정보종결욕구에 따른 공급사슬 동적 특성에 관한 연구

김태현
연세대학교 경영대학 교수
(thkim@base.yonsei.ac.kr)
문성암
국방대학교 국방경영학과 조교수
(samoon@kndu.ac.kr)
김현호
연세대학교 경영대학 석사과정
(sfkh2@base.yonsei.ac.kr)

본 연구는 동태적인 공급사슬을 설정, 개인의 정보종결욕구 정도 차에 따라 강한 집단과 약한 집단으로 구분하고, 집단별로 공급사슬 성과에 미치는 영향에 관하여 검증하는데 그 목적이 있다. 맥주배송 게임을 통해 수요예측, 미납주문, 재고량에 대한 공급사슬 참여자들의 일반적인 가중치를 도출하여 기본 공급사슬 모델을 설정하였다. 이렇게 설정된 공급사슬 모델을 바탕으로 정보종결욕구 정도 차에 따른 집단별 수요예측, 미납주문, 재고량에 대해 회귀분석을 통한 가중치를 도출하여 시뮬레이션을 실시하였다. 공급사슬 동적 특성에 미치는 영향을 살펴본 것으로서 결론은 다음과 같다.
첫째, 소매상의 정보종결욕구가 강할수록 전체 공급사슬의 성과에 부정적인 영향을 미친다. 이러한 의미는 실제 공급사슬에 있어 소매상이 약간의 정보만을 가지고 조기에 종결하는 사람이라면 전체 공급사슬에 불휩효과를 증가시킬 수 있다는 것을 의미한다.
둘째, 전체 공급사슬을 정보종결욕구가 강한 사람만으로 구성할 때가 약한 사람만으로 구성할 때에 비해 공급사슬 성과에 부정적인 영향을 미친다. 비록 시뮬레이션 결과에서 정보종결욕구가 약한 사람으로 구성된 공급사슬이 그렇지 않은 경우보다 안정화 기간이 길게 나왔지만, 비용과 불휩효과 측면에서 성과가 더 좋은 것으로 나타났다.
결론적으로 개인의 특성이라고 할 수 있는 정보종결욕구는 주문량을 결정하는 의사결정과정에 개입되어 공급사슬 성과에 영향을 미친다고 볼 수 있다. 의사결정 시에 판단을 신중하지 못하고 판단을 조기에 종결짓는 성향은 공급사슬관리에 있어 도움이 되지 않는다고 볼 수 있다.

Ⅰ. 서 론

최근의 글로벌한 시장환경에서의 치열한 경쟁, 짧아진 제품 수명주기, 고객의 기대수준 향상 등으로 인해 공급사슬(Supply Chain)에 대한 기업들의 투자와 관심이 집중되고 있다. 기업간의 경쟁에서 공급사슬간의 경쟁으로 이동되고 있으며 공급사슬관리(Supply Chain Management)는 오늘날 가장 강력한 비즈니스 진보 기법중의 하나이다. 공급사슬을 효율적이고 효과적으로 관리하기 위해서는 공급사슬에서 발생하는 동태적 특성에 대해 이해하고 이에 적절한 관리가 이루어져야 한다 (Simchi-Levi et al., 2000).

공급사슬에서 발생하는 동태적인 현상 중 대표적인 것이 불휩효과(Bullwhip Effect)이다. 불휩효과는 공급사슬의 하류(downstream)에서 상류(upstream)단계로 올라 갈수록 수요 변동이 커지

논문 접수일 : 2001. 12 게재확정일 : 2002. 4
* 이 논문은 연세대학교 경영연구소의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

는 것을 말한다. 이러한 불휩효과에 영향을 미치는 요인들로는 독립적인 수요예측, 리드타임(lead time)과 지연(delay)의 존재, 배치(batch)주문 형태, 가격 변동, 과장된 수요 등을 들 수 있다(Lee, 1996; Simchi-Levi et al., 2000; Sterman, 2000).

본 연구에서는 공급사슬 참여자의 정보종결욕구[1]를 규명하고, 이에 따른 의사결정이 불휩효과에 어떠한 영향을 미치는지를 살펴보고자 한다. 불휩효과의 원인에 대해서 의사결정자의 비이성적 판단에 의한 것이라는 주장과 공급사슬의 구조 때문에 발생되었다는 주장이 있다. 불휩효과는 공급사슬 참여자의 비이성적인 의사 결정에 의해 발생하거나 그 크기에 영향을 받는다(Sterman, 1989; Senge, 1990)는 가정 하에 본 연구를 진행하였다. 개인의 정보종결욕구 차이에 의해 의사결정이 달라지는 바, 정보종결욕구를 비이성적 의사결정의 한 요인으로 보았다.

공급사슬에 참여하는 개인이 의사결정 시에 이용하는 정보는 서로 다르다. 특히 수많은 정보 중에서 핵심 정보를 중심으로 의사결정을 내리고자 한다. 즉, 다양한 정보 중에서 취사선택을 하게 되는 것이다. 여기서 개인이 정보를 선택한다는 것은 양과 질에 의해 구분 가능하나 본 연구에서는 정보량 중에서도 개별 정보의 영향 강도에 초점을 둔다. 개인이 의사결정을 내리는데 있어서 각 개인의 정보종결욕구에 따라서 사용하는 정보의 영향 강도는 다를 것이고, 이의 결과로 나타나는 불휩효과(Bullwhip Effect)에 대하여 살펴본다.

본 연구의 궁극적인 목적은 각 개인의 정보종결욕구에 따라 전체 공급사슬의 불휩효과(Bullwhip Effect)에 나타나는 영향을 파악하여 공급사슬관리 업무 담당자의 선발, 관리, 교육에 활용하고자 함이다.

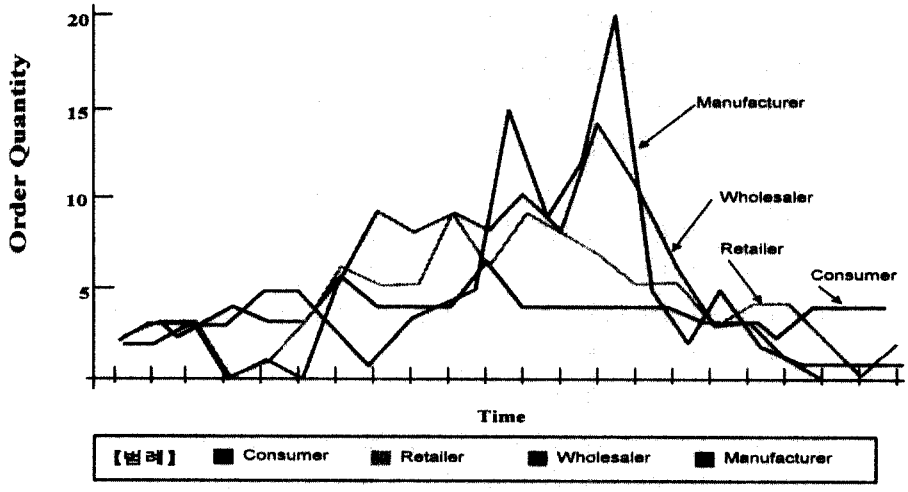
II. 이론적 배경

2.1 공급사슬관리(Supply Chain Management)

