c_{SB} - c_{RB}) - (r_A + r_B) (\theta_A - c_{SA} - c_{RA})}{4\beta_A \beta_B - (r_A + r_B)^2} \quad (37)$$

위 연립방정식의 해는 $\bar{f}_A = 1 - f_A$ 및 $\bar{f}_B = 1 - f_B$ 의 관계를 감안하면 식(34)와 식(35)의 최적분배비율들과 동일한 값으로 유도된다.

다음에는 f_A 와 f_B 가 분배비율을 나타내므로 $0 \leq f_A \leq 1$ 및 $0 \leq f_B \leq 1$ 이 항상 성립함을 증명하여야 한다. 이를 위해 먼저 식(34)의 분자가 분모보다 작은 값을 가짐을 보이기 위하여 분자에서 분모를 뺀 결과가 음의 값을 가지게 되는지 여부를 살펴보기로 하자. 식(34)의 분자에서 분모를 빼면 다음과 같이 정리된다.

$$\begin{aligned} & -4\beta_A \beta_B c_{SA} (c_{RB} + c_{SB}) - 2\beta_B r_A c_{SA} (\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) \\ & - 2\beta_A r_B c_{SB} (\theta_B - c_{SB} - c_{RB}) \\ & + (r_A + r_B) (r_B c_{RB} c_{SA} - r_B c_{RA} c_{SB} + r_B c_{SB} \theta_A + r_A c_{SA} \theta_B) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \leq 4\beta_A \beta_B c_{SA} (c_{RB} + c_{SB}) - (r_A + r_B) r_A c_{SA} (\theta_B - c_{SB} - c_{RB}) \\ & - (r_A + r_B) r_B c_{SB} (\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) \\ & + (r_A + r_B) (r_B c_{RB} c_{SA} - r_B c_{RA} c_{SB} + r_B c_{SB} \theta_A + r_A c_{SA} \theta_B) \\ & = [-2\beta_A \beta_B c_{SA} (c_{SB} + c_{RB}) + (r_A + r_B) r_A c_{SA} (c_{SB} + c_{RB})] \\ & + [-2\beta_A \beta_B c_{SA} c_{RB} + (r_A + r_B) r_B c_{SA} c_{RB}] \\ & + [-2\beta_A \beta_B c_{SA} c_{SB} + (r_A + r_B) r_B c_{SA} c_{SB}] \leq 0 \end{aligned}$$

위 식에서 첫 번째 부등호는 식(23)과 식(24)가 d_A^{T*} 및 d_B^{T*} 를 나타내고 있으므로 수요량의 정의에 따라 분자부분이 비음이어야 한다는 사실, 즉 $2\beta_B (\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) - (r_A + r_B) (\theta_B - c_{SB} - c_{RB}) \geq 0$ 및 $2\beta_A (\theta_B - c_{SB} - c_{RB}) - (r_A + r_B) (\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) \geq 0$ 의 조건 때문에 성립한다. 그리고 두 번째 부등호는 각 β_A 와 β_B 가 r_A 및 r_B 보다 크다는 가정 때문에 괄호로 구분된 각 항의 값이 모두 음의 값을 가지므로 성립한다.

다음에는 식(34) 및 식(35)의 분자와 분모가 각각 양의 값을 가짐을 밝히고자 한다. 먼저 분자부분을 분석하여 보면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & 4\beta_A \beta_B c_{RA} (c_{SB} + c_{RB}) + 2\beta_B c_{RA} r_A (\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) \\ & + 2\beta_A c_{RB} r_B (\theta_B - c_{SB} - c_{RB}) \\ & - (r_A + r_B) (c_{RB} r_B \theta_A - r_B c_{RB} c_{SA} + r_A c_{RA} \theta_B + c_{RA} c_{SB} r_B) \\ & \geq 4\beta_A \beta_B c_{RA} (c_{SB} + c_{RB}) + (r_A + r_B) c_{RA} r_A (\theta_B - c_{SB} - c_{RB}) \\ & + (r_A + r_B) c_{RB} r_B (\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) \\ & - (r_A + r_B) (c_{RB} r_B \theta_A - r_B c_{RB} c_{SA} + r_A c_{RA} \theta_B + c_{RA} c_{SB} r_B) \\ & = [4\beta_A \beta_B - (r_A + r_B)^2] c_{RA} (c_{SB} + c_{RB}) > 0 \end{aligned}$$

위 식에서 첫 번째 부등호는 앞서서와 같이 식(23)과 식(24)의 분자부분이 비음이라는 사실 때문에 성립한다. 그리고 두 번째 부등호는 각 β_A 와 β_B 가 r_A 및 r_B 보다 크다는 가정 때문에 $4\beta_A \beta_B - (r_A + r_B)^2$

> 0이 되어야 하므로 성립한다. 마지막으로 분모부분은 식(34)의 분자가 비율의 값을 가지며, 그 분자에서 분모를 뺀 값이 음의 값을 가지므로 양의 값을 가짐이 분명하다. 따라서 $0 \leq f_A^* \leq 1$ 의 관계가 성립한다. 또한 식(35)로 표현되는 f_B^* 의 경우도 이와 유사한 과정을 거쳐서 역시 $0 \leq f_B^* \leq 1$ 의 관계가 성립함을 보일 수 있다.

