

시물레이션을 활용한 신 물류체계 구축과 물류센터 규모 산정에 관한 연구

Case Study: Restructuring of the Logistics Network and Calculating of the Distribution Center Size Based on Simulation Method

이재준(Jae-Jun Lee)*, 박영재(Young-Jae Park)**, 정태원(Tae-Won Chung)***

*한진물류연구원, 연구원, Tel: 02-726-6563, e-Mail: hqrlig@hanjin.co.kr

**한진물류연구원, 수석연구원, Tel: 02-726-6573, e-Mail: logipark@empal.com

***한진물류연구원, 선임연구원, Tel: 02-726-6574, e-Mail: chungtaewon@hanmail.net

Abstract: 물류 네트워크는 거점(Node)과 수배송(Link) 형태로 구성된다. 중장기적인 관점에서 예측된 수요를 고려하여 재고, 수배송, 납기시간을 줄일 수 있는 Node와 Link를 결정하는 것이 물류 네트워크 구축 연구의 목적이다. 건축도료를 생산하는 A사는 3개의 공장과 2개의 물류센터를 보유하고 있으며, 향후 공장 이전과 신규 물류센터를 건립할 계획이다. 이러한 물류 환경 변화 하에서 현재 대고객 서비스 수준은 유지하면서, 최소의 비용으로 적정 재고수준을 보장하는 A사의 신 물류체계를 구축하는 것이 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 시물레이션을 활용하여 최적의 물류 네트워크 구축 및 적정의 물류센터 규모를 산정하였다.

Key Words: Logistics Network, Distribution Center, Simulation Method

습을 수리모형으로 표현하기가 어렵고, 최적해를 찾는 데 많은 시간이 소요된다. 또한 해답을 찾는다 고 할지라도 시간흐름에 따른 변화를 모형에 담을 수 없기 때문에 현실에 적용하기가 어려울 수 있다. 이에 반해 시물레이션 기법은 최적해는 아니지만 시간의 흐름에 따른 변화를 보여주기 때문에 복잡한 물류 네트워크 구축에 있어서는 훨씬 현실적인 방법이라 할 수 있다. 본 연구는 건축도료를 생산하는 제조업체(이하 A사라 함)에 대한 실증적인 사례를 기반으로 한 논문이다. 2010년 사업규모에 대비해 새로운 물류센터 구축이 필요한 A사는 다양한 사업 환경 변화를 고려한 최적의 물류 네트워크 구축을 희망하고 있다. 이를 위해 본 연구에서는 사업 환경 변화를 고려하여 다양한 시나리오 대안을 작성하고, 시물레이션 분석을 통하여 최적의 물류 네트워크 구축 및 적정 물류센터 규모를 산정하였다.

1. 서론

일반적으로 물류 네트워크는 거점(Node)과 수배송(Link)의 형태로 구성된다. Node와 Link간의 연결 형태에 따라 물류 관련 비용과 납기 시간이 달라진다. 특히, 기업에 있어서 물류 네트워크의 구축은 고비용과 많은 시간을 필요로 하기 때문에 쉽게 변동될 수 없으며, 한번 구축된 네트워크는 수년간 지속적으로 활용해야 하기 때문에 중장기적인 시각에서 구축되어야 한다. 즉, 중장기적인 관점에서 예측된 수요를 고려하여 수배송 및 재고 비용을 최소화하고 납기시간을 단축할 수 있도록 물류거점 위치·수 및 규모를 결정해야 한다. 물류 거점의 위치와 수, 규모 결정방법에는 수리적 기법(최적화, 휴리스틱 등)과 시물레이션 기법이 있다. 수리적 기법을 이용할 경우 실제 물류 네트워크를 적용함에 있어서는 상당한 제약이 따른다. 우선 현실의 모

2. 선행연구

시물레이션 기법을 이용한 물류 네트워크 구축에 관한 연구는 다음과 같다. Jansen(2001)등은 케이터링업체(Catering Supply Chain)의 모든 제품을 재무지표(Financial Indicator: Total Cost per Container)와 물류지표(Logistic Indicators: Leadtime, On Time Delivery, Load Utilization Rate, Travel Distance, Inventory Level)로 분류하고 시물레이션 기법을 이용한 시나리오 분석을 통하여 비용 변화를 연구하였다.

