

## SCM 차원에서 RFID 기술 도입에 따른 ROI 분석 모형에 관한 연구 ROI model for the adoption of RFID technology in SCM

김정영  
(고려대학교 경영학과)

### Abstract

RFID(Radio Frequency Identification: 라디오 주파수 인식)란 라디오 주파수를 활용해서 무선으로 사물을 인식하는 것을 의미한다. RFID 기술을 구성하는 기본 요소는 태그, 안테나, 리더 등이다. 본 연구에서는 이러한 RFID 기술의 기본 요소와 더불어 인식된 사물의 정보를 광범위하게 구축되어 있는 유·무선 네트워크와 연결하여 활용할 수 있는 모든 기술을 RFID 기술로 정의하였다. 비록 최근에 RFID 기술이 여러 분야에서 큰 이슈로 떠오르고 있지만, 실제 RFID 기술은 오래전인 2차 세계대전에 영국군의 자국 전투기 식별을 위해 이미 활용되고 있었다. 그러나 그 당시에는 RFID 기술의 구성 요소인 태그나 리더의 값이 고가였기 때문에 특정 분야에 한해 RFID 기술을 적용할 수 있었다.

그 이후에 1990년대에 이르러 RFID 기술은 가축관리, 컨테이너관리, IC 카드 등 점차 다른 분야로 적용이 확대되기 시작했다. 특히 반도체 기술의 발전이 급속도로 이루어진 1990년대 말을 기점으로 RFID 기술에 대한 연구가 활발히 이루어져, 현재에는 SCM(Supply Chain Management), 국방, 의료, 교통, 환경, 동물관리, 홈 네트워크 등 다양한 분야에 적용이 가능한 기술로 평가되고 있다.

특히, SCM에 있어서 RFID 기술 도입은 큰 과급효과가 예상되고 있다. SCM을 구성하는 기업들은 RFID 기술 도입을 통해 제품의 가시성(visibility)과 추적성(traceability)을 확보할 수 있게 된다. 기업들은 자신의 제품이 현재 어디에 있으며 어떠한 경로를 통해 그 자리에 이르렀는지를 실시간(real time)으로 확인 가능하게 된다. 미국의 월마트社와 영국의 메트로社 같은 선진 유통 기업들은 실증연구를 통해 RFID 기술 도입이 비용 절감과 함께 고객 서비스 향상을 도모할 것이라는 결론을 내린 바 있다. 또한 현재 초기단계이기는 하지만, 실제 RFID 기술을 도입하여 운영 중에 있다.

국내에서도 정부주도 하에 RFID 기술에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있으며, 지난 2004년에 유통 물류 분야의 1차 시범사업을 완료하였다. 그러나, 이러한 국내·외의 적극적인 도입 움직임에도 불구하고 국내에서는 아직 RFID 기술 도입이 SCM(Supply Chain Management)에 있어서 구체적으로 어떠한 영향을 미치는가에 대한 연구가 거의 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 특히 RFID 기술 도입 의사결정자에게 제공될 수 있는 정량적인 ROI 분석 모형에 관한 연구는 시급한 과제로 떠오르고 있다. 따라서 본 연구에서는 SCM 차원에서 RFID 기술 도입에 따른 ROI 분석 모형을 제시하고 적용해 보고자 한다.

### 1. 서론

Alvin Toffler는 그의 저서 'The Third Wave'에서 뉴 밀레니엄 시대의 변화 중에서 괄목할 만한 것 중 한 가지는 물리적 국경을 넘어선 다국적 기업과 초 국가적 조직망(Transnational Network)의 출현 및 성장이라고 기술하였다. 그의 예상대로 현재 정보통신기술의 급격한 발전으로 인해 세계화와 함께 모든 경제 활동영역에서 초 국적화가 급속도로 진행되고 있다. 이러한 변화는 기업에게 있어서 글로벌 경쟁 시대의 도래를 의미한다.

글로벌 경쟁 하에서 초기의 몇몇 기업은 SCM 이라는 경영기법을 활용하여 변화에 대해 능동적이면서도 유연하게 대처할 수 있었다. 그러나 공급사슬의 중요성을 인식하지 못한 기업들은 더 이상 변화에 적응하지 못하게 되었다. 현재에는 대부분의 기업들이 SCM의 중요성을 인식하고 있으며, 다양한 분야에서 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

Davis[5]는 공급사슬의 구성요소를 원료의 공급, 공정을 통한 변환, 완제품으로서의 수요 등 3가지로 나누면서 개별기업의 관점에서 공급사슬의

관점으로 인식변화를 시도하였다. Handfield[6]는 공급사슬의 정의를 '원료의 구매부터 완제품으로서의 출하까지 전 과정에서 일어나는 물자와 정보의 흐름과 관련된 모든 활동'으로 인식하였다. Handfield의 정의에서 나타났듯이 공급사슬에서 주로 관리해야 할 대상은 물자와 정보이다. 물자와 정보를 관리하기 위해서 기업은 많은 비용을 지출하게 된다.

