經營論集, 第 36 卷 1號 (2002 年 3 月)

초기할인이 가능한 Newsboy Model*

남 익 현**

본 논문에서는 사용기간이 일회에 해당하는 제품을 다루는 Newsboy Model의 응용형태를 다룬다. 일반적인 Newsboy Model과의 차이점은 수요시점이전에 할인을 통해 고객에게 일차적인 구매기회를 제공한다는 것이다. 이러한 할인제도의 도입을 통해 고객은 보다 저렴한 가격에 제품구매를 확보할 수 있고 생산자는 소비자 수요량에 대한 불확실성을 감소시킬 수 있다. 이러한 방식이 활용된 예로는 최근에 에어컨 구매시 소비기간이전인 겨울에 미리 예약을 하는 고객에 대해 할인을 해주는 것을 들 수 있다.

I. 들어가며

본 논문에서 우리는 확률적 재고모형의 전형적인 예인 Newsboy Model을 응용한 형태를 다루려고 한다. 전형적인 Newsboy Model에서와 마찬가지로 본 모형에서는 두 당사자가 존재하는데 이들을 생산업자와 소비자로 부르기로 하자. 생산업자는 불확실한 소비자의 수요에 대비하기 위해 적정생산량을 결정하여야 한다. Newsboy Model의 특징에 따라 기초에 생산량이 정하여 지면 해당 기간 중간에는 이를 증감할 수가 없다고 하자. 따라서 생산업자는 과다생산으로 인한 재고위험과 생산부족으로 인한 판매기회의 상실에 따른 손실을 고려하여 적정생산량을 기초에 결정하여야 한다.

보다 구체적으로 본 논문에서 다루고자 하는 모형을 이해하기 위해 다음의 상황을 고려해 보기로 하자. 에어컨을 생산하는 업자의 경우 여름이 주된 수요기간인데 생산

* 본 논문은 서울대 경영 연구소 연구비와 서울대 발전기금 연구비의 지원을 받아 이루어졌음.
** 서울대학교 경영대학

의 lead-time이 긴 관계로 겨울부터 생산준비에 들어가야 한다. 이 경우 가장 중요한 자료가 불확실한 에어컨수요에 대한 것이라고 할 수 있다. 만약 실현된 수요에 비해 생산량이 적을 경우 판매기회의 상실에 따른 기회비용과 소비자의 불만(loss of good will)에 따른 비용 등이 발생할 것이며 반대로 실현된 수요에 비해 생산량이 많을 경우에는 과다재고로 인한 비용이 발생할 것이다. 과다재고로 인한 비용에는 다음 기간까지의 재고보유비용, 재고보유에 따른 금융비용, 할인판매로 처리해야 할 경우의 손실비용 등을 들 수 있다. 지금까지 언급한 내용은 전통적인 Newsboy Model과 동일한 점인데 여기서 본 논문에서 다루는 내용 중 일반적인 Newsboy Model과의 차이점에 대해 다음에 살펴보기로 하자.

우선 확률적인 수요량을 하나의 분포함수를 이용하여 다루는 것이 아니라 두 가지 확률적 원인에 의해 발생하는 것으로 다루었다. 하나의 확률요소는 기온으로, 수요기간인 여름의 온도가 해당 확률변수이며 그에 대한 확률분포함수가 알려져 있다고 가정한다. 우리는 수요기간인 여름철의 기온이 에어컨으로부터 얻을 수 있는 효용에 영향을 미칠 것이며 따라서 에어컨수요에도 영향을 줄 것이라는 내용을 가정할 수 있다. 기온에 추가하여 또 다른 확률요소는 소비자가 각 온도별로 에어컨이 없을 경우에 비해 에어컨을 보유함으로써 추가적으로 느끼는 효용함수이다. 이러한 효용함수는 각 소비자별로 차이가 나는데 이것이 확률분포를 따른다고 한다. 즉 동일한 기온에 대해서 소비자들이 느끼는 불쾌감은 차이가 날 수 있는데 이러한 차이를 소비자별 더위에 대한 민감도로 표시하기로 하고 이러한 민감도가 또 다른 확률변수임을 말한다. 소비자의 민감도를 고려한 것은 모든 소비자가 기온에 대한 반응도가 동질적이라는 가정에 비해 보다 일반적인 것으로 소비자의 이질성을 고려한 것이다. 최종적으로 이들 두 가지 확률요소에 의해 에어컨에 대한 한 기간의 수요량이 결정된다. 가령 여름의 기온이 알려지고 이때 에어컨의 구매가격을 초과하는 효용을 얻을 수 있는 소비자들은 구매를 할 것이며 이에 따라 총수요량이 정해지는 것이다.

