

리드타임 감소에 의한 효율적 공급체인 구축

- 국내 서버 공급체인을 대상으로 -

신용석*
김태현**
문성암***

최근 인터넷 비즈니스의 열풍으로 인하여 국내 인터넷 비즈니스 업체의 수와 사업내용은 어느 선진국가에 못지 않게 높은 성장 및 확장을 보여왔다. 하지만 국내에서 사용되고 있는 인터넷 관련 장비의 대부분은 해외에서 생산된 제품이 주를 이루고 있으며, 실제로 1999년 국내 인터넷 관련 장비 시장에서 국내업체가 차지하는 비중은 불과 27%에 지나지 않았다. 이와 같이 선진 해외 제조업체를 필두로 한 해외 업체의 국내 인터넷 시장 잠식이 본격적으로 진행되고 있는 상황에서, 고객의 요구 충족 및 원가 절감을 통한 경쟁우위의 확보는 국내 제조업체가 생존하기 위한 필수적인 사항이 되고 말았다. 본 연구에서는 지난 몇 년 동안 국내 PC서버 시장의 1위 자리를 놓고 해외 업체와 치열한 경쟁을 벌이고 있는 국내 대표적인 PC서버 제조업체를 대상으로 하여, 이 업체의 공급체인상에 존재하는 비효율, 즉 부품발주주기 간격이 다소 긴 점을 발견하고 이를 수정할 경우 공급체인 전반의 보유 재고량과 총비용 측면에서 나타나는 효과를 시뮬레이션을 통해 분석하였다.

기존에 30일이었던 발주주기를 7일로 단축시켜 시뮬레이션한 결과, 공급체인상의 평균 부품 재고량은 현저히 감소하였으며 판매손실의 감소와 더불어 공급체인 전반에 걸친 총비용의 추정값을 낮추는 결과가 나타났다. 비록 평균 완제품 재고량이 소폭 증가하였고 주문 횟수가 증가함에 따라 총주문비용이 증가하기는 하였지만 발주주기의 단축을 통해 얻어진 평균 부품 재고량의 감소와 판매손실의 감소 이득이 이를 충분히 상쇄하여 최종적으로 총비용 추정값이 감소하는 결과를 보여주었다.

<중요단어>

원가 절감, 경쟁우위, PC서버 제조업체, 공급체인, 비효율, 시뮬레이션, 시스템 다이내믹스

1. 머리말

인터넷 비즈니스의 열기와 함께 서버(server) 시장이 점차 확대되고 있다. 본 연구에서는 국내 서버시장의 공급체인을 분석한다. 전체 서버

시장에 대해 분석이 곤란하여 특정 기업의 공급체인을 분석단위로 삼았다. 현행 서버 공급체인인 경우 불필요한 지연이 많이 발생하여, 서버 소비자들에 대한 반응성이 매우 떨어지고 재고부담 또한 높다.

* 전국경제인연합회(전경련) 국제본부 다자협력팀원
** 연세대학교 경영학과 교수
*** 동의대학교 유통관리학과 조교수

본 연구에서는 현행 서버 공급체인에서 우선 개선해야 할 과제로서 리드타임 감소를 잡았으며, 이 리드타임 감소에 따라서 공급체인에 어떠한 변화를 초래하는 지 분석하고자 한다. 서버 공급체인에 대한 직접 참여와 현장 인터뷰를 통해 신뢰성을 높였다. 현재 주문자 주문에 의해 조립 배달이 이루어지는 ATO(assemble to order)에서 리드타임 감소에 따라 공급체인에서의 전체 비용이 어떻게 변화되는 지를 살펴본다.

2. 이론적 배경 : 공급체인관리에 대한 접근

1) 공급체인관리의 정의 및 목표

미국의 로지스틱스 관리협회(Council of Logistics Management)는 제품의 기원에서 소비시점까지 소비자의 요구에 부응하기 위하여 효율적이고 효과적인 제품 재고, 서비스, 정보의 흐름을 계획, 실행, 통제하는 과정이라고 정의를 내리고 있다. 한편 램버트, 스톡 그리고 엘람(Lambert, Stock & Ellram, 1998)은 소비자의 요구에 대응하기 위하여 제품의 기원에서 소비까지에 관련되어 있는 제품, 서비스, 정보의 효과적이고 효율적인 흐름과 저장을 계획, 실행, 통제하는 과정이라고 정의를 내리고 있다.

공급체인 개별 참여자들의 목적과 사명만으로는 공급체인 전체의 효율성과 효과성을 극대화시키기 힘들다(Stevens, 1989; Lee & Billington, 1992; Towill 1996). 한편 통합적 공급체인관리의 목적은 전체 수급불균형 조정이

라고 할 수 있다(Forrester, 1961; Lambert, Stock & Ellram, 1998).

수급불균형은 공급체인 전반에 걸쳐서 발생하는데, 수급불균형의 원인들을 발생 지점에 따라 구분할 때, 크게 공급체인의 구성원 내부, 구성원간, 공급체인의 환경 대응 부문을 들 수 있다. 구성원 내부 요인으로는 부서간의 정보공유, 주기적 배송 및 생산 시스템 등이 포함된다. 구성원간 수급불균형 원인으로는 정보와 제품의 지연, 가격 변동, 정보왜곡 등이 포함된다. 그리고 환경 관련한 원인들에는 고객 서비스 정책이나, 환경 불확실성에 대한 대처 등이 포함된다. 그 중에서도 기본적인 원인으로 지연을 들 수 있다(Forrester, 1961).

2) 공급체인 지연(리드타임)

최종소비자의 리드타임은 “최종소비자가 주문을 내고 제품이나 서비스를 인도받을 때까지 걸리는 시간”을 말한다(Krajewski & Ritzman, 1996). 한편 공급체인의 리드타임은 공급체인 각 참여자의 리드타임의 합으로써, 최종소비자의 주문이 원료구매, 생산 등의 과정부터 시작할 경우의 리드타임이라고 할 수 있다(Jones, Hines & Rich, 1997).

공급체인 개념에 따른 공급체인의 관리 범위는 매우 넓다. 이러한 특성으로 공급체인 리드타임은 많은 요인으로 구분되어질 수 있다. 최종 소비자에서 원료 공급자까지의 리드타임의 합이라는 것은 개별 참여자의 각 기능의 합이라는 것을 의미한다. 포레스터(Forrester, 1961)나 위크너, 토윌 그리고 네임(Wikner, Towill & Naim, 1991) 등은 개별 리드타임을 지연(delay)이라는 용어로 설명하고 있다.

<표 1> 3단계 공급체인에서의 리드타임

단 계	지 연 의 종 류
생 산 공 장	사무직원의 지연 (clerical delay) 생산 리드타임의 지연 (manufacturing lead time delay)
배 송 업 자	사무직원의 지연 (clerical delay) 정보 전달 지연 (mail delay) 요청 지연 (requisition delay) 수송 지연 (transport delay)
소 매 업 자	사무직원의 지연 (clerical delay) 정보 전달 지연 (mail delay) 소집 지연 (requisition delay) 수송 지연 (transport delay)

주) 본 표는 문 성암(1998)에서 재인용한 것임.

