

공급사슬 내에서 생산자 지원금에 의한 조정 기제의 고안

박 정 수

(서울대학교 경영연구소 객원연구원:poshboy@snu.ac.kr)

Abstract

In this study, we consider the mechanism or the contract to mitigate inefficiency of individual and partial optimization in decentralized supply chain, which consist of a manufacturer and a retailer and in which the latter can increase demands by practicing her own promotional efforts. In that supply chain, we show to be able to achieve profit level in centralized channel by manufacturer's 'allowance' to retailer.

I. 서 론

최근 각광받고 있는 경영의 관점인 '공급사슬관리'(supply chain management)는 공급업자-생산자-유통업자-고객에 이르는 구조를 하나로 파악하여, 전체적 관점에의 중복을 방지하고 비효율성을 제거함으로써 각 참가자가 모두 만족(게임이론의 win/win 상황)할 수 있는 방향과 실행방식(practice)을 탐색하는 것을 골자로 한다. 그러나 다수의 의사결정자(행위자)가 존재하며 각기 목표가 다르다는 점, 각 의사결정자가 스스로의 관점에서 합리적 선택을 추구한다는 점은 공급사슬 전체 최적화를 달성하지 못할 가능성이 있음을 암시한다. 즉, 공급업자 혹은 생산자와 소매업자 간의 관계에 있어서, 스스로의 관점에서 최적화 내지 합리적 선택을 추구하다 보면, 공급사슬 전체에서 비효율 내지 열등한 결과가 발생하는 상황이 나타나는

경우가 있다. 이는 각자의 합리적 선택이 전체적으로는 열등한 결과가 되는 경우인 게임이론의 '죄수의 딜레마'(prisoner's dilemma) 문제와 유사한 상황이라고 볼 수 있다. 나아가, 공급사슬관리는 각 의사결정자가 스스로에게 유리한 결과를 가져 오지 않는 행위나 제안은 거부할 수도 있다는 측면에서, 참가자 모두가 최적화하는 방향으로 각자의 목표 혹은 동기를 조정하는 '유인 조정'(incentive coordination)의 필요성도 제기되는 상황이라 볼 수 있다.

기업의 발생원인으로 자주 언급되는 Coase와 Williamson의 거래비용이론에 의하면, 통합된(centralized) 구조가 그렇지 않은 구조보다 거래비용을 감소시키기 때문에 기업이 발생하게 된다고 본다. 그러나 경제적 주체의 규모가 증대하게 되면, 통합적 구조에 의한 운영이 곤란해지기 때문에 의사결정권은 위임되며 서로 다른 조직으로 '분권화'(decentralized)되는 방향으로 구조가 변화하게 된다.

통합된 기업 내에서는 판매가격과 생산비용을 기준으로 최적화가 이루어지지만, 생산업자와 소매업자가 통합되어 있지 않은 공급사슬의 분권적(decentralized) 구조에서는, 소매업자는 판매가격과 생산업자의 가격을 기준으로, 그리고 생산업자는 스스로의 소매업자에 대한 가격과 한계비용을 기준으로 최적화하게 된다. 이러한 원인 때문에, 통합되지 않은 즉 분권적 구조 하에서는 통합된 구조 하에서 보다 공급사슬 전체의 이익의 합이 적어지는 결과를 낳게 되는데, 이것이 바로 '이중한계비용화(double marginalization)'의 개념이며

이는 공급사슬에서 발생하는 대표적인 비효율적 상황으로 자주 언급된다(Tirole 1988, Cachon 1999, Lariviere 1999).

본 연구와 관련된 사례로 마이크로프로세서 제조업체인 인텔(Intel)을 들 수 있다. 세계 최고 및 최대의 마이크로프로세서 업체로 성장 일로에 있던 인텔 사는, 1990년대에 들어오면서, 컴퓨터 관련 산업에서 최종소비자의 선택의 폭이 넓어지는 상황에 직면한다. 즉 컴퓨터 관련 지식의 확산으로 인하여 고객 스스로 컴퓨터 양판점에서 구매결정을 내리는 경우가 늘어났고, 한편으로 급격히 성장한 델(Dell)컴퓨터사와 같은 '맞춤(customized)' 제품 즉 고객주문에 의한 제품의 생산을 경쟁우위로 하는 업체들의 성장에 의해 고객이 각종 부품을 선택하여 제품이 완성되는 방식의 새로운 방향이 나타나고 있었다. 이러한 상황에 대처하기 위해 인텔 사는 경쟁사들의 시장 잠식에 대응하는 방법이 브랜드이미지(brand image)의 구축이라고 판단하고 마케팅의 대상을 제조업체 중심에서 최종소비자 중심으로 전환하기 시작하였다.

