

# 자본재 품목에 대한 다수 공급처 분배사슬의 부재고 정책

김영식<sup>1</sup> · 홍성조<sup>2</sup> · 최진영<sup>3</sup>

<sup>1</sup>두원공과대학 공업경영과 / <sup>2</sup>동국대학교 산업시스템공학부 / <sup>3</sup>경기대학교 첨단산업공학부

## Backorder Policy of Multi-Supply Centers Distribution Chain for Capital-Goods Product

Young-Sik Kim<sup>1</sup> · Sung-Jo Hong<sup>2</sup> · Jin-Yeong Choi<sup>3</sup>

In this paper, we suggest a new backorder policy for stockout which is occurred in each regional distribution centers of distribution chain for capital-goods product. In backorder process of backorder policy, minimize expected stockout through the balancing-division module, and has occurred stockout is backordering through the emergency supply from central distribution center and regional distribution center.

Simulation tests show that our backorder policy is on the decrease of backorder cost and improvement of customer service. Our backorder policy has two important benefit. First, customer service level is improved by realization of minimum stockout. Second, the backorder process by allowance of the same level supply is to decrease system operating cost.

### 1. 서론

기업들은 경영활동의 수행을 위해 원자재·구매품을 신속하고 안정적으로 조달하고, 생산 완료된 제품을 고객에게 저렴한 비용으로 신속하게 공급하기 위하여 공급사슬(supply chain)을 구축하고 있으며, 이의 효율적인 운영을 통한 고객서비스 제고 및 기업경쟁력 확보에 많은 노력을 기울이고 있다.

일반적으로 기업의 공급사슬경영에 있어서 생산된 제품을 고객에게 효율적으로 공급하기 위한 목적으로 설계·운영되는 분배사슬(distribution chain) 상의 분배센터들에서는 재고를 초과하는 수요의 변동, 수요대응에 불충분한 재고, 부정확한 수요예측 및 보관제품의 열화 등 여러 요인으로 인하여 부품, 완제품 및 예비품에서 부족이 발생하게 되는데, 이러한 부족은 자연스러운 일로서 보유재고에 대한 발주정책의 조정(Dave and Patel, 1981; Hu and Dong, 1995; Hu and Loulou, 1995) 또는 부재고 처리와 판매유실 처리간의 비용/효과 비교를 통해 부재고 또는 판매유실로서 처리된다(Heng and Labban and Linn, 1991). 그러나 기업의 운영 특성상 다음의 두 가지 경우에는 분배사슬의 운영에 있어서 발생하는 품절을 부재고로 처리하는 것이 바람직하다. 품절의 부재고 처리가 바람직한 첫 번째 경우는 고객의 수요를 완제품 재고가 아닌 확보된 처리능력으로

서 대응하여야 하는 일부 서비스산업의 경우로서, 물류자회사 형태로 운영되는 소화물운송업이 이에 해당된다. 두 번째 경우는 재고유지비용이 재고부족으로 인해 발생하는 비용보다 높은 자본재산업의 경우로서, 자본재 품목을 공급하는 기업의 분배사슬 운영에서는 발생하는 품절을 부재고로 처리하는 것이 바람직하다(Cetinkaya and Parlar, 1998).

일반적으로 이러한 분배사슬은 다음의 <그림 1>에서와 같이  $S$ 개의 공장창고(factory warehouse;  $FW$ )와 공장에서 생산한 전 제품이 공급을 위해 집적되는  $M$ 개의 중앙분배센터(central distribution center;  $CDC$ ) 및 각 중앙분배센터로부터 모든 제품을 공급받아 관할 지역의 고객수요를 전담하는 각  $K$ 개씩의 지역분배센터(regional distribution center;  $RDC$ )들로 구성되는 공급처와 최종 수요처인 고객(customer)으로 이루어지는 4수준 3단계의 다단계 분배구조로서 고려된다.

여기서, 고객은 공급되는 품목의 특성에 따라서, 소비자 품목을 공급받는 개인 및 도·소매점 수요자와 생산재 품목을 공급받는 기업 수요자로 구분된다.

