

# 시물레이션을 활용한 공급사슬 내 재고관리 방법 비교 연구

이재홍 · 구승환 · 노승민 · 장성용\*

## Comparison Study on the Inventory Management in SCM using Simulation

Jae-Hong Lee · Seung-Hwan Gu · Seung-Min Noh · Seong-Yong Jang\*

### ABSTRACT

This research focuses on the method of inventory management to find out the best way in various SCM. There are several comparable methods of inventory management like Min-Max, regular interval, fixed target inventory that have different lead-time and demand for each product. Also, the inventory performances between the case of three-stages and two-stages in SCM are analyzed. 8 scenarios for the simulation are suggested considering order ways and stages. Input data for the simulation is from the result of the previous studies and actual data in the market. The performance measurements are selected as sales revenue, total number of sales, total delivery cost, total inventory shortages, the number of inventory shortage occurrence, the loss for inventory shortages, average inventory, handling cost, net profit. According to the results of the simulation, fixed target inventory management is better than existing inventory management method by net profit and inventory and so on. Also, it was confirmed that the increase in profit is obtained when SCM stages is reduced from three-stages to two-stages in existing SCM. The result of the research provides significant meaning that newly introduced target inventory management system shows good performance and SCM performance can be improved by reducing the stages.

**Key words** : SCM, TOC, Inventory Management, Simulation

### 요약

본 연구는 다양한 공급망 내 재고관리 방법 중 최적의 방법을 찾아내는 것을 목적으로 하고 있다. 비교대상 재고관리 방법은 Min-Max, 정기, 정량, 목표재고관리 방법으로 각 제품별 리드타임과 수요를 달리하여 구성하였다. 또한 공급사슬 망의 단계가 2단계인 경우와 3단계인 경우를 구분하여 공급망 단계를 줄였을 경우의 결과를 분석한다. 시물레이션 모형은 8개의 시나리오로 나뉘며, 각 시나리오는 주문방식과 단계로 구분할 수 있다. 시물레이션을 위한 입력 자료는 기존의 선행연구 결과와 실제 데이터를 토대로 하였다. 시물레이션의 평가는 매출액, 총판매건수, 총배송비, 총결품량, 결품횟수, 결품손실금, 평균 재고량, 재고관리비, 순이익으로 실시한다. 시물레이션 결과 목표재고관리 방법이 가장 우수하게 나타났으며, 목표재고관리 시스템은 기존의 재고관리 방법을 사용한 시나리오보다 순이익 및 재고 등의 측면에서 우수한 결과를 나타냈다. 또한 기존의 공급사슬에서 한 단계 공급망을 줄였을 경우 수익이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구 결과는 목표재고관리 시스템을 추가적으로 고려하고 있다는 것과 공급사슬의 단계를 줄일 수 있는 개선 방안을 논의했다는 것에 의의를 둘 수 있다.

**주요어** : 공급사슬, 제약이론, 재고관리, 시물레이션

## 1. 서론

\* 이 연구는 서울과학기술대학교 교내 학술연구비 (일부 지원)로 수행되었습니다.

**Received:** 25 November 2014, **Revised:** 16 December 2014, **Accepted:** 25 December 2014

\***Corresponding Author:** Seong-Yong Jang

E-mail: syjang@seoultech.ac.kr  
Seoul National University of Science and Technology,  
Industrial & Information Systems Engineering

기술의 발전과 기업 간 치열한 경쟁이라는 복합적인 환경으로 인해 기업들은 다양한 경영전략을 수립하여 경쟁사보다 나은 수익 창출 방안을 찾고 있다. 또한 정보통신의 발달로 소비자들이 기업이나 제품에 대한 정보를 쉽게 접할 수 있게 되어 기업은 소비자의 요구에 대응하기 위한 다양한 경영전략을 수립하고 있다.

기업의 경쟁이 과거에는 기업 간 이루어졌다면, 오늘날에는 공급사슬 간 이루어지고 있다. 이는 유통에서 구매자의 힘이 점점 커지고, 제품의 수명주기가 짧아지고 있기 때문으로 볼 수 있다. 따라서 공급사슬 상 기업들이 서로 협력하여 이익을 극대화시키는 전략을 입안할 필요가 있다. 그러기 위해서 각 기업들은 자신의 공급사슬의 전체 재고 수준으로 바라보아야 한다<sup>1)</sup>.

공급사슬에서 재고관리는 중요한 위치를 차지하고 있다. 기업은 공급사슬의 재고를 관리함으로써 비용의 절감과 납기를 동시에 만족시키고자 노력한다. 여기서 적정 재고를 어느 수준으로 유지해야 하는 가는 중요한 문제라 할 수 있다. 그 이유는 재고수준을 낮게 운영할 경우 비용은 절감시킬 수 있지만 품질 비용이 발생할 수 있으며, 충분히 보유하는 경우 고객의 수요를 만족시킬 수 있지만 재고 유지비용이 커질 수 있기 때문이다. 따라서 최적으로 재고를 유지하고 관리하기 위한 연구가 지속적으로 수행되어오고 있다.

