Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering
Vol. 25, No. 1, pp.42-48, February 2002.

JIT 구매 하에서 다품목의 조달정책에 관한 연구†

김대홍 · 김용철

한성대학교 산업시스템공학부

An Integrated Inventory Model for Multi-Item in Just-In-Time Purchasing

Dae Hong Kim · Yong Chul Kim

Dept. of Industrial & System Engineering

This paper addresses the necessity of integration between buyer and suppliers for effective implementation of Just-In-Time purchasing in a multi-item environment. An integrated inventory model of facilitating multiple shipments in small lots is developed. Also, an iterative solution procedure is developed to simultaneously find the order(contract) interval for each item and number of shipments between buyer and suppliers. We show by example that when the integrated policy is adopted by both buyer and suppliers in a cooperative manner, both parties can benefit.

Keywords: JIT구매, 조달정책, 발견적 해법

1. 서론

국제경제환경 하에서 경쟁력을 갖추기 위하여 상당수의 제조업에서는 생산혁신방법중의 하나인 JIT(Just-In-Time) 생산방식을 도입하는 기업들이 늘어나고 있으며 자동차 제조업계를 중심으로 전자, 기계 등 일본과의 직간접적 경쟁관계에 직면하여 있는 기업에서의 도입 움직임이 더욱 활발한 실정이다. 특히 JIT 생산방식의 핵심요소중의 하나인 수요업체와 공급업체의 협력관계가 국내 제조업체간에 많은 관심의 대상이 되고 있는데 이는 완제품 생산을 위하여 상당수의 부품을 부품공급업체로부터 구매하게 되며 이로 인하여 수요업체의 생산성 및 제품의 품질이 상당부분 구매업체에 의하여 결정되기 때문인 것으로 판단된다. JIT생산방식의 성공적인 정착을 위하여 외부 JIT라 할 수 있는 JIT 구매방식의 도입이 필수적이며 이는 수요업체 뿐만 아니라 공급업체들의 노력과 협조가 필요한 사항이다. JIT 구매의 성공적 도입은 자재구매제도의 변화(필요한 시점에 꼭 필요한 양의 부품을 필요한 장소에 제공)를 유발할 뿐만 아니라 자재재고수준, 생산성, 원가 및 제품품질에 상당한 영향을 미친다[1,4].

이러한 JIT의 철학은 일본 제조업의 수많은 성공을 이끌어 내고, 더욱이 생산 및 재고관리의 연구에 많은 발전을 이루게 하였다. JIT 생산체계에서 구매는 회사의 운영을 성공적으로 이끌기 위해 매우 필요하다. 구매자는 필요한 시간에 필요한 양만큼 좋은 품질의 품목을 배송 할 수 있는 신뢰할 수 있는 공급자를 필요로 하며 이 공급업자와 장기적인 계약관계를 구축하게 된다. 그러나 과거의 전통적인 구매환경에서는 양 집단이 서로 적대적인 관계인 경우가 많으며, 한 집단의 이익을 최대

† 본 연구는 한성대학교 교내특별연구비 지원으로 수행되었음.

화하려는 재고정책이나 협상이 다른 집단에게는 더 많은 비용이나 손실을 가져다주는 경우가 자주 발생한다. JIT구매 환경 하에서는 이 두 집단을 하나의 공급사슬로 묶어 주문량을 다빈도 소량으로 납품하게 되며 공급사슬 전체의 이익을 위해 서로 효과적인 협상을 해야 한다. 이러한 시스템이 구축되면 장기적으로 공급사슬 전체의 이익이 증가하게 되며 양 집단에게 동시에 이익을 가져오게 된다[5].

JIT구매 하에서의 구매자-공급업자의 조달정책에 관한 연구는 몇몇 문헌[2,3,5,8]에서 이미 다루어졌다. Pan & Rao [6]는 전통적 EOQ(Economic Order Quantity)를 수정하여 JIT구매 하에서 발주량을 목분할하여 납품하는 경우에 총비용에 미치는 효과를 처음으로 분석하였다. 그러나 그들의 연구에서는 다빈도 납품하는 경우의 고정 운송비를 고려하지 않았으며, Ramasesh [7]는 앞의 연구를 확장하여 총발주비용을 순수 발주비용부분과 소롯트로 분할하여 납품하는데 드는 운송비로 나누어 고려하였으나 구매자에게서 발생하는 총비용만을 고려하였고, 공급업자에게서 발생하는 비용은 고려하지 못하였다. Goyal[2]은 제품의 수요가 알려져 있고 일정한 상황에서 구매자와 공급업체의 통합 총비용을 최소화하는 발주량을 찾을 수 있는 해법을 제시하였으며, Miller & Kelle[5] 및 Ha & Kim[3]는 단일품목의 경우 JIT구매하에서 단일구매자-단일공급자의 통합재고모형을 제시하였고 운송비를 통합모형에서 고려하였다.