지금까지 SCM 상에서 기업들이 물자와 정보의 흐름을 관리하기 위해 사용해온 전통적인 방식은 바코드(barcode)와 이를 key로 활용하여 접근이 가능한 데이터베이스를 이용하는 것이었다. 그러나 바코드는 저장 가능한 정보의 용량이 제한적이며, 인식거리가 짧다는 단점을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 대안으로 요즘 활발하게 논의되는 것이 RFID 기술이다. 이 기술은 바코드가 가지고 있는 저장용량과 인식거리의 한계를 모두 보완해 줄 수 있을 뿐만 아니라, 공급사슬 상에서 다양한 기능과 서비스를 제공할 수 있으므로 기업의 가치창출에 더욱 기여할 수 있는 기술로 인식되고 있다. 때문에 국제적 연구 기관인 auto-ID Lab, EPC Global과 국제표준 제정기관인 ISO/IEC에서도 RFID에 대한 적극적인 연구 및 표준화 활동이 이루어지고 있다. 또한 다국적 기업인 Wal-Mart의 경우, 이미 여러 차례의 실증실험을 통해 올해부터 상위 100대 공급업체로부터 모든 상품에 대해 RFID 기술을 적용할 것을 요구하고 있다. 국내에서도 RFID 기술을 고부가가치 창출의 신기술로 인식하고 있을 뿐만 아니라, 활발한 연구와 다양한 분야에서의 시범사업이 본격적으로 진행 되고 있다.

그러나 이러한 관심의 증대와 활발한 연구에도 불구하고 국내에서는 아직 실증적인 RFID 기술 도입의 기대효과 분석이 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 유통 물류 기업의 입장에서 RFID 기술 도입은 많은 비용과 프로세스의 변화를 가져올 수 있기 때문에 효과에 대한 분석이 이루어지지 않은 상태에서 기술을 도입했을 경우, 오히려 예상치 못한 부작용과 손실을 초래할 수도 있다.

따라서 본 연구에서는 SCM 차원에서 RFID 기술 도입으로 인해 발생 가능한 다양한 기대효과를 분석해보고, 이를 바탕으로 정량적인 요소를 측정하여 ROI를 분석하는 모형을 제시하고 있다. 또한 제시된 모형에 국내 RFID 도입 시범사업을 통해 축적된 데이터를 적용하여 RFID 기술도입의 ROI를 산출하였다.

본 연구에서는 공급사슬을 구성하는 요소 중에서 제조업체, 유통/물류센터, 소매점에서 기대할 수 있는 요소들을 바탕으로 RFID 기술 도입 기대효과를 분석하였다. 또한 본 연구에서 RFID 도입에 따른 ROI 분석 모형은 유통 물류센터의 프로세스만으로 한정하여 적용하였다. 이러한 이유는 국내에서 실제 수집 가능한 데이터가 유통 물류 시범사업을 통해 산출된 것으로 제한되어 있고,

시범사업에서는 주로 유통/물류센터의 프로세스에 중점을 두고 RFID 기술을 적용하였기 때문이다. 그러나 향후 기술도입이 점차 가속화되고 실제 적용이 이루어 진다면 본 연구에서 제시한 분석 모형을 공급사슬 전반으로 확장하여 적용이 가능할 것으로 사료된다.

## 2. RFID 기술의 개요

### 1) RFID 기술의 개념

RFID 기술은 MEMS, IPv6, embedded system과 더불어 ubiquitous computing 환경 구축을 위한 기반기술 중 핵심적인 기술이다. Ubiquitous란 '(신은) 어디에서나 존재한다'라는 의미를 지닌 라틴어에서 유래한 단어이고, ubiquitous computing이란 '언제 어디서나 컴퓨터를 사용해 네트워크에 접속이 가능한 환경'을 의미한다. RFID 기술은 기본적으로 태그(tag), 안테나(antenna), 리더(reader), computer host 등으로 구성되며, 태그와 리더 사이의 교신을 위해 라디오 주파수(radio frequency)를 사용한다[1].

### 2) RFID 네트워크 시스템

초기에 RFID에 대한 연구는 시스템을 이루는 각 구성요소에 대한 기술적인 부분에 치중하였다. 그러나 현재, SCM에 있어서 RFID 기술 연구의 핵심은 시스템에 연결되는 어플리케이션과 네트워크에 관한 것이라고 할 수 있다. 단순한 무선 인식기능에 대한 활용도 나름대로 의미가 있지만, 어떠한 어플리케이션을 적용하고 어떤 방식으로 네트워크를 활용할 것인가에 따라 SCM 상에서 RFID 기술 적용은 엄청난 잠재력을 지니고 있다.

RFID 기본 기술을 응용하여 설계된 네트워크 시스템 중 현재 세계 표준으로 가장 유력하게 검토되고 있는 것이 EPC 네트워크 시스템이다. EPC 네트워크 시스템은 RFID 시스템 기반 하에 EPC(Electronic Product Code), savant computer, ONS(Object Name Server), PML(Physical Markup Language) 서버 등을 연계하여 구축이 가능한 시스템이다. 이는 일단 각 상품에 고유한 일련번호인 EPC를 부여하고 정보를 저장할 수 있는 ONS, PML 서버 등의 데이터베이스와 연동시켜 공급자/수요자 및 소비자가 상품의 정보를 열람 가능하게 하는 시스템이다[3]. SCM 상에서 RFID 기술 도입은 이러한 네트워크 시스템의 도입을 의미한다.

## 3. SCM 차원에서 RFID 기술 도입의 효과

### 1) 공급사슬 전반의 기대효과

MIT의 연구에 따르면 SCM 차원에서 RFID 기술 도입의 기대 효과는 상품의 가치성 향상, 재고감소, 자동 재고조사, 재고부족감소, 정확한

피킹/포장/선적보장, 정확한 수발, 도난감소, POS(Point of Sale) 자동화 등으로 나타났다[7]. <표 1>은 SCM 상의 RFID 기술 도입의 기대효과를 분석한 결과이다.