Takakuwa(2000)등은 공급사슬(Supply Chain)내 물류센터의 다양한 기능(Holding, Material Handling etc)에 관해서 시물레이션 분석을 실시했다. 그들은 Large Scale의 문제에 관해서 시물레이션 하는 것은 상당히

어렵다고 언급했다.

Maruta(1999)등은 시물레이션 기법을 활용하여 공급사슬 내에서 최적의 물류 네트워크를 구성하는 방법을 설명했고, 분석을 위한 시물레이션 Tool을 제시했다.

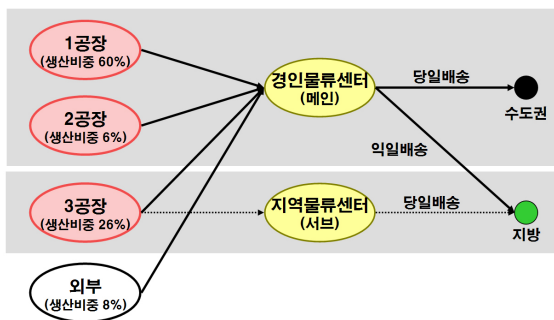
3. A사 물류체계

3.1. 물류체계 현황

(1) 거점(Node) 현황

A사는 현재 건축도료를 생산하는 제조업체로 3개의 공장과 2개의 물류센터를 보유하고 있다. A사가 생산하는 제품 중 1공장에서는 약 60%를 생산하고 있으며, 2공장은 약 6%, 3공장은 약 26%를 생산하고 있다. 나머지 약 8%는 외부에서 A사로 들어온다. 메인 물류센터는 전 지역에 대한 수요를 담당한다. 메인 물류센터로 입고되는 물량은 1, 2, 3공장에서 생산한 물량 및 외부 유입물량이며, 입고·보관·출고·수배송을 담당한다. 지방 물류센터는 지방 지역에서 발생하는 수요 중 일부를 담당하고 있으며, 3공장 생산 제품의 입고·보관·출고·수배송을 담당한다.

<그림 1> A사의 물류 체계도



(2) 수배송(Link) 현황

전국적으로 분포하고 있는 고객층은 서울과 경기도를 포함하는 수도권 지역과 기타 지방지역으로 크게 구분된다. 수배송 형태는 수도권 지역은 당일배송을 원칙으로 하며, 지방지역은 익일배송체계이다. 이러한 정책하에서 A사는 오랜 경험을 통해서 수배송 형태를 구성하였다. 우선, 1공장에서 생산된 제품은 경인 물류센터에서 전량 보관되며, 수도권·지방지역에서 발생하는 수요에 대응하며 보관·출하를 담당한다. 2공장의 경우

생산된 제품 중 수도권·지방 지역의 수요물량과 재고물량은 경인 물류센터로 이동·보관·출하되며, 나머지 물량은 2공장 내에 임시 보관된다. 3공장에서 생산된 제품 중 수도권·지방 지역의 재고 및 수요물량은 경인 물류센터에서 이동되며, 이를 제외한 물량은 지방 물류센터에 보관된다. 외부유입물량은 경인 물류센터에서 일괄적으로 처리한다.

3.2. A사 물류체계 문제점 및 현안과제

A사는 수년 내에 1공장을 이전할 계획이며, 이와 동시에 경인 물류센터를 새롭게 건립할 예정이다. 2010년을 기준으로 이와 같은 계획을 추진함으로써 동종업체에 비해 경쟁력을 확보한다는 계획이다.

이와 같은 계획은 현재 A사가 당면하고 있는 물류체계 문제점에서 수립되었다. A사는 현재 3개 공장이 전국적으로 분포되어 있어 수요 물량에 비해 상대적으로 많은 재고물량을 보유하고 있다. 더욱이 전 지역의 수요는 경인 물류센터에서 일괄적으로 배송한다는 배송정책을 가지고 있기 때문에 지역 물류센터의 활용성이 저조하고, 3공장에서 생산된 제품이 경인 물류센터로 역이동되는 문제도 포함하고 있다.

