

도박사 오류 바이어스가 공급사슬에 미치는 영향에 관한 연구

Gambler's Fallacy Bias on the Supply Chain

문성암* · 박영일** · 석순복***

Moon, Seong-Am* · Park, Young-Il** · Seok, Sun-Bok***

Abstract

The purpose of this paper is to find out the effects of the gambler's fallacy bias on the supply chain. For this study, the simulation was based on a casual structure of the Beer Distribution Game from Sterman(2000)'s Business Dynamics and designed into 2 different models : the first model carries the exact same structure as the reference mentioned above and for the second model, the comparison model is used reflecting gambler's fallacy bias. Each model has 2 different demand patterns. The 4 cases of models was tested with 1,000 different random number seeds.

The results for the simulation are following : In the aspect of the inventory and out of stock, the basic model resulted better than the comparison. However, in the bullwhip effect, the comparison model has less than the basic in terms of the level demand pattern. But there was no significant difference in the cycle demand.

Keywords: 도박사의 오류, 제한된 합리성, 맥주배송게임, 공급사슬관리, 휴리스틱, 행동운영관리
(gambler's fallacy, bounded rationality, beer distribution game, supply chain management, heuristic, behavioral operations management)

* 국방대학교 국방관리학과 교수(1저자, mseongam@hotmail.com)

** 국방대학교 국방관리학과 석사과정(교신저자, spy01k@naver.com)

*** 국방대학교 국방관리학과 박사과정(공동저자, sosla1004@gmail.com)

I. 서론

공급사슬은 다수의 구성원들로 이루어져 있으므로 이를 통제하기 위해서는 각 구성원들의 특성에 대한 이해가 필요하다. 글로벌화, 고객 수요의 다품종 소량화, 제품의 수명주기 단축 등으로 기업 간의 경쟁이 단일 기업 대 단일 기업 간이 아닌 공급사슬 대 공급사슬 간의 경쟁으로 변함에 따라(Christopher, 1998), 각 구성원의 특성이 영향을 미치는 범위는 더욱 확대되었다. 공급사슬의 성과를 개선하기 위해 다양한 방법들이 개발되고 있지만 개별 구성원의 의사결정 특성에 대한 연구는 다소 부족하다.

분권화된 구조 하에서 공급사슬 구성원들이 독립적으로 수요예측을 하여 주문량을 결정할 때, 각자 고유의 휴리스틱(heuristics)을 사용하기 때문에 의사결정과정에 바이어스(bias)가 개입된다. 그러므로 효율적인 공급사슬 관리를 위한 근본적 대책을 모색하기 위해서는 개인의 휴리스틱이 공급사슬에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구가 선행되어야 한다.

경제학적 원칙들에 입각한 전통적인 의사결정 이론들은 인간의 합리성에 기반하여 다양한 원리와 처방을 제시해 왔다(Edwards, 1954). ‘제한된 합리성(bounded rationality)’ 개념으로 전통적 의사결정이론의 핵심 전제에 대한 의문을 제기한 Simon(1957)이 1978년 노벨 경제학상을 수상한데 이어, 의사결정과정에서 휴리스틱과 바이어스가 영향을 미친다는 것을 밝혀낸 Kahneman이 2002년 노벨 경제학상을 다시 수상하게 되면서 인지심리학에 대한 관심이 크게 증대되었다. 이후 경제학 분야에서도 인지모형(cognitive model)을 도입함으로써 인간의 인지능력상의 한계에 기인한 판단과정에서의 휴리스틱과 바이어스에 초점을 둔 연구가 진행되었다.

Schweitzer & Cachon(2000), 문성암 외(2011) 등은 실험적 연구를 통해 각 개인은 주문량 의사결정과정에서 다양한 휴리스틱을 사용한다는 것을 검증하였으며, 그 중 가장 주된 휴리스틱이 평균고정(mean anchoring) 휴리스틱임을 확인하였다.

본 연구에서는 평균과 관련된 다양한 휴리스틱 중 도박사의 오류(gambler's fallacy)가 공급사슬에 미치는 영향에 대해 살펴보고자 한다. 이를 위해 문헌연구를 통해 의사결정에 영향을 미치는 휴리스틱에 대해 살펴보았으며, 시스템 다이내믹스를 활용하여 개인의 의사결정 특성이 반영된 다단계 공급사슬을 모델링하고 그 결과를 분석하였다.

II. 이론적 배경

1. 의사결정과정에서의 휴리스틱

Tversky & Kahneman(1974)은 휴리스틱을 “사람들이 불확실성 하에서 확률이론에 따른 판단을 하는 대신 매우 단순한 판단과정으로 환원시키는 소수의 한정된 원리”로 정의하였다. 휴리스틱에 의한 의사결정은 적은 시간과 노력으로 빠른 의사결정을 내릴 수 있다는 장점이 있지만 체계적인 오차(systematic errors)를 유발하여 정확하지 못한 판단을 초래할 수 있다. 뿐만 아니라 의사결정자 자신이 이를 인지하지 못해 더 큰 문제를 가져오기도 한다(한진수, 1992). Tversky & Kahneman(1974)과 Nisbett & Ross(1980) 등은 불확실성 하에서의 판단과 결정에 이용되는 대표적인 휴리스틱으로 대표성(representativeness) 휴리스틱, 가용성(availability) 휴리스틱, 앵커링과 조정(anchoring and adjustment) 휴리스틱을 설명하였다.

대표성 휴리스틱은 어떤 사건의 확률을 판단함에 있어 그 사건이 모집단의 속성이나 발생과정을 대표하는 정도에 따라 확률을 판단하는 현상을 의미한다(Tversky & Kahneman, 1974). 즉 전형(stereotype)에 기초하여 판단을 하는 현상을 말한다(Shefrin, 2000). 대표성 휴리스틱에는 결과의 사전 확률(prior probability)에 대한 무시, 표본 크기에 대한 무시, 우연한 사건에 대한 오해(misconception of chance), 예측 가능성에 대한 둔감성(insensitivity to predictability), 타당성에 대한 환상(illusion of validity), 평균으로의 회귀에 대한 무시 등이 포함된다. 이러한 요소들이 바이어스가 되는 이유는 의사결정자의 확률판단에 영향을 미치기 때문이다.