자본재 품목의 부재고 처리에 관한 본 연구에서는 중앙분배센터  $CDC_i$  ( $i=1, \dots, M$ )과 이곳으로부터 공급받는 지역분배센터  $RDC_k$  ( $k=1, \dots, K$ ), 그리고  $RDC_k$ 로부터 자본재 품목을 공급받아 소비자 품목을 생산하는 기업고객을 고려 대상으로 한다.

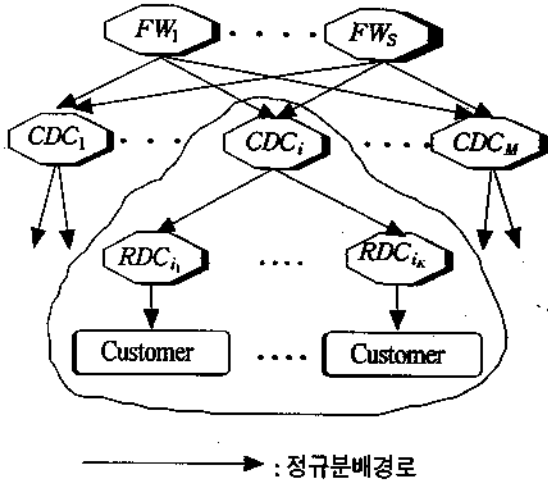


그림 1. 분배사슬의 정규분배경로

분배사슬의 운영에 관한 기존의 연구는 발생하는 품질의 처리방법에 따라서 품질 최소화를 목적으로 하는 연구(Federgruen and Tzur, 1994; Tempelmeier, 1993; Marmorstein and Zinn, 1993; Ernst and Powell, 1995; Roundy, 1990; Spieckermann and Vob, 1995)와 부분적 부재고를 고려하는 연구(Labban and Linn, 1991), 그리고 운영비용 최소화를 목적으로 하는 연구(Fleischmann, 1993; Chen and Zheng, 1993; Kalpakm and Sapna, 1995)로 대별할 수 있다. 품질 최소화에 관한 연구들은 공급주기(supply period) 동안에 발생하는 품질을 최소화시키기 위하여 공급주기를 복수의 구간으로 세분하고 각 구간에 공급량을 적절히 분할하여 공급함으로써 공급주기 동안 발생하는 품질을 최소화시킨다. 또한 부분적인 부재고 고려는 시스템의 운영에 많은 불확실성이 내재됨으로써 부족이 자연스러운 경우에는 모델을 단순화시킬 수 있다. 그러나, 이러한 품질 최소화 및 부분적 부재고 처리를 목적으로 한 연구들은 발생한 품질의 전부 또는 일부를 판매 유실로 처리함으로써, 본 연구에서 고려하고 있는 자본재 품목의 분배체계에는 적용할 수 없다.

일반적으로, 소비자 품목의 공급에서는 발생하는 품질을 판매 유실로 처리하는 것을 고려할 수 있지만, 소비자에게 공급되는 품목이 생산을 위한 설비의 부품 또는 제품 구성요소로 사용되는 자본재 품목인 경우에는 품질에 대해 부재고 처리를 고려하여야만 한다. 따라서 품질의 판매 유실 처리에 관한 기존의 연구 결과들은, 자본재 품목의 분배체계에서 발생하는 품질의 처리정책으로는 적용될 수 없으며, 본 연구에서 제시할 혼합부재고 처리 알고리즘과 같이 발생하는 품질을 최소비용으로 부재고 처리할 수 있는 방법에 관한 연구가 요구되어진다.

분배사슬의 운영에 관한 연구들 중 운영비용 최소화를 목적으로 하는 기존의 연구들은 분배센터에서 발생하는 품질을 부재고로 처리함으로써 지속적인 고객확보를 가능하게 한다. 그러나, 분배정책에 있어서 공급주기 초의 일회 전량 공급을 가정하고, 공급주기 동안에 발생한 지역분배센터의 품질을 중앙분배센터로부터의 긴급 공급을 통하여 처리하기 때문에 고객

수요에 대한 불확실성이 클 경우에는 지역분배센터의 품질 발생 빈도가 증가하게 되며, 이에 따라 부재고 처리비용이 증가되는 것이 문제점으로 지적될 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 자본재 품목 분배사슬에서 발생하는 지역분배센터의 품질을 보다 효과적으로 처리할 수 있는 부재고 정책을 제시한다. 부재고 정책에서는 우선 균형분배모형을 적용하여 지역분배센터에서 발생하는 품질을 최소화시키고, 발생한 최소한의 품질은 분배 네트워크 상에서 가용한 재고를 보유하고 있는 분배센터들 중 수송비용이 최저인 분배센터로부터의 긴급 공급을 통해 처리함으로써 부재고 처리비용을 효과적으로 절감시킨다.

