

경매를 활용한 근거리 분할 물류운영이 물류비용에 미치는 영향에 관한 연구

김 병 찬*

A Study on the Effects of Auction-Based Short Distance Division Logistics Operation on Logistics Costs

Kim Byeongchan

〈Abstract〉

This study proposed a logistics plan for sending supply to be distributed to areas other than producing areas to wholesalers and allocating supply to be distributed to areas near producing areas to local distribution center in the vicinity instead of shipping the entire quantity to wholesalers for fruits auction to increase the competitive edge of the domestic fruits and vegetables logistics market in the ear of infinite competition. A video auction-based short distance division logistics operation model was developed to enhance competitiveness related to the circulation of fruits and vegetables, reduce logistics costs, and rationalize logistics by distributing the items sent to wholesalers through field auction and the shipments at local distribution center to neighboring areas through video auction connected to wholesalers real-time. The study especially came up with a logistics rationalization plan by examining and analyzing the stages and costs of transportation between producing areas and wholesalers on the circulation routes of fruits.

Key Words : Video Auction, Fruits, Reduction of Logistics Costs, Short Distance Division

I. 서론

우리나라는 엽근채류, 과채류, 조미채류, 과일류 등의 청과물이 생산농가(산지)로부터 소비자에게 도달하기까지 주요 3가지 경로 중 '생산자-생산자단체-도매상-소매상-소비자'의 유통경로에서 국내 청과물의 약75% 이상의 물량이 처리되고 있다. 생산자 또는 생산자단체에서 도매상으로 물량이 보내지고 도매상에

서 경매를 거쳐 다시 지역으로 보내져 유통이 되고 있는 구조이다.

최근에 주요국과의 FTA체결로 가격경쟁력으로 무장한 외국산 청과물 수입이 증가되고 있어 청과물시장은 이미 무한경쟁시대에 접어들었다. 또한, 국내 물류환경은 인건비 상승, 고속도로 통행료 및 유가인상 등으로 물류비가 지속적으로 증가되고 있어 분배와 관련된 유통비용은 국내 농산물 경쟁력 향상에 걸림돌로 작용하고 있다. 특히, 청과물의 경우 경매시스템

*서일대학교 시스템경영과 조교수(강의중점)

으로 인한 유통구조 특수성으로 대부분 물량이 수도권에 집중되고 경매 후 다시 지역수요를 위해 분배되는 구조로 운영되고 있어 물류비 증가에 따른 가격경쟁력 향상에 어려움을 겪고 있는 실정이다.

이러한 이유로 국내 청과물 물류시스템의 운영전략은 기업들에게 특별한 관심의 대상이 되어 왔으며, 청과물 물류시스템의 운용비용 절감을 위한 효율화와 관련된 많은 연구가 진행되어 오고 있다.

1.2 선행연구

경매를 활용한 분할물류시스템 운영과 관련된 물류시스템 운영전략에 대한 연구는 물류시스템 네트워크의 설계와 물류시스템 운영이라는 두 가지 부문으로 대별 되는 방법론을 [1-2]는 제안하였다. 물류시스템의 설계와 관련된 기존의 연구들은 물류시스템 설계, 물류입지설계 및 분배시스템 수송연계 설계로 구분될 수 있다[3-4]. 물류시스템 설계에 관한 연구[5]와 수·배송 설계에 관한 연구[6]등 설계에 관한 연구가 진행되어 왔다. 또한 제품의 수·배송 효율화와 관련된 물류시스템의 운영적 측면에 관한 연구로는 물류의사결정모형에 관한 연구[2], 입지의사결정모형에 관한 연구[6], 역물류의 공차율을 고려한 물류최적화에 관한 연구[7], 물류프로세스 표준화에 관한 연구[8], 부품 공급 및 서비스 지원을 위한 물류관리시스템에 관한 연구[9] 및 복합물류단지 조성을 통한 물류합리화[10] 연구 등이 진행되어 오고 있다. 물류정보 및 추적시스템 운영과 관련된 연구로는 웹 GPS 기반의 물류차량 운용에 관한 연구[11], 물류산업 정보화에 관한 연구[12] 및 비디오 영상을 활용한 추적시스템[13] 연구 등이 진행되어 오고 있다. 마지막으로 물류경매 시스템 운영과 관련된 연구로는 경매제와 시장도매인 제도에 관한 연구[14], 도매시장의 거래제도 비교에 관한 연구[15] 및 도매시장의 정가-수

의매매에 관한 연구[16]등이 연구되었다. 이상의 선행 연구를 정리하면 <표 1>과 같다.

