

재고분배 시스템의 서비스수준과 안전재고: 변동 수요, 변동 조달기간 모형

-Analysis of Service Level and Safety Stock for an
Inventory Distribution System: Variable Demand and
Variable Lead Time Model-

박 명규 1

Park, Myeong Kyu

윤 승철 2

Yoon, Seung Chul

Abstract

This research fundamentally deals with an analysis of service level for a multi-level inventory distribution system which is consisted of a central distribution center and several branches being supplied stocks from the distribution center. Under continuous review policy, the distribution center places an order for planned order quantity to an outside supplier, and the order quantity is received after a certain lead time. Also, each branch places an order for particular quantity to its distribution center, and receives the order quantity after a lead time. In most practical distribution environment, demands and lead times are generally not fixed or constant, but variable. And these variabilities make the analysis more complicated. Thus, the main objective of this research is to suggest a method to compute the service level at each depot, that is, the distribution center and each branch with variable demands and variable lead times. Further, the model will give an idea to keep the proper level of safety stocks that can attain effective or expected service level for each depot.

1. 서론

완제품 또는 서비스부품의 공급지로부터 멀리 분산되어 있는 고객에게 제품을 공급하기 위해 일반적으로 창고, 물류센터 등의 분배센터가 이용되고 있다. 이러한 분배센터는 공급자로부터 구매한 제품을 저장 관리하며, 고객에게 제품을 판매하는 매장 등의 지점들로 제품을 배송하는 역할을 담당한다. 이러한 분배센터와 분배센터로부터 제품을 공급을 받는 여러 지점들로 구성된 재고 시스템에 있어서 분배센터의 적절한 재고관리는 시스템 전체의 적정 재고관리를 위해 중심적인 역할을 하게 된다. 각 지점은 고객에게 제품을 직접 판매하기 때문에 항상 적

1 명지대학교 산업공학과 교수

2 단국대학교 경영 회계학부 조교수

정 재고수준을 유지해야 하며, 각 지점의 적정 재고수준은 분배센터의 적정 재고수준 유지와 이를 기초로 한 각 지점으로의 원활한 공급에 달려있다. 즉 분배센터에서 효율적인 재고수준을 유지하지 못할 때, 각 지점의 재고수준은 아울러 효율적이지 못하게 된다.

이 연구는 기본적으로 외부 공급자로부터 제품을 구매하는 물류센터 등의 분배센터와 이 분배센터로부터 제품을 공급받게 되는 다수의 지점들로 이루어진 시스템에서 분배센터와 각 지점의 안전재고, 재주문점, 그리고 서비스수준을 분석한다. 이러한 시스템의 재고분석에 있어서 분석상의 어려운 점은 각 지점이 경험하게 되는 고객의 수요와, 분배센터와 각 지점의 제품조달기간이 모두 일정하지 않는 경우에 발생한다. 다단계 재고분배시스템에 관한 연구들 중 Schwarz(1973)는 단위기간당 시스템 평균비용을 최소화하는 방법을 휴리스틱을 이용하여 접근하고 있으나, 고정된 조달기간을 사용하고 있다. Pinkus(1975)는 다양한 형태의 분배시스템을 비교함으로써 기업에 대해 효과적인 분배시스템 형태의 선택을 제시하고 아울러 시스템 전체의 최소 비용을 제공하는 적정 수의 지점 결정 방법을 설명하고 있다. 그러나 시스템 형태의 변경에 따른 재고관리 비용의 정확한 평가는 현실적인 측면에서 용이하지 않을 것으로 생각된다. Muckstadt과 Thomas(1980)는 고정된 조달기간과 포와송분포를 따르는 수요를 이용하여 다단계 분석방법을 제시하고 있으며, Schwarz, Deuermeyer, Bandinelli(1985)는 분배시스템의 확정적 수요와 조달기간을 이용하여 지점들의 안전재고의 함수로서의 서비스수준 최적화를 설명하고 있다. 그러나 실제 상황에서는 수요와 조달기간이 모두 일정하지 않은 경우를 많이 볼 수 있으며, 특히 분배센터에서의 조달기간의 변동은 분배센터의 재고수준에 직접적인 영향을 미치게 될 뿐 아니라 이 영향은 분배센터에서 제품 공급을 받게 되는 각 지점의 재고수준에 연쇄적으로 영향을 미치게 된다. 따라서 이 연구의 목적은 변동수요와 변동 조달기간 하에서 분배센터와 각 지점의 안전재고와 서비스수준을 계산하는 방법을 제시하고, 나아가서 목표로 설정한 각 지점의 서비스수준을 얻기 위하여 분배센터와 각 지점의 의사결정 변수들의 조정에 관한 아이디어를 제공하는 것이다.