가용성 휴리스틱은 어떤 사례나 상황이 기억 속에 쉽게 떠오르는 정도에 따라 어떤 사건의 빈도나 확률을 평가하는 현상을 말한다(Tversky & Kahneman, 1974). 가용성 휴리스틱 역시 큰 부류의 사례들이 작은 집단의 사례들보다 더 빨리 떠오르고, 인과관계가 반복적인 경우 기억 속에 더 강하게 남게 된다. 또한 사건의 객관적인 확률과 연계되지 않을 경우 체계적인 판단오차를 가져온다. 가용성 휴리스틱에는 사례의 연상가능성(retrievability of instances)에 의한 바이어스, 탐색 세트의 효과성(effectiveness of a search set)에 따른 바이어스, 상상력(imaginability)의 바이어스, 상관관계의 착각(illusory correlation) 등이 있다.

앵커링과 조정 휴리스틱은 많은 사람들이 초기값(initial value)을 중심으로 앵커링(anchoring)되어 최종 판단 시 초기값으로부터 충분히 벗어나지 못하고 불충분한 조정(insufficient adjustment)만 수행한 후 결정을 내리는 것을 말한다(Tversky & Kahneman, 1974). 불충분한 조정으로 인해 바이어스가 발생하게 되는데, Bar-Hillel(1973)의 연구에서는 결합(conjunctive)사건과 분리(disjunctive) 사건들의 확률을 판단하는 경우 앵커링과 불충분한

조정으로 인해 바이어스가 초래되는 것을 검증했다.

이상에서 살펴본 3가지 휴리스틱을 중심으로 관련 바이어스와 대표적인 연구들을 정리하면 <표 1>과 같다.

<표 1> 휴리스틱과 관련된 대표적인 연구

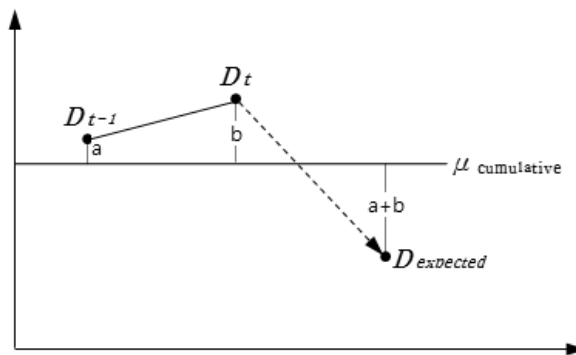
구 분	관련 휴리스틱/바이어스	수행연구
대표성 휴리스틱	사전확률에 대한 무시	Ginosar & Trope(1980), Christensen-Szalanski & Bushyhead (1981, 1982), Joyce & Biddle (1981b), Tversky & Kahneman(1982), Chalos(1989), Argote et al.(1990), Bar-Hillel(1990), Kleiter et al.(1997)
	표본크기에 대한 무시	Kahneman & Tversky(1972), Bar-Hillel(1979)
	우연한 사건에 대한 오해	Tversky & Kahneman(1971), Hogarth(1987), Rabin (2002)
	예측가능성에 대한 둔감성	Kahneman & Tversky(1973)
	타당성에 대한 환상	
	평균으로의 회귀에 대한 무시	
	도박사의 오류	Sage(1981), Terrell(1994), Ayton & Fischer (2004), Papachristou(2004)
핫핸드(The hot hand)	Gilovich, Vallone & Tversky(1985), Camerer(1989), Ayton & Fischer(2004), Offerman & Sonnemans (2004)	
앵커링과 조정 휴리스틱	앵커링과 불충분한 조정	Tversky & Kahneman(1974), Joyce & Biddle(1981a), Kinney & Uecker(1982), Einhorn & Hogarth(1986), Wright & Anderson(1989), Chapman and Johnson (1994), Ganzach (1996), McFadden (1999)
	결합사건과 분리사건들의 평가에서 편향	Cohen et al.(1972), Bar-Hillel(1973), Yates (1990), Teigen et al.(1996), Hastie & Dawes(2001), Noveck et al.(2002)
	평균고정과 수요추종	Schweitzer & Cachon(2000), Bolton & Katok(2008)
이용가능성 휴리스틱	사례의 연상가능성에 의한 바이어스	Tversky & Kahneman(1974), Hogarth(1987), Dubé-Rioux & Russo(1988), Roberto(2002)
	탐색세트의 효과성에 따른 바이어스	Tversky & Kahneman(1973)
	상상력 바이어스	Tversky and Kahneman(1974), Slovic et al.(1977), Taylor & Thompson(1982)
	상관관계의 착각	Chapman & Chapman(1969), Golding & Rorer(1972), Tversky & Kahneman(1973), Alloy & Tabachnik(1984)
	자기 중심적 편향	Ross & Sicoly(1979)
	후견지명(hindsight, 사후판단 편향)	Fischhoff(1975)
	재인(recognition) 바이어스	Gigeranzer(1999)

본 연구에서는 <표 1>의 다양한 휴리스틱 중 도박사의 오류가 공급사슬에 미치는 영향에 대해 다룬다. 이 세상에는 인간의 의지와 무관하게 오로지 확률과 우연에 의해 일어나는 일들이 많다. 도박사의 오류란 이러한 무작위적 현상을 자기 나름대로 해석하고 의미를 부여해서 판단하는 휴리스틱으로서 ‘희망사항’의 강렬함을 반영하는 것이다(민재형, 2008). 즉 우리가 바라지 않는 상황들이 연속적으로 일어나는 경우, 반대의 상황이 일어날 가능성을 과대평가하는 것을 말한다. 예를 들어, 홀짝 게임에서 연속해서 홀이 나올 경우, 다음에는 짝이 나올 것이라고 과도하게 기대하는 것과 같다. 그러나 이 경우에도 홀 혹은 짝이 나올 확률은 동일하게 50%이다.