이러한 방향전환이 실제로 나타난 결과물이 1991년 5월부터 시작된 "인텔 인사이드(Intel Inside)" 캠페인이었다. 그 구체적 내용은, 인텔 칩(chip)이 장착된 컴퓨터를 사용하는 것이 기술적 측면과 소프트웨어의 호환성 측면에서 유리하다는 자체적 광고와 더불어, PC제조업체로 하여금 컴퓨터에 'Intel Inside'라는 로고를 부착하도록 함으로써 고객이 PC를 구매할 때 마이크로프로세서를 주목하게 하는 것이었다. 이 캠페인의 새로운 점은 대부분의 소비자들이 직접 구매하지 않는 제품을 광고한다는 점이었다. 인텔은 자사의 마이크로프로세서가 장착된 PC를 구매하게 되면 기술적 그리고 기타의 측면에서 안심할 수 있다는 점을 부각시키려고 하였다. 이를 위하여 인텔 사는 PC제조업체가 "Intel Inside" 로고를 PC 외부에 부착하는 대가로 '공동광고(co-op ads)자금을 지원하였다. 분기 당 최소 1,000대 이상의 브랜드 PC를 제조 및 판매하는 업체를 대상으로, 각 업체가 구매하는 인텔의 마이크로프로세서 구매가격의 5%를 '시장 개척자금'으로 적립하도록 했는데, 시장개척자금은 PC제조업체가 공동광고를 할 때 비용의 50%까지 사용가능하였고 만약 자금이 고갈되면 그 업체는 광고예산을 할당받기 전에 인텔로부터 마이크로프로세서를 더 구매하는 방식이었다.(Jackson 1998)

인텔 사는 로고 부착의 대가로 일반적인 '칩 가

격의 할인'과 같은 직접적 방법을 택하지 않고 공동광고 자금지원이라는 간접적 방법을 택하였는데, 이는 고객의 PC에 대한 관심 증가와 그로 인한 수요의 증대라는 산업 전체에 걸친 더욱 긍정적인 결과를 가져 왔다. 칩 가격할인 등의 직접적 방법은 PC제조업체로 하여금 완제품가격의 인하로 연결될 가능성이 높다고 인텔 사는 판단했으며, 그러한 경우 인텔 사의 본래 목적인 브랜드 이미지 구축에는 도움이 안 될 가능성이 높다고 생각했던 것이다. 인텔 사의 공동광고 자금지원에 의해 PC시장 전체의 광고물량이 급속히 증가했고, 그것은 PC수요의 급증으로, 그에 따른 인텔 마이크로프로세서의 수요급증으로 연결되었다.(김병도 2001)

이 외에도 Krishinan et al(2004)는 미국의 자동차 산업에서 수요 증대 노력을 위하여 생산자가 딜러(dealer)에게 인센티브를 제공하는 것도 유사한 사례로 지적하고 있다.

위의 사례의 경영에 대한 시사점을 기초로 하여, 본 연구에서는 공급사슬의 개별적, 부분적 합리화의 상황을 해소하고 공급사슬에 참가한 행위자 혹은 의사결정자들 모두가 보다 유리한 결과를 얻을 수 있도록 하기 위한 기제(mechanism)의 하나로써 계약(contract)에 의한 문제 해결을 시도하고자 한다. 보다 구체적으로, 생산자-소매업자로 구성된, 수요가 확정적이고, 통합되지 않은(decentralized) 공급사슬에서, 소매업자의 노력에 의하여 수요가 증가하는 경우, 생산자는 소매업자에게 '지원금' 혹은 '보조금(allowance)'의 지급 기제를 통하여, 통합된(centralized) 경우의 이익과 동일한 이익을 가능하게 할 수 있음을 규명하는 것을 목표로 한다.