공급사슬관리에 대하여 Simchi-levi는 "고객 서비스 수준을 만족시키면서 시스템의 전반적인 비용을 최소화할 수 있도록 제품이 정확한 수량으로, 정확한 장소에, 정확한 시간에 생산과 유통이 가능하게 하기 위하여 공급자, 제조업자, 창고 보관업자, 소매상들을 효율적으로 통합하는데 이용되는 일련의 접근법"이라고 정의하였다(Simchi-levi et. al., 2001). 공급사슬(Supply Chain)이라는 용어는 제품이 공급자로부터 최종 소비자에게 흘러가는 과정에 참여하는 모든 조직과 이에 상응하는 정보 및 화폐의 흐름을 통칭한다. 공급사슬은 자재의 공급, 변환, 수요가 행해지는 거점들로 이루어지는 네트워크라고 할 수 있다. 서비스 조직과 제조 조직 모두 각각의 공급사슬을 가지고 있으며, 산업과 기업에 따라 그 공급사슬의 형태는 다양하게 나타난다.

공급사슬관리는 고객, 공급업체, 제조업체 및 유통업체로 이루어지는 네트워크에서의 자재, 정보 및 재무 흐름을 다룬다. 따라서 기업의 내, 외적으로 이루어지는 이러한 흐름의 조정 및 통합이 효과적인 공급사슬관리의 핵심이 된다.

1) 정보종결욕구 : 주어진 주제에 대해 혼란스러움이나 애매함과는 대비되는 어떤 답을 원하는 욕구, 일반적으로 종결욕구가 강한 사람들은 의사결정 시 판단을 조기에 종결하고 신중하지 못하다(Kruglanski, 1989).



〈그림 1〉 불휩효과(Bullwhip Effect)

〈표 1〉 불휩효과의 원인에 대한 가설

가설	비이성적 의사결정 가설	공급사슬 구조 가설
주창자	· Sterman, 1999 · Senge, 1990	· Lee et al., 1996 · Simchi-Levi et al., 2000
주요 내용	· 불휩효과는 공급사슬 참여자의 비이성적 의사 결정에 의하여 발생 · 재고나 수요 정보의 오해와 같은 사람의 행위로부터 불휩효과가 발생 · 공급라인에 대한 무시와 같은 비이성적 의사결정에 의한 불휩효과 발생	· 불휩효과는 공급사슬의 제도적인 구조와 Infrastructure하에서 인간의 이성적인 판단의 결과 · 불휩효과의 해결을 위하여 단순히 의사결정자의 행동 변화에 focusing하는 것이 아니라, 기업의 제도적인 Infra-Structure와 관련된 Process를 정비하여야 함을 주장

2.2 공급사슬 동적 특성

공급사슬은 변하는 수요에 대응해야 하는 하나의 시스템이다. 주문정보에 따라서 공급사슬 각 구성원들은 적절히 재고를 보유하면서 수요에 대응해야 한다. 원료 공급자, 생산자, 유통업자를 거쳐서 소비자에게 연결되는 공급사슬은 주문정보의 피드백 과정과 제품의 피드포워드 과정이 서로 연결되어 하나의 시스템을 구성한다(Lambert et al., 1998).

공급사슬에서 나타나는 현상 중에는 불휩효과(The Bullwhip Effect)가 있다. 공급사슬에서 각 참여자의 주문량을 살펴보면, 시간에 따라서 증폭되는 현상을 볼 수 있는데, 이것을 불휩효과라고 한다(Forrester 1961; Towill et al., 1992, 1996; Simchi-Levi et al., 2000; Sterman, 2000).

이러한 불휩효과는 공급사슬의 효율성과 효과성에 엄청난 영향을 미치므로 많은 학자들을 중심으

로 그 원인들이 규명되고 있다. 불휩효과의 발생 원인에 대하여는 의사결정자의 비이성적 판단에 의한 것이라는 주장과 공급사슬의 구조 때문에 발생되었다는 주장이 있다. 〈표 1〉에 불휩효과의 원인에 대한 주장들이 기술되어 있다.

〈표 1〉에서 보는 바와 같이 불휩효과가 비이성적 의사결정에 의한 결과라는 측면에서 스터만(Sterman, 1989)은 맥주배송 게임(beer game)을 통해 수요증폭 현상의 원인을 다음과 같이 제시하였다. 게임 참여자의 지연에 대한 잘못된 인지로 인해 과다주문 및 과소 주문을 하는 행위, 각 단계 의사결정자들의 최적 재고수준에 대한 인식 미흡, 수요 조정시 공급사슬 내 필요한 재고량에 대한 잘못된 계획, 공급사슬 참여자들이 변동의 원인을 소비자의 수요변화와 같은 외부적인 원인에 전가하려는 경향, 의사결정자들이 자신이 맡은 부분만 최적화 하려는 제한된 합리성을 들었다.

대표적인 것으로 공급라인(supply line)에 대한 무시를 들 수 있다(Sterman, 2000). 소매상이 이전에 주문한 것을 무시하고 다시 주문하는 경우를 말한다. 스터만에 의하면 이러한 상황이 자주 발생한다고 한다. 예를 들면 자동화된 주문 시스템을 사용하지 않는 경우에 다른 관리자가 어제 주문한 사항을 모르고 오늘 재주문한 경우와 한 관리자가 10-20개의 여러 품목을 동시에 관리하는 경우 어느 제품을 미리 주문했고 어느 제품을 주문하지 않았는지 일일이 살펴보는 방법을 사용하기보다는 아마도 당시 현재고량만을 보고 판단하는 경우가 많다. 이 경우 무시행동으로 인해 공급라인상에 주문량은 증폭되게 되며, 한꺼번에 주문이 몰려오는 경우에는 더 이상 주문하지 않음으로 인해 불휩효과가 발생한다. 이러한 공급라인에 대한 무시행동도 일종의 인간의 비이성적 의사결정으로 볼 수 있다.

한편 이성적 판단임에도 불구하고 공급사슬에서는 구조적으로 불휩현상이 발생한다. 이에 대한 이유들은 리 등의 연구를 바탕으로 다음과 같이 정리할 수 있다(Lee et al., 1996; Simchi-Levi et al., 2000).

먼저 공급사슬 참여자간의 독립적인 수요예측을 들 수 있다. 최종 소비자의 주문 정보에 대해 공급사슬 참여자가 공동으로 수요를 예측하는 것이 아니라, 소매상, 도매상, 유통업자, 생산자 등이 독립적으로 수요를 예측하여 재고를 보관하기 때문에 수요 정보가 왜곡될 가능성이 커진다.

둘째로는 지연 또는 리드타임(Lead Time)을 들 수 있다. 리드타임이 길어지면 변동폭의 증가 정도가 확대되는 것을 쉽게 볼 수 있다. 안전재고와 재주문점 계산방법을 살펴보면 사실상 리드타임에 의한 일일 소비자수요 평균과 표준편차를 다양하게 측정할 수 있다. 그러므로 긴 리드타임과 수요 변동폭의 예측에 있어 작은 변화는 안전재고와 재주문 수준, 그리고 주문량에 중대한 변화를 나타낸다. 이런 것들이 변동폭의 증가를 가져온다.