도박사의 오류가 공급사슬의 각 구성원에게도 동일하게 나타날 수 있다. 각 구성원은 이전 수요량이 평균보다 연속해서 적을 때, 다음 수요가 평균보다 높을 것이라 예상하고 많은 양을 주문하게 되는 것이다. 공급사슬 상에서 도박사의 오류를 Keser & Paleologo(2004)와 Rudi & Drake(2008)의 연구에서는 수요추종과 반대로 일어나는 주문 행위로 보았다. 또한 Bolton et al.(2008)은 이전 기간의 수요량과 관련 있는 주문 행위를 하는 사람들이 주로 도박사의 오류를 범한다고 하였다.

하지만 도박사의 오류에 대한 수식을 제시한 연구가 없어 본 연구에서는 구성원이 누적평균($\mu_{cumulative}$)을 평균으로 활용한다고 가정하고 식 (1)과 같이 정의하였다. 즉 도박사의 오류 휴리스틱은 예상 수요($D_{expected}$)를 이전 2기간의 수요량에서 누적평균을 뺀 후 합한 값($a+b$)을 다시 누적 평균에서 뺀 만큼일 것이라 판단하는 것으로 [그림 1]과 같이 작용한다. 2기간에 대한 반영은 Bolton et al.(2008)이 수요추종 휴리스틱을 정의할 때 2기간 모델을 사용하였기에 이를 준용하였다.

$$D_{expected} = \mu_{cumulative} - (D_t + D_{t-1} - 2\mu_{cumulative}) = 3\mu_{cumulative} - D_t - D_{t-1} \tag{1}$$



[그림 1] 식 (1)에 대한 설명 예

2. 맥주배송게임

효율적인 공급사슬관리를 위해서는 동적 특성에 대한 이해와 관리가 선행되어야 한다 (Sterman, 1989, 2000; Towill, 1989; Lee et al., 1997b). 맥주배송게임(beer distribution game)은 Forrester(1961)의 산업 동태론(industrial dynamics) 연구의 한 부분으로 다이내믹한 환경에서의 의사결정과 공급사슬관리에 대한 실험연구에서 많이 사용되었다(Sterman, 1989b; Croson & Donohue, 2002; Steckel et al., 2004). 채찍효과가 비이성적 의사결정에 의한 결과라고 주장한 Sterman(1989)은 맥주배송게임을 사용하여 수요증폭 현상의 원인이 제한된 합리성임을 검증하였다.

동적 특성 중 대표적인 것으로 채찍효과(bullwhip effect)를 들 수 있다. 채찍효과는 소비자의 조그마한 수요변화가 공급사슬을 거슬러 올라가면서 주문량의 변화가 증폭되는 현상을 말한다(Forrester, 1961). Sterman(2000)과 Senge(1990)는 공급사슬에서 채찍효과가 발생하는 원인은 의사결정자의 비이성적인 판단에 의한 것이라고 주장하였다.

단일 공급사슬의 채찍효과는 ‘상류의 주문분산(OV: Order Variance)/하류의 주문분산’이다. 따라서 소매업자(Retailer), 도매업자(Wholesaler), 배송업자(Distributor), 제조업자(Factory)로 구성된 다단계 공급사슬에서 고객(Customer)의 주문에 의해 발생하는 채찍효과는 식 (2)와 같이 각 단계별 공급사슬의 채찍효과의 곱으로 측정될 수 있다. 즉, ‘제조업자의 주문분산(FOV)/고객의 주문 분산(COV)’이 시뮬레이션 모델의 채찍효과이다(Simchi-Levi, 2000).

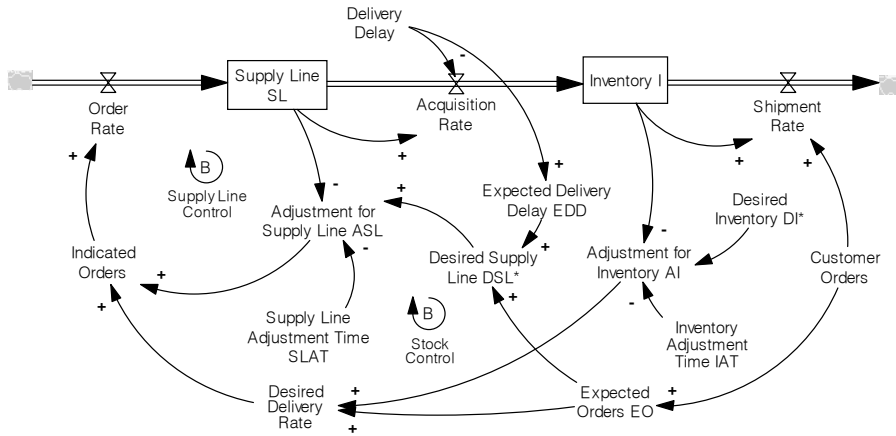
$$bullwhip\ effect = \frac{ROV}{COV} \times \frac{WOV}{ROV} \times \frac{DOV}{WOV} \times \frac{FOV}{DOV} = \frac{FOV}{COV} \dots\dots\dots (2)$$

Ⅲ. 시뮬레이션 모델

본 연구는 주문량 결정 시 도박사의 오류 휴리스틱을 사용하는 의사결정자로 구성된 다단계 공급사슬의 동적 특성을 분석하기 위해 시스템 다이내믹스를 사용하였다. 시스템 다이내믹스는 기존의 이산적인 시뮬레이션 방법들과는 달리 채찍효과와 같은 연속적인 시간의 흐름에 따라 발생하는 시스템의 동적인 특성을 분석할 수 있어 다단계 공급사슬관리 연구에 유용하다.

