

## 처리능력에 따른 생산시스템의 의사결정 모형에 관한 연구 - 차별적 경쟁의 경우\*

탁 기 돈\*\* · 안 상 형\*\*\*

《目 次》

- |            |                      |
|------------|----------------------|
| I. 서 론     | III. 차별적 경쟁 하에서 의사결정 |
| II. 모형의 정립 |                      |

### I. 서 론

경쟁상황에서 생산시스템이 시장에서 취할 수 있는 전략은 다른 생산시스템에 대해 차별화를 시도하는 '차별화 전략'과, 시장에 존재하는 다른 생산 시스템이 제시하는 제품 및 서비스를 동일한 수준으로 제공하는 '비차별화 전략'으로 나눌 수 있다.

기본적으로 기업들은 제품·서비스가 반드시 갖추어야 할 요소인 '질적 기준'은 비차별적 전략을, 제품·서비스가 소비자에게 선택되기 위해 갖추어야 할 요소인 '주문 획득기준'은 차별적인 전략을 구사하고 있다.<sup>1)</sup>

본 논문은 중요성이 증가하고 있는 경쟁우위 요소인 기업의 반응시간을 결정하는 생산시스템의 처리 능력이 기업의 경쟁 전략 선택에 어떠한 영향을 미치는지, 그리고 기업은 생산시스템의 처리 능력을 활용하기 위해서는 어떠한 경쟁 전략을 선택하여야 하는지에 대해서 살펴보고자 한다.

과점적인 경쟁환경에서 소비자와 생산시스템은 독립된 의사결정 주체이므로 본 논문의 모형은 소비자 만족을 극대화시키는 소비자 의사결정 모형과 소비자 의사결정이 주어진 경쟁 환경에서 생산시스템의 최적 경쟁 전략을 결정하는 모형으로 나누어진다.

\* 본 연구는 서울대학교 경영정보연구소의 연구비 지원에 의해 이루어졌습니다.

\*\* 주식회사 큐핏

\*\*\* 서울대학교 경영대학 교수

1) 곽수일, 新稿 現代 生産管理, 박영사, 199

## II. 모형의 정립

동질적인 제품·서비스를 공급하는 생산시스템이 소비자를 만족시키고 자신의 이익을 최대화하기 위해 시장에서 다른 시스템과 경쟁적 상황에 있다고 가정한다.

이런 상황은 생산시스템이 게임 상황(Game Situation)적인 상황에 직면하고 있음을 의미하며, 자신의 의사결정시 다른 생산 시스템의 의사결정을 고려하여야 한다.

제품/서비스를 공급하는 생산시스템이 2개가 있을 때 소비자 의사결정 모형과 생산시스템의 의사결정 모형은 다음과 같이 된다.

### 2.1 소비자 의사결정모형

소비자가 어떤 제품이나 서비스를 구매하는 이유는 제품의 구매로부터 얻는 가치가 제품의 소비를 위해 지불해야 하는 비용보다 크기 때문일 것이다. 즉 제품, 서비스로부터 얻는 효용과 제품, 서비스를 소비하는 데 필요한 비용의 차이로 정의되는 '소비자만족'<sup>2)</sup>이 발생하는 경우에만 구매를 할 것이다.

그러나 소비를 통해 얻는 소비자만족은 상황에 따라 조금씩 달라질 수 있다. 예로서, 동일한 제품을 구매하더라도 구매 시 판매원의 친절도에 따라 소비자 만족은 달라질 수 있을 것이다. 또한 제품·서비스 구매 시 걸린 시간에 따라 소비자만족은 달라질 수 있다. 이와 같이 제품 자체의 가치와 비용 이외에도 구매 상황에 따라 달라질 수 있는 제품 외적 효용이 소비자만족의 크기를 변화시키게 된다. 따라서 구매 의사결정시 소비자는 제품 자체의 효용뿐만 아니라 제품의 구매 상황을 고려하게 되므로 소비자만족은 다음과 같이 표시된다.

$$CS_{ij} = V_{ij} - p_j + U_{ij}$$

$CS_{ij}$  : 소비자 i 가 j 생산 시스템의 제품을 구매함으로써 얻는 소비자만족의 크기

$V_{ij}$  : 소비자 i 가 j 생산시스템의 제품, 서비스로부터 얻는 효용

$p_j$  : 생산시스템 j 에서 제공하는 제품·서비스의 가격

$U_{ij}$  : j 생산시스템의 소비 환경에 따른 소비자 i의 만족의 크기

제품·서비스로부터 얻는 가치의 크기, 제품·서비스를 제공받는데 걸리는 시간 등 소비자의 여러 특성은 모든 소비자가 동질적이고 단지 시간에 대한 민감도만이 이질적이라고 가정한다.

