

화물차 공유를 통한 물류효율화 방안에 관한 연구

김 병 찬 *

A Study on the Efficiency of Logistics Systems through the Operation of a Freight Car Sharing Information System among Companies

Byeong-Chan Kim *

요 약

본 논문에서는 기존의 폐쇄된 기업별 물류시스템의 한계를 극복하기 위한 열린 정보시스템 활용을 통한 기업 간 화물차 공유 원리를 적용하여 회차비용 감소 등의 물류비용 절감을 위한 물류합리화 모형을 개발하였다.

최근에 정보네트워크의 눈부신 발전과 정보인프라가 구축되어 있음에도 불구하고 대부분 국내 물류시스템 운영은 기업별 단독운영의 폐쇄적인 분배정책에 의존하고 있어 제품을 각 기업분배센터에서 소비지로 수송한 후 분배센터로 되돌아갈 때 높은 공차율 상태로 차량을 운영하고 있어 기업물류비용 증가의 원인이 되고 있는 물류효율화 및 혁신을 도모하기 위한 방안을 제시하였다.

특히, 본 연구에서는 분배시스템의 유통경로 중 기업의 분배센터와 제품의 소비지를 연결하는 수송단계에서의 공차율을 고찰하였으며 이를 통한 화물차공유 운용방식을 적용한 물류합리화 방안을 도출하였다.

▶ Keywords : 화물차 공유, 공차율, 회차, 물류합리화

Abstract

This study set out to develop a logistics rationalization model to reduce logistics costs including return route costs by using open information systems that overcame the limitations of the old closed logistics systems by the corporations and applying the principle of freight car sharing among them. In recent years, information infrastructure that can be easily shared by many such as information networks, however, One of the causes of rising logistics costs is high empty transfer rates on return routes after goods are transported from the distribution center of each company to consumption sites, It is propose to promote

•제1저자 : 김병찬 •교신저자 : 김병찬

•투고일 : 2014. 8. 24, 심사일 : 2014. 9. 3, 게재확정일 : 2014. 9. 23.

* 서일대학교 산업시스템경영과(Dept. of Industrial Management System, Seoil University)

logistic efficiency and innovation.

The study especially identified a logistics rationalization plan by examining and analyzing the stages of transportation on the circulation route of a distribution system from the distribution center of a corporation to consumption sites and the empty transfer rates and their current state.

▶ Keywords : freight car sharing, empty transfer rates, return route, logistics rationalization

I. 서 론

‘2010년 국토부의 회수물류비절감을 위한 물류현황 조사’에 의하면 수입원자재 및 부자재는 항만이나 공항을 통해 제조 및 가공시설로 운송되며, 대두, 옥수수 등의 수입곡물은 가공시설에서 식용류, 사료로 가공된 후 전국으로 배송된다. 최근에는 스마트 앱 등을 통한 정보공유 네트워크 인프라가 널리 구축되어 있으며, 지속적으로 발전을 거듭하고 있지만 공산품의 경우 대부분 자가 소유의 차량을 활용하여 목적지까지 제품을 수송하여 하차한 후 높은 공차율 상태로 출발지로 회차 하고 있다. 품목에 따라 다소 차이를 보이고 있지만 매년 6%~7%의 물동량 증가율을 보이고 있는 상황에서 인건비 상승, 고속도로 통행료 및 유가의 인상 등으로 물류비용이 지속적으로 증가하여 기업경쟁력 향상의 걸림돌로 작용하고 있다.

이러한 이유로 물류시스템의 수·배송 운영전략은 기업들에게 특별한 관심의 대상이 되어 왔으며, 물류시스템의 운영

비용 절감을 위한 효율화와 관련된 많은 연구가 진행되어 오고 있다.

이와 관련된 물류시스템 운영전략에 대한 연구는 물류시스템 네트워크의 설계와 물류시스템 운영이라는 두 가지 부문으로 대별될 수 있다(1-2). 제품의 수·배송 효율화와 관련된 물류시스템의 운영적 측면에 관한 연구로는 고속도로 네트워크와 분배시스템의 수송연계에 관한 연구(3), 역물류와 관련된 공차율에 관한 연구(4), 물류전략 파트너십이 물류공동화에 미치는 영향에 대한 연구(5), 물류허브 육성과 수출확대전략에 관한 연구(6), 물류정보시스템의 정보품질에 관한 연구(7), 유전 알고리즘 기반 경로탐색에 관한 연구(8) 등의 연구가 진행되어 왔다. 화물차공유와 관련된 연구로는 공유차량의 단방향 서비스를 위한 차량 재배치 알고리즘에 관한 연구(9), 공유차량 위치 및 이동 최적화에 관한 연구(10), 동적 의사결정에 의한 공유차량할당에 관한 연구(11), 공유차량 도입과 관련한 운영계획에 관한 연구(12), 공유차량의 차량재배치와 관련된 의사결정지원 시스템에 관한 연구(13), 공유차량 파트너십 관리에 관한 연구(14) 등이 진행되어 왔다.