2. 분배센터의 안전재고와 서비스수준

변동 수요와 변동 조달기간 하에서 분배센터의 안전재고와 서비스수준 분석을 위한 자료들은 다음과 같다 :

- R : 계획 서비스수준
- \bar{X} : 제품의 월 예측 수요량
- σ : 월 예측오의 표준편차
- Q : 주문량
- t : 평균 조달기간
- $P(t' = t)$: 실제 조달기간 t' 가 평균 조달기간 t 와 같은 확률
- $P(t' > t)$: 실제 조달기간 t' 가 평균 조달기간 t 보다 클 확률
- $P(t' < t)$: 실제 조달기간 t' 가 평균 조달기간 t 보다 작을 확률
- $E(t')_+$: 평균 조달기간 보다 큰 조달기간들의 기대값
- $E(t')_-$: 평균 조달기간 보다 작은 조달기간들의 기대값

위의 자료에서 조달기간의 확률값들은 과거의 자료에서 해당 비율들을 확률값의 측정치로 사용할 수 있다. 위의 자료와 함께 시스템 분석을 위한 가정들은 다음과 같다. 재고보충을 위한 방법은 가장 일반적으로 이용되고 있는 연속조사를 기초로 한 정량 주문방법을 사용한다. 즉 제품의 재고수준이 재주문점에 이를 때마다 외부 공급자에게 경제적 주문량 Q 를 주문하며, 이 주문량은 어떤 조달기간 t' 가 경과한 후 도착된다. 경제적 주문량의 결정 방법은 참고 문헌 [2]와 [3]을 참고한다. 수요는 정규분포를 따르는 것으로 가정하며, 정규분포 수요 하에서의 안전재고와 서비스수준의 관계는 참고문헌 [1]과 [2]에서 설명되고 있다. 또한 분배센터의 월 예측수요량은 각 지점의 월 예측수요량의 합으로 이루어지며 예측을 위하여 수평형 수요수준의 제품을 가정한다. 수평형 수요가 아닌 제품의 경우에도 전체적인 분석방법은 동일하다. 조달기간은 보다 일반적인 분포를 고려하여 실제 조달기간 t' 의 분포가 평균 조달기간 t 보다 작은 경우, 같은 경우, 큰 경우로 이루어진 보다 일반적인 확률분포를 이용한다. 즉 평균 조달기간보다 작은 경우와 큰 경우의 실제 조달기간 t' 의 확률 분포는 각각 평균 조달기간이 $E(t')_-$ 인 양의 지수분포와, $E(t')_+$ 인 음의 지수분포를 따르는 것으로 가정한다. 그리고 분배센터와 각 지점에서 재고부족이 발생했을 때 추후납품이 이루어짐을 가정한다.