재고관리 기법은 고정 주문방식(FOQ: Fixed Order Quantity), 경제적 주문방식(EOQ: Economic Order Quantity), 주기적 주문방식(POQ: Periodic Order Quantity), Min-Max 주문방식 등 다양하다. 하지만 기존의 방식은 일정 기간을 두고 주문하기 때문에 공급사슬에서 발생하는 채찍효과(Bullwhip Effect)를 상쇄시키기가 어렵다는 단점이 있다. 따라서 기존과는 다른 재고관리 방법이 필요하다.

채찍효과는 공급사슬 내의 공장에서 최종 소비자까지의 단계가 멀어질수록 정보의 왜곡으로 인해 수요와 재고의 불안정성이 확대되는 현상이다. 따라서 공급사슬 내의 각 기업들은 적정량 이상의 재고를 보유하게 된다. 이를 해결하기 위해 최근에는 이전 단계의 주문량 변화에 대응하는 것이 아닌, 공급사슬 전반차원에서 재고를 관리하는 방법을 고려하고 있다. 특히 제약이론(TOC: Theory of Constrains)에서 제시하는 공급사슬관리와 목표재고관리 시스템은 기존의 문제점을 보완할 수 있는 대안이라 할 수 있겠다<sup>2)</sup>.

본 연구는 목표재고관리 시스템이 기존 공급사슬관리의 문제점을 해결할 수 있는지의 여부를 검증하고자 한다. 즉, 공급사슬에서 발생하는 채찍효과를 해결하고, 적정 재고관리기법을 도출하고자 가상의 공급사슬을 구성하였다. 이를 위해 고정·Min-Max·주기 주문방식과 목표재고관리 시스템을 시뮬레이션을 통해 비교·분석하였다. 가상의 공급사슬을 구성하기 위한 시뮬레이션의 입력 데이터는 실제 상황을 반영하기 위해 제품별 리드타임과 수요를 달리하여 구성하였으며, 대한민국의 실제 시·군·구의 수를

고려하였다. 또한 공급사슬의 단계를 줄였을 경우의 상황을 가정하여 분석하였다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 기존 재고관리 방법

재고란 생산에서 판매까지 공급사슬의 모든 과정에서 불확실성에 대비하기 위해 남아있는 원자재 및 상품을 말한다. 따라서 공급사슬 내 가장 이상적인 재고의 양은 0에 근접하는 것이다. 기업은 수요와 공급 간의 불확실성에 대비하기 위해 재고를 관리한다. 여기에서 재고를 최소화로 설정할 경우에는 결품 문제가 발생하며, 최대치로 설정할 경우에는 과잉재고의 문제가 발생한다.

과거에는 재고자산이 대차대조표 내 자산에 분류되기 때문에 다량의 재고자산 보유가 기업의 규모를 커보이게 한다는 인식을 가지고 있었다. 하지만 최근의 다품종 소량생산 추세에서 과도한 재고는 총자본회전율과 총자본이익률을 하락시킨다. 즉, 재고에 투입된 자본만큼의 기회비용이 상실되며, 재고관리에 소모되는 비용이 추가로 발생한다.

재고관리를 위한 기존의 방법을 살펴보면, 먼저 판매량과 안전재고량, 리드타임을 고려하여 발주시점을 설정한다. 여기서 적정재고수준을 어떻게 유지할 것인지를 전략에 따라 정량주문방법, 정기주문방법, Min-Max방법으로 구분할 수 있다. 정량주문방법은 상품의 재고량이 일정 수준이하로 내려갈 경우 자동적으로 사전에 정해진 주문량만큼을 발주하여 재고를 보충하는 방법으로 ‘Q 시스템’이라고도 불린다. 이는 수요예측이 어렵거나 품목이 많고 관리하기 어려울 경우 사용되는 방법으로 관리가 용이한 장점을 가지고 있다. 하지만 재고의 증가로 인한 문제점이 발생할 확률이 높다.

정기주문방법은 일정 기간을 간격으로 정기적으로 재고를 파악하여 부족량만큼을 주문하는 방식으로 ‘P 시스템’이라고도 불린다. 정기주문방법은 일정 기간의 재고 변동성을 상쇄시켜야하기 때문에 다른 방식에 비해 더 많은 안전재고를 보유해야 하는 단점을 가진다. Min-Max 방법은 정량과 정기주문방법을 절충하여 만들어진 방법으로 발주량이 정해져있지 않으며, 재고수준이 Min 값 이하일 때 적정재고 수량에서 현재 재고 수량을 차감한 양만큼만 주문한다.