또 다른 결정적인 차이점은 일반적인 Newsboy Model의 경우 생산량에 대한 의사결정만을 하는 것인데 반해 본 모형에서는 소비시점 이전인 생산준비기간에 예약할인을 시행하는 것을 다룬다는 것이다. 이는 미리 예약구매를 하는 고객에 대해서는 생산업자가 소비자에게 일정액의 할인을 해주는 것을 말한다. 최근 몇 년간을 보면 과거와는 달리 겨울철에 미리 예약을 하는 고객에 대해서는 일정한 할인을 해주는 제

도를 사용하는 업체가 상당수 늘었다. 이 경우 고객의 입장에서는 보다 저렴한 가격에 에어컨을 확보할 수 있는 장점이 있고 생산업자의 입장에서는 일정한 수요량을 미리 확정지어 이로 인한 이익증가를 기대할 수 있게 된다. 이러한 예약할인은 일반적인 Newsboy Model에서와는 달리 소비자의 입장에서 볼 때 두 단계의 의사결정을 하게 되는 two-stage model이 된다. 즉 첫 단계에서는 생산업자가 제시한 할인액수를 보고 예약구매를 할 것인지 아니면 더 기다려서 여름이 되어 정상가로 구매여부를 결정할 것인지에 대해 의사결정을 하여야 한다. 두 번째 단계는 소비자가 예약구매를 신청하지 않은 경우에 해당하는 상황으로, 수요시점인 여름에 에어컨을 구매할 것인지를 실현된 기온을 보고 결정하는 것이다.

II. 모형의 가정 및 효용함수

1. 모형의 가정

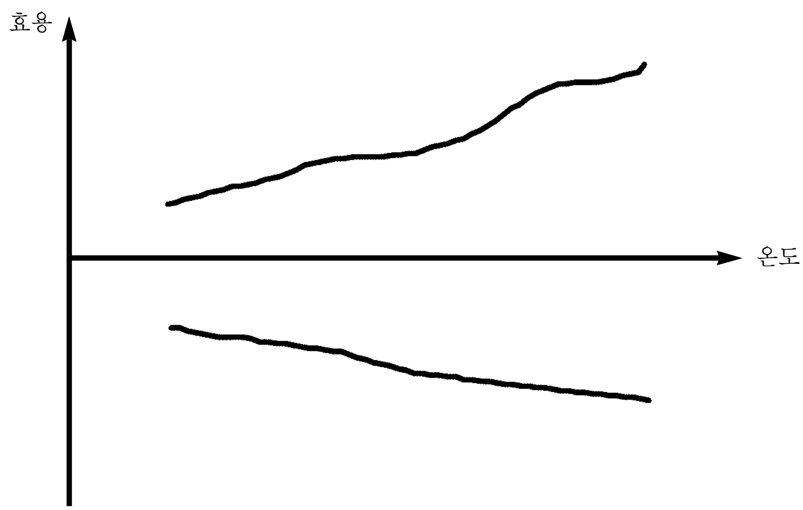
생산업자는 기초에 예약구매 하고자 하는 소비자에 대해서는 일정액(d)의 할인을 해준다. 이 경우 예약할인구매를 한 고객은 실제 소비시점인 여름에 기온이 낮아진다 하더라도 예약을 취소할 수가 없다고 가정한다. 즉 예약할인구매를 한 고객이 여름에 온도가 낮은 경우 에어컨으로부터 얻는 효용이 적게되어 구매를 취소하려고 할 수 있는데 이러한 취소가 불가능하다는 것이다. 이러한 가정으로 인해 생산업자는 예약할인 구매량을 확보된 수요량으로 이용할 수 있는 것이다. 분석의 편의를 위해 이자율이 낮아 예약구매의 계약금을 수요기간 이전에 받아서 발생하는 금융이득은 많지 않은 것으로 가정하여 무시하기로 한다. 에어컨의 판매가(p)는 다른 업체와의 관계에 의해 결정되어지는 상수이어서 의사결정의 대상이 될 수 없다고 가정한다. 즉 생산업자에게 에어컨의 판매가는 고정된 값으로 알려져 있다. 에어컨의 수요기간인 여름의 대표기온에 대한 확률밀도함수는 $f(x)$로 표시한다. 여기서 대표기온을 사용한 이유는 여름기간 동안의 온도분포가 다양하게 나올 수 있으므로 해당 여름의 더위정도를 나타낼 수 있는 하나의 수치를 대표기온이라고 부르기로 하자. 즉 에어컨의 수요기간인 여름동안에 다양한 온도분포가 가능한데 이를 하나의 시점에서의 기온분포로 표시하