## 2. 부재고 관리정책

부재고 관리정책은 자본재 품목 분배사슬의 지역 분배센터에서 공급주기 동안 발생하는 품질을 최소화하기 위한 균형분배모형과, 분배체계에서 발생한 품질을 상위수준 및 동일수준 분배센터로부터의 긴급공급을 통해 최소비용으로 처리하는 부재고 처리모형으로 구성된다.

### 2.1 균형분배 모형

균형분배 모형에서는 공급주기 말 자본재 품목 분배사슬의 지역분배센터에서 발생하는 품질을 최소화하기 위해 McGavran and Schwarz and Ward(1993)의 연구에서 효율적인 분배정책으로 제시되었던 50/25 분배정책을 적용한다. 즉, 공급주기  $I$ 를 동일한 2개의 구간  $I_1, I_2$ 로 분할하고, 첫 번째 구간인  $I_1$ 의 초기에 지역분배센터는 중앙분배센터로부터 공급주기 동안의 평균수요  $\mu$ 의 75%에 해당하는 양을 공급받는다. 그리고, 두 번째 구간  $I_2$ 에 나머지 25%의 양을 공급받게 된다.

공급주기 동안에 자본재 품목 분배체계의 품질을 최소화시키기 위한 균형분배 모형의 알고리즘은 다음과 같다.

지역분배센터는 50/25 분배정책에 따라  $I_1$ 의 초에  $A_1 (= 0.75\mu)$  양을 공급받아 구간  $I_1$ 의 수요에 대응하며, 발생하는 품질은 2.2절의 부재고 처리 모듈에 따라 부재고 처리한다. 구간  $I_1$ 의 종료 시점에서 구간  $I_1$  동안 발생한 부재고 처리비용을 계산한다. 구간  $I_1$  동안 발생한 부재고 처리비용을 계산하기 위해  $x'_{ii}(p)$ 를 구간  $I_t$  ( $t=1, 2$ ) 동안 품질품목  $p$ 의 부재고 처리를 위해  $CDC_i$ 로부터  $RDC_{ik}$ 로 공급되는 긴급공급량으로 정의하고,  $x'_{ii}(p)$ 를 동일한 중앙분배센터로부터 공급을 받는 지역분배센터간의 동일 수준 내 긴급 공급량으로서 정의한다. 따라서,  $d_{ii}$ 를  $CDC_i$ 와  $RDC_{ik}$ 간의 편도수송거리라 하면  $CDC_i$ 와  $RDC_{ik}$ 간의 품목  $p$ 에 대한 수송비용  $T_{ii}(p)$ 는 관급 공사의 수송비 산정 방법을 토대로 다음 식 (1)과 같이 계산할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 T_{ik}(p) &= 1/480(K_{ii} + L_p) \cdot C + U \\
 &= 1/480\{[(d_{ii}/V_{ii}) \cdot (1 + a_p) \\
 &\quad + d_{ii}/G_{ii}] \cdot 60 \cdot N + L_p\} \cdot C + U
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