기존의 연구들은 대규모 물류시스템 네트워크를 정의된 기

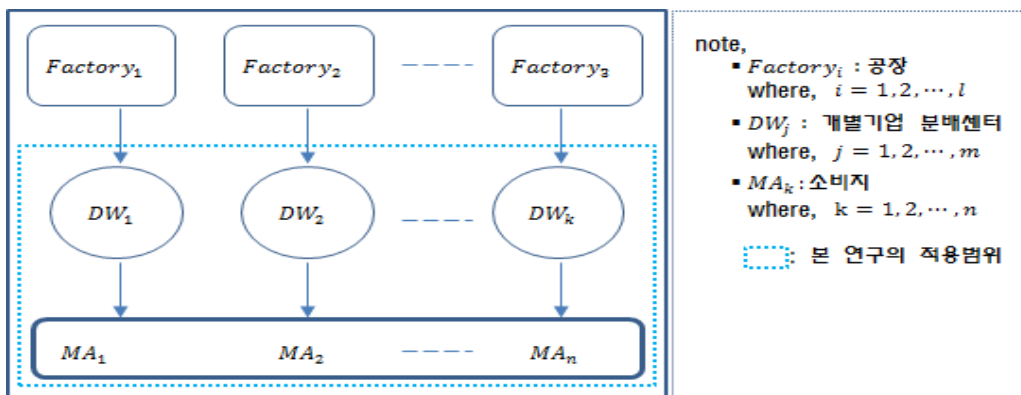


그림 1. 연구의 범위
 Fig. 1. Scope of Research

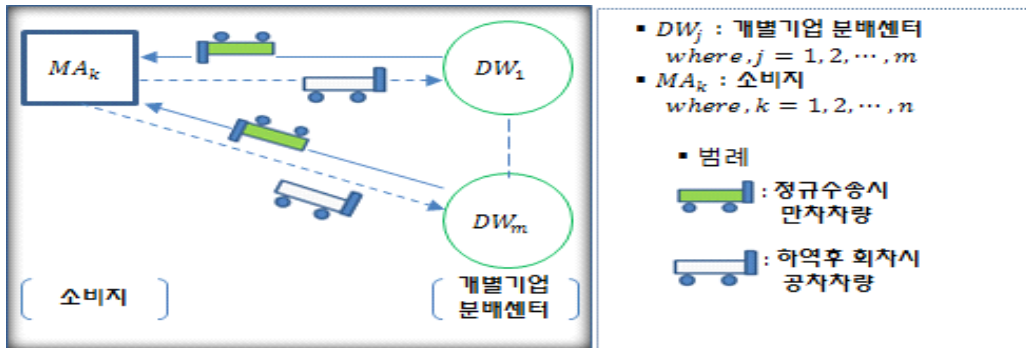


그림 2. 공차율이 높은 조달관계도
 Fig. 2. The distribution diagram of High empty transfer rates

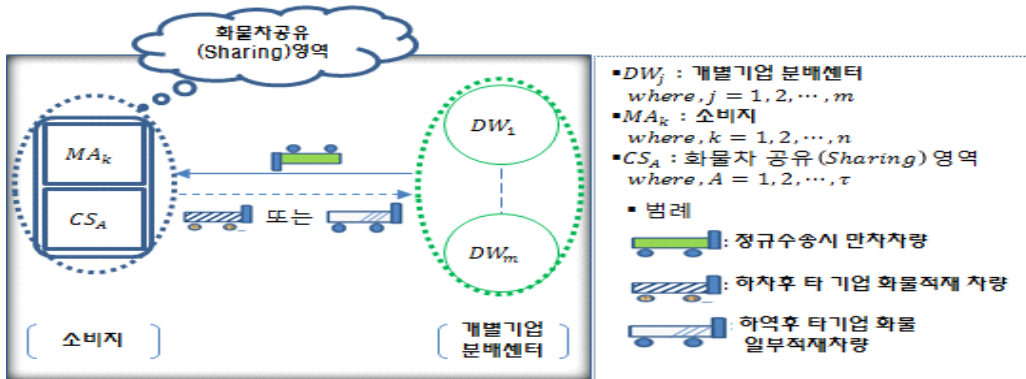


그림 3. 화물차 공유방식을 적용한 조달관계도
 Fig. 3. The distribution diagram of freight car sharing

호를 통하여 하나의 통일된 수식으로 표현함으로써 물류네트워크에 대한 시스템적 접근을 가능케 했다는 점에서 높이 평가될 수 있다. 그러나 수송 효율화와 관련된 운영방법을 전통적 방법으로 한정하고 있으며, 물류비용을 고려하여 수송경로, 가공공장의 입지에 관한 연구에 치중하고 있기 때문에 차량 회차시 높은 공차율로 인한 수송비용 부담에 대한 대처방안을 고려하지 않고 있다. 물류시스템 및 운영전략에 대한 개별적 시스템에 대한 입지와 수송효율화에 대한 진전된 연구가 수행되어 왔으나 공차율을 감소하기 위한 차량운용과 연계한 종합적인 물류비용 절감방안을 고려하지 않고 있어 현실적 적용에 많은 문제를 안고 있다. 운영적측면의 연구들은 창고의 입지뿐만 아니라 설계문제의 더 나은 이해를 위해 많은 기여를 해오고 있지만 현 시점에서 물품을 하차한 후 회차시 공차율로 인한 물류비용 증가 등의 현실적 대처방안이 될 수 있는 지역별 환승센터 조성 과 같은 물류시스템 효율성 제고와 관련된 수송계획들의 중요요구사항들이 전통적인 모델들에 의하여 충족되지 못하므로 실제 문제해결노력에 많은 어려움이 있다.