### 2.2 목표재고관리 방법

TOC는 Eliyahu Moshe Goldratt이 제창한 이론으로

모든 시스템에는 성과를 방해하는 제약요소가 존재하며 해당 제약요소를 해결할 경우 성과가 상승할 것이라는 내용이다. TOC이론에서 제시하는 목표재고관리 방법에서는 공급사슬의 최종단계에 있는 소매점이 판매한 양을 매일 상위 단계에 주문하여 정보의 지연에 따른 왜곡을 감소시킨다. 또한 공급사슬의 단계를 축소시켜 중앙에서 불확실성을 관리하는 방법을 제안하고 있다.

### 2.3 선행 연구

적정의 재고관리 방법을 도출하기 위한 연구는 꾸준히 수행되어 왔다. 연구 초기에는 기존의 주문방식과 EOQ (Economic Order Quantity), JIT(Just In Time)와의 방법론 비교가 주를 이루었으나 최근에는 시물레이션을 활용한 시물레이터 개발 및 새로운 방법론의 적용에 대한 내용이 주를 이루고 있다.

시물레이션을 사용한 연구를 살펴보면 이정숙, 장성용<sup>[3]</sup>은 시스템 다이내믹스를 활용하여 적정 목표재고수준 결정을 위한 기준 공식 및 절차를 제시하고, 임의 수요를 발생시켜 TOC 재보충 방식의 운영 결과를 토대로 효율성을 검증하였다. 신현준, 안범준<sup>[4]</sup>은 재고부족이 허용되고 벤더가 공급자와 구매자 모두의 재고관리를 책임지는 상황 하에서 두 개의 벤더재고관리 모형을 제시하고 각각의 해법을 개발하였다. 김흥규<sup>[5]</sup>는 정기주문시스템 하에서의 두 가지 재고 관리방법을 비교하기 위한 수리적 모형을 개발하고 이를 통하여 어떠한 상황 하에서 정확한 재고주문방법이 전통적인 재고주문방법에 비하여 더 나은지 고찰하였다.

이외에도 유정석<sup>[6]</sup>은 위탁, 공급자주도 재고관리, 완전한 협력시스템을 비교한 결과, 더욱 협력적인 의사결정과정을 갖춘 공급망 시스템이 더 많은 순이익을 내는 것으로 나타난다고 하였다. 권희철<sup>[7]</sup>은 재고투자 감축 크기에 비교해서 총비용의 변화가 크지 않다고 주장하며, 운전자금 부족 문제가 발생하였을 때 재고투자 감축의 정당성을 제안하였다. 김은갑<sup>[8]</sup>은 주문 생산 제조 기업이 공급 계약을 통해 구현할 수 있는 두 가지 형태의 부품 재고 보충 전략을 제시하였다. 이외에도 다양한 분야에서 적정 재고관리를 위한 연구가 수행되어 왔다.

## 3. 시물레이션 시나리오 및 모형설계

### 3.1 공급사슬 개요

본 연구는 고정·Min-Max·주기 주문방식과 목표재고관리 시스템을 시물레이션을 통해 비교·분석하고자 한다.

Table 1. Characteristic by products

Product Name	Output (EA)	Demand (Avg.)	Price	Lead Time	Stock Price
A	37,650	50	10,000	3Day	Price * 3%
B	25,100	40	15,000	2Day	
C	12,550	30	20,000	1Day	
D	37,650	50	20,000	3Day	
E	25,100	40	15,000	2Day	
F	12,550	30	10,000	1Day	

분석을 위해 가상의 공급사슬을 구성하였으며, 공급사슬에 대한 개요는 다음과 같이 정의할 수 있다.

공급사슬은 공장(생산) - 공장창고 - 광역창고(지역창고) - 시·군·구 창고(소매점) - 소비자로 구성되며, 유통단계는 공장창고~시·군·구(소매점)까지 3단계로 구성된다. 제품은 A~F까지 6개이며, 제품별 생산량 및 리드타임, 가격, 수요는 각각 다르다. 제품의 마진은 판매가의 40%이며, 제품별 재고관리비와 배송비는 동일하다고 가정한다 (Table 1). 주문시 배송에 대한 리드타임은 제품과 무관하게 1일이며, 이는 한국의 물류시스템을 반영한 것이다. 재고비는 판매가의 3%로 설정하였는데, 이는 한국무역협회<sup>[9]</sup>의 2011년도 국내 기업의 매출액 대비 물류비(8.03%)와 이 중 보관비가 차지하는 비율(28.8%)을 반영한 것이다.

공급사슬에서 공장과 공장창고는 각각 1개이며, 광역은 17개 시도로 구성된다. 소매점은 251개 시·군·구에 하나씩 있다고 가정한다. 수요는 제품별 삼각분포(지역별 가구 소득 기준)를 따르며, 이는 지역에 따른 소득 차이를 고려한 것이다<sup>[10]</sup>. 생산된 제품은 공장에서 공장창고로 바로 이동하며, 배송은 공장창고에서 광역, 광역에서 시·군·구 소매점으로 트럭을 통해 십야시간에 이루어진다고 가정한다. 최대 선적 용량은 120개이며 배송비용은 3만원으로 한다. 이는 한국무역협회<sup>[9]</sup>의 물류비 중 배송비의 비율을 반영한 것이다. 선적과정에서 상품의 종류는 무관하며 제품의 사이즈는 동일하다고 가정한다.