더욱이 경인 물류센터에 전 제품이 집중되기 때문에 차량 입출고가 원활하지 않으며, 경인 물류센터의 보관면적 부족으로 야적의 일상화, 선입선출의 어려움, 야적 제품의 용기 부식 등 여러 가지 문제가 발생하고 있다. 이러한 여러 가지 문제를 해결하기 위해서 A사는 1공장 이전(2010년), 대전물류센터 완공(2005년)을 포함한 2010년을 기점으로 해결할 계획이다.

4. 시나리오 구성 및 고려사항

앞 장에서 살펴보았듯이 A사는 1공장 이전과 동시에 경인 물류센터의 신규 건립과 현재 건설되고 있는 대전 물류센터를 고려한 신 물류체계를 구축하고자 한다. 이는 4개의 생산 거점과 3개의 물류센터, 2개의 수요군(수도권, 지방)을 중심으로 최적 물류체계를 구축하는 문제로 볼 수 있다. 본 연구에서는 시나리오 기법을 활용하여 향후 발생 가능한 물류체계 시나리오를 구성하고, 이에 대해 수송비용과 재고비용(물량 측면)에서 최소가 되는 시나리오를 선정함으로써 해결한다.

4.1. 시나리오 구성

신 물류체계 구축이 완료되는 시점을 기준으로 물류센터의 재고보유 여부, 공장(제품)별 배송 담당 물류센터의 두 가지 항목을 조합하여 시나리오 구성이 가능하다.

첫째, 물류센터의 재고보유 여부에 있어서는 현실적으로 물류센터가 재고물량을 보유하느냐, 아니면 Cross-Docking 형태로만 운용되느냐에 따라 경인, 대전, 지방 물류센터의 조합이 8개로 구성 가능하다.

<표 1> 재고보유 여부를 고려한 경우의 수

물류센터	재고보유(O)/Cross-Docking(X)							
경인	O	O	O	O	X	X	X	X
대전	O	O	X	X	O	O	X	X
지방	O	X	O	X	O	X	O	X

둘째, 공장(제품)별 배송 담당 물류센터에 있어서는 물류센터가 배송하는 권역을 고려할 수 있으나, 현실적으로 가능한 부문에 대한 경우의 수를 고려하기로 한다. 수도권 지역의 물량은 경인 물류센터에서 전 제품을 배송하는 것이 물류비 측면에서 효과가 있다. 지방지역의 경우에는 경인·대전·지방의 3개 물류센터에서 제품을 1·2공장과 3공장에서 생산하는 제품을 콘솔형태로 제공하느냐 독립적으로 제공하느냐에 따라 조합이 가능하다. 이 때 외부물량은 경인 물류센터로 일괄 처리됨을 가정으로 한다.

<표 2> 공장(제품)별 배송지역(지방 지역의 경우)

물류센터	1·2공장제품(O)/3공장제품(X)						
경인	O	X	O	O	-	-	-
대전	-	-	X	-	O	X	O
지방	-	-	-	X	-	X	O

두 가지 항목을 조합할 때 현실적으로 불가능한 시나리오가 있다. 이는 A사가 향후 정책적으로 제시하고 있는 수배송정책(수도권-당일배송정책, 지방-당일배송정책)과 고물류비용을 유발시킬 수 있는 시나리오가 존재하고 있기 때문이다. 이러한 경우를 제외하면, <표 3>과 같은 3개의 시나리오가 선정된다.

<표 3> 시나리오별 내용

시나리오	물류센터	공장(제품)별 배송지역
1	경인	1·2공장 및 외부물량: 전지역 3공장: 수도권지역
	대전	1·2·3공장 및 외부물량: 대전·충청
	지방	3공장: 지방지역
2	경인	1·2·3공장 및 외부물량: 수도권지역
	대전	1·2·3공장 및 외부물량: 대전·충청
	지방	1·2·3공장 및 외부물량: 지방지역
3	경인	1·2·3공장 및 외부물량: 수도권지역
	대전	1·2공장 및 외부물량: 지방지역
	지방	3공장: 지방지역

4.2. 분석 시 반영요소

시뮬레이션 분석 시 현 상황에 대해서 고려해야 할 요소들이 있으며, 이는 다음과 같다.