이러한 한계를 극복하기 위하여 본 연구에서는 완제품 중심의 공장창고, 중앙분배센터 및 지역분배센터를 연결하는 수송단계를 고찰하였으며, 제품하차 후 회차 하는 물류단계의 고찰과 급속히 발전하고 있는 스마트 앱(Smart Application)의 활용을 통하여 물류효율화의 걸림돌로 작용하고 있는 공차율을 감소시키기 위한 방안으로 다수의 기업들이 공유하여 활용하기 위한 지역별 환승 센터 운영에 관한 모형을 개발하였다.

본 연구는 개인 화물차주 및 중소기업의 물류합리화를 위한 화물차 공유운영을 적용함으로써 기업물류비용 절감을 통한 기업경쟁력 강화에 목적을 두고 있다.

II. 문제분석 및 가정

일반적으로 제품분배와 관련된 물류시스템은 제품의 가공 및 제조를 담당하는 전문화된 공장창고(Factory

Warehouse : FW), 개별기업의 분배센터(Distribution & Warehouse : D&W), 소비지(Market Area : MA)를 연결하는 수송단계로 구분된다.

본 연구에서는 그림 1과 같이 개별기업분배센터와 소비지로 연구의 범위를 한정하여 제품 수송에 따른 물류 효율화 방안에 관한 연구를 진행하였다.

본 연구에서 고려하고 있는 품목은 수산물, 곡물, 유제품 등 차량의 개조 및 특수 장치가 요구되는 특장차용 품목을 제외한 제품을 대상으로 하였다. 그림 2와 같이 일반적으로 기업의 분배센터에서 제품을 소비지까지 만차 상태로 수송하고, 소비지에서 하차 후 공차 상태로 분배센터로 회차 하는 방식의 물류운영이 이루어지기 때문에 회차시 공차운행은 수송비용이 증가되어 결국 기업 물류비용 증가의 원인이 되고 있다.

본 연구에서 고려하는 화물차 공유를 통한 물류 효율화와 관련된 물류시스템 개요도는 그림 3과 같다.

개별 기업이 운영하고 있는 분배센터에서 제품을 차량에 만차로 적재하여 목적지인 소비지에 제품을 하차 시킨 후 화물차 공유 앱(Sharing Application)을 활용하여 자사의 출발지로 향하는 타사(또는 화주)의 화물을 싣고 되돌아간다. 이때 여건상으로 만차를 꾸리기도 하지만 경우에 따라서 일부의 화물을 싣고 회차 한다. 본 연구에서는 만차인 경우와 적재율 50%, 30%를 적용한다.

본 연구는 화물차 공유를 통한 공차율 및 차량활용도를 고려하는 수송비용 합리화와 물류정책 수립의 현실적인 모형을 개발하였다. 본 연구의 목적은 화물차의 공차율을 낮추어 연간 물류 총비용을 최소화하는 것으로 기본적으로 다음의 2가지 비용을 고려하여 적용하였다.

첫째, 개별기업 분배센터에서 수요지로의 제품 수·배송과 관련된 정규 수송비용.

둘째, 수요지에서 제품을 하차시킨 후 회차시 차량적재율에 따른 회차 수송비용.

본 연구에서 사용되는 가정은 다음과 같다.

첫째, 차량 공유를 적용하기 위하여 특장차를 요구하는 활어, 축산물, 냉동식품, 유류 등의 품목을 제외한 제품으로 한정하여 적용한다.

둘째, 분배센터에서 수요지로의 정규수송은 만차를 가정한다.

셋째, 화물차 공유를 통해 적재하는 적재율은 70%, 50%, 30%의 비율로 발생하는 것으로 가정한다.

넷째, 수송물량 및 차량수배를 위한 화물차 공유를 스마트 앱이 구축되어 있는 것으로 가정한다.

다섯째, 개별기업 간에 분배센터와 소비지 사이의 거리는 동일한 것으로 가정한다.

III. 수식모형 및 해법

본 연구의 수식모형전개에 사용되는 기호는 다음과 같다.

TC^p = 기존 개별 기업별로 물류정책을 운용하는 경우의 총 운영비용.

TC^c = 기업 간 화물차를 공유하는 물류정책을 운용하는 경우 총 운영비용.

p_λ = 개별 기업별 분배센터 j 에서 소비지 k 로 수송하는 정규수송 품목.

p_γ = 정규수송 후 회차 지역에서 환적하는 타 기업 수송 품목.

W_{jkE_v, p_λ} = 분배센터 j 에서 소비지 k 로 수송하는 개별기업(E_v)의 품목.

Q_{jkE_v, p_λ} = 분배센터 j 에서 소비지 k 로 수송하는 개별기업(E_v)의 총 평균 수송량.

R_{kjE_v, p_γ} = 타사의 제품 p_γ 를 소비지(환적지) k 로부터 자사의 분배센터가 위치한 j 로 수송할 때의 의 총 평균 수송량.