공급사슬에서 제품의 결품으로 인한 기회비용 손해액은 해당 제품 순이익의 3배로 정한다. 이는 기회비용에 고객의 신뢰를 잃은 것을 반영한 것이다. 본 연구에서 측정하고자 하는 지표는 제품별 결품량 및 횟수, 공급사슬 내의 총재고량 및 각 단계별 재고량, 제품별 순이익, 재고관리비다. 이를 토대로 각 재고관리 방법의 성과를 비교했다. 이 때, 결품으로 인한 비용은 소매점에서 발생하는 금액만 고려하며, 배송비 및 재고관리비는 모든 단계에서

**Table 2.** Basic stock in SCM

SCM	Basic Stock	Lead Time	Note
Factory Depot	Demand of Product: (15,060/30,120 /50,200)	1Day	Demand of Wide Depot*Lead Time + 1Day
Wide Depot	Retail Store (Count*Demand)		Different of Wide
Retail Store	Demand of Product: (120/160/200)		Demand of Customer*4Days
Customer	Demand of Product: (30/40/50)	-	Triangular Distribution

발생하는 금액을 고려한다.

### 3.2 시뮬레이션 설계

본 연구의 기초재고는 소비자의 4일분 수요를 가정하였으며 공급사슬 내 기초재고는 Table 1의 제품별 특징에 따라 상이한 재고를 보유한다. 광역창고는 시·군·구의 숫자에 따라 구분되며, 소매점의 수요를 처리한다. 공장창고는 광역창고의 수요에 생산 리드타임을 고려하여 설정하였다. 배송의 리드타임은 1일로 설정하였으며, 자세한 내용은 Table 2와 같다.

### 3.3 시나리오 설계

본 연구에서는 기존의 재고관리 방법들(Min-Max, 정기, 정량)과 목표재고관리 시스템을 시뮬레이션을 통해 비교·분석하고자 한다. 이를 위해 총 8개의 시나리오를 구성하였으며, 각각의 시나리오는 주문방식과 공급사슬의 단계수에 따른 차이로 구분된다. 단계수를 시나리오에 추가한 이유는 공급사슬이 단순할수록 채적효과가 감소할 것이라는 가정을 적용한 것이다. 공급사슬이 단순해질 경우 배송비용과 결품의 발생, 공급사슬 내의 총 재고가 증가할 것이라 예상하기 쉬우나 본 연구자는 오히려 결품과 총재고량이 감소할 것으로 예상한다. 따라서 이에 대한 비교분석을 위해 시나리오를 Table 3과 같이 구분하였다. 시나리오 7과 8은 매일 재고를 보충하기 때문에 각 소매점, 광역창고, 공장창고의 보유 재고가 시나리오 1~6의 60%수준으로 책정하였다.

### 3.4 시뮬레이션 설계

본 연구에서는 시뮬레이션 구현을 위한 Tool로 Rockwell Software Arena v.13을 활용하였으며, 전체 모형은 7개의 하위모형으로 구성하였다. 첫 번째 하위모형은 날짜를

**Table 3.** Division of scenario

Scenario	Oder Method	Step	Note
Scenario1	Min-Max	3	Max : Basic Stock Min : Max * 30%
Scenario2		2	
Scenario3	Fixed	3	Wide, Retail : 4Days Factory Depot : Product Lead Time + 1Day
Scenario4		2	
Scenario5	Quantity	3	Max's 70%
Scenario6		2	
Scenario7	Goal	3	Basic Stock's 60%
Scenario8	Inventory	2	

체크하기 위한 것이다. 날짜 체크를 통해 공장에서는 생산시점을 잡고, 정기주문 여부 등의 발생 여부를 확인한다. 또한 일별 보유재고를 기록한다. 두 번째에서는 고객의 주문량을 발생시키고, 251개의 소매점과 광역시, 제품에 속성 값들을 부여한다.

세 번째에서는 고객이 소매점에서 제품을 구매하는 과정으로 소매점에서 고객의 수요를 모두 처리할 수 있는지 확인하고, 처리할 수 있을 경우 판매수량을 책정한다. 반면 처리하지 못했을 경우에는 보유한 양만큼의 재고만 판매하고, 판매하지 못한 제품의 결품량을 누적시킨다. 소매점의 판매량과 결품량·횟수를 체크하고, 재고를 재계산하며, 다음 단계(광역창고)에 주문하기 위한 주문량을 계산한다. 여기서 주문량은 시나리오별로 다르기 때문에 해당 시나리오에 맞는 주문량을 계산한다. 예를 들어 Min-Max 주문방식인 경우 판매 이후의 재고량이 Min값 이하인지 여부를 확인하고, 계산을 통한 주문량을 설정한다.