2.1 안전재고와 주문점

분배센터의 안전재고량 M 과 재주문점 RP 는 평균 조달기간 t 를 기초로 하여 다음의 과정을 통해 결정된다. 먼저 평균 조달기간 동안의 예측수요의 표준편차 σ_t 는 $\sigma_t = \sigma \cdot \sqrt{t}$ 이며, 이 주문주기 동안의 재고 부족량의 기대값 N_k 는 $N_k = (1-R) \cdot Q / \sigma_t$ 의 관계에서 얻어진다. 그리고 N_k 에 대응하는 안전요인 k 를 이용하여 안전재고량 M 과 재주문점 RP 를 다음과 같이 결정한다. 즉

$$M = k \cdot \sigma_t \quad (1)$$

$$RP = M + \bar{X} \cdot t \quad (2)$$

이다. 참고로 계획 서비스수준 R 은 $R = (\text{충족된 수요량} / \text{총 수요량})$ 으로 정의하며, 위 과정의 자세한 설명은 참고 문헌 [8]에서 제시되고 있다.

2.2 서비스수준의 기대값

조달기간의 변동에 따른 서비스수준의 기대값을 구하는 방법과 절차는 다음과 같다. 이를 위해 실제 조달기간 t' 가 평균 조달기간 t 와 같을 때, 클 때, 그리고 작을 때의 세 가지 경우를 각각 분석한 후 이 세 가지 경우를 종합하여 분배센터의 서비스수준의 기대값을 결정한다. 또한 분배센터의 재고부족발생 확률과 제품이 재고부족 상태에서 경과하는 시간, 즉 품절기간은 각 지점의 서비스수준의 기대값을 결정하는 데에 관계되는 값들이므로 이 두 값들도 아울러 분석한다.

첫 번째 경우로서, 실제 조달기간 t' 가 평균 조달기간 t 와 같은 주문주기에서의 서비스수준, 재고부족발생 확률, 제품의 품절기간의 기대값들은 각각

$$E(R | t' = t) = R \quad (3)$$

$$P(S | t' = t) = P(S) = 1 - F(k) \quad (4)$$

$$E(\tau | t' = t) = \tau \quad (5)$$

의 관계로부터 결정된다. 즉 $t' = t$ 인 경우의 기대값들은 t 를 기초로 한 R , $P(S)$, τ 와 같다. 식 (4)에서 k 는 안전요인을 말하며, $F(k)$ 는 $F(k) = \int_{-\infty}^k f(z) dz$ 의 관계에서 계산된다. 참고로 z 는 표준정규분포 확률변수이다. 또한 평균 품질기간 τ 는 한 주문주기의 평균 추후납품량 β 를 이용하여 계산되며, 그 관계는 다음과 같다. 즉

$$\beta = (N_k \cdot \sigma_t) / P(S)$$

$$\tau = (\beta \cdot t) / (RP + \beta)$$

이며, RP 는 재주문점으로서 식 (2)에서 계산된다. 이 관계는 참고 문헌 [9]에서 설명하고 있다.

두 번째 경우로서, 실제 조달기간 t' 가 평균 조달기간보다 큰 경우, 즉 제품이 늦게 도착하는 경우를 보자. 평균 조달기간 t 보다 크거나 작은 한 실제 조달기간 t' 동안의 예측수요량 $\hat{X}_{t'}$ 와 예측오차의 표준편차 $\sigma_{t'}$ 는 각각 $\hat{X}_{t'} = \hat{X} \cdot t'$ 와 $\sigma_{t'} = \sigma \sqrt{t'}$ 의 관계에서 계산되며, 안전요인 k' 는 $k' = (RP - \hat{X}_{t'}) / \sigma_{t'}$ 의 관계에서 계산된다. 이 k' 에 대응하는 $N_{k'}$ 와 경제적 주문량 Q 를 이용하여 실제 조달기간이 t' 인 주문주기의 서비스수준 R' , 재고부족발생 확률 $P(S)'$, 제품의 평균 품질기간 τ' 를 다음과 같이 계산할 수 있다 :

