

# 중앙 통제와 분산 재고 관리 시스템의 효과 비교 분석

원 경 찬, 서 창 현, 김 경 섭

연세대학교 정보산업공학과 / [chani54@hanmail.net](mailto:chani54@hanmail.net)

## Abstract

현재 여러 기업 및 공공기관에서 공급 체인상의 재고 관리 방법으로 사용되는 대표적인 시스템은 크게 중앙 통제 시스템과 분산 통제 시스템을 들 수 있다. 이러한 두 가지 방법은 모두 그 재고를 관리함에 있어서 보유 재고를 줄이고 이러한 재고 감소를 통해 얻을 수 있는 비용 효과를 통해 다른 투자를 할 수 있는 이윤을 추구하기 위함이다. 실제로 일부 기업 및 공공기관은 그 재고 관리 시스템의 중앙 통제를 통해 큰 보유 재고의 감소를 가져올 수 있었고 그 비용 효과를 가져왔다.

이 논문에서는 시뮬레이션을 이용하여 중앙 통제를 하는 공급자에서 재고를 보유하고 하류 계층의 소비자가 주문을 할 경우 주문을 종합하여 공급하는 중앙 통제 시스템과 중앙에서는 공급자가 재고를 보유하지 않고 소비자 각각이 주문을 할 경우 개별적인 주문 처리를 통해 제품을 공급하는 분산 시스템의 재고 보유수준의 비교를 통해 중앙 통제 시스템의 효율성을 분석하고자 한다.

## 1. 서 론

지금까지 재고 통제 정책(Inventory Control Policy)에 있어서는 다양한 방법론이 제시되어 왔으며 이를 각 기업과 공공기관은 현실에 맞게 적용하여 효율성을 얻어왔다. 이러한 방법 중 큰 부분을 차지하는 재고통제 정책 중 중앙 통제와 분산 재고관리 시스템의 경우는 Echelon Stock이라는 용어가 소개되면서 그 의미가 부각되었다.

‘중앙통제’와 ‘분산’ 재고 통제 시스템에 관한 연구는 James P. Monnahan[2]가 소비자에게 국한되었던 Quantity Discount Model을 Supplier의 기대치가 반영된 수학적 모델을 제시하였고, Maqbool Dada and K.N. Spikanth[4]는 판매자가 주문량에 대한 할인가격정책을 중앙통제함으로 재고운반 비용절감의 효과를 증명하는 활발한 연구가 진행되었다. 또한 Michael H. Peters[5]는 고정된 주문재고량 상태에서 IC(Inventory Control) 시스템과 QC(Quality Control)시스템으로 통합 운

영되어진 재고정책이 개별적으로 구분되어 운영되어진 재고정책보다 비용절감의 효과가 있음을 입증하는 등 재고통제 정책에 있어서 ‘중앙통제’라는 개념을 적용하여 수학적인 모델링을 통한 그 비용의 효과를 증명하는 연구들이 진행되었다.

이 논문에서는 이러한 ‘중앙통제’의 개념을 상반되는 분산 재고 관리 시스템과의 비교 분석을 시뮬레이션을 이용한 결과를 통해 제시한다.

## 2. 본 론

이 논문에서 제시하는 Supplier의 주문과 재고 관리의 중앙통제(Centralized System)와 Retailer들의 분산화(Decentralized System)는 각각의 장·단점을 지니고 있다. 전자의 경우는 Retailer의 주문을 통제하고 일정한 제한에 의해 Installation Stock이 아닌 Echelon Stock을 이용하여 Supplier에 의해 재고가 관리되는 시스템을 말하여 Retailer 간의 수요에 대한 정보를 파악하고 주문에 대한 처리를 함으로써 전체 시스템 재고를 줄일 수 있는 장점을 가지고 있다. 하지만 이러한 방법론은 모든 경우에 있어서 절대적인 효율성을 보장하지는 못하며 특정한 경우에 있어서 그 효율성을 가질 수 있다.[6] 또한 분산 재고 관리 시스템의 경우에는 Supplier에 보유재고를 갖지 않으므로써 불필요한 재고를 보유하지 않을 수 있으며 재고 장소의 설치비용을 줄이는 효과를 기대할 수 있을 것이다. 이러한 중앙통제 재고관리 시스템과 분산 재고관리 시스템을 도식화하면 그림 2-1과 같은 그림으로 표현할 수 있다.