<표 1> 선행연구

구분		연구내용
물류시스템 설계		[1] Bernhard Fleishmann, 1993. [2] 김병찬, 2008. [3] Debalay Chakrabarti et. al, 2009. [4] Lin Lin, Mitsuo Gen, Xiaoguang Wang, 2008. [5] Daivd Boyce, Lars-Goran Mattsson, 1999. [6] Randall M. German, 2010.
물류시스템 운영	물류정책 및 운영	[2] 김병찬, 2008. [6] Randall M. German, 2010. [7] 유병우·박재현, 2006. [8] 박순호·박수민, 2011. [9] 신홍열, 2007. [10] 김병찬, 2014.
	물류정보 운영	[11] 심춘보·김경중, 2010. [12] 이두용, 2011. [13] 이창우, 2013.
	경매제도 운영	[14] 윤장식, 2014. [15] 장성욱, 2007. [16] 정준호·채성훈, 2013.

1.3 기존 연구의 한계

기존의 연구들은 대규모 물류시스템 네트워크를 정의된 기호를 통하여 하나의 통일된 수식으로 표현함으로써 물류네트워크에 대한 시스템적 접근을 가능케 했다는 점에서 높이 평가될 수 있으나, 수송 효율화와 관련된 운영방법을 전통적 방법으로 한정하고 있으며, 청과물 유통구조와 관련하여 청과물 유통 경로, 경매 기능을 담당하는 공영도매시장 입지에 관한 연구에 치중하고 있기 때문에 경매 후 다시 소비지로 되돌아가는 상황에 따른 비용절감과 수송비용 부담에 대한 대처방안을 고려하지 않는 한계를 가지고 있다.

운영적 측면의 연구들은 경매기능을 가지는 법인으로 구성된 공영도매시장의 창고의 입지뿐만 아니

라 설계문제의 더 나은 이해를 위해 많은 기여를 해 오고 있다. 그러나 현 시점에서 청과물 경매 종료 후 각 지역으로 분배함에 따라 발생하는 물류비용 증가 등의 현실적 대처방안이 될 수 있는 화상 경매시스템과 같은 물류시스템 효율성 제고와 관련된 수송계획들의 중요 요구사항들이 전통적인 모델들에 의하여 충족되지 못하므로 실제 문제해결노력에 많은 어려움이 있다.

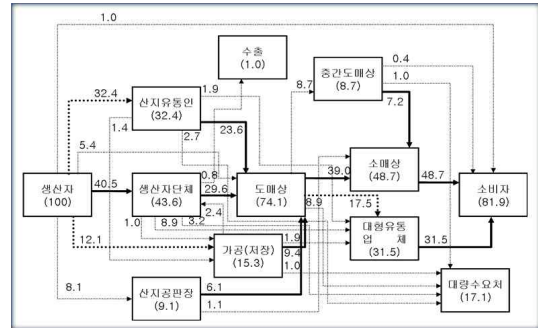
1.4 연구 목적

이러한 한계를 극복하기 위하여 본 연구에서는 산지, 경매가 이루어지는 도매상 및 소비자간의 수송단계를 고찰하였으며, 급속히 발전하고 있는 정보기술 및 화상기술의 활용을 통하여 물류효율화의 결립들로 작용하고 있는 유통단계에서 발생하는 수송비를 감소시키기 위한 방안으로 청과물을 산지에서 도매상으로 실물을 보내지 않고 산지 인근지역의 물류창고에 보관하고 화상으로 경매를 진행한 후 산지에 인접한 영역 소비지에 제품을 분배할 수 있는 모형을 개발하였다.

본 연구는 청과물의 물류합리화를 위한 화상경매 운영을 적용함으로써 물류비 절감을 통한 농산물 경쟁력 강화에 목적을 두고 있다.

II. 문제분석 및 가정

청과물은 엽근채류, 과채류, 조미채류, 과일류 등을 의미한다. 2011년 서울시농수산물유통공사 발표 자료에 따르면, 청과물의 물류경로는 <Fig. 1>과 같다. <그림 1>은 청과물이 생산농가(산지)에서부터 소비자에게 도달하기까지 물류 주체간의 경로 및 취급 비중을 나타낸 것으로 경로간 굵은 실선화살표는 제1출하



<그림 1> 청과물의 유통채널

처를 표시하며, 굵은 실선화살표는 점유율 10% 이상인 경로를 표시하고 점선화살표는 10% 이하인 경로를 표시한다. 비중이 적은 경로 및 물류 주체는 생략되어 부분적 합계는 일치하지 않을 수 있다. 물류 경로상의 제1출하처를 가지는 주요 주체는 '생산자-생산자단체-도매상-소매상-소비자'를 주축으로 구성된다.

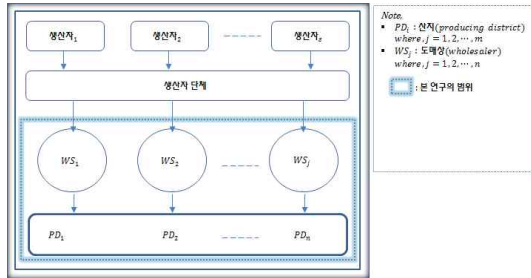
각 주체별 기능을 요약하면 다음과 같다.

□ 생산자단체 : 생산농가 단위 또는 작목반을 의미하며, 작목반의 경우 농협의 주관으로 작목별, 지역별로 구성된 5인 이상의 조직으로 공동생산·공동출하를 통해 물류비 절감 및 소득 증대에 기여하고 있다. 또 다른 유형으로 산지 농업인이 출자하여 법인으로 만든 영농법인 이 있다.