N_{jkp_λ} = 품목 p_λ 에 대한분배센터 j 에서 소비지 k 로 수송할 때 평균 수송횟수.

N_{kjE_v, p_γ} = 타사 품목 p_γ 를 적재하여 소비지 k 로부터 자사의 분배센터 j 로의 회차시 평균 수송횟수.

O_{jkp_λ} = 품목 p_λ 의 1회 운송량.

L_{jk} = 분배센터 j 와 소비지 k 간의 수송거리.

$C_{jkp_\lambda}^c$ = 분배센터 j 에서 소비지 k 로 수송할 때 총 평균 수송비용.

E_{jk} = 소비지 k 와 개별기업분배 j 간의 평균 공차 수송횟수.

RC_{kj}^λ = 소비지 k 로부터 개별기업 분배센터 j 로의 회차시 공차로 운영하는 총 평균 회차비용.

β = E_v 기업의 운송품목 p_γ 를 소비지 j 로부터 자사의 분배센터 k 지역으로 수송할 때의 공차율.

ω = 만차시 수송요율에 의한 횟수당 수송비용.

ω_e = 공차율에 따라 적용되는 공차수송요율에 의한 횟수당비용.

3.1 기존 물류시스템의 물류비용분석

기존 물류시스템의 제품 수송차량은 개별기업 분배센터 (Distribution Center or Warehouse : DW)에서 제품을 만차로 적재하여 소비지(Market Area : MA)로 운송하고 공차로 분배센터로 되돌아간다(그림 2).

이와 같은 기존의 물류시스템의 수식모형 전개 및 계산 절차는 다음과 같다.

3.1.1 정규수송비

개별기업(E_v)의 품목 p_λ 에 대하여 개별기업분배센터 j 로부터 소비지 k 로의 만차 수송시 총 평균 수송량($Q_{jkE_v p_\lambda}$)은 다음 식(1)과 같으며, 품목 p_λ 의 1회 운송량($O_{jk p_\lambda}$)은 식(2)와 같다. (단, $N_{jk p_\lambda}$ 는 품목 p_λ 에 대한 분배센터 j 로부터 소비지 k 로의 수송횟수이며, E_v 은 v 기업을 의미함)

$$Q_{jk p_\lambda} = \frac{1}{t} \sum_j \sum_k \sum_{E_v} \sum_{p_\lambda} (W_{jkE_v p_\lambda}) \quad \text{-----}(1)$$

$$O_{jkE_v p_\lambda} = \sum_j \sum_k \sum_{E_v} \sum_{p_\lambda} \left(\frac{Q_{jkE_v p_\lambda}}{N_{jkE_v p_\lambda}} \right) \quad \text{-----}(2)$$

개별기업 분배센터 j 와 소비지 k 간의 정규공급 총 평균 수송거리(TL_{jk})는 식(3)과 같이 구하여 진다.

$$TL_{jk} = \frac{1}{t} \sum_j \sum_k L_{jk} \quad \text{-----}(3)$$

품목 p_λ 에 대한 개별기업 분배센터 j 와 소비지 k 간의 총 평균 수송비용($C_{jk p_\lambda}$)은 식(1) - 식(3)의하여 다음의 식 (4)와 같이 표현될 수 있다(단, ω 는 만차시 수송요율에 의한 횡수당 수송비용임).

$$C_{jk p_\lambda} = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{t} \left[\sum_j \sum_k \left(\sum_{E_v} \sum_{p_\lambda} (W_{jkE_v p_\lambda}) \right) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_j \sum_k (L_{jk}) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_j \sum_k \sum_{E_v} \sum_{p_\lambda} \left(\frac{Q_{jkE_v p_\lambda}}{O_{jkE_v p_\lambda}} \right) \right] \cdot \omega \end{array} \right\} \quad \text{-----}(4)$$

3.1.2 회차시 운영비용

소비지 k 에서 정규공급 품목을 하차한 후 공차로 되돌아가는 경우에 소비지 k 와 개별기업 분배센터 j 간의 총 평균 회차 수송거리는 정규수송거리와 동일하므로 식(3)과 같으며, 소비지 k 와 개별기업분배 j 간의 평균 공차수송 횟수(E_{kj})는 식(5)와 같다.

$$E_{kj} = \sum_j \sum_k \sum_{E_v} \sum_{p_\lambda} \left(\frac{Q_{jkE_v p_\lambda}}{O_{jkE_v p_\lambda}} \right) \quad \text{-----}(5)$$

소비지 k 로부터 개별기업 분배센터 j 로의 회차시 공차로 운영하는 총 평균 회차비용(RC_{kj}^λ)은 식(3) 및 식(5)에 의하여 다음의 식(6)과 같이 나타낼 수 있다(단, ω_e 는 공차운임요율에 의한 횡수당 공차 수송비용임).

$$RC_{kj}^\lambda = \frac{1}{t} \left[\left(\sum_k \sum_j (L_{kj}) \right) \times \left(\sum_j \sum_k \sum_{E_v} \sum_{p_\lambda} \left(\frac{Q_{jkE_v p_\lambda}}{O_{jkE_v p_\lambda}} \right) \right) \cdot \omega_e \right] \quad \text{-----}(6)$$