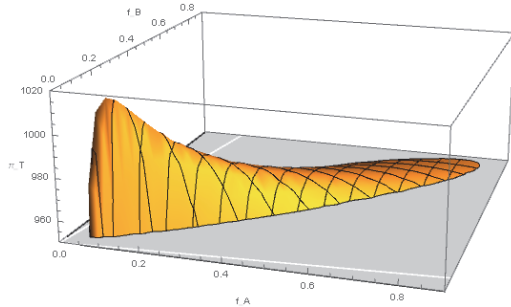
마지막으로 식(34) 또는 식(35)의 분모를 *DENO*라고 표현을 하기로 하고 두 비율의 값의 차이를 구해보면 다음과 같다.

$$f_A^* - f_B^* = \frac{(c_{SA}c_{RB} - c_{SB}c_{RA})[(4\beta_A\beta_B - (r_A + r_B)^2)]}{DENO} \quad (38)$$

본 모형의 가정에 의해 $4\beta_A\beta_B - (r_A + r_B)^2 > 0$ 이 되므로 이로부터 [정리 1]의 마지막 명제가 증명된다. ■

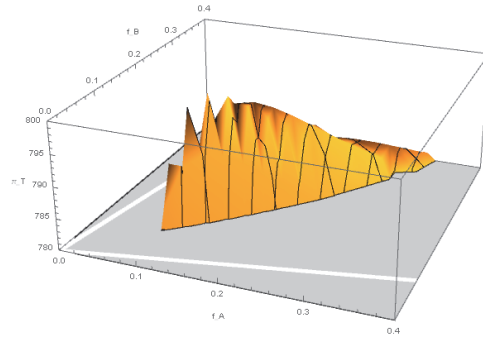
추가적으로 식(34)와 식(35)로 표현되는 분배비율들은 [보조정리 1]에서 요약하고 있는 조건(ii)를 만족하는 경우 명제(iii)이 표방하는 분배비율들의 값으로 간략화 됨을 보일 수 있다. 즉 식(34)와 식(35)의 분배비율들에 대하여 [보조정리 1]의 조건(ii)와 같이 한계비용들이 $c_{RA}(c_{SB} + c_{RB}) = c_{RB}(c_{SA} + c_{RA})$ 의 관계를 만족하는 경우를 가정하여 정리하면, 식(34)와 식(35)의 최적분배비율은 [보조정리 1]의 명제(iii)이 표방하는 유일한 값으로 단순화된다. 또한 $r_A = r_B = 0$ 가 성립하는 경우도 마찬가지이다. <그림 1>은 이러한 경우들에 해당하는 한 예를 보여주고 있다. 이에 비해 <그림 2>는 조건들이 성립하지 않는 일반적인 경우를 보여주고 있는데, 여기서 π_T

는 다수의 극대값을 가지고 있으며 그 중 최대값은 식(34)와 식(35)에 의한 분배비율을 적용할 때에 달성되고 있음을 보여주고 있다.



공급사슬 A	공급사슬 B		
θ_A	200	θ_B	150
β_A	6	β_B	10
r_A	4	r_B	5
c_{RA}	4	c_{RB}	3
c_{SA}	40	c_{SB}	30

<그림 1> π_T 의 값이 유일한 극대값을 가지는 경우



공급사슬 A	공급사슬 B		
θ_A	200	θ_B	150
β_A	8	β_B	10
r_A	7	r_B	6
c_{RA}	5	c_{RB}	4
c_{SA}	35	c_{SB}	15

<그림 2> π_T 의 값이 다수의 극대값을 가지는 경우

[정리 1]은 자신들의 유인에 부합하면서 공급사슬전체의 이익을 최대화하고자 한다는 측면에서 볼 때, 이를 구현하는 수단인 최적분배비율들의 결정에 있어서는 소매업체의 입장이나 공급업체전체의 입장에 차이가 없음을 명시하고 있다. 또한 식(34)와 식(35)가 표방하는 각 공급채널별 분배비율 값의 차이와 변화형태가 어디에 기인하는지를 설명하고 있다.

