

전략적 공급선 다변화를 위한 정보기술의 역할*

김수옥
서울대학교 경영대학 조교수
(kimsuo2@snu.ac.kr)

본 연구는 공급사슬 파트너들에 대한 협상력을 유지하면서 전략적 파트너십의 효과를 끌어낼 수 있는 접근방법으로 구매자와 공급자 간 시장거래적 관계구조와 전략적 파트너십 구조의 중간형태로서의 견제적 관계(*arm's length relationship*)가 바람직하며, 정보기술이 전략적 공급선 다변화를 통해 이러한 견제적 관계의 효과를 실질적으로 구체화시키는 메커니즘으로서의 역할을 할 수 있다는 대전제로부터 출발한다. 이러한 대전제의 타당성이 다이나믹 시뮬레이션 방법 중의 하나인 시스템 다이나믹스를 활용하여 IT 수준, 구매자-공급자 관계, 그리고 공급사슬구조 간 상호 피드백 관계를 분석함으로써 조사되어 진다.

시뮬레이션 분석 결과는 지속적인 첨단 IT 도입이 궁극적으로는 시장에 있는 많은 잠재적 공급자들 간 완전경쟁을 유도하고, 이러한 공급자들 간 경쟁 구조가 구매자들의 이익을 증가시켜 더욱 개선된 IT를 끊임없이 도입할 수 있다는 거래비용이론 관점의 타당성을 입증하고 있으며, 이러한 결과 도출에 있어 첨단 IT 활용을 바탕으로 보다 정확하고 적절한 정보 공유로 인해 발생하는 공급자의 재고 수준과 재고 비용의 감소가 중요한 역할을 수행함을 보여준다. 또한 본 연구의 결과는 구매자와 공급자가 상생할 수 있는 윈-윈 공급사슬관리 전략의 중요성과 존재 가능성을 제시해 준다.

주제어: 정보기술수준, 견제적 구매자-공급자 관계, 공급사슬구조, 피드백관계, 시스템 다이나믹스

1. 도입

지난 몇 년 동안, 구매 기업들은 공급업체들과의 전략적 제휴 및 공급망 구축 그리고 체계적인 공급사슬관리의 중요성을 지속적인 경쟁 우위를 위한 핵심 성공 요인으로서 계속 강조해왔다. 특히 최근 컴퓨터와 통신 기술이 발달하면서, 기업들은 선진 정보 기술을 통한 정보 공유 및 교환에 의해 공급자와 구매자 사이의 거래 효율성을 증대시키고자 노력하고 있다. 이러한 현재의 변화와 흐름에 비추어 볼 때 구매자와 공급자 간 전략적 제휴 및 공급네트워크 구축은 경쟁우위를 획득하기 위한 새로운 기회이자 구매자와 공급자 모두가 함께 도전하고 극복해야 할

당면 과제라고 할 수 있다.

그러나 핵심 공급업자와 전략적 파트너십 구조를 구축하는 것은 결코 쉬운 일이 아니다. 또한, 전략적 파트너십 구조의 구축이 반드시 성과향상과 경쟁력으로 이어진다고 보장할 수도 없다. 오히려 전체 공급사슬을 지속적으로 완벽하게 통제하고 감시할 능력을 가지고 있지 않은 상태에서의 무분별한 전략적 제휴 또는 통합의 추구는 공급사슬 파트너에 대한 협상력을 잃을 상당한 위험을 내포하고 있다. 왜냐하면, 특정 공급사슬 파트너와의 전략적 제휴관계에 지나치게 의존하는 기업은 그 파트너와의 거래를 위해 투자된 위치적, 물리적, 인적 특유자산이 매몰비용이 될 우려 때문에 파트너의 비합리적 요구나 행위도 받아들이지 않을 수 없게 되고 따라서 파트너

에게 완전히 지배될 수 있기 때문이다. 실제로, Bensaou(1999)는 전략적 파트너십이 새로운 가치를 창출할 수 있음에도 불구하고 그러한 관계를 개발하고 성장시키고 유지시키는데 필요한 상당한 위험과 비용을 감수해야 한다고 주장한다. 그러한 주장의 근거로서 그는 사업 파트너들 사이의 끈끈한 유대관계를 강조하는 일본기업들조차도 전략적 파트너십 구조에 의해 전적으로 그들의 파트너를 관리하지는 않는다는 것을 실증적으로 보여준다.

위의 논거는 공급사슬 파트너들에 대한 협상력을 유지하면서 전략적 파트너십의 효과를 끌어낼 수 있는 접근방법이 고려되어야 함을 의미한다. 그러한 방법의 하나로서 우리는 전략적 공급선 다변화를 생각할 수 있다. 즉, 핵심 공급자들에 의해 지배되고 있는 구매기업은 기존의 핵심 공급자들이 외에 다수의 잠재적 공급자들로의 과감한 거래관계 전환을 고려하거나 또는 실제로 몇몇 업무에 대해 시범적으로 공급사슬 파트너를 바꾸어 보는 것을 생각해 볼 수 있다. 이러한 공급선 다변화로부터 구매기업은 다음과 같은 두 가지 효과를 기대할 수 있다. 첫째, 구매기업이 다른 공급자들로 거래선을 바꿀 수 있는 가능성을 보여줌으로써 핵심 공급자들을 긴장시켜 그들로부터 적극적인 협력을 이끌어 낼 수 있다. 둘째, 공급선 다변화로 인해 기존의 핵심 공급자와의 전략적 파트너십이 오히려 더 악화되고 결국 핵심 공급자와의 거래선이 끊어진다 하더라도 구매기업은 비록 최선은 아니지만 준비된 새로운 공급선으로 옮겨갈 수 있기 때문에 충격을 줄일 수 있다. 실제로, Wal-Mart는 주요 공급선인 P&G와 파워계임을 하면서 P&G가 그들의 요구에 쉽게 응해주지 않음으로 인한 유통과정의 비효율성으로 고통받고 있었다. 그래서, 그러한 비효율성을 해결하기 위해, Wal-Mart는 Mead-Johnson

Co.를 그들의 VMI (vendor managed inventory) 프로그램에 참여시켰다. 그 결과, Wal-Mart는 P&G사와 더욱 강한 전략적 파트너십 관계를 맺으면서 그들로부터 더욱 적극적인 협력을 이끌어 낼 수 있었다. 결국, 위의 논거는 구매자와 공급자의 상대방에 대한 기술적·경제적 의존도가 상대적으로 낮은 시장거래적 관계구조와 구매자와 공급자사들간의 관계를 유지하기 위해 투입한 상당한 거래특유자산에 의해 강하게 연결되어 있는 전략적 파트너십 구조의 중간형태로서의 견제적 관계 (arm's length relationship)가 바람직스러울 수 있음을 말해준다.

그러나, 구매기업이 전략적 공급선 다변화를 통해 그러한 견제적 관계의 효과를 성공적으로 구체화시키기 위해서는 기존의 핵심 공급자들이 구매기업의 공급선 다변화 능력을 인정하고 그러한 능력에 대해 위기를 느끼도록 만들어야 한다. 만일 구매자와 공급자 양쪽이 거래관계를 유지하기 위해 이미 상당한 양의 거래특유자산을 투입했을 경우 그 자산은 특정 거래관계 밖에서는 아무런 가치가 없는 매몰비용이 될 가능성이 상당히 높다. 따라서 그러한 거래특유자산의 부담으로 인해 구매자가 공급선을 바꿀 가능성이 없다고 핵심 공급자가 판단하게 되면, 구매기업은 공급선 다변화를 한다고 하더라도 핵심 공급자로부터 협상력을 효과적으로 빼앗아 오기가 어렵다. 그렇다면 어떻게 구매기업이 핵심 공급자들로 하여금 공급선 다변화로 인한 위기를 느끼게 만들 수 있을 것인가? 본 연구는 정보기술이 이러한 공급선 다변화의 효과를 실질적으로 구체화시키는 메커니즘으로서의 역할을 할 수 있다고 제안한다. 즉, 뒤의 문헌연구 부분에서 다시 언급할 거래비용이론의 관점에서 볼 때, 정보기술 및 조직간 정보시스템의 활용은 앞에서 언급했던 특정 공급사슬 파트너와의 거래

를 위해 투자된 위치적, 물리적, 인적 특유자산에 대한 의존도를 감소시키고 또한 가격과 제품 특성에 대한 정보 획득 비용을 줄일 수 있다. 이러한 특유자산에 대한 의존도 감소는 특정 공급자와의 거래를 위해 투입되는 매물비용과 공급선을 바꾸기 위한 전환비용을 줄일 수 있기 때문에 구매자가 고려할 수 있는 잠재적 공급자 수의 증가로 이어질 수 있으며, 따라서 선택 가능한 공급자 대안이 많아지기 때문에 구매자의 협상력은 증가할 수 있다.

본 연구는 다이내믹 시뮬레이션 방법 중의 하나인 시스템 다이내믹스를 활용하여 IT 수준, 구매자-공급자 관계, 그리고 공급사슬구조 간 상호 피드백 관계를 분석함으로써 위 전체의 타당성을 조사한다.

II. 문헌연구

위에서 언급한 연구과제와 목표를 수행하기 위해서는 우선 보다 정교하고 포괄적인 개념 모형이 구축되어야 한다. 본 논문은 정교한 개념모형을 구축하기 위해 시스템 다이내믹스의 시뮬레이션 모델링 과정에서 활용되는 인과지도(Causal Loop Diagram)를 사용한다. 인과지도는 시스템의 피드백 구조를 확인해주는 지도이며 이차원 그림 상에 피드백 구조를 표시함으로써 시스템 내에서 발생할 수 있는 원인과 결과를 한눈에 파악할 수 있게 한다. 인과지도는 구성 변수들 간 인과관계 형태에 대한 가정과 가설에 의해 성립된다. 본 논문의 인과지도를 소개하기에 앞서 먼저 인과지도를 올바르게 이해하기 위한 두 가지 중요한 가정을 언급하고자 한다. 첫째, 인과지도에서 표시되는 화살표 위의 +/- 기호는 모델 내 구성 요소들 간 관계의 방향을 나타낸다. 둘째,

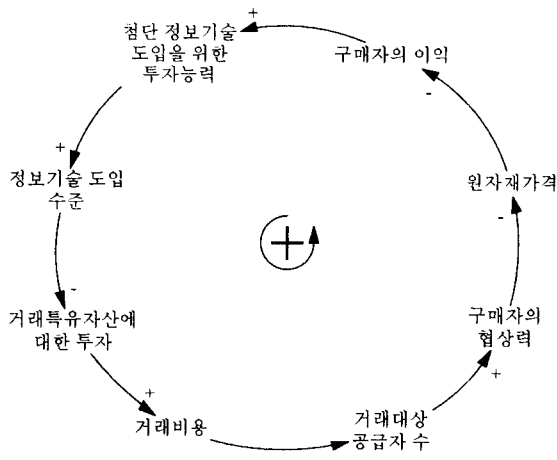
ceteris paribus 가정이 적용된다. 즉, 다른 모든 변수들이 일정하다는 가정 하에 우리는 두 구성 요소들 사이의 직접적인 관계에 대해서만 고려한다. 본 논문의 인과지도에 관한 설명은 구매자-공급자 관계에 대한 IT 효과를 설명하는 두 가지 대립되는 이론의 소개로부터 시작한다.

2.1 구매자-공급자 관계에 대한 IT 효과

거래비용이론에 따르면, Malone 등 (1987)과 Bakos(1987)는 IT가 공급자들과의 거래 비용을 감소시키기 때문에 공급자 관계가 단일 공급자 계약구조(계층구조)에서 다수 공급자 계약구조(시장경쟁구조)로 이동할 것이라고 주장한다. 이 논리에 따르면, 정보기술 발전으로 인하여 주어진 시장 안에서 가격과 제품의 특징에 관한 정보를 얻는 비용이 줄어들면 특정 공급자와의 거래에 특유화된 물리적 자산의 수준을 낮추고, 이로 인해 전체 거래 비용을 감소시킴으로써 소수의 핵심 공급업자들에 대한 과도한 의존도를 줄일 수 있기 때문에 이는 구매자가 고려할 수 있는 잠재적인 공급자 수의 증가로 이어질 수 있다. 이러한 다수 공급자 계약구조로의 이동은 구매자에게 더 큰 협상력을 제공해준다. 왜냐하면 구매자가 많은 공급자 대안을 가질 수 있기 때문이다. 이러한 구매자의 협상력 증대는 원재료비의 감소로 이어져 결국에는 다른 모든 조건들이 일정할 때 구매자의 이윤 증가로 연결될 수 있을 것이다. 구매자들의 이윤이 증가하면 구매자들은 첨단 IT 도입을 위해 더 많은 투자를 할 수 있는 능력을 가질 수 있으므로 결국 IT 수준이 높아지는 결과를 얻게 된다. 그림 1은 위의 논지를 반영하는 피드백 연결고리를 표현하고 있다. 그림 1의 피드백 연결고리는 거래 비용 이론의 관점에서 IT 수준, 잠재적 공급자

수, 그리고 구매자의 협상력 사이에 강화루프가 존재한다는 사실을 보여준다. 즉, 첨단 IT 기술의 지속적인 도입은 궁극적으로 다수의 공급자들간에 전자 시장에서의 완전 경쟁을 이끌어 낼 수 있으며, 그러한 전자시장 구조는 구매자들에게 더욱 향상된 IT 도입을 추구할 수 있는 능력을 제공해 준다.