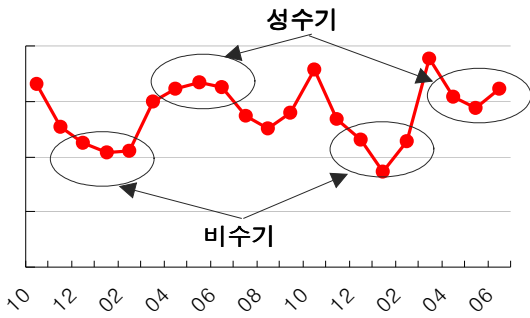
(1) 1공장 이전

A사는 1공장을 이전할 계획에 있다. 1공장의 위치는 현재와 비교해 볼 때 인근지역으로 이전되기 때문에 물류체계 변화는 없을 것으로 보인다. 하지만, 1공장의 이전에 따라 생산 제품에 대해서 공장별로 생산되고 있는 체계를 변화시킨다는 계획을 가지고 있다. 이에 대해서 본 연구에서는 1공장의 이전에 따른 공장별 생산 제품을 포함하여 신 물류체계 구축에 반영하였다.

(2) 수요물량 예측

건축도로 수요는 뚜렷한 비수기(7~8월, 12~3월)와 성수기(4~6월, 9~11월) 현상을 보이고 있다. 성수기의 수요는 비수기에 비해 2배 정도의 차이를 보이고 있는 특징이 있다. 또한 연도별 판매물량 추이를 고려할 때 향후 2010년까지 매년 5~5.5%의 성장률을 보이고 있다.

<그림 2> 월별 수요 추이 ('02.10~'04.6)



한편, 2,115개 제품에 대한 수요편차를 살펴볼 때 수요의 편차가 크게 발생하였으며, 특히 성수기 때의 수요 편차가 더욱 크게 나타났다. 신 물류체계 구축과 물류센터 규모를 산정하는 것을 목적으로 하기 때문에 가장 수요물량이 많이 발생하는 성수기 시점을 기준으로 2010년 수요 물량을 예측하여 본 연구에 반영하였다.

(3) 제품의 그룹화

본 연구에서 사용된 제품의 수는 2,115개이다. 이들 전체 제품을 시물레이션에서 사용하는 것은 현실적으로 불가능하기 때문에 제품의 생산지별, 고객 수요 분포 및 수요량을 반영하여 108개로 그룹화 하였다. 그룹화의 방법은 첫째, 생산지별에 대해서 3개(1:2:3공장, 외부유입)로 구분하였고, 둘째, 주문빈도와 주문량에 따라 상, 중, 하로 27개로 구분하였다. 이들의 조합의 합이 총 108개로 그룹화 할 수 있다.

(4) 재고정책

A사에서 현재 사용하고 있는 재고정책은 건축도료라는 제품의 특성상 평균 25일 분량의 재고를 항상 보유한다는 것이다. 하지만, A사의 각 물류센터별로 보유하는 제품에 대해 실제 재고조사 결과 경인 물류센터의 경우 평균 55.2일, 지방 물류센터는 평균 34.2일로 1.4 ~ 2.2배에 이르는 등 재고정책이 지켜지고 있지 않다. 이는 물류센터에서의 보관능력을 상회하여 물류센터 내 제품 출고 및 입고, 제품 출하 및 상차 등에 있어 많은 문제가 발생하고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해서 신 물류체계 구축에 있어 A사는 재고물량을 줄이기를 요구하였다. 적정 재고정책을 결정하기 위해서 EOQ (Economic Order Quantity)와 ROP(Re-Order Point) 분석을 실시한 결과 공장별로 차이가 있지만, 물류센터별 재고기간은 평균 10일로 분석되었다. A사는 평균 10일이라는 재고기간에 대해서는 부정적인 입장이다. 우선, 건축도료 특성

상 일정하게 생산할 수 없으며(용기 크기에 따라 생산량이 다름), 수요가 일정치 않고 불안정하기 때문에 필요할 때마다 즉시 생산할 수 없는 한계가 있다.

이러한 이유로 인해 A사가 50%의 재고 물량을 추가적으로 확보하는 방안으로 15일의 재고기간을 2010년 목표로 설정하였다. 더욱이 경인 물류센터의 신축과 공장 이전이라는 문제에 당면해 있어, 15일을 기준으로 가정하여 본 분석에 활용하였다.