여기서,  $Y_{ii}$ 는  $CDC_i$ 와  $RDC_{ii}$ 간의 주행소요시간 ( $= d_{ii}/V_{ii}$ ),  $L_p$ 는 품목  $p$ 의 총 적재 및 하역시간,  $V_{ii}$ 는  $CDC_i$ 와  $RDC_{ii}$ 간의 품목 적재운송 시 평균속도,  $G_{ii}$ 는  $CDC_i$ 와  $RDC_{ii}$ 간의 공차운행 시 평균속도,  $a_p$ 는 운송 시 평균속도와 적재품목  $p$ 의 유형에 따른 품목별 할인율이다.  $N$ 은 긴급공급 시 수송에 소요되는 차량대수 ( $= [\sum_p X'_{ii}(p)/\text{최대적재량}] + 1$ )로서,  $N$ 은  $N$ 을 넘지 않는 최대 정수  $[N]$ 을 사용한다. 표준 단위수송요금  $C$ 와 총 적재 및 하역요금  $U$ 는 일반 화물차운송사업법에서 정한 공시요금을 적용한다.  $ET'_{ii}(p)$ 는 구간  $I_1$  동안에 발생한  $CDC_i$ 로부터  $RDC_{ii}$ 로의 총 긴급수송비용으로서 구간  $I_1$  동안의 총 긴급공급횟수를  $\sum_p X'_{ii}$ 라 할 때 다음식(2)와 같이 계산된다.

$$ET'_{ii}(p) = \sum_p X'_{ii}(p)
 \tag{2}$$

$ET'_{ii}(p)$ 는 품질품목  $p$ 에 대하여 구간  $I_1$  동안 품질이 발생하지 않은  $RDC_{ii}$ 와 품질이 발생한  $RDC_{ii}$ 간의 총 긴급수송비용으로서, 다음식(3)과 같이 계산된다.

$$ET'_{ii}(p) = \sum_p \sum_{i=1}^M X'_{ii}(p) \cdot T_{ii}(p)
 \tag{3}$$

따라서, 구간  $I_1$ 에서의 부재고 처리를 위하여 소요되는 총 긴급수송비용  $T'(p)$ 는 다음식(4)를 통해 구할 수 있다.

$$T'(p) = ET'_{ii}(p) + ET'_{ii}(p)
 \tag{4}$$

구간  $I_1$ 의 총 수송비용 계산이 완료되면 구간  $I_2$ 의 초기에 중앙 분배센터로부터  $A_2 (= 0.25\mu)$ 를 공급받아 각 지역분배센터의 품목별 재고 수준을 균형화 시킨다. 이때, 구간  $I_2$ 의 균형분배 과정은 다음과 같다.  $F_p(u)$ 를  $RDC_{ii}$ 에서 구간  $I_1$  동안 발생하는 품목  $p$ 의 수요에 대한 분포함수(iid.)라고 하면 구간  $I_1$  동안에 지역분배센터에서 부재고 처리되는 품목  $p$ 의 양  $BO(p)$ 는 다음 식(5)에 의해 구할 수 있다(McGavin and Schwarz and Ward, 1993).

$$BO(p) = \int_{A_1}^{\infty} [1 - F_p(u)] du
 \tag{5}$$

식(5)는 <그림 2>를 통해 다음과 같이 표현할 수 있다.  $u$ 를  $RDC_{ii}$ 의 수요로 정의되는 임의변수라 할 때,  $A_1 \leq u < \infty$ 에 대한  $1 - F_p(A_1)$ 의 영역은 구간  $I_1$  동안  $RDC_{ii}$ 에서 발생하는 품질로서,  $RDC_{ii}$  및  $RDC_{ii}$ 에 대한 공급을 담당하는  $CDC_i$

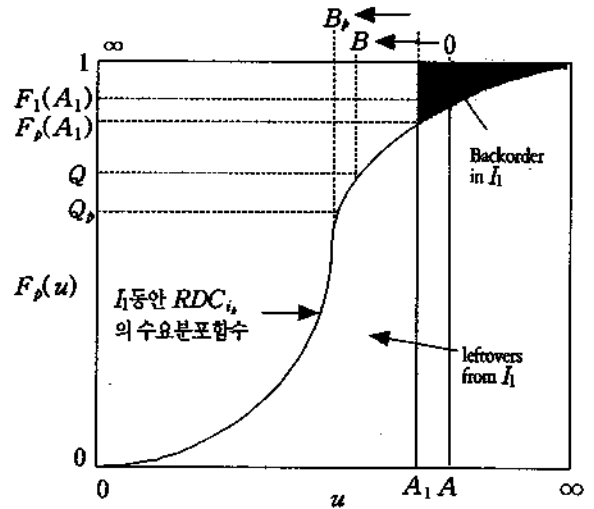


그림 2. 구간  $I_2$ 의 초,  $A_2$  분배 후 지역 분배센터의 보유재고 균형.