크리스토퍼(Christopher, 1992)는 전체 리드타임을 계획 리드타임(주문 접수, 계획, 처리 리드타임), 자재 리드타임(자재계획 및 구매, 공급자, 수송, 입고 및 검수, 조립지시 및 주문 픽킹 리드타임), 조립 리드타임(대기시간, 처리시간, 이동시간 리드타임), 배송 리드타임(송달 준비시간, 고객에게 배송시간) 등으로 구분하고 리드타임의 단축이 부가가치의 창출이라고 주장한다. 나아가 여러 학자들은 공급체인의 리드타임은 시간 경쟁력으로서의 작용을 하며, 현대 기업 경쟁력 제고를 위해서는 리드타임을 줄이는 것이 우선되어야 함을 강조하고 있다

(Stalk & Hout, 1990; Krajewski & Ritzman, 1996; Christopher, 1992).

공급체인 리드타임은 공급체인 관리와 관련된 제반 활동에 영향을 미치게 된다. 우선 공급체인 리드타임의 감소는 재고의 감소, 잦은 주문 빈도, 주문 뱃치(batch) 사이즈의 감소를 유발한다. 하지만 수송비용은 상승하게 된다. 이처럼 공급체인 활동에 있어 하나의 변수는 다른 변수와 관련성을 가지고 있고, 일반적으로 상쇄관계를 띠고 있다. 이에 대한 대처로서 총

비용을 최소로 하는 접근이 이루어져야 한다. 바워삭스 등(Bowersox et al., 1996)은 로지스틱스 비용을 크게 재고관련 비용과 수송관련 비용으로 나누어 보고 있다. 이들은 이 둘 간의 상쇄관계(trade-off)를 로지스틱스 분석에서 가장 핵심적인 것으로 보고 있다. 총비용(total cost)의 관점은 이러한 분석의 중요한 바탕이 된다. 이 접근방법은 로지스틱스 의사 결정의 결과에 대한 평가는 전체적인 물류 과정의 맥락에서 이루어져야 한다고 주장하고 있다. 본 연구에서는 리드타임을 감소시킴으로써 재고비용과 빈도에 따른 주문비용을 총비용 차원에서 분석한다.

3. 서버 공급체인에 대한 소개

1) 서버 시장에 대한 분석

최근 급속히 성장하고 있는 국내 인터넷 사용자의 수와 더불어 빠른 성장을 하고 있는 것이 바로 인터넷 비즈니스이다. 벤처 열풍에 따

른 국내 인터넷 비즈니스 업체는 수적인 면에서뿐만 아니라 사업내용 면에서도 그 어느 국가보다 높은 성장 및 확장을 보여왔으며, 인터넷 관련 장비의 시장 규모도 이와 비례하여 크게 증가하였는데, 이는 <표 2>에 잘 나타나 있다.

해외 경쟁업체가 고객에게 충분히 제공하지 못하고 있는, 하지만 고객의 입장에서 보았을 때 매우 중요하게 여겨지는 부분들을 찾아내어 국내 업체가 이를 보완하여 시장을 공략한다면 상당한 효과를 거둘 수 있으리라 생각된다.

국내에서 사용되는 제품 중 PC 서버를 제외

<표 2>2000년 IT 분야별 시장 규모 및 성장률(단위 : 백만 USD, %)

	1999	% Share	2000	% Share	성장률
PC	2,982.0	40.2%	4,681.3	42.8%	57.0%
프린터	561.5	7.6%	737.8	6.7%	31.4%
LAN	411.8	5.6%	920.3	8.4%	123.5%
워크스테이션	154.5	2.1%	214.9	2.0%	39.1%
서버	794.6	10.7%	1,112.5	10.2%	40.0%
소프트웨어	771.2	10.4%	1,107.3	10.1%	43.6%
IT서비스	1,734.3	23.4%	2,167.9	19.8%	25.0%
합 계	7,409.9	100%	10,942.0	100%	47.7%

주) 본 표는 inews24(2000. 10. 30)에서 재인용한 것임.

그러나 일반적으로 국내에서 사용되고 있는 인터넷 관련 장비의 대부분은 해외에서 생산된 외국 브랜드(brand)가 주를 이루고 있으며, 상대적으로 국내 제조업체들이 인터넷 관련 장비 시장에서 차지하고 있는 비중은 그다지 크지 않다(전자신문, 2000.10.4). 특히 국내 중대형 서버시장에서 이러한 특징이 확연하게 나타나는데, 한 컴퓨터 전문 잡지에 의하면 1999년 외국 7개 업체가 국내 중대형 서버시장에서 차지하는 시장점유율이 84.3%에 달하였으며, 2000년 상반기에는 이 수치가 무려 88.7%까지 상승하였다고 한다(경영과 컴퓨터, 2000.9). 국내업체와 해외업체간의 이러한 격차는 시장이 커가면서 더욱 심해지고 있다. 이러한 환경 하에서

한 대부분의 서버(워크스테이션 포함)는 해외에서 생산되어 국내에 판매되고 있다. 다국적기업인 이들 해외 서버 제조업체는 세계 몇 군데에 생산설비를 갖추어 전 세계적으로 제품을 공급하고 있으며, 규모의 경제를 통한 상대적인 가격경쟁력(가격대비 성능)과 함께 공격적인 마케팅으로 국내 시장을 거의 독식하고 있다. 다만 제품이 전량 해외에서 생산되기 때문에 국내로의 원활한 제품 공급이 이루어지지 않아 최종소비자의 리드타임이 평균 1.5개월에 달하며, 본사(headquater)와 한국지사와의 정보공유가 신속하게 이루어지지 않고 있어 제품의 유지보수에 어려움이 있다는 약점을 지니고 있다. 서버는 일반 가정용 PC와는 달리 주 고객이

개인이 아닌 광범위한 의미로서의 인터넷 비즈니스를 하고 있는 조직 또는 기업체이기 때문에, 가정용 PC와는 달리 고객들은 자신들의 비즈니스에 알맞은 다양한 옵션의 제품을 원하게 된다. 또한 급속도로 증가하는 인터넷 이용자 및 기술의 발달로 인하여 서버 제품의 라이프 사이클(life cycle)이 점점 짧아지고 있다. 이러한 이유 등으로 국내에서 활동하고 있는 해외 서버 업체의 공급체인에서는 대량의 제품을 생산하지 않고 적정량만을 국내에 선적·유통하는 시스템이기 때문에 보유재고가 국내에 없을 때에는 고객이 주문해서 제품을 전달받기까지는 최대 2~3개월이라는 긴 시간을 기다릴 수밖에 없다.

