

# 재고보충주기의 조정을 통한 다단계 재고시스템의 경제성 평가

Estimation of Economical Efficiency in Multi-Echelon Inventory System through  
Coordination of Inventory Replenishment Period

김명훈\*, 김병곤\*\*

## ABSTRACT

Recently business enterprises have forced to face in fierce competition in today's global markets due to the short life cycles of products and the higher expectation of customers. Together with continuing advances in communications and transportation technologies, these environments have motivated the continuous evolution of the supply chain and the management techniques.

This paper consider three-echelon inventory system which consist of one manufacturer, one distributor and N retailers for a single product under assumption of constant demand. This paper propose the inventory replenishment period using heuristic method and order policy through coordination of inventory replenishment period. The simulation results show that decrease the total cost of the three-echelon inventory system.

## 1. 서론

오늘날의 기업은 기업 활동의 글로벌화, 인터넷의 활용 등과 같은 정보화 사회의 진전, 생산기술의 혁신, 고객 니즈(needs)의 급속한 변화 등으로 하루가 다르게 급변하는 시장 환경에 대응하고 있고, 치열한 경쟁, 짧아진 제품수명 주기, 그리고 고객의 서비스 수준 등의 향상을 위하여 효율적인 공급체인관리(supply chain management)를 통한 고객서비스 개선과 기업이윤 추구를 위하여 노력하고 있다.

다단계 재고시스템에서는 지점들은 비용을 최소화하는 자신의 재고정책에 따라 재고보충주기(inventory replenishment period)를 결정하고 분배센터에 주문한다. 분배센터는 지점들의 재고보충주기가 다르기 때문에 각 지점의 주문 요구를 충족시키기 위해 많은 재고를 보유해야 하고, 그에 따라 재고관리비용이 발생한다. 그러므로 분배센터는 지점들의 재고보충주기를 균일화할 수 있고, 비용을 절감시킬 수 있는 서로 다른 지점들의 재고보충주기 조정(coordinating)이 필요하다.

본 논문에서는 일정 수요를 고려하여 하나의 제조업자, 하나의 분배센터, 그리고 여러 개의 지점으로 구성된 다단계 재고시스템을 대상으로 분배센터 관점에서 재고보충주기를 휴리스틱(heuristic)방법으로 결정하고, 지점들의 기존 재고보충주기의 조정을 통하여 새로운 통합 주문관리 정책 제안한다. 시뮬레이션을 통하여 재고보충주기를 조정된 다단계 재고시스

---

\* 남서울대학교 경영학과 외래교수

\*\* 남서울대학교 경영학과 교수

템이 조정을 하지 않은 다단계 재고시스템보다 총 비용이 감소한다는 결과를 보여준다.

## 2. 기존 다단계 재고시스템과 통합 다단계 재고시스템

다단계 재고시스템 전체 최적화 관점에서 유통은 물론 생산까지 정보를 공유하여 통합적인 재고관리 정책의 일환으로 다단계 재고시스템의 통합 재고보충주기 조정에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 다단계 재고시스템에서 통합 재고관리 정책에 관한 기존 연구를 정리하면 다음과 같다.