〈그림 1〉 거래비용이론 관점에서의 인과지도

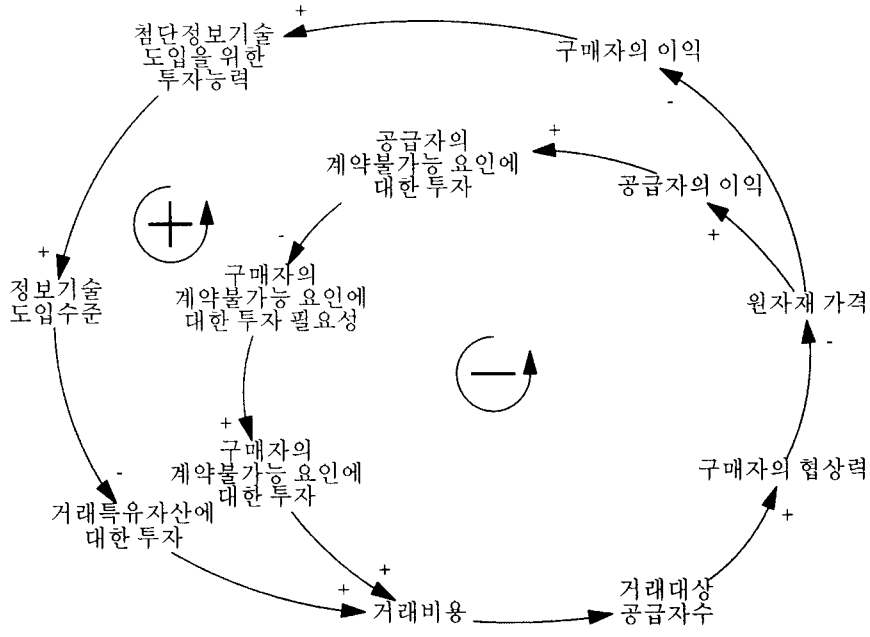


그러나, 다음에 소개될 불완전 계약 이론의 관점은 위에서 설명한 거래 비용 이론 하의 IT 수준, 공급자의 수, 그리고 구매자의 협상력 간 강화루프에 대한 역설을 제시한다. 즉, 구매자의 협상력 증대에 의한 원재료비의 감소는 명백히 구매자 이윤의 증대로 이어지지만, 그러나 동시에 공급자의 이윤을 감소시킨다. 공급자의 이윤이 계속적으로 감소되면 공급자 입장에서 선택할 수 있는 길은 두 가지이다. 첫째는 그 구매자와의 거래관계를 중단하는 것이고, 둘째는 원재료비 감소로 인한 공급자 이윤의 감소를 보충할 수 있는 방안을 모색하는 것이다. 이러한 방안 중의 하나는 공급자가 원재료의 품질, 혁신, 속

도, 대응력, 그리고 유연성을 향상시키기 위해 투자하는 비용을 줄이는 것이다. Bakos 와 Brynjolfsson (1993)은 위의 품질, 혁신, 속도, 대응력, 그리고 유연성과 같은 요인들은 계약서 상에서 그 수준을 확인하기 어렵기 때문에 계약불가능 투자요인이라 부른다. 이러한 계약불가능 요인들에 대한 공급자들의 투자동기가 줄어들면 구매자측이 이러한 계약불가능 요인에 투자해야 할 부담이 증가할 것이다. 결과적으로, 첨단 IT 도입으로 인하여 특정 공급자와의 거래에 투입되는 거래특유자산에 대한 투자는 줄어든다 하더라도 실질적으로는 위의 계약불가능 요인에 대한 투자의 증대로 인해 거래 비용이 증가할 수 있다. 따라서, 구매자들은 증가하는 거래 비용의 부담을 줄이기 위하여 기존의 핵심 공급자들과의 원만한 거래 관계에 더욱 의존하게 되고, 이는 고려할 수 있는 잠재적 공급업자의 수를 줄이는 결과로 이어질 것이다. 이러한 잠재적 공급업자 수의 감소(단일공급자 계약구조)는 공급업자의 협상력을 증가시키게 되고, 이는 원재료비 인상을 유발하여 연속적으로 구매자 이윤의 감소, 첨단 IT 도입을 위한 투자능력의 감소를 거쳐, 궁극적으로는 IT 수준의 감소로 이어질 것이다. 결론적으로, 거래 비용 이론과는 달리 불완전 계약 이론의 관점에서는 IT 수준, 공급업자의 수, 그리고 구매자의 협상력 간에 균형루프가 존재하게 된다 (그림 2 참조).

다시 말해서, 지속적인 IT 수준 향상이 잠재적 공급업자 수의 지속적인 증가로 이어지지는 않으며, 역으로 이러한 공급업자 수의 정체가 IT 수준의 지속적인 발전을 둔화시키기 때문에, 궁극적으로 피드백 연결 고리를 구성하는 각각의 변수들은 어느 시점이 지나면 일정한 영역에서 자율적으로 안정점(균형점)에 도달하게 된다. 실제로 Bakos와 Bryngolfsson(1993)은 IT가 계약불가능 요인의

〈그림 2〉 불완전계약이론 관점에서의 인과지도



중요성을 증가시키는 것 같다고 주장하였으며, Clemons 등 (1993)은 IT 수준과 계약불가능 요인에 대한 투자 간 관계가 구매자-공급자 관계를 시장과 계층 구조의 중간으로 이동시킨다고 언급함으로써 위의 논점을 지지하고 있다.

2.2 공급사슬 다이내믹스에 대한 IT 효과

앞에서 살펴본 구매자-공급자 관계에 대한 IT 효과를 보다 현실적으로 분석하기 위해서는 구매자-공급자 관계에 영향을 미칠 수 있는 다른 요인들의 존재 가능성을 고려해야만 한다. 그 요인의 하나로서 수요-공급 균형을 생각해 볼 수 있다. 만일 구매자가 완제품에 대한 고객수요를 충족시키기에 충분한 원자재 재고를 가지고 있다면 구매자는 공급자와의

협상에 있어 어느 정도의 여유를 가질 수 있다. 그렇지 않다면, 구매자는 공급자에 의해 좌지우지될 가능성이 대단히 높다. 이는 수요-공급 균형이 구매자-공급자 관계에 영향을 미칠 수 있음을 의미한다.

물론, 이러한 수요-공급 균형의 영향은 거래되는 제품의 특성에 따라 달라질 수 있다. 즉, 표준화된 제품의 경우, 일반적으로 제품 다양성 정도가 낮고 (Hambrick 1983), 수요가 안정적이며 (Miller, 1988), 수요영역이 넓다 (Porter, 1980; Miller, 1987). 따라서, 제조업자는 이미 만들어진 완제품을 가지고 수요에 대처할 수 있다. 또한, 시장거래적 관계구조가 지배적이기 때문에 구매자-공급자 관계의 강도가 상대적으로 약하다. 그러나, 고객화된 제품의 경우, 제품 다양성 정도가 높고 (Porter, 1980; Miller, 1987), 수요가 불안정하다 (Miller

1988). 그래서, 제조업자가 원자재의 형태로 재고를 보유하고 주문을 받는 시점에서 제품 생산을 시작하는 것이 바람직스럽다. 또한, 수요 불확실성에 효과적으로 대처하기 위한 공급사슬 멤버들 사이의 지원과 협력 수준이 상대적으로 높게 요구된다 (Anderson과 Gatignon, 1986; Miller와 Friesen, 1986; Ward 등, 1996; Lassar와 Kerr, 1996). 따라서 구매자와 공급자간 전략적 파트너십에 의한 제충적 지배구조가 더욱 강하게 형성될 수 있다 (Eisenhardt, 1989; Lassar와 Kerr, 1996). 그러므로, 구매자가 앞에서 언급한 수요-공급 균형으로부터의 혜택을 받기가 상대적으로 어려울 수 있다. 위에서 언급한 수요-공급 균형과 거래제품의 특성은 모두 공급사슬 구조 설계의 핵심 이슈이다. 이는 구매자-공급자 관계가 공급사슬구조 및 공급사슬 다이내믹스에 의해 영향 받을 수 있음을 암시한다. 이러한 관점에서, 공급사슬 다이내믹스에 대한 IT 영향을 분석하고 또한 공급사슬 다이내믹스에 대한 IT의 이러한 영향이 구매자-공급자 관계와 IT 수준 사이의 관계에 어떻게 영향을 미치는가를 조사해 볼 필요가 있다.

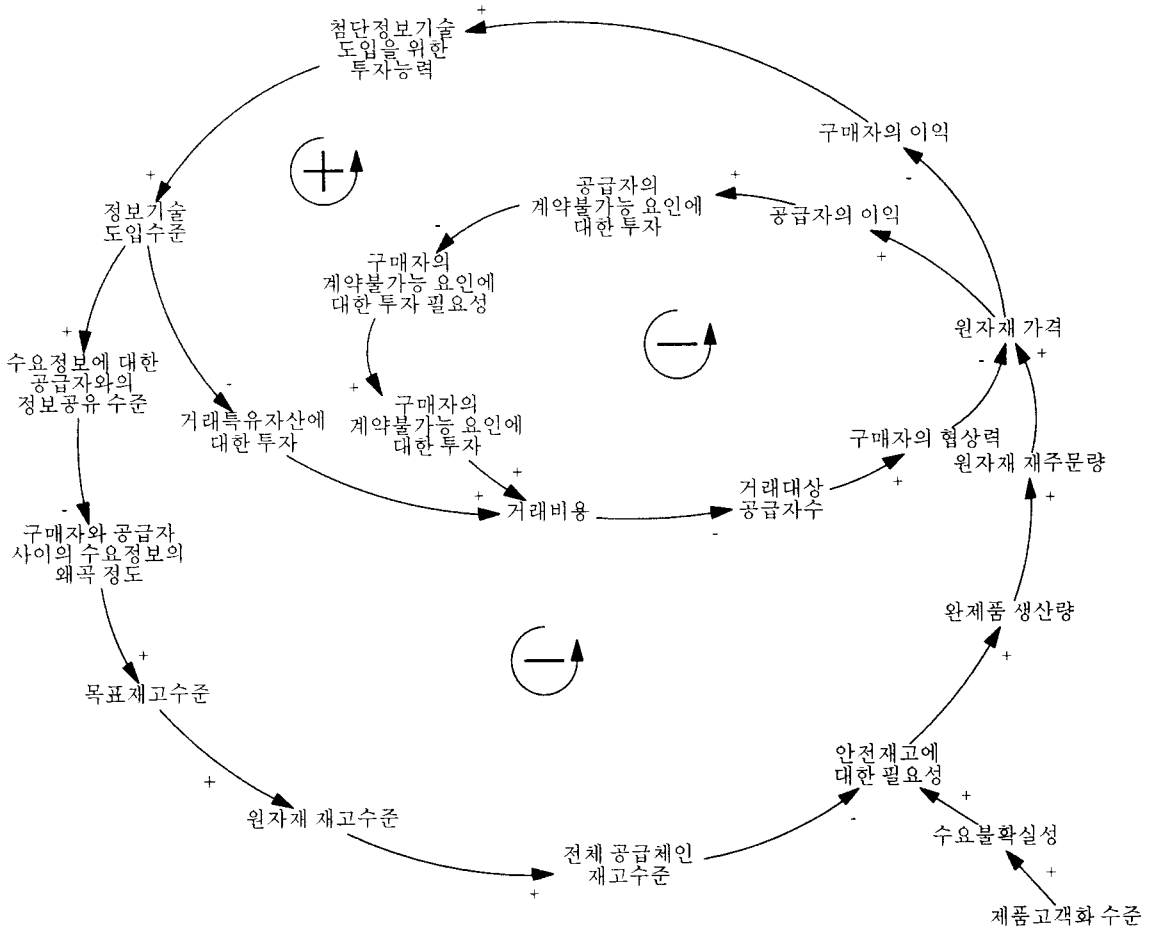
앞의 <그림 2>에서 언급된 바 있는 균형루프는 공급 사슬 다이내믹스에 대한 IT 영향에서도 발견된다 (그림 3). 첨단 IT의 활용에 의한 적시 정보 공유는 흔히 “채찍 효과”(Lee 등, 1997; Christopher, 1994)라 불리는 공급자와 구매자 사이의 수요 정보 왜곡을 줄일 수 있다. 이러한 수요 변동성 감소는 공급자로 하여금 수요에 대한 보다 정확한 예측을 가능하게 하며, 이는 목표 원자재 수준 및 실제 원자재 재고 수준을 낮춤으로써 결과적으로 전체 공급체인 재고 수준을 줄일 수 있게 된다. 이러한 논리는 정보 공유가 과도한 재고 문제를 상당 부분 최소화시킬 수 있음을 주장한 기존의 연구 논문들(Lee 등, 1997a;

Lee 등, 1997b; Lee 등, 2000)과 일치한다.