국내에서 생산하여 판매하는 국내 서버 제조업체도 예외는 아니다. 해외 경쟁업체와 비교하였을 때 국내 업체는 재고의 부담과 현저하게 낮은 시장점유율로 인하여 소규모 생산방식을 취할 수밖에 없으며, 따라서 국내에서 생산을 하더라도 예측하지 못한 수요가 발생할 경우 재고의 부족으로 인하여 고객의 주문에 대응하는 기간이 길어질 수밖에 없다. 게다가 제품의 가격대비 성능이 경쟁사에 비해 낮고 브랜드 이미지가 약하여 시장점유율을 점차 외국업체에 빼앗기고 있다.

2) 국내 서버업체 S사의 공급체인

본 연구의 시뮬레이션을 실행할 수 있는 시스템을 구축하기 위해서는 먼저 분석하고자 하는 대상 업체의 공급체인 시스템을 완전히 이해할 필요가 있다. S사와의 몇차례 방문 인터뷰 결과, S사가 현재 구축해 놓은 서버제품 공급체인관리 시스템을 정리하면 다음과 같다.

- 1) S사의 공급체인은 고객, 영업, 구매, 생산, 공급 파트로 구성된다.
- 2) 고객으로부터의 주문접수 및 주문처리는 영업파트에서 담당하고 있으며, 타 경쟁업체와는 달리 대리점을 두지 않는다.
- 3) 영업파트에서 수집된 수요예측 자료는 SAP(ERP package)을 통한 입력과 동시에 생산주문 요청이 이루어진다.
- 4) 생산파트에서는 접수된 수량의 제품을 생산하기 위해 필요한 부품재고의 유무 여부를 전산으로 확인 후, 필요한 양의 부품을 부품창고에서 출고하여 생산에 들어간다.
- 5) 구매파트에서는 생산파트와 동시에 구매파트로 전달된 자료를 통해 부품 추가 구매량을 결정한 후, 매 30일마다 बै치(batch)로 부품을 발주한다.

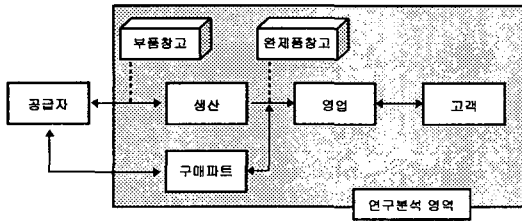
〈표 3〉 S사의 프로필

설립연도	1969년 - 가전제품 생산 시작
자본금	8,750억원
'99년 매출액	국내 8조원, 수출 17조원
임직원수	4만 4천여명 (국내 사업장)
국내사업장	구미, 기흥, 수원, 온양, 광주, 천안
사업 분야	홈 멀티미디어, 모바일 멀티미디어, 퍼스널 멀티미디어, 핵심부품
주요 제품군	컴퓨터 및 관련기기, 통신 및 사무, 생활가전, 영상 및 음향, 시스템 및 솔루션 등

6) 모든 공정이 완료된 완제품은 공장내에 있는 창고로 이동된 후, 영업파트를 통해 고객에게 전달된다.

현재 S사에서 구축해 놓은 공급체인의 형태는 일종의 주문생산(MTO : make-to-order) 방식을 도입한 것으로, 원자재와 부품이 생산공장의 재고로 있으면서, 고객의 주문이 발생하면 생산에 들어가 제품을 고객에게 배달한다. 이상을 종합하여 도표화하면 <그림 1>과 같다.

<그림1> S사의 서버제품 공급체인 시스템

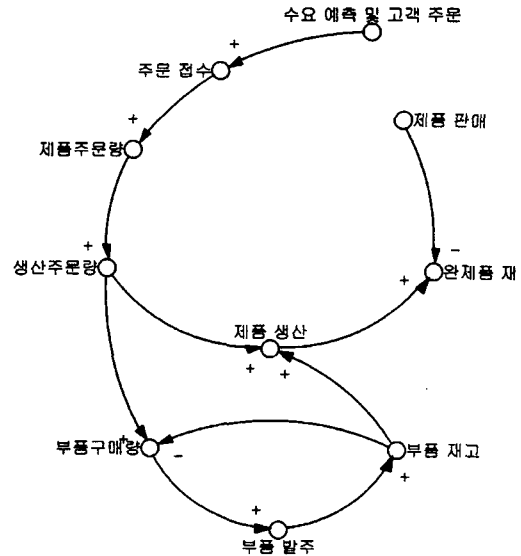


다음은 S사로부터 수집된 자료 및 데이터를 바탕으로, 공급자와 연관된 부분을 제외한 전 공급체인관리 영역을 컴퓨터 모델화 하기 위한 사전 작업인 인과지도 작성에 대하여 살펴보기로 한다. 본 연구에서는 S사의 전체적인 공급체인 시스템을 대상으로 하지는 않으며, 공급자로부터 부품을 조달받아 제품을 생산·판매하기까지의 흐름만을 모델링하기로 한다.

앞에서 언급된 내용과 <그림 1>을 토대로 고객의 주문 발생시점부터 주문접수 및 처리, 부품 구매, 제품 생산, 그리고 마지막으로 제품 판매에 이르는 S사의 공급체인 인과지도(causal loop diagram 혹은 causal map)를 그려보면 <그림 2>와 같다.

<그림 2> S사의 공급체인 인과지도

<그림 2> S사의 공급체인 인과지도



<그림 2>를 살펴보면, 영업파트에서 예측한 수요량과 고객의 미예측 주문이 증가할수록 주문접수량이 많아지게 되고(“수요 예측 및 고객 주문”→“주문 접수”) 이는 제품주문량을 증가(“주문 접수”→“제품주문량”)시킨다. 또 영업파트로부터 제품주문을 받은 생산파트에서는 제품주문량을 기준으로 생산량을 결정하기 때문에 제품주문량이 커질수록 생산주문량도 함께 커진다고 볼 수 있다(“제품주문량”→“생산주문량”).