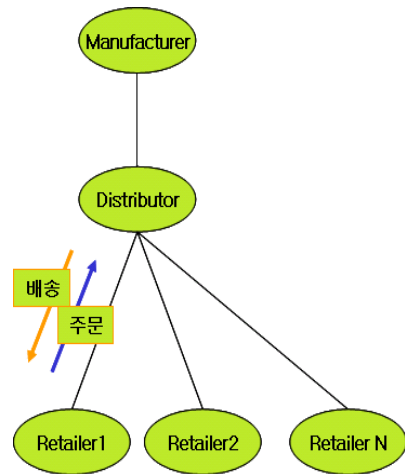
Banerjee(1995)는 구매자와 생산자로 구성된 생산/조달 시스템에서 구매자와 생산자의 비용요소로 구성된 통합 모델을 개발하여 최적의 발주량 결정 기법을 개발하였다[5]. Ram(1999)은 여러 개의 공급자, 하나의 분배센터, 여러 개의 지점으로 구성된 공급체인 망에 대한 최적에 근접한  $(s, Q)$  재고정책을 제안하였다. 구성된 공급 체인망에 대해서 서비스 수준을 고려하였고, 분석적인 방법에 의하여 구한 해를 시뮬레이션 모델에 적용시켜 시뮬레이션에 의한 결과에 대비한 어려움을 산출하였다[8]. Goyal(1976)은 단일 공급자와 단일 구매자에 대한 확정적 수요와 리드타임에 대한 두 참여자를 동시에 고려하는 통합모형을 개발하였다. 개별 의사결정 모형과 비교하여 동일한 비용절감을 달성하는 방안을 제시하고 보상액을 결정하였다[6]. Lu(1997)는 EOQ 재고모델 상황 하에서 하나의 공급자와 여러 개의 구매자로 구성된 통합 재고모델을 제안하였다. 이 모델에서 공급자는 구매자의 연간 수요량과 주문빈도를 과거 자료를 이용하여 추정하고, 재고보충주기마다 구매자에게 동일한 수량을 배송한다. 이런 상황에서 구매자들의 재고비용을 추론하여 공급자의 총 비용을 최소화하는 휴리스틱 방법을 개발하였다[7]. Viswanathan과 Rajesh Piplani(2001)은 하나의 공급자와 여러 개의 구매자로 구성된 공급체인을 대상으로 단일품목에 대하여 일정한 재고보충기간(CRE)을 이용하여 공급체인 재고를 조정(coordinating)했을 때 공급체인의 이익을 분석하고 연구하였다. 이 연구에서는 공급자는 재고를 갖고 있지 않으며 구매자의 주문이 들어오면 주문처리에 초점을 맞추어 최적 재고보충기간과 가격할인을 제공하였다. 공급자의 주문비용은 공급자가 전체적으로 주문/배송할 때 발생하는 비용과 구매자의 특정 주문을 처리할 때 드는 비용으로 구분하였다. 공급자가 제공하는 최적 재고보충기간과 가격할인은 Stackelberg game을 이용하여 해결하였다[11]. Mishra(2004)는 Viswanathan의 연구에서 구매자는 공급자가 구매자에 대하여 지정한 재고보충기간에만 주문을 넣을 수 있다는 가정을 일반화하였다. 공급자 관점에서 주문비용과 전체 시스템 비용을 최소화할 수 있다면 일부 구매자를 CRE 조정 매커니즘 전략에 포함시키고 나머지 구매자는 이러한 전략에서 제외하여 독립적인 재고보충기간에 주문을 넣도록 하였다. 이러한 전략 하에서 모든 구매자가 CRE 조정 매커니즘 전략에 포함 되었을 때와 일부 구매자만 포함했을 때 공급자 측면에서 주문비용을 비교하여 절감효과가 크다는 것을 보여주었다[4].

본 연구에서는 두 가지 다단계 재고시스템 상황을 고려한다. 하나는 각 지점의 독립적인 재고정책에 따라 재고보충주기가 이미 정해져 있고, 정해진 기간에 분배센터에 주문을 한다. 분배센터는 지점에서 주문한 제품이 들어오면 주문한 지점에 대해 독립적으로 배송한다. 이러한 경우를 “기존 다단계 재고시스템”으로 정의한다. 다른 하나는 분배센터에서 다단계 재고시스템의 총 비용을 최소화하는 재고보충기간을 휴리스틱방법에 의해 결정한다. 지점들은 분배센터에서 정한 재고보충주기에만 주문한다. 분배센터는 지점들로부터 제품의 주문이 들어오면 주문한 지점들에 대해 일괄적으로 순환하면서 배송이 이루어진다. 이러한 경우를 “통합 다단계 재고시스템”이라고 정의한다.

