

# RFID와 바코드가 적용된 검수작업의 대기비용 비교를 위한 시뮬레이션

박성미 · 김정자<sup>†</sup>

동아대학교 산업경영공학과

## A Study on RFID and Bar-code System Simulations for Delay Time Cost in DC Inspection Process

Sung Mee Park · Jung Ja Kim<sup>†</sup>

Department of Industrial and Management Systems Engineering, Dong-A University, Busan

Comparing with bar-code systems, RFID systems can supply more efficient work. Using RFID systems, logistic management systems could be helped effectively to gather real-time information. It's available to reduce the working time and object's delay time, and to deal with real-time information by using RFID system. Until now, based on how many pallets used, there is few study about best workload of RFID system. Therefore, in this study, both bar-code and RFID system simulations were executed for inspection process in distribution center. As a result, following the ware pallet quantity, the total cost of both working time and other delay times were calculated and the sensitivity analysis of total cost trend was executed.

**Keywords :** RFID(Radio Frequency IDentification), Simulation, Delay Time Cost

### 1. 서론

산업현장에서 발생되는 다양한 데이터를 실시간으로 전달받아 생산, 판매, 물류 등 여러 분야의 의사결정 정보로 활용하고 있다. SCM(Supply Chain Management)은 관리할 수 있는 모든 분야에서 실시간 데이터를 기업의 정보로 활용하여 물류비용을 줄이려고 하는 관리시스템이다[2, 4, 7, 9]. SCM에서 중요한 정보시스템은 바코드를 사용한 POS(Point Of Sales : 판매시점관리)시스템과 EDI(Electronic Data Interchange : 전자문서 교환)이다. 20세기에 등장한 바코드(Bar-code)와 컴퓨터 통신시스템을 활용한 판매시점관리 시스템은 기업의 정보 활용에 있어서 정보혁명을 일으켰다[9]. 그런데 정보혁명을 일으킨

바코드 기반의 물류관리는 기술적으로 많은 문제점이 제기되고 있다. 상품에 대한 표현능력의 한계, 일괄인식의 불가능, 물류량 급증 시 대처능력의 저하, 가시선 문제로 인한 인식률 등이다[12, 15]. 이러한 문제점을 해결해 줄 수 있는 기술이 RFID(Radio Frequency IDentification)이다. RFID 시스템은 SCM과 같이 실시간 데이터가 필요한 관리에서 아주 필요한 기술로 사용될 수 있다[7]. RFID 기술은 바코드가 가지고 있는 저장용량과 인식거리의 한계를 보완해 줄 수 있을 뿐만 아니라, 다양한 기능과 서비스를 제공해 줄 수 있는 기술로 인식되고 있다.

다국적 기업인 WalMart의 경우, 이미 여러 차례의 실증실험을 통해 몇 년 전부터 상위 200대 공급업체로부터

<sup>†</sup> 교신저자 jkim@dau.ac.kr

※ 본 연구는 교원연구년 연구결과물입니다.

터 모든 상품에 대해 RFID를 적용할 것을 요구하고 있다[4]. 이러한 이유로 RFID의 현장적용은 미룰 수 없는 과제가 되었다. RFID를 현장에 적용할 때 초기비용과 RFID 태그가격, RFID 태그의 인식율, 정보보안의 문제점이 발생된다. 그러나 태그의 인식율 문제의 경우, 태그의 종류를 달리하거나 안테나와 리더기의 적절한 배치로 이러한 문제를 줄여나갈 수 있으며, 정보보안 문제의 경우는 사회적, 문화적 견해를 고려하여 점진적으로 해결해나가고 있다. 비용의 문제는 관련 문헌과 지식의 부재, 실증적인 비용분석의 부재로 인해 앞서 언급된 RFID 기술 적용의 여러 이점에도 불구하고 RFID 기술 적용의 어려움이 되고 있다.

이에 대한 국내외의 연구들을 보면 Michael, et al.[17]은 RFID가 공급사슬에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 장단점을 연구하였고 김원 외[3]은 RFID가 공정에 실제 적용되었을 때 어떠한 영향을 미치는지를 연구하였고, 구훈영 외[1]는 해외의 RFID 우정물류사례를 연구하여 국내에 도입할 수 있는 방안을 연구하였다. 오세윤 외[10]은 인식률을 고려하여 RFID 도입이 공급사슬에 어떠한 효과를 가지는지를 연구하였다. 장경열 외[14]과 김진백 외[5]은 RFID 태그의 인식률에 관한 연구를 하였다. 류옥현[6]은 제조업의 RFID 활용에 관해서 논하였고, 김대기 외[2]은 유통물류산업의 RFID 도입에 대한 경제성 평가에 관한 연구를 하였다.

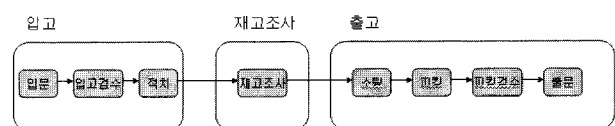
김원 외[3]의 연구는 RFID 도입 시 비용분석에 관한 연구를 하였다.