1. 맥주배송 모델의 유량-저량모델(Stock-Flow Diagram)

본 연구에서는 Sterman(2000)의 Business Dynamics에 수록된 맥주배송게임을 기초로 하여 시스템 다이내믹스 소프트웨어로 공급사슬을 모델링 하였다. [그림 2]에는 상기 맥주배송 게임의 유량-저량모델(SFD: Stock-Flow Diagram)이 제시되어 있다. 의사결정자는 고객주문량(CO: Customer Orders)과 목표재고량(DI*: Desired Inventory)을 채우기 위해 상류에 주문을 해야 한다. 이를 위해 공급사슬의 각 구성원들은 고객주문량을 고객의 기대주문량(ECO: Expected Customer Orders)으로 인지하고 그대로 주문량 결정에 사용한다. 이후 고객의 기대 주문량에 대한 재고조정 루프(Stock Control Loop)와 공급라인조정 루프(Supply Line Control Loop)를 거쳐 상류에 주문한다(Sterman, 2000). [그림 2]에서 재고조정(AI: Adjustment for Inventory) 과 공급라인조정(ASL: Adjustment for Supply Line)에 대한 수식은 (3), (4)와 같다.



[그림 2] 맥주배송게임의 유량-저량모델(SFD)

$$AI = (DI^* - I) / IAT \dots\dots\dots (3)$$

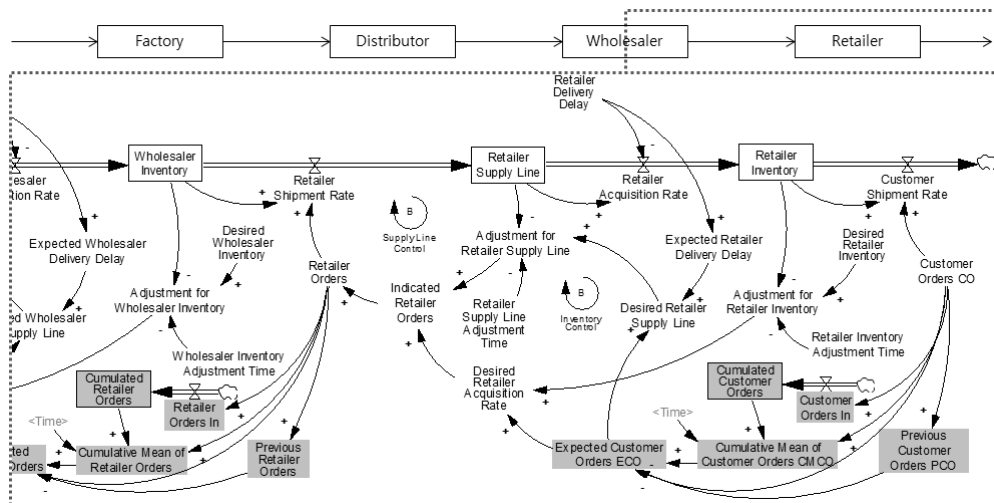
$$ASL = (DSL^* - SL) / SLAT \dots\dots\dots (4)$$

$$= (EO \times EDD - SL) / SLAT$$

맥주배송 모델은 다단계 공급사슬로서 [그림 2]와 동일한 구조를 가진 소매업자, 도매업자, 배송업자, 제조업자로 구성된다. 제조업자에게 맥주 원료를 제공하는 공급자(Supplier)는 무한공급을 가정하므로 [그림 2]의 인과구조를 가지지 않는다.

2. 시뮬레이션 설계

본 연구의 시뮬레이션 모델은 맥주배송게임의 인과구조를 그대로 사용한 기본모델과 도박사의 오류 휴리스틱을 반영한 비교모델 2가지다. 비교모델의 다단계 공급사슬 흐름도는 [그림 3]와 같다. 기본모델과 비교모델의 차이는 앞서 설명한 바와 같이 기대주문량을 다르게 인지한다는 점이다. 즉, 기본모델은 고객주문량을 그대로 기대주문량으로 인지하지만 비교모델에서는 [그림 3]의 음영부분과 같이 식 (1)의 도박사의 오류 휴리스틱을 이용하여 기대주문량을 인지한다. 식 (1)을 소매업자 공급사슬 흐름도에서 사용된 변수명으로 바꾸면 식 (5)와 같다. 비교모델의 소매업자 공급사슬에 대한 자세한 수식은 [부록]에서 제시된 바와 같다.



[그림 3] 비교모델의 다단계 공급사슬 흐름도

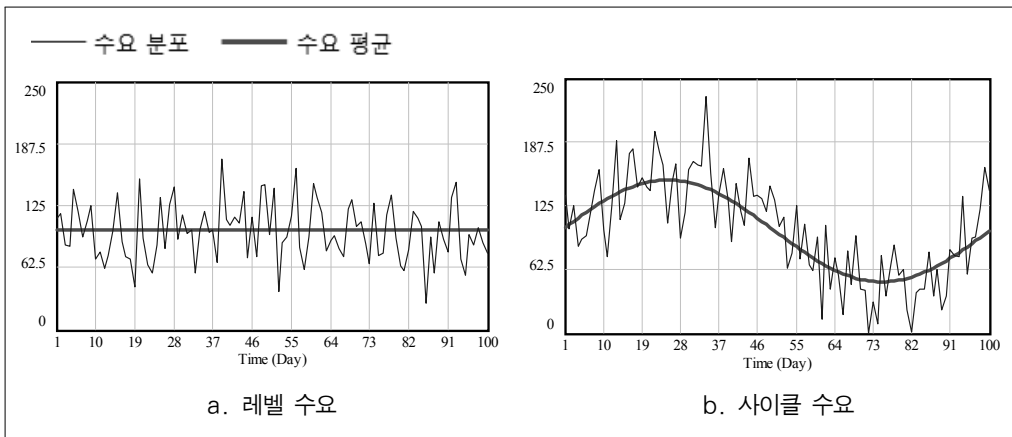
$$ECO = 3 \times CMCO - CO - PCO \dots\dots\dots (5)$$