여 더위에 대한 대표치로 사용하고자 하는 것이 대표기온이다. 하나의 예로 해당 기간동안의 평균기온을 들 수 있을 것이다. 물론 동일한 평균기온일지라도 분산의 정도에 따라 에어컨의 효용이 달라질 수 있음을 쉽게 예상할 수 있으므로 경우에 따라 대표기온을 정의하는 것이 매우 어려운 작업일 수 있음을 예상할 수 있다.

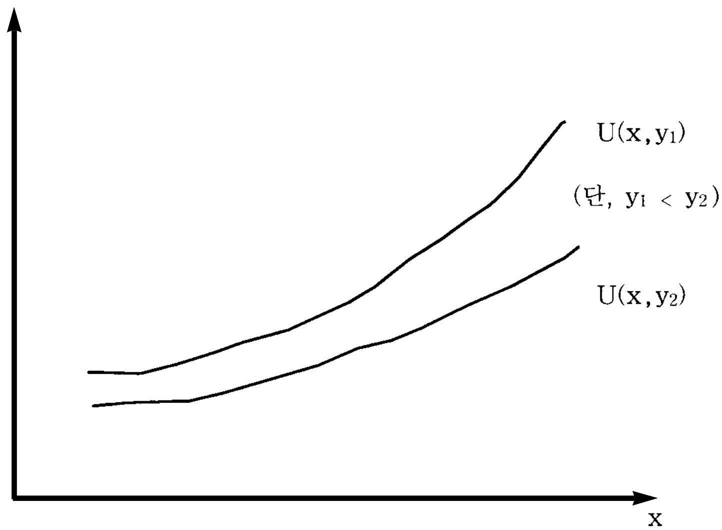
2. 소비자 효용함수

여름의 대표기온 x에 대해 소비자가 느끼는 효용은 소비자 특성에 따라 다를 것이다. 다음 〈그림 1〉에서와 같이 에어컨이 있을 경우에 각 온도별로 느끼는 효용과 에어컨이 없을 때 느끼는 효용이 알려져 있다고 하자. 이들 두 효용함수의 차이를 어떤 대표기온에 대해 소비자가 느끼는 에어컨에 대한 효용함수라고 정의할 수 있을 것이다.

그런데 이러한 효용함수는 소비자의 특성에 의해 달라질 것이다. 가령 더위에 대한 민감도가 소비자별로 다를 것이며 따라서 민감도에 따라 에어컨에 대한 효용도 다르게 될 것이다. 소비자의 더위에 대한 민감도를 나타내는 변수로 y를 사용하기로 하고 $y \geq 0$을 가정하자. 총소비자 숫자를 M이라고 할 때 이들이 각 민감도별로 확률분포를