본 연구에서는 단일품목인 경우의 JIT 구매에 관한 앞의 연구들을 확장하여 목분할정책(lot-splitting policy) 하에서 다품목을 고려한 각 품목별 발주주기 및 각 품목별 공통운송횟수를 결정하는 통합 모형(integrated model)을 제시하고자 한다. 일반적으로 구매자와 공급업체 간에 다품목을 거래하는 경우에 발주간격을 조절함으로써 일부 품목의 공동발주 및 공동운송이 가능하게 되며 전체적으로 발주비용이나 운송비를 공유하여 절감하게 된다. 따라서 본 연구에서는 구매자와 공급업자에서 발생하는 발주비용, 재고유지비용, 생산준비비용 및 운송비용을 모두 고려한 총비용을 구하고, 총비용을 최소화하는 발견적 해법(heuristic)을 제시하려고 한다. 또한 예제를 통하여 통합된 조달정책이 구매자와 공급자 모두에 의해 협력적인 방법으로 적용될 때 양 집단 모두에게 이익이 될 수 있다는 것을 보였다.

2. 모형

구매 측면에서 다품목을 묶어서 공동발주를 시행하는 것은 고정발주비용과 운송비용을 통합시키는 것이므로 각 품목당 목 크기를 감소시킨다. 구매자와 공급업자간에 목 크기를 결정하는 방법은 세 가지 경우가 있다. 첫째, 각 품목을 각각 독립적으로 발주하는 경우이다. 이러한 방법은 전혀 품목간에 발주를 통합시키지 않는 경우이며 결과적으로 발주비용이 가장 많이 발생한다. 둘째, 모든 품목을 합쳐서 동시에 발주하는 경우이다. 모든 품목을 매 주문마다 통합을 시키기 때문에 첫 번째 방법보다는 비용이 더 낮다. 그러나 이러한 방법은 수요가 큰 품목이든 작은 품목이든, 혹은 단위기간 당 재고유지비용이 큰 품목이든 작은 품목이든 모두 통합을 시키기 때문에 실제로 발주빈도가 적을 수 있는 품목에도 개별발주비용이 부과된다. 마지막으로 통합해서 발주하되 매 발주에 모든 품목이 포함되는 것이 아니라 각 품목들을 고려해서 선택적으로 통합 발주하는 경우이다. 실제로 각 품목들의 연간수요나 생산율이 각기 다르기 때문에 발주빈도가 많은 제품은 매 발주주기마다 발주하고 적은 제품은 두 번, 혹은 세 번의 발주주기마다 발주하는 경우가 더 현실적이다. 본 논문에서는 이 세 가지 모형에 대하여 살펴보고 동일한 예제를 적용하여 비교해 보았다.

2.1 기호정의 및 가정

본 연구에서는 JIT 구매 하에서 단일품목의 구매자-공급업자의 통합모형[3,5]을 확장하여 구매자와 공급업자간에 다품목을 발주하는 경우에 품목별 발주주기 및 목 분할 납품 횟수를 결정하는 통합재고모형을 유도하려고 한다. 여기서 고려되는 비용으로는 구매자의 발주비용, 공급업자의 생산준비비용, 양측에서 발생하는 재고유지비용 및 목 분할로 운송하는 데 소요되는 운송비용 등이다. 먼저 품목별 발주주기가 동일한 경우, 즉 모든 품목이 공통발주주기 T마다 함께 발주되는 경우를 살펴보고 더 나아가 현실적으로 각 품목별로 발주주기를 달리할 수 있으며 공통발주주기(T)의 정수 배의 시점에 주문이 가능하도록 발주주기를 정할 수 있도록 하였다. 공급업자는 주문이 들어오면 생산준비비용을 들여서 생산을 하고 JIT 구매 하에서 소롯트(small-lot) 납품을 위하여 발주량을 N번에 나누어서 목 분할 납품을 하게 되며 여러 품목간에 운송수단을 공유하여 한 번 운송하는데 일정한 공통운송비용(Z)이 발생하게 된다.