$$R' = 1 - (N_{k'} \cdot \sigma_{t'}) / Q \quad (6)$$

$$P(S)' = 1 - F(k') \quad (7)$$

$$\tau' = (\beta' \cdot t') / (RP + \beta') \quad (8)$$

참고로 β' 는 $\beta' = (N_{k'} \cdot \sigma_{t'}) / P(S)'$ 의 관계를 갖는다. 따라서, $t' > t$ 인 경우의 서비스수준, 재고부족발생 확률, 제품의 평균 품질기간의 기대값들은 각각

$$E(R | t' > t) = \int_{t'}^{\infty} R' \cdot f(t' | t' > t) dt' \quad (9)$$

$$P(S | t' > t) = \int_{t'}^{\infty} P(S)' \cdot f(t' | t' > t) dt' \quad (10)$$

$$E(\tau | t' > t) = \int_{t'}^{\infty} \tau' \cdot f(t' | t' > t) dt' \quad (11)$$

이며, $f(t' | t' > t) = f(t') / P(t' > t)$ 이다.

세 번째 경우로서, 실제 조달기간 t' 가 평균 조달기간 t 보다 작은 경우, 세 가지 기대값들은 각각 다음과 같이 계산된다.

$$E(R | t' < t) = \int_{t' > 0}^{t' < t} R' \cdot f(t' | t' < t) dt' \quad (12)$$

$$P(S | t' < t) = \int_{t' > 0}^{t' < t} P(S)' \cdot f(t' | t' < t) dt' \quad (13)$$

$$E(\tau | t' < t) = \int_{t' > 0}^{t' < t} \tau' \cdot f(t' | t' < t) dt' \quad (14)$$

이며, $f(t' | t' < t) = f(t') / P(t' < t)$ 이다.

따라서 모든 t' 들의 변화에 따른 분배센터의 서비스수준, 재고부족발생 확률, 품질기간의 기대값들은 각각

$$E(R)_C = E(R | t' = t) \cdot P(t' = t) + E(R | t' > t) \cdot P(t' > t) + E(R | t' < t) \cdot P(t' < t) \quad (15)$$

$$P(O)_C = P(S | t' = t) \cdot P(t' = t) + P(S | t' > t) \cdot P(t' > t) + P(S | t' < t) \cdot P(t' < t) \quad (16)$$

$$E(\tau)_C = E(\tau | t' = t) \cdot P(t' = t) + E(\tau | t' > t) \cdot P(t' > t) + E(\tau | t' < t) \cdot P(t' < t) \quad (17)$$

가 된다.

3. 각 지점의 안전재고와 서비스수준

각 지점의 안전재고와 서비스수준의 분석을 위한 자료는 다음과 같다:

- r_i : 지점 i 의 계획 서비스수준
- t_i : 지점 i 의 평균 조달기간
- q_i : 지점 i 의 주문량
- p_i : 지점 i 에서의 수요발생 확률 ($i=1, 2, \dots, N$)

○위의 자료에서 지점 i 에서의 수요발생 확률 p_i 는 과거의 지점들 전체의 수요량 중 지점 i 의 수요량이 차지하는 비율을 측정값으로 사용할 수 있다. 지점 i 의 주문량 q_i 는 일반적으로 경제적인 관점에서 결정되며, 결정방법은 참고문헌 [3]을 참고한다. 분석을 위해 서비스수준은 지점 i 의 총수요 중 충족된 수요량으로 정의하며 다음 사항들을 가정한다. 첫째, 재고보충을 위하여 연속조사를 기초로 한 정량 주문방법을 가정한다. 둘째, 수요는 정규분포를 따른다. 셋째, 지점들은 일반적으로 제품 저장공간이 크지 않으므로 제품이 계획한 조달기간, 즉 평균 조달기간 이전에 도착되는 것을 허용할 수 없는 경우가 많다. 이러한 점을 고려하여 실제 조달기간이 평균 조달기간 보다 작은 경우는 없는 것으로 가정한다. 이 가정 하에서 지점 i 의 실제 조달기간 t'_i 가 평균 조달기간 t_i 와 같을 확률, 즉 제 시간에 제품이 도착될 확률 $P(t'_i = t_i)$ 와 t'_i 가 t_i 보다 클 확률, 즉 제품이 늦게 도착될 확률 $P(t'_i > t_i)$ 는 각각 다음의 관계를 갖게 된다. 즉