따라서 기존 제품운송 방식의 물류시스템 총운영비용 (TC^p)은 식(1)-식(6)에 의하여 다음의 식(7)과 같이 나타낼 수 있다.

$$TC^p = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{t} \left[\sum_j \sum_k \left(\sum_{E_v} \sum_{p_\lambda} (W_{jkE_v p_\lambda}) \right) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_j \sum_k (L_{jk}) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_j \sum_k \sum_{E_v} \sum_{p_\lambda} \left(\frac{Q_{jkE_v p_\lambda}}{O_{jkE_v p_\lambda}} \right) \right] \cdot \omega \\ + \frac{1}{t} \left[\left(\sum_k \sum_j (L_{kj}) \right) \right] \cdot \omega_e \\ \times \left[\sum_j \sum_k \sum_{E_v} \sum_{p_\lambda} \left(\frac{Q_{jkE_v p_\lambda}}{O_{jkE_v p_\lambda}} \right) \right] \end{array} \right\} \quad \text{-----}(7)$$

3.2 화물차 공유 운영시 물류비용분석

기업간 화물차 공유시 수송차량은 그림 3에서 보는 것과 같이 개별기업 분배센터(Distribution Center or

Warehouse : DW)에서 제품을 만차로 적재하여 소비자 (Market Area : MA)로 운송하고 스마트 어플 등 정보기기를 활용하여 회차 지역과 배송지가 같은 물량 및 차량을 검색하여 화물을 싣고 되돌아간다.

이와 같은 기존의 물류시스템의 수식모형 전개 및 계산 절차는 다음과 같다.

3.2.1 정규수송비

개별기업(E_v)의 품목 p_λ 에 대하여 개별기업분배센터 j 로부터 소비자 k 로의 만차 수송시 총 평균 수송량($Q_{jkE_v p_\lambda}$)은 식(1)과 같으며, 품목 p_λ 의 1회 운송량($O_{jkE_v p_\lambda}$)은 식(2)와 같이 계산된다. 개별기업 분배센터 j 와 소비자 k 간의 정규공급 총 평균 수송거리(TL_{jk}) 및 품목 p_λ 에 대한 개별기업 분배센터 j 와 소비자 k 간의 총 평균 수송비용($C_{jkE_v p_\lambda}$)은 각각 앞에서 다룬 식(3),식(4)와 동일한 과정을 거쳐 계산된다.

3.2.2 회차시 운영비용

개별기업(E_v) 분배센터 j 에서 화물을 운반하여 소비자 k 에서 정규공급 품목을 하차한 후 공차로 되돌아가지 않고 스마트 앱 등의 정보기기를 활용하여 출발지 회차 지역 j 로 운송되는 화물(p_γ)을 찾아 차량에 적재한 후 되돌아가는 경우, 이를 처리하기 위한 별도의 수송비용이 발생한다.

따라서 자사의 정규품목 이외에 타사(E_v)의 제품 p_γ 를 소비자(환적지) k 로부터 자사의 분배센터가 위치한 j 로 수송할 때 총 평균 수송량($R_{kjE_v p_\gamma}$)은 다음 식(8)과 같으며, 품목 p_γ 의 1회 운송량($O_{jkE_v p_\gamma}$)은 식(9)와 같다(단, $\beta = kjE_v p_\gamma$ 는 E_v 기업의 운송품목 p_γ 을 소비자 j 로부터 자사의 분배센터 k 지역으로 수송할 때의 공차율을 의미함).

$$R_{jkE_v p_\gamma} = \left[\frac{1}{t} \sum_j \sum_k \sum_{E_v} \sum_{p_\gamma} (W_{jkE_v p_\gamma}) \right] \times (1-\beta) \tag{8}$$

$$O_{kjE_v p_\gamma} = \sum_k \sum_j \sum_{E_v} \sum_{p_\gamma} \left(\frac{R_{kjE_v p_\gamma}}{N_{kjE_v p_\gamma}} \right) \tag{9}$$

자사의 정규공급품목 이외에 타사 품목 p_γ 을 적재하여 소

비지 k 로부터 자사의 분배센터(j)로의 회차시 소송횟수 ($N_{kjE_v p_\gamma}$)는 식 (10)과 같이 나타낼 수 있다.

$$N_{kjE_v p_\gamma} = \left[\frac{1}{t} \sum_k \sum_j \sum_{E_v} \sum_{p_\gamma} \left(\frac{R_{kjE_v p_\gamma} \cdot (1-\beta)}{O_{kjE_v p_\gamma}} \right) \right] \tag{10}$$

자사의 정규공급 품목 이외의 타사 품목 p_γ 을 소비자 k 에서 자사의 분배센터 j 로 수송할 때 발생하는 수송비용은 식 (3), 식(8)-식(10)에 의하여 다음 식 (11)과 같이 나타낼 수 있다.