〈그림 1〉



〈그림 2〉

이루는데 이를 나타내는 확률밀도함수를 $g(y)$로 나타내기로 하자. 편의상 y가 작을수록 더위에 대한 민감도가 높은 고객을 나타낸다고 하자. 우리는 민감도가 y인 고객이 대표기온 x일 경우 에어컨에 대해 느끼는 효용을 $u(x, y)$로 표시하기로 한다. 여기서 효용은 금전으로 환산된 수치로 실제 에어컨 구매를 위해 지불한 액수를 차감한 것이 순효용이 된다. 즉 일정한 대표기온에 느끼는 에어컨의 효용과 에어컨에 지불한 액수와의 가산성(additivity)을 가정한다. 이러한 효용함수에 대해 우리는 x에 대해 증가함수이며 y에 대해 감소함수라고 가정한다. 여기서 x와 y는 상호독립이며 연속형 확률변수라고 가정한다. 다음 그림에는 여러 가지 민감도 y를 갖는 소비자들이 에어컨으로부터 얻는 효용함수를 예시한 것이 나타나 있다.

III. 소비자의 의사결정모형

우선 소비자의 입장에서 생산업자가 제시한 예약할인제도에 대해 어떠한 의사결정을 할 것인지에 대해 다루기로 하자. 이 경우 첫 번째 단계로 생산업자가 예약구매에 대한 할인을 d만큼 제공할 경우 민감도가 y인 소비자는 다음 두 가지 가운데 하나를

선택할 것이다. 하나는 할인 혜택을 받고 예약구매를 하는 것이고 다른 하나는 여름철까지 기다리다가 실제 기온을 알고 나서 구매에 대한 결정을 내리는 것이다. 예약구매를 선택할 경우에는 동일한 제품을 할인을 통해 보다 값싸게 구매할 수 있다는 장점이 있다. 반면에 예약구매는 사후 취소가 불가능하다는 가정에 의해 만약 실제 여름이 왔을 때 기온이 낮으면 에어컨을 구매할 필요가 없을 경우에도 구매를 하여야 한다는 단점이 있다. 소비자는 이러한 장단점을 고려하여 최적의 의사결정을 하고자 할 것이다.

1. 일단계 의사결정

더위에 대한 민감도가 y인 소비자가 예약구매를 선택할 경우 예상효용은 다음과 같이 기대값으로 계산할 수 있다.

$$E_x[u(x, y) - (p - d)] = \int_{-\infty}^{\infty} u(x, y) f(x) dx - p + d \equiv A(y)$$

만약 소비자가 여름철까지 기다리기로 하였다면 여름에 실현된 대표기온을 보고 에어컨의 구매를 결정할 것이다. 민감도가 y인 소비자의 경우 여름철 대표기온이 x라는 것을 알게된 후에 $u(x, y) > p$이면 정상가 p에 에어컨을 구매할 것이며 그렇지 않은 경우에는 에어컨을 구매하지 않을 것이다. 민감도 y인 소비자의 경우 에어컨 구매의 경계치(threshold)에 해당하는 대표기온 x를 계산할 수 있는데, 이를 x_y라고 표시할 때 다음 식으로 표시할 수 있을 것이다.

$$u(x_y, y) = p$$

Proposition 1:

x_y는 y에 대해 감소함수이다.

우리는 $u(x, y)$에 대한 단조성 가정(monotonicity assumption)으로부터 소비자 y는 여름철의 대표기온이 x_y 이상일 경우에 한해서 에어컨구매를 할 것이다. 따라서 여름철까지 기다리기로 할 경우 소비자 y가 얻는 기대효용은 다음과 같다.

$$\int_{x_y}^{\infty}[u(x,y)-p]f(x)dx=\int_{x_y}^{\infty}u(x,y)f(x)dx-p[1-F(x_y)]\equiv B(y)$$

소비자 y의 입장에서는 $A(y)\geq B(y)$일 경우에는 예약할인구매를 선택할 것이고 그렇지 않은 경우에는 여름철까지 기다리는 전략을 택할 것이다. 그러면 여기서 두 기대효용의 차이에 대해 살펴보자.

$$\begin{aligned}A(y)-B(y)&=\int_{-\infty}^{\infty}u(x,y)f(x)dx-p+d-\int_{x_y}^{\infty}u(x,y)f(x)dx+p[1-F(x_y)]\\&=\int_{-\infty}^{x_y}u(x,y)f(x)dx+d-pF(x_y).\end{aligned}$$