셋째 배치(batch)식 주문을 들 수 있다. 배치식 주문은 필요할 때마다 주문하는 것이 아니라 정해진 기간을 두고 주문량을 결정하게 되며, 이는 필요이상의 기간이 소요됨을 의미한다. 길어진 기간에 대한 수요예측과 안전재고 설정이 이루어진다.

넷째 가격변동을 들 수 있다. 가격이 변동되면 소매상들은 가격이 낮은 시기에 대량으로 재고를 축적하려는 경향이 있다. 이런 현상은 특정 시기에 실시하는 판촉활동과 가격할인, 수량할인 등에서 특히 두드러지게 나타난다.

다섯째 과장된 수요를 들 수 있다. 수요 정보의 왜곡에 대해서는 이미 오래 전부터 많은 문제를 일

으키는 것으로 여겨지고 있다(Burbidge, 1961). 유통업자의 의도된 행위일 수도 있고 아닐 수도 있다. 여기서는 유통업자가 알고서 행하는 것을 대부분 포함한다. 리 등(Lee et al., 1996)에 의하면 이를 부족 분에 대한 게임(Shortage game)이라고 한다. 참여자간의 주문 정책에 있어, 합리적인 판단을 할지라도 수요는 증폭될 수밖에 없음을 밝히고 있다.

이와 같이 불휩 현상을 일으키는 요인들은 다양하다. 본 연구에서는 공급사슬의 동태적인 특성(불휩현상)에 비이성적인 의사결정 요인과 구조적인 요인 모두 영향을 미치고 있다는 전제 하에서, 특히 비이성적인 요인에 초점을 두고 있다. 즉 비이성적인 의사결정 요인이 불휩 현상을 보다 촉진하거나 완화할 수 있음을 검증하고자 한다.

2.3 정보종결욕구

사람들의 정보처리 및 판단은 상황에 의해서 유도되기도 하고 동시에 개인의 기질적인 요인에 따라 유도되기도 한다. 개인의 기질적 요인 중의 하나는 크루글란스키 (Kruglanski, 1989)의 종결욕구(need for closure)이다. 크루글란스키(Kruglanski, 1989)에 의하면 종결욕구는 주어진 주제에 대해 혼란스러움이나 애매함과는 대비되는 어떤 답을 원하는 욕구라고 한다. 이는 어떤 구체적이고 특정한 답을 원하는 것이 아니라 비 특정적이지만 확고한 어떤 답을 원하는 경향을 말한다.

웹스터와 크루글란스키(Webster & Kruglanski, 1994)에 의하면, 사람들이 종결을 가치 있다고 생각하는 정도에 개인차가 존재한다고 한다. 즉 어떤 사람들은 만성적으로 높은 종결욕구를 가지고 있는 반면, 또 다른 사람들은 만성적으로 종결욕구가 낮다는 것이다. 이러한 개인적인 차이는 문화적인 규범, 여러 가지 주제에 대한 자기확신, 그리고 안정적인 의견에 대한 개인적인 보상 경험 등과 같은 다양한 원인에 의해서 발생할 수 있다(Rubini & Kruglanski, 1997). 많은 연구들은 종결욕구가 높은 사람과 낮은 사람은 정보를 처리하는 경향성이 서로 다르다는 사실들을 보고하였다. 웹스터와 크루글란스키(Webster & Kruglanski, 1994)의 연구에서는 기질적인 차원에서 종결욕구가 낮았던 사람들보다 종결욕구가 높았던 사람들이 개인에 대한 인상형성 시 초두효과를 더 강하게 나타냈다. 즉, 종결욕구가 높았던 사람들은 개인에 대한 평가시 주로 초기에 접했던 정보에 기초해서 평가하는 경향이 강하게 나타났다. 또한 전우영(1998)은 종결욕구가 높은 사람들이 종결욕구가 낮은 사람들보다 판단의 오류를 많이 범한다고 제시하고 있다.

이러한 연구 결과들을 종합해보면, 기질적인 측면에서 종결욕구가 높은 사람들은 종결욕구가 낮은 사람들보다 모든 정보를 고려하지 않고 판단하는 경향이 강하다는 사실을 알 수 있다. 그 결과 정보처리 과정에서 다양한 편의를 일으킬 수 있다. 따라서 종결욕구가 높은 사람들이 종결욕구가 낮은 사람들보다 의사결정에 있어서 신중하지 못한 결정을 내리며 결국 불휩효과에 부(-)의 영향을 미칠 수 있음을 예상할 수 있다.

본 연구에서는 개인의 의사결정 유형이 공급사슬 전체성과에 영향을 미칠 수 있음을 살펴보고자 한다. 비이성적이거나 구조적인 요인에 따라 불휩현상이 발생하는 것은 주지의 사실이나, 비이성적인 요인에 따라서 특히 개인의 정보종결욕구에 따라 공급사슬에서의 불휩효과가 보다 크게 나타날 수 있음을 본 연구에서는 검증하고자 한다.

〈표 2〉 연구방법 개관

단계	연구내용	비고
1단계 설문조사	· 웹스터와 크루글란스키(Webster & Kruglanski, 1992)에 의해 개발된 종결욕구 척도 42문항 중 일부 중복되는 문항을 제거하여 26문항, 5점 척도로 조정하여 사용 · 정보종결욕구 개인차에 따른 집단 구분 · 대상 : 대학 및 대학원생 200명	설문지 작성
2단계 실험	· 컴퓨터 화된 맥주배송 게임 실시 · 대상 : 설문집단과 동일 · 회귀분석을 통해 주문량에 영향을 미치는 상수와 각 정보량의 베타계수 도출	컴퓨터 화된 맥주배송 게임 이용
3단계 시뮬레이션	· 전통적인 단일 공급사슬을 바탕으로 한 시뮬레이션 모델 개발(Vensim 이용) · 실험에서 획득한 베타계수를 모델의 주문량에 대입, 시뮬레이션 시행 · 집단별 공급사슬 성과 측정	단일 공급사슬 시뮬레이션 모델 개발

III. 연구 방법

본 연구는 성과측정을 정밀하게 하기 위해 복수의 연구방법을 사용한다. 다음 〈표 2〉에 연구방법이 개괄적으로 표현되어 있다. 개인차원에서의 변수와 전체 공급사슬 차원에서의 성과변수를 비교분석하기 위해 다음과 같은 비교적 복잡한 과정을 거치게 되었다.

3.1 개인의 집단 구분 : 설문조사

개인의 정보종결욕구 정도 차를 구분하기 위해 설문조사를 실시하였다. 설문 내용은 앞에서 언급했듯이 웹스터와 크루글란스키(Webster & Kruglanski, 1992)에 의해 개발된 종결욕구 척도 42문항 중 일부 중복되는 문항을 제거하여 26문항, 5점 척도로 조정하여 사용하였다.

참여자의 정보종결욕구 정도 측정변수로서 웹스터와 크루글란스키(Webster & Kruglanski, 1992)에 의해 개발된 종결욕구 척도(NFCS: Need for Closure Scales)를 변지은 · 이수정 · 유재호 · 이훈구(1997)에 의해서 한국어로 번안된 종결욕구 척도를 이용하였다.