한편 소매가격의 최종적인 결정은 소매업체와 개별공급업체가 협의하여 결정한다고 하였으므로 이 문제에 대한 개별공급업체의 입장을 분석할 필요가 있다. 어느 경우이든 공급사슬전체의 이익을 최대화 하는 것이 공급사슬에 참여하는 각 주체가 모두 동의할 수 있는 전제조건이므로, 개별공급업체의 입장에서 자신의 이익최대화라는 유인을 유지하면서 이를 달성할 수 있는지 여부를 분석하여 보기로 한다. 이를 위하여 식(18)과 식(23), 그리고 식(19)와 식(24)를 연계하여 $d_{SA}^* = d_A^{T*}$ 및 $d_{SB}^* = d_B^{T*}$ 의 조건을 적용하고자 하며, 그 결과는 [정리 2]에 요약되어 있다.

[정리 2] 개별공급업체의 입장에서 각 공급업체 A와 B를 위한 분배비율을 각각 \bar{f}_{SA} 및 \bar{f}_{SB} 라고 할 때, 공급사슬전체의 이익을 최대화하는 수요량을 달성하기 위한 \bar{f}_{SA} 및 \bar{f}_{SB} 는 다음과 같다.

$$\bar{f}_{SA} = \frac{[4\beta_A\beta_B - (r_A + r_B)^2]c_{SA}}{(4\beta_A\beta_B - r_A r_B - r_B^2)(c_{SA} + c_{RA}) - (r_A r_B + r_B^2)\theta_A + 2\beta_A r_B(\theta_B - c_{SB} - c_{RB})} \quad (39)$$

$$\bar{f}_{SB} = \frac{[4\beta_A\beta_B - (r_A + r_B)^2]c_{SB}}{(4\beta_A\beta_B - r_A r_B - r_B^2)(c_{SB} + c_{RB}) - (r_A r_B + r_A^2)\theta_B + 2\beta_B r_A(\theta_A - c_{SA} - c_{RA})} \quad (40)$$

<증명> 공급사슬전체의 이익최대화를 위해 먼저 $d_{SA}^* = d_A^{T*}$ 의 조건을 적용하여 식(18)과 식(23)으로부터 다음의 관계식을 세울 수 있다.

$$\frac{2\beta_B \bar{f}_B(\theta_A \bar{f}_A - c_{SA}) - r_A \bar{f}_A(\theta_B \bar{f}_B - c_{SB})}{4\beta_A \beta_B \bar{f}_A \bar{f}_B - r_A \bar{f}_A r_B \bar{f}_B} = \frac{2\beta_B(\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) - (r_A + r_B)(\theta_B - c_{SB} - c_{RB})}{4\beta_A \beta_B - (r_A + r_B)^2}$$

또한 $d_{SB}^* = d_B^{T*}$ 의 조건을 적용하여 식(19)와 식(24)로부터 다음의 관계식을 세울 수 있다.

$$\frac{2\beta_A \bar{f}_A(\theta_B \bar{f}_B - c_{SB}) - r_B \bar{f}_B(\theta_A \bar{f}_A - c_{SA})}{4\beta_A \beta_B \bar{f}_A \bar{f}_B - r_A \bar{f}_A r_B \bar{f}_B} = \frac{2\beta_B(\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) - (r_A + r_B)(\theta_B - c_{SB} - c_{RB})}{4\beta_A \beta_B - (r_A + r_B)^2}$$

위의 두 식을 연립하여 \bar{f}_{SA} 및 \bar{f}_{SB} 의 값을 구하면 식(39)와 식(40)의 결과가 유도된다. 다음에는 \bar{f}_{SA} 및 \bar{f}_{SB} 는 분배비율이어야 하므로 각각 $0 \leq \bar{f}_{SA} \leq 1$ 및 $0 \leq \bar{f}_{SB} \leq 1$ 의 관계를 만족하여야 한다. 먼저 \bar{f}_{SA} 의 경우에는 분자 부분은 β_A 및 β_B 가 모두 r_A 및 r_B 보다 크다는 본 연구의 가정에 의해 $4\beta_A\beta_B - (r_A + r_B)^2 > 0$ 이고 $c_{SA} \geq 0$ 이므로 비음의 값을 가지게 됨을 알 수 있다. 다음에는 $\bar{f}_{SA} \leq 1$ 임을 증명하기 위하여 식(39)의 분자에서 분모를 차감하면 다음의 결과를 얻게 된다.

$$[(4\beta_A\beta_B - r_A^2 - r_A r_B)c_{SA} - (r_A r_B + r_B^2)c_{SA}] - [(4\beta_A\beta_B - r_A^2 - r_A r_B)(c_{SA} + c_{RA}) - (r_B^2 + r_A r_B)\theta_A + 2\beta_A r_B(\theta_B - c_{SB} - c_{RB})]$$

$$\begin{aligned}
 &= -(4\beta_A\beta_B - r_A^2 - r_A r_B)c_{RA} + (r_B^2 + r_A r_B)(\theta_A - c_{SA}) \\
 &\quad - 2\beta_A r_B(\theta_B - c_{SB} - c_{RB}) \leq -(r_B^2 + r_A r_B)c_{RA} \\
 &\quad + (r_B^2 + r_A r_B)(\theta_A - c_{SA}) - 2\beta_A r_B(\theta_B - c_{SB} - c_{RB}) \\
 &= -r_B [2\beta_A(\theta_B - c_{SB} - c_{RB}) - (r_A + r_B)(\theta_A - c_{SA} - c_{RA})] \\
 &\leq 0
 \end{aligned}$$