따라서 소비자 y는 다음 조건이 성립할 경우 예약구매할인을 선택할 것이다.

$$d>pF(x_y)-\int_{-\infty}^{x_y}u(x,y)f(x)dx=\int_{-\infty}^{x_y}[p-u(x,y)]f(x)dx\equiv C(y).$$

우리는 $u(x,y)$에 대한 가정으로부터 $y'\leq y$에 대해 $x_{y'}\leq x_y$이 성립하며(Proposition 1) 또한 $u(x,y)$이 y에 대해 감소함수임을 알 수 있다. 따라서 $y'\leq y$에 대해

$$\int_{-\infty}^{x_{y'}}[p-u(x,y')]f(x)dx\leq\int_{-\infty}^{x_y}[p-u(x,y)]f(x)dx.$$

즉 $C(y)$는 y에 대해 증가함수임을 알 수 있다.

Proposition 2:

$C(y)$는 y에 대해 증가함수이다.

따라서 $C(y)=\mathrm{d}$를 만족하는 y를 $\mathrm{y}_1(d)$라고 표시할 때 $y\leq y_1(d)$를 만족하는 소비자 y는 예약할인구매를 할 것이다.

Proposition 3:

$y_1(d)$는 d에 대해 증가함수이다.

그리고 예약할인구매를 하는 소비자의 숫자는 $M\int_0^{y_1(d)}g(y)dy=MG(y_1(d))$가 된다.

2. 이단계 의사결정

예약할인구매를 거절한 소비자는 여름철이 될 때까지 기다려 대표기온이 실현된 값을 본 후에 구매의사결정을 하게 된다. 대표기온이 x로 실현될 경우 소비자 y는 $u(x, y) \geq p$일 경우에 한해 구매를 할 것이다. 대표기온 x에 대해 $u(x, y) = p$를 만족하는 y 값을 $y_2(x)$라고 표시하기로 하자.

Proposition 4:

$y_2(x)$는 x에 대해 증가함수이다.

먼저 $y_2(x) \geq y_1(d)$가 만족되는 x값이 나왔을 경우에는 예약할인구매로 $MG(y_1(d))$만큼의 소비자가 발생하고 여름철에 추가적으로 $M[G(y_2(x)) - G(y_1(d))]$만큼의 소비자가 구매를 하게된다. 이러한 대표기온 x가 실현된 경우 생산업자는 어차피 충분한 수요가 발생하는 경우이므로 예약할인으로 인해 이익이 감소되게 된다. 반대로 $y_2(x) \leq y_1(d)$가 만족되는 x값이 나왔을 경우에는 예약할인구매로 인해 $MG(y_1(d))$만큼의 소비자가 이미 발생하였고 추가구매자는 없게된다. 이 경우에는 예약할인으로 인해 예약할인제도를 도입하지 않은 경우보다 많은 수요을 발생시키는 효과를 보게되는 것이다. 또한 판매량으로 최소한 $MG(y_1(d))$이 확보되어 판매량에 대한 불확실성을 감소하는 데에도 효과가 있다. 다음으로는 이러한 소비자의 행태를 이용하여 생산업자의 입장에서의 의사결정문제를 다루기로 한다.

Ⅳ. 생산업자의 의사결정모형

본 절에서는 생산업자의 입장에서 예약할인제도를 도입한 후의 효과를 검토해 보기로 하자. 이를 위해 우선 예약할인제도가 없을 경우를 먼저 살펴보기로 하자. 분석의 편의를 위해 생산된 에어컨이 수요부족으로 인해 남을 경우 재고는 잔존가치(salvage value)가 없고 따라서 재고초과로 발생하는 재고초과비용은 단순히 생산원가인 c라고 가정한다. 또한 반대로 재고부족의 경우 판매기회상실로 기회비용 $p - c$가

발생하며 그 이외에 소비자의 불만에 따른 비용발생은 없다고 가정한다. 이러한 가정이 성립하지 않을 경우 비용함수식을 적절히 변형하여 본 논문에서와 동일한 분석을 적용하면 된다.