시뮬레이션 수행 시 다양한 수요 유형에 따라 기본모델과 비교모델이 어떠한 성과를 나타내는지를 보기 위해 고객주문량으로 레벨 수요와 사이클 수요를 각각 발생시켰다. 레벨 수요는 식 (6)과 같은 정규분포(Random Normal)를 사용하여 묘사하였다. 사이클 수요는 식 (7)과 같이 시뮬레이션 모델 시간(Time)에 따라, 100일 동안 한 사이클을 이루는 SIN곡선 모양의 수요 흐름을 묘사하기 위해 레벨 수요와 동일한 조건의 정규분포에 SIN함수를 적용하였다. 또한 마이너스(-) 주문을 제거하기 위해 MAX함수를 사용하였다. 수요 분포 형

태는 [그림 4]와 같다.

$$CO(level) = RANDOM\ NORMAL(0,200,100,30) \dots\dots\dots (6)$$

$$CO(cycle) = MAX(0,50 \times SIN(Time \times 3.14/50) + RANDOM\ NORMAL(0,200,100,30)) \dots\dots\dots (7)$$



[그림 4] 수요 분포 형태 예(100일)

시뮬레이션 기간은 100일로 설정하였으며, 배송지연은 3일이다. 공급사슬에서 각 구성원이 공급라인 조정을 하지 않는 경우 배송지연을 인지하지 못하므로 진동(oscillation)이 발생된다(Sterman, 2000). 도박사의 오류가 공급사슬에 미치는 영향 이외의 다른 영향 요소들을 최소화 하기 위해 재고와 공급라인을 동일한 비중(*adjustment time*=4)으로 조정한다고 가정하였다. 목표재고량은 고객주문량 평균(100)과 시스템 지연(1일) 및 배송지연(3일)을 고려하여 400으로 설정하였다. 시뮬레이션은 2가지 수요 유형과 2가지 모델에 대하여 각각 1,000씩 총 4,000회 실행하였다.

IV. 시뮬레이션 결과

1. 성과측정 변수

도박사의 오류 휴리스틱을 사용하는 구성원들로 이루어진 다단계 공급사슬이 어떤 특성을 나타내는지를 파악하기 위해 성과측정(performance measure) 변수로 재고량(inventory), 재고 부족량(out of stock) 및 채찍효과(bullwhip effect)를 사용하였다.

단계별 공급사슬 내에서 하류의 주문량에 비해 많은 재고를 보유하고 있으면 재고유지비용이 발생되고, 반대로 재고가 부족하면 재고부족으로 인한 재고부족 비용이 발생되므로 재고량과 재고 부족량을 산출함으로써 시뮬레이션 모델의 성과를 상호 비교할 수 있다. 공급사슬의 이익을 최대화하기 위해서는 매순간 공급사슬의 구성원들이 재고부족 없이 최소의 재고를 유지해야 한다. 채찍효과는 공급사슬의 안정성을 평가하기 위한 성과측정 변수이다.

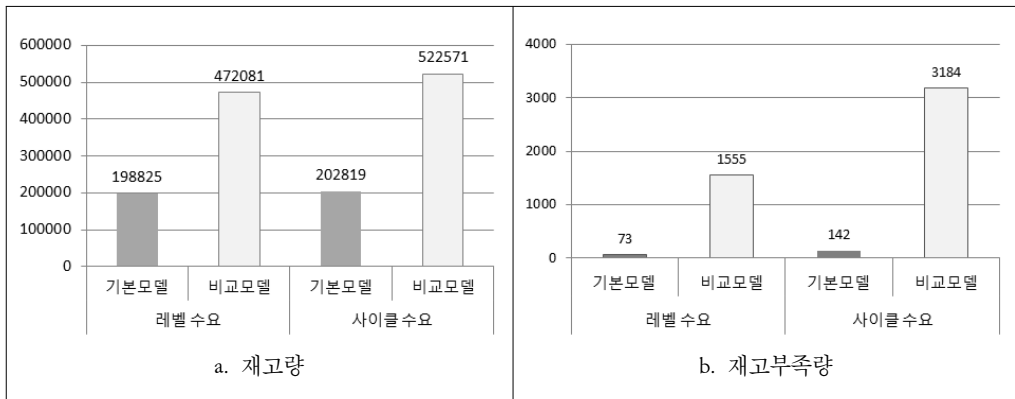
2. 시뮬레이션 결과

재고량과 재고부족량은 시뮬레이션을 1,000회 수행한 후 100기간 동안의 모든 구성원들의 재고량과 재고부족량 합을 평균한 값이며, 채찍효과는 식 (1)을 이용하여 동일한 방법으로 계산하였다. 각 모델의 성과측정치는 동일한 seed번호에 의해 발생되므로 t-test 중 짝을 이룬 값들의 차이검증, 즉 Paired-Difference t-test 통계기법을 이용하여 동일한 수요 유형별로 기본모델과 비교모델의 평균값을 비교하였다.

재고량에 대한 분석결과는 [그림 3] a와 같다. 두 수요형태에서 모두 기본모델보다 비교모델이 더 많은 재고를 보유하고 있다($p < .001$). 이러한 차이는 기본모델이 하류의 주문량을 기대주문량으로 그대로 인지하는 반면 비교모델은 누적평균과 이전 2기간의 수요의 차를 합하여 수요의 반대방향으로 주문하는 도박사의 오류 휴리스틱으로 바이어스가 발생하기 때문으로 판단된다. 바이어스가 유입된 기대주문량은 재고 및 공급라인 조정 루프에도 영향을 주며, 다단계 공급사슬을 거치면서 이러한 영향이 반복되기 때문에 비교모델의 재고 보유량이 기본모델보다 많은 것으로 분석된다.

재고부족량에 대한 분석 결과는 [그림 3] b와 같다. 재고부족량도 재고량에서처럼 기본모델에 비해 비교모델이 더 심각한 재고부족 현상을 나타냈다($p < .001$). 비교모델이 기본모델보다 재고부족량이 큰 이유는 도박사 오류 휴리스틱은 이전 기간의 주문량과 자신이 인지하고 있는 평균 주문량을 비교하여 이전 기간의 주문량이 평균보다 높으면 낮게 주문하고, 낮으면 높게 주문한다. 결국 다음 수요가 예측한 방향과 어긋나게 되면서 재고 증가 후

은 재고 부족 상황이 더욱 자주 발생하기 때문이다. <표 2>는 공급사슬 각 구성원의 재고 부족량을 나타낸 것이다. 기본모델에서는 소매업자와 도매업자에서는 재고부족이 일어나지 않았으나 채찍효과로 인해 상류로 가면서 재고부족 현상이 발생하였다.