기호정의

D_i : 품목 i 의 연간수요,

P_i : 품목 i 의 연간생산율, $(P_i > D_i)$

s_i : 품목 i 의 공급업자의 생산준비비용,

A : 통합주문의 공통발주비용,

a_i : 품목 i 의 개별품목 발주비용,

H_{Bi} : 품목 i 의 구매자 재고유지비용,

H_{Si} : 품목 i 의 공급업자 재고유지비용,

Q_i : 품목 i 의 발주량,

T : 공통 발주주기,

Z : 운송 건당 운송비용,

N : 공통 발주주기 T기간동안의 공통 운송횟수

기본 가정은 전통적인 경제적 발주량 (EOQ) 모형처럼 다음의 상황에 기반을 두고 있다.

(1) 각 품목의 수요는 일정하고 확정적이다.

(2) 선행기간이 일정하고 알려져 있다.

(3) 각 품목의 주문 당 발주비용과 단위당 재고유지비용은 고정되어 있다.

(4) 품절을 허용하지 않는다.

2.2 단일품목의 정량발주 모형

Miller and Kelle[5]의 단일품목일 경우의 총비용(jointed total relevant cost)을 계산하는 모형 $JTRC(Q,N)$은 다음과 같다.

$$JTRC(Q,N) = a\frac{D}{Q} + H_B\frac{Q}{2N} + Z\frac{ND}{Q} + s\frac{D}{Q} + H_S\frac{Q}{2}\left(1-\frac{D}{P}-\frac{1}{N}+\frac{2D}{NP}\right)$$

위의 총비용을 최소화하는 Q와 N을 구하기 위해 각각에 대하여 편미분을 하고 0으로 놓아 정리하면 다음과 같이 최적발주량과 운송횟수 Q^*와 N^*을 구할 수 있다.[5]

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DP(a+s)}{H_S(P-D)}}$$

$$N^* = \sqrt{\frac{(a+s)\{(H_B-H_S)P+2DH_S\}}{ZH_S(P-D)}}$$

2.3 다품목 정기발주 모형

위의 모형을 다품목인 경우로 확장하기 위하여 발주간격 = 발주량/연간수요($T=Q/D$)이라는 관계를 이용할 수 있다. T는 공통 발주주기로서 품목이 공통적으로 기간 T마다 발주됨을 의미한다. 그러나 실제적으로는 품목별 발주주기가 상이할 수 있으므로 각 품목별 발주주기는 T의 배수인 m_iT가 된다. 총 발주비용은 통합주문의 공통발주비용과 개별 품목당 발주비용의 합이 되어 $[A+\sum(a_i/m_i)]/T$ 이 되며, 생산준비비용 또한 마찬가지로 $\sum(s_i/m_i)/T$이 된다. 구매자와 공급업자의 각 품목별 재고유지비용을 고려하면 다음과 같이 다품목의 경우로 확장된다.

$$JTRC(T,\overline{\boldsymbol{m}},N) = \frac{A+\sum a_i/m_i}{T} + \frac{\sum H_{Bi}m_iTD_i}{2N} + \frac{ZN}{T} + \frac{\sum s_i/m_i}{T} + \frac{1}{2}\sum H_{Si}m_iTD_i\left(1-\frac{D_i}{P_i}-\frac{1}{N}+\frac{2D_i}{NP_i}\right) \quad (1)$$

여기서 m_i 는 정수로서, 공통발주주기(T)의 배수이다. 즉 다품목의 상황에서 품목별로 발주주기를 달리할 수 있으며 품목 i 는 매 m_i 번째에 발주된다는 것이다. 예를 들어, $m_2=3$ 이면 2번째 품목은 3T기간마다 발주가 된다는 것이며 $m_2=1$ 이면 매 T기간마다 발주한다는 의미이다. 총비용인 식(1)을 최소화하는 T을 구하기 위해