구매파트에서는 이와 동시에 부품 재고를 확인한 후, 추가구매가 필요한 양만큼을 발주하게 된다. 생산량이 많아지면 부품도 많이 있어야하기 때문에 당연히 부품구매량은 증가하게 된다(“생산주문량”→“부품구매량”). 하지만 현재 보유하고 있는 부품 재고가 많다면 부품구매량은 적어질 것이며(“부품 재고”→“부품구매량”), 또 부품의 재고는 발주된 부품의 입고를 통해 증

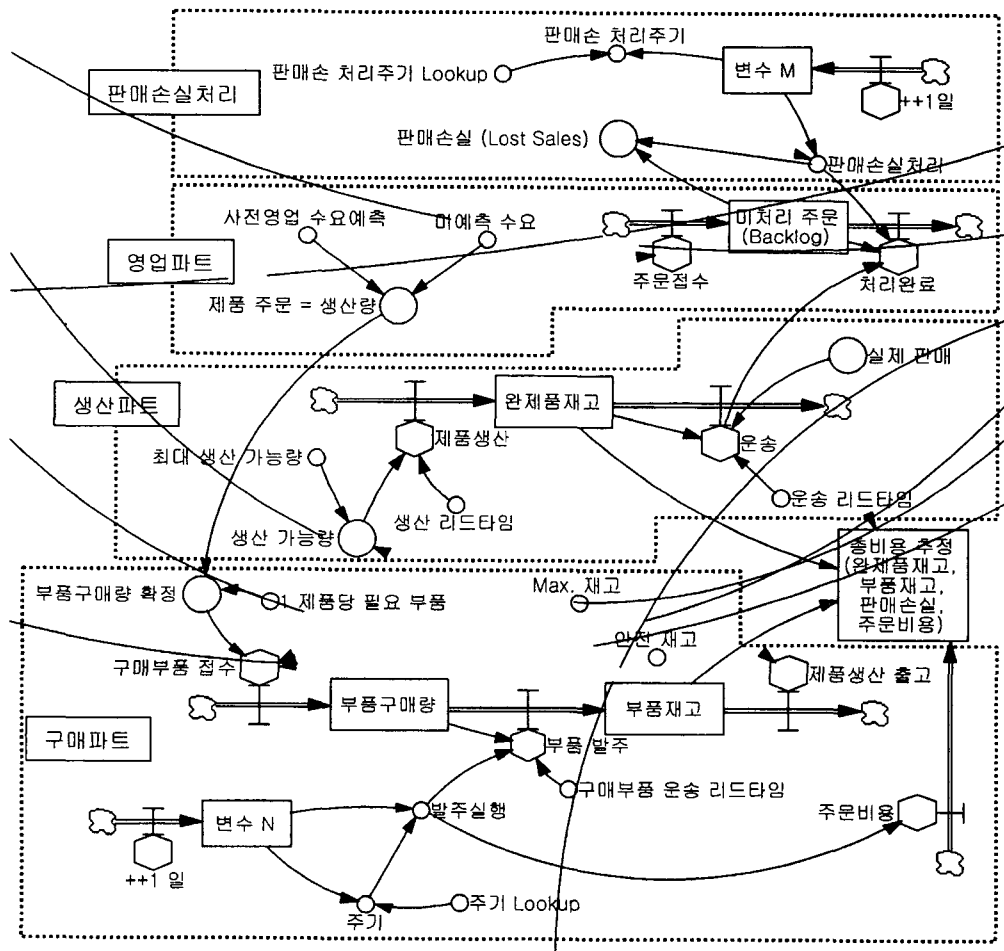
가(“부품 발주”→“부품 재고”)하게 될 것이다.
 생산파트에서는 확정된 생산량만큼의 생산을 시작하는데 제품 생산 역시 생산주문량이 증가함에 따라 증가(“생산주문량”→“제품 생산”)할 것이며, 부품 재고가 많을수록 더 많은 제품 생산이 가능(“부품 재고”→“제품 생산”)해질 것이다. 생산공정을 끝마친 완제품은 완제품 창고에 입고되기 때문에 완제품 재고에 양의 증가를 보이게 된다(“제품 생산”→“완제품 재고”).
 끝으로 고객에게 제품이 판매되어 운송되면

완제품 재고량도 감소하게 된다(“제품 판매”→“완제품 재고”). 완성된 인과지도를 바탕으로 시뮬레이션 모델을 구축한다.

4. 시뮬레이션을 위한 모델링

피드백 인과 관계가 형성된 시스템에 대하여 비록 이해는 할 수 있어도 동태적인 변화추론은 거의 불가능하므로 작성된 인과지도를 컴퓨터

<그림 3> S사의 공급체인 흐름도



터상에서 시뮬레이션 할 수 있도록 구체화 된 모델로 전환시킨 것을 흐름도(stock/flow diagram)라 한다. <그림 3>은 S사의 공급체인 인과지도를 Vensim을 이용하여 시뮬레이션을 할 수 있도록 모형을 설계한 것이다. 인과지도와 비교하였을 때 그 기본적인 흐름 및 논리는 변함이 없으며, 다만 흐름의 정도에 영향을 미치는 몇가지 보조변수가 추가되었다. <그림 3>에서는 S사의 공급체인에 대한 이해를 쉽게 하기 위하여 흐름도를 크게 네가지 영역으로 구분하였다.

먼저 영업파트에서는 주문과 관련된 저장 변수인 '미처리 주문(Backlog)'을 설정하고 이를 증가시키고 감소시키는 요인으로 각각 '주문접수'와 '처리완료'를 변화율 변수로 사용하였다. 그리고 '제품 주문=생산량', '사전영업 수요예측', '미예측 수요'를 '주문접수'의 보조 변수로, '운송'을 '처리완료'를 감소시키는 이유로 설정하였다.

그 다음은 구매파트로, 여기서는 '부품구매량 확정'을 '제품 주문=생산량'과 '1 제품당 필요 부품'의 곱으로 하여, 최대 보유가능한 재고량을 나타내는 'Max. 재고'와 '안전 재고' 두 가지를 제약 조건으로 두어 '구매부품 접수'의 보조 변수로 사용하였다. 한편 수준 변수인 '부품구매량'은 '구매부품 접수'에 의해 증가되지만 '부품 발주'에 의해 다시 감소된다. 여기서 부품의 발주가 주기적으로 이루어지는 것을 반영하도록 '변수 N'을 사용하여 일정기간 후 누적된 부품 구매량이 30일마다 발주되도록 하였으며, '구매부품 운송 리드타임'이라는 보조 변수를 두어 구매부품이 공장창고로 오기까지의 시간지연을 반영하였다. '부품재고'는 '부품 발주'와 '제품생산 출고' 변수에 의해 조절되어

진다. '주문비용'은 구매부품을 발주할 때마다 발생하는 주문비용을 책정하여 주문 빈도가 증가함에 따라 주문비용도 증가하는 관계를 반영시켰다.

생산파트에서는 '부품재고' 및 '최대 생산 가능량'을 기준으로 '생산 가능량'이 결정되도록 하고 제품이 생산되기까지 걸리는 시간, 즉 '생산 리드타임'을 반영하여 생산이 이루어짐을 나타내었다. 이렇게 생산된 제품('제품생산')은 '완제품재고'를 증가시키게 되고, '완제품재고'는 다시 '운송 리드타임', '실제 판매', '완제품 재고'를 보조 변수로 갖는 흐름 변수인 '운송'에 의해 감소된다.