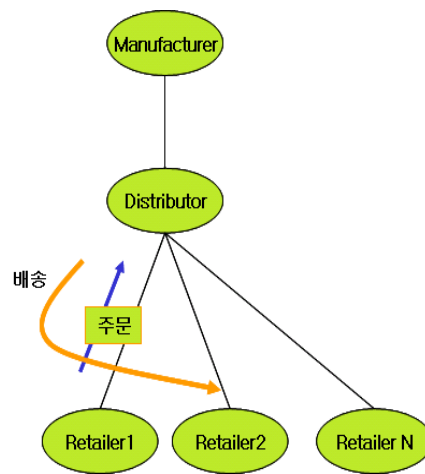
본 연구는 단일 제품을 대상으로 지점들의 수요율은 일정하며 균일하게 발생한다. 지점의 주문량은 고객의 수요량을 충족시킬 수 있는 양이며, 분배센터와 지점들은 재고부족을 허용하지 않는다. 최종 고객수요는 지점에서만 발생하며, 지점과 지점사이에 재고이동을 허락하지 않는다. 또한 주문의 분산 및 부분적인 배송은 허락하지 않는다. 분배센터에서 지점까지 배송하는데 드는 비용, 주문한 지점에서 제품을 적재·하역에 드는 비용, 그리고 지점의 제반 주문비용은 지점에서 지불한다. 분배센터는 지점으로부터 들어온 주문을 적재하고 주문/처리하는데 드는 비용만 지불한다.

다단계 재고시스템에서 총 비용은 지점들의 총 비용과 분배센터의 총 비용의 합으로 구성하며, 분배센터와 지점들의 비용은 구매비용, 주문비용, 재고유지비용의 합으로 이루어진다. 그러나 본 연구에서는 분배센터와 지점들의 구매단가는 일정한 상수 값을 갖고, 비용을 계산하는데 아무런 영향을 주지 않기 때문에 고려하지 않는다. 기존 연구에서는 일반적으로 주문비용을 하나의 상수 값으로 취급하지만, 본 연구에서는 주문비용을 공통주문비용과 고유주문비용의 합으로 정의한다. 공통주문비용은 분배센터에서 주문한 지점들에 대해 제품을 배송하는데 드는 비용을 말하며, 고유주문비용은 주문한 지점에서 제품을 적재·하역 및 주문 처리하는데 드는 비용을 말한다.

이와 같이 두 가지 다단계 재고시스템의 설명에 대해 정리하여 도시하면 (그림1), (그림2)와 같다.



(그림1) 기존 다단계 재고시스템



(그림2) 통합 다단계 재고시스템

### 3. 다단계 재고시스템의 통합 재고관리 모델

#### 3.1 기호 정리

- $i$  : 지점 수요량에 따른 오름차순 정렬에 의한 지점의 고유번호 ( $i=1, 2, 3, \dots, N$ )
- $D_i$  : 지점  $i$ 의 평균 수요량,       $D_w$  : 분배센터의 평균 수요량
- $D_m$  : 가장 주문빈도가 많은 지점의 평균 수요량
- $Q_i$  : 지점  $i$ 의 경제적 발주량,       $Q_w$  : 분배센터의 경제적 발주량