2) 윤석철, 프린시피아 메네지멘트 경문사 1991, pp 11-31

소비자의 시간에 대한 민감도가 모든 소비자에 따라 다르기 때문에 이를 연속확률변수로 가정하는 것이 일견 타당한 것처럼 생각된다. 그러나 생산시스템은 자신의 최적화를 위해 일정 정도 이상의 수요를 가지지 않은 소비자의 시간에 대한 민감도는 무시하게 되므로 생산시스템이 고려하는 소비자의 시간에 대한 민감도는 몇 개의 그룹으로 나누어질 수 있게 된다.

본 논문에서는 소비자를 두 개의 그룹  $N = \{1, 2\}$ 으로 나눈다.

두 소비자 그룹이 가지는 소비자의 민감도를  $a_1, a_2 (a_1 < a_2)$ 이라고 하고, 소비자가 각각의 그룹에 속할 확률을  $q_1, q_2$ 라고 가정한다. 소비자가 제품 · 서비스를 제공받기 위해 기다리는 평균 시간을  $S$ 라 하면 시간에 대한 민감도가  $a_i$ 인 소비자가 제품 · 서비스를 제공받기 위해 기다리는 시간으로 발생하는 비용은  $a_i \cdot S$ 로 표현 되므로  $U_{ij} = a_i \cdot S_j$ 로 표시된다.

생산시스템에 도착하는 소비자는 도착율이  $\lambda$ 인 포아송과정 (poisson process)이며, 단일 서버를 가진 생산시스템이 도착한 소비자의 요구를 처리하는 데 걸리는 시간이 평균이  $\mu^{-1}$ 인 지수분포 (exponential distribution)를 따른다고 가정한다. 즉, 대기 행렬 모형 중 M/M/1모형을 따른다고 가정한다.

M/M/1모형을 따르는 생산시스템이 균형을 이루었을 때 소비자의 기대 대기 시간(expected waiting time)은  $\frac{1}{\mu - \lambda}$ 로 주어진다.

따라서 소비자 만족은 다음과 같이 표현된다.

$$CS_{ij} = v - (p_j + a_i \cdot S_j)$$

$CS_{ij}$  : 소비자 i가 생산시스템 j의 제품을 구매함으로써 얻는 소비자만족의 크기

$V_{ij}$  : 소비자 i가 생산시스템 j의 제품을 소비함으로써 얻는 효용

$p_j$  : 생산 시스템에서 제공하는 제품, 서비스의 가격

$S_j$  : 소비자가 생산시스템 j의 제품을 제공받는데 걸리는 평균 시간

$a_i$  : 소비자 i 가 기다리는 단위 시간에 대해 느끼는 가치(민감도)

## 2.2 생산시스템의 의사결정모형

소비자가 자신의 만족을 최대화하기 위한 의사결정을 한다는 전제하에서 각 생산시스템은 자신의 이익을 극대화하기 위한 의사결정을 한다. 생산시스템이 제시하는 가격에 따라 소비자의 구매 의사결정이 달라지므로 기업의 수요가 변하고, 생산시스템의 처리 능력이 소비자의 구매에 걸린 시간을 변화시키므로 제품 외적 효용이 달라지게 되어 기업의 시장점유율이 변화하게 된다. 따라서 각 생산시스템은 매출( $p*D$ )에서 생산능력을 가동하는 데 필요한 비용을 뺀 부분인 기업의 이

익을 최대화하기 위해 제품·서비스의 가격과 생산시스템의 처리 능력을 결정하여야 한다. 그러나 기업은 경쟁 상황에 직면해 있기 때문에 자신의 목적을 최대화하려면 단순히 자신의 의사결정 변수만을 고려하여서는 안 된다. 즉 다른 기업의 의사결정에 따라 자신의 의사결정이 달라지므로 다른 생산시스템의 의사결정도 함께 고려하는 것이 필요하다.