한 방법이 유통업체의 송증 상의 서명이기 때문에 비록 실제 잘못을 하지 않았더라도, 거의 대부분 제조업체에서 그 손해액을 책임져야 한다. 그러나 RFID 기술을 도입하면 태그와 리더를 통해 배송

<표 1> RFID 기술 도입에 따른 기대 효과

구 분	SCM 상의 변화	이익발생	비용절감
기 대 효 과	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 상품 가시성, 추적성 확보</li> <li>- 실시간 수요패턴 인지</li> <li>- 주문 사이클타임 감소</li> <li>- 팔레트의 혼적 배송가능</li> <li>- 수요예측의 정확성 향상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 매대 가동률 향상</li> <li>- 신제품 출시의 빈도 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 재고감소</li> <li>- 자동배송 확인</li> <li>- 보안성 강화</li> <li>- 자동 재고조사</li> <li>- 유통기한 관리의 효율성</li> </ul>

\* 자료 출처: EPC Global (<http://www.epcglobalinc.org>)

<표 1>에서 보는 바와 같이 RFID 기술 도입으로 인해 야기되는 SCM 상의 변화요소로는 상품의 가시성 및 추적성 확보, 실시간 수요패턴 인지, 주문 사이클 타임 감소, 팔레트의 혼적 배송가능, 수요예측의 정확성 향상 등이다. 그러나 이러한 요소는 RFID 기술이 도입으로 인해 기대할 수 있는 핵심적인 요소이기는 하지만, 각 요소별로 정량적인 측정을 하는 데에는 제한사항이 많다. 이익발생 요소는 매대 가동률의 향상과 신제품의 출시 등으로 나타났다. 매대 가동률의 경우 매장 내에서 RFID기술이 활용될 경우 기대해볼 수 있는 기대효과이고 신제품의 출시 빈도 증가 또한 정량적 측정이 어려운 요소이다. 마지막으로 비용절감 요소는 재고감소, 자동배송확인, 보안성 강화, 자동재고 조사 등이 있다. 비용절감 요소 중에서 재고 감소와 보안성 강화 분야도 정량적 측정에는 많은 제한사항이 따른다. 그러나 자동 배송 확인 및 재고조사 등은 실제 측정이 가능한 요소이다[7].

실제 국내 시범사업 에서도 SCM 상의 변화와 이익 발생 요소는 RFID 기술 도입의 기대효과에 대한 측정 요소로 고려하지 않았다. 비용절감 요소를 중심으로 RFID 기술 도입의 기대효과를 분석하였으며 특히 자동 인식으로 인해 기대할 수 있는 사항들이 주로 분석의 대상이 되었다.

## 2) 비용 절감효과

제조업체가 유통업체로 제품을 배송하게 되면 제품에 대한 법적인 소유권 이전 절차가 필요하다. 이것은 실제 유통업체가 물건을 받은 후 배송에 대한 송증확인 및 대조를 통해 이루어진다. 송증확인 및 대조절차는 보통 수작업이나 PDA 등으로 이루어지는데, 이 과정에서 제조업체가 보낸 수량과 유통업체가 받은 수량 사이에 불일치가 일어나기도 한다. 이러한 현상에 대한 원인은 제조업체의 오류일 수도 있고 유통업체의 오류일 수도 있다. 경우에 따라서는 책임의 소재가 누구에게 있는지 파악이 어려운 경우가 존재한다. 불일치 현상이 발생할 경우 현재로서는 배송확인의 유일

확인이 자동적으로 이루어진다. RFID 기술 도입을 통해 일단 수작업에서 발생할 수 있는 실수를 방지할 수 있다. 자동 배송확인은 또한 별도의 수량 확인과정을 필요로 하지 않기 때문에 시간을 절약할 수 있다. 결과적으로 제조업체는 배송확인의 실수로 인해 추가적으로 소요되는 제품에 대한 비용을 지불할 필요가 없을 뿐만 아니라, 동시에 유통업체와의 협상과 조정에 소요되는 시간과 비용을 줄일 수 있게 된다.

바코드기술은 제품의 도난방지에는 여타의 기여를 하지 못한다. 현재 EAS 태그가 CD제품과 의류 등에서 부분적으로 활용되어 도난방지에 역할을 하고 있지만, EAS 태깅을 위해서는 태그를 삽입, 제거 하는데 추가비용이 소요된다. 일부 산업에서는 고가의 디자인, 개발, 마케팅 비용을 들여 시장에 내놓은 제품이 위조된 모조품 때문에 많은 손실을 보는 경우가 발생한다. RFID 기술도입을 통해 제품의 수량과 위치를 파악할 수 있는 기술은 공급사슬 상에서의 보안, 모조품 제조 방지를 가능케 한다. 특히 auto-ID 기술은 각 단품(item) 별로 관리가 가능하기 때문에 도난에 대한 방지 기능은 우수하다. 또한 도난품의 경우 소유주가 누구인가에 대한 논란이 있을 수 있는데, auto-ID 기술은 고유한 제품의 소유권에 대해서도 정보를 제공해 주기 때문에 논란을 해결할 수 있는 열쇠가 될 수 있다[10].

현재 대부분의 기업들은 수작업으로 재고조사를 수행하고 있다. 이로 인해 장부 수량과 실제 수량과의 차이가 나는 경우가 발생한다. 만약 장부상에 기록되어 있는 것보다 실제 수량이 많은 경우에 문제가 발생할 수 있다. 그러나 더욱 심각한 상황은 실제 재고가 장부상에 기록 된 수량보다 부족하거나 아예 없는 경우이다. 이러한 경우 분실된 재고를 추적해야 한다. 실제 분실된 재고를 찾아낸다고 할지라도 추가적인 비용은 피할 수 없을 것이다.