그러나, Grahovac과 Chakravarty(2001)가 밝혔듯이, 공급 사슬 상의 전체 재고 수준의 감소가 항상 바람직스러운 것은 아니다. 다시 말해, 공급사슬 상의 전체 비용을 줄이고 이윤을 극대화하기 위해서는 어느 정도 수준의 재고, 더 나아가 재고 수준의 증가가 필요할 수도 있다. 이는 수요가 집중되는 시기에 재고 수준이 너무 낮으면 재고가 없어서 제품을 판매하지 못하는 상황이 발생할 수도 있기 때문이다. 이러한 가능성으로 인하여 안전 재고의 필요성이 증가한다. 특히, 제품 고객화 및 다양화 수준이 높고 수요패턴이 불안정한 차별화/고객화 제품의 경우 (Porter, 1980; Miller, 1987) 안전 재고에 대한 필요가 더욱 클 수 있다. 왜냐하면 고객에 대한 높은 서비스와 대응력이 필요하기 때문이다. 이러한 안전 재고에 대한 필요는 생산량의 증가를 가져 오고, 이는 연속적으로 완제품 생산에 필요한 원자재의 재주문량을 증가시키게 된다. 원자재에 대한 재주문량의 증가는 다른 모든 조건이 일정할 때 원자재의 수요가 공급 능력보다 더 많아져서 결과적으로 원자재의 가격 상승을 유발하게 된다. <그림 2>의 피드백 연결 고리에서 밝혔던 것처럼, 원자재 가격의 상승은 구매자 이윤 감소, 첨단 IT 도입을 위한 투자 능력의 감소로 이어지고, 궁극적으로는 IT 수준의 감소로 이어진다.

그림 3에서 공급 사슬 다이내믹스에 대한 IT의 영향을 설명하는 균형루프는 첨단 IT의 활용에 의한 정보 공유가 지속적인 비용 절감 혹은 이윤 증대를 보장해주지 못한다는 사실을 표현하고 있다. 이러한 균형루프의 존재는 정보 공유의 효과가 SCM 시스템의 세부적인 특성들에 의해 달라질 수 있음을 암시한다. Chen (1998)은 정보 공유의 혜택이 수요 변동성 증가에 따라 감소된다는 사실을 확인함으로

〈그림 3〉 본 연구의 최종인과지도



써 위 균형루프의 논리적 타당성을 지지하고 있다. 결론적으로 공급 사슬 관리에 있어서 IT 투자의 효과는 위에서 언급된 구매자-공급자 관계에 대한 IT 영향과 공급 사슬 다이내믹스에 대한 IT 영향을 설명하는 세 가지 피드백 연결고리 간 상호작용에 따라 달라질 수 있다. 다시 말해서, 기술한 세가지 피드백 연결고리들이 서로간에 어떻게 작용하는가 또는 어느 피드백 연결고리가 가장 지배적인가에 따라 IT 투자의 효과는 달라질 수 있다. 위의 논거에

대한 다이내믹 시뮬레이션 검증을 통해, 본 연구는 다음의 두 가지 의문점을 해소할 수 있다. 첫째, 구매자-공급자 관계에 미치는 IT 영향에 대한 두 가지 관점 중 어느 것이 옳은가? 거래비용이론 아니면 불완전계약이론? 둘째, 공급사슬 다이내믹스에 대한 IT 효과가 위의 두 가지 관점간 대립관계에 어떤 영향을 미치는가? 위의 두 가지 의문점을 해소함으로써 본 연구는 앞에서 언급한 본 연구의 대전제, 즉, 정보기술이 바람직한 경제적 구매자-공급자 관계를

실현시키는 하나의 메커니즘으로써의 역할을 할 수 있다는 전제의 타당성을 확인할 수 있다. 이는 뒤의 결과 부분에서 언급된다.

III. 연구방법 및 설계

3.1 시스템 다이내믹스 지도와 모델 정의

시스템 다이내믹스 (SD) 지도는 시스템 상태(system state)와 시스템 활동(system activity)이라고 하는 시스템 행위에 대한 두 가지 개념을 고려하여 앞 절의 인과지도로부터 도출한 피드백 관계들을 계량적으로 구체화시킨 지도이다. 시스템 상태란 t 시점에서 시스템을 구성하고 있는 모든 변수들의 가치를 나타낸다. 이러한 가치들은 $t-1$ 시점과 t 시점간에 일어나는 시스템 활동들의 결과로서 얻어지는 변화 값이다. 또한, 이러한 시스템 상태에 대한 정보는 피드백에 의하여 향후 활동의 변화를 이끌어낸다. 본 논문에서는 앞 절에서 기술한 인과지도를 바탕으로 SD지도로 작성하기 위하여 시스템 다이내믹스 소프트웨어 중의 하나인 VENSIM을 사용하였다. 부록 1~3은 본 논문의 SD지도들을 표시하고 있다. 부록 1은 공급자-구매자 관계에 대한 IT의 영향을 나타내는 SD지도이고, 부록 2는 공급사슬 다이내믹스에 대한 IT 활용과 정보 공유의 영향을 나타내는 SD 지도이다. 또한, 부록 3은 부록 1과 2의 두 지도로부터 도출한 IT 활용의 영향을 수익의 관점에서 분석하기 위한 SD지도이다.

부록 1의 SD지도는 앞에서 언급한 기존 문헌들에 기초하여 본 논문에서 완전히 새롭게 만들었다. 부록 2의 SD지도는 Kim의 2단계 정보 공유 모델

(1998)을 Sterman(2000)과 Coyle(1977)의 공급 사슬 다이내믹스 모델에 기초하여 수정하였다. 그 이유는 Kim의 모델이 여러 공급 사슬 다이내믹스 모델 중에서 공급 사슬상의 정보 공유의 연쇄 작용과 영향을 가장 효과적으로 나타내는 모델로서 판단했기 때문이다. 또한 부록 3의 SD지도는 Sterman의 'Business Dynamics'에서 제시된 모델을 수정하였다. 한 가지 언급할 것은 부록 3의 SD지도에 나와 있는 비용 변수들이 인과지도에는 표시되지 않았다는 점이다. 이러한 비용 변수들이 현실적으로 또한 모형의 타당성 측면에서 반드시 고려되어야 하지만 본 연구 모형의 핵심변수가 아니고 또한 구체적으로 설명하지 않아도 이론 전개상 큰 무리가 없었기 때문에 논의의 간결함을 위하여 인과지도에서는 비용 변수들의 표시를 생략하였다. 그러나, 현실적으로는 구매 기업의 이윤이 원재료 가격뿐만 아니라, 최종 제품의 판매 가격 및 최종 제품을 생산하기 위한 운영 비용에 의해서도 영향을 받을 수 있음을 인정한다. 따라서 모형의 현실성을 높이고 수익 관점에서 IT 활용수준의 영향을 보다 정확하게 조사하기 위해 SD지도에서는 이러한 변수들을 고려하였다.

부록 1에서 보여지듯이 본 논문은 IT 수준이 첨단 IT 도입을 위한 투자 예산과의 Lookup 함수에 의해 결정된다고 가정하고 있다. Lookup 함수는 두 개의 구성 변수들 사이의 임의의 비선형 관계를 규정하는 그래프 함수이다. 간단히 말해서 Lookup이란 x 축과 y 축을 나타내는 숫자들의 나열이다. Lookup에 대한 입력값은 x 축위에 표시하고 결과값은 y 축으로부터 읽는다. Lookup은 자신만의 특별한 함수를 만들기 위해서 사용될 수 있다. <표 1>은 Lookup 함수의 틀을 구성하고 값을 측정하기 위한 절차를 나타낸다. 본 논문은 이 표에서 제시한 지침에 따라 함수의 틀을 구성하고자 노력하였다. 9단계

〈표 1〉 Lookup 함수 구성의 절차

단계	설 명
1	투입값과 산출값을 표준화한다. 즉, 투입값은 $Y = f(X)$ 대신 투입값 대 준거값 X^* 의 비율이 되고 산출값은 준거값 Y^* 를 $Y = Y^*f(X/X^*)$ 으로 수정하는 방식으로 함수를 표준화한다.
2	준거값을 설정한다. 예를 들어, $Y = Y^*f(X/X^*)$ 와 같은 형태의 표준화된 함수의 경우, 보통 $X = X^*$ 일 때 $Y = Y^*$ 인 점 (1,1)을 통과한다.
3	준거기준을 설정한다. 준거기준은 직선이나 곡선으로 표준기준이나 극한 기준을 표현한다. 준거기준 $f(X/X^*) = 1$ 는 X가 Y에 어떠한 영향도 미치지 않는다는 것을 나타낸다. 45도 각도의 선은 X의 1% 변화에 대해 Y가 1% 변화한다는 것을 나타내며 보통 매우 의미 있는 준거기준이다.
4	극한 조건을 고려한다. 함수는 $-\infty$, 0, and $+\infty$ 와 같은 극한 상황에서 어떠한 값들을 취하는가를 확인한다.
5	극한조건을 포함한 가능한 값들의 모든 범위를 포함할 수 있도록 독립변수에 대한 범위를 설정한다.
6	극한조건과 준거값, 준거기준선 범위내에서 정의될 수 있는 함수의 형태를 정의한다. 가능하다면 실제 데이터를 가장 잘 반영한다고 생각되는 형태를 선택한다.
7	함수의 가장 적합한 추정치를 설정한다. 만약, 구체적인 수치정보를 사용할 수 있다면 활용한다. 만약 구체적인 수치정보를 사용할 수 없다면, 가지고 있는 정보 중 최선의 것을 사용하여 정성적 추정치를 만들어라.
8	모형을 실행하고 공식과 비선형 함수의 행위가 합리적인지 검사한다. 적합한 범위 내에서 투입값과 산출값이 변동하는지 확인한다.
9	허용가능한 범위내에서 함수 값들의 변동에 대한 민감도를 검사한다. 만약 민감도 분석의 결과, 함수 값들의 변동폭이 지나치게 크게 나타났다면 불확실성을 줄이기 위해 더 많은 양의 데이터를 수집해야 한다. 만약 민감도 분석 결과, 함수 값들의 변동폭이 함수형태에 따라 크게 민감하지 않게 나온다면 함수를 보다 정밀하게 예측하기 위한 더 이상의 데이터를 수집할 필요가 없다.

에 나와 있는 민감도 분석은 모델에서 가정된 모든 비선형 그래프 함수의 타당성을 확인하기 위해 필요하다. 즉, 만일 민감도분석 결과 그래프의 형태에 따라 결과가 유의적으로 달라진다면 보다 정확한 비선형 함수를 추정해서 다시 모형을 수정해야 함을 의미한다.

첨단 IT 도입을 위한 투자 예산은 구매자의 누적 순이익에 의해 보장 받는다. 구매자의 누적 순이익이란 주간 순이익의 총합이며, 이러한 구매자의 누적 순이익에 누적 순이익 대비 IT 도입을 위해 투자되는 이익의 비율을 가리키는 비율변수를 곱함으로써 IT 도입을 위한 투자예산이 구해진다. 구매자의 주간 순이익은 구매자의 매출액에서 총비용을 차감하

여 계산한다. 총비용은 생산비용, 재고비용, 원자재 구매비용, 운송료와 처리비를 포함하는 물류비, 거래비용, IT 도입을 위한 투자비용, 계약불가능 요인에 대한 투자비용, 그리고 자산 특유성에 대한 투자비용 등으로 구성된다(부록 3 참조). 원자재 구매비용은 원자재 운송량에 단위당 가격을 곱하여 계산한다. 원자재 운송량과 단위당 가격을 곱하여 구한 값은 공급자의 매출액이 된다. 공급자의 매출액에서 공급자의 비용을 제하면 공급자의 주간 순이익과 누적 순이익을 얻을 수 있다. 공급자의 총비용은 생산비용, 재고비용, 계약불가능 요인에 대한 투자비용으로 구성된다. 원자재 운송비용은 구매자의 부담으로 가정했

때문에 공급자의 총비용에 포함시키지는 않았다.