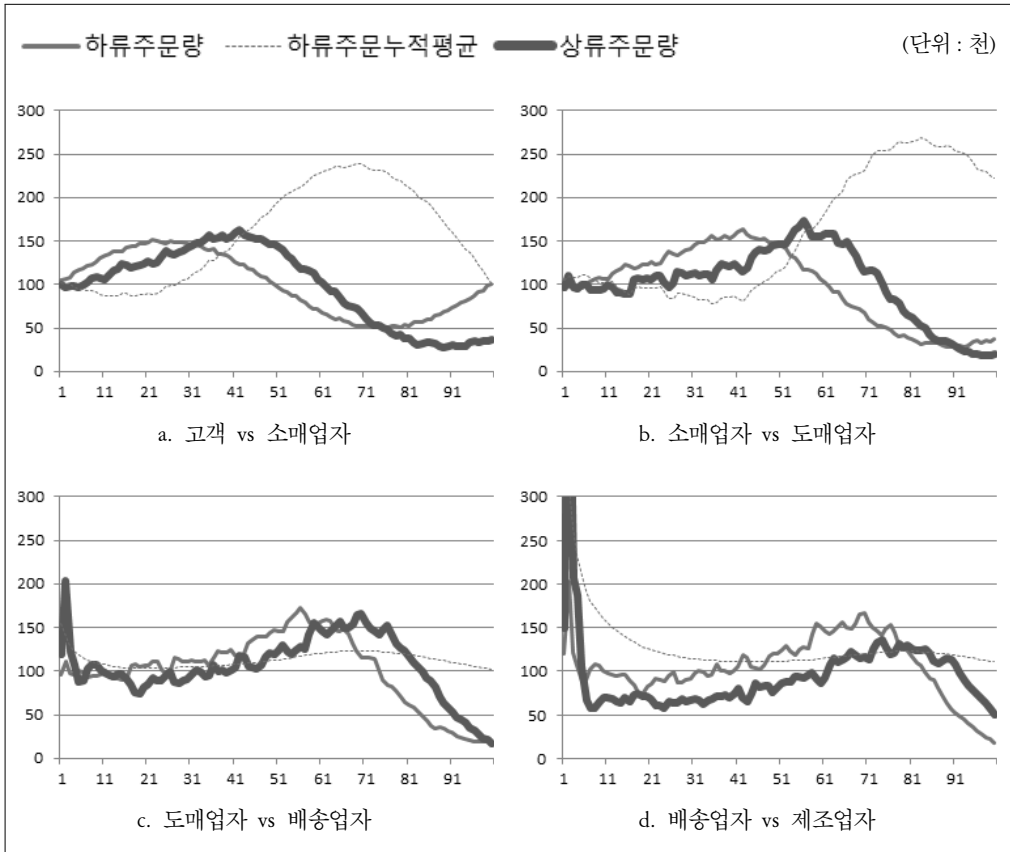


[그림 3] 재고량 및 재고부족량 분석 결과

<표 2> 공급사슬 구성원별 재고부족량(1,000회 평균)

구 분	기본모델		비교모델	
	레벨 수요	사이클 수요	레벨 수요	사이클 수요
소매업자	0	0	56	494
도매업자	0	0	240	1033
유통업자	9	24	386	688
제조업자	64	118	873	969

비교모델에서는 도박사의 오류 휴리스틱의 영향으로 하류에서부터 재고부족 현상이 발생했으며, 채찍효과에 의해 상류로 갈수록 재고부족량이 많아졌다. 사이클 수요에서 배송업자보다 도매업자의 재고부족량이 높게 나온 것은 특이하다. [그림 4]에 나타난 구성원별 주문량 추이를 보면 각 구성원은 하류의 주문량에 뒤늦게 반응하여 재고부족이 일어났음을 확인할 수 있다. 그러나 재고부족량의 역전현상이 발생한 이유를 단편적으로 설명하기는 힘들다. 왜냐하면 상류의 재고부족량은 하류 주문량, 휴리스틱 사용의 기준이 되는 하류 주문량의 누적평균, 공급사슬의 인과구조, 상류에 있는 배송업자의 배송량 등에 따라 복합적으로 영향을 받기 때문이다. 특히 도매업자는 무한 공급을 하는 공급자로부터 멀리 떨어져 있어, 원하는 만큼의 공급을 받지 못한 것 또한 간과할 수 없다.



[그림 4] 비교모델의 구성원별 주문량 및 누적평균 추이(사이클 수요/1,000회 평균)

<표 3>과 <표 4>에서 채찍효과에 대한 분석 결과를 보면, 레벨 수요에서 비교모델이 기본모델보다 작게 나타났다($p < .001$). 두 모델 간 채찍효과 차이는 도박사 오류가 평균으로 회귀하려는 성향을 갖고 있기 때문에 공급사슬의 각 단계를 거치면서 채찍효과를 상쇄시킨 것으로 판단된다. 사이클 수요에서는 두 모델 간의 유의미한 차이가 나타나지 않았는데, 이는 채찍효과 크기를 측정하는 식 (2)에서 고객의 주문분산이 사이클 수요의 SIN 함수로 인해 커졌기 때문으로 판단된다.