II. 관련 기존 연구

공급사슬관리의 개념이 널리 보급되기 이전에는 주로 "유통경로조정"(channel coordination)이라는 용어로 불리웠던 내용과 관련된 최초의 문헌은 1950년에 발표된 Spengler의 연구에서 시작되었는데, 이 연구는 확정적이고 기울기가 감소하는 수요곡선의 가정 하에서 생산자가 한계생산비용 이상으로 도매가격을 설정하고, 이익을 극대화하려는 독립적 소매업자는 소매가격을 결정하는 모형을 제시하였는데, 이러한 모형은 미시경제학의 산업조직론 분야의 이부가격제(two-part tariff), 수량강제할당(quantity forcing), 판매가격강제(resale price

maintenance) 등의 계약에 의하여 해결될 수 있다(Tirole 1988).

Jeuland and Shugan(1983)은 마케팅적 관점에서 수량할인(quantity discount)에 의한 유통 경로조정 모형을 제시하였고, Weng(1995)은 앞의 모형을 일반화 시켜 생산에서의 '규모의 경제' 문제의 해결을 시도하였는데, 이 연구는 수량할인과 프랜차이즈 수수료(franchise fee)의 결합을 통하여 해결이 가능함을 증명하였다.

Pasternack(1985)은 확률적 수요의 가정과 생산자-판매자로 구성된 공급사슬 구조 하에서 단일기간 재고모형(newsvendor inventory model)을 이용하여 앞서 언급된 '이중 한계비용화(double marginalization)'의 문제에 대한 해결책을 제시하려 하였으며, 전체적 재구매(full return)계약과 부분적 재구매 계약의 혼용에 의하여 해결이 가능함을 증명하였다.

Kandel(1996)은 Pasternack(1985)과 유사한 단일기간재고 모형의 확장된 모형을 활용하여, 소매업자가 소매가격을 결정할 수 있는 경우 재구매(repurchase)계약 만으로는 공급사슬에서 상호이익을 보장할 수 없음을 보였다. 이 연구는 '생산자와 소매업자의 노력'과 게임이론의 '도덕적 해이(moral hazard)'의 개념과 관련된 상황을 언급하고 있으나 실제로 모형에 포함시키지는 않고 있다.

Tsay(1999)는, 계약의 보다 광범위하고 유연한 형태라 볼 수 있는, 소매업자가 주어진 고정된 범위 내에서 더 많은 혹은 더 적은 양으로 주문을 변경할 수 있는 수량유연성계약(quantity flexible contract)을 고안하고 공급사슬 내에서의 의미를 제시하였다. 이 연구 이후의 본 연구에서 언급되는 연구들은 이 연구와 마찬가지로 통합된(centralized) 공급사슬의 이익수준을 일종의 기준(benchmark) 이익 수준으로 하고, 생산자와 소매업자로 분리된(decentralized) 공급사슬에 대하여 다양한 계약 기제를 통하여, 통합된 기준 이익 수준을 달성하려 한다는 공통점을 지닌다.

Taylor(2002)는 공급업자와 소매업자로 구성된 공급사슬 내에서, 특정 목표 판매량 이상을 달성하는 경우에만 생산자가 소매업자에게 리베이트를 제공하는 목표리베이트(target rebate) 계약에 의한 공급사슬 조정 모형을 제시하였다. 그리고 소매업자의 판매 노력에 따라 수요가 증

가하는 가정 하의 모형으로 확장시켜, 그 모형 내에서 목표리베이트에 의하여 공급업자와 소매업자 모두가 만족(win/win)할 수 있는 결과를 얻게 됨을 증명하였는데, 본 저자의 연구도 이 연구의 모형의 일부를 활용하였다.

Cachon and Lariviere(2003)은 생산자가 도매가격을 결정할 수 있는 상황 하에서 생산자와 소매업자가 소매업자의 판매수익을 공유하는 모형을 제시하였다. 이 연구에서 제시된 수익공유계약(revenue sharing contract)은 통합되지 않은 단일기간재고 모형에 의하여, 가격에 따라 변화하는 수요량의 가정 하에서도 공급사슬의 조정을 달성하는 이익 수준을 가능하게 하였지만, '소매업자의 노력'과 관련된 부분은 모형에 나타나지 않고 있다.