위 식의 뒷부분인 $[2\beta_A(\theta_B - c_{SB} - c_{RB}) - (r_A + r_B)(\theta_A - c_{SA} - c_{RA})]$ 은 d_B^{T*} 의 분자 부분에 해당하여 비음의 값을 가지므로, 위 식은 비양의 값을 가지게 되어 분모 역시 비음의 값을 가지며 결론적으로 $0 \leq \bar{f}_{SA} \leq 1$ 임이 증명된다. \bar{f}_{SB} 의 경우도 이와 유사한 과정을 거쳐서 $0 \leq \bar{f}_{SB} \leq 1$ 의 관계가 성립함이 분명하다. ■

식(39)와 식(40)의 분배비율도 앞에서와 마찬가지로 $r_A = r_B = 0$ 가 성립하는 경우, 즉 두 제품의 시장이 서로 독립적으로 작동할 경우 [보조정리 1]의 명제(iii)에 요약된 결과로 단순화됨을 볼 수 있다.

여기서 유의할 점은 앞의 두 정리에 의하면, 공급사슬전체의 이익을 최대화하는 동일한 소매가격을 제안하도록 하는 분배비율의 값에 대하여, 소매업체와 공급업체전체는 같은 값을 원하지만 개별공급업체의 입장은 이와 다르다고 하는 것이며, 이러한 괴리가 발생하는 이유는 다음과 같다. 즉 소매업체와 공급업체전체는 서로 대척적인 입장이라는 하나 두 개의 공급채널이 있는 공급사슬전체를 포괄하는 전역최적해(global optimal solution)를 추구하는 입장이지만, 개별공급업체는 단지 자신의 제품이 속해있는 하나의 공급채널만 다루는 국지최적해(local optimal solution)를 추구하고 있기 때문이다. 그럼에도 개별공급업체가 원하는 분배비율이 경쟁제품의 시장과 관련된 모수들을 포함하고 있는 이유는,

두 제품이 서로 대체관계에 의해 서로의 시장에 영향을 주고받는 관계이기 때문이다. 만약에 두 제품 간에 대체관계가 존재하지 않는다면 따라서 두 시장이 독립적으로 작동한다면, 전역최적해는 두 국지최적해들의 합과 동일하게 되므로 두 당사자 간의 입장 차이와 분배비율의 차이는 없어지게 될 것이다.

독립적인 시장에서는 최적소매가격을 유도하는 분배비율을 찾는 과정에서 소매업체와 개별공급업체의 유인이 일치하고, 따라서 동일한 분배비율의 결정에 이르게 된다는 사실은 이미 박해철(2018)에 의해 규명된 바 있다. [보조정리 1]의 조건(i)은 이러한 배경에 대한 단초를 제공하고 있으며, [정리 1]과 [정리 2]에서 제시된 내용들도 조건(i)이 성립하는 경우 이러한 설명과 일관된다. 이에 더하여 두 제품의 시장에 대체관계가 존재하여 독립적이지 않은 경우에도 소매업체와 개별공급업체가 동일한 분배비율을 원하게 되는 경우가 존재할 수 있으며, [따름정리 1]은 이러한 문제에 대하여 두 분배비율의 값이 각각 동일하게 유도되는 조건에 대한 설명을 요약하고 있다.

[따름정리 1] 서로 대체가능한 두 제품에 대한 최적분배비율을 제시하는 [정리 1]과 [정리 2]의 결과에 대하여, $f_A = 1 - f_{SA}$ 가 성립하기 위해서는 다음의 세 조건중 적어도 한 가지 조건이 충족되어야 한다.

- (i) $r_B = 0$
- (ii) $\frac{\theta_A - c_{SA} - c_{RA}}{\theta_B - c_{SB} - c_{RB}} = \frac{2\beta_A}{r_A + r_B}$
- (iii) $2\beta_B r_A c_{SA}(\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) + 4\beta_A \beta_B c_{SB}(c_{SA} + c_{RA}) + 2\beta_A r_B c_{SB}(\theta_B - c_{SB} - c_{RB}) = (r_A + r_B)[r_A c_{SA}(\theta_B - c_{RB}) + c_{SB}(r_B \theta_A + r_A c_{RA})]$

마찬가지로 $f_B = 1 - f_{SB}$ 가 성립하기 위해서는 다음의 세 조건중 적어도 한 가지 조건이 충족되어야 한다.