의 보유재고를 통해 부재고 처리된다.

<그림 2>를 통해 구간  $I_1$  동안 발생한 품질에 대하여 판매유실로 처리를 한 경우(McGavin and Schwarz and Ward, 1993)와 부재고 처리를 한 경우의 구간  $I_2$ 의 초 균형분배 후 재고수준 차이를 설명할 수 있다.  $F_1(A_1)$ 은 구간  $I_1$  동안 발생한 품질을 판매유실로 처리하는 경우, 구간  $I_1$  말에 잔여재고를 갖는  $RDC_{ii}$ 의 비율로서 구간  $I_1$  동안의 부재고 처리로 인해  $F_p(A_1)$ 으로 감소되며,  $(1 - Q)$ 는 구간  $I_2$ 의  $A_2$  분배에 있어서 재고를 수령하게 되는  $RDC_{ii}$ 의 비율로서 품질에 대한 부재고 처리를 통해  $(1 - Q_p)$ 로 변화된다. 구간  $I_2$ 의 초  $CDC_i$ 로부터 공급된  $A_2$ 를  $RDC_{ii}$ 에 균형분배한다. 균형분배는 가장 낮은 재고수준을 나타내는  $RDC_{ii}$ 에 가장 많은 양을 공급하는 형태로 모든  $RDC_{ii}$ 의 재고수준이 균형될 수 있도록 분배하는 것을 의미한다. <그림 2>를 보면, 구간  $I_1$  동안  $RDC_{ii}$ 에서 발생한 품질을 부재고 처리함으로써 구간  $I_2$ 의 초 품목  $p$ 에 대한  $RDC_{ii}$ 의 평균재고수준이 품질을 판매유실로 처리하는 경우의 평균재고수준인  $B$ 보다 낮은  $B_1$ 로 균형화 됨을 알 수 있다. 또한,  $F_1(A_1)$ 은 구간  $I_1$ 의 말에 품목  $p$ 의 잔여재고를 갖는  $RDC_{ii}$ 의 부분이며,  $Q$ 는 구간  $I_2$ 의 초  $A_2$ 의 분배에 있어서 재고를 수령하지 않는 부분으로서 품질을 부재고 처리함으로써,  $F_1(A_1)$ 은  $F_p(A_1)$ 으로  $Q$ 는  $Q_0$ 로 변화된다. 따라서, 구간  $I_2$ 의 초  $A_2$ 의 균형분배 후  $RDC_{ii}$ 의 재고수준  $B_1$ 는 다음식(6)을 통해 구할 수 있다.

$$B_1 = \frac{(A - A_1) + \int_{Q_0}^{F_p(A_1)} [A_1 - D_p(y)] dy}{1 - Q_p}
 \tag{6}$$

여기서,  $D_p(\cdot)$ 는 수요분포함수  $F_p(z)$ 의 역함수이다.

각  $RDC_i$ 는 구간  $I_2$ 의 초 균형된 재고수준  $B_i$ 로서 구간  $I_2$ 의 수요에 대응하고,  $I_2$  동안에 발생한 품질은 구간  $I_1$ 에서와 같이 부재고 처리 모듈을 통해 부재고로 처리하며, 구간  $I_2$ 의 종료 시점이 되면 구간  $I_2$ 에서 발생한 품질을 부재고로 처리하는 데 소요된 총 긴급수송비용은 식 (2)를 이용하여 계산하고, 식 (4)를 이용하여  $I$  동안 부재고 처리로 인한 총 긴급수송비용을 구한다.

2.2 부재고 처리 모듈

부재고 처리 모듈은 두 개로 분할된 각 공급주기  $I_1, I_2$ 에서 발생하는 품질을 부재고 처리하는 과정으로서, 다음과 같은 부재고 처리 모듈의 알고리즘에 따라 자본재 품목 분배체계의  $RDC_i$ 에서 발생하는 품질을  $CDC_i$  및  $RDC_i$ 로부터의 긴급공급을 통하여 부재고 처리한다.