Krishnan et al(2004)은 Taylor(2002)와 유사한, 생산자와 소매업자로 구성되며 후자의 판매 노력(promotional effort)에 의하여 수요가 증가하는 모형을 사용하였다. 그 모형을 이용하여, 재구매계약은 소매업자의 판매 노력을 감소시키는 효과를 가진다는 결과와, 생산자가 소매업자의 판매 노력 비용을 공유하는 계약, 특정 판매량 이상을 달성한 소매업자에 대한 지원금(markdown allowances) 계약, 재구매 양을 제약하는 계약의 세 가지를 통하여 공급사슬 내에서의 공급사슬 조정이 가능함을 증명하였다. 이 연구에서의 지원금 계약은 본 연구의 보조금 및 지원금과 유사한 기제의 성격을 지닌다.

III. 연구 모형

먼저 모형에 사용되는 용어(notation)들을 정의하면 아래와 같다.

q : 생산량(통합된 경우), 소매업자의 주문량(통합되지 않은 경우)

c : 한계생산비용

p : 판매가격(통합된 경우) 또는 소매가격(통합되지 않은 경우)

w : 도매가격(transfer price : 통합되지 않은 경우)

ξ : 기간별 수요량(확률밀도함수는 $\phi(\xi)$, 누적분포함수는 $\Phi(\xi)$)

e : 수요량 증가를 위한 기업(통합된 경우) 또는 소매업자(통합되지 않은 경우)의 노력수준

a : 생산자가 소매업자의 '노력'을 이끌어내기 위한 '지원금' 및 '보조금'의 양

Π_I : 통합된 경우의 이익

Π_R : 통합되지 않은 경우 소매업자의 이익

Π_M : 통합되지 않은 경우 생산자(공급업자)의 이익

$\Pi_{I,e}$: 노력에 의하여 수요가 증가되는 모형에서의 통합된 경우의 이익

Π_R : 소매업자의 이익

$\Pi_{R,e}$: 통합되지 않은 경우, 소매업자 노력에 의하여 수요가 증가하는 경우의 소매업자의 이익

그리고, $p > w > c$ 로 가정한다. 즉 판매가격은 도매가격보다 높으며, 도매가격은 생산비용보다 크다고 가정한다.

1. 수요가 일정하며 통합된 경우와 분리된 경우

Cachon(1999), Taylor(2002)에 기초하여, 기준(benchmark) 이익 수준으로서 통합된(centralized or vertically integrated) 경우의 이익은 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$\Pi_I = pE\min\{q, \xi\} - cq \quad (\text{식 1.1})$$

최적화의 일반적 방법에 의하여 1계, 2계 미분에 의하여 최적임을 확인하는 과정을 거쳐, 극대이익을 가능하게 하는 생산량을 구하면 아래와 같다.

$$\Phi(q) = \frac{p-c}{p} \quad \text{에서}$$

$$q_I^* = \Phi^{-1}\left(\frac{p-c}{p}\right)$$

이 때의 이익(Taylor 2002)은 아래와 같다. 이러한 과정의 증명은 <부록 1>에 제시되어 있다.

$$\Pi_I^* = p\Gamma(q_I^*)$$

$$\left(\text{단, } \Gamma(q) = \int_0^q \xi d\Phi(\xi) \right)$$

이번에는 생산자와 소매업자로 분리된(decentralized) 경우 즉 공급사슬인 경우를 살펴본다. 통합되지 않은 경우의 생산자(공급업자)의 이익함수는

$$\Pi_M = wq - cq = (w-c)q$$

이고, 소매업자의 이익함수는

$$\Pi_R = pE\min\{q, \xi\} - wq$$

가 된다. 이는 통합된 경우에 비교하면, 생산자의 경우 단위당 수익이 $w (< p)$ 로 적어지며, 소매업자의 경우 단위당 비용이 $w (> c)$ 로 증가함을 의미한다. 따라서, 위의 경우의 해법을 적용하여 최적 주문량을 구해 보면 다음과 같다.