공급자의 누적 순이익을 누적 순이익 대비 계약불가능 요인에 대한 투자의 비율을 가리키는 비율 변수와 곱함으로써 공급자의 계약불가능 요인에 대한 투자 수준을 나타낼 수 있다. Bakos와 Brynjolfsson (1993)이 언급하였듯이 공급자의 계약불가능 요인에 대한 투자는 구매자의 계약불가능 요인에 대한 투자에 중요한 영향을 미친다. 이러한 관점에서 구매자의 계약불가능 요인에 대한 투자는 공급자의 계약불가능 요인에 대한 투자와의 Lookup 함수에 의해 결정된다. 구매자의 계약불가능 요인에 대한 투자는 위의 Lookup 함수와 함께 구매자의 누적 순이익 대비 계약불가능 요인의 투자비율을 가리키는 비율변수와 구매자의 누적 순이익을 곱해서 결정된다. 앞에서 언급된 거래비용이론의 관점에서 자산 특유성에 대한 투자는 IT 수준과의 Lookup 함수에 의해 결정된다. 거래 비용은 위의 구매자의 자산 특유성에 대한 투자 및 계약불가능 요인에 대한 투자에 의해 결정되며, 구매자가 거래를 고려할 수 있는 이론적인 잠재 공급자 수는 이러한 거래 비용에 대한 Lookup 함수로 표현된다. 이러한 거래비용 대비 고려 가능한 잠재 공급자 수는 조정 기간을 거쳐서 실제 거래대상 잠재 공급자 수에 반영된다.

위에서 도출된 실제 거래대상 잠재 공급자 수는 Lookup 함수에 의해 구매자와 공급자 모두의 협상력 수준을 결정한다. 이렇게 구해진 구매자 협상력에 대한 공급자 협상력의 비율에 의해 협상력의 효과가 결정되며 이러한 협상력 효과는 이미 언급한 바와 같이 원자재 가격의 조절에 반영할 수 있다. 원자재 가격은 위의 협상력이외에 수요와 공급의 균형에 의해서도 영향을 받는다. 수요와 공급의 균형으로 인한 영향은 상대적인 재고 총족률(구매자의 원자재 수요량 대 공급자의 재고량의 비율)로 측정된

다. 가격은 수요와 공급의 균형에 따라 반응하며, 시장 참여자들이 수요와 공급을 얼마만큼 인식하고 있는지에 대한 설명은 없다고 가정한다. 위의 두 가지 요인들로부터 영향을 받아 결정된 원자재 가격은 조정 기간을 통하여 현재의 원자재 가격을 조절하게 된다.

원자재 가격 결정과 마찬가지로 완제품 가격은 상대적인 재고 총족률(완제품 수요량 대 재고량의 비율)에 의해 측정되는 완제품 수요와 공급의 균형에 의해 영향을 받아서 결정된다. 기준 재고 총족률은 수요가 일정하다고 가정할 때 현재 완제품 가격과 수급균형에 의해 요구되는 완제품 가격이 같아지는 지점, 즉 다시 말해서, 완제품 가격의 순변화율이 0이 되는 균형점에서 결정 된다. 균형 상황에 대한 설명은 뒤에서 다루게 될 것이다.

부록 2에서 볼 수 있듯이, 본 논문은 원자재 공급자와 완제품 제조업자로 구성되는 2 단계 공급 사슬을 고려하고자 한다. 이미 언급하였듯이 부록 2는 Kim(1998)의 2 단계 정보 공유 모델과 Sterman (2000)과 Coyle(1977)의 공급 사슬 다이내믹스 모델을 수정하여 구성하였다. 이 모델에서 완제품 제조업자는 주문량을 다음과 같이 결정한다: 1) 생산업체는 정기 재고조사 시스템을 사용한다. 2) 각 기간 동안 제조업자는 수요를 인식한다. 제조업자가 충분한 재고를 보유하고 있으면 수요는 즉시 충족된다. 충족되지 못한 수요는 추가 주문될 것이다.

실제 수요량 (D_t)에 근거하여 제조업자는 다음기의 수요를 지수평활법에 의해 예측한다. 평활 시간 상수가 T 단위일 때, 다음기의 수요예측치, F_{t+dt} 는 다음과 같다:

$$F_{t+dt} = F_t + dt/T (D_t - F_t)$$

그러므로, 다음 단위 시간, $t+1$ 의 수요예측치는

$$\begin{aligned}
 F_{t+dt} &= \sum_{i=1}^{1/dt} dt/T (1-dt/T)^{i-1} D_t \\
 &+ (1-dt/T)^{1/dt} F_t \\
 &= [1 - (1-dt/T)^{1/dt}] D_t + (1-dt/T)^{1/dt} F_t
 \end{aligned}$$

d는 계산값들간의 시간 간격이라는 점에 주목하라. 그러므로, 본 논문의 시뮬레이션 모델은 단위 시간의 1/dt마다 실제값들을 다시 계산하게 된다.

t 시점에서의 목표 완제품 재고 수준, S_t 는 다음에 의해 결정된다:

$$\begin{aligned}
 S_t &= F_t L + z \sigma_t (L)^{1/2} \\
 &= F_t [L + z \sigma_t / F_t (L)^{1/2}] \\
 &= F_t [L + Z(L)^{1/2}]
 \end{aligned}$$

F_t 는 수요예측량의 평균이고, σ 는 수요 예측의 표준 오차이며, L은 재고 조사 기간, 수송 리드타임, 그리고 생산 리드타임의 합이다. 제조업자는 수요 변동의 계수는 변하지 않는다고 가정한다. 그러므로, 제조업자는 안전재고량을 미리 지정한 상수 z에 의해 결정한다. 안전재고는 보다 긴 기간 동안 발생하는 수요 불확실성을 커버해야 한다. 본 논문에서는 정규확률분포 하에서 주기 서비스 수준을 실행하기 위한 목표 표준편차 z와 재고 확보 기간 동안 수요의 표준편차 σ_{P+L} (P: 재고 조사 기간, t: 대기 시간)를 곱한다. z값은 연속 재고 조사 시스템에서의 주기 서비스 수준과 동일하다.

완제품 제조업자는 공급자에게 원자재 구매를 주문하고 목표 재고수준에 맞는 완제품 재고를 얻기 위한 생산량을 계획한다. 또한 제조업자는 일정한 수송 리드타임 후에 주문한 원자재를 받게 된다. 수송 리드타임은 고정되어 있다. 그러나, 제조업자는 공급자가 주문을 모두 채울만큼 충분한 재고를 가지

고 있지 않다면 주문한 만큼 받을 수 없을 것이다. 생산율은 계속해서 조정된다. 생산에 있어서 손실율도 존재한다. 결함이 없는 최종생산품의 수는 $(n, 1 - \delta)$ 의 이항분포를 따른다. 여기서 n은 생산 시설에서 초기에 투입된 제품의 수를 말하며, δ 는 불량률을 말한다. 제조업자가 불량률을 알고 있기 때문에, 결함이 없는 완제품의 기대값과 목표 수준에 완제품 재고 수준을 맞추기 위한 주문량이 같아질 수 있도록 초기에 투입되는 제품의 수를 조정할 수 있다 (또는 $1 - \delta$ 로 나눔). 제조업자는 다음의 공식에 따라 완제품의 주간 생산량을 결정한다.

평균 완제품 생산량 + (목표 완제품 재고수준-제조업자 완제품 재고량)/제조업자의 완제품 재고 조정 기간 + (완제품 수요 잔고-요구되는 수요 잔고)/완제품 수요 잔고 조정 기간 + (요구되는 완제품 재공품-제조업자 완제품 재공품)/제조업자의 완제품 재공품 조정 기간

(주의: 요구되는 수요 잔고=평균 완제품 수요량*정상적인 완제품 배달 지연 기간, 요구되는 완제품 재공품=평균 완제품 판매량*제조업자 제조 리드타임)

공급자는 제조업자의 주문을 다음과 같이 처리한다. 첫째, 제조업자의 주문은 공급업체가 충분한 재고를 가지고 있다면 즉시 공급업체의 재고에서 운송될 것이다. 충족되지 못한 수요는 추가 주문되며 배달지연도 고려된다. 둘째, 공급자는 제조업자와의 정보 공유를 통하여 매일매일의 수요 정보를 획득하며 이를 바탕으로 지수평활법을 사용하여 다음 기의 수요를 예측한다. 일반적으로 정보 공유의 효과는 IT 수준에 따라 달라질 수 있다고 인식된다. 다시 말해서, 보다 앞선 IT 기술을 활용하면 보다 정확한 제조업자의 일일 수요 예측 자료를 적시에 공유하는

것이 가능해진다. 반대로 IT 수준이 상대적으로 낮으면, 정확한 정보의 적시 공유 능력의 부족으로 인한 수요의 왜곡이 발생할 가능성이 높아질 수 있다. 이러한 논점을 반영하기 위하여 본 논문은 제조업자의 수요 예측자료가 공급자의 목표 재고 수준 결정에 정확하게 반영되는 정도를 나타내는 변수를 IT 수준에 대한 Lookup 함수에 의해 만들었다. 즉, 목표 원자재 재고 수준은 제조업자가 목표 완제품 재고 수준을 결정하는 공식에 위의 변수를 곱함으로써 정해진다. 또한, 제조업자와 마찬가지로 공급자는 목표 수준에 맞는 원자재 재고 수준을 얻기 위한 생산량을 계획한다. 생산율은 역시 계속해서 조정된다. 주간 생산량은 다음과 같이 제조업자가 결정하는 것과 동일한 공식으로 정해진다:

$$\text{평균 원자재 생산량} + (\text{목표 원자재 재고량} - \text{공급자 원자재 재고량}) / \text{공급자의 원자재 재고 조정 기간} + (\text{원자재 주문잔고} - \text{요구되는 원자재 주문잔고}) / \text{원자재 잔고 조정 기간} + (\text{요구되는 원자재 재공품} - \text{공급자의 원자재 재공품}) / \text{공급자의 원자재 재공품 조정 기간}$$

(주의: 요구되는 원자재 주문 잔고 = 평균 원자재 주문량 * 정상적인 원자재 배달 지연 기간, 요구되는 원자재 재공품 = 평균 원자재 수송량 * 공급자 제조 리드타임)

본 논문은 공급자의 원자재 공급능력에 제한이 없다고 가정하였다. 또한 공급 사슬 상의 어떠한 구성원도 수요에 관한 완전한 정보를 가지고 있지 않은 경우를 고려하였다. (즉, 아무도 수요의 분포 및 매개변수의 형태를 알지 못한다.) 왜냐하면, 현실에서는 제조업자와 공급자 모두 수요에 대한 정확한 정보를 가지고 있지 않으며 많은 산업에 있어서 실제 수요의 분포는 종종 일정하지 않기 때문이다. 수요

예측은 정보 공유로 인한 이익을 분석하는데 있어서 매우 중요한 요소의 하나이기 때문에 본 논문은 수요 분포의 다양한 형태와 그에 따른 이익에 미치는 영향을 고려하였다. Bourland 등(1996)과 Gavirneni 등(1996)은 공급 사슬 상의 모든 구성원들에게 매개변수들(평균 및 표준편차)이 알려져 있는 일정한 수요분포 형태를 고려하였다. Lee 등(1997)은 공급 사슬 상의 모든 구성원들에게 매개변수들이 알려져 있지만 수요 분포가 일정하지 않은(자기상관관계를 갖는) 형태를 고려하였다. 그들은 수요 분포가 일정하지 않기 때문에 거의 모든 경우에 있어서 정보 공유의 이익이 발생한다고 제시하였다. 본 논문은 일정하지 않은 수요 분포를 고려하고 있다.