NFCS에 대한 응답의 신뢰도 검증을 위하여 크론바하(Cronbach)의 α계수를 측정하였으며, 그 결과 전체 26문항에 대한 α계수는 0.6374로서 신뢰도가 높아, 전체 26문항을 하나의 척도로 종합하여 분석하는데 문제가 없음을 보여준다.

NFCS에 대한 응답 결과를 토대로 군집 분석을 통해 정보종결욕구가 강한 사람과 약한 사람으로 집단을 구분하였다. 설문과 실험에 참여한 인원 200명 중에서 설문지에 인적 사항 누락으로 인해 실험 결과 자료와 일치되지 않는 인원과 결과 자료 미입력자, 그리고 무성의한 인원의 자료 41부를 제외한 159명에 대한 자료를 바탕으로 하여 분석하였다.

〈표 3〉 정보종결욕구에 따른 군집구분 결과

군집 분류	1집단	81명
	2집단	78명
유효 자료		159명
무효 자료		41명

〈표 4〉 군집중심값 정리

문 항	집 단		F	유의확률
	1	2		
1	-.39498	.40985	1505.215	.000
2	.02798	-.02903	6.336	.012
3	-.29376	.30482	766.481	.000
4	-.38461	.39909	1413.094	.000
5	-.37067	.38462	1295.776	.000
6	-.19707	.20449	327.232	.000
7	-.32539	.33764	961.850	.000
8	-.01799	.01867	2.618	.106
9	-.31325	.32505	883.472	.000
10	-.18496	.19192	286.821	.000
11	-.11930	.12379	116.806	.000
12	-.34037	.35318	1064.815	.000
13	.02282	-.02368	4.214	.040
14	-.20120	.20878	341.718	.000
15	-.15085	.15653	188.472	.000
16	.00795	-.00825	.512	.474
17	-.16620	.17245	229.949	.000
18	-.29249	.30350	759.210	.000
19	-.60073	.62335	4665.463	.000
20	-.08845	.09178	63.784	.000
21	-.47246	.49025	2349.265	.000
22	-.43116	.44739	1862.604	.000
23	-.09590	.09951	75.090	.000
24	-.19201	.19924	309.993	.000
25	.10976	-.11389	98.655	.000
26	.25889	-.26863	582.485	.000

설문문항 26개에 대한 표준화된 값을 이용하여 K-means 군집분석을 실시한 결과 집단 1은 정보종결욕구가 강한 집단으로 나타났고 여기엔 총 81명이 해당된다. 집단 2는 정보종결욕구가 약한 집단으로 나타났으며, 여기엔 총 78명이 해당된다. 〈표 4〉에는 각 변수에 대한 2개의 군집 중심 값이

나타나 있으며, 2개의 군집간에 평균의 차이가 있는가에 대한 분산분석을 실시한 결과로서 F와 유의확률을 보여준다. 분석결과 26문항 중 일부를 제외하고는 군집간에 차이가 있음을 알 수 있다(유의확률 〈 α = 0.05).

3.2 의사결정 패턴 도출: 게임 실시

주문시 집단별 의사결정 패턴을 끌어내기 위해 동일 피험자에 대한 맥주배송 게임을 실시하였다. 기존 맥주배송 게임의 경우 정보의 보관이나 처리가 힘들기 때문에 독자적인 게임을 마련하여 정보-주문량 결정 패턴을 알아보았다.

맥주배송 게임은 주어진 정보(현재고, 미납주문 등)를 바탕으로 주문량을 결정하는 게임이다. 본 연구를 위한 게임에서(독자적으로 설계한 맥주배송 게임)는 전통적인 맥주배송 게임과는 달리 다양한 정보를 게임 참여자에게 제공하고, 각 정보가 주문량 결정에 어떠한 영향을 미치는 지 알아보았다.

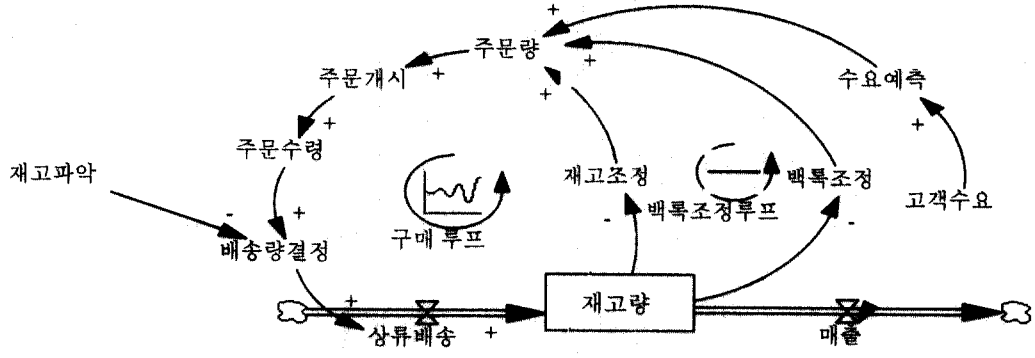
우선 집단 1의 경우 집단 2에 비해 보다 적은 양의 정보를 가지고 의사결정을 내리고 있었다. 이는 전체 관련 정보(게임 참여자에게 제공한 정보 전체)를 독립변수로, 주문량을 종속변수로 하는 step 방식의 회귀분석을 실시한 결과이다. 회귀분석 결과 집단 1의 주문량 결정시 유의미한 영향을 미치는 독립변수의 수는 7개가 나왔으며, 집단 2는 8개가 나왔다. 정보종결욕구가 강한 집단이 약한 집단보다 적은 양을 가지고 주문을 결정함을 의미한다. 하지만 그 차이가 크지 않았다. 다음은 주문량 결정 회귀식이다.