$$q_d^* = \Phi^{-1}\left(\frac{p-w}{w}\right)$$

이 때 각 주체의 이익은

$$\Pi_M^* = (w-c)q_d^*$$

$$\Pi_R^* = p\Gamma(q_d^*)$$

여기에서, $q_I^* > q_d^*$ 인데, 이것은 분리된 경우의 주문량이 통합된 경우보다 적어지게 됨을 의미하고, 통합된 경우보다 분리된 경우의 이익이 적어지게 된다. 이는 서론에서 언급된 '이중한계비용화(double marginalization)' 상황을 보여 준다. 생산업자와 소매업자가 통합되어 있지 않은 분권적 구조에서는, 소매업자는 생산업자의 가격에, 그리고 생산업자는 한계비용에 각각 초점을 맞추어 최적화하게 됨으로써 통합된 구조에서 보다 전체이익 측면에서 적어지는 결과를 낳는다는 것이 바로 '이중한계비용화'이다(Tirole 1988).

2. 통합된 경우이며 소매업체의 노력에 따라 수요량이 증가하는 경우

통합된 경우에서 소매업자의 판매 노력 (promotional effort)에 의하여 수요량이 증가한다는 가정 하의 이익모형은 아래와 같으며, 이것은 생산자의 생산량 q 와 소매업자의 판매 노력 수준 e 에 대한 2변수 함수로 나타난다.

$$\Pi_{I,e} = pE\min\{q, e\xi\} - cq - V(e) \quad (\text{식 2.2})$$

이는 Taylor(2002)에서 응용한 형태로서, 이 모형에서는, 수요량 ξ 에 노력수준 e 가 곱해지는 방식으로 수요의 증가를 가정하였다.

역시 최적화의 일반적 방법에 의하여 먼저 최적생산량을 구하면 아래와 같다.

$$q_{I,e}^* = e \Phi^{-1}\left(\frac{p-c}{p}\right)$$

이 때의 이익은 아래와 같다.

$$\Pi_I^* = p\Gamma(q_{I,e}^*) - V(e)$$

다음으로 소매업자의 최적 판매노력 수준을 알기 위해, 식 2.2에 e 를 변수로 하여 최적화 방법을 적용하면 아래의 결과를 얻는다.

$$V'(e) = p\left\{1 - \Phi\left(\frac{q}{\xi}\right)\right\}$$

를 만족시키는 e 가 최적 노력수준이 된다. 이러한 과정은 <부록 2>에 제시되어 있다.

3. 통합되지 않은 경우이며 판매 노력에 따라 수요량이 증가하는 상황

생산자와 소매업자가 분리되어 있고, 소매업자의 판매 노력에 의해 수요가 증가하며, 생산자가 소매업자의 판매 노력을 증가시키기 위하여 '보조금' 또는 '지원금'(allowance)을 활용하는 경우의 이익함수는 다음과 같이 설정할 수 있다.

$$\Pi_{r,e} = pE\min\{q, e\xi\} - wq - V(e) + aE[\min\{q, e\xi\} - \xi]^+ \quad (\text{식 2.3})$$

모형의 맨 뒤쪽(혹은 오른쪽) 부분(term)은, 생산량과, 증가된 수요량 중 적은 것과 기존의 수요량(소매업자가 판매 노력을 수행하지 않는 경우의 수요량)의 차이만큼을 보조금 혹은 지원금으로 지급함을 의미한다.

이것을 좀 더 부연하여 설명하면, $e\xi \geq \xi$ 이므로 ($e\xi - \xi \geq 0$), 즉 소매업자의 판매 노력에 의하여 증가된 수요량은 그렇지 않은 경우의 수요량보다 항상 크거나 같으므로 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$[\min\{q, e\xi\} - \xi]^+ = [e\xi - \{e\xi - q\}^+ - \xi]^+$$

$$(\min\{a, b\} = a - (a - b)^+ \text{ 이기 때문에})$$

$$= [e\xi - \xi - \{e\xi - q\}^+]^+$$

최적화의 방법에 의하여 생산자의 최적 생산량을 구하면 아래와 같다.

$$q_r^* = e \Phi^{-1}\left(\frac{p+a-w}{p+a}\right)$$

그리고 소매업자의 최적 판매 노력 수준은 아래와 같다. 식 2.3을 판매 노력 수준에 대하여 편미분하여 구할 수 있다.

$$V'(e) = p\left\{1 - \Phi\left(\frac{q}{\xi}\right) + a\left\{1 - \Phi\left(\frac{q}{\xi}\right) + \frac{q}{\xi}\left(\frac{2}{\xi} - 1\right)\right\}\right\}$$

위 식을 만족시키는 e 의 수준이 소매업자의 최적 판매 노력 수준이다. 여기에서 e 는 생산자의 생산량 q 와 지원금 수준 a 에 대한 함수이므로, 두 가지가 결정되면 소매업자의 판매노력 수준도 결정됨을 알 수 있다. 이러한 과정은 <부록 3>에 제시되어 있다.