식품류 가공업체들은 유통기한을 고려한 재고순환을 효율적으로 하지 못해서 비용을 초래하는 경우가 종종 발생한다. 이러한 업체들은 관리의 효율성을 높이기 위해 선입선출(FIFO: First In First Out)의 원칙에 입각한 창고관리를 해야 하지만, 대부분의 경우 가장 오래된 재고가 어디

있는지를 찾지 못하기 때문에 쉽게 이용할 수 있는 위치에 있는 재고를 이용하게 된다. 또한 특성에 따라서 먼저 입고된 것이지만 일정한 기간이 경과되어야 제대로 된 맛을 내기 때문에 나중에 출고되어야 하는 제품도 존재한다. 이러한 제품은 특정한 장소에 따로 보관하고 일반적인 제품과 다른 출고 절차에 의해 관리가 되어야 하므로 추가적인 비용이 발생할 수 있다. RFID 기술 도입으로 이러한 제품의 제조업체는 창고에 저장된 재고의 유통기한과 출고의 순서를 실시간으로 알 수 있게 된다. 그리고 RFID 시스템은 제품이 너무 일찍 혹은 순서에 맞지 않게 출고될 경우, 관리자에게 경고를 줄 수 있다. 특히 유통기한이 얼마 남지 않은 제품은 관리자에게 그 시기에 대한 경고를 하여 창고에서 수명을 다하는 일이 없도록 한다[10].

#### 4. RFID 기술의 ROI 모형

##### 1) 모형의 전제조건

본 연구에서 제시하는 모형은 RFID 기술이 유통 물류 분야에 적용되었을 때에 기대할 수 있는 ROI를 분석하는 것에 초점을 맞추고 있다. 때문에 인식률은 100%를 가정하고 있다. 이러한 가정을 두고 논란의 여지가 있을 것으로 보이지만, 현재 RFID의 기술적 문제점을 보완하기 위한 대안들이 다양한 분야에 걸쳐서 활발하게 제시되고 있기 때문에 곧 도입 가능한 분야들이 확대될 것으로 예상된다. 특히, RFID 인식률을 최대화 할 수 있는 물류 프로세스의 재설계, RFID 기술 적용을 고려한 제품 개발 등은 향후 인식률 제고에 좋은 성과를 보일 것으로 기대된다.

RFID 기술이 공급사슬 전반에 미치는 영향을 파악하기 위해서는 공급사슬 전반의 프로세스를 고려한 ROI 분석이 이루어져야 한다. 즉, 원자재의 소싱 단계에서부터 제조, 유통, 도·소매 단계까지 제품과 정보의 흐름을 고려하여 비용과 수익을 산출해야 한다. 그러나 본 연구에서는 공급사슬 단계 중 산업자원부의 유통 물류 시범사업을 통해 제시된 유통 물류센터(DC: Distribution Center)의 프로세스만을 대상으로 ROI 모형을 구성하였다. 향후 RFID 기술 적용이 공급사슬 전반에 확대될 경우 본 모형의 확장을 통해 공급사슬 전반의 ROI 분석이 이루어질 수 있을 것으로 기대된다.

또한 본 연구에서는 RFID 기술 도입에 따른 효과 중 측정이 가능한 정량적인 요소를 중심으로 ROI를 산출하였다. 예를 들어 재고감소 효과, 도난 방지효과, 재고부족 감소효과 등은 RFID 기술 도입으로 인해 얻을 수 있는 중요한 이득이긴 하지만 현재 상황으로는 측정이 제한되기 때문에 고려 대상에서 제외되었다. 본 연구에서 고려된 요소는 RFID 기술적용으로 기대할 수 있는 입·출고 검수 프로세스의 개선, 재고조사 프로세스의 개선, 피킹과 선적 프로세스의 개선 등을 고려하여 ROI를 산출하였다.

##### 2) ROI 분석절차

RFID 기술 도입에 따른 ROI 분석은 3단계의 절차를 통해 이루어진다.

<표 5>은 ROI 분석모형의 절차를 나타낸 것이다. 표에서 보는 바와 같이 모형은 먼저 RFID 도입 전·후의 프로세스 분석이 이루어지고 이를 바탕으로 RFID 기술의 가치를 산출한다. 마지막으로 RFID 기술이 수반하는 비용을 산출하고 2단계에서 산출된 가치와 비용을 비교하여 최종적으로 ROI를 산출하게 되는 것이다.

<표 2> ROI 분석모형의 절차



##### (가) RFID 도입 전·후의 프로세스 분석

본 연구에서는 RFID 기술 도입 전·후의 프로세스 분석을 위하여 프로세스 분석도구들을 살펴보았다. 공급사슬에 대한 프로세스 분석이 가능한 도구로써 활용되고 있는 것은 SCOR(Supply Chain Operations Reference)모델이다. SCOR은 Supply-Chain Council이 개발한 모델로써 공급사슬 전반의 성과를 측정하기 위해 활용이 가능한 모델이다. SCOR 모델은 제시되는 KPI(Key Performance Indicator)를 활용하여 기업의 성과를 측정하고, 참조모델을 벤치마킹하여 프로세스를 개선하는 것에 중점을 두고 있으며 개선 분야를 직접적으로 파악할 수 있다는 장점을 가지고 있다[2]. 그러나 현재 RFID 기술은 초기 도입단계이기 때문에 표준화된 KPI가 산출되어 있지 않고, 참조 모델 또한 구축되어 있지 않은 상태이다.