부재고 처리를 위해서는 우선,  $CDC_i$ 로부터 공급을 받는  $RDC_i$  중 품질품목  $p$ 의 재고량  $[r_i(p)]$ 이 품질시점에서의 평균재고량  $[v_i(p)]$  이상인  $RDC_i$ 를 탐색하고,  $r_i(p) > v_i(p)$ 인  $RDC_i$  중 품질품목  $p$ 의 부재고 처리가 가능한 만큼의 가용재고를 보유하고 있는  $RDC_i$ 를 탐색한다. 만일,  $RDC_i$ 에 대한 가용 재고의 탐색결과가  $r_i(p) \leq v_i(p)$ 이면  $CDC_i$ 로부터의 긴급공급을 통해 품질을 부재고 처리한다.

$RDC_i$ 의 공급 가능성 판단은  $RDC_i$ 의 품질 발생 시점에서  $RDC_i$ 의 초과 보유재고량  $S_i(p)$ 와 품질품목  $p$ 의 품질량  $a_i(p)$ 의 비교를 통해 이루어지는데,  $S_i(p) > a_i(p)$ 이면  $RDC_i$ 로부터 긴급 공급을 받고,  $S_i(p) \leq a_i(p)$ 이면  $CDC_i$ 로부터 긴급 공급을 받는다.

3. 수치분석

본 연구에서 제시한 자본재 품목 분배사슬의 부재고 정책에 대하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 수치분석을 실시하였다. 분석에 사용된 분배시스템은 자본재 품목인 압전식 부품공급기를 생산하는 H사가 190A 모델(12.3kg/개)의 효율적 공급을 위해 설치·운영하고 있는 시스템으로서 1개의 중앙분배센터(안산-CDC)와 5개의 지역분배센터(시화공단-RDC1, 화성-RDC2, 안양-CDC3, 대구-CDC4, 부산-CDC5)로 구성된 분배시스템이다. 중앙분배센터로부터 지역분배센터로의 공급주기는 1개월이며, 공급량은 2,000개/월로서 50/25 공급정책에 따라 공급된다. 수송차량의 만적 수송능력은 1,000 kg/회이다. 각 분배센터간의 수송비용은 정규공급 및 출발지-도착지간의 수송거리가 200km 이하인 긴급공급의 경우에는 관급 공사의 수송요금 산

표 1. 각 분배센터간 거리 (단위: km)

	CDC	RDC1	RDC2	RDC3	RDC4	RDC5
CDC	0	3	45	32	270	480
RDC1	3	0	47	46	272	478
RDC2	45	47	0	35	240	440
RDC3	32	46	35	0	260	450
RDC4	270	272	240	260	0	110
RDC5	280	478	440	450	110	0

표 2. 분배센터간 운송비용 (단위: 천원)

	CDC	RDC1	RDC2	RDC3	RDC4	RDC5
CDC	0	12.72	25.36	18.03	186.39	193.30
RDC1	12.72	0	26.48	25.92	189.46	329.98
RDC2	25.36	26.48	0	19.72	165.68	303.75
RDC3	18.03	25.92	19.72	0	179.49	310.66
RDC4	186.39	189.46	165.68	179.49	0	75.94
RDC5	193.30	329.98	303.75	310.66	75.94	0

정체계가 적용되고, 수송거리가 200km 이상인 긴급 공급인 경우에는 화물택배 요금체계가 적용된다.

각 지역분배센터의 공급주기 동안의 수요는 McGavin and Schwarz and Ward (1993)의 연구에서와 같이 DATAPAC의 GAMRAN module에 따라 발생하며, 지역분배센터에서 발생하는 품질은 부재고로 처리된다. 각 분배센터간의 거리는 <표 1>과 같고, 단위당 수송비용은 <표 2>와 같다.

<그림 3>은 공급주기 초에 전량을 공급하고 상위수준으로부터의 긴급 공급을 통해서 품질을 처리하는 전량분배정책(ship-all)과 50/25 할당정책에 따른 균형분배 후 부재고 처리를 위해 상위수준 분배센터로부터의 긴급공급만을 허용하는 정책(DBCDC) 그리고 본 연구에서 제시한 혼합부재고 처리정책(DBMIX) 간의 부재고 처리비용을 비교한 것이다.