마지막으로 판매손실처리와 관련하여 '판매손실(Lost Sales)' 변수를 설정해서 매 30일마다 처리가 되지 못한 주문을 판매손실로 처리하는 과정을 반영하였다. 구매파트에서와 비슷하게 '변수 M'을 두어 '판매손 처리주기' 값에 따라 30일마다 판매손실을 발생시키도록 하였다. 그리고 추가적으로 '총비용 추정(완제품 재고, 부품재고, 판매손실, 주문비용)'이라는 변수를 설정하여 구매파트에서 부품을 발주하는 주기의 변화에 따라 본 모델에 나타나는 비효율성을 총체적인 면에서 간접적으로 비교할 수 있도록 하였다.

5. 결과 분석

1) 시뮬레이션 모델의 신뢰성 검증

시뮬레이션 기간을 365일로 설정하고 구매부품 발주주기를 30일로 하여 <그림 3>의 공급체

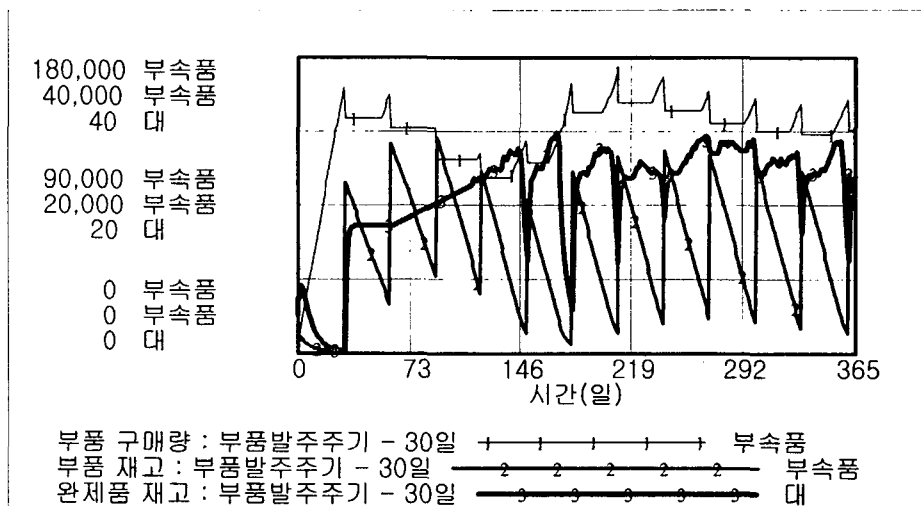
인 흐름도를 시뮬레이션한 결과 <그림 4>와 같은 결과값을 얻을 수 있었다. 이 값들을 지난 1999년도의 실제자료와 비교·검토한 결과, 구매 부품량과 보유 부품 재고 부문에서는 시뮬레이션 결과가 모델 대상인 S사의 실제 값과 거의 유사한 값을 가지며, 단지 완제품 재고의 부문에서 약간의 높은 수치를 보이지만 그 패턴(pattern)은 같아 모델이 어느 정도 현실을 제대로 반영하고 있다고 볼 수 있다. 그리고 일정한 수요에 대해 모델이 일정 기간이 지난 후에 균형상태를 이룸으로써 이 모델은 신뢰성이

있다고 볼 수 있다(Sterman, 2000). 단 여기서 톱니바퀴 모양을 이루는 것은 재고의 속성 때문으로 분석된다. 그리고 현실적인 수요량을 무작위로 처리하였으므로 완제품재고의 선이 매끄럽지 못하게 나타났으며, 초기 감소를 보이는 이유는 초기 설정한 재고량(안전재고)을 통해 주문을 이행한 것으로 모델링하였기 때문이다. 모델링에서 사용된 모수(parameters)는 다음의 <표 4>와 같다. 이는 인터뷰를 통해 얻은 값이다.

<표 4> 시뮬레이션에 사용된 모수 값

모 수	값	모 수	값
구매부품 운송리드타임	7Day	안전 재고	3,000
생산 리드타임	7Day	Max. 재고	10,000
운송 리드타임	1.5Day	1제품당 필요 부품	50 부속품/대

<그림 4> 시간흐름에 따른 부품구매량, 부품재고, 완제품재고의 변화량



2) 결과 분석(대안에 대한 평가)

본 연구는 S사의 공급체인상에서의 부품 발주 빈도가 잦을수록 공급체인내의 부품재고 및 완제품 재고에 대한 부담이 적어질 것이고, 이는 잦은 주문횟수에 따른 주문비용의 증가를 상쇄시키기에 충분하며, 따라서 공급체인상의 총체적인 비용은 감소할 것이라는 가정 하에 진행되었다.

부품 발주주기에 따른 각 변수들간의 차이점을 분석하기 위하여, 먼저 모델의 현실성 검증(reality check)이 끝난 S사의 시뮬레이션 모델의 여러 변수들의 결과값들을 기준값으로 설정하였다. 그리고 부품발주주기를 14일, 7일로 각

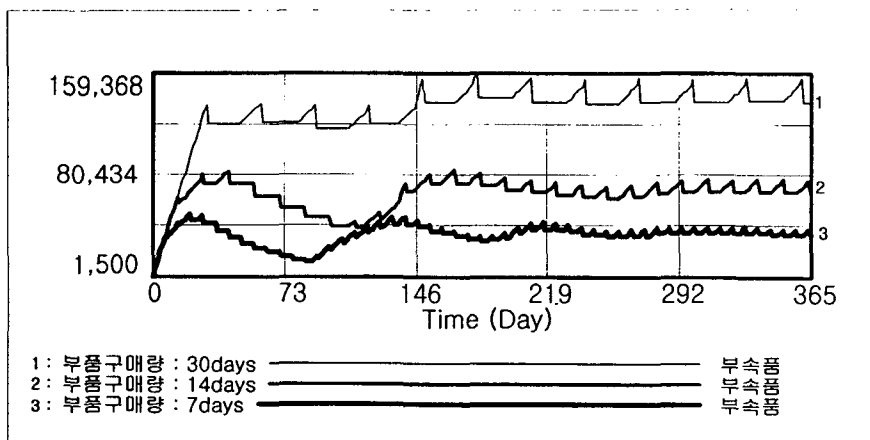
각 감소시켰을 때의 시뮬레이션 결과값들을 이 기준값들과 비교하여 분석하였다. 부품발주주기 변경에 따른 공급체인상의 효과를 분석하기 위하여, 비교 변수로 공급체인상의 부품 재고, 완제품 재고, 판매 손실 그리고 총비용 추정값을 선택하였다. 앞에서 이미 언급이 되었지만, 부품의 발주주기, 즉 부품의 구매 주문횟수 증가에 따른 주문비용의 증가를 고려할 수 있도록 총비용 추정값에 주문비용까지 포함시켜 비용에 대한 분석을 시도하였다.

구매 부품발주주기를 단축시킨다는 것은 부품을 보다 자주 구매한다는 것이며 이는 보다 잦은 주문을 의미한다. 따라서 부품의 발주주기를 길게 가져갈 때보다 부품의 발주주기를 짧게 가져갈 때에 그만큼 1회 주문시의 주문량도

〈표 5〉 주문횟수의 증가에 따른 주문비용 증가

부품발주주기	연간 총 주문비용
30일	28,800원
14일	62,400원
7일	124,800원

〈그림 5〉 부품발주주기에 따른 부품 구매량의 변화



이에 비례하여 감소하게 될 것이다. 하지만 주문횟수의 증가는 주문비용의 증가를 유발하게 된다.