(5) 수배송 비용

수배송비용은 공장에서 물류센터, 물류센터에서 최종고객까지 이동될 때 발생하는 비용이다. 일반적으로 수송비용은 경인에서 지방으로 이동되는 차량 운행비용과 지방에서 경인으로 이동되는 차량 운행비용간에는 차이가 발생한다. 이는 제품의 수요와 공급이 수도권 지역에 상대적으로 치중되어 있기 때문이다. 이러한 점을 고려하여 본 연구에서는 경인 물류센터(출발)-지방 물류센터(도착) 기준의 차량별, 거리별 운임을 기준으로 전 구간에 대해 적용하였다.

5. 시물레이션 모델링

A사의 신 물류체계 구축과 경인 물류센터의 규모를 산정하기 위해서 본 연구에서는 Arena 7.0 Simulation Package를 활용하였다. 시물레이션 모델은 생산, 재고, 수송 프로세스로 구분하여 구축하였으며, 시물레이션에 사용될 데이터 수집은 수요물량, 생산비용 및 수송비용이 있다.

5.1. 시물레이션 모델 구축

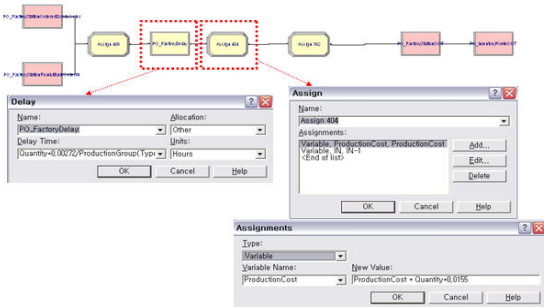
(1) 생산 프로세스

제품 생산은 공장에서 모든 제품에 대해 동일하게 적용하였다. 생산이 일어나는 이벤트가 발생하는 경우는 창고의 재고수준에 따라 결정하도록 처리하였다. 시물레이션에 모델링 된 생산공장은 1:2:3공장 세 군데이며, 외부유입 물량에 대해서는 자체 생산 제품이 아니므로 물류센터에서 주문 요청이 발생할 때 외부에서 재고를 채워주는 형태를 취하였다. 또한 각 공장에서의 생산능력은 무한정 가능한 것으로 가정하였다.

생산비용의 경우, 제품 생산이 발생하게 되면 생산제품

수를 결정하여 이를 단위당 생산비용에 곱하여 시물레이션이 진행되는 동안 그 값을 계속 누적하여 시물레이션 종료된 후에 누적 값을 통해 생산비용을 산정할 수 있도록 처리하였다.

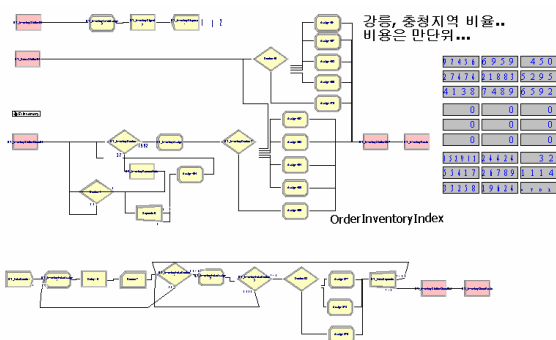
<그림 3> 1공장 모델 뷰



(2) 재고 프로세스

제품 재고는 물류센터에서 처리되는 부분으로 각 물류센터(경인,지방,대전)에서 취급하는 제품군에 따라 재주문점과 주문량을 설정하여 시물레이션 수행기간 동안 각 창고의 재주문점을 실시간 체크하여 재주문점 아래로 떨어졌을 경우 공장으로 주문량만큼 주문을 요청하도록 처리하였다. 재주문점은 15일 재고로 분석하였으며, 15일 재고의 경우, 각 제품의 하루 평균 주문량을 1일 재고로 하여 15를 곱한 값으로 재고수준을 결정하였다.