1. 예약할인제도가 없는 경우

이 경우 생산업자는 일반적인 Newsboy Model에서와 마찬가지로 해당 기간에 필요로 하는 생산량을 최적화하여야 한다. 따라서 의사결정변수는 생산량이 되며 이를 q로 표시하기로 한다. 생산업자가 최대화하여야 하는 목적함수는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$-cq + p\int_{-\infty}^{\infty}[M\int_{0}^{y_2(x)} g(y)dy \wedge q]f(x)dx.$$

단, 이 식에서 $a \wedge b \equiv \min[a, b]$를 나타낸다.

여기서 여름철 대표기온이 x일 경우 에어컨을 구매하기를 원하는 소비자의 숫자는 $M\int_{0}^{y_2(x)} g(y)dy$이 되며 실제 구매량은 이 수치와 보유재고량인 q와의 최소값이 된다.

위의 목적함수 식을 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$\begin{aligned}&-cq + p\int_{-\infty}^{\infty}[M\int_{0}^{y_2(x)} g(y)dy \wedge q]f(x)dx.\\ &= p\int_{-\infty}^{\infty}[MG(y_2(x)) \wedge q]f(x)dx - cq\\ &= p\int_{-\infty}^{(G\circ y_2)^{-1}(q/M)} MG(y_2(x))f(x)dx + p\int_{(G\circ y_2)^{-1}(q/M)}^{\infty} qf(x)dx - cq \equiv D(q).\end{aligned}$$

이 식을 이용하여 최적생산량을 구할 수 있는데 Leibnitz rule을 이용하여 $D'(q)$를 구하면 다음과 같다.

$$D'(q) = \mathrm{p}[1 - (\mathrm{F}\circ y_2^{-1}\circ G^{-1})(q/M)] - c.$$

보다 구체적으로 풀어보면

$$D'(q) = p[MG(y_2((G\circ y_2)^{-1}\frac{q}{M}))f((G\circ y_2)^{-1'}\frac{q}{M})(G\circ y_2)^{-1}\frac{q}{M}\ \frac{1}{M}]$$
$$+ p[-q f((G\circ y_2)^{-1}\frac{q}{M})(G\circ y_2)^{-1'}\frac{q}{M}\ \frac{1}{M} + \int_{(G\circ y_2)^{-1}(q/M)}^{\infty} f(x)dx] - c$$
$$= p[(G\circ y_2)((G\circ y_2\})^{-1}\frac{q}{M})f((G\circ y_2)^{-1}\frac{q}{M})(G\circ y_2)^{-1'}\frac{q}{M}]$$
$$-pqf((G\circ y_2)^{-1}\frac{q}{M})(G\circ y_2)^{-1'}\frac{q}{M}\ \frac{1}{M} + p[1-F((G\circ y_2)^{-1}\frac{q}{M})] - c$$
$$= p[\frac{q}{M} f((G\circ y_2)^{-1}\frac{q}{M})(G\circ y_2)^{-1'}\frac{q}{M}]$$
$$-pqf((G\circ y_2)^{-1}\frac{q}{M})(G\circ y_2)^{-1'}\frac{q}{M}\ \frac{1}{M}$$
$$+ p[1-(F\circ y_2^{-1}\circ G^{-1})\frac{q}{M}] - c$$
$$= p\ [1-(F\circ y_2^{-1}\circ G^{-1})\frac{q}{M}] - c.$$

그리고 q에 대해 이차미분한 함수는

$$D''(q) = -f(y_2^{-1}(G^{-1}\frac{q}{M}))\, y_2^{-1'}(G^{-1}\frac{q}{M})G^{-1'}\frac{q}{M}\ \frac{1}{M} > 0$$

로써 목적함수인 $D(q)$이 오목함수임을 알 수 있다. 따라서 $D'(q)=0$에서 최적해를 구할 수 있음을 알 수 있다.