〈그림 5〉와 〈표 6〉은 기타 다른 조건들이 동일하다면 부품의 발주 주기를 단축시키는 것이 1회 부품 구매량을 감소시킨다는 것을 잘 보여주고 있다.

부품발주주기에 따른 1회 평균 구매량 변화와 함께 고려되어야 할 변수로 공급체인상의 부품재고가 있으며, 이는 1회 평균 구매량의 감소에 따라 부품의 재고량이 어떻게 변화하는지를 보여주는 주요변수가 된다. 〈그림 6〉과 〈표 6〉에서는 부품발주주기의 변화에 따른 공급체인상의 부품재고 변동을 나타내었다.

발주주기가 짧아지면서 부품재고량이 줄어드

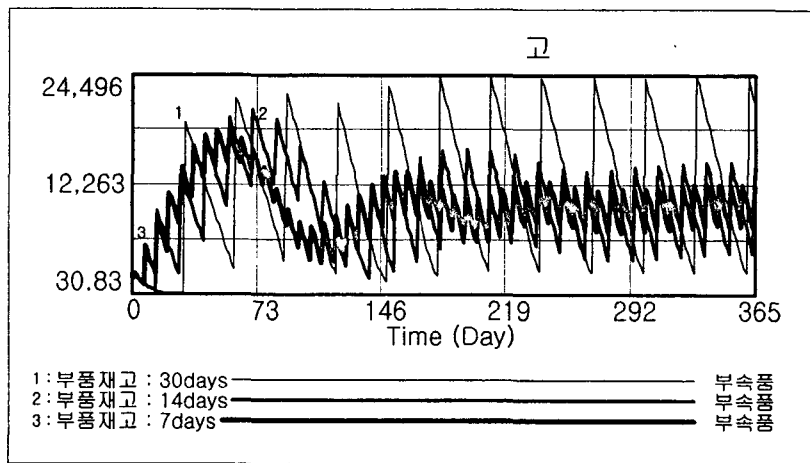
는 것은 당연하다. 일반적으로 평균 부품재고량은 1회 주문량을 2로 나눈 값이기 때문이다. 1회 주문량은 발주주기가 짧아지면 감소된다. 여기서 주안점을 두어야 하는 것은 부품재고량의 변동폭이 줄어든다는 것이다. 이는 단기간의 수요변동폭이 장기간에 비하여 작다는 것을 보여준다. 이에 따라 단기간인 경우 수요 예측은 보다 정확하며, 안전재고량은 그만큼 줄어들게 된다. 이처럼 발주주기의 감소는 재고량과 재고량변동폭을 감소시키게 된다.

〈그림 6〉에서 보면, 헐(Hall 1987)에 의해 증명된 '리드타임, 빈도, 재고량간의 관계'가 잘 나타나고 있다. 헐은 잦은 배송을 통한 리드타임의 감소는 곧 재고량을 감소시키는 요인임을 수학적으로 증명한 바 있다. 또 〈표 6〉에서 볼

〈표 6〉 부품발주주기에 따른 평균부품 구매량 및 평균 부품재고량

부품발주주기	1회 평균 부품 구매량	평균 부품 재고량/일
30일	136,482 부속품 / 주문	11,428 부속품
14일	68,712 부속품 / 주문	9,737 부속품
7일	35,970 부속품 / 주문	9,664 부속품

〈그림 6〉 부품발주주기에 따른 부품 재고량의 변화



수 있듯이, 부품발주주기가 14일일 때의 평균 부품재고량은 발주주기가 30일일 때보다 현저하게 낮음을 알 수 있다. 하지만 부품발주주기가 14일일 때와 7일일 때는 부품재고량이 많은 차이를 보이지 않고 있다.

완제품 재고의 경우에는 부품발주주기가 짧아짐에 따라 재고량의 변동폭이 줄어드는 것을 알 수 있다. 완제품재고의 변동폭이 감소되는 것은 부품-생산-완제품-판매의 일련의 과정에서 부품량이 보다 안정화되기 때문으로 분석된다. 동일한 수요 패턴에서 부품발주주기가 짧아지면서 보다 안정적인 생산시스템이 구현되었기 때문으로 생각된다. 이는 다음 <표 7>에서도 잘 보여지는데, 부품발주주기가 짧아지면서 평균 판매손실이 줄어드는 것을 볼 수 있다. 이는

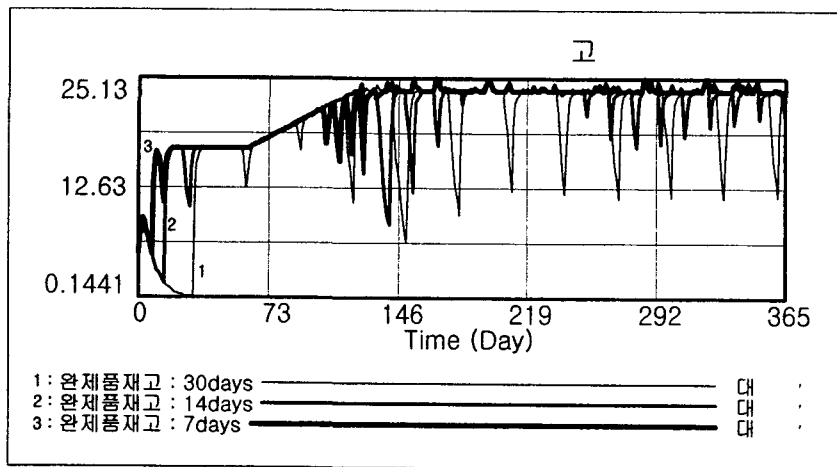
부품발주주기를 단축시키면 주문의 처리기한을 맞추지 못해 발생하는 판매손실이 줄어듦을 의미한다. 이처럼 발주주기의 감소에 따른 영향은 상류(upstream)와 하류(downstream)에 동시에 영향을 미치고 있다. 하지만 평균 완제품 재고량은 주문횟수가 증가함에 따라 약간 증가하였다.

끝으로 앞서 비교·분석한 부품 재고, 완제품 재고, 판매 손실을 포함하여 매 주문시 발생하는 주문비용을 반영시킨 총비용 추정값을 <표 7>에 나타내었다. 이 추정값은 공급체인 상에서 발생하는 정확한 비용을 산정하는 변수는 아니며, 단지 부품 발주주기 변경에 따라 변화를 보이는 의미 있는 변수들에 각각 일정한 가중치를 두어 총비용을 추정하고자 한 값이다.