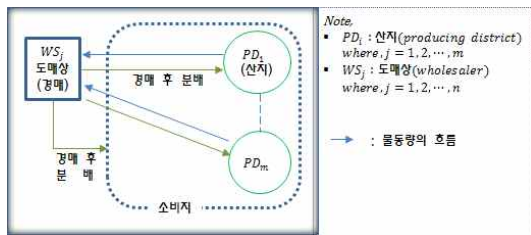
□ 도매상 : 경매기능을 가지는 법인으로 구성된 공영도매시장을 의미한다. 전국적으로 32개소가 운영되고 있으며, 서울 가락도매시장의 경우 전국 공영도매시장 청과 물량의 34%를 거래하고 있다.

□ 소매상 : 소비자와 접점에 위치한 매장을 말한다.

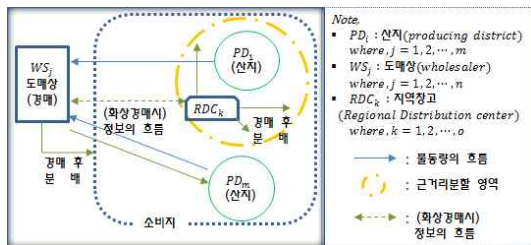
본 연구에서는 <그림 2>와 같이 경매 기능을 담당하는 도매상(WS_j)과 경매 후 분배되는 소비지(PD_i)로 연구의 범위를 한정하여 제품 수송에 따른 물류



<그림 2> 연구범위



<그림 3> 현행 분배시스템



<그림 4> 근거리 지역분할 분배시스템

효율화 방안에 관한 연구를 진행하였다.

국내 청과물의 유통은 산지에서 경매기능을 하는 도매상으로 보내져 경매를 실시하고 경매 후 다시 각 지역으로 분배되는 구조를 가지고 있다. 품목마다 차이가 있지만 청과물 중 사과는 가락도매시장의 경우를 보면 전국 청과 물량의 34%를 소화하며, 중간도매인으로 구성된 도매법인별 비중은 서울청과 30%, 중앙청과 24%, 농협 22%, 동화청과 14%, 한국청과 10%로 구성되어 있다. 경매를 통해 중간 도매인에게 낙찰된 물량은 가락시장 내 전동차를 이용하여 운반하며, 1톤이나 5톤 트럭에 상차하여 각지의 소매상으로

배송된다.

소매상으로 배송되는 경우 산지와 근거리에 있는 지역도 포함된다. 결국, 산지에서 도매상으로 보내고, 도매상이 위치하고 있는 공영도매시장에서 경매를 실시하고 다시 산지로 되돌아 오는 비효율적인 유통구조로 인한 수송비용이 증가되어 결국 물류비용 증가의 원인이 되고 있다<그림 3>.

본 연구에서 고려하는 화상경매를 활용한 근거리 분할 물류운영을 통한 물류 효율화와 관련된 물류시스템운영 개요도는 <그림 4>와 같다.

산지에서 도매상으로 품목을 배송할 때 경매 후 산지의 근거리 분할영역으로 되돌아오는 물량을 지역분배창고(RDC_k)에 보관하고 경매가 이루어질 때 최근 발전하고 있는 화상 시스템을 활용하여 화상경매가 진행되고 난 후 지역분배창고(RDC_k)에서 보관 중인 물량을 지역수요에 대처하는 방식이다.

본 연구에서 제시하고 있는 화상경매를 활용한 근거리 분할 물류운영은 우리나라의 경매제도시스템에 영향을 미치지 않으면서도 지역의 수요에 대처할 수 있는 물류시스템을 적용하여 수송비용 합리화와 청과물 품목에 대한 물류정책 수립의 현실적인 모형을 개발하였다. 본 연구의 목적은 수송비용을 낮추어 연간 물류 총비용을 최소화하는 것으로 기본적으로 다음의 2가지 비용을 고려하여 적용하였다.

첫째, 청과물의 '산지-도매상-수요지(산지 인근영역 포함)' 간의 물동량의 흐름과 관련된 수송비용.

둘째, 도매상(WS_j)과 지역분배센터(RDC_k)에서 청과물을 보관 및 관리하는데 소요되는 재고유지비용.

본 연구에서 사용되는 가정은 다음과 같다.

첫째, 농수산물유통공사에서 분류하고 있는 30개 품목 중 엽근채류, 과채류, 조미채류, 과일류 등의 청과물로 대상품목을 한정하여 적용한다.

둘째, 농수산물유통공사에서 제시하고 있는 3개 주요 유통채널 중 주요 출하채널인 '생산자-생산자단체-

도매상-소매상-소비자를 주축으로 하는 제1출하처를 대상으로 적용한다.

셋째, 지역분배센터는 농협의 경제센터, 지자체에서 운영하고 있는 산지유통센터(APC : Agricultural Products processing Center)에서 담당하는 것으로 가정한다.