그래서 본 연구에서는 프로세스 분석도구로써 PH(Process Handbook)의 개념을 활용하였다. PH는 MIT 대학 Sloan에서 개발한 비즈니스 프로세스에 관한 데이터베이스이다. MIT Sloan은 프로세스 설계 및 관리를 위한 참조 데이터베이스를 구축하여 활용할 목적으로 1991년부터 PH 프로젝트를 수행하였다[8]. 오랫동안 지속적으로 데이터들이 축적되었기 때문에 PH에는 많은 비즈니스 관련 프로세스가 존재한다. 현재까지 축적된 프로세스는 약 5000개 정도이며 각 프로세스들은 세분화된 것들이다. 본 연구에서 PH를 선택한 이유는 별도의 비용 없이 세분화된 다양한 프로세스를 참고할 수 있을 뿐만 아니라 PH의 프로세스 표현 방법론이 ROI 분석에 용이하기 때문이다. PH의 프로세스 데이터베이스는 인터넷을 통해 공개되어 있기 때문에 누구나 활용이 가능하다. PH의 활용에 관한 내용은 Thomas W. Malone이 저술한 "Organizing Business Knowledge: The MIT Process Handbook p14-25(2003)"에 자세히 기술되어 있다[9].

**(나) RFID 기술의 가치산출**

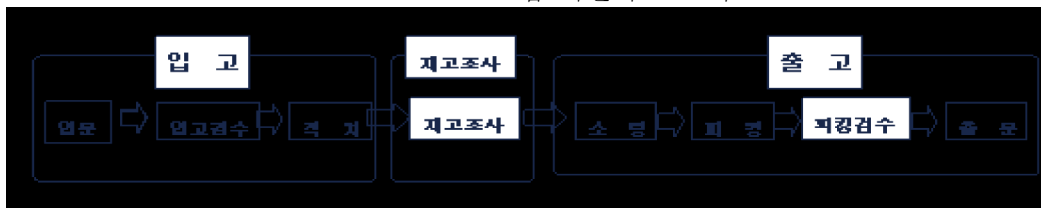
RFID 기술 도입 전·후의 프로세스 분석이 이루어지면 이를 바탕으로 RFID 기술의 가치를 평가하는 절차가 진행된다. 여기에서 언급하고 있는 가치란 ROI 분석을 위한 수익(return)을 의미한다. 본 연구에서 RFID 기술의 가치산출을 위한 KPI는 DC에서 팔레트 1개를 처리하는데 걸리는 시간으로 정의하였다. 이러한 KPI를 바탕으로 소요시간에 따른 비용요소들을 고려하여 RFID 기술 도입 전·후의 비용차이를 측정하였다.

**(다) 비용산출 / ROI 분석**

ROI 분석을 위해 요구되는 투자비용과 수익 요소 중 수익은 이전의 RFID 기술의 가치산출을 통해 완료되었다. 이제 남은 것은 비용산출인데, 이는 다양한 비용요소를 최대한 고려하여 산출해야 한다. 본 연구에서는 유통 물류 시범사업을 통해 확인된 요소들을 감안하여 비용을 산출하였다.

투자에 따른 비용과 수익이 결정되면 이 두 요소를 비교하여 ROI 산출이 가능하다. 본 연구에서는 향후 7년간의 수익과 비용을 계산하여 ROI를 분석하는데, 이때 자본비용을 할인율로 적용하여 NPV(Net Present Value)로 최종 ROI를 산출하였다. 이러한 과정에서 추가적으로 RFID 기술 도입의 BEP(Break-Even-Point)가 몇 년 차에 나타나는지를 확인 할 수 있었다.

<표 3> RFID 도입 이전의 프로세스



**5. ROI 모형의 적용**

**1) 모형의 적용대상: 삼성테스코 컨소시엄**

전술한 바와 같이 국내에서 유통 물류 분야에 RFID 기술을 실제 적용한 사례는 아직 보고된 바 없다. 다만 2003년 12월 말부터 2004년 8월까지 산업자원부 주관 하에 실시된 유통 물류 분야 시범사업이 최초의 적용사례라고 볼 수 있다[4]. 산업자원부의 시범사업 이후 정부주도하에 공공분야를 중심으로 한 시범사업과 민간 기업을 중심으로 한 시범사업이 본격적으로 수행되었지만, 아직 진행단계에 있다. 때문에 본 연구에서는 산업자원부의 유통 물류 분야 시범사업을 적용 대상으로 ROI 모형을 적용하였다. 특히 삼성테스코 컨소시엄은 공급사슬 구성원인 제조업체와 유통업체가 주요 구성원이기 때문에 본 모형을 적용하기에 좋은 환경을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 산업자원부 주관 하에 실시된 유통 물류 시범사업자 중 삼성테스코 컨소시엄을 대상으로 모형을 적용하였다.