- (iv) $r_A = 0$
- (v) $\frac{\theta_A - c_{SA} - c_{RA}}{\theta_B - c_{SB} - c_{RB}} = \frac{r_A + r_B}{2\beta_B}$
- (vi) $2\beta_A r_B c_{SB}(\theta_B - c_{SB} - c_{RB}) + 4\beta_A \beta_B c_{SA}(c_{SB} + c_{RB}) + 2\beta_B r_A c_{SA}(\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) = (r_A + r_B)[r_B c_{SB}(\theta_A - c_{RA}) + c_{SA}(r_A \theta_B + r_B c_{RB})]$

〈증명〉 먼저 $f_A = 1 - f_{SA}$ 를 성립시키는 조건을 알아보기 위하여 $f_A - (1 - f_{SA}) = 0$ 이 성립하도록 정리하면 등호 좌측식의 분자부분이 다음의 세 항의 곱으로 정리된다.

- (1) r_B ,
- (2) $(r_A + r_B)(\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) - 2\beta_A(\theta_B - c_{SB} - c_{RB})$,
- (3) $2\beta_A r_B c_{SB}(\theta_B - c_{SB} - c_{RB}) + 4\beta_A \beta_B c_{SA}(c_{SB} + c_{RB}) + 2\beta_B r_A c_{SA}(\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) - (r_A + r_B)[r_B c_{SB}(\theta_A - c_{RA}) + c_{SA}(r_A \theta_B + r_B c_{RB})]$

이 세 항이 각각 0이 되도록 하는 조건을 정리하면 조건 (i)-(iii)이 유도된다.

그리고 $f_B = 1 - f_{SB}$ 를 성립시키는 조건을 알아보기 위하여 $f_B - (1 - f_{SB}) = 0$ 이 성립하도록 정리하면, 등호 좌측식의 분자부분이 다음의 세 항의 곱으로 정리된다.

- (1) r_A ,
- (2) $(r_A + r_B)(\theta_B - c_{SB} - c_{RB}) - 2\beta_B(\theta_A - c_{SA} - c_{RA})$,
- (3) $2\beta_B r_A c_{SA}(\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) + 4\beta_A \beta_B c_{SB}(c_{SA} + c_{RA}) + 2\beta_A r_B c_{SB}(\theta_B - c_{SB} - c_{RB}) - (r_A + r_B)[r_A c_{SA}(\theta_B - c_{RB}) + c_{SB}(r_B \theta_A + r_A c_{RA})]$

이 세 항이 각각 0이 되도록 하는 조건을 정리하

면 조건 (iv)-(vi)이 유도된다. ■

[따름정리 1]의 조건 (i)과 조건 (iv)는 동시에 성립할 경우, 두 시장이 서로 독립적이 되므로 앞에서 분석한 내용과 동일한 결론에 이르게 된다. 이에 비하여 조건 (ii)와 조건 (v)는 모형의 가정에 의해 동시에 성립하는 것이 불가능하므로, 두 시장에서 동시에 소매업체와 개별공급업체의 분배비율이 일치하도록 하는 전제는 되지 못한다.

3.3.3 시사점과 경영정책

이제까지의 논의를 종합하면 공급사슬전체의 이익을 최대화하는 최적소매가격이 유일한 값으로 존재하더라도, 이를 달성하기 위한 분배비율의 값을 결정함에 있어서 소매업체와 개별공급업체는 서로 다른 최적화의 범위와 가격결정 유인체제로 인해 상이한 입장을 취하게 된다고 하는 것이다. 즉 당사자들은 동일한 최적소매가격을 목표로 하면서도 정작 분배비율을 구체화함에 있어서는 [따름정리 1]에서 요약한 특수한 상황을 제외하고는 일반적으로 이견을 보일 수밖에 없다. 또한 소매가격 결정을 협의하는 실질적인 두 주체인 소매업체와 개별공급업체 각자가 원하는 대안이 [정리 1]과 [정리 2]에서 보는 바와 같이 각각 유일하기 때문에, 이 두 대안을 제외한 어떠한 분배비율의 선택도 공급사슬전체의 이익을 최대화하는 소매가격의 결정에 실패를 초래하게 만들 것이다. 따라서 당사자들 간의 협상을 통하여 분배비율을 조정하면서 새로운 대안을 찾아내고자 하는 노력 또한 의미가 없게 된다.