마지막으로 화상경매시스템의 구축 등은 본 연구에서 고려하지 않는 것으로 가정한다.

III. 수식모형 및 해법

본 연구의 수식모형전개에 사용되는 기호는 다음과 같다.

TC^p = 기존 전량현장경매를 적용하는 경우 운영 방식의 총 운영비용

TC^Ω = 화상경매를 통한 지역분할분배를 하는 경우 총 운영비용

W_{ijp_γ} = 청과물 품목 p_γ 에 대하여 산지 i 로부터 도매상 j 로의 평균 수송량

N_{ijp_γ} = 청과물 품목 p_γ 에 대하여 산지 i 로부터 도매상 j 로의 평균 수송횟수

O_{ijp_γ} = 청과물 품목 p_γ 산지 i 로부터 도매상 j 로의 출하시 회당 운송량

L_{ij} = 산지 i 와 도매상 j 간의 평균 수송거리

$H_j(Q_{jp_\gamma})$ = 산지 i 에서 보내온 품목 p_γ 에 대한 도매상 j 에서의 재고유지비

$H_i(Q_{ip_\gamma})$ = 경매완료 품목 p_γ 에 대한 소비자 i 에서의 재고유지비

Q_{jip_γ} = 경매완료 품목 p_γ 에 대하여 도매상 j 로부터 소비자 i 로의 분배시 총 평균 수송량

N_{jip_γ} = 경매완료 품목 p_γ 에 대하여 도매상 j 로부터 소비자 i 로의 평균 수송횟수

O_{jip_γ} = 경매완료 품목 p_γ 에 대하여 도매상 j 로부터 소비자 i 로의 출하시 회당 운송량

부터 소비자 i 로의 출하시 회당 운송량

$H_i(Q_{ip_\gamma})$ = 경매완료 품목 p_γ 에 대한 소비자 i 에서의 재고유지비

β = 산지 i 기준 근거리 지역 조달을 위해 지역창고에 보관하는 양

ω = 수송요율에 의한 횡수 당 수송비용

U_p = 단위당 재고유지비용

3.1 기존 물류시스템

기존 청과물의 유통은 산지(PD_i)에서 해당 품목을 만 차로 적재하여 도매상(경매기능을 가지는 법인으로 구성된 공영도매시장)으로 운송하고 경매 후 소매상(각 지역 소비자)로 분배된다<그림 3>.

이와 같은 기존의 청과물 유통시스템의 수식모형전개 및 계산 절차는 다음과 같다.

3.1.1 산지에서 도매상으로 수송되는 품목에 대한 수송비

품목 p_γ 에 대하여 생산자가 산지 i 에서 도매상 j 로의 수송시 총 평균 수송량(Q_{ijp_γ})과 산지 i 와 도매상 j 간의 품목수송 총 평균 수송거리(TL_{ij})를 고려한 산지 i 와 도매상 j 간의 총 평균 수송비용(C_{ijp_γ})과 품목 p_γ 의 1회 운송량(O_{ijp_γ}) 및 품목 p_γ 에 대한 산지 i 와 도매상 j 간의 총 평균 수송비용(C_{ijp_γ})은 식(1)과 같다. (단, N_{ijp_γ} 는 품목 p_γ 에 대한 산지 i 로부터 도매상 j 로의 수송횟수를 의미하며 ω 는 수송요율에 의한 횡수 당 수송비용임).

$$C_{ijp_\gamma} = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{t} \left[\sum_i \sum_j \left(\sum_{p_\gamma} (W_{ijp_\gamma}) \right) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_i \sum_j (L_{ij}) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_i \sum_j \sum_{p_\gamma} \left(\frac{Q_{ijp_\gamma}}{O_{ijp_\gamma}} \right) \right] \cdot \omega \end{array} \right\} \quad (1)$$

3.1.2 경매 후 시장수요를 위한 수송비용

도매상 j 에서 경매 종료 후 경매를 마친 품목 p_{κ} 에 대하여 도매상 j 에서 소비자 i 로의 수송시 총 평균 수송량($Q_{jip_{\kappa}}$), 품목 p_{κ} 의 1회 운송량($O_{jip_{\kappa}}$) 및 도매상 j 와 소비자 i 간의 품목수송 총 평균 수송거리 (TL_{ji})를 고려한 총평균 수송비용($C_{jip_{\kappa}}$)은 식(2)와 같다. (단, $N_{jip_{\kappa}}$ 는 품목 p_{κ} 에 대한 도매상 j 로부터 소비자 i 로의 수송횟수를 의미하며, ω 는 수송요율에 의한 횟수 당 수송비용임)

$$C_{jip_{\kappa}} = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{t} \left[\sum_j \sum_i \left(\sum_{p_{\kappa}} (W_{jip_{\kappa}}) \right) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_j \sum_i (L_{ji}) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_j \sum_i \sum_{p_{\kappa}} \left(\frac{Q_{jip_{\kappa}}}{O_{jip_{\kappa}}} \right) \right] \cdot \omega \end{array} \right\} \quad (2)$$

3.1.3 재고 유지비용

기존 청과물 유통과 관련한 관리모형을 적용할 경우 산지 i 에서 보내온 물량에 대한 도매상 j 에서의 재고유지비 $H_j(Q_{jp_{\gamma}})$, 경매 후 산지 i 에 보내지는 물량에 대한 재고유지비 $H_i(Q_{ip_{\kappa}})$ 를 고려한 기존 현장 경매 방식의 물류시스템 총운영비용(TC^p)은 식(3)과 같이 계산된다.