$$Y=\alpha+ \beta_1 X_1+ \beta_2 X_2+ \beta_3 X_3+.....$$

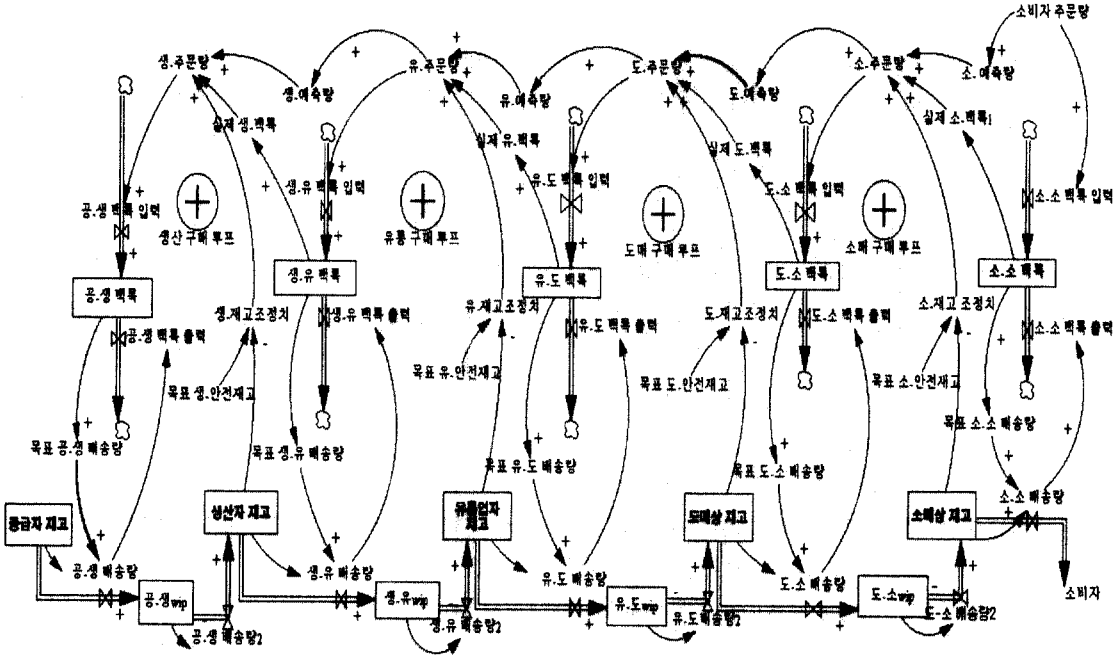
여기에서 Y는 주문량을 나타내며, α는 상수를, X_n은 주문량 결정 시 사용한 각종 정보를 의미하며, β_m은 각 정보의 베타계수를 나타낸다. 즉 주문량을 결정할 때 각 정보의 활용 정도를 나타낸다고 할 수 있다. 즉 본 연구에서는 여러 정보 중 미납주문, 수요예측, 재고조정에 주안점을 두고 있다. 스터만은 위의 세 가지 요인이 주문량 결정에 영향을 미치는 주요 요인으로 언급하고 있다(Sterman, 2000). 그리고 실제로 전체 회귀식에서 위의 세 가지 요인이 다른 요인에 비해 매우 높은 영향을 미치고 있었다. 이 세 가지 이외의 변수들이 주문량에 영향을 미치는 정도는 회귀식에서 베타값이 0.1 이하였기 때문에 제외하였다. 정보종결욕구가 강한 1집단이 2집단에 비해 특정 변수에 대한 영향을 많이 받는 것으로 나타났다(수요예측 가중치). 따라서 본 연구에서는 집단별로 사용하는 정보의 종류보다는 각 정보의 영향 정도에 초점을 두었다. 〈표 5〉는 집단별 주문량 결정식의 베타값을 보여주고 있다.

〈표 5〉 주문량 결정 가중치 값

구분	R(R^2)	α(상수)	미납주문 가중치	수요예측 가중치	재고 가중치
전체	0.519(0.269)	4.103	0.214	0.633	-0.128
1집단	0.513(0.263)	3.918	0.240	0.645	-0.113
2집단	0.534(0.285)	4.572	0.183	0.599	-0.156



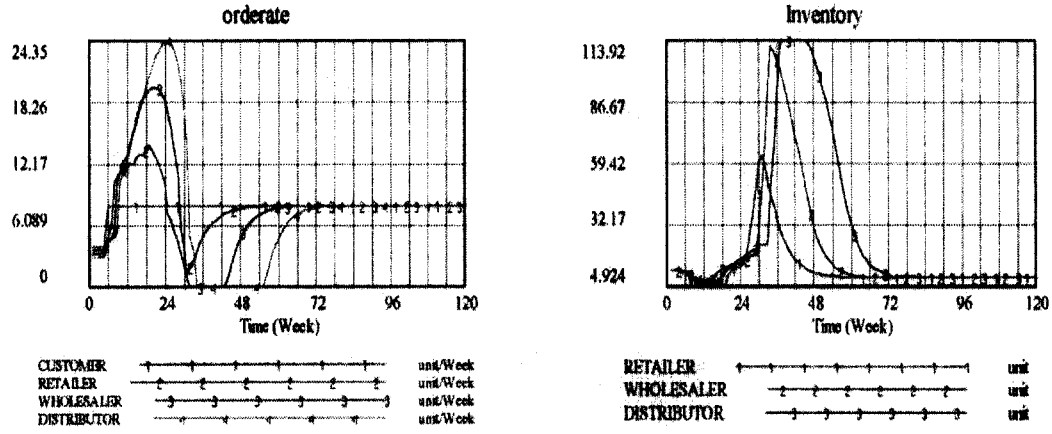
〈그림 2〉 주문량 결정 모듈



〈그림 3〉 공급체인 모델

3.3 공급사슬 시뮬레이션

연구에 기초하여 측정하고자 하는 변수들과 인과관계가 있는 변수들을 찾아내어 〈그림 2〉와 같은 주문량 결정에 관한 인과관계 도표를 작성하였다. 〈그림 2〉의 인과관계 도표를 바탕으로 흐름도



〈그림 4〉 공급사슬 모델의 타당성(좌: 주문량, 우: 재고량변화)

(Stock and Flow Diagram)로 바꾸고 수식을 입력하여 〈그림 3〉과 같은 공급사슬 모델을 완성하였다.

이러한 공급사슬 모델의 핵심은 주문량 결정식이다. 일반적으로 공급사슬 참여자들은 고객의 수요에 대응하기 위해 재고 관리 기법들을 이용하여 적정량의 재고를 보유한다. 고객서비스 수준을 충족할 수 있으면서도 동시에 재고유지비용을 최소화시킬 수 있는, 즉 최적의 재고보유를 위해 공급사슬 참여자들은 적정 주문량을 결정하기 때문이다. 본 연구에서는 맥주배송 게임을 통해서 수요예측, 미납주문, 재고량에 대한 참여자들의 일반적인 가중치를 도출하였다. 두번째 과정에서 도출된 정보-주문량 결정 회귀식을 바탕으로 전체 공급사슬에서의 성과 변수를 측정하였다. 이 과정에서 시뮬레이션 방법을 적용하였다. 맥주배송 게임을 바탕으로 모델을 설정하고, 관계식 설정 부분에서 두 번째 과정에서 구해진 결정 패턴을 도입하였다.

모델의 타당성은 전체 공급사슬 시뮬레이션 모델에 대해 알아보았다. 스탁(stock)을 중심으로 유입과 유출이 균형된 상태를 유지하면 타당하다(Sterman, 2000). 본 연구에서 설정한 공급사슬 모델의 타당성을 입증하기 위해 소비자의 주문량이 0-5주 사이에는 4개로 주어지다가 6주부터는 8개로 주어지는 스텝 방식을 사용하여 모델의 타당성을 검증하였다.