- $Q_m$  : 가장 주문빈도가 많은 지점의 경제적 발주량  
 $A_s$  : 공통주문비용,  $A_i$  : 지점  $i$ 의 고유주문비용  
 $A_m$  : 가장 주문빈도가 많은 지점의 고유 주문비용  
 $A_w$  : 분배센터의 고유 주문비용,  $K_m$  : 가장 주문빈도가 많은 지점의 주문비용  
 $K_i$  : 가장 주문빈도가 많은 지점을 제외한 지점들의 주문비용  
 $K_w$  : 분배센터의 주문비용,  $C$  : 제품 단위당 구매단가,  $h$  : 재고유지비용  
 $H_m$  : 가장 주문빈도가 많은 지점의 재고유지비용  
 $H_i$  : 가장 주문빈도가 많은 지점을 제외한 지점들의 재고유지비용  
 $H_w$  : 분배센터의 재고유지비용,  
 $\bar{n}_i$  : 기존 재고시스템에서 지점  $i$ 의 주문횟수  
 $\bar{n}$  : 기존 재고시스템에서 가장 주문빈도가 많은 지점의 주문횟수  
 $\overline{\bar{n}_i}$  : 기존 재고시스템에서 가장 주문빈도가 많은 지점을 제외한 지점들의 주문횟수  
 $\overline{\bar{m}_i}$  : 가장 주문빈도가 많은 지점에 포함될 지점들의 주기 배수  
 $m_i$  : 가장 주문빈도가 많은 지점에 포함될 지점들의 양의 정수로 수정된 주기 배수  
 $n$  : 통합 다단계 재고시스템에서 가장 주문빈도가 많은 지점의 주문횟수  
 $n_i$  : 통합 다단계 재고시스템에서 가장 주문빈도가 많은 지점을 제외한 지점들의 주문횟수  
 $n_w$  : 분배센터의 주문횟수,  
 $TC$  : 기존 다단계 재고시스템에서 지점들의 총비용  
 $TC'$  : 통합 다단계 재고시스템에서 지점들의 총비용  
 $TC_m$  : 기존 다단계 재고시스템에서 가장 주문빈도가 많은 지점의 총비용  
 $TC'_m$  : 통합 다단계 재고시스템에서 가장 주문빈도가 많은 지점의 총비용  
 $TC_i$  : 기존 다단계 재고시스템에서 가장 주문빈도가 많은 지점을 제외한 지점들의 총비용  
 $TC'_i$  : 통합 다단계 재고시스템에서 가장 주문빈도가 많은 지점을 제외한 지점들의 총비용  
 $TC_w$  : 기존 다단계 재고시스템에서 분배센터의 비용  
 $TC'_w$  : 통합 다단계 재고시스템에서 분배센터의 비용  
 $TC_T$  : 기존 다단계 재고시스템에서 분배센터와 지점들의 총비용  
 $TC'_T$  : 통합 다단계 재고시스템에서 분배센터와 지점들의 총비용

### 3.2 기존 다단계 재고시스템

기존 다단계 재고시스템의 총 비용은 분배센터와 지점들의 재고비용의 합으로 계산하며 식(1)과 같다.

$$\begin{aligned}
TC_T &= TC_w + \sum_{i=1}^N TC_i \\
&= \frac{D_w}{Q_w} \cdot A_w + \frac{Q_w}{2} \cdot C \cdot h \\
&\quad + \sum_{i=1}^N \left( \frac{D_i}{Q_i} \cdot (A_s + A_i) + \frac{Q_i}{2} \cdot C \cdot h \right)
\end{aligned} \tag{1}$$

여기서  $\frac{D_w}{Q_w}$ 는 분배센터의 주문횟수,  $\frac{D_i}{Q_i}$ 는 지점  $i$ 의 주문횟수를 의미한다.

### 3.2 통합 다단계 재고시스템

#### 1) 재고보충주기를 구하는 휴리스틱 절차

기존 연구에서는 제안하는 휴리스틱방법을 하나의 지점에서 다품종의 제품을 분배센터에 주문할 때 다품종 제품에 대한 재고보충주기를 조정하는 방법으로 이용하였다[3]. 본 연구에서는 단일제품을 대상으로 여러 개의 지점들에서 분배센터에 주문할 때 지점들에 대한 재고보충주기를 결정하는데 응용한다. 지점들의 재고보충주기를 결정하기 위하여 휴리스틱 절차를 소개하면 다음과 같다.