$\partial JTRC(T,\overline{\boldsymbol{m}},N)/\partial T=0$ 두면 특정 $\overline{\boldsymbol{m}}$ 및 N에 대한 최적 T를 구할 수 있다. 즉,

$$-\frac{1}{T^2}\left\{A+ZN+\sum\frac{a_i+s_i}{m_i}\right\} + \frac{1}{2}\sum\left\{\frac{H_{Bi}m_iD_i}{N}+\frac{H_{Si}m_iD_i}{N}\left(N-\frac{ND_i}{P_i}-1+\frac{2D_i}{P_i}\right)\right\}=0$$

또는

$$T^*(\overline{\boldsymbol{m}},N) = \sqrt{\frac{2\{A+ZN+\sum(a_i+s_i)/m_i\}}{\sum\left\{\frac{H_{Bi}m_iD_i}{N}+\frac{H_{Si}m_iD_i}{N}\left(N-\frac{ND_i}{P_i}-1+\frac{2D_i}{P_i}\right)\right\}}} \quad (2)$$

이 된다. 식을 간략화하기 위하여

$$I_i = \frac{H_{Bi}D_i}{N} + \frac{H_{Si}D_i}{N}\left(N - \frac{ND_i}{P_i} - 1 + \frac{2D_i}{P_i}\right)$$

이라고 두고 식(2)를 식(1)에 대입하면 총비용은 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$JTRC(\overline{\boldsymbol{m}}, N) = \sqrt{2\left(A + ZN + \sum \frac{a_i + s_i}{m_i}\right)\sum m_i I_i} \tag{3}$$

식(3)을 최소화하는 $\overline{\boldsymbol{m}}$ 과 N을 구하는 것은 다음의 수식을 최소화하는 $\overline{\boldsymbol{m}}$ 과 N을 구하는 것과 동일하다.

$$F(\overline{\boldsymbol{m}}, N) = \left(A + ZN + \sum \frac{a_i + s_i}{m_i}\right)\sum m_i I_i \tag{4}$$

식(4)를 최소화하는 것은 다음의 이유로 어려운 문제(비선형정수계획법)이다: (1) m_i 간에는 서로 상호 작용이 있다. 즉, m_i값이 다른 m_j값에 영향을 준다. (2) m_i값은 정수이어야 한다. 따라서 실용적으로 쉽게 해를 찾는 발견적 해법(heuristic)으로 $\overline{\boldsymbol{m}}$의 정수제약을 무시하고 식(4)를 최소화하는 $\overline{\boldsymbol{m}}$를 구하기 위해 다음과 같이 식(4)를 편미분 하면

$$\frac{\partial F(\overline{\boldsymbol{m}}, N)}{\partial m_j} = -\frac{a_j + s_j}{m_j^2}\sum m_i I_i + \left(A + ZN + \sum \frac{a_i + s_i}{m_i}\right) I_j = 0$$

또는

$$m_j^2 = \frac{(a_j + s_j)}{I_j}\,\frac{\sum m_i I_i}{A + ZN + \sum \frac{a_i + s_i}{m_i}} \tag{5}$$

로 정리가 가능하다.

$$[C(N)]^2 = \frac{\sum m_i I_i}{A + ZN + \sum \frac{a_i + s_i}{m_i}} \tag{6}$$

으로 두면, $j \neq k$에 대하여 다음과 같은 식을 구할 수 있다.

$$m_k^2 = \frac{(a_k + s_k)}{I_k}\,.[C(N)]^2 \tag{7}$$

만일 품목 j 에 대해서

$$\frac{(a_j + s_j)}{I_j} < \frac{(a_k + s_k)}{I_k}$$

이면 m_j(실수해)는 m_k(실수해)보다 작을 것이다. 따라서 각 품목의 $(a_j + s_j)/I_j$값을 계산하여 그 중에서 가장 작은 값을 가지는 품목의 m_j값은 가장 작은 값을 가지며 정수라는 조건 때문에 m_j=1을 가지게 된다. 만약 품목 번호 1번이 $(a_j + s_j)/I_j$ 의 계산결과 값이 가장 작도록 순서가 정해졌다면 $m_1 = 1$이다. 식(5)와 식(6)에 의해서 m_j는

$$m_j = \sqrt{\frac{a_j + s_j}{I_j}}\,.C(N) \tag{8}$$

이 된다. 그러므로

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{n} m_i I_i &= I_1 + \sum_{i=2}^{n} C(N)\sqrt{\frac{a_i + s_i}{I_i}} \times I_i \\ &= I_1 + \sum_{i=2}^{n} C(N)\sqrt{(a_i + s_i) I_i} \end{aligned} \tag{9}$$