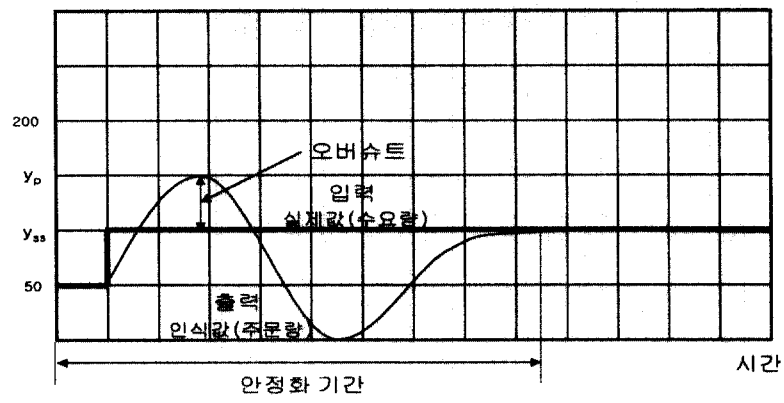
〈그림 4〉에서 보는 바와 같이 스텝 방식의 소비자 주문에 대하여 공급사슬 각 구성원의 주문량 및 재고량은 70주 이후에 안정화됨을 알 수 있다.

Ⅳ. 성과측정 도구 및 결과 분석

4.1 공급사슬 동적 특성 성과 측정 도구

전체 공급사슬 성과를 측정함은 물론 동태적인 특성을 파악하기 위해 다음과 같은 변수들을 사용하였다.

첫째, 공급사슬 비용으로 전통적인 맥주배송 게



〈그림 5〉 퍼센트 오버슈트와 안정화 기간

임과 같이 재고유지비용과 미납주문, 비용의 합으로 계산하였다. 우선 재고 비용은 총 재고량*500으로 계산하고, 미납주문 비용은 총 미납주문량*1000으로 계산하여 이 둘의 합을 공급사슬 비용으로서 성과측정 도구로 이용하였다.

△ 각 구성원의 비용 = 구성원 재고 * 재고 비용 + 구성원 미납주문(Backlog) * 미납주문 비용

△ 공급사슬 총 비용 = 각 구성원 비용을 모두 합한 값

둘째, 불휩효과 정도를 측정하기 위해서 퍼센트 오버슈트와 안정화 시간 정도를 이용한다. 퍼센트 오버슈트는 과도상태 중 스텝입력을 초과해 나타나는 출력의 최대오차로 정의한다.

$$P.O = \frac{y_p - y_{ss}}{y_{ss}} \times 100\%$$

여기서 y_{ss}는 정상상태 주문량을 나타내고, y_p는 최대 주문량을 나타낸다. 퍼센트 오버슈트가 클수록 불휩효과는 크다고 할 수 있다.

다음으로 안정화 시간 측정을 들 수 있다. 안정화 시간은 한번 증폭된 주문이 정상상태의 주문량으로 다시 돌아오는데 소요되는 시간을 의미한다. 본 연구에서는 정상상태의 주문량의 5% 범위 이내로 주문량이 들어오는데 걸린 시간을 사용하였다. 불휩효과 측정을 위해 사용한 오버슈트와 안정화 기간은 일반적으로 제어계측 공학에서 성과측정 도구로 사용하는 것으로서 다음 〈그림 5〉에 나타나있다.

4.2 결과분석

4.2.1 공급사슬 비용

공급사슬의 비용은 소매상, 도매상, 유통업자, 생산자가 보유하고 있는 재고량과 미납주문량을 바탕으로 금액으로 환산한 것으로서 결과는 다음과 같다.

〈표 6〉에서 알 수 있듯이 표준모델에서 소매상만 종결욕구가 강한 사람으로 구성되면 그렇지 않은 경우보다 공급사슬 비용이 더 많이 소요됨을 알 수 있다. 공급사슬상에 소매상의 위치에 종결욕구가

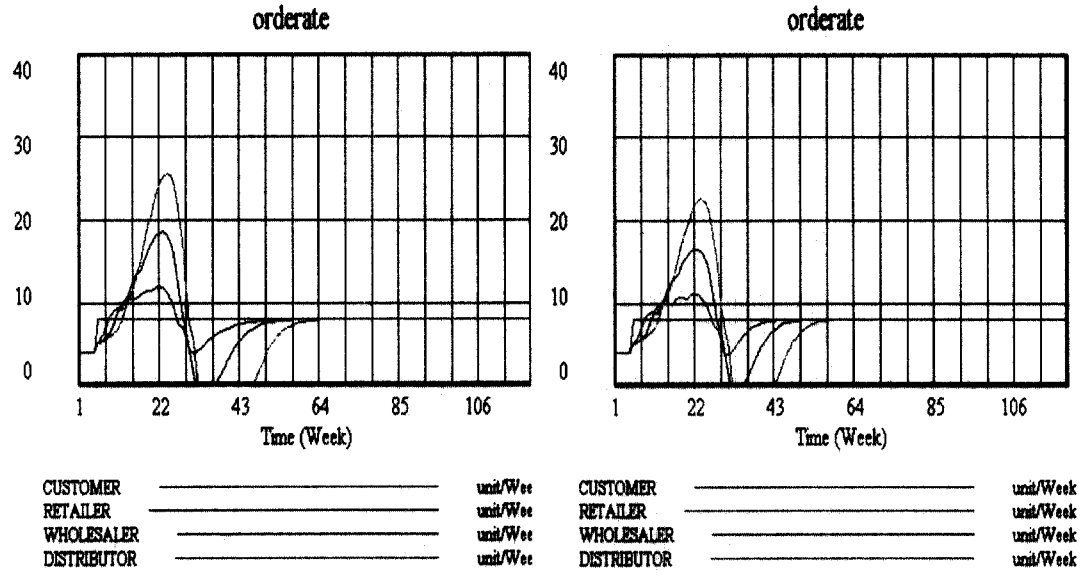
〈표 6〉 시뮬레이션 결과(비용 분석: 단위 천원)

구분	미납주문 비용	재고 비용	공급사슬 비용
정보종결욕구가 강한 집단	2,383	5,810	8,193
정보종결욕구가 약한 집단	2,036	5,002	7,038
종결욕구가 강한 사람으로 공급사슬을 구성할 경우	2,198	6,125	8,323
종결욕구가 낮은 사람으로 공급사슬을 구성한 경우	222	6,979	7,201

약한 사람이 있을 때 공급사슬의 성과가 나아짐을 알 수 있다. 마찬가지로 종결욕구가 강한 사람으로 전체 공급사슬을 구성한 경우가 그렇지 않은 경우보다 공급사슬 비용이 많이 소요됨을 알 수 있다. 이는 종결욕구가 약한 사람으로 전체 공급사슬을 구성할 때가 그렇지 않은 공급사슬에 비해 공급사슬 성과가 높다는 것을 보여준다.