두 당사자는 결국 각자가 원하는 두 대안 중에서 하나를 택하는 의사결정을 하여야 하며, 이로 인해 자신의 유인에 부합하지 않는 결정을 따라야 하는

주체가 필연적으로 생길 수밖에 없다. 설사 양 당사자가 서로의 유인에 동시에 부합하는 분배비율을 발견하더라도 이 비율은 단지 최적소매가격을 결정하는 수단으로서만 활용되고, 각 업체의 실질수익은 각 업체가 시장에서 차지하는 상황에 따라 달라지는 것이 일반적이므로, 박해철(2018)은 이러한 경우에 이를 보전하기 위한 이차적인 수입정산과정이 당사자들 간에 반드시 필요함을 밝혔다. 즉 비록 공급사슬전체의 이익이 최대화되어 개별업체의 이익을 더 붙여 최대화할 수 있는 여건이 마련되더라도, 이 이익을 나누어가지는 과정에서 채용하는 분배비율의 값이 각 업체의 고정지급금을 제외한 수익의 크기를 결정하게 되는데, 이 값은 각 업체가 받아들일 수 있는 수익규모와 차이가 있을 수 있으므로 고정지급금을 통해 이 괴리를 해결해야 한다고 하는 것이다. 더군다나 각 업체가 얻게 되는 실제이익은 당사자 간의 거래협상력에 크게 영향을 받기 마련이다. 그러므로 공급사슬에 참여하는 각 업체의 수익성을 보장해 주기 위해서는, 분배비율의 결정에 더하여 당사자들 간의 거래협상력을 반영하는 추가적인 수입정산과정을 채용하는 것이 반드시 필요하게 된다.

요약하면 본 연구에서 다루는 공급사슬에 참여하는 각 업체들은 분배비율은 각자의 개별적인 수익성을 확보하는 수단이라기보다는, 공급사슬전체의 이익을 최대화하는 소매가격의 책정을 위한 매개체로서의 성격이 강하며, 이 값을 구체화하는 데에는 일반적으로 서로 다른 두 가지의 입장이 있을 수 있음을 이해하여야 한다. 그리고 두 대안 중에 어떠한 분배비율을 선택하든 각 업체의 시장에서의 상대적인 입지를 반영하는 실질적인 각자의 수익실현은, 소매업체와 공급업체들 간에 주고받는 고정지급금(F_{SB} 및 F_{SA})을 활용하는 이부가계약(two-part tariff)와 같은 이차적인 수입정산과정을 병행하여 이루어

야한다는 것을 말하고 있다. 이 때 고정지급금 F_{SB} 및 F_{SA} 의 크기는 각 업체들의 최소한의 이익보전이라는 전제와, 소매업체와 개별공급업체 사이의 거래협상력의 상대적인 크기에 따라 정해지게 된다. 따라서 고정지급금 F_{SB} 및 F_{SA} 들은 상황에 따라 유동적으로 변하는 값이 되며, 이들의 운용 가능한 범위에 대해서는 박해철(2018)의 제안을 참조할 수 있다.

IV. 결론

본 연구에서는 서로 대체가 가능한 제품을 조달하는 경쟁관계에 있는 복수의 공급업체와, 이들 제품을 소비자에게 증개하는 역할을 하는 하나의 소매업체가 존재하는 공급사슬의 거래모형을 분석하였다. 이러한 경우 소매업체는 일정기간동안에 걸쳐서 달성한 소매매출에 대하여 증개수수료 등의 명분으로 사전에 약정된 분배비율에 의해 공급업체와 수입을 나누어가지는 것이 일반적이다. 이 때 각 업체들은 전체공급사슬이 달성하는 이익을 최대화하고자 하는 공통의 유인을 가지게 되는데, 이를 달성할 수 있는 최적소매가격은 분배비율의 함수이기 때문에 그 값을 어떻게 결정하느냐 하는 것이 매우 중요한 문제가 된다.

본 연구에서는 이러한 분배비율의 결정에 있어서 소매업체와 공급업체의 입장이 완전히 다르고, 선택 가능한 대안은 각 업체가 원하는 서로 다른 두 가지 밖에 없으며 다른 대안을 찾고자 하는 노력은 의미가 없음을 밝혀내었다. 또한 두 가지 대안 중의 하나를 선택하여 공급사슬전체와 개별업체의 이익을 최대화할 수 있는 여건이 되어도, 개별업체의 수익성 보장을 위해서는 분배비율의 결정에 더하여 이차적

인 수입정산과정을 채용하여야 한다는 사실을 규명하였다.

따라서 각 업체의 수익성을 보장하기 위하여 일종의 고정지급금을 활용하는 방안이 필요하게 된다. 구체적으로 양 업체는 일차적으로는 분배비율에 의해 수입을 나누어가지고, 이를 보완하기 위하여 이차적인 수입정산과정을 거치는 이부가격제(two-part tariff)를 채용하는 수입배분정책을 설계하여야 한다. 즉 공급업체들과 소매업체는 최적소매가격을 유도하는 분배비율을 채용하여 소매매출을 분배하도록 함으로써 일단 전체공급사슬의 이익을 최대화하는 한편, 각 업체의 거래협상력의 상대적인 크기에 따라 고정지급금인 F_{SA} 또는 F_{SB} 의 크기를 조정하는 방법으로 각자가 만족할 수 있는 이익을 달성하도록 하여야 한다.