$$P(t'_i = t_i) = 1 - P(S)_C \quad (18)$$

$$P(t'_i > t_i) = P(S)_C \quad (19)$$

이다. 이는 지점 i 의 실제 조달기간이 평균 조달기간과 같을 확률은 분배센터에서 재고부족이 발생하지 않을 확률과 같으며, 지점 i 의 실제 조달기간이 평균 조달기간보다 클 확률은 분배센터에서 재고부족이 발생할 확률과 같게 됨을 의미한다. 또한 분배센터의 조달기간이 길어짐에 따라 지점 i 의 조달기간도 그만큼 길어지게 되므로, 지점 i 에서의 평균 조달기간보다 큰 실제 조달기간들의 분포는 분배센터에서의 평균 조달기간보다 큰 조달기간들의 분포와 같은 음의 지수분포를 따르게 된다. 그리고 지점 i 의 평균 조달기간보다 큰 실제 조달기간들의 기대값은

$$E(t'_i | t'_i > t_i) = t_i + E(\tau)_c \quad (20)$$

가 된다. 즉 지점 i 의 평균 조달기간보다 큰 실제 조달기간들의 기대값은 지점 i 의 평균 조달기간보다 분배센터에서의 평균 품질기간만큼 길어지게 된다. 위의 $P(S)_c$ 와 $E(\tau)_c$ 는 식 (16)과 (17)에서 그 값들이 결정된다.

3.1 안전재고와 주문점

분배센터에서와 같은 방법으로 지점 i 의 평균 조달기간 t_i 를 이용하여 지점 i 의 안전재고와 주문점을 결정한다. 그 절차는 다음과 같다. 지점 i 의 월 예측수요 \hat{x}_i 와 월 예측수요의 표준편차 σ_i 는 분배센터의 예측수요 \hat{X} 과 지점 i 에서의 수요발생 확률 p_i 를 이용하여 계산한다. 그 관계식들은 각각

$$\hat{x}_i = \hat{X} \cdot p_i \quad (21)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\hat{X} \cdot p_i(1-p_i) + p_i^2 \cdot \sigma^2} \quad (22)$$

와 같다. 참고로 식 (22)의 유도 과정은 다음과 같다:

$$\begin{aligned} V(\hat{x}_i) &= \left(\frac{\partial \hat{x}_i}{\partial \hat{X}}\right)^2 \cdot V(\hat{X}) + \left(\frac{\partial \hat{x}_i}{\partial p_i}\right)^2 \cdot V(p_i) + 2\left(\frac{\partial \hat{x}_i}{\partial \hat{X}}\right)\left(\frac{\partial \hat{x}_i}{\partial p_i}\right) \cdot COV(\hat{X}, p_i) \\ &= p_i^2 \cdot \sigma^2 + \hat{X} \cdot p_i \cdot (1-p_i) \end{aligned}$$

위의 식에서 공분산 $COV(\hat{X}, p_i)$ 는 0이다. 따라서 지점 i 의 월 예측수요의 표준편차 σ_i 는 식 (22)와 같다. 이들 \hat{x}_i 와 σ_i 를 이용하여 조달기간 동안의 예측수요 \hat{x}_{t_i} 와 예측오차의 표준편차 σ_{t_i} , 그리고 부분 기대값 N_{k_i} 를 계산하고, N_{k_i} 에 대응하는 안전요인 k_i 를 이용하여 지점 i 의 안전재고 m_i , 주문점 rp_i 를 결정한다. 그 절차는 다음과 같다. 즉

$$\hat{x}_{t_i} = \hat{x}_i \cdot t_i$$

$$\sigma_{t_i} = \sqrt{t_i} \cdot \sigma_i$$

$$N_{k_i} = (1 - r_i) \cdot q_i / \sigma_{t_i}$$

$$m_i = k_i \cdot \sigma_{t_i} \quad (23)$$

$$rp_i = \hat{x}_{t_i} + m_i \quad (24)$$

이다.