네 번째는 소매점에서 광역창고로의 주문과정이다. 본 하위모형은 세 번째 모형과 마찬가지로 광역시의 재고가 소매점의 주문량에 대해 납품을 할 수 있는지 확인하고, 가능한 경우 배송, 불가능한 경우에는 결품을 누적시키는 내용으로 세 번째와 동일한 절차를 갖는다. 네 번째 단계에서는 배송 및 주문량 설정을 통해 재고 계산을 수행한 뒤, 소매점으로 배송하는 절차가 추가된다. 배송된 제품은 소매점에 익일 영업 개시 전에 도착한다.

다섯 번째는 광역시에서 공장창고로 주문하는 것으로 네 번째 모형과 동일하다. 여섯 번째는 공장창고에서 공장으로 주문하는 과정으로 공장은 생산일정과 리드타임을 고려하여 제품을 생산한다. 여기서 무한한 생산을 통해 공장창고에 재고가 누적되는 것을 방지하기 위해 공장창고의 재고가 공장 생산량의 2배 이상을 보유하고 있을

**Table 4.** Reliability test results of Scenario1 and Scenario8

Division	Scenario1	Error Rate	Scenario8	Error Rate
Number of total sales	1,702,076	0.11%	1,710,203	0.01%
Average inventory	723,505	0.24%	376,583	0.04%

경우에는 생산하지 않는다.

일곱 번째는 배송에 관한 내용이다. 본 모형에서는 각 단계에서 다음 단계로 운반할 때 운반횟수를 체크하고, 배달된 물품의 개수를 합산한다. 또한 6개의 제품을 120개 단위로 묶어준다.

### 3.5 시물레이션 반복횟수의 신뢰성 검증

시물레이션의 특성상 결과 값에 대한 신뢰성 검증이 필요하다. 본 연구에서는 초기 반복횟수를 50번으로 설정하여 Min-Max 3단계(시나리오 1)와 목표재고관리 2단계(시나리오 8) 변수 값의 오차율을 확인해보았는데 이에 대한 적절성을 검토할 필요하다. 주요 측정 지표 중에 중요하다고 판단된 2가지 지표로 총 판매건수, 평균 재고량을 선정하였으며, Table 4는 검토 결과를 나타낸 것이다. 지표 값들의 오차율 중 최대가 0.24%로 상당히 작은 수치이므로, 추가적인 반복횟수 계산이 불필요한 상황이다. 따라서 본 연구에서 초기에 설정된 반복횟수 50번은 적절하다고 할 수 있겠다.

## 4. 시물레이션 실행 및 결과 분석

### 4.1 실험 결과

본 연구는 Table 3에 따라 8가지 시나리오별 시물레이션을 실시한다. 각 시물레이션은 30일의 기간으로 설정하였으며, 50번의 반복으로 얻어진 평균치를 나타낸다 (Table 5). 시스템의 운영 결과 평가를 위해 매출액, 총 판매건수, 총 배송비, 배송횟수, 공급사슬 간 총 주문건수, 총 결품량, 결품횟수, 평균재고량 및 재고관리비, 순이익을 비교하였다.

먼저 Min-Max 방법이며 3단계의 공급사슬을 가진 시나리오 1의 경우 총 매출액은 25,536.14백만원, 총 판매건수는 1,702,076.92건, 총 배송 횟수는 29,783.9건, 총 결품량은 8,127.06개, 평균재고량은 723,505.8개로 나타났다. 시나리오 1과 동일한 방법이지만 2단계의 공급사슬을 가진 시나리오 2의 경우 총 매출액은 25,652.92백만원,

총 판매건수는 1,710,201.1건, 총 배송 횟수는 16,203.1건, 총 결품량은 2.88개, 평균재고량은 502,812.44개로 나타났다. 시나리오 1과 2를 비교해보면 시군구로 유입되는 물량은 비슷하지만 시나리오 2는 결품량이 거의 없는 것을 알 수 있다. 이는 중간의 광역시 창고에서 일정 물량을 버퍼로 가지고 있어 안정성이 증가하기 때문이라 할 수 있겠다. 평균재고량도 시나리오 2가 시나리오 1에 비해 30.5% 감소한 것을 알 수 있다. 비용으로 환산할 경우 1,358.08백만원의 절감이라 할 수 있으며, 공급사슬의 1개 단계가 줄어들어 나타난 결과라 할 수 있다. 따라서 공급사슬 내 단계를 줄이고, 중앙(공장창고)에서의 재고량을 10%를 늘리는 것만으로도 기존과 동한 효과를 나타내고, 공급사슬 내의 재고량을 줄이면서, 재직효과도 상쇄시킬 수 있을 것으로 판단된다.