참고문헌

- 박해철, 조재은(2009), "대여산업 공급사슬의 최적 수입공유모형," *한국경영과학회지*, 34, 55-69.
- 박해철(2009), "수요가 불확실한 대여산업의 거래모형," *경영학연구*, 38, 1115-1132.
- 박해철, 안봉현(2012), "경쟁이 있는 공급사슬의 거래모형과 최적납품가격," *한국경영과학회지*, 37, 117-134.
- 박해철(2018), "소매업체가 매출대행을 하는 공급사슬의 최적거래모형," *경영학연구*, 47, 505-520.
- 유승호(2017), "매출공유계약과 도매계약의 성과비교," *한국경영과학회지*, 42, 1-17.
- Besanco, D. and M. K. Perry(1994), "Exclusive Dealing in a Spatial Model of Retail Competition," *International J. of Industrial Organization*, 12, 297-329.
- Bray, R. L. and H. Mendelson(2012), "Information Transmission and the Bullwhip Effect: an Empirical Investigation," *Management Science*, 58, 860-875.
- Cachon, G. P. and C. Terwiesch(2009), *Matching Supply with Demand*, 2nd ed., New York, McGraw-Hill.
- Cachon, G. P. and A. G. Kök(2010), "Competing Manufacturers in a Retail Supply Chain: On Contractual Form and Coordination," *Management Science*, 56, 571-589.
- Cachon, G. P., and M. Lariviere(2005), "Supply Chain Coordination with Revenue Sharing Contracts: Strengths and Limitations," *Management Science*, 51, 30-44.
- Chen, Y.(1999), "Oligopoly Price Determination and Resale Price Maintenance," *RAND Journal of Economics*, 30, 441-455.
- Chrysanthos D.(2012), "Double Marginalization in Performance-Based Advertising: Implications and Solutions," *Management Science*, 58, 1178-1195.
- Dada, M., and N. Petrucci(1999), "Pricing and the Newsvendor Problem: A Review with Extensions," *Operations Research*, 47, 183-194.
- Fu, Q., C. K. Sim, C., and P. Teo(2018), "Profit Sharing Agreements in Decentralized Supply Chains: A Distributionally Robust Approach," *Operations Research*, 66, 500-513.
- Heesea, H., E. Kemahliglu-Ziyab(2016), "Don't ask, don't tell: Sharing revenues with a dishonest retailer," *European Journal of Operational Research*, 248, 580-592.
- Li, L., Y. Wang, and W. Dai(2016), "Coordinating supplier retailer and carrier with price

- discount policy." *Applied Mathematical Modelling*, 40, 646-657.
- Liu, B., R. Zhang, and X. Meidan(2010), "Joint decision on production and pricing for online dual channel supply chain system," *Applied Mathematical Modelling*, 34, 4208-4218.
- Mortimer, J.(2008), "Vertical Contracts in the Video Rental Industry," *The Review of Economic Studies*, 75, 165-199.
- McCardle, K., K. Rajaram, and C. Tang(2004), "Advance Booking Discount Programs under Retail Competition," *Management Science*, 50, 701-708.
- Pasternack, B.(1985), "Optimal Pricing and Return Policies for Perishable Commodities," *Marketing Science*, 4, 166-176.
- Rey, P. and J. Stiglitz(1995), "The Role of Exclusive Territories in Producers Competitions," *RAND J. Economics*, 26, 432-451.
- Tang, C. S. and S. Deo(2008), "Rental Duration and Rental Price under Retail Competition." *European Journal of Operational Research*, 187, 806-828.
- Taylor, T.(2002), "Supply Chain Coordination under Channel Rebates with Sales Effort Effects," *Management Science*, 48, 992-1007.
- Tsay, A.(1999), "Quantity-flexibility Contracts and Supplier-Customer Incentives," *Management Science*, 45, 1339-1358.
- Varian, H.(2000), "Buying, Sharing, and Renting Information Goods," *J. of Industrial Economics*, 48, 473-488.
- Wu, C., N. C. Petruzzi, and D. Chhajer(2007), "Vertical Integration with Price-Setting Competitive Newsvendors," *Decision Sciences*, 38, 581-610.
- Yao, Z., C. Stephen, H. Leung, and K. K Lai(2008), "Manufacturer's revenue-sharing contract and retail competition," *European Journal of Operational Research*, 186, 637 - 651.
- Yousuf, A.(2017), "Transaction Costs: Conceptual Framework," *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 2, 131-139.
- Zhang C., and L. Liu(2013), "Research on coordination mechanism in three-level green supply chain under non-cooperative game," *Applied Mathematical Modelling*, 37, 3369-3379.