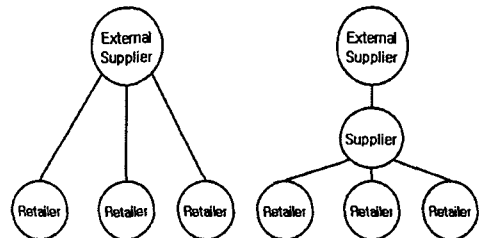


그림 2-1. 분산(좌)/중앙통제(우) 시스템

이 논문에서는 이러한 두 가지 시스템에서의 순수한 보유재고에 대해 시스템 다이내믹스를 통한 시뮬레이션 결과를 비교함으로써 중앙 통제 재고관리 시스템이 얻을 수 있는 효과를 제시한다.

## 2.1 시스템 다이내믹스 모델링

### 2.1.1 기본 가정

- (1) 모델 전체의 시간은 월(Month)을 기준으로 하며 시뮬레이션 시간은 300주 동안 시행한다.
- (2) 공급체인은 무한한 재고를 보유한 외부 공급자, Supplier(중앙통제의 경우), 그리고 3개의 Retailer의 3단계 시스템을 고려한다.
- (3) 모델 구축시의 전체적인 변수는 다음과 같다.

내재 변수	외생 변수	배재 변수
· 목표재고 · 재주문점 · 재고수준 · 서비스수준 · 리드타임 / 리드타임 기간수요	· 고객 주문	· 제품 가격 · 수송비용 · 품질비용

표 2-1. 공급체인 모델영역도표

- (4) 고객 수요는 다음과 각각의 Retailer들이 동등하지 않다는 가정 하에 다음 3가지의 분포로 고려한다.

Retailer 1 : RANDOM UNIFORM(40,50,1)  
 Retailer 2 : RANDOM UNIFORM(80,150,1)  
 Retailer 3 : RANDOM UNIFORM(30,150,1)

### 2.2 공급체인 인과지도

위에서 제시한 모델에 관한 설명과 가정에 따라 전체적인 공급체인에 있어서의 재고관리 시스템을 각 요인들의 관계를 통해 인과지도로 표현하면 다음 그림 2-2와 같다.

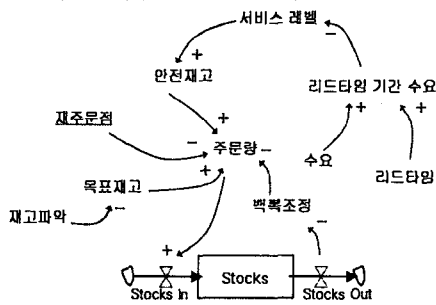


그림 2-2. 공급체인 인과지도

위의 인과지도에서 모든 인과관계의 시작은 고객의 수요로 시작되며 표 4-1에서 제시된 변

수들에 따라서 재고량(Stocks)이 결정된다. 또한, 이러한 인과지도를 기초로 논문에서 제시한 중앙 통제/분산 재고관리 시스템에 대한 모델링은 다음 그림 2-3, 2-4와 같이 나타낼 수 있다.



그림 2-3. 중앙 통제 재고관리 시스템

위 시스템에서 내부 수식을 표현하면 다음과 같다.

#### (1) 공급량(Sell)

```
IF THEN ELSE (Total Order Quantity >= 1500, I =
THEN ELSE (Inventory >= Total Order Quantity, "Order
Quantity(Retailer)", Inventory * rate Retailer), 0)
```

```
* rate Retailer = "Demand(R3)" / "T-Demand"
* IF THEN ELSE (Retailer1 Inventory <= "Reorder point(R1)",
"Target IL(R1)" + "Safety stock(R1)", 0)
```

#### (2) 백록 유입물량(Supplier)

```
IF THEN ELSE (Total Order Quantity >= 1500, I =
THEN ELSE (Inventory < Total Order Quantity, (Total
Order Quantity - Inventory), 0), 0)
```

위에서 제시된 수식에 의하면 중앙 Supplier에 의해 통제를 받는 시스템의 경우에는 Retailer가 각각 주문할 때마다 주문량을 처리하지 않고 3개의 Retailer의 주문량의 합이 1500에 도달하였을 때 무한재고를 보유하고 있는 외부 공급자에게 주문이 이루어진다. 또한, Retailer가 주문한 양이 현재 Supplier가 보유하고 있는 재고수준을 초과하였을 경우에는 부족한 양만큼을 외부 공급자에게 주문하고 현 보유재고 수준에서 각 Retailer들의 수요정보를 이용하여 공급이 이루어지게 된다. 이어서 Retailer가 각각 분산되어 주문을 하는 경우에 대한 모델링 모습은 다음 그림과 같다.