Proposition 5:

예약할인제도가 없을 경우 최적생산량은 다음과 같다.

$$q^* = M\,(G\circ y_2\circ F^{-1})(\frac{p-c}{p}).$$

이 결과는 전통적인 Newsboy Model과 유사한 형태를 띄고 있음을 알 수 있다. 위 식에서 $\frac{p-c}{p}$가 critical fractile에 해당하는 수치이다. 우리가 예상할 수 있듯이 재고부족비용인 $p-c$이 증가할 경우 최적생산량은 증가하며 반대로 재고유지비용인 c가 증가할 경우에는 최적생산량은 감소하게 된다. 다음으로 예약할인제도가 있을 경우에 해당하는 생산업자의 의사결정모형을 살펴보기로 하자.

2. 예약할인제도가 있는 경우

예약할인제도가 있는 경우에는 생산업자의 입장에서 의사결정변수가 (q, d)로 이차원변수가 된다. 즉 예약구매자에 대한 할인 폭인 d를 결정하여야 하고 또한 생산량 q를 정하여야 한다. 예약할인제도가 있는 경우의 목적함수는 다음과 같다.

$$E(q, d) \equiv -cq + (p-d)MG(y_1(d)) \\ + p\int_{-\infty}^{\infty}[M[G(y_2(x) - G(y_1(d))]^+ \wedge (q - MG(y_1(d)))]f(x)dx.$$

이 식에서 $MG(y_1(d)$은 할인폭을 d로 결정하였을 때 예약구매자의 숫자를 나타낸다.

$H(q, d) \equiv \int_{-\infty}^{\infty}[M[G(y_2(x) - G(y_1(d))]^+ \wedge (q - MG(y_1(d)))]f(x)dx$은 q만큼의 생산량을 확보하였을 때 여름이 된 후에 추가적으로 판매되는 에어컨의 예상판매량을 나타낸다. 함수 $H(q, d)$는 다음과 같이 보다 구체적인 형태로 정리할 수 있다. 우선 $\hat{x}(d)$와 $\tilde{x}(q)$를 각각 다음 식을 만족하는 x값으로 정의하자. $G(y_2(\hat{x}(d))) = G(y_1(d)), MG(y_2(x(q)) = q$.

이들 식을 이용하면

I) $\tilde{x}(q) \leq \hat{x}(d)$ 경우:

$$H(q, d) = \int_{\hat{x}(d)}^{\infty}[[MG(y_2(x)) - MG(y_1(d))] \wedge [q - MG(y_1(d))]]f(x)dx \\ = \int_{\hat{x}(d)}^{\infty}[[MG(y_2(x)) - MG(y_1(d))]f(x)dx \\ = M[\int_{\hat{x}(d)}^{\infty}G(y_2(x))f(x)dx - G(y_1(d))[1 - F(\hat{x}(d))]].$$

II) $\tilde{x}(q) \geq \hat{x}(d)$ 경우:

$$H(q, d) = \int_{\hat{x}(d)}^{\tilde{x}(q)}[q - MG(y_1(d))]f(x)dx + M\int_{\hat{x}(d)}^{\infty}[G(y_2(x)) - G(y_1(d))]f(x)dx.$$

예약할인제도를 이용할 경우 의사결정변수는 (q, d)이 되어 closed form으로 최적해를 구할 수 없다. 하지만 우리는 의사결정변수에 d를 포함시킴으로써 예약할인제도

가 없는 경우보다 목적함수에 대한 개선의 여지가 있음을 쉽게 알 수 있다. 이는 할인을 해주지 않는 $d=0$의 특수한 경우가 예약할인제도를 도입하지 않은 경우이기 때문이다.

Ⅳ. 마치며

본 논문에서는 제품수명이 한 기간에 해당하는 Newsboy Model을 다루었는데 기존의 모형과는 달리 기초에 할인의 기회를 제공할 경우 최적의사결정이 어떻게 달라질 수 있는 지를 살펴보았다. 보다 구체적으로는 에어컨의 경우 주된 수요기간이 여름철인데 생산과 관련된 의사결정은 수요시점보다 훨씬 이전에 이루어져야 한다. 이때 전통적인 Newsboy Model에서는 수요의 확률성에 대응방안으로 재고부족과 재고초과의 상반관계를 고려하여 최적 생산량을 결정하게 된다.