3.2 지점 i 의 서비스수준 기대값

지점 i 의 실제 조달기간 t'_i 가 평균 조달기간 t_i 와 같은 경우와 큰 경우의 서비스수준과 각 경우에 대응하는 확률을 이용하여 지점 i 의 실제 조달기간의 변동에 따르는 서비스수준의 기대값이 결정된다. 그 과정은 다음과 같다. 먼저 $t'_i = t_i$ 일 때 지점 i 의 서비스수준은 r_i 와 같다. 그리고 평균 조달기간보다 큰 하나의 실제 조달기간을 t'_i 라 하면 이 조달기간 동안의 예측수요 $\hat{x}_{t'_i}$ 와 예측오차의 표준편차 $\sigma_{t'_i}$ 는 각각

$$\hat{x}_{t'_i} = \hat{x}_i \cdot t'_i = \bar{X} \cdot p_i \cdot t'_i \quad (25)$$

$$\sigma_{t'_i} = \sqrt{t'_i} \cdot \sigma_i \quad (26)$$

이며, σ_i 는 식 (22)를 참고로 한다. 계속해서 안전요인 k_i 는

$$k'_i = \frac{rp_i - \hat{x}_{t'_i}}{\sigma_{t'_i}}$$

의 관계로부터 얻어지며, rp_i 는 식 (24)를 참고로 한다. k'_i 에 대응하는 부분기대값 $N_{k'_i}$ 를 이용하여 이 주문주기의 서비스수준 r'_i 를 구하면 r'_i 는

$$r'_i = 1 - (N_{k'_i} \cdot \sigma_{t'_i} / q_i) \quad (27)$$

와 같다. 따라서 실제 조달기간 t'_i 가 평균 조달기간 t_i 보다 큰 경우의 서비스수준의 기대값 $E(r_i | t'_i > t_i)$ 는 다음과 같다. 즉

$$E(r_i | t'_i > t_i) = \int_{t'_i > t_i}^{\infty} r'_i \cdot f(t'_i | t'_i > t_i) dt'_i \quad (28)$$

이다. 위 식에서 확률밀도함수 $f(t'_i | t'_i > t_i) = f(t'_i) / P(S)_c$ 이며 $P(S)_c$ 는 식 (16)을 참고한다.

따라서 지점 i 의 모든 실제 리드타임의 변화에 따른 지점 i 의 서비스수준의 기대값 $E(r_i)$ 는 다음과 같이 결정된다. 즉

$$E(r_i) = E(r_i | t'_i = t_i) \cdot P(t'_i = t_i) + E(r_i | t'_i > t_i) \cdot P(t'_i > t_i)$$

$$= r_i \cdot \{1 - P(S)_c\} + E(r_i | t'_i > t_i) \cdot P(S)_c \quad (29)$$

이다.

3.3 예

분배센터와 여러 지점들로 구성된 재고시스템의 분석을 위해 다음과 같이 표준화된 자료들을 이용한다.

(분배센터의 자료)

$$\bar{X}=400, \sigma=200, R=0.95, Q=1600, t=4\text{개월},$$

$$P(t'=t)=0.5, P(t'>t)=0.4, P(t'<t)=0.1,$$

$$E(t')_+=1.2, E(t')_-=0.9$$

(각 지점의 자료)

각 지점의 자료들은 <표 3.1>을 참고한다. 각 지점의 자료들 중 주문량은 q_i 값 대신 월 수요량에 대한 주문량의 비율 $q_i(m)$ 으로 나타내고 있으며, $q_i(m) = q_i / \hat{x}_i = q_i / (\bar{X} \cdot p_i)$ 의 관계이다.