삼성테스코 컨소시엄은 주관사업자인 삼성테스코, 공급업체인 동서식품과 유한킴벌리, 팔레트 제조업체인 한국팔레트폴, RFID 시스템 구축업체인 이씨오 등 5개 업체로 구성되었다. RFID 기술은 동서식품과 유한킴벌리가 삼성테스코에 납품하는 제품 중 일부를 선별하여 팔레트와 박스 단위로 적용하였다. 시범사업에서는 실제 팔레트 단위의 RFID 기술 적용에 초점을 맞추고 있었으며, 박스단위의 적용은 차후 2차 시범사업을 위한 준비작업으로 진행되었다. 시범사업에서는 먼저 공급업체인 동서식품과 유한킴벌리의 DC에서 RFID 태그가 부착된 팔레트에 상품을 적재하여 입·출고를 수행했다. 또한 공급업체에서 RFID 태그가 부착된 채로 출고된 상품이 삼성테스코의 DC에 다시 입·출고 되는 과정에서 RFID 네트워크 기술을 적용하였다. 이를 통해 시범사업 팀은 상품이 적재된 팔레트가 공급업체의 DC에 입고되는 시점부터 삼성테스코 DC에 이르는 시점까지의 상품의 이동경로 상의 가시성을 확보하는데 성공을 거두었다.

본 연구에서는 이러한 과정 중에서 동서식품의 DC에서 진행되었던 입·출고 및 재고조사 프로세스를 기반으로 RFID의 ROI를 산출하였다.

**2) 모형의 적용**

**(가) RFID 도입 전·후의 프로세스 분석**

RFID 기술이 도입되기 전 삼성테스코 컨소시엄의 구성원인 동서식품의 DC에서는 <표 3>과 같은 프로세스가 진행되고 있었다. 물품이 적재된 차량이 DC에 입문해서 삼성테스코의 목천 DC로 출고되는 과정에서 입고, 재고조사, 출고와 관련된 일련의 활동들이 일어나고 있었다.

입고는 다시 입문, 입고검수, 적치 등의 세 가지 활동으로 나뉘어 진다. 또한 창고에 보관 물품을 정확히 관리하기 위해 매일 1회 이상의 재고조사가 시행된다. 마지막으로 출고가 결정되면 일단 소팅을 하고 소팅된 물품을 피킹하게 된다. 이 때 역시 피킹이 올바르게 되었는지를 검수하는 과정이 요구된다. 마지막으로 차량에 물품을 적재하여 출문하게 된다. 그러나 이러한 수준의 프로세스 분석으로는 실제 ROI 분석을 하는데 한계가 있기 때문에 프로세스를 더욱 세분화 하는 작업이 필요하다. 프로세스 세분화를 위해 PH의 데이터베이스를 검색해 보고, DC에서 적용이 가능한 프로세스를 선별하였다. 그리고 현장의 업무 절차를 관찰하고 PH에서 참고한 프로세스를 바탕으로 DC

의 프로세스를 1차 세분화 하였고, 그 결과는 <표 4>로 나타났다.

<표 4> 프로세스 1차 세분화 결과



<표 4> 에서 보는 바와 같이 처음에 8단계로 이루어진 프로세스가 21단계의 프로세스로 세분화 되었다. 프로세스 세분화 과정을 통해 더욱 세밀한 프로세스의 이해와 함께 향후 RFID 기술 도입으로 인해 재설계 되어야 할 요소에 대해서도 어느 정도 예상할 수 있게 되었다. 그러나 아직도 세분화 될 수 있는 요소가 존재하기 때문에 1차 세분화와 동일한 방법으로 2차 세분화를 시도하여 최종적으로 50여개의 프로세스로 상세화 되었다.

RFID 기술이 도입되면서 동서식품 DC의 프로세스는 <표 5>와 같이 재설계되었다. 시범사업이라는 한계 때문에 앞에서 언급한 RFID 기술 중심의 전사적인 프로세스 재설계는 이루어지지 않았다. 그림에서 보는 바와 같이 실제 자동화에 의해 발생하는 효과를 중심으로 프로세스가 변환 되었다. RFID 기술이 도입되면서 자동화 기능과 비접촉식 인식기술 활용이 가능해졌기 때문에 동서식품 DC에서는 입고검수, 재고조사, 출고검수 등의 과정에 있어서 시간이 나 노력이 극적으로 감소되었다.

RFID 기술 도입 전의 프로세스 세분화와 같은 방법으로 RFID 도입 이후의 프로세스를 12개의 프로세스로 1차 세분화 하였고, 이를 다시 30여개의 프로세스로 2차세분화 하였다.

**(나) ROI 분석을 위한 가치(return)산출**

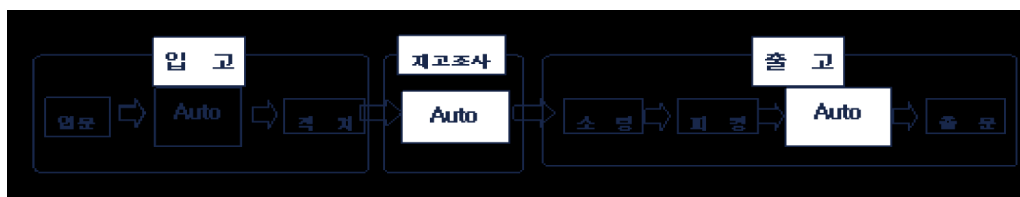
ROI 분석을 위해서는 먼저 RFID 기술 도입에 따른 가치, 즉 수익이 산출되어야 한다. 가치산출을 위해서는 무엇보다도 KPI를 정의하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 KPI를 ‘팔레트 1개를 처리하는데 걸리는 시간’으로 정의하였다. 동서식품 DC의 RFID 기술 도입에 대한 가치를 산출하기 위해 RFID 기술도입 전·후 각각 세분화 과정이 완료된 최종 프로세스를 활용하여 팔레트 1개를 처리하는 걸리는 시간을 측정하였다. 측정 결과 RFID 기술 도입 전에 DC에서 팔레트 1개를 처리하는 데 걸리는 시간은 300초, 도입 이후의 팔레트 1개 처리 시간은 126초로 나타났다. 산출된 KPI와 팔레트 1개를 처리하는데 드는 비용요소를 반영하여 최종적으로 RFID 기술 도입에 대한 가치를 계산할 수 있었다. 주당 5000개의 팔레트를 처리하는데 요구되는 시간을 RFID 기술 도입전과 후로 각각 나누어 계산한 결과, 도입 이전에는 처리하는데 417 시간이 요구 되었고, 도입 이후에는 같은 양의 팔레트를 처리하는데 172 시간이 소요되었다.