4. 기준이익을 실현하는 최적 지원금 수준의 도출

이 부분에서는 기준치인 '통합된 경우'의 이익을 실현하는 '지원금'의 크기를 결정한다.

$$q_{I,e}^* = q_r^*$$

$$e \Phi^{-1}\left(\frac{p-c}{p}\right) = e \Phi^{-1}\left(\frac{p+a-w}{p+a}\right)$$

$$a^* = \frac{p(w-c)}{c}$$

위 결과는 생산자가 기존의 수요량(ξ) 또는 소매업자의 판매 노력에 의하여 증가되는 수요량($e\xi$)의 확률밀도함수와는 상관없이 보조금 혹은 지원금(a)의 양의 결정만으로 소매업자의 노력을 유도할 수 있음을 나타낸다.

이러한 결과의 실제적 의미는, 생산자와 소매업자로 구성된 즉 분권화된 공급사슬 내에서 통합된 경우의 이익과 동일한 수준의 이익을 발생시키도록 생산자가 보조금 혹은 지원금의 지급을 통하여 소매업자의 판매 노력 증가를 이끌어내고 그 결과 수요증가를 유도할 수 있음을 의미한다.

한편, 공급업자의 소매업자에 대한 최적 지원금(a^*)의 양은 '단위당 판매가격'에, '도매가격'과 '생산비용'의 차이 즉, '단위당 소매업자의 이익(분리된 경우의)'의 곱을 '생산자의 생산비용'으로 나눈 값으로 설명할 수 있다.

IV. 결 론

본 연구에서는 생산자-소매업자로 구성된, 통합되지 않은(decentralized) 공급사슬 내에서, 소매업자의 판매 노력에 의하여 수요가 증가하는 경우, 생산자가 소매업자에게 '지원금' 혹은 '보조금'을 지급함으로써 공급사슬의 조정이 가능함을 보이고자 하였다. 즉 본 연구는 통합되지 않은 공급사슬 내에서 생산자가 소매업자에게 지원금 내지 보조금을 제공함으로써, 통합된 경우의 전체 이익과 같은 크기의 이익을 확보하는 지원금의 크기를 도출하였다. 이러한 결과는 생산자가 기존의 수요량 또는 소매업자의 판매 노력에 의하여 증가되는 수요량의 확률밀도함수와는 무관하게 보조금 혹은

은 지원금으로 공급사슬 전체의 조정을 가능하게 함을 의미한다.

이 결과의 경영에 대한 실제적 의미는, 생산자와 소매업자로 구성된 공급사슬 내에서 통합된 경우의 이익과 동일한 수준의 이익을 발생시키도록 생산자가 보조금 혹은 지원금의 지급을 통하여 소매업자의 판매 노력 증가를 이끌어내고 그 결과 수요증가를 유도할 수 있음을 의미한다. 이러한 상황은 생산자의 소매업체에 대한 고객광고 보조금의 성공 사례인 인텔사의 '인텔 인사이드(Intel Inside)' 캠페인에서 실제 예를 찾아볼 수 있었다.