$$RC^e = \left\{ \frac{1}{t} \left[\sum_k \sum_j \left(\sum_{E_v} \sum_{p_\lambda} (W_{kjE_v p_\lambda}) \right) \right] \cdot (1-\beta) \right\} \times \left\{ \frac{1}{t} \left[\sum_k \sum_j (L_{kj}) \right] \right\} \times \left\{ \frac{1}{t} \left[\sum_k \sum_j \sum_{E_v} \sum_{p_\gamma} \left(\frac{R_{kjE_v p_\gamma} \cdot (1-\beta)}{O_{kjE_v p_\gamma}} \right) \right] \cdot \omega_e \right\} \tag{11}$$

따라서 자사의 화물을 수요지에 하차 시킨 후 스마트 앱 등의 물류정보시스템을 활용하여 회차 지점으로 보내는 물량을 적재하여 자사의 분배센터로 되돌아오는 화물차 공유 운영을 통한 제품운송 방식의 물류시스템 총운영비용(TC^e)은 식(1)-식(3), 식(11)에 의하여 다음의 식(12)와 같이 나타낼 수 있다.

$$TC^e = \left\{ \frac{1}{t} \left[\sum_j \sum_k \left(\sum_{E_v} \sum_{p_\lambda} (W_{jkE_v p_\lambda}) \right) \right] \times \left[\sum_j \sum_k (L_{jk}) \right] \right\} \times \left\{ \sum_j \sum_k \sum_{E_v} \sum_{p_\lambda} \left(\frac{Q_{jkE_v p_\lambda}}{O_{jkE_v p_\lambda}} \right) \cdot \omega \right\} \tag{12}$$

$$+ \left\{ \frac{1}{t} \left[\sum_k \sum_j \left(\sum_{E_v} \sum_{p_\gamma} (W_{kjE_v p_\gamma}) \right) \right] \cdot (1-\beta) \right\} \times \left\{ \sum_k \sum_j (L_{kj}) \right\} \times \left\{ \sum_j \sum_k \sum_{E_v} \sum_{p_\gamma} \left(\frac{R_{kjE_v p_\gamma} \cdot (1-\beta)}{O_{kjE_v p_\gamma}} \right) \cdot \omega_e \right\}$$

IV. 운용비용 분석

개별기업별 보유차량을 활용하여 단독으로 물류를 운영하는 경우와 화물차 공유를 적용하여 물류를 운영하는 경우의 물류 총 평균비용을 비교·분석하는데 있어 실제 시스템과 같은 시뮬레이션 모형은 만들 수 없지만, 현실적으로 실제 시스템과 가장 근접하며 두 가지의 비교 대안에 대한 상황을 동일하게 설정함으로써 본 연구에서 제시한 모형의 타당성을 입증할 수 있는 수출입 물류시스템 운용비용 분석을 하였다.

본 연구의 비교분석에 사용된 수치 및 해당수치의 특성은 표 1 과 같다.

차량공유 운영방식을 적용하기 위한 대상품목은 차량에 특별한 장치가 요구되는 활어, 축산물, 냉동식품, 유류 등의 품목을 제외한 제품으로 한정 하였으며, 개별기업분배센터 j 와 소비자 k 로의 물동량을 8ton 트럭이 일 2회, 월 20일 수송하는 것을 가정하여 7,680,000 kg을 적용하였으며, 모형의 단순화를 위하여 2개 기업을 사례분석으로 적용하였다. 따라서 1개 기업이 개별기업분배센터 j 에서 소비자 k 로 수송하는 물동량은 3,840,000kg을 대상으로 분석하였다. 본 연구에서 개별기업분배센터 j 와 소비자 k 간의 거리를 100Km로 적용하였다. 소비자 k 에서 화물을 하차한 후 물류정보시스템 역할을 하는 스마트 앱을 검색 및 조회 후 타 기업의 화물을 적재하여 되돌아 갈 때 화물적재율을 가용 화물차 적재율 대비 70%, 50%, 30%를 적용하였다.

식(7)과 식(12)에 의하여 계산된 결과는 표 2와 같으며, 그림 4는 표 2 를 그림으로 나타낸 것이다.

표 2의 결과를 고찰해 보면 다음과 같다.

소비지에 제품을 하역하고 회차하는 방식에 있어서 기존의 개별기업별로 물류정책을 운용하는 방안과 정보 네트워크를

기반으로 한 물류정보시스템의 인프라를 활용하여 기업 간 화물차 공유를 통한 물류정책을 운용하는 방안에 대한 물류운영 비용을 비교·분석 결과는 다음과 같다.

각 운영방식에서 동일한 변수를 적용하였을 경우 각 기업의 분배센터에서 소비자까지 제품을 수송하는 경우 정규수송비는 7,680,000 천원으로 동일하지만, 각 기업의 분배센터로 회차 할 경우 기업 간 정보 네트워크를 활용하여 회차시 소비자 여건에 따른 적재율(1-공차율)이 클수록 회차비용이 현저히 절감된다.

공차로 차량을 회차하는 기존 개별기업별 물류 운영과 화물차를 공유하여 회차시 타사의 제품을 신고 회차하는 경우의 분석결과를 보면, 개별기업별 회차 운행하는 방식의 물류비용은 9,984,000 천원이 소요되며, 기업 간 네트워크를 통한 화물차 공유를 통해 회차 운영시 공차율 30%에서 9,292,800 천원, 공차율 50%에서 8,808,960 천원, 공차율 70%에서 8,486,400 천원이 소요된다. 따라서 기존 개별기업별 물류시스템 운영시와 비교하여 공차율 30%인 경우 연 평균 691,200 천원, 공차율 50%인 경우 연 평균 1,175,040 천원, 공차율 70%인 경우 연 평균1,497,600 천원이 절감됨을 알 수 있다.