앞에서 기술한 시스템 다이내믹스 모델을 실행하기 위해서는 시뮬레이션을 위한 초기 시작값으로서 합리적인 매개변수 및 저장변수 값을 설정하는 것이 필요하다. 시스템 다이내믹스 모델 설정에 있어서 가장 중요한 핵심 중의 하나는 매개변수의 초기치를 어떻게 합리적으로 설정하느냐 하는 문제이다. 가장 기본적인 방법은 기존의 실증 자료에서 나온 공식적인 통계 추정치들을 선택하는 것이다. 그러나, 모든 매개변수 값을 위해 적합한 실증 자료를 얻는 일은 쉽지 않다. 실증 자료의 활용에 이러한 한계가 존재한다는 것은 하나의 모델에서 모든 매개변수를 추정하는 일이 불가능하다는 것을 의미한다. 그러므로, 보다 현실적으로 매개변수를 추정하고 합리적인 초기치를 발견하기 위해서 본 논문은 사례 연구로부터 양질의 자료들을 수집하였다. 사례연구는 미국 중서부 지역의 전기/전자 제조업체들 중 Milwaukee Electronic Corp., IBM Corp., General Electric, Ford Electronics & Refrigeration Corp., Dell Computer Corp.과 한국의 유명 전기/전자 제조업체 2개의 미 중서부 현지법인을 대상으로 이루어졌

〈표 2〉 균형상태를 이끄는 주요 저장변수 및 매개변수의 초기값

저장변수(상태변수)			
변수	초기값	변수	초기값
IT 수준	1	실제 거래대상 잠재 공급자 수	10
원자재 가격	\$100	완제품 가격	\$350
제조업자의 누적 순이익	\$300,000	공급자의 누적 순이익	\$200,000
공급자의 원자재 재공품	평균 원자재 수송량*공급자 제조 리드타임	제조업자의 완제품 재공품	평균 완제품 판매량*제조업자 제조 리드타임
공급자의 원자재 재고량	목표 원자재 재고수준	제조업자 완제품 재고량	목표 완제품 재고수준
평균 원자재 생산량	200	평균 완제품 생산량	200
평균 원자재 수송량	원자재 선적량	평균 완제품 판매량	완제품 판매량
원자재 주문잔고	요구되는 원자재 주문잔고	완제품 주문 잔고	요구되는 완제품 수요잔고
운송중인 원자재	400	제조업자 원자재 재고량	400
평균 원자재 주문량	제조업자의 주문입수	평균 수요량	수요량
AR(자기회귀): 전기 수요량	0		
매개변수			
변수	초기값	변수	초기값
제조업자 순이익 대비 IT 투자비율	5%	제품고객화 수준	1.0
특유자산에 대한 기본 투자액	주당 \$1,500	제조업자 순이익 대비 계약불가능 요인에 대한 투자비율	1%
주문처리비용	\$20	공급자 및 제조업자 제조 리드타임	1.5주
원자재 공급자로부터 제조업자로의 수송 리드타임	2주	재고 및 주문잔고 조정기간	8주
원자재 및 완제품 재공품 조정기간	6주	평균 원자재 및 완제품 생산량, 원자재 주문량, 완제품 수요량 조정기간	4주
주기 안전재고 서비스수준	90% (1.28)	지수평활시간상수	4주
재고조사기간	2주	불량율	0%
원자재 및 완제품 제조 용량 지수	10	정상적인 원자재 및 완제품 배달지연기간	2주

다. 사례조사는 크게 두 가지 관점에서 이루어졌는데, 첫째는 저장변수, 유량변수, 보조변수, 그리고 매개변수의 설정 및 변수들 간의 관계루프를 포함한 모형의 구조에 관한 조사였으며 이러한 조사결과를

기존의 이론적 연구와 접목시켜 모형의 타당성 못지 않게 현실성을 높이기 위해 노력했다. 사례조사의 두 번째 관점은 앞에서 s구축된 본 연구모형의 매개변수와 저장변수의 초기치를 현실적이고 합리적으로

추정하기 위해 관련변수의 데이터를 모으는 것이었다. 각 매개변수의 초기 추정치는 사례조사 대상 기업들로부터 얻은 자료들의 outlier 분석을 통해 편차가 너무 심한 데이터를 제외한 나머지 데이터의 평균값으로 구해졌다.

시스템 다이내믹스 모델에서 초기치를 얻기 위해 사용할 수 있는 또 다른 중요한 방법은 균형 상태에 도달하게 하는 값으로 초기화를 하는 것이다. 이는 균형이 깨졌을 때의 변수의 민감도, 즉 변수 및 연결 구조에 있어서 변화에 대한 민감도를 검사하기 위해 필요하다. 하나의 저장변수(상태변수)는 그것이 변화하지 않을 때 균형을 이룬다. 따라서 시스템 내의 모든 저장변수가 변하지 않을 때 그 시스템은 균형이다. 저장변수 값이 균형이 되기 위해서는 저장변수의 순변화율이 0이 되어야 한다. 이는 총유출과 총유입이 균형을 이루고 있다는 것을 의미한다 (Sterman, 2000). 다시 말해서, 균형 상태에서 각 저장변수들의 총유입과 총유출은 동일하다. 본 논문은 각 저장변수들의 초기값을 계산하기 위해 이 논리를 사용했다. 즉, 앞의 사례조사로부터 추정된 매개변수의 추정치가 보조변수를 거쳐 저장변수에 유입되는데, 이러한 저장변수의 유입량이 유출량과 같아져 그 저장변수의 순 변화율이 0이 되는 상태에 이르게 하고, 이러한 절차가 시스템내의 모든 저장변수에 적용되어 시스템 내의 모든 저장변수의 순 변화율이 0이 될 때 그 시스템은 균형이 된다. 이처럼 모든 저장변수의 총유입과 총유출이 같아져 시스템을 균형상태에 이르게 하는 지점에서 각 저장변수 초기치를 결정했다.

예를 들어 부록 2의 도형에서 공급사슬 맨 왼쪽의 저장변수인 공급자의 원자재 재공품의 순변화율을 0으로 하기 위해 유입변수인 원자재 제조 시작량과 유출변수인 원자재 제조 완료량이 같아지게 하는 공

급자의 원자재 재공품 초기치를 찾는다. 이때 유출변수인 원자재 제조 완료량은 공급자의 원자재 재고량이라는 다음 저장변수의 유입변수가 되며 따라서 공급자의 원자재 재고량의 순변화율을 0으로 하기 위해 유입변수인 원자재 제조 완료량과 유출변수인 원자재 선적량이 같아지게 하는 공급자의 원자재 재고량 초기치를 발견하게 된다. 마찬가지로 앞에서 유출변수였던 원자재 선적량이 그 다음 저장변수인 원자재 수송량의 유입변수가 되고 그 원자재 수송량의 순변화율을 0으로 하기 위해 유입변수인 원자재 선적량과 유출변수인 원자재 도착량이 같아지게 하는 원자재 수송량의 초기치를 찾게 된다. 이와 같은 방법으로 시스템을 균형상태에 이르게 하는 모든 저장변수의 초기치를 결정하였다. 위에서 얻은 저장변수 초기치 값의 현실성과 실무적 타당성을 확인하기 위해 사례조사 대상 기업들로부터 얻은 각 저장변수들의 현재수준에 대한 자료들의 평균 및 표준편차와 비교분석 해 보았으며, 그 결과 균형상태 접근방법으로부터 추출한 값이 실제 자료들의 평균으로부터 편차 범위 내에 있음을 확인하였다. 위와 같은 과정을 거쳐서 얻은 주요 저장변수와 매개변수의 초기치들이 표 2에 예시되어 있다.

시뮬레이션 실행 기간은 150주로 설정하였다. 시간 단위는 주이며, 시간 간격은 1주이다.

3.2 시스템 다이내믹스 모형의 타당성 검사

시스템 다이내믹스 연구가들은 결점을 보완하고 모델을 개선하기 위한 매우 다양한 종류의 검사 방법들을 개발해왔다. 시스템 다이내믹스 모형의 타당성을 증명하기 위한 대표적 검사 유형으로 구조적 검사와 행위적 검사를 들 수 있다(Levine과 Fitzgerald, 1992).

3.2.1 구조적 검사

구조적 검사는 구조적 검증, 매개변수 검증, 일관성 검증, 그리고 경계 적합성 검증 등을 포함한다.

우선 본 논문 시스템 다이내믹스 모델의 경계와 현실적으로 적합한가에 대해서는 SCM 시스템 운영의 직접적인 경험을 가지고 있거나 기업의 공급사슬 정책 및 전략 수립에 깊이 관여하고 있는 한국과 미국기업의 공급사슬관리부문 책임자, 또는 전략기획부문 CEO 등으로부터 검증을 받고 일부 수정되었다.

본 논문의 인과지도를 구성하고 있는 변수간 인과관계의 타당성은 관련 변수간 직접적인 관계를 언급하고 있는 기존 연구들(Bakos와 Brynjolfsson, 1993; Clemons 등, 1993; Lee 등, 1997a, 1997b, 2000; Sterman, 2000; Grahovac과 Chakravarty, 2001)로부터 확인될 수 있다. 또한 변수간 인과관계를 설명하는 방정식의 타당성 역시 기존의 공급사슬 다이내믹스 모형(Coyle, 1977; Narasimhan, 1979; Kim, 1998; Sterman, 2000)으로부터 검증된다.

앞에서도 언급한 바와 같이, 본 연구는 두 개의 구성 변수들 사이의 임의의 비선형 관계를 규정하기 위해 Lookup 함수를 사용하였다. 다양한 비선형 그래프의 형태에 따라 시뮬레이션 결과가 달라지는가를 확인하기 위해 다양한 Lookup 함수 형태에 대한 민감도 분석을 실시하였고 또한 각 Lookup 함수 형태에 대한 시뮬레이션 결과들 사이의 차이가 ANOVA와 Duncan multiple range 검사에 의해 분석되었다. 그 결과 동태적 반응의 형태나 변동폭에 있어 유의적인 차이가 존재하지 않았다.

구조평가검사는 모형에 포함되어 있는 저장변수나 유량변수가 제대로 설정이 되어 있는가와 저장변수가 음수가 되는 경우가 존재하는가를 분석하기 위한 것이다. 저장변수와 유량변수를 정확히 구별하기 위

해 본 연구는 두 가지 방법을 사용하였다. 첫번째는 임의의 시점에 그 시스템에 대해 사진을 찍었을 때 그 그림에서 셀 수 있거나 측정될 수 있는지의 여부로 저장변수와 유량변수를 구별하는 snapshot 방법이다. 두번째는 어느 임의의 시점에서 모든 거래를 갑자기 중단한다고 했을 때 변수값이 0이 아닌 가치를 가지는가의 여부로 저장변수와 유량변수를 판단하는 방법이다. 위의 두 가지 검사를 통해 본 연구의 저장변수 및 유량변수 구성의 타당성이 확인되었다. 또한 방정식 검사와 부분 모형 검사를 통해 저장변수의 비음조건 충족도 확인하였다.

SD지도에서는 모형내 각 변수들의 측정단위가 정확하게 표시되어야 한다. 간혹, 측정단위 에러가 시스템 결과의 오류를 가져와 전체 시스템 구조 및 중요 의사결정 문제에 대한 잘못된 분석을 이끌 위험이 있다. 이러한 측정단위의 에러를 검사하기 위해, 본 연구는 VENSIM에 있는 측정단위 자동분석 기능을 이용하였다. 그 결과 어떤 에러메시지도 발견되지 않았다. 또한 시간단위의 변화가 시뮬레이션 결과를 변화시키는지를 분석하기 위해, 본 연구는 시간단위를 반으로 줄이거나 두배로 늘인 뒤 다시 모형을 시뮬레이션했으며 그 결과 시간단위의 변화에 영향을 받지 않는 것을 확인했다.

3.2.2 행위적 검사

행위적 검사는 행위 재생, 행위 예견, 비정상적 행위, 충격적 행위, 극단적 정책, 일반화가능성, 그리고 경계 민감도를 포함한다.

아쉽게도, 본 연구는 각 변수의 시간 흐름에 따른 변화 포인트 하나 하나의 타당함을 평가하기 위한 충분한 실제 시계열 자료를 가지고 있지 않다. 따라서 행위재생 검사를 수행하는 것이 불가능하다. 대신에, 본 연구의 SD 모형과 기존 연구의 모형들 간

시스템 행위의 비교를 통해 본 연구SD 모형의 시스템 행위 타당성을 간접적으로 확인할 수 있다. Narasimhan (1979), Christopher (1994), 그리고 Lee 등 (1997, 2000) 의 모형들이 가장 대표적인 비교대상 모형으로 제시될 수 있다. 이러한 연구들은 첨단 정보기술의 활용에 의한 정보공유가 구매자와 공급자 간 수요 정보의 왜곡을 줄일 수 있음을 일관되게 강조한다. 구체적으로 구매자와 공급자 간 정보공유의 수준이 높아지면 재고와 생산의 변동폭이 시간의 흐름에 따라 줄어든다고 주장한다. 본 연구에서 제시하는 SD 모형의 시스템 행위는 위에서 기술한 기존 연구의 주장과 일치했다. 이는 본 연구 SD 모형의 시스템 행위가 타당함을 보여준다.