정기주문방법이며 3단계의 공급사슬을 가진 시나리오 3의 경우 총 매출액은 19,588.5백만원, 총 판매건수는 1,305,900.74건, 총 배송 횟수는 23,252.7건, 총 결품량은 404,303.24개, 평균재고량은 706,937.18개로 나타났다. 시나리오 4의 경우 총 매출액은 18,858.35백만원, 총 판매건수는 1,257,225.48건, 총 배송 횟수는 12,299건, 총 결품량은 452,978.5개, 평균재고량은 498,978.5개로 나타났다. 시나리오 3과 4를 비교한 결과는 시나리오 1, 2의 결과와 유사하다. 다만 시나리오 3과 4는 정기발주의 특성으로 인해 결품량이 매우 증가한 것을 알 수 있다. 하지만 공급사슬 내의 재고량은 시나리오 1, 2와 유사한 것으로 볼 때 정기발주를 사용할 경우 적절한 시기에 재고를 공급하는 것이 매우 중요하다는 시사점을 제공한다.

정량주문 방법이며 3단계의 공급사슬을 가진 시나리오 5의 경우 총 매출액은 25,522.45백만원, 총 판매건수는 1,642,991.9건, 총 배송 횟수는 29,505.9건, 총 결품량은 8,814.38개, 평균재고량은 690,135.72개로 나타났다. 시나리오 6의 경우 총 매출액은 25,652.63백만원, 총 판매건수는 1,710,203.98건, 총 배송 횟수는 16,816.42건, 총 결품량은 21.9개, 평균재고량은 497,693.29개로 나타났다. 시나리오 5와 6을 비교한 결과는 시나리오 1, 2의 결과와 유사하다.

마지막으로 목표재고관리 방법이며 3단계의 공급사슬을 가진 시나리오 7의 경우 총 매출액은 25,652.96백만원, 총 판매건수는 1,710,203.98건, 총 배송 횟수는 34,225.88건, 총 결품량은 없으며, 평균재고량은 521,159.19개로 나타나 재고가 기존의 시나리오보다 확연하게 줄어 든 것을 확인할 수 있다. 이는 재고를 매일 보충하기 때문이다. 시나리오 8의 경우 총 매출액은 25,652.96백만원, 총 판매

Table 5. The simulation results for each scenario

(Unit : One million won, Count)

Division	Scenario1	Scenario2	Scenario3	Scenario4	Scenario5	Scenario6	Scenario7	Scenario8
Sales	25,536.14	25,652.92	19,588.50	18,858.35	25,522.45	25,652.63	25,652.96	25,652.96
Sales volume	1,702,076.92	1,710,201.10	1,305,900.74	1,257,225.48	1,642,991.90	1,710,182.08	1,710,203.98	1,710,203.98
Total Shipping	2,978.39	1,620.31	2,335.27	1,229.90	2,950.59	1,681.64	3,422.59	1,973.23
Number of Shipping	29,783.90	16,203.10	23,352.70	12,299	29,505.90	16,816.42	34,225.88	19,732.30
Factory → Factory Depot	68,604.18	57,517.50	44,798.12	44,798.12	52,706.36	59,589.60	83,914.56	83,914.56
Factory Depot → Wide	13,912.72	-	11,148.28	-	13,316.80	-	14,492.18	-
Factory Depot → Retail	-	16,203.10	-	12,299	-	16,816.42	-	19,732.30
Wide → Retail	15,871.18	-	12,204.42	-	16,189.10	-	19,733.70	-
Total Shortage	8,127.06	2.88	404,303.24	452,978.50	8,814.38	21.90	0	0
Number of Shortage	384.20	2.44	17,310.08	19,163.76	426.60	12.40	0	0
Loss of Shortage	146.29	0.05	7,277.46	8,153.61	158.66	0.39	-	-
Average inventory	723,505.80	502,812.44	706,937.18	498,909.15	690,135.72	497,693.29	521,159.19	376,583.19
Inventory fees	325.58	226.27	318.12	224.51	310.56	223.96	234.52	169.46
Net Profit	8,849.08	9,548.76	-460.76	-1,203.75	8,854.58	9,532.21	8,999.89	9,499.75

건수는 1,710,203.98건, 총 배송 횟수는 1,973.23건, 총 결품량은 없으며, 평균재고량은 376,583.19개로 나타났다. 시나리오 7과 8은 타 시나리오 대비 결품이 발생하지 않는 것을 알 수 있으며, 평균재고 또한 각각 27.97%, 25.1%가량 감소한 것을 알 수 있다. 하지만 총 배송비가 증가하였는데, 이는 재고유지비 감소분과 결품 발생으로 인한 기회비용손실액으로 상쇄가 가능하다. 시나리오 7의 경우 시나리오1의 순이익보다 150.81백만원의 이익이 추가로 발생하였다. 반면, 시나리오2와 시나리오8을 비교한 경우에는 시나리오2가 조금 더 높은 순이익을 보였다.