V. 결론

본 연구에서 제시한 화물차 공유(Sharing) 운영을 통한 물류비용 합리화를 위한 연구는 모바일 네트워크기기 및 해당 앱(어플리케이션) 보급이나 사용이 비약적으로 증가하고 있고, 많은 사용자들이 스마트 폰 등의 모바일 기기에 익숙한 실정임에도 불구하고 기존의 수송과 관련된 물류시스템 연구에서는 고려하지 않았던 차량공유를 통한 물류시스템은 기업들이 자사의 물량을 정규수송하고 회차시 발생하는 공차율 감

표 1. 분석을 위한 기본정보
Table 1. Basic information for analysis

항목	적용수치
개별기업분배센터 j 에서 소비자 k 로의 물동량 ($W_{jkE,p}^{\lambda}$)	7,680,000 kg
개별기업분배센터 j 에서 소비자 k 간의 거리 (L_{jk})	100 km
개별기업분배센터 j 에서 소비자 k 간의 정규수송 횟수	960,000회 / 년, 8ton
정규수송 횟수당 수송비용(w)	500,000 원 / 8 ton
적용 공차율(β)	30%, 50%, 70%
공차율 따른 수송오율(w_e)	정규수송 횟수당 수송비용의 30%

표 2. 대안별 물류비용 비교

Table 2. The comparison of logistics cost by alternative

(단위 : 천원)

구분	개별기업별 운영	화물차 공유 운영		
	공차로 회차	공차율 30%	공차율 50%	공차율 70%
정규수송비	7,680,000	7,680,000	7,680,000	7,680,000
회차비용	2,304,000	1,612,800	1,128,960	806,400
총비용	9,984,000	9,292,800	8,808,960	8,486,400

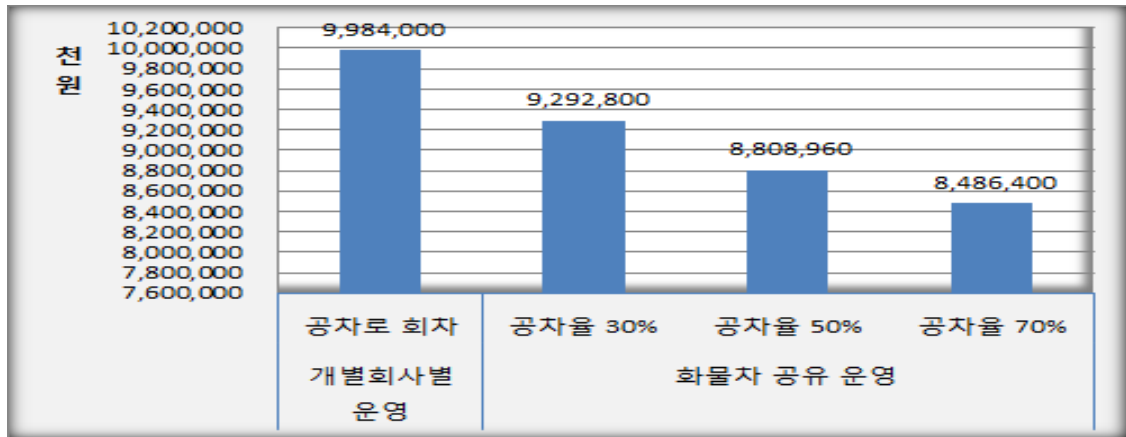


그림 4. 대안별 운용비용 분석결과
Fig. 4. the result of operation cost by alternative

소와 그에 따른 물류운용비용 절감을 목적으로 본 모형을 개발하였다.

분배와 관련된 물류시스템 현장의 상황을 고려하여 분배센터에서 소비지로 배송되는 물동량에 대한 정규 수송비용, 소비자에서 제품을 하차한 후 회차하는 경우에 대한 수송비용에 대한 모델을 개발하였으며, 기업 간 취급 물동량의 차이 등을 고려하여 화물수배의 비율차이에 따른 회차 수송비용 등 물류시스템 운영상의 비용 특성에 대한 분석을 통한 최적모형을 개발하였다.

대안별 모형에 대한 수치분석결과 개별기업 단위로 한정된 물류시스템을 운영할 경우 분배센터에서 만차로 차량을 운영하고 제품을 하차한 후 회차시 공차로 운영하므로 높은 운용비용이 발생한다. 이에 대한 대안으로서 본 연구에서 제시한 화물차 공유를 통한 물류시스템 운영은 화물을 하차 후 소비지에서 스마트앱 등의 화물조회 기능을 활용하여 회차 지역과 동일한 목적지로 보내지는 화물을 수배한 후 회차하기 때문에 공차로 되돌아가는 비율을 낮출 수 있다. 공차율이 낮아질수록 물류운용비용이 크게 절감됨을 수치분석결과 입증하였다. 수치분석과정에서 본 연구의 객관성을 입증하기 위하여 기존의 개별기업 단위의 물류운영과 기업 간 화물차를 공유한 물

류운영에 동일한 데이터를 적용하였다.