이 된다. 마찬가지로,

$$\sum_{i=1}^{n}\frac{a_i+s_i}{m_i} = (a_1+s_1)+\frac{1}{C(N)}\cdot\sum_{i=2}^{n}\sqrt{(a_i+s_i)I_i} \tag{10}$$

이므로 식(9)과 식(10)을 식 (6)에 대입하면

$$[C(N)]^2 = \frac{I_1 + \sum_{i=2}^{n} C(N)\sqrt{(a_i+s_i)I_i}}{A+ZN+(a_1+s_1)+\frac{1}{C(N)}\cdot\sum_{i=2}^{n}\sqrt{(a_i+s_i)I_i}}$$

을 얻게 된다. 이를 정리하면 아래와 같이 $C(N)$을 얻을 수 있다.

$$C(N) = \sqrt{\frac{I_1}{A+ZN+(a_1+s_1)}} \tag{11}$$

따라서 식(11)을 식(8)에 대입하여 정리하면

$$m_j = \sqrt{\frac{(a_j+s_j)}{I_j}\cdot\frac{I_1}{A+ZN+(a_1+s_1)}} \quad j=2,3,\ldots,n \tag{12}$$

을 얻게 된다. m_j는 1보다 같거나 큰 정수 값을 가져야 하므로, 1보다 작은 경우는 1이라고 두고 1보다 큰 경우는 반올림을 하여 값을 취한다.

3. 반복적 해법

총비용인 식(1)을 최소화하는 T, $\overline{m}$, N을 찾는 것은 비선형정수계획법으로 최적해를 구하는 것은 매우 어려운 문제이며, 따라서 본 연구에서는 실용적으로 쉽게 해를 찾을 수 있는 발견적 해법(heuristic)을 제시하는데 주안점을 두었으며 다음의 반복적 해법을 이용하여 해를 계산 할 수 있으며, 계산은 엑셀과 같은 스프레드쉬트에서 가능하다.

(1) 운송횟수의 초기치로 $N=1$을 가정한다.

(2) $(a_i+s_i)/I_i$를 구하고 가장 작은 값을 가지는 품목을 $m_1=1$로 한다.

(3) m_j, $j=2,3,\ldots n$ 을 식(12)를 이용하여 계산한 후 반올림으로 정수값을 구한다.

(4) 식 (2)를 이용하여 T값을 계산 후 $JTRC(T,\overline{m},N)$와 각 품목별 발주량, Q_i를 구한다.

(5) $JTRC(T,\overline{m},N) < JTRC(T,\overline{m},N+1)$ 이면 $JTRC(T,\overline{m},N)$이 최종해가 된다. 그렇지 않으면 $N=N+1$로 하여 단계 (2)에서 반복한다.

4. 수치 예

개발된 통합모형의 유용성을 보이기 위하여 Miller and Kelle[5]의 수치 예를 확장하여 4개의 품목에 대한 모수가 <표 1>과 같다고 하자.

<표 1>의 자료를 이용하여 반복적 해법에 의해 해를 구하면 공통운송횟수는 $N=12$가 나오며 나머지 결과 값은 <표 2>에 나타나 있다.

<표 1> 수치 예(단위 : $)

공통 발주비용 A = 25, 운송건당 운송비용 Z = 25

	품목1	품목2	품목3	품목4
연간수요율(D_i)	12,000	5,000	8,000	300
연간생산율(P_i)	48,000	20,000	32,000	1,200
공급업자의 1회 생산준비비용(s_i)	300	600	600	500
구매자의 1회 발주비용(a_i)	50	20	10	25
구매자 연간 재고유지비용(H_{Bi})	25	15	20	30
공급업자 연간 재고유지비용(H_{Si})	10	5	10	15