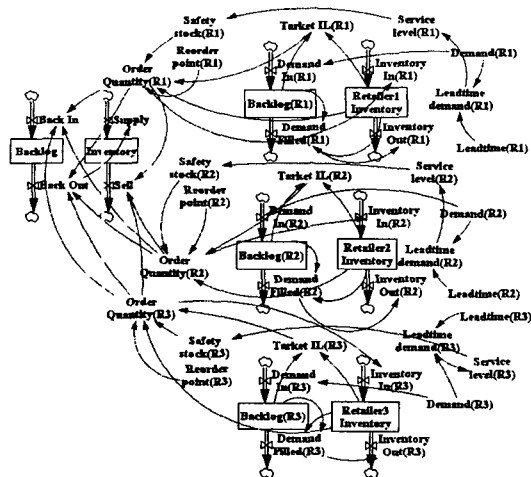


그림 2-4. 분산 재고 관리 시스템  
이 시스템 내에서의 수식은 다음과 같다.  
(1) 공급량

$$\text{"Order Quantity(R1)" + "OrderQuantity(R2)" + "Order Quantity(R3)"}$$

이 모델링에서는 앞에서 제시된 중앙 통제 재고 관리 시스템과는 달리 각 Retailer들이 Supplier 없이 직접 무한재고를 가지는 외부 공급자를 상대로 주문을 하며 주문하는 양을 전량 획득할 수 있는 시스템이다.

위의 두 가지 재고관리 시스템을 같은 조건을 가지는 Retailer라는 가정으로 실험을 하고 그 결과를 비교하면 다음과 같다.

### 3. 실험 결과

공급체인 전체의 성과를 측정하기 위해 제시한 2가지 모델에 대해서 순수한 재고 수준에 대한 평가를 했으며 이러한 경우는 Supplier가 별도의 재고관리를 위한 비용과 재고창고를 설치하는 비용 등 Supplier가 존재함으로써 발생(분산 재고관리 시스템의 경우)하는 별도의 비용을 하였다.

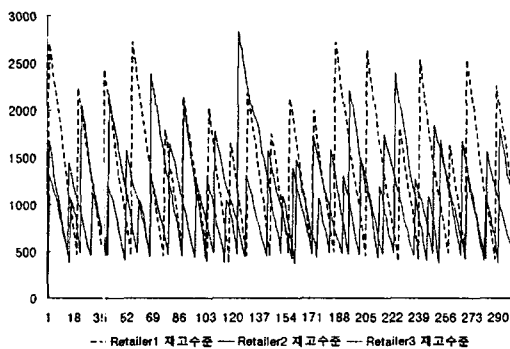


그림 3-1. 분산 재고관리 시스템 재고수준  
위의 그림 3-1의 경우 분산 재고관리 시

스템의 경우 각 Retailer의 재고수준을 나타내며 그래프에 대한 평균값은 다음 표 3-1에서 보는 바와 같다.

단위 : 개

구 분	재 고 수 준
Retailer 1	1358.25
Retailer 2	973.65
Retailer 3	1140.14
System Inventory	3472.03

표 3-1. 분산 재고관리 시스템 재고수준

이와 반대로 중앙통제 재고관리 시스템의 경우 각 Retailer와 Supplier의 재고수준을 그 그래프로 나타내면 다음 그림 3-2, 3-3과 같다.

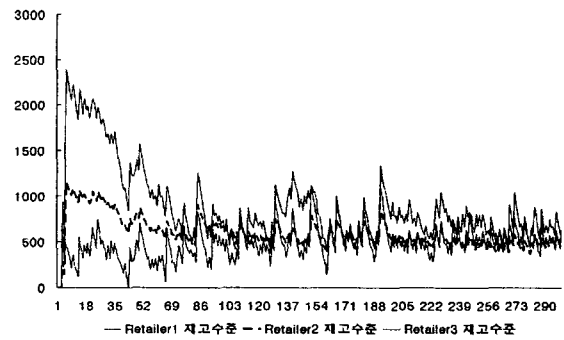


그림 3-2. 중앙 통제 재고관리 시스템 재고수준 (Retailer)

위 그림 3-2의 경우 Retailer의 재고수준에서 불규칙성이 나타나며 이러한 경우는 Supplier에 주문이 이루어지면 항상 공급이 이루어지지 않으며 공급이 이루어질 때까지의 수요가 포함되어 주문에 포함되는 상황이 발생하기 때문이다.