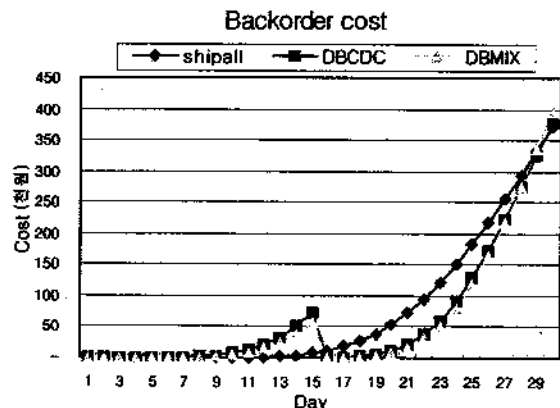


그림 3. 부재고 정책간의 비용 비교.

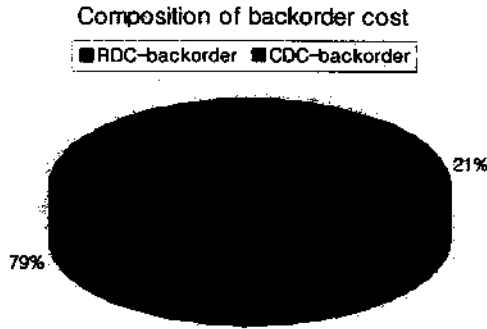


그림 4. 혼합 부재고 방식의 부재고 처리 비율.

모의실험의 분석결과 본 연구에서 제시한 혼합 부재고 처리 알고리즘을 적용한 분배정책은 ship-all 정책 대비 부재고 처리 비용을 21% 절감시킨다. 또한 DBCDC 정책과 비교할 때 민도 면에서 8.9%의 품질증가를 보이지만 부재고 처리비용은 4% 절감시키는 것으로 나타났다.

<그림 4>는 본 연구에서 제시한 혼합 부재고 방식을 적용하여 지역분배센터의 품질을 처리하는 과정에서 나타난 상위 수준 분배센터와 동일수준 분배센터간의 부재고 처리비율로서, 동일수준 긴급공급을 통한 21%의 긴급 부재고 처리는 요구되는 품목에서 효용성이 증대된다.

#### 4. 토의 및 결론

그간 공급사슬경영의 효율화를 위한 많은 연구가 수행되어 왔다. 그러나 기존의 공급사슬경영과 관련된 연구들은 생산자인 기업이 원자재 공급자들로부터 어떻게 하면 효과적으로 원자재와 구매품을 조달할 수 있는가에 대해서는 많은 연구가 이루어진 반면, 제품의 분배사슬에 관해서는 아직까지 초등 연구단계에 머물러 있는 실정으로, 공급사슬경영 전반의 효율성 제고를 위해서 향후 많은 연구가 이루어져야 하겠다.

본 연구에서 제시한 부재고 정책은 공급사슬경영의 한 부분인 분배사슬의 효율적 운영을 위한 것으로서, 품목의 특성상 최소의 보유재고로서 고객의 수요에 대응하며, 발생하는 품질에 대해서 부재고 처리가 요구되는 자본재 품목의 분배사슬에 효과적으로 적용할 수 있는 부재고 정책이다. 본 연구의 3절에서는 제시한 부재고 정책의 유효성 입증을 위한 간단한 모의 실험을 실시하였다. 모의실험 결과 본 연구에서 제시한 부재고 정책은 분배사슬의 운영에서 발생하는 품질에 대하여 정규 공급라인을 통해서만 부재고 처리를 하여온 기업의 부재고 처리비용을 효과적으로 절감시키는 것으로 나타났다.