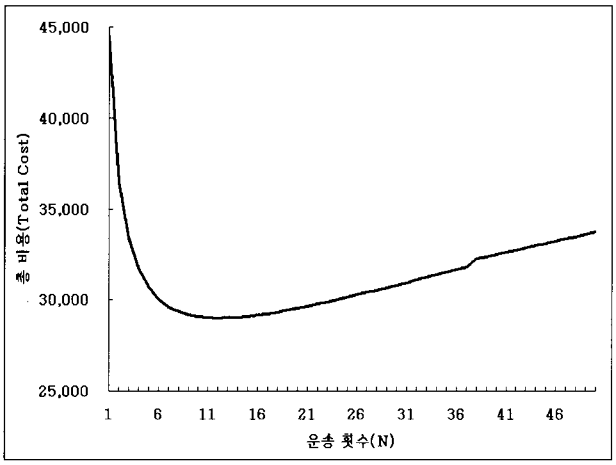
<표 2> 수치 예의 반복적 절차에 의한 최적해

	품목 1	품목 2	품목 3	품목 4
m_i	1	2	1	5
T	0.1172			
Q_i	1406	1172	937	176
$JTRC$	$ 29,014.72			

<표 3>은 수치 예의 반복적 절차에 의해 N에 따라 총비용 및 공통 발주주기 및 개별품목의 발주량의 변화를 나타낸 것이다. $N=1$일 때 품목 1이 다른 품목에 비하여 $(a_i+s_i)/I_i$의 값이 가장 적기 때문에 $m_1=1$로 두고 나머지 품목에 대하여 m_i를 각각 계산한다. 이런 절차를 통해 결과적으로 공통 발주주기 T기간동

<표 3> 수치 예의 반복적 절차에 의한
총 비용, 공통 발주주기, 품목별 발주량의 변화

N	m_1	m_2	m_3	m_4	$JTRC$	T	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
1	1	3	2	7	44524.82	0.0443	532	665	709	93
2	1	2	2	6	36490.79	0.0618	742	618	989	111
3	1	2	2	6	33363.50	0.0691	829	691	1105	124
4	1	2	1	6	31709.71	0.0935	1122	935	748	168
5	1	2	1	6	30712.26	0.0982	1178	982	785	177
6	1	2	1	5	30026.38	0.1032	1239	1032	826	155
7	1	2	1	5	29617.88	0.1064	1276	1064	851	160
8	1	2	1	5	29351.32	0.1090	1308	1090	872	164
9	1	2	1	5	29181.25	0.1114	1336	1114	891	167
10	1	2	1	5	29079.63	0.1135	1362	1135	908	170
11	1	2	1	5	29028.25	0.1154	1385	1154	923	173
12	**1**	**2**	**1**	**5**	**29014.72**	**0.1172**	**1406**	**1172**	**937**	**176**
13	1	2	1	5	29030.36	0.1188	1426	1188	951	178
14	1	2	1	4	29051.20	0.1223	1467	1223	978	147
15	1	2	1	4	29104.43	0.1238	1485	1238	990	149
16	1	2	1	4	29172.46	0.1252	1502	1252	1002	150
17	1	2	1	4	29252.57	0.1266	1519	1266	1013	152
18	1	2	1	4	29342.64	0.1279	1535	1279	1023	153
19	1	2	1	4	29440.96	0.1292	1550	1292	1033	155
20	1	2	1	4	29546.18	0.1304	1565	1304	1043	156



<그림 1> 운송 횟수별 총비용 변화곡선

<표 4> 품목별 개별발주 및 개별운송인 경우의
정량발주모형 적용 결과

	품목1	품목2	품목3	품목4	합계
T_i	0.0913	0.2622	0.1455	0.5700	
Q_i	1095	1311	1164	171	
N	6	9	7	7	
$JTRC_i$	11,684.67	6,686.62	11,179.15	2,508.63	**$ 32,059.07**

안의 공통 운송횟수가 $N = 12$일 때 총비용이 가장 적게 나오는 것을 알 수 있다. 그리고 이때의 공통 발주주기는 0.1172년, 약 6주가 되고 품목 1과 품목 3은 6주마다, 그리고 품목 2는 12주, 품목 4는 30주마다 발주가 된다. 공통 운송횟수별 총 비용의 변화를 그래프로 표현하면 <그림 1>과 같다.

동일한 예제에 대하여 Miller and Kelle[5]가 제안한 단일품목인 경우의 모형을 적용하면, 각 품목별 개별발주 및 개별운송에 대한 비용을 모두 통합한 결과 총비용이 $ 32,059.07으로 <표 4>의 결과가 나온다. 따라서 본 논문의 해법을 적용한 공통발주 및 공통운송 정책이 총 비용 면에서 약 9.50%($ 3,044.35)가 감소하는 것으로 나왔다.