#### STEP 1.

각 지점은 독립적으로 주문하는 것으로 가정하고 가장 많은 주문빈도를 갖는 지점을 찾는다. 각 지점에 대한 최적 주문횟수를 계산하면 식(2)와 같다.

$$\bar{n}_i = \frac{D_i}{Q_i} = \sqrt{\frac{D_i \cdot C \cdot h}{2(A_s + A_i)}} \tag{2}$$

여기서 가장 주문빈도가 많은 지점의 주문횟수를  $\bar{n}$ 로 나타낸다.

#### STEP 2.

가장 주문빈도가 많은 지점의 주문횟수에 함께 포함될 다른 지점들의 주문횟수를 다시 구한다. 즉, 지점들의 주문횟수를 가장 주문빈도가 많은 지점의 주문횟수에 대한 정수배로 계산한다. 가장 주문빈도가 많은 지점을 제외한 다른 지점들에 대한 주문횟수는 지점의 고유주문비용만을 고려하여 다시 계산하며 식(3)과 같다.

$$\bar{n}_i = \sqrt{\frac{D_i \cdot C \cdot h}{2A_i}} \tag{3}$$

가장 주문빈도가 많은 지점에 포함될 지점  $i$ 의 주기배수는  $\bar{m}_i$ 라고 정의하여 계산하며 식(4)와 같다.

$$\overline{m}_i = \overline{n} / \overline{n}_i \quad (4)$$

일반적으로  $\overline{m}_i$ 는 소수를 포함한다. 이 소수들을 없애기 위하여 각 지점  $i$ 에 대해 그 지점이 가장 주문빈도가 많은 지점과 함께 포함될 주기배수는 양의 정수로 만들었을 때  $m_i$ 라고 정의하여 계산하며 식(5)와 같다.

$$m_i = \lceil \overline{m}_i \rceil \quad (5)$$

여기서  $\lceil \rceil$ 는 소수를 가장 가까운 정수까지 반올림하기 위한 기호이다.

### STEP 3.

가장 주문빈도가 많은 지점의 주문횟수는 다시 계산하며 식(6)과 같다.

$$n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N D_i \cdot C \cdot h}{2 \left[ A_s + \left( \sum_{i=1}^N A_i / m_i \right) \right]}} \quad (6)$$

여기서  $n$ 는 가장 주문빈도가 많은 지점의 주문횟수를 의미한다.

### STEP 4.

가장 주문빈도가 많은 지점을 제외한 지점들에 대해 다시 주문횟수를 계산하며 식(7)과 같다.

$$n_i = \frac{n}{m_i} \quad (7)$$

### 2) 지점들의 비용 계산

지점들은 기존 재고보충주기를 재설정하여 경제적 발주량을 계산하며 식 (8)과 같다.

$$Q_i = \frac{D_i}{n_i} \quad (8)$$

지점들의 총 비용은 가장 주문횟수가 많은 지점의 주문비용과 재고유지비용의 합과 가장 주문횟수가 많은 지점을 제외한 지점들의 주문비용과 재고유지비용의 합으로 계산하며 식(9)와 같다.

$$\begin{aligned} TC' &= TC'_m + TC'_i \\ &= n(A_s + A_m) + \frac{D_m}{2n} \cdot C \cdot h \\ &\quad + \sum_{i=1}^{N-1} \left[ n_i \cdot A_i + \frac{D_i}{2n_i} \cdot C \cdot h \right] \end{aligned} \quad (9)$$

### 3) 분배센터의 비용 계산

분배센터의 경제적 발주량(EOQ)을 계산하면 식(10)과 같다.

$$Q_w = \frac{D_w}{n} \quad (10)$$

여기서  $D_w$ 는 분배센터의 수요량을 의미하며, 지점들의 수요량의 합으로 나타낸다.  $n$ 는 지점 중에서 가장 주문빈도가 많은 지점의 주문횟수를 의미하는 동시에, 분배센터의 주문횟수를 의미한다.