추후 연구의 방향으로는, 보다 현실적인 측면을 가정으로 포함시킨 모형으로의 확장을 통하여 공급사슬관리의 현실적이고 복잡한 실재를 설명할 수 있도록 하는 것과 본 연구의 분석결과를 공급사슬관리의 실제 운영과 비교하는 실증적인 연구가 제시될 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 김병도, 「코카콜라는 어떻게 산타에게 빨간 옷을 입혔는가」, 21세기 북스, 2003.
- [2] Cachon, J., "Competitive Supply Chain Inventory Management," in Tayur et al. eds. *Quantitative Models for Supply Chain Management*, Kluwer, 1999, pp. 113-146.
- [3] Chen, F., "Salesforce Incentives, Market Information, and Production/Inventory Planning," *Management Science*, Vol. 51, No. 1, Jan.(2005), pp. 60-75
- [4] Jackson, T., *Inside Intel: Andy Grove and the Rise of the World's Most Powerful Chip Company*, Plume(1998).
- [5] Jeuland, A.P. and S.M. Shugan, "Managing Channel Profits," *Marketing Science*, Vol. 2, No. 3, pp. 239-272.
- [6] Jorgensen, S., S.P. Sigue and G. Zaccour, "Dynamic Cooperative Advertising in a Channel," *Journal of Retailing*, Vol. 76, No. 1(2000), pp. 71-92.
- [7] Kandel, E., "The Right to Return," *Journal of Law and Economics*, Vol. 39, No. 1, Apr.(1996), pp. 329-356.
- [8] Krishnan, H., R. Kapucinski and D.A.

Butz, "Coordinating Contract for Decentralized Supply Chains with Retailer Promotional Effort," *Management Science*, Vol. 50, No. 1, Jan.(2004), pp. 48-63.

[9] Lariviere, M.A., "Supply Chain Contracting and Coordination with Stochastic Demand," in Tayur et al. eds., *Quantitative Models for Supply Chain Management*, Kluwer, 1999, pp. 235-268.

[10] Taylor, T.A., "Supply Chain Coordination Under Channel Rebates with Sales Effort Effects," *Management Science*, Vol. 48, No. 8, Aug.(2002), pp. 992-1007.

[11] Tirole, J., *Theory of Industrial Organization*, MIT Press, 1988.

[12] Tsay, A.A., "The Quantity Flexibility Contract and Supplier-Customer Incentives," *Management Science*, Vol. 45, No. 10, Oct.(1999) pp. 1339-1358.

-Weng, Z.K., "Channel Coordination and Quantity Discounts," *Management Science*, Vol. 41, No. 9, Sept.(1995), pp. 1509-1522.

<부록 1> 식 2.1 의 증명

$$\Pi_I = pE\min\{q, \xi\} - cq \quad (\text{식 2.1})$$

여기서 극대이익을 가능하게 하는 생산량을 얻기 위해 q 에 대하여 1차미분하여 0과 같다고 놓으면

$$\frac{d}{dq}\Pi_I = p\left[\frac{\partial}{\partial q}\left(\int_0^q \xi\phi(\xi)d\xi + \int_q^\infty q\phi(\xi)d\xi\right)\right] - c = 0$$

($\min\{q, \xi\}$ 는 $q > \xi$ 일 때(즉 0부터 q 까지)에는 ξ , 반대로 $q < \xi$ 일 때(즉 q 부터 ∞ 까지)에는 q)

$$\begin{aligned} \frac{d}{dq}\Pi_I &= p\left(\int_0^q \phi(\xi)d\xi + q - 0 + \int_q^\infty \phi(\xi)d\xi + 0 - q\right) - c = 0 \\ &= p\left(0 + q + \int_q^\infty \phi(\xi)d\xi - q\right) - c = 0 \\ &= p\left[(1 - \Phi(q))\right] - c = 0 \end{aligned}$$

이 미분과정에서는 라이프니츠 규칙(Lebniz rule)이 이용되었다. 이는 2변수 함수 $h(x, y)$ 에서 $a_2(y), a_1(y)$ 가 y 의 함수일 때 y 에 대한 미분은 아래와 같이 구할 수 있음을 의미한다.

$$\frac{d}{dy} \int_{a_1(y)}^{a_2(y)} h(x, y) dx = \int_{a_1(y)}^{a_2(y)} \left[\frac{\partial h(x, y)}{\partial y}\right] dx + h(a_2(y), y)a_2'(y) - h(a_1(y), y)a_1'(y)$$

여기서 2계 미분을 행하면, $\frac{d^2}{dq^2}\Pi_I = -\Phi'(q) < 0$ 이므로 극대값의 2계조건을 만족시킨다.