지금까지 시나리오 1~8까지의 결과를 비교·분석했다. 분석결과 공급사슬의 재고관리에서 가장 우수한 방법으로 목표재고관리 시스템이 도출되었다. 본 시물레이션에서 설정한 생산 리드타임이 1~3일로 비교적 짧기 때문에 채찍효과의 감소가 명확히 드러나지는 않지만 리드타임이 길어질 경우 목표재고관리 시스템의 효과가 더욱 증가할 것으로 판단된다.

## 4.2 공급사슬 단계 구성에 따른 결과 분석

본 절에서는 공급사슬 단계 구성에 따른 시물레이션의 결과를 분석하기로 한다. 이를 위해 2단계로 구성된 시나리오 1, 3, 5, 7과 3단계로 구성된 시나리오 2, 4, 6, 8의 2개의 그룹으로 나누어 비교하고, 마지막으로 시나리오별 결과를 요약하였다.

### 4.2.1 시나리오 1, 3, 5, 7 비교

시나리오 1, 3, 5, 7은 공급사슬이 ‘공장 → 공장창고 → 광역시 → 시군구’의 3단계로 이루어지는 시스템이다. 매출액과 총판매 수, 총 배송비는 시나리오 3을 제외하고 거의 비슷한 것을 알 수 있으며, 각 공급사슬에서의 평균 재고량은 시나리오7이 가장 적은 것을 알 수 있다. 하지만 매일 배송하기 때문에 총 배송비가 증가한다. 또한 시나리오 7에서는 결품량이 없는 것을 알 수 있다. 목표재고관리 시스템에서는 매일 소비된 물량만큼 배송이 이루어지기 때문에 결품이 발생할 확률이 줄어든다. 따라서

‘공장 → 공장창고’의 물량이 상대적으로 많아 공장에서 생산된 제품이 창고에 오래 머무를 수 있는 경향이 발생할 수 있다. 마지막으로 순이익을 살펴보면 시나리오 7이 가장 높게 나타났으며, 시나리오 5, 시나리오 1순으로 나타났다. 본 결과는 목표재고관리 시스템 방법을 사용할 경우, 재고를 줄이면서 이익을 극대화 할 수 있다는 것을 말해준다.

#### 4.2.2 시나리오 2, 4, 6, 8 비교

시나리오 2, 4, 6, 8은 공급사슬이 ‘공장 → 공장창고 → 시군구’의 2단계로 이루어지는 시스템이다. 매출액과 총 판매 수, 총 배송비는 앞서 살펴본 기존의 그룹과 비슷하다. 본 시나리오에서는 전체 공급사슬의 단계가 줄어들기 때문에 공급사슬 상의 전체 재고가 감소하는 것을 알 수 있다. 수치를 자세히 살펴보면 기존 단계의 ‘광역시 → 시군구’와 본 그룹에서의 ‘공장창고 → 시군구’의 수치가 비슷함을 알 수 있다. 즉, 공장의 생산능력이 수요를 충분히 만족시킬 수 있다면 이전 단계는 불필요하다는 것이다. 이는 현재 생산체계가 다품종 소량생산체계임을 감안할 때, 유지되고 있는 공급사슬을 한 단계씩만 줄이더라도 큰 이익 및 기회비용을 발생시킬 수 있음을 시사한다.

기존의 공급사슬에서는 불필요한 단계로 인해 재고가 증가하고, 재찍효과가 발생할 것으로 유추된다. 하지만 단계를 줄인 시스템에서는 고객의 수요 파악이 용이하며, 기존 공급 사슬에서 재고로 인해 상실한 기회비용이라 할 수 있는 재고생산비용의 여유가 발생하기 때문에 R&D나 마케팅 등에 투자가 가능할 것이다. 따라서 현재 공급사슬과 공장의 생산능력을 고려하여 바람직한 재고관리 방안을 수립해야 할 것이다.

### 5. 결론 및 향후연구과제

본 연구에서는 공급사슬 내에서의 효율적인 재고관리 및 주문방법을 살펴보기 위한 방안에 대하여 논의하였다. 이에 따라 최근 이슈화되고 있는 TOC의 목표재고관리 시스템에 대해 살펴보고, 이를 기존의 주문방법과 비교하여 시물레이션을 구성했다. 또한 재찍효과의 감소를 살펴보기 위하여 그룹을 2개로 나누어 기존의 공급사슬과 단계를 줄인 공급사슬을 가정하여 시물레이션 하였다.

연구결과를 살펴보면 목표재고관리 시스템은 기존의 재고관리 방법을 사용한 시나리오보다 순이익 및 재고 등의 측면에서 우수한 결과를 나타냈다. 또한 기존의 공급사슬에서 한 단계 공급망을 줄였을 경우 수익이 증가하는

것을 확인할 수 있었다.