<그림 4> 경인 물류센터 모델 뷰

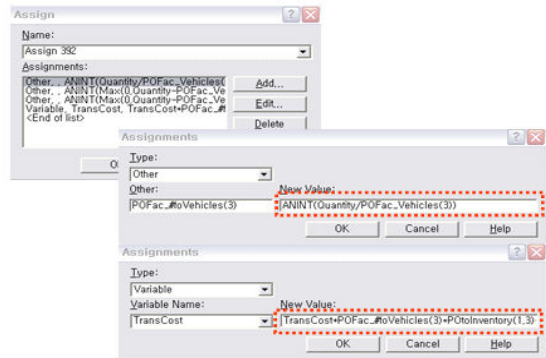


또한 공장에서의 주문량은 재주문점과 같은 값으로 처리하였다. 이를 통해 각 물류센터의 재고수준을 실시간으로 시물레이션을 통해 확인할 수 있도록 하였으며, 시물레이션 종료 후에 각 창고의 재고수준의 평균값과 최대값을 산정할 수 있도록 모델링하였다.

(3) 수송 프로세스

수송 프로세스는 공장에서 물류센터간, 공장에서 직배송을 통한 고객 수요지 배송, 그리고 공장에서 다른 창고를 Cross-Docking하여 창고로 이동하는 형태가 모델링 되었다.

<그림 5> 공장↔물류센터 수송 프로세스 모델 뷰



수송 프로세스는 기본적으로 현재 A사가 사용하고 있는 여러 형태의 트럭을 모두 고려하였고, 트럭 개수의 제한은 두지 않았다. 운송 규칙은 우선 톤당 비용이 가장 낮으며, 용량이 가장 큰 트럭을 우선적으로 고려하였고, 큰 트럭으로 싣고 남은 양에 대해 그 보다 작은 톤수의 트럭으로 나누어 싣는 형태로 모델링하였다. 수송비용의 경우, 시물레이션이 수행되는 동안 톤당 수송비용에 트럭 대수를 곱하여 수송비용을 산정하고 이를 누적하여, 시물레이션이 종료한 후에 총 수송비용을 산정할 수 있도록 모델링하였다.

(4) 시물레이션 수행시간

시물레이션의 종료 시간은 성수기 기간(3개월)과 동일하게 2,160시간(90일, 하루 24시간 기준)으로 하였고, 모델의 검증을 위해 반복 회수를 10번으로 하여, 결과에 대한 평균값을 구하였다.

5.2. 입력 데이터 수집

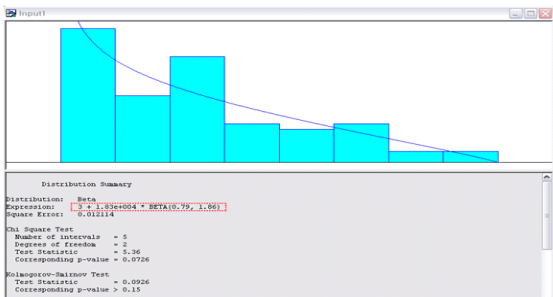
(1) 물량(수요) 데이터

분석 규칙에서 설명했듯이, 시물레이션 분석에 투입될 개체를 선택하기 위해 성수기 3개월 수요 데이터를 이

용하여 공장별로 제품들을 분류하고 주문빈도와 주문량을 상, 중, 하로 고려하여 각 제품군에 대한 확률분포를 도출하였다. 분포의 자료에 대한 적합성의 다른 두가지 척도는 카이제곱과 Klomo-gorovSmirnov(K-S)의 적합도 가설 검정이다. 이것들은 이론 분포가 자료에 적합한가를 평가하기 위하여 사용되는 표준 통계적 가설검정 방법이다.

입력분석기는 텍스트 창에 <그림 6>과 같이 검정내용에 대한 정보를 표시한다. 특히 중요한 것은 대응 p값 (Corresponding p-value)인데, 이것은 항상 0에서 1사이의 값을 가진다. 이것을 해석하면 p값이 크면 클수록 더 적합하다는 의미이다. 일반적으로 하나 이상의 p값이 0.1보다 크면 이론분포를 사용할 수 있다. 1공장에서의 제품군 확률분포 생성 결과를 살펴보면 K-S 결과에서 p값은 0.15로 비교적 높은 편이므로 베타분포를 사용하였다.