분배센터의 재고비용은 연간 주문비용과 연간 재고유지비용의 합으로 계산하며 식(11)과 같다.

$$TC'_w = K_w + H_w = n \cdot A_w + \frac{Q_w}{2} \cdot C \cdot h \quad (11)$$

통합 다계층 재고시스템에서 총 비용은 분배센터의 재고비용과 가장 주문빈도가 많은 지점의 비용, 그리고 가장 주문빈도가 많은 지점을 제외한 지점들의 비용의 합으로 계산하며 식(12)와 같다.

$$\begin{aligned} TC'_T &= TC'_w + TC'_m + TC'_i \\ &= n \cdot A_w + \frac{Q_w}{2} \cdot C \cdot h \\ &\quad + n(A_s + A_m) + \frac{D_m}{2n} \cdot C \cdot h \\ &\quad + \sum_{i=1}^{N-1} \left( n_i \cdot A_i + \frac{D_i}{2n_i} \cdot C \cdot h \right) \end{aligned} \quad (12)$$

### 4. 시뮬레이션 결과

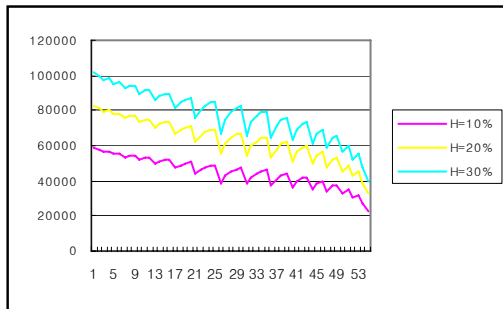
일정 수요를 고려한 재고관리 모델을 이용하여 기존 다단계 재고시스템과 통합 다단계 재고시스템의 재고관리 모델을 이용하여 총 비용을 산출하여 비교분석한다. 제조업자 1개, 분배센터 1개, 지점 3개로 구성된 다단계 재고시스템을 대상으로 한다. 다단계 재고시스템의 총 비용은 분배센터의 재고비용과 지점들의 재고비용의 총 합으로 계산하며, 분배센터와 지점들의 비용은 주문비용과 재고유지비용으로 구성한다. 또한 주문비용은 공통주문비용과 고유주문비용으로 구분하여 계산한다. 고유주문비용은 공통주문비용의 10% ~ 50%의 비율로 정하며, 재고유지비용은 구매단가의 10% ~ 30%의 비율로 정한다. 공통주문비용은 1회당 10000원, 구매비용은 제품 단위당 500원으로 가정한다. 수요의 형태는 55가지의 경우로 분류하여 지점들의 총 연간 수요량이 최소 10000개 ~ 최대 30000개까지로 제한한다. 분배센터와 지점들의 총 비용을 계산하는데 필요한 입력데이터를 정리하면 <표1>와 같다.

<표1> 분배센터와 지점들에 관련한 입력데이터

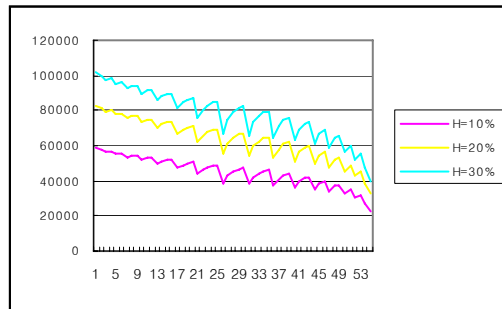
지점의 수요 형태	55개
지점들의 연간 수요량	최소 10000개 ~ 최대 30,000개
공통주문비용	10000원
고유주문비용	공통주문비용의 10%, 20%, 30%, 40%, 50%
구매비용	500원
재고유지비용	구매단가의 10%, 20%, 30%

#### 4.1 지점들의 비용 변화 분석

고유주문비용의 비율이 10%이고, 재고유지비율은 구매비용의 10%, 20%, 30%의 비율로 증가함에 따라 기존 다단계 재고시스템과 통합 다단계 재고시스템에 대한 지점들의 주문비용 차와 재고유지비용 차의 분석한 결과를 (그림3)과 (그림4)에서 보여준다.