3.2 화상경매를 통한 근거리 지역분할 조달

화상경매를 통한 근거리 지역분할을 통한 품목 조달시에 청과물을 유통하는 방식은 산지 i 에서 해당 품목을 만차로 적재하여 도매상 j 으로 운송하지 않고 산지기준 근거리 분할영역에서 소비되는 물량을 제외한 양을 도매상 j 으로 보내고 그 차이만큼의 물량을 지역창고(RDC_k)에 보낸 후 보관하며, 지역창고

에서 화상경매를 위한 시스템 및 화상경매 품목 등을 준비 한다. 이후 도매상 j 에서 실물경매와 더불어 화상경매 후 소매상(각 지역 소비자)로 분배된다<그림 4>.

$$TC^p = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{t} \left[\sum_i \sum_j \left(\sum_{p_{\gamma}} (W_{ijp_{\gamma}}) \right) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_i \sum_j (L_{ij}) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_i \sum_j \sum_{p_{\gamma}} \left(\frac{Q_{ijp_{\gamma}}}{O_{ijp_{\gamma}}} \right) \right] \cdot \omega \\ + \frac{1}{t} \left[\sum_j \sum_i \left(\sum_{p_{\kappa}} (W_{jip_{\kappa}}) \right) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_j \sum_i (L_{ji}) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_j \sum_i \sum_{p_{\kappa}} \left(\frac{Q_{jip_{\kappa}}}{O_{jip_{\kappa}}} \right) \right] \cdot \omega \\ + \left\{ \frac{1}{t} \left[\left(\sum_j \sum_{p_{\gamma}} \left(\frac{Q_{jp_{\gamma}}}{2} \right) \right) + \left(\sum_i \sum_{p_{\kappa}} \left(\frac{Q_{ip_{\kappa}}}{2} \right) \right) \right] \right\} \\ \times U_p \end{array} \right\} \quad (3)$$

화상경매를 통한 근거리 지역분할 조달에 따른 청과물 유통시스템의 수식모형 전개 및 계산 절차는 다음과 같다.

3.2.1 산지에서 도매상으로 수송되는 품목에 대한 수송비용

화상경매를 통한 근거리 지역분할 조달시 품목 p_{γ} 에 대하여 생산자가 산지 i 에서 도매상 j 로의 수송시 총 평균 수송량($Q_{ijp_{\gamma}}^{\Omega}$), 품목 p_{γ} 의 1회 운송량($O_{ijp_{\gamma}}$)을 고려한 품목 p_{γ} 에 대한 산지 i 와 도매상 j 간의 총 평균 수송비용($C_{ijp_{\gamma}}^{\Omega}$)은 식(4)와 같다. (단, β 는 산지기준 근거리 지역 조달을 위해 지역창고에 보관하는 양이며, $N_{ijp_{\gamma}}$ 는 품목 p_{γ} 에 대한 산지 i 로부터 도매상 j 로의 수송횟수를 의미하며, ω 는 수송요율에 의한 횟수 당 수송비용임)

$$C_{ijp_7}^{\Omega} = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{t} \left[\sum_i \sum_j \left(\sum_{p_7} (W_{ijp_7} - \beta) \right) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_i \sum_j (L_{ij}) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_i \sum_j \sum_{p_7} \left(\frac{W_{ijp_7} - \beta}{O_{ijp_7}} \right) \right] \cdot \omega \end{array} \right\} \quad (4)$$

3.2.2 경매 후 시장수요를 위한 수송비용

도매상 j 에서 경매 종료 후 경매를 마친 품목 $p_{\mathbb{N}}$ 에 대하여 도매상 j 에서 소비자 i 로의 수송시 총 평균 수송량($Q_{ji p_{\mathbb{N}}}^{\Omega}$), 품목 $p_{\mathbb{N}}$ 의 1회 운송량($O_{ji p_{\mathbb{N}}}^{\Omega}$)을 고려한 품목 $p_{\mathbb{N}}$ 에 대한 도매상 j 와 소비자 i 간의 총 평균 수송비용($C_{ji p_{\mathbb{N}}}^{\Omega}$)은 식(5) 와 같다. (단, $N_{ji p_{\mathbb{N}}}$ 는 품목 $p_{\mathbb{N}}$ 에 대한 도매상 j 로부터 소비자 i 로의 수송 횟수를 의미하며, ω 는 수송요율에 의한 횟수당 수송 비용임)

$$C_{ji p_{\mathbb{N}}}^{\Omega} = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{t} \left[\sum_j \sum_i \left(\sum_{p_{\mathbb{N}}} (W_{ji p_{\mathbb{N}}} - \beta) \right) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_j \sum_i (L_{ji}) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_j \sum_i \sum_{p_{\mathbb{N}}} \left(\frac{W_{ji p_{\mathbb{N}}} - \beta}{O_{ji p_{\mathbb{N}}}} \right) \right] \cdot \omega \end{array} \right\} \quad (5)$$