하지만 본 논문에서는 생산시작 시점에 단순히 수요의 확률성만을 고려하는 것이 아니라 할인제도를 도입하여 미리 주문을 하는 고객에 대해서는 일정액을 할인해 주는 것을 다루었다. 이 경우 소비자는 보다 저렴한 가격에 제품에 대한 구매를 예약할 수 있고 생산업자의 경우 일정한 수요량을 미리 확보할 수 있는 이점이 있다. 특히 생산업자의 효용함수가 오목함수(concave function)이어서 위험회피적(risk-averse)일 경우에는 본 논문에서 구한 혜택에 추가하여 확정된 수요량에 따른 효용증가가 발생할 것이다. 소비자로부터 예약구매를 확보함으로써 수요량의 변동성에 따른 위험을 감소시킬 수 있기 때문이다. 소비자의 경우에도 할인된 가격으로 에어컨을 확보할 수 있게 됨으로써 불확실성을 줄일 수 있는 효과도 발생한다.

그리고 예약 할인제에 따라 예약 할인구매량을 미리 알게됨으로써 앞으로 다가올 수요기간에 발생할 전체 수요함수에 대한 예측력이 높아 질 수 있다. 가령 본 논문에서 다룬 확률요소들 이외 기타 요소에 의해 수요가 영향을 받을 경우 예약물량을 통해 수요함수에 대한 보다 정확한 예측이 가능해지고 이로 인해 추가적인 이익을 도모할 수 있을 것이다.

그리고 본 논문에서 다룬 내용에 대해 여러 가지로 확장을 해 볼 수 있을 것이다. 먼저 본 논문에서는 제품의 판매가격이 일정하다고 가정하였다. 보다 일반적인 경우

에는 가격 또한 중요한 의사결정 변수로 생산업자가 정하여야 하는 상황을 생각해 볼 수 있다. 이 경우 수요량은 가격에 의해 영향을 받는 함수의 형태로 표시하여야 될 것이다. 그리고 생산업자가 명시적으로 복수이고 이들 다수의 생산업자 사이의 상호작용을 고려하는 게임모델이 본 논문에서 다룬 것보다 일반적인 상황을 다루는 것일 것이다. 이 경우 가격과 할인폭, 생산량을 결정하는데 있어 상대방의 대응을 고려하여야 하기 때문에 게임모델을 고려하여야 할 것이다.

효용함수에 대한 가정에서도 효용함수가 기온과 소비자 민감도에 단조증가 함수라는 가정을 하였는데 이러한 가정을 보다 일반화할 수 있을 것이다. 그리고 기본적인 가정이 수요기간이 시작된 후에는 생산량을 추가로 확보하는 것이 불가능하다는 것이었다. 하지만 생산품목에 따라서는 어느 정도 추가비용을 통해 생산량의 조정이 수요기간 중간에도 어느 정도 가능한 경우가 있을 것이다. 특히 의류제품의 경우 quick response를 통해 수요기간 중간 중간에 생산량을 조정하는 것이 어느 정도 가능하며 실제로 업계에서 많이 활용되고 있다.

참 고 문 헌

Kreps, David M. (1990). *A Course in Microeconomic Theory*, Princeton University Press.

Mantrala, Murali K. and Surya Rao (2001). A desision-support system that helps retailers decide order quantities and markdowns for fashion goods. *Interfaces*, May/Jun, 31 (3), S146-165.

Nahmias, Steven (1982). Perishable Inventory Theory: A Review. *Operations Research* 30, 680-708.

Newsboy Model with Early Discount

Ick Hyun Nam*

ABSTRACT

In this paper we study a variation of newsboy model, which deals with a perishable product. Our model distinguishes itself from the traditional newsboy model in that the producer offers an early discount to the potential customers. Both the producer and the consumers can benefit from the discount program. The producer can reduce the variability of consumer demand and the consumers can get the products at lower price. Recently we see several companies producing air conditioners offer discounts in winter to the consumers who reserve for purchase during summer.

Keywords: inventory, stochastic, news vendor

*Professor of Production Management, College of Business Administration, Seoul National University.