〈표 3〉 성과측정 변수별 기술통계량(1,000회 평균)

구 분		평 균	표준편차	평균의 표준오차
레벨 수요	기본모델	30.61	4.53	.14
	비교모델	27.33	23.36	.74
사이클 수요	기본모델	13.43	2.10	.07
	비교모델	13.42	9.57	.30

〈표 4〉 기본모델과 비교모델의 채찍효과 t-test 검증 결과

구 분	대응차					t	자유도	유의확률 (양쪽)
	평 균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95%신뢰구간				
				하 한	상 한			
레벨 수요	3.27646	23.64912	.74785	1.80892	4.74400	4.381	999	.000
사이클 수요	.01276	9.71745	.30729	-.59025	.61578	.042	999	.967

V. 결 론

본 연구에서는 도박사의 오류가 다단계 공급사슬에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 알아보고자 하였다. 이를 위해 의사결정에서 나타날 수 있는 휴리스틱에 대해 살펴보았다. 다양한 휴리스틱 중 평균고정 휴리스틱이 의사결정에 많은 영향을 미친다는 기본 연구 분석에 착안하여 평균과 관련한 휴리스틱 중 평균으로의 회귀를 의미하는 도박사의 오류에 연구 중점을 두었다.

한편 다단계 공급사슬의 동적 특성 분석을 위해 유사 연구에 많이 쓰이는 맥주배송 게임을 활용하였다. Sterman(2000)의 Business Dynamics에 수록된 맥주배송 게임과 동일한 구조를 가진 기본모델과 도박사의 오류를 반영한 비교모델을 모델링하였다. 두 모델에 레벨 수요와 사이클 수요를 발생시켜, 총 4가지 시뮬레이션을 각각 1,000회씩 실행하고 전체 공급사슬의 성과에 미치는 영향을 비교 분석하였다.

시뮬레이션 결과 100일간의 전체 공급사슬의 재고량과 재고부족량 측면에서는 기본모델이 비교모델보다 각각 2.4배 및 2.6배 좋은 성과를 나타냈다. 구성원의 도박사 오류 바이어스가 공급사슬의 재고량을 증가시키며 동시에 재고부족량도 많이 초래하였다. 이는 공급사슬을 매우 비효율적으로 만드는 것을 의미한다. 하지만 채찍효과 측면에서는 레벨 수요일

경우 기본모델보다 비교모델이 더 우수하게 나타났으며, 사이클 수요일 경우에는 두 모델 간 유의미한 차이를 발견하지 못했다. 결과적으로 도박사 오류가 공급사슬에 전반적으로 부정적인 영향을 미치나 채찍효과 감소를 통해 공급사슬 비효율성을 일부 상쇄시키는 것으로 분석되었다. 또한 고객 수요 패턴에 따라서도 그 영향관계가 달라졌다.

본 연구를 통해 도박사 오류 바이어스가 성과측정 변수별로 다른 영향을 미치는 것을 확인하였다. 채찍효과에서 비교모델이 기본모델보다 약간의 개선된 성과를 나타냈지만 재고량과 재고부족량에서 크게 부족한 성과를 보였음을 고려할 때, 비교모델이 기본모델보다 효율적인 공급사슬이라고 평가하기는 어렵다.

본 연구의 접근방법은 기존 연구와 차별성이 있다. 개인에 대한 변수와 집단에 대한 변수간의 관련성에 대한 연구는 검증절차가 매우 복잡할 수밖에 없다. 표본 선정, 연구방법론의 상충 등이 문제가 되는데 본 연구는 이러한 문제를 해소하는 방안이 될 수 있을 것이라 기대한다.

추후 연구에서는 보다 다양한 수요 패턴에 대한 분석이 요구된다. 나아가 다양한 휴리스틱에 대한 접근이 이루어지길 기대한다.

【참고문헌】

- 문성암 외. (2011). 연속형 뉴스벤더 모델에서의 휴리스틱에 관한 실험 연구. 『로지스틱스 연구』 제19권 제2호: 111-124.
- 민재형. (2008). 의사결정의 오류: 원인과 처방, 『서강경영논총』 제19집 제1호: 1-19.
- 박세훈 · 문성암. (2011). 다단계 공급체인에서의 장비운용가용도 시뮬레이션 분석. 『한국 시스템다이내믹스 연구』 제12권 제1호: 115-130.
- 한진수. (1992). 휴리스틱에 의한 의사결정과 그 편의를 대상으로 한 연구의 고찰. 『동국대회계학논총』 1(1): 137-152.
- Arlbjørn, J. S. and A. Halldorsson (2002). “Logistics Knowledge Creation: Reflections on Content, Context and Processes”. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 32, No. 1: 22-40.
- Bar-Hillel, M. (1973). “On the subjective probability of compound Events”. *Organizational Behavior and Human Performance*, Vol. 9.
- Bolton G E, Katok E. (2008). “Learning by Doing in the Newsvendor Problem: A Laboratory Investigation of the Role of Experience and Feedback”. *Manufacturing and Service Operations Management*, 10(3): 519-538.
- Bolton G E, Ockenfels A, Thonemann U. (2008). “Managers and Students as Newsvendors: How out-of-task experience matters”. Working Paper. University of Cologne.
- Christopher, M. (1998). *Logistics and Supply Chain Management*. London: Financial Times Pitman.
- Cohen J, Chesnick E I and Haran D. (1972). “A confirmation of the inertial- Ψ effect in sequential choice and decision”. *British Journal of Psychology*, 63: 41-46.
- Croson, R. and K. Donohue. (2002). “Behavioral causes of the bullwhip and the observed value of inventory information”. Working paper. Carlson School, University of Minnesota.
- Disney, S.M., Naim, M.M. and Towill, D. R. (1997). “Dynamic simulation modeling for lean logistics”. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 27, No. 3/4: 174-96.
- Dube-Rioux, L. and Russo, J. E. (1988). “An availability bias in professional judgment”. *Journal of Behavioral Decision Making*, Vol. 1, No. 4: 223-237.
- Edwards, W. (1954). “The theory of decision making”. *Psychological Bulletin*, Vol. 51(4): 380-417.
- Forrester, J. W. (1961). *Industrial Dynamics*. The MIT Sloan Press. Cambridge Massachusetts.