또한 품목별 발주주기가 동일한 정기발주모형의 경우, 즉 모든 품목이 공통발주주기 T 마다 함께 발주되는 경

<표 5> 품목별 발주주기가 동일한 경우의
정기발주모형 적용 결과

	품목 1	품목 2	품목 3	품목 4
T	0.1580			
Q_i	1896	790	1264	47
$JTRC$	**$ 31,713.02**			

<표 6> 다품목 발주정책별 총비용 비교

	개별발주 및 개별운송	공통발주 및 공통운송	
		발주주기 동일	상이한 발주주기
비용($)	32,059.07	31,713.02	29,014.72
본모형 대비 증가율	10.49 %	9.30 %	-

우에는 모든 품목에 대하여 $m_i = 1$로 하여 해를 구하면 공통 운송횟수가 $N = 15$일 때 총 비용이 가장 적으며 이 때의 총비용은 $JTRC =$ $ 31,713.02 이다. 모든 품목이 기간 T마다 함께 발주되었을 때는 품목별 발주주기가 일정하지 않은 공통발주 및 공통운송모형보다 총비용이 약 9.30%($ 2,698.30) 증가하였으며 <표 5>에 결과가 나와 있다.
다품목으로 발주하는 세 가지 정책을 각각 적용하여 비교해보니 본 모형이 가장 낮은 비용을 가지고 있음을 알 수 있다. <표 6>은 수치 예에 대한 세 가지 정책별 총 비용의 차이를 비교한 것을 요약한 표이다.

5. 결론

본 논문은 효과적인 JIT 구매체계를 구축하기 위해 다품목의 조달에 구매자와 공급업자의 다빈도 소량구매 정책을 수립하는데 필요한 수학적 모형을 제시하였다. 구매자와 공급업자들 간에 다품목을 발주하고 소량 다빈도로 분할하여 운송하는 경우 공급업자에게 개별적인 발주보다는 여러 품목을 공동 발주하는 것이 총 발주비용을 절감할 수 있으며, 또한 품목별 개별운송보다는 정기 순회혼합적재를 이용하여 여러 품목을 공동운송하는 것이 총운송비를 절감할 수 있다. 본 모형에서는 구매자와 공급업체들에서 발생하는 총발주비용, 총재고유지비용 및 총운송비용을 통합한 총비용을 최소화하는 통합적 접근법을 사용하였다. 목(lot) 크기를 작게 하여 몇 회에 걸쳐 발송하는 통합된 목분할(lot-splitting) 방식의 정기발주모형이 개발되었고 총비용을 줄일 수 있는 발견적(heuristic) 해법을 제시하였다. 그리고 이 모형의 유용함을 보이기 위하여 품목별로 개별 발주 및 개별 운송하는 경우와 비교하여 총비용의 절감효과가 크다는 것을 예제를 통하여 보였다.

참고문헌

[1] Burton, T., JIT/Repetitive Sourcing Strategies : Tying the Knot with Your Suppliers, *International Journal of production Research*, Vol. 29, No. 4 pp. 38-41, 1988.
[2] Goyal, S.K., A Joint Economic-Lot Size Model for Purchaser and Vendor: A Comment, *Decision Sciences*, Vol. 19, pp.236-241, 1988.
[3] Ha, D. and Kim, S.L., Implementation of JIT purchasing: an integrated approach. *Production Planning and control*, Vol. 8, No. 2, 152-157, 1997.
[4] Inman, R., Quality Certification of Suppliers by JIT manufacturers, *Production & Inventory Management Journal*, Vol. 31, No. 2, pp. 58-61, 1990.
[5] Miller, P.A. and Kelle, P., Quantitative Support for Buyer-Supplier Negotiation in Just-In-Time Purchasing. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, Spring, pp. 25-29, 1998.
[6] Pan,A.C., and Liao,C., 1989, An Inventory Model under Just-In-Time Purchasing Agreements, *Production & Inventory Management Journal*, Vol. 30, No. 1, pp. 49-52, 1989.
[7] Ramesh,R.V., 1990, Recasting the Traditional Inventory Model to Implement Just-In-Time Purchasing, *Production and Inventory Management*, Vol. 31, No. 1.
[8] Viswanathan, S., 1998, Optimal Strategy for the Vendor-Buyer Inventory Model, *European Journal of Operational Research*, Vol. 105, pp.38-42, 1998.