비정상적 행위 검사는 어느 특정한 변수간 인과관계가 삭제되거나 수정될 때 비정상적 시스템 행위가 일어나는지를 고려함으로써 특정 인과관계와 그 방정식의 중요성을 평가하는 것이다. 위의 비정상적 행위 검사를 통해 본 연구에서 설정된 각 인과관계 구조의 중요성이 검증되었다. 또한 극단조건 검사는 변수의 투입치가 0이나 무한대와 같이 극단적인 값을 가질 때 모형이 정상적으로 돌아가는가를 체크한다. 본 연구는 VENSIM이 제공하는 "reality check" 기능을 이용해서 극단조건 검사를 수행하였고 그 결과 모형이 정상임을 확인하였다.

위 검사들의 목적은 정상적이고 극단적인 상황에 대한 모형의 견고함을 결정하여 관계있는 경로들이 생략되거나 관계없는 경로들이 첨가되는 것을 확실히 막기 위함이다. 내부 및 외부의 유효성은 시스템에 영향을 미치는 내생 변수 및 외생 변수를 모델에 추가 또는 생략하느냐와 관계된다(Janszen, 2000). 본 논문은 위의 두 가지 검사를 모두 실행하여 본 연구 SD모형의 견고함을 확인하였다. 간결함을 위하여 본 논문은 유효성 검사 결과의 보다 상세한 소개

는 생략한다.

IV. 시뮬레이션 결과

여기서는 앞 절에서 논의된 SD 모델에 대한 시뮬레이션 실행 결과를 분석하고자 한다. 앞 절에서 언급하였듯이, 본 논문은 일정하지 않은 수요 분포를 고려하고 있다. 일정하지 않은 수요 분포를 만들기 위해서 우리는 단순 자기상관(AR)(1) 과정을 사용한다. t 시점에 소매업체에서 발생한 수요는

$$D_t = d + \rho D_{t-1} + \rho_t$$

$d > 0$, $-1 < \rho < 1$ 이고, ρ_t 는 평균이 0이고 표준편차가 σ 인 정규분포를 따른다. $\rho = 0$ 은 각 기간의 수요가 평균이 d 이고 표준편차가 σ 인 정규분포의 특별한 경우를 말한다. 위의 AR(1) 과정의 평균과 표준편차가 d 와 σ 뿐만 아니라, 자기회귀계수인 ρ 에 의해 결정되기 때문에 우리는 d 와 σ 를 ρ 에 따라서 다음과 같이 수정을 해주어야 한다.

$$d = (1 - \rho) E(D)$$

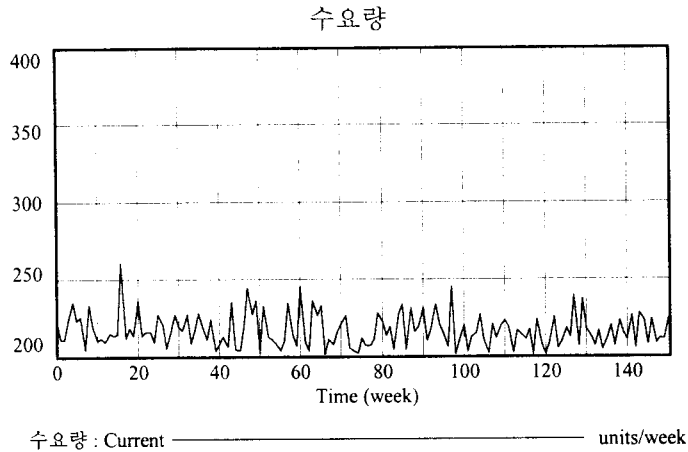
$$\sigma^2 = (1 - \rho^2) Var(D)$$

본 절에서는 $\rho = 0$ 으로 설정하였을 때의 실험 결과를 관찰하기로 한다. 이미 언급하였듯이, 평균과 표준편차는 각각 200과 20으로 설정하였다. 표준편차는 제품 고객화 수준과 곱해진다.

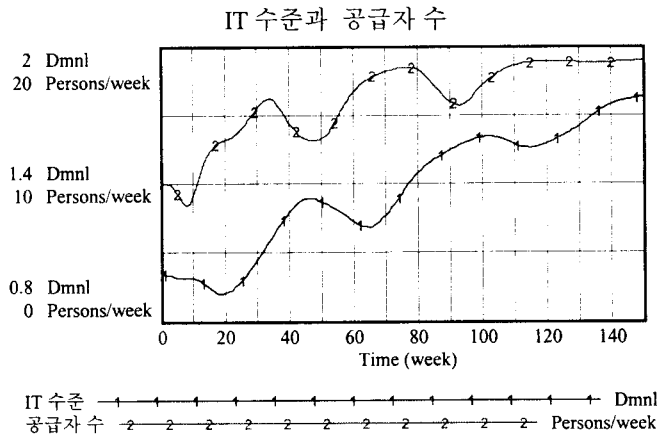
<그림 4>는 일정하지 않은 수요 분포의 기본 가정 아래 시뮬레이션을 실행해서 얻은 수요 흐름이다.

<그림 5>는 시간의 흐름에 따른 IT 수준과 잠재

〈그림 4〉 수요흐름



〈그림 5〉 IT 수준과 잠재 공급자 수의 변화

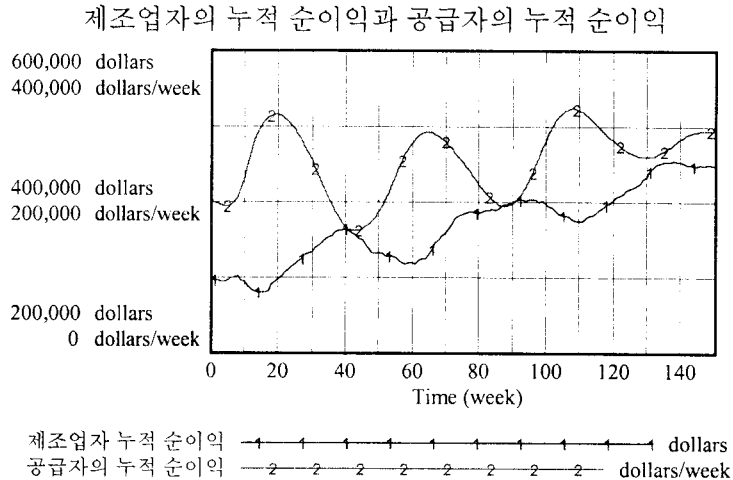


공급자 수의 변화를 나타낸다.

이 그림에서 살펴볼 수 있듯이, IT 수준과 잠재 공급자 수 모두 세 번의 일시적인 침체를 지나면서 지속적으로 증가한다. 이는 지속적인 IT 활용 수준의 향상이 잠재 공급자 수를 끊임없이 증가시킬 수 없으며, 이러한 잠재 공급자 수의 정체는 지속적인 IT 활용 수준의 개선을 가로막는다고 강조한 불완전 계

약 이론의 관점에서는 예상외의 결과이다. 앞의 SD 모형 설명에서 언급하였듯이, 본 논문에서는 IT 수준이 첨단 IT 도입을 위한 투자 예산에 의해 결정되며, 이러한 투자 예산은 구매자의 누적 순이익에 의해 확보된다고 가정하였다. 이는 〈그림 5〉에서 나타난 IT 수준의 지속적인 증가가 구매자의 누적 순이익에 의해 영향 받음을 의미한다. 따라서 우리는 구

(그림 6) 구매자와 공급자의 누적 순이익 변화



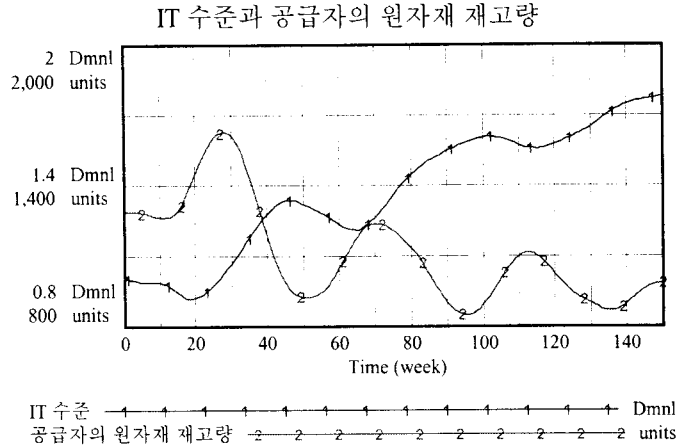
매자 누적 순이익의 역동적인 변화를 확인해볼 필요가 있다.

예상하였듯이, 구매자의 누적 순이익은 시간의 흐름에 따라서 점차적으로 증가한다(그림 6). 이러한 구매자의 누적 순이익 증가는 구매자와 공급자 간제로섬 게임의 개념을 기초로 한 불완전 계약 이론의 관점과 일치하지 않는다. 왜냐하면 불완전 계약 이론의 핵심 논지는 원자재 가격의 감소에 의한 구매자의 이윤 증가는 공급자 수익의 감소, 공급자가 계약이 불가능한 요인에 투자할 유인의 감소, 구매자 거래 비용의 실질적인 증가, 잠재 공급자 수의 감소, 공급자 협상력의 증가, 그리고 원자재 가격의 상승과 같은 일련의 반응들에 의하여 지속될 수 없다는 것이기 때문이다. 더욱 흥미로운 점은, 예상과는 달리, 공급자의 순이익이 그림 6에서 보여지는 것처럼 구매자의 수익 증가만큼 감소하지 않았다는 것이다. 이 그림에서 공급자의 누적 순이익은 구매자의 누적 순이익과 반대로 움직인다. 즉, 공급자의 누적 순이익이 체감점에 있으면 구매자의 누적 순이익은

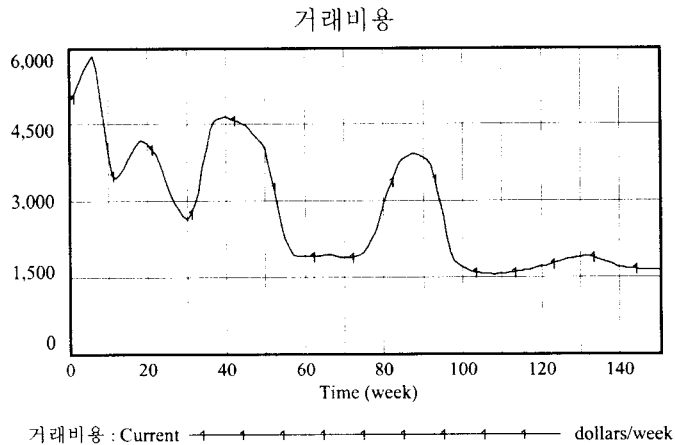
체감점에 있으며, 그 반대도 마찬가지이다. 그러나, 공급자 누적 순이익의 체증점과 체감점 모두 구매자 누적 순이익의 체증점 및 체감점과 마찬가지로 시간의 흐름에 따라 증가하고 있으며, 따라서 이는 공급자 누적 순이익도 지속적으로 증가하고 있음을 나타낸다. 이는 구매자(공급자)의 이윤 증가가 공급자(구매자)의 이익 감소와 정확하게 일치하지 않음을 의미한다. 우리는 이러한 예상치 못한 결과의 원인을 공급 사슬 다이내믹스에 대한 IT의 영향으로 설명할 수 있다(그림 7 참조).

그림 7은 IT 수준의 증가가 재고 변동폭을 줄일 뿐만 아니라, 전체 재고 수준을 낮추고 있음을 보여주고 있다. 즉, 첨단 정보 기술의 활용으로 인한 공급자와 구매자 간 정보 공유 능력 향상이 흔히 “체적 효과”(Lee 등, 1997; Christopher, 1994)라 불리는 공급자와 구매자 사이의 수요 정보 왜곡 현상을 줄일 수 있다. 이러한 수요 변동성의 감소는 정확한 수요예측을 가능하게 하고, 이는 공급자의 목표 원자재 수준을 낮추도록 유도할 수 있다. 이렇게 공

〈그림 7〉 IT 수준과 공급자 재고수준의 변화



〈그림 8〉 거래비용의 변화



급자의 목표 원자재 수준이 낮아짐으로써 공급자의 전체 재고수준이 낮아지고 따라서 공급자의 재고 보유비용 및 총비용이 감소할 수 있으며, 이러한 감소가 원자재 가격 하락으로 인한 공급자의 매출액 감소를 상쇄하고도 남기 때문에, 공급자의 누적 순이익이 점진적으로 증가하게 된다.

이러한 공급자 이익의 증가는 공급자가 계약 불가

능 요인에 투자할 유인을 증가시킬 수 있으며, 이러한 공급자의 동기 증가는 구매자가 계약 불가능 요인에 투자해야 하는 부담을 낮추게 된다. 따라서 구매자의 계약 불가능 요인에 대한 투자는 줄어들게 되며 이는 〈그림 8〉에서 보여지는 점진적인 거래비용 감소의 원인이 된다.