<그림 6> 1공장에서의 제품군 확률분포 생성 그래프



2010년 시점에서 성수기 공장별 제품군에 대한 확률분포 결과는 <표 4>, <표 5>, <표 6>, <표 7>와 같다.

<표 4> 1공장의 주문빈도와 주문량을 고려한 확률분포

구분	주문빈도 상	주문빈도 중	주문빈도 하
주문량 상	3+1.83e+004*BETA(0.79, 1.86)	35+LOGN(2.41e+003, 7.83e+003)	-0.001+EXPO(312)
주문량 중	-0.001+1.25e+003*BETA(1.11, 1.5)	15+GAMM(768, 1.34)	-0.001+EXPO(305)
주문량 하	-0.001+93*BETA(0.669, 2.31)	-0.001+ERLA(130, 2)	-0.001+WEIB(437, 1.3)

<표 5> 2공장의 주문빈도와 주문량을 고려한 확률분포

구분	주문빈도 상	주문빈도 중	주문빈도 하
주문량 상	TRIA(91, 5.39e+004, 1.23e+005)	-0.001+2.08e+004*BE TA(0.822, 2.72)	-0.001+EXPO(1.24e+003)
주문량 중	TRIA(-0.001, 3.4e+003, 1.09e+004)	-0.001+1.25e+004*BETA(2.05, 3.89)	-0.001+WEIB(1.49e+003, 1.16)
주문량 하	-0.001+EXPO(9.31)	-0.001+WEIB(115, 1.51)	-0.001+1.58e+003*BE TA(1.49, 3.33)

<표 6> 3공장의 주문빈도와 주문량을 고려한 확률분포

구분	주문빈도 상	주문빈도 중	주문빈도 하
주문량 상	78+1.84e+004*BETA(2.23, 4.42)	-0.001+1.1e+004*BETA(0.704, 1.41)	-0.001+EXPO(1.59e+003)
주문량 중	TRIA(-0.001, 1e+003, 3.22e+003)	TRIA(-0.001, 1.55e+003, 4.96e+003)	-0.001+4.04e+003*BETA(0.936, 2.24)
주문량 하	-0.001+EXPO(2.81)	-0.001+165*BETA(1.35, 2.67)	-0.001+WEIB(222, 1.25)

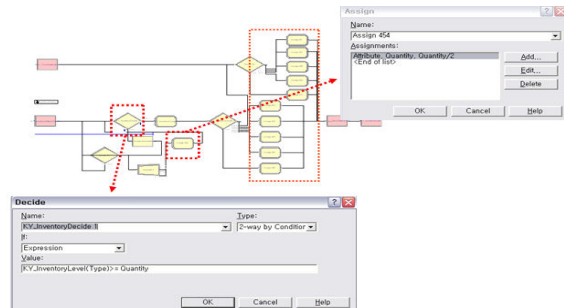
<표 7> 외부물량의 주문빈도와 주문량을 고려한 확률분포

구분	주문빈도 상	주문빈도 중	주문빈도 하
주문량 상	TRIA(-0.001, 8.98e+003, 2.1e+004)	-0.001+EXPO(411)	-0.001+EXPO(38.2)
주문량 중	-0.001+1.83e+003*BETA(2.11, 3.64)	-0.001+1.5e+003*BETA(0.929, 2.24)	-0.001+EXPO(318)
주문량 하	-0.001+62*BETA(2.11, 3.64)	-0.001+WEIB(49.1, 1.07)	-0.001+303*BETA(1.11, 1.76)

(2) 공장에서 수요지별 수요물량 비율

공장에서 물류센터로, 물류센터에서 수요지로의 차지하는 투입 물량과 비율을 산정하기 위하여 2004년 성수기의 수요데이터를 사용하였다.

<그림 7> 물류센터↔수요지간 수요물량 비율



<표 8> 공장별 기준 수요지별 수요비율

수요지	1공장	2공장	3공장	외부물량	
경인	66%	65%	58%	72%	
지방	마산	3%	5%	9%	6%
	대구	16%	8%	5%	6%
	포항	1%	4%	3%	3%
	부산	7%	3%	10%	3%
	광주	7%	14%	15%	10%

* 주: 2004년도 성수기 자료를 기초로, 1공장 이전에 따른 각 공장별 생산 제품 조정 후 결과임

<그림 7>에서 길게 점선으로 표시된 부분이 물류센터에서 고객까지의 배송 부분을 설명하고 있다. 물류센터에서 수요지로의 배송 물량에 대해 먼저 수요지별로

차지하는 비율에 따라 물량을 할당한다.