3.2.3 화상경매를 통한 근거리 지역분할 조달시 재고 유지 비용

화상경매를 통한 근거리 지역분할 조달시 청과물 유통과 관련한 관리모형을 적용할 경우 산지 i 에서 보내온 물량 x 에 대한 도매상 j 에서의 재고유지비 $H_j^{\Omega}(Q_{jp_7})$, 경매 후 소비자 i 에 보내지는 물량에 대한 재고유지비 $H_i^{\Omega}(Q_{ip_{\mathbb{N}}})$ 를 고려한 화상경매 방식을 적용한 물류시스템 총운영비용 (TC^{Ω})은 식(6)과 같이 계산된다.

$$TC^{\Omega} = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{t} \left[\sum_i \sum_j \left(\sum_{p_7} (W_{ijp_7} - \beta) \right) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_i \sum_j (L_{ij}) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_i \sum_j \sum_{p_7} \left(\frac{W_{ijp_7} - \beta}{O_{ijp_7}} \right) \right] \cdot \omega \\ + \frac{1}{t} \left[\sum_j \sum_i \left(\sum_{p_{\mathbb{N}}} (W_{ijp_{\mathbb{N}}} - \beta) \right) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_j \sum_i (L_{ji}) \right] \\ \times \frac{1}{t} \left[\sum_j \sum_i \sum_{p_{\mathbb{N}}} \left(\frac{W_{ji p_{\mathbb{N}}} - \beta}{O_{ji p_{\mathbb{N}}}} \right) \right] \cdot \omega \\ + \frac{1}{t} \left[\left(\sum_j \sum_{p_7} \left(\frac{Q_{jp_7} - \beta}{2} \right) \right) \right] \cdot U_p \\ + \left(\sum_i \sum_{p_{\mathbb{N}}} \left(\frac{Q_{ip_{\mathbb{N}}} - \beta}{2} \right) \right) \right] \cdot U_p \end{array} \right\} \quad (6)$$

IV. 모형적용 사례분석

4.1 대안별 운영비용 적용

화상경매를 활용한 근거리 분할 물류운영을 통한 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 청과물 물류시스템 운용비용 분석을 하였다.

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

청과물 품목마다 산지, 포장단위, 수송비등 산지 i 에서 도매상 j 로 출하시 차이를 보이고 있다. 따라서 본 연구에서는 청과물 중 사과를 대표품목으로 선정하여 분석을 하였다.

국내 사과의 주요 산지는 경북의 청송, 영주, 의성, 충북의 충주, 괴산 및 충남의 예산 등이며, 이들 산지

<표 2> 분석을 위한 기본 정보

항목	적용수치
p_j 품목에 대한 산지 i 에서 도매상 j 로의 물동량 (W_{ijp_j})	145,000,000 kg
산지 i 에서 도매상 j 간의 거리 (L_{ij})	100 km
화상경매를 위한 지역창고에 보유하고 있는 물량(W_{jp_j})	· 5% 적용시 : 1,450,000kg · 10% 적용시 : 2,900,000kg · 15% 적용시 : 4,350,000kg
산지 i 에서 도매상 j 로 출하시 수송비용(w)	450,050원 / 5ton
도매상 j 및 지역창고 RDC_k 에서 재고유지비	50,000원 / 5ton

로부터 도매상으로 출하되는 물동량은 연간 약 435,686 톤이다. 본 연구에서는 전체 물동량을 이틀 세 지역으로 나눈 145,000,000 kg을 p_j 품목에 대한 산지에서 도매상으로 출하되는 물동량(W_{ijp_j})으로 정하였다. 경북의 청송, 영주, 의성으로부터 도매상이 집중되어 있는 가락동 농수산물까지의 거리는 약 300km, 충북의 충주, 괴산 및 충남의 예산으로부터 가락동까지의 거리는 90km ~ 150km 사이에 위치하고 있지만 경북의 청송, 영주, 의성의 물량은 대구로 출하되는 양이 적지 않아 본 연구에서는 충북과 충남의 거리를 적용하여 산지 i 에서 도매상 j 간의 거리 (L_{ij})를 100km로 설정하였다.

사과의 경우 산지에서 출하되는 차량은 대부분 5톤의 윙바디(Wing-Body)형태로 5톤 차량기준 15kg 골판지 상자 530개를 적재하여 출하가 이루어지는데 상자 당 운송비는 850원 이므로 산지 i 에서 도매상 j 로 출하시 수송비용 w 은 5톤 트럭 당 450,050원을 적용하였다. 재고유지비는 5톤 차량 당 50,000원을 적용하였다.