팔레트 처리시간이 결정되면, 팔레트 처리 비용을 RFID 도입 전·후로 나누어 계산할 수 있게 된다. 팔레트 처리비용 계산 시 고려해야 할 요소는 시간당 지게차 운영직원의 임금, 시간당 지게차 유지/보수 비용, 개당 바코드 label 비용, 시간당 재고조사 직원의 임금 등이다. 이러한 요소를 감안하여 계산된 RFID 기술의 가치는 연간 303,021,333원으로 나타났다. 이 결과 값은 동서식품 DC에서 RFID 기술을 도입하여 주당 팔레트 5000개를 처리 시에 얻게 되는 1년 동안의 총 가치(return)를 의미한다.

**(다) 투자비용 산출 및 ROI 분석**

RFID 기술 도입에 따른 가치가 산출되었기 때문에 이제 투자비용을 산출하면 ROI 분석이 가능해진다. 투자비용을 산출하는 과정은 우선 비용을 구성하는 요소들을 정의하고 각 요소의 값을 대입하여 산출된 각 요소별 투자비용을 모두 합산하는 순서에 의해 진행된다. 마지막으로 전술한 바와 같이 최종 ROI 산출은 7년간의 총 투자수익률을 현금 할인하여 최종적으로 ROI를 산출하였다.

<표 5> RFID 도입 이후의 프로세스





투자비용 산출을 위해서는 먼저 어떤 요소를 비용으로 반영할 것인가를 결정해야 한다. 즉, 투자비용 산출을 위한 요소를 정의하고 이 값에 대해 산출 할 수 있어야 한다. <표 6>은 본 사례에서 적용 가능한 비용요소를 정의한 것이다. 여기에서 정의된 비용요소는 RFID 기술 도입으로 인해 수반되는 모든 요소가 반영될 수 있도록 최대한 고려한 것이다. 표에서 나타난 바와 같이 비용요소의 속성은 고정된 상수와 1년 단위로 변하는 변수로 구분된다.

<표 6> ROI 산출을 위한 비용요소

비용 요소	의미 및 적용 값	
상수	자본비용	현금 할인율: <b>9%</b>
	판매증가율	DC를 운영하는 업체의 연간 판매증가율: <b>4%</b>
	세율	매출액에 대한 세율: <b>10%</b>
	태그 비용의 burden rate	태그는 공급사슬 전반에 활용되므로 DC에서는 부분적 가치가 활용됨: <b>25%</b>
	리더 비용의 burden rate	리더는 일단 설치되면 이동이 없으므로 DC에서 모든 가치가 활용됨: <b>100%</b>
	안테나 비용의 burden rate	안테나의 경우도 설치되면 이동이 없으므로 DC에서 모든가치가 활용됨: <b>100%</b>
	시스템 통합 비용의 burden rate	시스템 통합 비용은 공급사슬 전체 시스템 통합을 해야 하기 때문에 DC에서는 부분적 가치 활용: <b>25%</b>
유지/보수, 기타 비용의 burden rate	유지/보수 및 기타 비용은 RFID 시스템 전반에 관련됨: <b>25%</b>	
변수	태그 비용	태그 1개의 가격: <b>1,250원</b>
	태그의 수요량	연간 태그의 수요량: <b>520,000개</b>
	리더 비용	리더 1개의 가격: <b>2,000,000원</b>
	리더의 수요량	연간 리더의 수요량: <b>3개</b>
	안테나 비용	안테나 1개의 가격: <b>250,000원</b>
	안테나의 수요량	연간 안테나의 수요량: <b>6개</b>
	시스템 통합 비용	기존 시스템과 RFID 시스템 통합 비용: <b>50,000,000원 (1회)</b>
	유지/보수/기타비용	RFID 시스템의 연간 유지/보수비용: <b>55,000,000원 (매년)</b>
감가 상각율	RFID 시스템 비용 중 고정비용에 대한 감가 상각율: <b>33% (3년간)</b>	

앞서 RFID 기술이 가져오는 총 가치와 시스템 구축 및 유지를 위한 총 비용이 모두 산출되었기 때문에, 이제 이 값을 활용하여 ROI를 계산하면 된다. ROI 산출 시에는 현금 할인율을 적용하여 향후 7년간의 ROI를 계산하였다. 다음 장의 <표 7>은 현금할인율을 적용하여 산출된 최종 ROI 결과 값이다. ROI 분석결과 7년 동안의 ROI는 총 169%로 나타났다. 그리고 BEP(Break Even Point)는 3년차 중반 이후로 나타났다. 산출된 ROI 결과 값은 향후 RFID 기술이 지속적으로 발전하여 그 시장규모가 확장될 것이라는 가정에 의해 산출된 결과이다. RFID 산업의 국내 및 세계 시장 전망이 매우 긍정적이기 때문에 169%라는 수치는 우리에게 시사하는 바가 많을 것으로 사료된다.