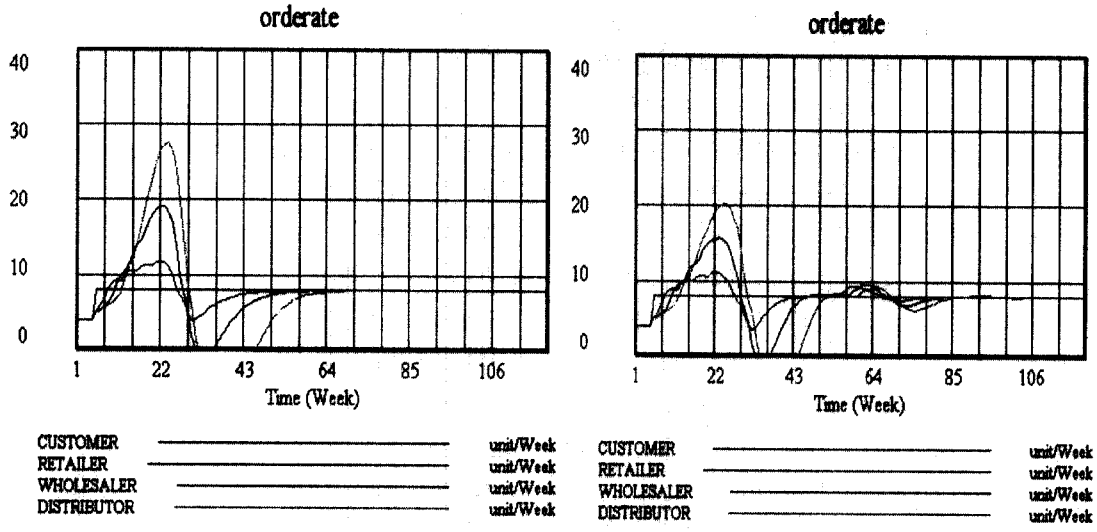
4.2.2 오버슈트와 안정화 기간

퍼센트 오버슈트는 불휩효과 그래프에서 과도상태 중 스텝입력을 초과하여 나타나는 출력의 최대 오차를 말하는데, 이는 최대 주문량에서 정상주문량을 빼고 이 값을 정상상태 주문량으로 나눈 값이다. 그 결과는 〈표 7〉과 같다



(a) 종결욕구가 강한 집단 (b) 종결욕구가 약한 집단

〈그림 6〉 소매상만 회귀식을 적용한 경우의 주문량 변화



(a) 종결욕구가 강한 공급사슬 (b) 종결욕구가 약한 공급사슬

〈그림 7〉 공급사슬 참여자 모두에게 회귀식을 적용한 경우의 주문량 변화

〈표 7〉 공급사슬 동적 특성에 대한 성과측정 결과

구 분		퍼센트 오버슈트		안정화기간
		최대(정상)	오버슈트(%)	(주)
소매상의 종결욕구가 강한 경우	소매상	12.03(8)	50.4	46
	도매상	18.58(8)	132	51
	유통업자	27.9(8)	249	63
소매상의 종결욕구가 낮은 경우	소매상	11.14(8)	39.3	40
	도매상	16.60(8)	108	47
	유통업자	24.54(8)	207	58
종결욕구가 강한 사람으로 공급사슬을 구성	소매상	11.91(8)	48.9	45
	도매상	19.08(8)	139	52
	유통업자	30.87(8)	286	66
종결욕구가 낮은 사람으로 공급사슬을 구성	소매상	11.15(8)	39.4	73
	도매상	15.72(8)	96.5	79
	유통업자	20.94(8)	162	86

〈표 7〉 결과를 보면 표준모델에서 소매상만 종결욕구가 강한 사람으로 구성한 경우는 그렇지 않은 경우보다 퍼센트 오버슈트가 높은 것을 알 수 있다. 퍼센트 오버슈트가 높다는 것은 소매상의 종결

욕구가 강한 경우가 그렇지 않은 경우보다 불휩효과가 높게 나타나며 이는 공급사슬 성과가 낮다는 사실을 말한다고 할 수 있다. 또한 종결욕구가 강한 사람으로 전체 공급사슬을 구성한 경우가 종결욕구가 약한 사람으로 구성된 공급사슬에 비해 퍼센트 오버슈트가 높은 것을 알 수 있다. 이것은 종결욕구가 약한 사람으로 구성된 공급사슬이 그렇지 않은 경우보다 공급사슬 성과가 높다는 사실을 보여준다.

추가해서, 〈표 7〉에서 보듯이 하나의 공급사슬에서 종결욕구가 약한 사람이 많이 참여할수록 그 공급사슬은 성과가 좋아짐을 알 수 있다.

안정화 기간은 한번 증폭된 주문이 정상상태의 주문량으로 다시 돌아오는데 소요되는 시간을 의미한다. 본 연구에서는 정상상태의 주문량의 5% 범위 이내로 주문량이 들어오는데 걸린 시간을 사용하였다.

〈표 7〉에서 보듯이 소매상의 종결욕구가 강한 경우가 그렇지 않은 경우보다 안정화 기간이 오래 걸린 것을 알 수 있다. 즉 종결욕구가 약한 소매상이 포함된 공급사슬이 그렇지 않은 공급사슬보다 공급사슬 성과가 좋다는 것을 나타낸다. 반면에, 의외의 결과를 확인할 수 있다. 종결욕구가 강한 사람으로 공급사슬을 구성한 경우보다 약한 사람으로 구성한 경우가 오히려 안정화 기간이 오래 걸린 것을 알 수 있다. 이와 같은 결과가 나온 것은, 종결욕구가 약한 사람들은 일반적으로 의사결정에 있어 신중하며 많은 정보를 기초로 해서 판단하기 때문에 주문량을 조정하여 특정 값에 회귀하는 데에(안정화되기까지) 많은 시간이 소요되기 때문으로 판단된다.

V. 결 론

본 연구는 동태적인 공급사슬을 설정하고 정보종결욕구 정도 차에 따라 강한 집단과 약한 집단으로 구분하고, 집단별로 공급사슬 성과에 미치는 영향에 관하여 검증하였다.

공급사슬 모형 설정 시 주안점은 주문량 결정식이었다. 공급사슬 참여자들은 통상 고객에 대한 서비스 수준을 충족시킬 수 있으면서 동시에 재고 비용을 최소화시킬 수 있도록 적정 주문량을 결정하기 때문이다. 본 연구에서는 맥주배송 게임을 통해 수요예측, 미납주문, 재고량에 대한 공급사슬 참여자들의 일반적인 가중치를 도출하여 기본 공급사슬 모델을 설정하였다. 이렇게 설정된 공급사슬 모델을 바탕으로 정보종결욕구 정도 차에 따른 집단별 수요예측, 미납주문, 재고량에 대한 가중치를 도출하여 시뮬레이션을 실시하여 공급사슬 동적 특성에 미치는 영향을 살펴본 것으로서 결론은 다음과 같다.

첫째, 소매상의 정보종결욕구가 강할수록 전체 공급사슬의 성과에 부정적인 영향을 미친다. 이러한 의미는 실제 공급사슬에 있어 소매상이 약간의 정보만을 가지고 조기에 종결하는 사람이라면 전체 공급사슬에 불휩효과를 증가시킬 수 있다는 것을 의미한다.

둘째, 전체 공급사슬을 정보종결욕구가 강한 사람만으로 구성할 때가 약한 사람만으로 구성할 때에 비해 공급사슬 성과에 부정적인 영향을 미친다. 비록 시뮬레이션 결과에서 정보종결욕구가 약한 사람으로 구성된 공급사슬이 그렇지 않은 경우보다 안정화 기간이 길게 나왔지만, 비용과 불휩효과측면에서 성과가 더 좋은 것으로 나타났다.

결론적으로 개인의 특성(비이성적 요인)이라고 할 수 있는 정보종결욕구는 주문량을 결정하는 의사결정과정에 개입되어 공급사슬 성과에 영향을 미친다고 볼 수 있다. 의사결정 시에 판단을 신중하지 못하고 판단을 조기에 종결짓는 성향은 공급사슬관리에 있어 도움이 되지 않는다고 볼 수 있다.