(그림3) 지점들의 주문비용 차



(그림4) 지점들의 재고유지비용의 차

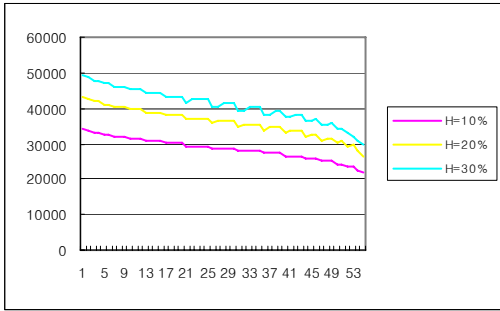
(그림3)과 (그림4)에서 지점들의 주문비용 차와 재고유지비용의 차는 항상 0보다 크다는 것을 보여준다. 지점들의 수요량의 합이 증가함에 따라 지점들의 주문비용 차와 재고유지비용 차는 증가하는 것으로 나타났다. 반면에 재고유지비율이 증가함에 따라 지점들의 주문비용 차와 재고유지비용 차는 감소하는 것으로 나타났다. 일정수요를 가정하는 경우에 지점들의 주문비용과 재고유지비용의 절충점에서 총 비용이 최소화되기 때문에 (그림1)과 (그림2)는 동일한 결과를 보여준다.

#### 4.2 분배센터의 비용 변화 분석

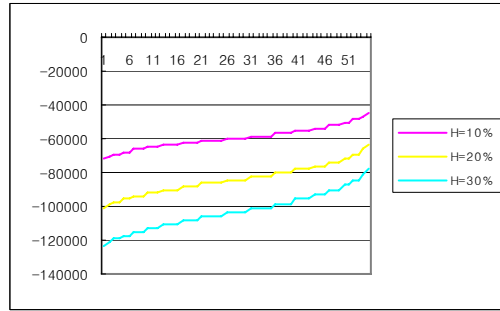
기존 다단계 재고시스템과 통합 다단계 재고시스템에 대한 분배센터의 주문비용 차와 재고유지비용 차의 분석한 결과를 (그림5)와 (그림6)에서 보여준다.

(그림5)에서 분배센터의 주문비용의 차는 항상 0보다 크다는 것을 보여준다. 지점들의 수요량의 합과 재고유지비율이 증가함에 따라 분배센터의 주문비용의 차는 증가하는 것으로 나타났다. 하지만 (그림6)에서 분배센터의 재고유지비용의 차는 항상 0보다 작다는 것을 보여준다. 분배센터의 수요량의 합과 재고유지비율이 증가함에 따라 분배센터의 재고유지비용의 차는 증가하는 것으로 나타났다.





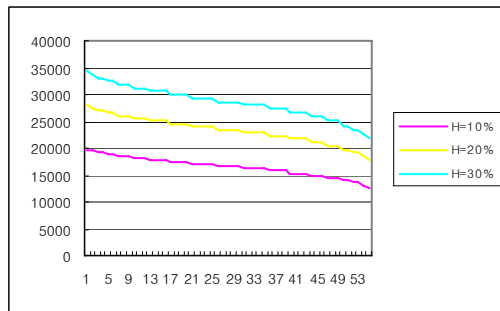
(그림5) 분배센터의 주문비용 차



(그림6) 분배센터의 재고유지비용 차

#### 4.3 다단계 재고시스템의 총 비용 변화 분석

고유주문비용의 비율이 10%이고, 재고유지비용은 구매비용의 10%, 20%, 30%의 비율로 증가함에 따라 기존 다단계 재고시스템과 통합 다단계 재고시스템에 대한 분배센터와 지점들의 총 비용 차의 분석한 결과를 (그림7)에서 보여준다.