(계산 결과)

다음의 계산 결과들은 분배센터의 평균 조달기간 t 보다 큰 1000개의 t' 와 t 보다 작은 1000개의 t' , 그리고 각 지점의 평균 조달기간보다 큰 1000개의 t'_i 를 사용한 결과들이다. 분배센터의 서비스수준, 재고부족발생 확률, 그리고 품질기간의 기대값들은 각각 다음과 같다:

$$E(R)_c=0.92, P(S)_c=0.38, E(\tau)_c=0.60(\text{개월})$$

위의 결과로부터 분배센터의 계획 서비스수준을 $R=95\%$ 로 설정하였으나 실제로 얻게되는 서비스수준의 기대값은 $E(R)_c=92\%$ 이다. 즉 조달기간의 변동에 따라 실제로 얻게되는 서비스수준은 계획 서비스수준보다 낮게 나타나고 있다.

<표 3.1>은 5가지 사례, 즉 분배센터와 이에 속한 (3, 4, 5, 6, 12)지점 시스템들의 자료와 서비스수준의 기대값 계산 결과들을 나타내고 있다. 예를 들어 사례 1은 세 지점의 계획 서비스수준은 모두 97%이었으나, 실제로 얻게되는 서비스수준의 기대값은 세 지점 모두 93%의 결과를 보이고 있다. 또한 사례 2의 경우 네 지점의 계획 서비스수준은 모두 96%이었으나, 서비스수준의 기대값은 네 지점 모두 88%로 나타나고 있다. 이처럼 실제 조달기간의 변동을 고려하는 경우 분배센터에서와 같이 각 지점의 계획 서비스수준과 실제로 얻게되는 서비스수준은 조달기간의 변동에 따라 차이를 보인다. 참고로 많은 자료들을 분석한 결과 각 지점의 수요발생 확률 p_i 는 서비스수준의 변화에 큰 영향은 없는 것으로 나타나고 있다. 따라서 수요나 조달기간은 시스템 내부에서 조정이 어려운 변수이므로 지점의 목표 서비스수준을 달성하기 위해 주문량을 늘리거나 분배센터의 계획 서비스수준 R 과 각 지점의 계획 서비스수준 r_i 를 상향 조정 해야 할 필요가 있다. 또한 주문량이 경제적인 관점과 공급자의 상황에 의해 결정된다고 할 때, 시스템 내부의 조정가능한 변수는 분배센터와 각 지점의 계획 서비스수준이다. 따라서 각 지점의 목표 서비스수준을 달성하기 하려면 시스템 전체의 총 비용 또는 총 재고수준이 최소가 되도록 하는 R 과 r_i 를 선택해야 할 것이다.

4. 결론

다단계로 이루어진 분배시스템의 실제 조달기간의 변화는 재고관리에 있어서 고려되어야 할 중요한 변수들 중 하나이다. 특히 분배센터에서의 재고관리는 고객을 직접 접하게 되는 모든

지점들의 재고수준 또는 서비스수준을 결정하는 중요한 역할을 한다. 재고관리의 궁극적인 목표를 시스템의 최적 재고수준 유지라 할 때, 결국 모든 지점들에서 목표로하는 서비스수준을 유지하기위해 분배센터의 최적 재고수준이 필연적이다. 본 논문은 실제 조달기간의 변동을 사용하여, 각 단계의 서비스 측정값들을 결정하는 모형 전개가 주된 내용이므로 전체 시스템의 최적 재고수준을 유지하기위한 계량적 분석방법은 제시하지 않았다. 하지만 이모형에서 보듯이, 최적 재고수준을 위해 조정 가능한 변수는 계획 서비스수준 또는 주문량이다. 수요의 변화와 조달기간의 변화는 시스템 내부에서 그 값들의 변화를 직접 조정 통제하기 어려운 변수들이다. 또한 주문량은 경제적인 방법으로 결정한다면, 이 시스템의 최적화는 계획 서비스수준을 합리적으로 선택함으로써 달성될 수 있으며, 이 계획 서비스수준의 최적 선택은 최소 비용이나 최소 재고량 등의 제약을 만족하는 방법으로써 결정될 것이다.