(3) 생산비용

주문이 발생하게 되면 공장에서 생산이 이루어진다. 각 공장별 생산비용은 생산량과 단위당 생산비용으로 처리하였다. <표 9>와 같이 각각의 공장 별로 제품 단위당 생산시간과 비용을 계산하여 시뮬레이션 분석에 반영하였다. 기타 및 외주 물량은 생산 즉시 경인창고로 반입되며 생산시간은 없는 것으로 가정하였다.

<표 9> 제품단위당 투입 생산시간 및 비용
(단위: 원/시간 · kg)

구분	1공장	2공장	3공장	외부물량
생산시간	0.00272	0.000013	0.0032	없음
생산비용	155	44.57	178.85	없음

(4) 수배송 비용

공장에서 물류센터의 경우 차량별 운임효율은 현재의 운임을 기준으로 계산했으며, 1공장과 같이 현재에는 존재하지 않아서 운임 효율이 없는 경우에는 실제 지입차 이용 시 지불되고 있는 금액을 조사하여 반영하였다. 또한 물류센터에서 수요지로의 수송비용은 2010년 3공장의 생산량이 1공장보다 늘어나게 될 경우에는 현재의 운임방식에 변화가 예상되므로, 거리기준으로 운임을 산정해 시뮬레이션 분석에 반영하였다.

6. 결론

시뮬레이션 분석 결과 세 가지 시나리오 중 시나리오 2(경인 물류센터: 수도권지역만 담당, 대전 물류센터: 충청·대전지역만 담당, 지방 물류센터: 지방지역 담당)가 재고물량과 비용 측면에서 가장 최적인 것으로 나타났다(표 3 참조).

A사의 2010년 물류체계는 2개 물류센터를 축으로 전국 수배송 망을 형성하는 것이 물류비용과 재고물량 측면에서 최적인 것으로 분석되었다. 즉, 2010년에는 경인 물류센터에서 수도권 지역(경인, 강원, 충청 일부)의 수요지를 관할하고 대전 물류센터는 지역창고의 개념으로 대전·충청 또는 전북지역의 수요를 관할하며, 그리고 지방 물류센터는 지방지역(대구·경북, 부산·경남,

광주·전남)의 수요를 관할하는 형태가 적합한 것으로 분석되었다.

본 연구에서는 수도권 지역의 건축도로 수요량이 지방 지역에 비해 약 60%이상을 차지(표 9 참조)하는 특성을 감안할 때 수도권과 지방지역을 분할하여 수요에 대처하는 물류체계 구축이 필요하며, 이를 고려한 각 물류센터의 적정 재고물량 산정 및 물류센터의 관할범위 등을 제시하였다.

<표 10> 시뮬레이션 분석결과

구분	물류센터 규모(재고물량)				비용(만원)		
	경인	대전	지방	계	생산	수송	
1	평균	3,704	-	639	4,343	154,690	45,495
	최대	4,841	-	875	5,717		
2	평균	2,658	-	1,021	3,680	150,400	43,256
	최대	3,411	-	1,231	4,641		
3	평균	2,912	370	624	3,906	160,650	48,714
	최대	3,779	503	842	5,124		

7. 참고문헌

David A. Taylor, Supply Chains-A Manager's Guide, Addison-Wesley, 2004

Jansen. et al., "Simulation of Supply Chain Behaviour and Performance in an Uncertain Environment", *International Journal of Production Economics*, Vol 71(2001), pp 429-438

Maruta, T. et al., "Simulation Tool of Supply Chain Model with Various Structure and Decision Making Processes", *IEEE(1999)*, pp 1443-1449

Ronald H. Ballou, Business Logistics Management, 3rd Ed., Prentice-Hall, 1992

Takakuwa, S. et al., "Simulation and Analysis of Non-Automated Distribution Warehouse", *Proceeding of the Winter Simulation Conference(2000)*, pp 1177-1184