$$\underset{p_1, \mu_1}{\text{Max}} \quad \Pi_1 = p_1 \cdot D_1 - C(\mu_1)$$

$$\underset{p_2, \mu_2}{\text{Max}} \quad \Pi_2 = p_2 \cdot D_2 - C(\mu_2)$$

$p_1, p_2$  : 각각의 생산 시스템이 제시하는 제품·서비스의 가격

$D_1, D_2$  : 각각의 생산 시스템이 획득하는 수요의 단위시간당 크기

$C(\mu_1), C(\mu_2)$  : 단위 시간당 처리율인  $\mu_1, \mu_2$ 을 유지하기 위한 비용

### III. 차별적 경쟁 하에서 의사결정

기업이 생산능력뿐만 아니라 가격이 다르다고 가정하자. 일반성을 잃지 않으면서  $p_1 < p_2$ 라고 가정한다.

#### 3.1 균형상태의 조건과 균형 수요율

균형상태는 각각의 생산시스템이 가지는 시장점유율과 현재 소비자가 각각의 생산시스템을 선택하는 비율이 같은 안정적인 상태를 말한다. 소비자가 구매에 걸리는 시간 또는 소비자가 각각의 생산시스템을 구매하는 비율이 균형을 이루었을 때 다음의 조건을 만족한다.

##### 3.1.1 $S_1 > S_2$

경쟁이 이루어지려면 균형상태에서  $S_1 > S_2$ 이 성립되어야 한다. 그렇지 않으면 모든  $a_j$ 에 대해  $v - (p_1 + a_j \cdot S_1) > v - (p_2 + a_j \cdot S_2)$ 이므로 구매를 결정하는 소비자는 모두 F1을 선택하게 되어 장기적으로 경쟁이 발생하지 않는다.

(정리) 차별적 경쟁으로 잠재고객의 구매를 실현하지 못하면 시장점유율을 포기함으로써 짧은 대기 시간, 가격 프리미엄을 확보한다.

(증명)  $S_1 > S_2$ 이고,  $S_1 = 1/(\mu_1 - D_1)$ ,  $S_2 = 1/(\mu_2 - D_2)$ 이므로  $D_2 - D_1 < \mu_2 - \mu_1$

비차별적 경쟁일 때는 시장점유율의 차이가 생산 시스템의 처리 능력의 차이와 일치하였다. (“주” 달 것) 그러나 차별적 경쟁인 경우는 시장점유율의 차이가 생산 시스템의 처리 능력의 차이보다 작기 때문에 시장의 확대가 없다면 높은 가격을 책정하는 F2는 비차별 경쟁일 때 보다 낮은 시장 점유율을 가지게 된다.

$$3.1.2 \quad \alpha_1 \leq \frac{p_2 - p_1}{S_1 - S_2} \leq \alpha_2 = \frac{v - p_2}{S_2} \text{를 만족한다.}$$

$$\textcircled{1} \quad \frac{p_2 - p_1}{S_1 - S_2} < \alpha_1 \text{ 이면,}$$

$v - (p_1 + \alpha_j \cdot S_1) < v - (p_2 + \alpha_j \cdot S_2)$ 이 되어 모든 소비자가 F2를 선택하게 되어 경쟁이 이루어지지 않는다.

$$\textcircled{2} \quad \frac{p_2 - p_1}{S_1 - S_2} > \alpha_2 \text{ 이면,}$$

$v - (p_1 + \alpha_j \cdot S_1) > v - (p_2 + \alpha_j \cdot S_2)$ 이 되어 모든 소비자가 F1을 선택하게 되어 경쟁이 이루어지지 않는다.

$$\text{따라서 } \alpha_1 \leq \frac{p_2 - p_1}{S_1 - S_2} \leq \alpha_2$$

$$\textcircled{3} \quad \alpha_2 > \frac{v - p_2}{S_2} \text{이면 시간에 대한 민감도가 } \alpha_2 \text{인 소비자는 구매를 하지 않게 되어 F2는 수요를}$$

전혀 획득하지 못하게 되므로 경쟁이 이루어지지 않는다.

$$\text{따라서 } \alpha_2 < \frac{v - p_2}{S_2}$$

$$\textcircled{1}, \textcircled{2}, \textcircled{3} \text{에서 } \alpha_1 \leq \frac{p_2 - p_1}{S_1 - S_2} \leq \alpha_2 = \frac{v - p_2}{S_2}$$