<표 7> 부품발주주기에 따른 평균 완제품재고량, 판매손실 및 연간 총비용

부품발주주기	평균 완제품 재고량/일	평균 판매손실/년	연간 총 비용
30일	19(19.53) 대	401대	828,035 비용
14일	21(21.01)대	380대	715,383 비용
7일	21(21.80)대	365대	709,485 비용

<그림 7> 부품발주주기에 따른 완제품 재고량의 변화



이상을 종합하여 정리하면, S사의 공급체인 상에서 부품발주주기만을 단축시켜 시뮬레이션 한 결과는 다음과 같다.

- 1) 부품발주주기의 단축 혹은 주문횟수의 증가는 1회 주문시의 부품 구매량을 감소 시키고 동시에 부품 주문비용을 증가시킨다.
- 2) 감소된 부품의 1회 구매량은 부품의 보유 재고량을 감소시키는 원인이 된다.
- 3) 또 부품발주주기의 단축은 공급체인상의 평균 완제품 재고량을 소폭 증가시키는 것을 알 수 있다.
- 4) 판매손실의 경우에는 부품발주주기의 단축에 따라 보다 일정한 완제품 재고량 보유 패턴을 띠기 때문에 그만큼의 판매손실이 줄어든 것이라 보여진다.
- 5) 이상의 모든 변수들을 종합적으로 고려하여 총비용을 추정한 결과, 주문주기가 7일일 때에 총비용 추정값이 최소가 되었다. 하지만 시간이 지남에 따라, 즉 부품 발주 주기가 14일일 경우와 7일일 경우의 총비용 추정값이 비슷해짐을 볼 수 있는데 이는 잦은 주문횟수로 인한 주문비용과 완제품 재고량의 증가가 총비용의 추정 값을 높인 것이라고 해석할 수 있다.

6. 결론

연구의 대상 모델로 정한 서버 제조업체 S사의 공급체인을 컴퓨터 시뮬레이션을 위한 모델화하여 기타 변수들의 조건이 동일하다는 가정하에 부품발주주기를 각각 30일, 14일, 7일로 변화시켜가면서 공급체인상에서 몇가지 주요

변수들의 변화과정을 분석하였다. 부품발주주기는 1회 주문량의 변화와 주문비용에 영향을 주어, 부품발주주기가 짧아질수록 1회 주문량은 감소하였고, 주문비용은 반대로 증가하였다. 증가된 주문횟수에 따른 1회 주문량의 감소는 다시 공급체인상의 부품 재고량을 줄임과 동시에 완제품의 재고량을 일정하게 가져갈 수 있도록 하여 최종적으로는 미처리 주문에 의한 판매손실을 감소시키는 결과를 가져왔다. 마지막으로 이들 각 변수에 일정한 가중치를 곱하여 총비용을 추정한 결과, 부품발주주기가 7일일 때 값이 가장 낮았고, 그 다음으로는 발주 주기가 14일 때 낮았으며, 발주 주기가 30일일 때 가장 높았다.

이처럼 부품발주주기가 7일 또는 14일일 때의 총비용이 30일 때의 값보다 낮은 것은 부품발주주기의 단축을 통해 얻어진 부품 재고량의 감소와 판매손실의 감소 이득이 완제품 재고의 소량 증가 및 주문비용의 증가 부분을 충분히 상쇄하기 때문인 것으로 보인다. 한편 부품발주 주기가 14일일 때의 총비용이 7일일 때의 값과 큰 차이를 보이지 않은 것은 지나치게 잦은 부품 주문으로 인하여 증가하는 주문비용과 완제품 재고량의 차이가 부품재고 및 판매손실로 인한 이득이 차지하는 부분을 상쇄하였기 때문이라고 보여진다.

따라서 S사의 부품발주주기를 30일에서 14일, 나아가 이를 7일로 줄임으로써 기존의 공급체인보다 한층 더 효과적인 공급체인을 구축할 수 있다는 결론을 얻을 수 있다.

〈논문접수일 : 2001. 07. 20〉

〈계재확정일 : 2001. 10. 05〉

모델에서의 함수식(Equations)

구매부품 접수=IF THEN ELSE(부품재고 >"Max. 재고":OR:부품재고<안전 재고, IF THEN ELSE(부품재고<안전 재고, 부품구매량 확정+안전 재고, 0), 부품구매량 확정)
 미예측 수요=RANDOM NORMAL(0, 8, 4, 3, 0)
 "미처리 주문(Backlog)"=INTEG (+주문접수-처리완료,0)
 발주실행=IF THEN ELSE(변수 N/주기=1, 1, 0)
 부품구매량=INTEG (구매부품 접수-부품 발주, 1500)
 부품구매량 확정="제품 주문=생산량"*1 제품 당 필요 부품"
 부품 발주=IF THEN ELSE(발주실행=1, 부품 구매량/구매부품 운송 리드타임, 0)
 부품재고=INTEG(+부품 발주-제품생산 출고, 2000)
 사전영업 수요예측=23 + SIN (R A N D O M U N I F O R M (0 , 6.28, 0))
 생산 가능량=IF THEN ELSE((부품재고 /50)<=최대 생산 가능량, 부품재고/50, 최대 생산 가능량)
 실제 판매=22+(4*ABS(SIN(RANDOM UNIFORM(0, 3, 0))))
 운송=IF THEN ELSE(완제품재고<=0, 0, IF THEN ELSE(완제품재고)=실제 판매, 실제 판매/운송 리드타임, 완제품재고/운송 리드타임))
 완제품재고=INTEG (제품생산-운송, 5)
 제품생산=생산 가능량/생산 리드타임

제품생산 출고=제품생산*50
 "제품 주문=생산량"=사전영업 수요예측+미예측 수요
 주기=주기 Lookup (변수 N)
 주기L o o k u p ([(0 , 0) - (365,600)],(0,0.5),(1,1),(2,0.5),(29,0.5),(30,30),(31,0.5),(59,0.5),(60,60),(61,0.5),(89,0.5),(90,90),(91,0.5),(119,0.5),(120,120),(121,0.5),(149,0.5),(150,150),(151,0.5),(179,0.5),(180,180),(181,0.5),(209,0.5)(210,210),(211,0.5),(239,0.5),(240,240),(241,0.5),(269,0.5),(270,270),(271,0.5),(299,0.5),(300,300),(301,0.5),(329,0.5),(330,330),(331,0.5),(359,0.5),(360,360),(361,0.5),(365,0.5))
 주문비용=IF THEN ELSE(발주실행=1, 0, 0)
 처리완료=IF THEN ELSE(판매손실처리=1, "미처리 주문(Backlog)", 운송)
 총비용 추정=INTEG ((완제품재고*0.2)+(부품재고*0.2)+("판매손실 (Lost Sales)"* 0.4)+주문비용,0) 판매손실은 재고비용의 두배로 가정하였음.
 최대 생산 가능량= 80+RAMP(0.5 , 60 , 120)
 "판매손실 (Lost Sales)"=IF THEN ELSE(판매손실처리=1, "미처리주문(Backlog)", 0)
 판매손실처리=IF THEN ELSE(변수 M/판매손 처리주기=1, 1, 0)
 판매손 처리주기=판매손 처리주기 Lookup (변수 M)
 판매손처리주기Lookup([(0,0)-(365,400)],(0,0.5),(29,0.5),(30,30),(31,0.5),(59,0.5),(60,60),(61,0.5),(89,0.5),(90,90),(91