기업 간 화물차 공유를 적용한 물류시스템 운영에 관한 연구를 통하여 대규모 분배 네트워크의 운영에 따른 제반 문제에 대한 보다 현실적인 접근을 가능케 하였으며, 고도화된 네트워크 정보기술 및 스마트 앱 등의 정보공유의 장점을 물류시스템에 접목시킴으로써 한층 현실화된 물류효율화 방안을 제시함으로써 기업의 분배 물류시스템 운영과 관련된 정책수립을 위한 지침으로 활용할 수 있는 이론적 토대를 마련하였다.

또한, 본 연구를 활용하면 다음과 같은 장점이 기대된다.

첫째, 수송 분야 이외에도 대부분 사람들이 활용하는 SNS 및 스마트 앱 등의 네트워크 정보기술의 발전을 활용하여 보관, 구매, 조달, 물류서비스, 유통 등 물류정책 전반에 본 모형을 응용 적용할 경우 기업의 물류합리화에 도움이 기대된다.

둘째, 매년 상승하고 있는 인건비, 고속도로 통행료, 유가 등으로 물류비용이 상승하는 시점에서 공차율을 최소화함으로써 합리적인 물류운영 전략수립의 기초를 제공한다.

셋째, 이론적 지식이 풍부하지 못해 적용하기 어려웠던 수식을 선형으로 단순화한 모형을 통해 차량운영과 관련된 의사결정에 대한 비교분석을 쉽게 적용할 수 있다.

추후 연구과제로서 본 연구 적용에서 제한하고 있는 활어

류 수송, 곡물수송, 유류수송 등 특장차가 요구되는 품목으로 확장시켜 연구를 진행하고, 곡물과 수산물, 신선 농산물과 과실류 등의 기업 간 공유 수송을 위하여 차량형태 개조를 통한 유연한 수송시스템에 대하여 연구하고자 한다.

참고문헌

- [1] B.C. Kim, "Development of Decision-making Model for Physical Distribution System Considering Multiple Operation Environment", Kyonggi University, Ph.D. Dissertation, 2008.
- [2] Bernhard Fleischmann, "Designing distribution systems with transport economics of scale," European journal of Operation Research. 70, pp. 31-42, 1993.
- [3] David Boyce, Lars-Goran Mattsson, "Modeling residential location choice in relation to housing location and road tolls on congested urban highway networks," Transportation research, Part B, 33, pp.581-591, 1999.
- [4] B.W. Ryu, J.H. Park, "The study of logistics optimization model with empty transfer rate of reverse logistics", Journal of the safety management & science, Vol 8 No 3, pp.125-141, June 2006.
- [5] S.C. Han, J.H. Kim, "The effects of Logistics Strategies on the Partnership, Logistics Cooperation and Logistics Performance", Korea logistics review, Vol 21, No 1, pp.203-228, Mar. 2014.
- [6] G.S. Han, "A Study on Improvement Strategies Relating to Fostering for Logistics Hub and Extending Agro-Food Exports in the North-East Asia", Korea logistics review, Vol 21, No 1, pp.75-105, Mar. 2011.
- [7] H.S. Kim, W.K. Lim, "Effect of Information Technology Resources and Quality of Information in Logistics Information System upon Business Logistics Performance", Journal of the Korea society of computer and information, Vol 19, No 3 ,87-100, Mar. 2014.
- [8] J.W. Kim, "Genetic Algorithm based Pathfinding System for Analyzing Networks", Journal of the Korea society of computer and information, Vol 19, No 1, pp.119-130, Jan. 2014.
- [9] M.J. Cho, " Real-time vehicle relocation strategies for one-way car-sharing systems", Seoul University, Ph.D. Dissertation, 2013.
- [10] G.H. Correia, A.P. Antunes, "Optimization Approach to Depot Location and Trip Selection in One-way Carsharing Systems", Transportation Research part E, Vol 48, No 1, pp.233-247, 2012.
- [11] W.D. Fan, R.B. Machemehl, N.E. Lownes, "Carsharing: Dynamic Decision-Making Problem for Vehicle Allocation", Journal of Transportation Research Board, 2063, pp.97-104, 2009.
- [12] W.J. Jang, J.W. Park, D.J. Kim, "A Study on Introducing Car-sharing Schemes", The Korea transportation institute, series of research, 2008-14, pp.1-166, 2008.
- [13] A.G. Kek, R.L. Cheu, Q. Meng, C.H. Fung, "A Decision Support System for Vehicle Relocation Operations in Carsharing Systems", Transportation Research part E, Vol 45 No 1, pp.149-158, 2009.
- [14] S. Shaheen, D. Sperling, C. Wagner, "Car Sharing and Partnership Management: An International Perspective", Journal of Transportation Research Board, 1666, pp.118-124, 1999.

저자 소개



김병찬

1996: 경기대학교
산업공학과 공학사.
1998: 경기대학교
산업공학과 공학석사.
2009: 경기대학교
산업공학과 공학박사
현 재: 서일대학교
산업시스템경영과 겸임교수
관심분야: 물류, SCM 생산공학
Email : pckim4759@korea.com