이에 본 연구는 TOC 목표재고관리 시스템의 특징을 살펴보고, 공급사슬관리 방법을 개선할 수 있는 방안으로 TOC 목표재고관리 시스템을 제안하였다. 이는 향후 공급사슬관리에 관한 연구에 있어 TOC 이론의 적용가능성에 대해 고려해 볼 수 있는 시사점을 제공하였으며, 재고 주문 방법에 관한 새로운 시각을 제시하였다고 할 수 있을 것이다.

본 연구는 기존의 공급사슬의 개선에 관한 연구에서 많이 고려되지 못했던 목표재고관리 시스템을 대상으로 했다는 것과 공급사슬의 단계를 줄일 수 있는 개선 방안을 논의 했다는 것에 의의를 둘 수 있다.

본 연구의 한계점으로는 지역을 선정함에 있어 우리나라 전체 시·군·구를 고려하였으나, 지역에 따른 수요 특성을 반영하지 못했다는 것에 있다. 또한 제품의 종류 및 리드타임을 다양하게 반영하지 못한 점이 있다. 향후 연구에서는 지역적 특징을 반영하고, 제품의 규모와 공급사슬의 단계를 더욱 넓혀 광범위한 시물레이션을 수행하고, 생산리드타임의 변화에 따른 공급망 단계의 변화 민감도 분석이 추가된다면 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이다.

### References

1. J.H. Lee (2011), Development of a Supply Chain Simulator for Distribution Policies Using Arena, Master Thesis, Seoul National University of Science and Technology.
2. N.G. Jeong, TOC Inventory Management, SigmaPress, 2013.
3. J.S. Lee, S.Y. Jang (2012), “Development of a Simulation Model to Decide the Proper Target Inventory Level for TOC Replenishment Inventory Management using System Dynamics”, *Journal of the Korea Society for Simulation*, Vol. 21, No. 3, pp. 25-33.
4. H.J. Shin, B.J. Ahn (2008), “Collaborative Vendor Managed Inventory Models for Managing 2-Echelon Supply Chains with the Consideration of Shortage in Demand”, *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 9, No. 2, pp. 556-563.
5. H.G. Kim (2008), “Inventory Control under Correlated Demand”, *Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, Vol. 31, No. 1, pp. 83-91.
6. J.S. Yoo (2013), “Investigation on the Performances of Two Supply Chain Collaboration Programs - Consignment and VMI”, *Korean Journal of Business Administration*, Vol. 26, No. 11, pp. 2979-3001.

7. H.C. Kwon (2013), "The Optimal Inventory Modeling and The Cost Sensitivity Analysis with Reducing Inventory Investment", *The Journal of digital policy & management*, Vol. 11, No. 12, pp. 265-274.
8. E.G. Kim (2011), "Two Flexible Inventory Replenishment Strategies for a Make-to-Order Production-Inventory System", *Journal of the Korean Production and Operations Management Society*, Vol. 22, No. 1, pp. 113-130.
9. KITA. (2012), Corporate logistics Survey Report 2011, Korea International Trade Associations, pp. 1-113.
10. KOSTAT, 2014. Attempt by assets and current liabilities (Household average). ([http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT\\_1HDCA01&vw\\_cd=MT\\_ZTITLE&list\\_id=C2\\_5\\_1&seqNo=&lang\\_mode=ko&language=kor&obj\\_v ar\\_id=&itm\\_id=&conn\\_path=K2#](http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1HDCA01&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=C2_5_1&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_v ar_id=&itm_id=&conn_path=K2#))



**이재홍** (jlee8099@naver.com)

2007 연세대학교 경영정보학 학사  
2011 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 산업정보시스템전공 석사  
2013~ 현재 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 산업정보시스템전공 박사과정

관심분야 : 제약경영(TOC), 데이터마이닝



**구승환** (gsh999@hanmail.net)

2010 서울과학기술대학교 산업정보시스템공학과 학사  
2010 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 산업정보시스템전공 석사  
2014 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 산업정보시스템전공 박사  
2014~ 현재 국방기술품질원 재직 중

관심분야 : 금융공학, 제약경영(TOC), Value Design



**노승민** (reaching@seoultech.ac.kr)

2010 서울과학기술대학교 산업정보시스템공학과 학사  
2013 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 산업정보시스템전공 석사  
2015 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 산업정보시스템전공 박사과정  
2010~ 현재 한국고용정보원 재직 중

관심분야 : 컴퓨터시뮬레이션, 프로젝트관리, 제약경영(TOC)



**장성용** (syjang@seoultech.ac.kr)

1980 서울대학교 산업공학과 학사  
1982 서울대학교 산업공학과 석사  
1991 서울대학교 산업공학과 박사  
1987~ 현재 서울과학기술대학교 글로벌융합산업공학과(산업정보시스템공학) 교수

관심분야 : 컴퓨터시뮬레이션, 제약경영(TOC), 프로젝트관리