식(11)과 식(20)에 의하여 계산된 결과는 <표 2>와 같으며, <그림. 5>는 <표 2>를 그림으로 나타낸 것이다.

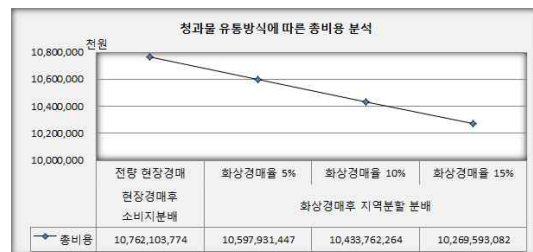
4.2 운용비용 분석

<표 2>의 결과를 고찰해 보면 다음과 같다.

청과물을 산지에서 출하하여 도매상에서 경매를 거쳐 소비자에게 분배되는 물류정책을 운용하는 방안과 정보 네트워크를 기반으로 한 물류정보시스템의 인프라 즉, 화상경매를 활용하여 청과물을 소비자에게 분배되는 물류정책을 운용하는 방안에 대한 물류운영비용을 비교·분석 결과는 다음과 같다.

수송비의 경우 산지에서 출하된 청과물을 도매상으로 전량 보내어 경매를 진행하고 경매 후 소비지로 분배하는 경우 수송비는 약 9,850,154천원이 소요되며 화상경매율 비율에 따라 수송비는 화상경매율 5%에서 약 9,685,982천원, 화상경매율 10%에서 약 9,521,813천원, 화상경매율 15%에서 약 9,357,643천원으로 전량 현장 경매하는 경우보다 화상경매율 5%에서 164,172천원, 10%에서 328,341천원 그리고 화상 경매율을 15% 적용할 경우 492,510천원이 절감됨 되지만 재고유지비용은 차이를 보이지 않고 있음을 알 수가 있다.

총비용의 경우 전량 현장경매를 진행하는 경우 약 10,762,104천원, 화상경매율 5%의 경우 약 10,597,931천원, 화상경매율 10%의 경우 약 10,433,762천원 그리고 화상경매율 15%를 적용할 경우 약 10,269,593천원이 되어, 전량 현장 경매와 비교할 때 화상경매율 5%, 10%, 15%에서 각각 164,172천원, 328,342천원, 492,511천원의 총운영비용이 절감되었다.



<그림 5> 대안별 물류운영비용 비교

V. 결론

본 연구에서 제시한 화상경매를 활용한 근거리 분할 물류운영을 통한 물류합리화를 위한 연구는 주요 농산물 수출국과의 FTA체결로 청과물시장이 무한경쟁시대에도 불구하고 국내 청과물 물류시장의 경쟁력 향상을 위하여 급속히 발전하고 있는 물류정보기술 및 화상기술의 활용 등에 대한 연구가 부족한 현실이다. 따라서 글로벌화 된 경쟁에 대한 대처방안으로 청과물 경매를 위해 전량 도매상에 보내는 대신 산지역역 이외로 분배되는 물량은 도매상으로 보내고 산지의 근거리 영역에 대한 물량을 산지 인근의 지역분배센터에 분할하여 수송하는 출하물량에 대한 이원화 방안을 제시하였다. 도매상으로 보내진 품목에 대해서는 도매상에서 현장경매를 통해 분배되고, 지역분배센터의 물량은 도매상과 실시간으로 연계된 화상경매를 통하여 인근지역으로 제품을 분배함으로써 청과물 유통과 관련된 경쟁력을 향상시키고 물류비용 절감 및 물류합리화를 목적으로 화상경매를 활용한 근거리 분할 물류운영 모형을 개발하였다.

또한 본 연구는 실무적 측면에서 산지 인근영역에 분배할 물량을 산지에서 인근에 위치한 지역분배센터에 보내어 보관 및 경매를 위한 준비를 하며, 도매상으로 보내진 물량이 경매가 진행되는 것과 병행하여 실시간으로 화상경매가 이루어진 후 산지 인근영역 수요에 대처하기 위하여 지역분배센터에서 인근영역 소비지에 분배하는 방안을 제시하였다. 수치 예를 통한 운용비용을 분석한 결과 수송비는 산지에서 출하된 청과물을 도매상으로 전량 보내어 경매를 진행하고 경매 후 소비지로 분배하는 방안과 비교하였을 때 본 연구에서 제시한 화상경매를 통한 근거리 지역 분할조달 방식이 수송비 절감으로 청과물 물류운용비용이 크게 절감됨을 수치분석결과를 통하여 입증하였다.

수치분석과정에서 본 연구의 객관성을 입증하기 위하여 기존의 청과물 물류 운영방식과 본 연구에서 제시한 화상경매를 활용한 근거리지역 분할하여 운영하는 물류방식에 동일한 데이터를 적용하였다. 학문적 측면으로 화상경매를 활용한 근거리분할 물류운영이 물류비용에 미치는 영향에 관한 연구를 통하여 청과물의 대규모 분배 네트워크의 운영에 따른 제반 문제에 대한 보다 현실적인 접근을 가능케 하였으며, 첨단 물류정보기술 및 화상기술을 청과물의 화상경매 등의 정보공유의 장점을 물류시스템에 접목시킴으로써 현실화된 물류효율화 방안을 제시함으로써 청과물 분배시스템의 운영과 관련된 정책수립을 위한 지침으로 활용할 수 있는 이론적 토대를 마련하였다.