<부록 2> 식 2.2 의 증명과정

$$\Pi_{I,e} = pE\min\{q, e\xi\} - cq - V(e) \quad (\text{식 2.2})$$

① 최적 생산량의 결정

이익을 극대화하는 생산량을 구하기 위해 생산량에 대해 편미분하여, 극대이익을 구하기 위해 0과 같다고 놓으면 아래와 같다.

$$\frac{\partial}{\partial q}\Pi_{I,e} = p\frac{\partial}{\partial q}\left[\int_0^{\frac{q}{e}} \xi\phi(\xi)d\xi + \int_{\frac{q}{e}}^\infty q\phi(\xi)d\xi\right] - c = 0$$

여기서 적분구간을 보면, $\min\{q, e\xi\}$ 에서

1) $e\xi < q$ 즉, $\xi < \frac{q}{e}$ 일 때

$$\min\{q, e\xi\} = \xi$$

2) $e\xi > q$ 즉, $\xi > \frac{q}{e}$ 일 때

$$\min\{q, e\xi\} = q \text{ 이다.}$$

$$\frac{d}{dq}\Pi_{I,e} = p(1 - \Phi(\frac{q}{e})) - c = 0$$

$$q_{I,e}^* = e \Phi^{-1}(\frac{p-c}{p})$$

② 소매업자의 최적 판매 노력 수준

최적 노력수준을 알기 위하여, 이번에는 e 에 대하여 편미분한다.

$$\frac{\partial}{\partial e}\Pi_{I,e} = p \frac{\partial}{\partial e} [\int_0^{\frac{q}{e}} e\phi(\xi)d\xi + \int_{\frac{q}{e}}^{\infty} q\phi(\xi)d\xi] - V'(e) = 0$$

<부록 1>과 같은 방법으로 구하면

$$V'(e) = p(1 - \Phi(\frac{q}{e}))$$

를 만족시키는 e 가 최적 노력수준이 된다.

<부록 3> 식 2.3의 증명과정

$$\Pi_{I,e} = pE\min\{q, e\xi\} - cq - V(e) \quad (\text{식 2.3})$$

적분구간을 찾기 위하여 각 경우를 구분해 보면,

1) $e\xi > q$ 즉, $\xi > \frac{q}{e}$ 일 때

$$e\xi - \xi - e\xi + q = q - \xi$$

2) $e\xi < q$ 즉, $\xi < \frac{q}{e}$ 일 때

$$e\xi - \xi - 0 = e\xi - \xi$$

으로 나타난다.

① 소매업자의 최적 주문량

최적 주문량을 찾기 위하여 주문량에 대하여 편미분하여 0과 같다고 놓는다.

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial q} \Pi_{r,e} &= p \frac{\partial}{\partial q} \left[\int_0^{\frac{q}{e}} \xi \phi(\xi) d\xi + \int_{\frac{q}{e}}^{\infty} q \phi(\xi) d\xi \right] - w \\ &+ a \frac{\partial}{\partial q} \left[\int_0^{\frac{q}{e}} \{e\xi - \xi\} \phi(\xi) d\xi + \int_{\frac{q}{e}}^{\infty} (q - \xi) \phi(\xi) d\xi \right] = 0 \end{aligned}$$

$$q_r^* = e \Phi^{-1} \left(\frac{p + a - w}{p + a} \right)$$

② 소매업자의 최적 노력수준

지원금 하에서 소매업자의 최적 노력수준을 찾기 위하여 노력수준 e 에 대하여 편미분한다.

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial e} \Pi_{r,e} &= p \frac{\partial}{\partial e} \left[\int_0^{\frac{q}{e}} e \phi(\xi) d\xi + \int_{\frac{q}{e}}^{\infty} q \phi(\xi) d\xi \right] - V'(e) \\ &+ a \frac{\partial}{\partial e} \left[\int_0^{\frac{q}{e}} \{e\xi - \xi\} \phi(\xi) d\xi + \int_{\frac{q}{e}}^{\infty} (q - \xi) \phi(\xi) d\xi \right] = 0 \end{aligned}$$

위와 같은 방법으로 최적 노력수준을 찾으면

$$V'(e) = p \left\{ 1 - \Phi \left(\frac{q}{e} \right) \right\} + a \left\{ 1 - \Phi \left(\frac{q}{e} \right) + \frac{q}{e} \left(\frac{2}{e} - 1 \right) \right\}$$

을 만족시키는 e 가 최적의 노력수준이 된다.