(그림 7) 분배센터와 지점들의 총 비용 차

(그림7)에서 분배센터와 지점들의 총 비용의 차는 항상 0보다 크다는 것을 보여준다. 지점들의 수요량의 합과 재고유지비용이 증가함에 따라 분배센터와 지점들의 총 비용의 차가 증가하는 것으로 나타났다. 고유주문비용의 비율을 20% ~ 50%로 증가함에 따라 재고유지비용을 10% ~ 30%로 변화시키더라도 기존 다단계 재고시스템과 통합 다단계 재고시스템에서 지점들의 주문비용의 차, 지점들의 재고유지비용의 차, 그리고 분배센터의 주문비용의 차는 항상 0보다 크고, 각 비용요소의 차도 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 분배센터의 재고유지비용의 차는 항상 0보다 작고, 고유주문비용의 비율이 증가함에 따라 재고유지비용의 차는 증가하는 것으로 나타났다. 결과적으로 분배센터의 재고유지비용 차가 0보다 작지만 분배센터의 주문비용 차와 상쇄(trade-off)되고, 지점들의 주문비용 차와 재고유지비용 차가 항상 0보다 크기 때문에 기존 다단계 재고시스템과 통합 다단계 재고시스템에서 분배센터와 지점들의 총 비용의 차는 항상 0보다 큰 것으로 나타났다.

#### 5. 결론

본 연구는 일정수요를 가정하고 하나의 제조업자, 하나의 분배센터, 그리고 여러 개의 지

점으로 구성된 다단계 시스템을 대상으로 분배센터 관점에서 휴리스틱 방법을 이용하여 재고보충주기를 결정하고, 통합 재고관리 모델을 개발하였다. 또한 재고보충주기 조정을 통한 통합 주문관리 정책을 제안하였다. 수요 패턴 55가지에 대한 시뮬레이션을 통하여 기존 다단계 재고시스템에서 분배센터의 재고유지비용이 통합 다단계 재고시스템에서 분배센터의 재고유지비용보다 작았지만, 전체 시스템의 관점에서 볼 때 통합 다단계 재고시스템의 총 비용이 기존 다단계 재고시스템의 총 비용보다 감소한다는 결과를 얻었다. 또한 분배센터는 점들의 주문을 일괄적으로 처리가 가능하고, 지점들의 재고보충주기를 균일화함으로써 효율적인 통합 재고관리를 할 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

1. 유형근, 김종수, “다단계 분배시스템의 발주정책에 관한 연구”, *대한산업공학회지*, Vol. 21, No. 3, 1995.
2. David, S., K. Philip, and S. Edith, *Designing & managing the supply chain*, McGraw Hill, Inc., 2004.
3. Sunil C. and Peter M., *Supply chain management*, Prentice Hall, Inc., 2004.
4. Ajay K. Mishra, "Selective discount for supplier-buyer coordination using common replenishment epochs", *European Journal of Operational Research*, Vol. 153, pp. 751-756, 2004.
5. Banerjee, A. and S. L. Kim, "An integrated JIT inventory model", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 15, No. 9, pp. 237-244, 1995.
6. Goyal, S. K., "An integrated inventory model for a single supplier single customer problem", *International Journal of Production Research*, Vol. 15, pp. 107-111, 1976.
7. Lu Lu, "The single-vendor single-buy integrated production inventory model with a generalized policy", *European Journal of Operational Research*, Vol. 97, pp. 493-499, 1997.
8. Ram Ganesham, "Managing supply chain inventories : A multiple retailer, one warehouse, multiple supplier model", *International Journal of Production Economics*, Vol. 59, pp. 341-354, 1999.
9. Roger M. Hill, "The single-vendor single-buy integrated production-inventory model with a generalized policy", *European Journal of Operational Research*, Vol. 97, pp. 493-499, 1997.
10. Qinan Wang, "Coordinating independent buyers with integer-ratio time coordination and quantity discounts", *Naval Research Logistics*, Vol. 51, pp. 316-330, 2004.
11. S. Viswanathan and Rajesh Piplani, "Coordinating supply chain inventories through common replenishment epochs", *European Journal of Operational Research*, Vol. 129, pp. 277-286, 2001.