공급자 매출액의 감소와 구매자 이익의 증가를 유

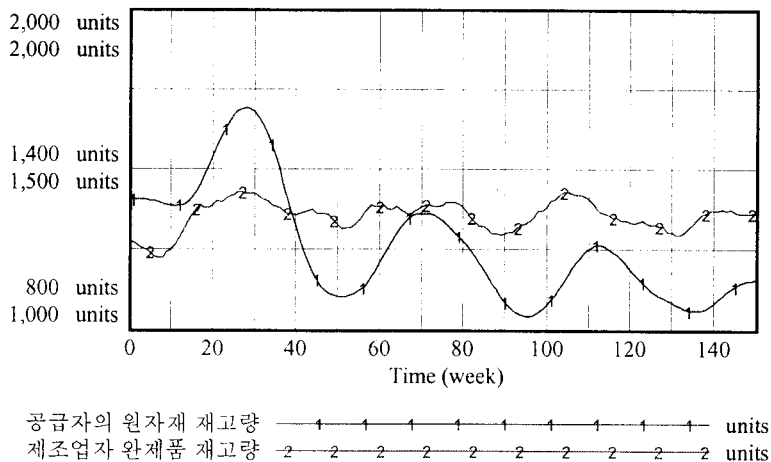
발하는 원자재 가격의 하락은 이러한 낮은 수준의 거래 비용으로부터 유도된다. 즉, 거래 비용의 감소가 잠재 공급자 수의 증가와 구매자의 협상력 증가로 연속적으로 이어져, 궁극적으로 원자재 가격의 하락과 구매자의 누적 순이익 증가로 연결된다.

결론적으로, 위의 모든 결과들을 정리해 보면, IT 수준의 향상은 잠재 공급자 수 증가로 인한 원자재 가격의 하락을 가져오고, 이로 인하여 공급자의 매출은 감소한다. 그러나, 이러한 공급자 매출의 감소는 IT 수준 향상에 따른 효율적 수요정보 공유로 인한 공급자 재고 비용의 감소에 의해 상쇄된다. 그러므로, 공급자의 누적 순이익은 후퇴기 동안에도 공급자의 매출 감소액만큼 줄어들지 않는다. 이처럼 공급자 누적 순이익이 예상보다 적게 줄어들므로 인하여 공급자의 계약불가능 요인에 대한 투자 감소와 구매자의 거래비용 감소를 막을 수 있다. 이는 잠재 공급자의 수와 구매자의 이익이 점진적으로 증가하도록 만들며, 따라서 IT 수준의 지속적인 향상을 가능하게 한다. 이는 지속적인 첨단 IT 도입이 궁극적

으로는 전자 시장에서 수많은 공급자들 간의 완전경쟁을 유도할 수 있으며, 이러한 전자 시장 구조는 구매자들이 더욱 개선된 IT를 끊임없이 도입할 수 있는 능력을 제공해 줄 것임을 암시한다. 결론적으로, IT 수준과 구매자의 협상력 간에는 상호 강화루프가 존재하며, 따라서 거래비용이론의 타당성을 뒷받침해준다. 그러나, 이러한 강화루프는 구매자-공급자 관계와 IT 수준간 관계구조의 분석만으로 얻어질 수 있는 것은 아니다. 위의 시뮬레이션 결과들은 첨단 IT 활용에 의한 보다 정확하고 적절한 정보 공유로 인해 발생하는 공급자의 재고 수준과 재고 비용의 감소가 IT 수준과 구매자의 협상력 간 강화루프 존재에 있어 중요한 역할을 수행함을 보여준다. 이는 공급사슬 다이내믹스가 구매자-공급자 관계와 IT 수준 사이의 관계에 중요한 영향을 미치고 있음을 의미하며, 이는 IT 수준, 구매자-공급자 관계, 그리고 공급 사슬 다이내믹스 간에 상호작용하는 피드백 관계가 효율적인 견제적 구매자-공급자 관계의 구축을 위해 고려되어야만 한다는 본 논문의 핵심 전제

〈그림 9〉 재고수준의 변화

재고수준



를 뒷받침해준다.

그러나, IT 수준의 향상으로 인한 재고감소의 혜택은 구매자에게 직접적으로 적용되지는 않는다. 그림 9에서 볼 수 있듯이, 구매자의 최종제품 재고 수준은 실질적으로 변하지 않는다. 이는 IT 수준과 구매자의 재고 수준 사이에는 직접적인 관계가 존재하지 않으며, 그러므로 구매자의 재고감소 차원에서는 구매자가 첨단 IT 도입의 효과를 기대할 수 없다는 것을 의미한다. 그림에도 불구하고, 구매자는 첨단 IT 도입을 위해 계속해서 투자할 필요가 있다. 왜냐하면 구매자의 입장에서는 그것이 여전히 이로울 수 있기 때문이다. 이미 언급하였듯이, IT 수준이 향상되면 잠재 공급자 수의 증가 및 원자재 가격의 하락으로 인하여 공급자의 매출액이 줄어드는 반면, 공급자와의 수요정보 공유능력 향상을 통하여 공급자의 매출액 감소를 상쇄하고도 남을 만큼 충분한 공급자의 재고비용 감소를 이끌 수 있기 때문이다. 따라서 공급자가 원자재 가격의 하락과 매출액의 감소를 받아들이더라도, 공급자의 계약 불가능 요인에 대한 투자 유인은 심각하게 줄어들지 않을 것이며, 따라서 장기적으로 구매자는 낮은 거래비용과 높은 구매자 협상력으로부터 얻어지는 낮은 원자재 가격의 이점을 지속적으로 누릴 수 있다.

V. 결론 및 시사점

본 연구는 다음과 같은 두 가지 연구 전제의 제시로부터 시작하였다. 첫째는 정보기술이 바람직한 견제적 구매자-공급자 관계를 실현시키는 하나의 메커니즘으로서의 역할을 할 수 있다는 것이고, 둘째는 효율적인 견제적 구매자-공급자 관계의 구축이 IT

수준, 구매자-공급자 관계, 공급사슬구조 간 상호 피드백 관계를 통해 이루어질 수 있다는 것이다. 앞에서 살펴본 바와 같이 구매자-공급자 관계에 대한 IT 영향과 공급사슬 다이내믹스에 대한 IT 영향을 나타내는 세 가지 피드백 루프에 대한 다이내믹 시뮬레이션 분석을 통해 본 연구는 위의 두 가지 전제의 타당성을 확인했다.

구체적으로 시뮬레이션 분석결과를 정리하면 IT 수준과 구매자의 협상력 간에는 강화루프가 존재하였다. 다시 말해서, 지속적인 첨단 IT 도입은 궁극적으로 다수 공급자들 간 전자 시장에서의 완전 경쟁을 이끌어 낼 수 있으며, 반대로 이러한 전자 시장 구조는 구매자들에게 더욱 발전된 IT를 지속적으로 도입할 수 있는 능력을 제공해 줄 수 있다. 이는 거래비용이론의 관점과 일치한다. 그러나 이러한 강화루프는 구매자-공급자 관계와 IT 수준 간 관계구조 분석만으로 도출된 것은 아니다. 첨단 IT의 지속적인 도입에 의한 정보 공유 능력의 향상은 채찍 효과로 인해 발생하는 공급자 재고 보유량의 변동폭을 최소화시킬뿐만 아니라 재고의 절대적 수준까지 낮춤으로써 예상했던 것 이상으로 공급자의 총비용을 감소시킬 수 있다. 이미 언급하였듯이 이러한 공급자의 절대 재고수준 감소는 구매자와 공급자의 순이익, IT 수준, 그리고 구매자의 협상력 모두를 점진적으로 증가하게 만드는 핵심적인 요인이 될 수 있다. 이러한 주장은 첨단 IT에 의해 가능해진 보다 정확하고 적절한 정보 공유로 인하여 공급자의 재고 수준 및 재고 비용이 감소하며, 이러한 감소가 IT 수준과 구매자의 협상력 간 강화루프를 형성하는데 중요한 역할을 하고 있음을 의미한다. 이는 공급사슬 다이내믹스가 구매자-공급자 관계와 IT 수준 사이의 관계에 중요한 영향을 미칠 수 있음을 의미한다. 결론적으로, 위의 주장은 구매자-공급자의 관계가

어느 한쪽이 이득을 보면 다른 한쪽은 반드시 손해를 보는 제로섬 게임은 아니라는 것을 의미한다. AlliedSignal사의 자재 담당 부사장 John Gossman은 “앞으로의 경쟁은 더 이상 기업 대 기업 간의 경쟁이 아니라, 공급 사슬 대 공급 사슬 간의 경쟁”이라고 강조하고 있으며 (Gossman, 1997), 이는 구매자와 공급자가 모두 생존할 수 있는 윈-윈 전략의 중요성을 부각시킨다. 위에서 살펴본 본 연구의 결과들은 이러한 윈-윈 공급사슬관리전략의 존재 가능성을 제시해 주고 있다.

본 연구의 결과는 견제적 구매자-공급자 관계에 대한 정보공유의 의미에 대해서도 중요한 시사점을 제시한다. Dyer 등 (1998)은 실증연구를 통해 견제적 관계 유형에 가까운 미국의 공급자 관리 모델에서는 구매자와 공급자 간 정보공유의 수준이 낮고, 반면 전략적 제휴 유형에 가까운 한국과 일본의 공급자 관리 모델에서는 정보공유의 수준이 높았으므로 분석하였다. 그러나 흥미롭게도 본 연구의 결과는 견제적 구매자-공급자 관계를 효과적으로 구축하기 위해서는 구매자와 공급자 간 높은 수준의 실질적인 정보공유가 이루어져야 함을 보여주고 있다. 이는 전략적 공급자 관리 방법론 관점에서 본 연구가 제시하는 새로운 논점이라 할 수 있다.

또한, 구매자-공급자 관계에 대한 IT 영향은 기본적으로 공급자와 구매자의 관계를 제로섬 게임으로 바라보는 거래 비용 이론과 불완전 계약 이론 간의 충돌만으로는 설명할 수 없다. 본 연구의 결과는 공급 사슬 다이내믹스와 같은 다른 요인들이 보다 완벽한 구매자-공급자 관계 모형의 구축을 위해 고려되어야 함을 시사한다. 이는 제품 고객화 수준을 비롯한 다른 공급사슬 구조적 이슈들의 변화에 따라 앞의 분석 결과와는 다른, 보다 바람직한 제안들을 얻을 수 있는 가능성을 제공해 준다. 또한, 위의 구

조적 이슈들을 반영하는 매개변수들 사이의 상호작용으로 인하여 핵심 변수들의 반응이 달라질 가능성도 무시할 수는 없다. 이는 향후 연구에서 다루어질 것이다.

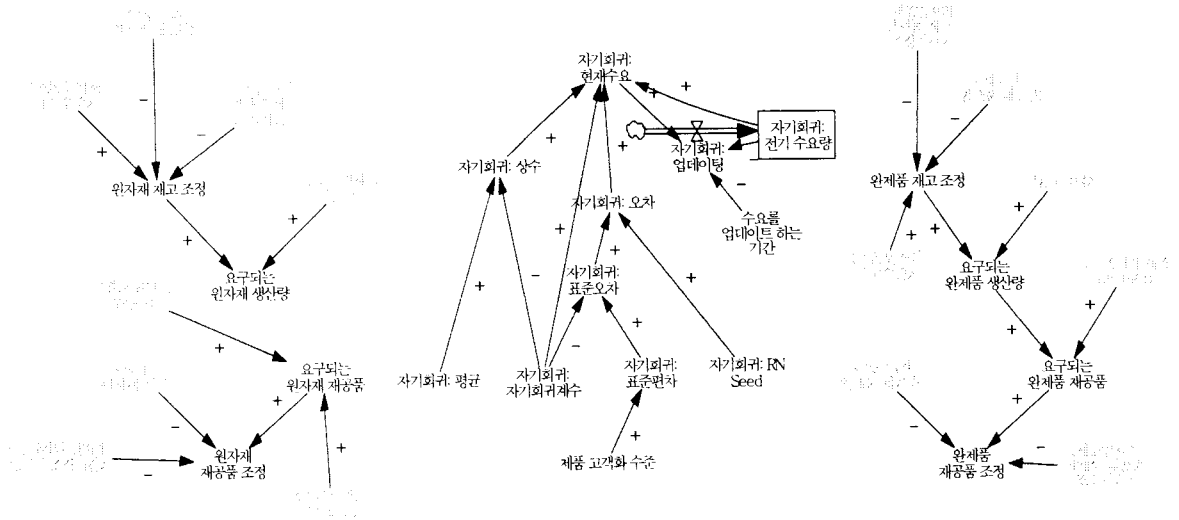
참고문헌

- Anderson, J.C., H. Hakansson, and J. Johansson (1994), “Dyadic Business Relationships within a Business Network Context,” *Journal of Marketing*, 58, October, 1-15.
- Bakos, J.Y. (1987), “Interorganizational Information Systems: Strategic Opportunities for Competition and Cooperation,” Ph.D. Dissertation, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.
- Bakos, J.Y. (1991), “A Strategic Analysis of Electronic Marketplaces,” *MIS Quarterly*, 15(3), 295-310.
- Bakos, J.Y., and E. Brynjolfsson (1993), “From Vendors to Partners: Information technology and incomplete contracts in buyer-supplier relationships,” *Journal of Organizational Computing*, 3(3), 301-328.
- Bardi, E.J., T.S. Raghunathan, and P.K. Bagchi (1994), “Logistics Information Systems: The Strategic Role of Top Management,” *Journal of Business Logistics*, 15(1), 71-85.
- Bensaou, B.M. (1999), “Portfolios of Buyer-Supplier Relationships,” *Sloan Management Review*, 40(4), 35-44.
- Bensaou, B.M. and N. Venkatraman (1996), “Not