<표 3.1> 각 지점의 서비스수준의 기대값

시스템	i	(지점 i 의 자료)				$E(r)_i$
		p_i	r_i	$q_i(m)$	t_i	
1	1	0.30	0.97	2.0	0.8	0.93
	2	0.30	0.97	2.0	1.0	0.93
	3	0.40	0.97	2.0	1.2	0.93
2	1	0.10	0.96	0.8	1.0	0.88
	2	0.30	0.96	0.8	1.0	0.88
	3	0.50	0.96	0.8	1.0	0.88
	4	0.10	0.96	0.8	1.0	0.88
3	1	0.10	0.95	1.0	0.8	0.87
	2	0.20	0.95	1.0	1.0	0.88
	3	0.10	0.95	1.0	1.2	0.88
	4	0.40	0.95	1.0	1.4	0.89
	5	0.20	0.95	1.0	1.6	0.89
4	1	0.10	0.95	2.0	1.2	0.91
	2	0.10	0.95	2.0	1.5	0.91
	3	0.10	0.95	2.0	2.5	0.92
	4	0.10	0.95	2.0	2.7	0.92
	5	0.30	0.95	2.0	3.0	0.92
	6	0.30	0.95	2.0	3.2	0.92
5	1	0.10	0.90	1.5	0.8	0.82
	2	0.10	0.90	1.5	1.0	0.83
	3	0.10	0.90	1.5	1.2	0.83
	4	0.10	0.90	1.5	1.4	0.84
	5	0.10	0.90	1.5	1.6	0.84
	6	0.05	0.90	1.5	1.8	0.84
	7	0.05	0.90	1.5	2.0	0.84
	8	0.05	0.90	1.5	2.2	0.85
	9	0.05	0.90	1.5	2.4	0.85
	10	0.10	0.90	1.5	2.6	0.85
	11	0.10	0.90	1.5	1.1	0.83
	12	0.10	0.90	1.5	1.3	0.83

참고문헌

- [1] Brown, R.G., *Smoothing, Forecasting, and Prediction of Discrete Time Series*, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall., 1962, pp. 370-372.
- [2] Brown, R.G., *Decision Rules for Inventory Management*, N.Y., Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1967.

- [3] Hadley, G. and Whitin, T. M., *Analysis of Inventory Systems*, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, Inc., 1963.
- [4] Muckstadt, John A. and Joseph L. Thomas, "Are Multi-Echelon Inventory Methods Worth Implementing in Systems with Low-Demand-Rate Items?", *Management Science*, vol. 26, No. 5, May, 1980, pp. 483-94.
- [5] Pinkus, Charles E., "Optimal Design of Multi-Product Multi-Echelon Inventory Systems", *Decision Sciences*, vol. 6, July, 1975, pp. 492-507.
- [6] Schwarz, L.B., "A Simple Continuous Review Deterministic One-Warehouse N-Retailer Inventory System," *Management Science*, Vol. 31(4), April, 1973, pp. 555-566.
- [7] Schwarz, L. B., Deuermeyer, B.L., and Bandinelli, R. D., "Fill-Rate Optimization in a One-Warehouse N-Identical Retailer Distribution System", *Management Science*, Vol. 31(4), April, 1985, pp.488-98.
- [8] Thomopoulos, N.T., *Applied Forecasting Methods*, Englewood Cliffs, N.J.,Prentice-Hall, Inc., 1980, pp.314-324.
- [9] 윤 승철, 재고관리 -방법과 응용-, 13장, 시공사, 1997.