또한, 본 연구를 활용하면 다음과 같은 장점이 기대된다.

첫째, 인건비 상승, 고속도로 통행료 및 유가 인상 등으로 물류비용이 상승하는 시점에서 실물의 증복이동을 줄임으로써 합리적인 물류운영 전략수립의 기초를 제공한다.

둘째, 본 연구의 화상경매 활용 방식은 청과물 뿐만 아니라 수산물 등의 다른 유형의 제품으로 확대적용을 가능케 함으로써 물류 방침이나 목표를 고려한 물류시스템 운용비용 최소화를 위한 대안이 된다.

마지막으로 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 수산물 등 청과물 이외의 품목으로 확장시켜 연구를 진행하고, 수송시 차량적재율에 따른 공차율이 물류비용에 미치는 영향 등에 대한 연구하고자 한다.

참고문헌

- [1] Bernhard Fleishmann, "Designing distribution systems with transport economics of scale," *European journal of Operation Research*. 70, 1993, pp. 31-42.
- [2] 김병찬 "복합적 운영방안을 고려한 물류시스템 의사결정 모형 개발," 경기대학교 박사학위논문, 2008.
- [3] Debalay Chakrabarti, Martin Strangwood and Claire Davis, "Effect of Bimodal Grain Size Distribution on Scatter in Toughness," *Metallurgical and Materials Transactions A*, Volume 40, Number 4, 2009, pp. 780-795.
- [4] Lin Lin and Mitsuo Gen and Xiaoguang Wang, "Integrated Multistage Logistics Network Design by Using Hybrid Evolutionary Algorithm," *Computers & Industrial Engineering*, In Press, Accepted Manuscript, Available online 27, 2008.
- [5] 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, 1999, pp. 581-591, 1999.
- [6] Randall M. German, "Coarsening in Sintering: Grain Shape Distribution, Grain Size Distribution, and Grain Growth Kinetics in Solid-Pore Systems," *Critical Reviews in Solid State and Materials Sciences*, Volume 35, Issue 4, 2010, pp. 263-305.
- [7] 유병우 · 박재현, "역물류의 공차율을 고려한 물류 최적화 모델 연구," *대한안전경영과학회지*, 제 8권, 제3호, 2006, pp. 81-105.
- [8] 박순호 · 박수민, "물류프로세스 표준화 연구," *디지털산업정보학회지*, 제7권, 제1호. 2011, pp. 173-283.
- [9] 신흥열, "부품 공급 및 서비스 지원을 위한 자동차 산업 기반의 통합 물류 관리 시스템," *디지털산업정보학회지*, 제3권, 제2호, 2007, pp. 81-90.
- [10] 김병찬, "복합물류단지 조성에 따른 농산물 수출입 물류비용 절감에 관한 연구," *디지털산업정보학회지*, 제10권, 제3호, 2014, pp. 273-283.
- [11] 심준보 · 김경중, "MVC 디자인 패턴을 활용한 Web GPS 기반의 물류차량 출하 관제 시스템," *디지털산업정보학회지*, 제6권, 제1호, 2010, pp. 131-142.
- [12] 이두용, "인천지역 물류산업의 정보화 방안에 관한 실증적 연구," *대한안전경영과학회지*, 제13권, 제3호, 2011, pp. 79-85.
- [13] 이창우, "비디오 영상에서 사전정보 기반의 도로 추적," *한국산업정보학회논문지*, 제18권, 제2호, 2013, pp. 19-25.
- [14] 윤창식, "경매제와 시장도매인제 가격의 동태적 비교 분석 : 강서농산물도매시장을 중심으로," *유통연구*, 제14권, 제1호, 2009, pp. 67-86.
- [15] 장성욱, "거래비용을 통한 농산물 도매시장의 거래제도 비교분석," *물류연구*, 제12권, 제5호, 2007, pp. 87-103.
- [16] 정준호 · 채성훈, "도매시장의 정가-수의매매 동향과 농협의 과제," *CEO focus*, 제311호, 2013, p. 6.

■ 저자소개 ■



김 병 찬
Kim Byeongchan

2016년 현재 서일대학교 시스템경영과
조교수(강의중점)
2016년 2월 사)한국기술거래사회 대외협력
부회장
2009년 2월 경기대학교 산업공학과(공학박사)
1998년 2월 경기대학교 산업공학과(공학석사)
1996년 2월 경기대학교 산업공학과(공학사)

관심분야 : 물류경영, 생산공학, SCM
E-mail : pckim4759@korea.com

논문접수일: 2016년 8월 31일
수 정 일: 2016년 9월 9일
게재확정일: 2016년 9월 12일