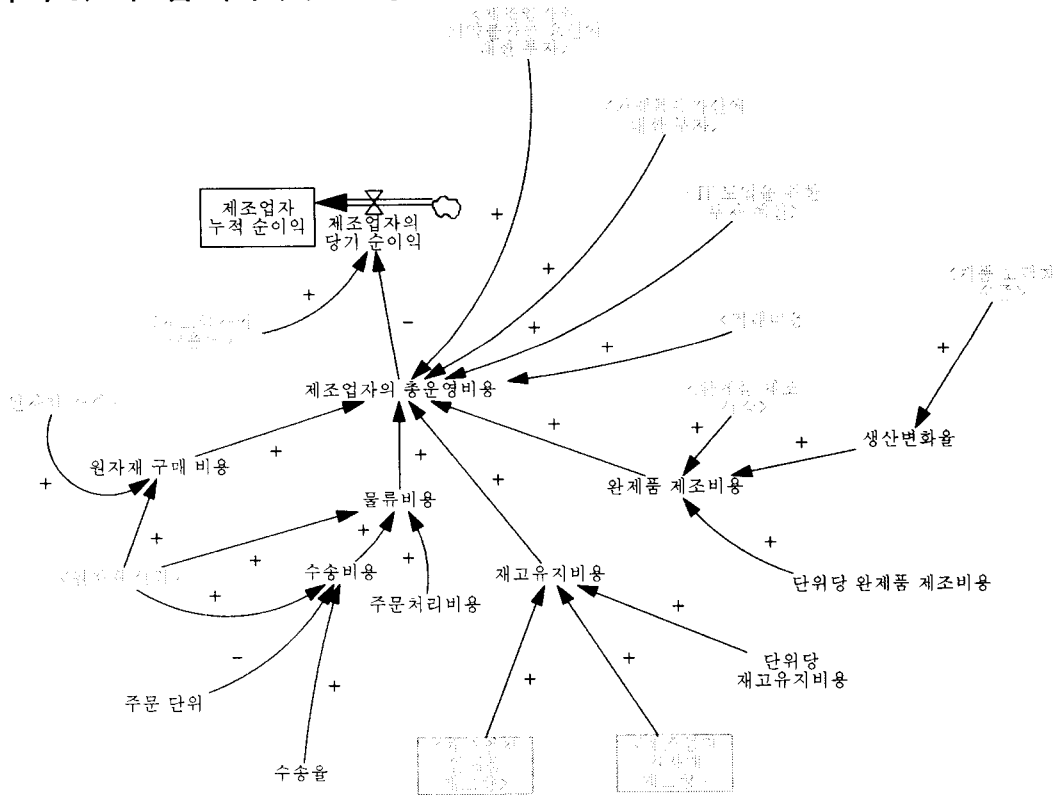
- by Partnership Alone: Managing a Portfolio of Relationships," INSEAD Working Paper.
- Bourland, K.E., S.G. Powell, and D.F. Pyke (1996), "Exploiting Timely Demand Information to Reduce Inventories," *European Journal of Operational Research*, 92(2), 239-253.
- Cachon, G.P. and M. Fisher (2000), "Supply Chain Inventory Management and the Value of Shared Information," *Management Science*, 46(8), 1032-1048.
- Carter, J.R. and R. Narasimhan (1995), *Purchasing and Supply Management: Future Directions and Trends*, Tempe, AZ: Center for Advanced Purchasing Studies.
- Chen, F. (1998), "Echelon Reorder Points, Installation Reorder Points, and the Value of Centralized Demand Information," *Management Science*, 44(12s), 221-234.
- Christopher, M. (1994), *Logistics and Supply Chain Management*, Burr Ridge, IL: Financial Times.
- Clemons, E.K., S.P. Reddi, and M. Row (1993), "The Impact of Information Technology on the Organization of Economic Activity: The "Move to the Middle" Hypothesis," *Journal of Management Information Systems*, 10 (2), 9-36.
- Coyle, R.G. (1977), *Management System Dynamics*, London: New York: Wiley.
- Eisenhardt, K.M. (1985), "Control Organizational and Economic Approaches," *Management Science*, 31, February, 134-149.
- Fisher, M.L. (1997), "What is the Right Supply Chain for Your Product?," *Harvard Business Review*, 75(2), March-April, 105-117.
- Forrester, J.W. (1961), *Industrial Dynamics*, Cambridge, MA: The MIT Press.
- Garvineni, S., R. Kapuscinski, and S. Tayur (1996), "Inventories in Supply Chains under Cooperation," Proceedings of INFORMS, Washington D.C.
- Gossman, J. (1997), Presentation to Supply Chain Management Council Meeting, Kellogg Center, Michigan State University.
- Grahovac, J. and A. Chakravarty (2001), "Sharing and Lateral Transshipment of Inventory in a Supply Chain with Expensive Low-Demand Items," *Management Science*, 47(4), 579-594.
- Hoekstra, S. and J. Romme (1991), *Integral Logistics Structures*, Industrial Press Inc.
- Janszen, F. (2000), *The age of innovation: making business creativity a competence, not a coincidence*, London: Financial Times Prentice Hall.
- Jones, D.T., P. Hines, and N. Rich (1997), "Lean Logistics," *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 27(3/4), 153-173.
- Keen, P. (1993), "Information Technology and the Management Difference: A Fusion Map," *IBM Systems Journal*, 32, 17-39.
- Kim, I.H. (1998), "Information Sharing In a Supply Chain," Working Project in Purdue University.
- Krajewski, L., and L. Ritzman (2000), *Operations Management: Strategy and Analysis*, 5th eds., Addison-Wesley.
- Lassar, W.M. and J.L. Kerr (1996), "Strategy and Control in Supplier-Distributor Relationships: An Agency Perspective," *Strategic Management Journal*, 17, 613-632.
- Lee, H.L., K.C. So, and C.S. Tang (2000), "The

- Value of Information Sharing in a Two-Level Supply Chain," *Management Science*, 46(5), 626-643.
- Lee, H.L., V. Padmanabhan and S. Whang (1997a), "The Bullwhip Effect in Supply Chains," *Sloan Management Review*, Spring, 93-102.
- Lee, H.L., V. Padmanabhan, and S. Whang (1997b), "Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect," *Management Science*, 43(4), 546-558.
- Levine, R. and H. Fitzgerald (1992), *Analysis of Dynamic Psychological Systems (2 vols.)*, New York: Plenum Press.
- Magee, J.F., W.C. Copacino, and D.B. Rosenfield (1985), *Modern Logistics Management*, John Wiley & Sons: New York.
- Malone, T.W., J. Yates, and R.I. Benjamin (1987), "Electronic Markets and Electronic Hierarchy," *Communications of the ACM*, 30(6), 484-497.
- Miller, D. (1987), "The Structural and Environmental Correlates of Business Strategy," *Strategic Management Journal*, 8, 55-76.
- Miller, D. (1988), "Relating Porter's Business Strategies to Environment and Structure: Analysis and Performance Implications," *Academy of Management Journal*, 31, 280-308.
- Moinzadeh, K. (2002), "A Multi-Echelon Inventory System with Information Exchange," *Management Science*, 48(3), 414-426.
- Pine, B.J., B. Victor, and A.C. Boynton (1993), "Making Mass Customization Work," *Harvard Business Review*, (Sept.-Oct.), 108-119.
- Porter, M.E. (1980), *Competitive Strategy*, New York, NY: The Free Press.
- Richardson, G.P. (1991), *Feedback Thought in Social Science and Systems Theory*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia.
- Sterman, J.D. (2000), *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, Boston: Irwin McGraw Hill.

전략적 공급선 다변화를 위한 정보기술의 역할



〈부록 3〉 시스템 다이내믹스 도형(3)



The Role of Information Technology for Strategic Supply-line Diversification

Soo Wook Kim*

Abstract

This research is motivated by the following two research propositions. First proposition is that information technology may have a role in actualizing the effect of strategic supply-line diversification. Second is that the establishment of efficient arms-length inter-firm relationship should be implemented taking into consideration the interactive, feedback relationships among IT level, buyer-supplier relationship, and supply chain dynamics. Through a system dynamics model that incorporates three feedback loops, this paper tests the validity of the above propositions.

Three kinds of feedback relationships are derived from prior literature. First is the mutual, positive feedback relationship among IT level, the number of suppliers, and buyer's bargaining power from the perspective of transaction cost theory. In other words, the continuous deployment of advanced IT ultimately can lead to perfect competition in an electronic market among a firm's suppliers by reducing transaction costs. As a result, such electronic market structure can enable further deployment of more advanced IT by the buyer. Second is a negative feedback relationship among IT level, the number of suppliers, and buyer's bargaining power from the perspective of "incomplete contract theory," which leads to a different and divergent view. Succinctly, the continuous deployment of advanced IT cannot lead to persistent increase in the number of suppliers due to the increased burden for non-contractible investment by the buyer. Consequently, this perspective suggests that the continuous improvement of IT level stemming from declining transaction costs is not possible. Third is a negative feedback relationship among information sharing by advanced IT, product customization level, and supply chain dynamics. Such negative feedback relationship

* Professor, College of Business Administration, Seoul National University

suggests that information sharing by the utilization of advanced IT may not guarantee persistent cost reduction or profit increase throughout the supply chain, and that the effect of information-sharing can be different depending on the detailed characteristics of SCM system including product customization level. The effect of IT investment in supply chain management can be different depending on the interaction among the above three feedback relationships representing IT effect on buyer-supplier relationship and reflecting IT effect on supply chain dynamics. In other words, depending on how the described feedback relationships affect each other or which feedback relationship mostly dominates, the effect of IT investment can be different.

From the above argument, we address the following research questions:

- 1) In studying IT effects on buyer-supplier relationship, which of the theories - Transaction cost theory or incomplete contract theory - is more useful?
- 2) How does IT effects on supply chain dynamics help resolve the apparent contradiction between transaction cost theory and incomplete contract theory regarding IT's effect on buyer-supplier relationship?

By answering these two research questions, we contribute to a fuller understanding of the role of information technology as a means for actualizing arms-length inter-firm relationship.

Simulation results from the SD model runs indicate that continuous deployment of advanced IT can lead to competition among numerous suppliers in the electronic market, and such electronic market structure can enable the buyer to persist in the deployment of advanced IT. That is, the results suggest that there is a mutual positive feedback relationship between IT level and the buyer's bargaining power, *confirming transaction cost theory perspective* in these dynamic relationships. This also identifies the validity of the proposition that advanced IT may effectively actualize arms-length inter-firm relationship. Such positive feedback relationship, however, is not derived solely from the relationship between IT level and the bargaining power of the buyer. The model results show that the decrease in the supplier's inventory level and inventory cost due to more accurate and timely information sharing by advanced IT plays a significant role in the positive feedback relationship between IT level and the buyer's bargaining power. This implies that supply chain dynamics may have a significant influence on the relationship between IT level and buyer-supplier relationship, thus supporting one of this paper's key research propositions.

The results imply that the buyer-supplier relationship may not necessarily be a zero-sum

game. This observation underscores out the importance of a win-win strategy in which both buyer and supplier can co-exist. This paper's results suggest the possibility of such a win-win SCM strategy. Also, the results of this paper provide that high levels of information sharing between the buyer and the supplier might play a crucial role in effectively utilizing arms-length inter-firm relationship. This brings out the importance of advanced IT deployment for strategic supplier management.

Key words: Information Technology, Arms-Length Relationship, Supply Chain Structure, Feedback Relationship, System Dynamics