- Ganzach, Y. (1996). "Preference reversals in equal-probability gambles: a case for anchoring and adjustment". *Journal of Behavioral Decision Making*, No. 9: 95-109.
- Kahneman, D. and Tversky, A. (1972). "Subjective probability: a judgment of representativeness". *Cognitive Psychology*, Vol. 3, No. 3: 430-454.
- Kahneman, D. and Tversky, A. (1973). "On the psychology of prediction". *Psychological Review*, Vol. 80, No. 4: 237-251.
- Keser C, Paleolgo G. (2004). "Experimental Investigation of Supplier - Retailer Contracts: The Wholesale Price Contract". IBM Research Report.
- Kleiter, G.D., Krebs, M., Doherty, M.E., Garavan, H., Chadwick, R. and Brake, G. (1997). "Do subjects understand base rates?". *Organisational Behaviour and Human Decision Processes*, Vol. 72, No. 1: 25-61.
- Lee, H., Padmanabhan, V., Whang, S. J. (1997b). "The Bullwhip Effect in Supply Chains". *Sloan Management Review*, Vol. 38, No. 3: 93-102.
- Noveck, I.A., Chierchia, G., Chevaux, F., Guelminger, R. and Sylvestre, E. (2002). "Linguistic-pragmatic factors in interpreting disjunctions". *Thinking & Reasoning*, Vol. 8, No. 4: 297-326.
- Offerman, T. and Sonnemans, J. (2004). "What' causing overreaction? An experimental investigation of recency and the hot-hand effect". *Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 106, No. 3: 533-554.
- Papachristou, G. (2004). "The British Gambler' fallacy". *Applied Economics*, Vol. 36, No. 18: 2073-2077.
- Rudi N, Drake D. (2008). "Level, Adjustment and Observation Biases in the Newsvendor Model". Working Paper. INSEAD, France.
- Sage, A. P. (1981). "Behavioural and organisational considerations in the design of informations systems and processes for planning and decision support. IEEE Transactions on Systems". *Man and Cybernetics*, No. 11: 640-678.
- Schweitzer, M. E, Cachon, G. P. (2000). "Decision Bias in the Newsvendor Problem with a Known Demand Distribution : Experimental Evidence". *Management Science*, 46(3): 404-420.
- Simchi-Levi, D. P., Kaminsky, Simchi-Levi, E. (2000). *Designing and Managing the Supply Chain*. McGraw Hill.
- Simon, H. (1957). "A Behavioral Model of Rational Choice". *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. LXIX: 99-118.

- Slovic, P., Fischhoff, B. and Lichtenstein, S. (1977). "Behavioral decision theory". *Annual Review of Psychology*, No. 28: 1-39.
- Steckel J., S. Gupta & A. Banerji. (2004). "Supply chain decision making: Will shorter cycle times and shared point-of-sale information necessarily help?". *Management Science*, 50(4): 458-464.
- Sterman, J. D. (1989a). "Misperceptions of feedback in dynamic decision making". *Organizational Behavior and Human Decision Process*, Vol. 43, No. 3.
- Sterman, J. D. (1989b). "Modeling managerial behavior: misperceptions of feedback in a dynamic decision making environment". *Management Science*, Vol. 35, No. 3
- Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: System Thinking & Modeling for a Complex World*. McGraw Hill.
- Terrell, D. (1994). "A test of the Gambler' fallacy: evidence from pari-mutuel games". *Journal of Risk & Uncertainty*, Vol. 8, No. 3: 309-317.
- Towill, D. R. (1989). "The Dynamic Analysis Approach to Manufacturing Systems Design". *Journal of Advanced Manufacturing Engineering*, Vol. 1: 131-140.
- Tversky, A. and Kahneman, D. (1974). "Judgment under uncertainty: Heuristics and biases". *Science* 185: 1124-1131.
- Tversky, A. and Kahneman, D. (1979). *Prospect theory: An analysis of decision under risk*. *Econometrica*.

【부 록】

Adjustment for Retailer Inventory[seed]= (Desired Retailer Inventory[seed] -Retailer Inventory[seed])/Retailer Inventory Adjustment Time[seed]

Adjustment for Retailer Supply Line[seed]= (Desired Retailer Supply Line [seed]-Retailer Supply Line[seed])/Retailer Supply Line Adjustment Time[seed]

Cumulated Customer Orders[seed]= INTEG (Customer Orders In[seed],1)

Cumulative Mean of Customer Orders[seed]= (Customer Orders[seed]+ Cumulated Customer Orders[seed])/(Time+1)

Customer Orders[seed]= RANDOM NORMAL(0, 200, 100, 30, seeds[seed])

Customer Orders In[seed]= Customer Orders[seed]

Customer Shipment Rate[seed]= MIN(Retailer Inventory[seed], Customer Orders[seed])

Desired Retailer Acquisition Rate[seed]= Expected Customer Orders[seed] + Adjustment for Retailer Inventory[seed]

Desired Retailer Inventory[seed]= 400

Desired Retailer Supply Line[seed]= Expected Retailer Delivery Delay[seed] *Expected Customer Orders[seed]

Expected Customer Orders[seed]= MAX(0, 3*Cumulative Mean of Customer Orders[seed]- Previous Customer Orders[seed]-Customer Orders[seed])

Expected Retailer Delivery Delay[seed]= Retailer Delivery Delay[seed]

Indicated Retailer Orders[seed]= Desired Retailer Acquisition Rate[seed] +Adjustment for Retailer Supply Line[seed]

Previous Customer Orders[seed]= DELAY FIXED(Customer Orders[seed], 1, 100)

Retailer Acquisition Rate[seed]= Retailer Supply Line[seed]/Retailer Delivery Delay[seed]

Retailer Delivery Delay[seed]= 3

Retailer Inventory[seed]= INTEG (Retailer Acquisition Rate[seed]- Customer Shipment Rate[seed], Desired Retailer Inventory[seed])

Retailer Inventory Adjustment Time[seed]= 4

Retailer Orders[seed]= Indicated Retailer Orders[seed]

Retailer Shipment Rate[seed]= MAX(0, Retailer Orders[seed])

Retailer Supply Line[seed]= INTEG (Retailer Order Rate[seed]-Retailer Acquisition

Rate[seed], Desired Retailer Supply Line[seed])
Retailer Supply Line Adjustment Time[seed]= 4