〈부록〉

$$\frac{-[(4\beta_A\beta_B f_A f_B - (r_A f_A + r_B f_B)^2)(c_{SA} + c_{RA}) + [4\beta_A\beta_B f_B - (r_A f_A + r_B f_B)(r_A + r_B)]c_{RA} + (r_A f_A + r_B f_B)r_B(f_A - f_B)\theta_A]}{4\beta_A\beta_B f_A f_B - (r_A f_A + r_B f_B)^2} \quad (31)$$

$$f_A^* = \frac{4\beta_A\beta_B c_{RA}(c_{SD} + c_{RD}) + 2\beta_B c_{RA} r_A(\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) + 2\beta_A c_{RD} r_B(\theta_B - c_{SD} - c_{RD}) - (r_A + r_B)(c_{RD} r_B \theta_A - c_{RD} c_{SA} r_B + c_{RA} r_A \theta_B + c_{RA} c_{SD} r_B)}{4\beta_A\beta_B(c_{SA} + c_{RA})(c_{SD} + c_{RD}) + 2\beta_B r_A(c_{SA} + c_{RA})(\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) + 2\beta_A r_B(\theta_B - c_{SD} - c_{RD})(c_{SD} + c_{RD}) - (r_A + r_B)[r_B \theta_A(c_{SD} + c_{RD}) + r_A \theta_B(c_{SA} + c_{RA})]} \quad (34)$$

$$f_B^* = \frac{4\beta_A\beta_B c_{RB}(c_{SA} + c_{RA}) + 2\beta_A c_{RB} r_B(\theta_B - c_{SD} - c_{RD}) + 2\beta_B c_{RA} r_A(\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) - (r_A + r_B)(c_{RD} r_B \theta_A - c_{RA} c_{SD} r_A + c_{RA} r_A \theta_B + c_{RB} c_{SA} r_A)}{4\beta_A\beta_B(c_{SA} + c_{RA})(c_{SD} + c_{RD}) + 2\beta_B r_A(c_{SA} + c_{RA})(\theta_A - c_{SA} - c_{RA}) + 2\beta_A r_B(\theta_B - c_{SD} - c_{RD})(c_{SD} + c_{RD}) - (r_A + r_B)[r_B \theta_A(c_{SD} + c_{RD}) + r_A \theta_B(c_{SA} + c_{RA})]} \quad (35)$$

An Optimal Transaction Model of a Supply-Chain with Two Competing Suppliers in which a Retailer Does a Role of Mediator

Haechurl Park* · Bonghyun Ahn**

Abstract

We analyze a supply-chain consists of two competing suppliers and one retailer whose role is mediating retail sale process for the suppliers such as Online-Shopping Malls or Home Shopping Networks. Two suppliers produce similar goods which are substitutional each other, and they are supposed to pay a certain portion of their sales revenue to the retailer depending on corresponding retail sales performance. In this case, the portions of sales revenue for each player in the supply-chain play a crucial role in determining the retail prices which need to be optimized to maximize the profit through the whole supply-chain. Since each player in the supply-chain has its own incentive scheme for setting its retail price as well, the level of portions of the sales revenue for the players should be decided considering those two factors simultaneously: maximizing the profit through the whole supply-chain and satisfying incentive compatibility to each player.

We found that the incentive compatible scheme for the suppliers is completely different from retailer's and they share no common ground at all except some particular situations. Therefore there is no possibility to devise any intermediate solutions between suppliers and a retailer through a negotiation process in terms of settling down the proportion level for each of them. As a result we propose to design a two-part tariff scheme which requires a secondary incentive scheme which adopts a fixed fee base paying system between the suppliers and a retailer.

* School of Business Administration, Chung-Ang University, First Author/Corresponding Author

** School of Business Administration, Chung-Ang University, Co-Author

Key words: supply-chain, double marginalization, optimal retail price, proportion for sales revenue sharing, marginal cost ratio, two-part tariff

-
- 저자 박해철은 현재 중앙대학교 경영경제대학 경영학부의 경영과학/운영관리 분야의 교수로 재직 중이다. 연세대학교 상경대학 응용통계학과에서 경제학사를, KAIST 경영과학과에서 석사학위를 취득하였다. 이후 미국 예일대학교에서 경영학 박사학위를 취득하였고, 이후에는 AT&T Bell Laboratories의 Department of Operations Research에서 연구위원(Member of Technical Staff)으로 근무하면서 다양한 OR이론들을 기업운영에 활용하거나 통신망의 관리에 응용하는 연구를 하였다. 한국생산관리학회장을 역임하였고 주요연구 분야는 확률적 계량모형 및 의사결정이론 등이다.
 - 저자 안봉현은 중앙대학교 경영대학 경영학부를 졸업하였으며, 동 대학원 경영학과에서 경영과학/생산관리/경영정보시스템 전공으로 석사 및 박사학위를 취득하였다. 현재 중앙대학교에서 시간강사로 재직 중이다. 주요관심분야는 최적화, 공급사슬, 비즈니스 애널리틱스 등이다.