## 6. 결론 및 연구의 한계

현재 국내 유통 물류 산업에 있어서 RFID 기술에 대한 붐이 일고 있다. 비단 유통 물류 분야 뿐만 아니라, ubiquitous와 이에 관련된 기술들은 다양한 산업 분야에서 핫 이슈로 부각되고 있다. 그만큼 RFID 기술이 많은 문제를 해결할 수 있을 것으로 기대하고 있으며, 실제 적용이 이루어진다면 과급효과는 상상하기 힘들 정도로 거대하다는 것이 전문가들의 예상이다. 그러나 아직 실제 도

입에 있어서는 기술적인 문제, 사생활 침해문제, 국제 표준의 문제, ROI 검증문제 등 해결해야 할 과제가 많이 있다. 본 연구에서는 제한적이거나 국내에서 최초로 시행된 시범사업을 토대로 ROI 모형을 제시하고 검증하였다. 그러나 시범사업에서는 RFID 기술을 적용함에 있어서 여러 가지 제한 사항이 존재하고 있었다. 특히, 공급사슬 전반에 걸친 RFID 기술적용이 이루어지지 못하였고 팔레트 단위 위주로 네트워크 시스템 검증이 이루어졌다. 때문에 본 연구에서도 SCM 전반에 걸친 ROI 분석을 해내지 못하고 공급업체 DC만을 고려하여 ROI 모형이 제시되고 분석이 이루어졌다. 향후 국내에서 공급사슬 전반에 걸쳐 RFID 기술 도입이 검토 될 경우 이러한 문제는 해결할 수 있을 것으로 기대된다.

<표 7> ROI 분석 결과

	Year						
	1	2	3	4	5	6	7
RFID의 가치	303,021,333	315,142,187	327,747,874	340,857,789	354,492,101	368,671,785	383,418,565
가치 합계(㉑)	303,021,333	315,142,187	327,747,874	340,857,789	354,492,101	368,671,785	383,418,565
<b>RFID 구축비용</b>							
태그 (㉒*㉓*㉔)	162,500,000	148,720,000	105,456,000	58,492,928	30,416,322	15,816,488	8,224,573
리더 (㉕*㉖)	6,000,000	0	0	0	0	0	0
안테나 (㉗*㉘)	1,500,000	0	0	0	0	0	0
유지/보수/기타(㉙*㉚)	12,500,000	12,500,000	12,500,000	12,500,000	12,500,000	12,500,000	12,500,000
합 계 (㉛)	182,500,000	161,220,000	117,956,000	70,992,928	42,916,323	28,316,488	20,724,574
<b>고정자산 비용</b>							
시스템통합 (㉜*㉝)	1,375,000	0	0	0	0	0	0
합 계	13,750,000	0	0	0	0	0	0
<b>세금 및 기타 비용</b>							
감가상각비(㉞)	4,537,500	4,537,500	4,675,000	0	0	0	0
세금 $(\{㉟ - (㊱ + ㊲)\} * ㊳)$	11,598,383	14,938,469	20,511,687	26,986,481	31,157,578	34,035,530	36,269,408
합 계	11,598,383	14,938,469	20,511,687	26,986,481	31,157,578	34,035,530	36,269,408
비용 합계(㉞)	207,848,383	176,158,469	138,467,687	97,979,414	74,073,900	62,352,017	56,993,982
순이익 (㉟=㉑-㉞)	95,172,950	138,983,718	189,280,187	242,878,375	280,418,200	306,319,767	326,424,674
순이익의 현재가치 (㉟* $(1/(1+㊴)^{\text{year}-1})$ )	95,172,950	127,507,998	159,313,346	187,546,669	198,655,328	199,086,831	194,636,368
총 이익(㊵)	1,161,919,485						
총 투자비용(㊶)	688,649,225						
ROI ((㊵/㊶)*100)	169 %						

참고 문헌

[1] 권영빈, 변상기, 정민화, 「RFID 유통물류 정보화 도구」 p14-18, 한국유통물류진흥원 (2003. 12)

[2] 권오경, 「SCM 성과평가모델의 구축과 활용」 p15-17, 한국유통정보센터(2003)

[3] 전성태, 「2004년도 RFID 기술 및 관련정책 연구」, 한국전산원 (2004. 11)

[4] 「유통물류산업 RFID 시범사업 최종보고서」, 산업자원부 유통물류진흥원 (2004. 8)

[5] Davis, T., "Effective supply chain management", Sloan Management Review, vol.34, issue 4 (1993)

[6] Handfield, Robert B. and Ernest L. Nichols, Jr, "Introduction to Supply Chain Management", Prentice Hall (1999)

[7] Shoumen Datta, "Can Auto-id Data Improve Your Value Network Performance? p 2-14 ", Impact of Real Time Data in SCM, MIT Forum for Supply Chain Innovation (2003)

[8] Thomas W. Malone, Kevin Crowston, and George A. Herman, "Organizing Business Knowledge: The MIT Process Handbook p221-229", The MIT Press (2003)

[9] T. W. Malone, K. G. Crowston, J. Lee B. Pentland, C. Dellarocas, G. Wyner, J. Quimby, C. S. Osborn, A. Bernstein, G. Herman, M. Klein, and E. O'Donnell, "Tools for Inventing Organization: Toward a Handbook of Organizational Process", Management Science 45: 425-43 (1999. 4)

[10] Vivek Agrwal, "Assessing the Benefits of Auto-ID Technology in the Consumer Goods Industry", EPC Global (2001)