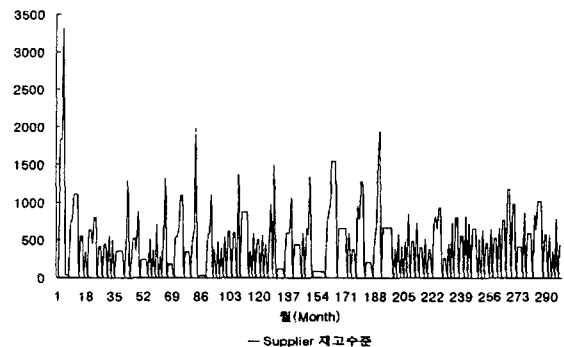


그림 3-3. 중앙 통제 재고관리 시스템 재고수준 (Supplier)

위의 그림 3-2, 3의 그래프에서의 전체 시스템 재고수준을 파악하면 다음 표 3-2와 같다.

단위 : 개

구 분	재 고 수 준
Retailer 1	776.62
Retailer 2	600.55
Retailer 3	1140.13
Supplier	435.54
System Inventory	2401.56

표 3-2. 중앙통제 재고관리 시스템 재고수준

분산 재고관리 시스템과 중앙통제 재고관리 시스템의 전체 시스템 재고를 나타내는 표 3-1과 3-2를 비교하면 전체 시스템에서 약 1070개 정도의 재고수준이 발생함을 알 수 있다. 이러한 결과는 분산 재고관리 시스템의 경우 각 Retailer의 주문에 의해 공급이 이루어지며 하류 계층의 수요에 대한 파악이 없이 무분별한 주문이 이루어지기 때문이다. 중앙통제 재고관리 시스템의 경우 Supplier의 재고를 추가로 보유함에도 불구하고 전체 시스템 재고에 있어서는 낮은 수준을 유지하고 있다. 이는 Supplier에서 각 Retailer의 재고 수준을 파악하고 각 Retailer의 주문에 대해서 공급하지 않고 전체 시스템의 적정 재고수준을 유지하기 때문이라고 할 수 있다. 이러한 결과는 논문에서 제시하는 두 가지 방법론 중 중앙통제 재고관리 시스템이 효율적이라는 것을 의미한다. 하지만 이러한 결과가 현실의 모든 상황을 반영하지는 못하며 시뮬레이션 간에 주어진 가정에 의한 시나리오에 대해 적용될 수 있을 것이다.

#### 4. 결론 및 향후 연구방향

본 연구는 재고관리에 있어 방법론 중 상반되는 중앙통제 재고관리 정책과 분산 재고관리 정책의 효율성을 시뮬레이션을 통해 검증하였다. 이러한 결과는 모든 상황에 대해서 절대적인 의미를 가진다고는 볼 수 없으며 제시된 상황과 가정에 적합한 시나리오 범위에서 적용될 수 있고 논문에서 제시하는 시사점을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 하류 계층의 분산화로 인한 무분별한 주문과 이로 인해 발생하는 보유재고의 증가는 중앙통제 재고관리 시스템을 통해 감소할 수 있다.

둘째, 하류 계층에 대한 수요 파악과 이를 통한 공급은 공급체인 전체 시스템 관점에서 재고수준을 감소시킬 수 있다.

논문에서 제시하고 있는 상황은 순수한 재고수준에 대한 비교 분석을 통해 재고정책의 효율성을 비교하였다. 이런 점을 고려해볼 때 이 논문에서 제시한 모델을 기초로 공급체인에

서 발생할 수 있는 다수의 비용과 다양한 시나리오를 통한 비교 분석, 그리고 현실적인 측면에서 사례 연구를 바탕으로 한 연구가 진행되어야 하겠다.

#### 참고문헌

- [1] RUSSELL, "Management Misinformation System", *Management Science*, Vol.14, No.4, pp. B147-B156, 1967.
- [2] JAMES P. MONAHAN, "A Quantity Discount Pricing Model to Increase Vendor Profits", *Management Science*, Vol.30, No.6, pp. 720-726, 1984.
- [3] HAU L. LEE and MEIR J. ROSENBLATT "A Generalized Quantity Discount Pricing Model to Increase Supplier's Profits", *Management Science*, Vol.32, No.9, pp.1177-1185, 1986.
- [4] MAQBOOL DADA and K.N.SPIKANTH, "Pricing Policies for Quantity Discounts", *Management Science* Vol.33, No.10, pp.1242-1252, 1987
- [5] MICHAEL H. PETERS, HELMUT SCHNEIDER and KWEI TANG , "Joint Determination of Optimal Inventory and Quality Control Policy", *Management Science*, Vol.34, No.8, pp.991-1004, 1988.
- [6] Sven Axsater and Kaj Rosling, "Installation vs Echelon Stock Policies for Multilevel Inventory control", *Management Science*, Vol.39, No10, pp. 1274-1280, 1993.