불휩효과를 줄이기 위한 기존의 방법들은 주로 조직간의 상호작용에 초점을 맞추어 제시하였지만 본 연구는 개인의 주문 조정 프로세스가 전체 공급사슬에 어떠한 영향을 미치고 있는 지를 살펴보고 있다는데 그 의의가 있다. 더 나아가 조직의 인사관리에 대한 방침이나 교육에 대한 방침 제공과 더불어 전체 공급사슬을 효율적으로 관리하기 위한 지침 제공이 가능하다고 본다. 주문량 결정과 재고관리를 위한 관리 모듈의 개발에 있어 각종 데이터 마이닝 기술을 활용하고 있는데, 본 연구는 해당 관리에 있어서 의사결정자에게 제공되어야 하는 정보량의 결정과 정보의 우선 순위를 제공하고 있다.

본 연구의 미비점들은 향후 더 보완되어야 할 것이다. 특히 본 연구에서는 주문량 결정에 영향을 미치는 모든 요인들에 대해 시뮬레이션을 해야 했으나 그 영향관계가 강한 3가지 요인만 고려하였던 것은 한계라고 할 수 있다. 본 연구에서 고려하지 않은 기타요인들이 주문량 결정에 어떠한 경로를 통해 영향을 미치는 지에 알고 이를 반영한다면 보다 타당성 있는 연구가 될 것이다.

참 고 문 헌

김종식(1988), 선형제어시스템공학, 청문각.

김태현(1999), 물류정보시스템, 도서출판 석정.

문성암(2000), "제품전략에 따른 공급사슬 구조가 공급사슬 재고에 미치는 영향에 관한 연구," **경영학연구**, 제 29권, 4호, 한국경영학회.

변지은 · 이수정 · 유재호 · 이훈구(1997), 개인의 인지적 종료 욕구와 정서에 대한 인식 정도가 직무 스트레스에 미치는 영향, **한국심리학회지**: 산업 및 조직, 10(2), 55-77.

전우영(1998), 정보량과 동기적 요인이 집단 평가에 미치는 영향, 연세대학교 박사학위 논문.

Burbidge, J.L. (1961) The New Approach to Production, Production Engineer, Vol. 40, No. 12, pp.l 769-84.

Cavaleri S, Sterman J.(1997) Towards evaluation of systems thinking interventions: a case study, System Dynamics Review, Vol. 13, No.2, pp. 171186.

Ford, D.N.(1999) A behavioral approach to feedback loop dominance analysis, *System Dynamics Review*, Vol. 15, No. 1, pp.3-36.

Forrester, J.W.(1961) *Industrial Dynamics*, MIT Press, Cambridge, MA.

Kruglanski, A. W(1989). *Lay epistemics and human knowledge : Cognitive and motivational bases.* New York : Plenum.

Lee, H., V. Padmanabhan and Seungjin Whang. (1997a) Information distortion in a supply chain: The Bullwhip Effect, *Management Science*, Vol. 43, No. 4, 1997a, pp. 546-58.

Lee, H., V. Padmanabhan and Seungjin Whang.(1997b) The Bullwhip Effect in Supply Chains, *Sloan Management Review*, Vol. 38, No. 3, pp. 93-102.

Morecroft, J.D.W. (1983) System Dynamics: Portraying Bounded Rationality, *Omega* 11: 131-142.

Rubini, M., & Kruglanski, A.(1997), Brief encounters ending in estrangement: *Motivated language use and interpersonal rapport in the question-answer paradigm*, Journal of Personality and Social Psychology, 72, 1047-1060.

Senge P.(1990). *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*, Doubleday: New York.

Simchi-Levi, D., Philip Kaminsky and E. Simchi-Levi.(2000) *Designing and Managing the Supply Chain*, McGraw Hill.

Simon, H. A. (1979) Rational Decision Making in Business Organizations, *American Economic Review* 69 (September): 493-512.

Simon, H. A. (1984) On the Behavioral and Rational Foundations of Economic Dynamics, *Journal of Economic Behavior and Oragnization* 5: 35-55.

Sterman J.(1989a) Misperceptions of feedback in dynamic decision making. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Vol. 43, No. 3, pp. 30135.

Sterman, J.(1989b) Modeling managerial behavior: misperceptions of feedback in a dynamic decision making environment, *Management Science*, Vol. 35, No. 3, pp. 321-339.

Sterman J. (1994) Learning in and about complex systems. *System Dynamics Review* 10(23): 291330.

Sterman, J.(2000) *Business Dynamics: System Thinking & Modeling for a Complex World*, McGraw Hill.

Stevens, G., Integrating the Supply Chain, International *Journal of Physical Distribution & Materials Management*, Vol. 19, No. 8, 1989, pp. 3-8.

Sweeney, L.B. and J. D. Sternam. (2000) Bathtub dynamics: initial results of a systems thinking inventory, *System Dynamics Review*, Vol. 16, No. 4, pp. 249-286.

Towill, D.R.(1989) The Dynamic Analysis Approach to Manufacturing Systems Design, *Journal of Advanced Manufacturing Engineering*, Vol. 1, pp. 131-40.

Towill, D.R.(1992) Supply Chain Dynamics- Change Engineering Challenge of the Mid-1990s, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, Vol. 206, pp. 233-45.

Towill, D.R., Naim, M.M. and Wikner J.(1992) The Role of Industrial Dynamics in the Design of Supply Chains, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 22, No. 5, pp. 3-13.

Webster, D.M., & Kruglanski, A.W.(1992), *Individual differences in the need for cognitive closure.* Unpublished manuscript, University of Maryland, College Park.

Webster, D.M., & Kruglanski, A.W.(1994), *Individual differences in the need for cognitive closure.* Journal of Personality and Social Psychology, 67, 1049-1062.

Supply Chain Dynamics with Information Need for Closure

Kim, Tae-Hyun* · Moon, Seong-Am** · Kim, Hyun-Ho***

Abstract

Most supply chain has many dynamic phenomena. The bullwhip effect is a famous of them. Many scholars have addressed the causes of bullwhip effect in supply chain. Some scholars have focused on the individual fact, for example, ignoring the supply line which are caused mainly individual's bounded rationality(Sterman, 2000). On the other hand some scholars have interested in structure fact which is caused not by individual but by inevitable structural fact, for instance, independent forecasting by supply chain members, ordering by batch, price fluctuation, shortage game between members and so on.

We are interested in the individual fact affect on supply chain dynamics including bullwhip effect. This article shows that individual fact, in particular information need for closure of supply chain member influence on supply chain performance including the supply chain dynamics.

As a result of our empirical survey, game and simulation proper to our intend suggests that individual fact influence on supply chain dynamics. The higher individual's information need for closure, the higher supply chain's bullwhip effect. This article has some implications that you should educate the employee to have looser the need for closure, design the control panel more enrich to escape the bullwhip effect.

Key words: supply chain dynamics, information need for closure, bullwhip effect

* Younsei University
** Korea National Defense University
*** Younsei University