### 3.2 생산시스템의 처리 능력과 목적함수

경쟁상황에서 균형이 존재할 범위를 구했었다. 생산시스템의 처리능력과 기업의 가격이 주어졌을 때 균형이 구체적으로 위치는 다음과 같다.

$$[\text{case1}] \quad \alpha_1 \leq \frac{p_2 - p_1}{S_1 - S_2} < \alpha_2$$

$$\alpha_1 \left( \frac{1}{\mu_1 - \lambda q_1} - \frac{1}{\mu_2 - \lambda q_2} \right) \leq p_2 - p_1 \leq \alpha_2 \left( \frac{1}{\mu_1 - \lambda q_1} - \frac{1}{\mu_2 - \lambda q_2} \right) \text{이 고.}$$

$$p_2 \leq v - \frac{\alpha_2}{\mu_2 - \lambda q_2} \text{이면}$$

균형은  $\alpha_1 \leq \frac{p_2 - p_1}{S_1 - S_2} < \alpha_2$ 에 위치하게 된다. 균형상태에서 시장점유율은 각각

$$D_1 = \lambda \cdot q_1$$

$$D_1 = \lambda \cdot q_2$$

이고 이때 소비자의 생산시스템 선택은, 시간에 대한 민감도가  $\alpha_1$ 인  $\lambda \cdot q_1$ 비율의 소비자는 F1을 선택하고, 시간에 대한 민감도가  $\alpha_2$ 인  $\lambda \cdot q_2$ 비율의 소비자는 F2를 선택하게 되어 안정적인 상태를 이룬다.

균형 상태에서의 각 생산시스템의 기대 대기시간은

$$S_1 = \frac{1}{\mu_1 - \lambda q_1}, \quad S_2 = \frac{1}{\mu_2 - \lambda q_2} \text{ 이다.}$$

균형 수요율과 균형 수요율에서의 기대 대기 시간이 결정되었을 때 생산 시스템의 목적함수는 다음과 표시된다.

$$\underset{p_1}{Max} \quad \Pi_1 = p_1 \cdot \lambda \cdot q_1 - C(\mu_1)$$

$$\underset{p_2}{Max} \quad \Pi_2 = p_2 \cdot \lambda \cdot q_2 - C(\mu_2)$$

$$s.t. \quad \alpha_1 < \frac{p_2 - p_1}{S_1 - S_2} < \alpha_2 \leq \frac{v - p_2}{S_2}$$

$$[\text{case 2}] \quad \frac{p_2 - p_1}{S_1 - S_2} = \alpha_1$$

$$p_2 - p_1 \leq \alpha_1 \left( \frac{1}{\mu_1 - \lambda \cdot q_1} - \frac{1}{\mu_2 - \lambda \cdot q_2} \right) \text{이 고}$$

$$p_2 \leq v - \frac{\alpha_2}{\mu_2 - \lambda \cdot q_2} \text{이면}$$

$$\text{균형은 } \frac{p_2 - p_1}{S_1 - S_2} = \alpha_1 \text{이다.}$$

이 경우 시간에 대한 민감도가  $\alpha_1$ 인 소비자가 F2를 선호하게 되어 각 생산시스템의 균형에서의 시장 점유율과 현재 소비자의 생산시스템 선택비율이 일치하지 않는다. 이런 상태는 안정적인 상태가 되지 못하고 다음과 같은 시장점유율의 조정을 통해 균형을 이루게 된다.

$$D_1 = \lambda \cdot q_1 \cdot \beta$$

$$D_2 = \lambda \cdot q_1 \cdot (1 - \beta) + \lambda \cdot q_2$$

$$S_1^* = \frac{1}{\mu_1 - \lambda \cdot q_1 \cdot \beta}$$

$$S_2^* = \frac{1}{\mu_2 - \lambda \cdot q_1 \cdot (1 - \beta) - \lambda \cdot q_2}$$

여기서  $\beta$ 는 시간에 대한 민감도가  $\alpha_1$ 인 소비자가 기업1을 선택하는 비율로써  $\alpha_1 = \frac{p_2 - p_1}{S_1^* - S_2^*}$  를

만족시키는 값으로 결정된다.