,0.5),(119,0.5),(120,120),(121,0.5),
 (149,0.5),(150,150),(151,0.5),(179,
 0.5),(180,180),(181,0.5),(209,0.5),(
 210,210),(211,0.5),(239,0.5),(240,2
 40),(241,0.5),(269,0.5),(270,270),(
 271,0.5),(299,0.5),(300,300),(301,0.
 5),(329,0.5),(330,330),(331,0.5),(3
 59,0.5),(360,360),(361,0.5),(364,0.5
),(365,365))

참고문헌

- 김기영(1980), 「생산관리」, 법문사.
- 김동환외 2명(1999), 「시스템 다이내믹스」, 대영
문화사.
- 김태현, 문성암(1998), “공급체인 구성원간 물류
서비스 인식의 관련성에 관한 연구,” 로
지스틱스 연구, 제 6권, 1호.
- 류만형(1999), 시스템 다이내믹스 시뮬레이션을
통한 네트워크 외부성에 관한 고찰, 충북
대학교 경영대학원 석사학위논문.
- 문성암(1998), 제품 전략에 따른 공급체인 구조
디자인에 관한 연구, 연세대학교 대학원
박사학위논문.
- 박상욱(1997), 시뮬레이션을 이용한 반도체 제
조공정 개선에 관한 연구: M사의 생산
라인을 중심으로, 연세대학교 산업대학원
석사학위논문.
- Arthur, W.B.(1990), “Positive Feedbacks in the
Economy”, *Scientific American*, Vol.
262, No. 2.
- Bowersox, Donald J. and David J. Closs(1996),
*Logistical Management: The Integrated
Supply Chain Process*, The McGraw-Hill
Companies.
- Carlson, R. Bruce(1978), “An Industrialist
Views Industrial Dynamics,” *Managerial
Applications of Systems Dynamics*,
Cambridge, Mass : The M.I.T. Press,
pp.139-144.
- Christopher, Martin(1992), *Logistics and Supply
Chain Management*, British.
- Forrester, Jay W.(1961), *Industrial Dynamics*,
Cambridge, Mass : The M.I.T. Press,
pp.14-19.
- Forrester, Jay W.(1968), *Principles of Systems*,
Cambridge, Mass : Wright-Allen Press,
pp.1-5.
- Forrester, Jay W.(1987), “Lesson from System
Dynamics Modeling”, *System Dynamics
Review*, Vol. 3, No. 2, Summer.
- Forrester, Jay W.(1992), *System Dynamics*,
Cambridge, Mass : The M.I.T. Press.
- Hall, Randolph W.(1987), “Consolidation
Strategy: Inventory, Vehicles and
Terminals,” *Journal of Business Logistics*,
Vol. 8, No. 2.
- Jones, Daniel T.(1997), Peter Hines and Nick
Rich, “Lean Logistics,” *International
Journal of Physical Distribution &
Logistics Management*, Vol. 27, pp.153-
173.
- Krajewski, Judie and Barbara Ritzman(1996),
*Operations Management: Strategy and
Analysis*, 4th ed., Addison-Wesley.
- Lee, H.L. and Billington, L.(1992), “Managing

- Supply Chain Inventory: Pitfalls and Opportunities," *Sloan Management Review*, Spring, pp.65-75.
- Porter, M.E.(1980), *Competitive Strategy*, The Free Press.
- Porter, M.E.(1985), *Competitive Advantage*, The Free Press.
- Roberts, E.B.(1978), *Managerial Applications of Systems Dynamics*, The M.I.T. Press.
- Shapiro, Roy D. and James L. Heskett(1985), *Logistics Strategy*, West Publishing: St. Paul, Minnesota.
- Shapiro, Roy D., Donald Rosenfield, and Roger Bohn(1985), "Implications of Cost-Service Tradeoffs on Industry Logistics Structures," *Harvard Business School Working Paper 9-785-036*, Boston, Massachusetts.
- Stalk, G.H. and T.M. Hout(1990), *Competing Against Time; How Time-based Competition is Reshaping Global Markets*, The Free Press.
- Sterman, John D., *Business Dynamics*, McGraw-Hill, 2000.
- Stevens, G.C.(1989), "Integrating the supply chain," *International Journal of Physical Distribution and Material Management*, Vol. 19, No. 8, pp.3-8.
- Stock, James R. and Douglas M. Lambert(1987), *Strategic Logistics Management*, 2nd ed., IRWIN.
- Wikner, J., D.R. Towill and M. Naim(1991), "Smoothing supply chain dynamics," *International Journal of Production Economics*, Vol. 22, pp.231-248.

Building an Efficient Supply Chain by reduction of lead time with a Focus on Korea Server Manufacturer

Shin, Yong-Suk, Kim, Tae-Hyeon and Moon, Seong-Am

ABSTRACT

The recent dot-com craze has been one of the main causes that accelerated the growth of internet-related companies in diversity as well as in size. Meanwhile, the domestic market of supplies and equipment for internet businesses has been dominated by major foreign companies. To regain their market positions, the domestic manufacturers had to find the way to build up their competitive advantages, such as meeting their customers needs and reducing overall costs.

In this study, one domestic PC server manufacturer, which competes fiercely with foreign manufacturers for the top place, has been chosen as a model to evaluate its current supply chain and to find an area that can be improved for a better performance.

System Dynamics is used throughout the study. The central concept to system dynamics is understanding how all the objects in a system interact with one another. It focuses on feedback and secondary effects to think through how a strategy might or might not work, depending on how organizational changes are received, and what kinds of consequences emerge.

Then, computerized models were built for simulations, each with different conditions, and, finally, the results were evaluated based on some criteria which are considered to be important and meaningful. The inefficiency that exists in the supply chain was proved to be a thirty-day long purchasing order leadtime, and it was expected that more effective supply chain could be formed if the leadtime were reduced to 14 days or 7 days.

The results of simulations showed that the overall expected costs in supply chain was the least with the purchasing leadtime being 7 days. The lower average number of parts held as inventory, along with the reduced lost sales, acted as the factor reducing the expected overall costs. Although there was a slight increase in the average number of final products held as inventory and the total ordering cost, the benefits from lower parts inventory and reduced lost sales were large enough to justify the overall cost reduction.

Key words : Competitive Advantage, Supply Chain, Leadtime, Server Manufacturer, Inefficiency, Inventory, Simulation, System Dynamics, Cost Reduction