본 연구에서 제시한 부재고 정책에 대한 실제적인 적용성을 높이기 위해서는 모든 지역분배센터에 대한 동일수요발생 가정이 상이한 수요율을 갖는 경우로서 고려되어야 하며, 이와 더불어 균형분배 모듈에서 적용하였던 재고분배 방법인 50/25 할당정책이 우리 나라 기업현실에 적합한가에 대한 보다 심도 깊은 연구가 수행되어야 하겠다. 따라서 향후의 이어지는 연구에서는 국내의 분배사슬 운영에 보다 간편하고 효율적으로 적용할 수 있는 부재고 정책 제안을 위하여 상이한 수요율을 갖는 RDC와 재고분배정책이 고려되는 연구를 수행하고자 한다.

#### 참고문헌

Cetinkaya, S. and Parlar, M. (1998), Nonlinear Programming Analysis to Estimate Implicit Inventory Backorder Costs, *Journal of Optimization Theory & Applications*, 97(1), 71-98.

Chen, F. and Zheng, Y. S. (1993), Inventory models with general backorder costs, *European Journal of Operational Research*, 65, 175-186.

Dave, U. and Patel, L. K. (1981), (T, S<sub>2</sub>) Policy inventory model for deteriorating items with time proportional demand, *Journal of the Operational Research Society*, 32, 137-142.

Ernst, R. and Powell, S. G. (1995), Optimal inventory policies under service-sensitive demand, *European Journal of Operational Research*, 87, 316-327.

Federgruen, A. and Tzur, M. (1994), The Joint Replenishment Problem with Time-Varying Costs and Demands: Efficient, Asymptotic and  $\epsilon$ -Optimal Solutions, *Operation Research*, 42(6), 1067-1086.

Fleischmann, B. (1993), Designing distribution systems with transport economies of scale, *European Journal of Operational Research*, 70, 31-42.

Heng, K., Labban, J. and Linn, R. (1991), An Order level for deteriorating items with partial backordering, *Computers in Industrial Engineering*, 20, 187-197.

Hu, J. Q. and Dong, X. (1995), Optimal control for systems with deterministic production cycles, *IEEE Transactions on Automatic Control*, 40, 782-787.

Hu, J. Q. and Loulou, R. (1995), Multi-product production/inventory control under random demands, *IEEE Transactions on Automatic Control*, 40, 350-355.

Kalpakm, S. and Sapna, K. P. (1995), A two reorder level inventory system with renewal demands, *European Journal of Operational Research*, 84, 402-415.

Lee, H. L. and Billington, C. (1992), Managing supply chain inventory: Pitfalls and opportunities, *Sloan Management Review*, Spring, 63-73.

Marmorstein, H. and Zinn, W. (1993), A conditional effect of auto-correlated demand on safety stock determination, *European Journal of Operational Research*, 68, 139-132.

McGavin, E. J., Schwarz, L. B. and Ward, J. E. (1993), Two-interval Inventory-allocation Policies in a One-warehouse N-identical-retailer Distribution System, *Management Science*, 39(9), 1092-1107.

Roundy, R. O. (1990), Computing nested reorder intervals for multi-item distribution system, *Operations Research*, 38(1), January, 37-52.

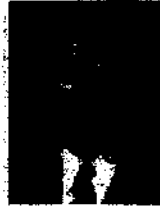
Spieckermann, S. (1995), A case study in empty railcar distribution, *European Journal of Operational Research*, 87, 586-598.

Tempelmeier, H. (1993), Safety stock allocation in a two-echelon distribution system, *European Journal of Operational Research*, 63, 96-117.



**김영식**

경기대학교 산업공학과 학사  
동국대학교 산업공학과 석사  
동국대학교 산업공학과 박사수료  
현재: 두원공과대학 공업경영과 전임강사  
관심분야: 공급망 설계 및 운영, 경제성 공학,  
Multi-Echelon Distribution System



**최진영**

한양대 공업경영학과 학사  
한양대 공업경영학과 석사  
한양대 산업공학과 박사  
현재: 경기대학교 산업공학과 교수  
관심분야: 생산공학, 자재/재고 시스템, 공급망  
설계 및 운영



**홍성조**

동국대 산업공학과 학사  
동국대 산업공학과 석사  
Univ. of Tsukuba 박사  
현재: 동국대학교 산업공학과 조교수  
관심분야: OR(대기행렬 및 그 응용), 시스템  
최적화론, Business Logistics Application