$$\underset{p_1}{Max} \quad \Pi_1 = p_1 \cdot \lambda \cdot q_1 \cdot \beta - C(\mu_1)$$

$$\underset{p_2}{Max} \quad \Pi_2 = p_2 \cdot \{ \lambda \cdot q_1 \cdot (1 - \beta) + \lambda \cdot q_2 \} - C(\mu_2)$$

$$s.t. \quad \alpha_1 < \frac{p_2 - p_1}{S_1^* - S_2^*} < \alpha_2 \leq \frac{v - p_2}{S_2^*}$$

$$[\text{case 3}] \quad \frac{p_2 - p_1}{S_1 - S_2} = \alpha_2$$

$$p_2 - p_1 \leq \alpha_2 \left( \frac{1}{\mu_1 - \lambda \cdot q_1} - \frac{1}{\mu_2 - \lambda \cdot q_2} \right) \text{이면 } \frac{p_2 - p_1}{S_1 - S_2} = \alpha_2 \text{에 균형이 위치한다.}$$

이 경우 시간에 대한 민감도가  $\alpha_2$ 인 소비자가 기업1 을 선호하게 되어 각 생산시스템의 균형에

서의 시장 점유율과 현재 소비자의 생산 시스템 선택비율이 일치하지 않는다. 이런 상태는 안정적인 상태가 되지 못하고 다음과 같은 시장점유율의 조정을 통해 균형을 이루게 된다.

$$D_1 = \lambda \cdot q_1 + \lambda \cdot q_2 \cdot (1 - \gamma)$$

$$D_2 = \lambda \cdot q_2 \cdot \lambda$$

$$S_1^* = \frac{1}{\mu_1 - \lambda \cdot q_1 - \lambda \cdot q_2 \cdot (1 - \gamma)}$$

$$S_2^* = \frac{1}{\mu_1 - \lambda \cdot q_1 \cdot \gamma}$$

여기서  $\gamma$ )는 시간에 대한 민감도가  $\alpha_2$ 인 소비자가 기업 2를 선택하는 비율로써  $\alpha_2 = \frac{p_2 - p_1}{S_1^* - S_2^*}$

를 만족시키는 값으로 결정된다.

$$\underset{p_1}{Max} \quad \Pi_1 = p_1 \cdot \{\lambda \cdot q_1 + \lambda \cdot q_2 \cdot (1 - \gamma)\} - C(\mu_1)$$

$$\underset{p_2}{Max} \quad \Pi_2 = p_2 \cdot \lambda \cdot q_2 \cdot \gamma - C(\mu_2)$$

$$s.t. \quad \alpha_2 = \frac{p_2 - p_1}{S_1^* - S_2^*}$$

차별화 경쟁 전략을 구사하면 소비자 유형에 따라 선호하는 생산시스템이 완전히 구분되므로 차별화 전략을 구사할 때 생산시스템은 목표로 삼는 고객의 유형을 결정하여야 한다. 그러나 목표로 삼은 고객에 대하여 생산시스템이 소비자들의 최적 비용을 유지할 수 있는 처리 능력을 확보하지 못하면 다른 경쟁시스템에게 시장점유율을 빼앗기게 된다. 따라서 생산시스템이 차별화 경쟁 전략을 사용하기 위해서는 가격 이외의 경쟁우위 요소인 처리능력을 확보하여, 경쟁우위 요소에 차별적으로 반응하는 고객의 욕구를 충족시킬 수 있어야 한다.

### 참 고 문 헌

1. 곽수일, 新稿 現代 生産管理, 박영사, 1995
2. 윤석철, 프린시피아 메네지멘트, 경문사 1991
3. Jean Tirole, The Theory of Industrial Organization, The MIT Press, 1993

4. Donald Gross & Carl M. Harris, *Fundamentals of Queueing Theory*, 2nd ed., John Wiley & Sons
5. Steven A. Lippman & Shaler Stidham, jr, "Individual versus Social Optimization in Exponential Congestion System" *Operations Research* Vol. 25, No.2, March-April 1977
6. Lode Li & Yew Sing Lee, "Pricing and Delivery-time Performance in a Competitive Environment," *Mgmt. Sci.* 40 1994.
7. *M/M/1 Priority for The Queue*," *Operations Research* Vol. 38. No.5 September-October, 1990