상기 문헌들에서 비용 분석에 대한 연구를 살펴보면, 산업자원부 주관 하에 실시된 유통 물류 분야 시범사업 자료를 사용하여 물류프로세스를 세분화하고 그에 따른 ROI를 산정하였다[2, 8]. 이 연구에서는 팔레트의 비용 산정에서 각 프로세스에서의 대기시간에 대한 비용을 고려하지 않았고 팔레트의 비용 산정에서 각 요소들의 값이 변화함에 따라 비용 산정에 미치는 요인에 대한 분석이 이루어지지 않았다. 즉 RFID를 적용할 시스템에 따라 ROI는 다시 산정되어야 하고, 다시 산정된 경우에만 RFID 시스템을 적용 할 수 있는지의 여부를 알 수 있다. 그런데 ROI를 산정하기 위해 많은 노력을 기울이기에 앞서, 하나의 프로세스에서 얼마의 비용이 발생하고 이것이 RFID 적용 전과 비교해서 얼마만큼의 차액을 보일 것인지를 미리 가늠할 수 있다면, 그것은 ROI를 산정하거나, RFID 적용 여부를 결정하는데 있어 좋은 기준이 될 것이다. 따라서 본 연구에서는 대기시간을 고려하여 물류관리 한부분인 유통센터의 검수작업에 대하여 시뮬레이션하여 팔레트 한 개를 처리하는데 드는 비용을 바코드 시스템과 RFID 시스템에서 계산하고 이 비용의 차에 의해 RFID 기술 적용이 팔레트 몇 개에서

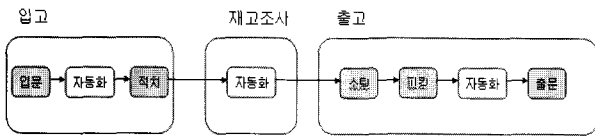
이상적인지와 시스템 전체 비용을 산정할 때 고려하지 않았던 팔레트의 대기시간과 그 비용을 포함한다. 팔레트의 대기시간은 작업하는 팔레트가 늘어남에 따라 대폭 늘어나게 되고, 팔레트 한 개의 대기시간에 따른 비용이 시스템 전체비용에 비해 적은 비용일 수는 있으나 실제 프로세스 단위당 차지하는 비중은 높다. 따라서 본 연구에서는 팔레트의 대기시간에 따른 비용을 포함하여 RFID 적용 전의 프로세스에서의 팔레트 한 개당 비용과 RFID적용 후의 프로세스에서의 팔레트 한 개당 비용을 산출하여 그 차이를 알아보고, RFID 적용이 팔레트 개수에 따라 어떻게 달라지는지의 추이를 알아봄으로써 팔레트 작업량이 어느 시점에서 적절한지를 판단할 수 있도록 하는 것으로 실제 RFID 적용을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 2. 비용요소와 산출방법

SCM 차원에서 RFID 기술 도입의 기대효과를 상품의 가시성 향상, 재고감소, 자동 재고조사, 재고부족감소, 정확한 피킹/포장/선적보장, 정확한 수발, 도난감소, POS Point Of Sale)자동화 등이라고 언급하고 있다. 이 중 비용절감 요소는 재고감소, 자동배송확인, 보안성 강화, 자동재고조사 등이 있는데 정량적 측정에 제한이 따르는 요소를 제외하면 자동 배송확인, 자동재고조사가 실제 측정이 가능한 요소이다[17]. 본 연구에서도 측정이 가능한 자동재고조사 항목으로 비용을 산출한다. 이 자동재고조사와 관련된 자료는 RFID 기술을 적용한 실제 자료인 2003년 12월말부터 2004년 8월까지 산업자원부 주관 하에 실시된 유통 물류 분야 시범사업의 자료를 사용한다[2, 8]. 이 자료는 DC(Distribution Center)의 프로세스를 다시 세분화하여 다음의 <그림 1>과 <그림 2>로 표현하였고[2], 본 연구에서는 RFID기술을 적용하기 전인 바코드 사용 프로세스 <그림 1>과 RFID기술을 적용한 프로세스<그림 2>에서 비용분석을 한다. 각 프로세스에서는 ‘팔레트를 한 개 처리하는데 드는 비용’을 중심으로 비용분석을 하여 팔레트 한 개 처리하는데 드는 비용을 프로세스 전체에서 작업되는 팔레트 총 개수로 계산하면 총 비용이 산정된다. 이러한 이유로 세분화된 프로세스 한 단위에서 팔레트 한 개 처리하는데 드는



<그림 1> 바코드 시스템의 프로세스



자료출처 : SCM차원에서 RFID 기술 도입에 따른 ROI 분석 모형에 관한 연구

<그림 2> RFID 시스템의 프로세스

비용은 물류관리비용 산정의 기초로 한다.

팔레트 한 개를 처리하는데 드는 비용 계산 시 고려해야 할 요소는 시간당 지게차 운영직원의 임금, 개당 바코드 label비용, 시간당 재고조사 직원의 임금 등이다[2].

팔레트 한 개 처리하는데 드는 비용 =  
 팔레트 한 개 처리하는데 드는 시간 × (시간당 지게차 운영직원의 임금 + 시간당 재고조사 직원의 임금) + 개당 바코드 label 비용 혹은 RFID 태그 비용이 된다.

유통 물류 분야 시범사업의 자료에서, DC에서 팔레트 1개를 처리하는데 걸리는 시간은 300초, RFID 도입 이후의 팔레트 처리 시간은 126초이다[2, 8]. 그런데 이것은 단순히 작업 시 처리시간만을 고려한 것이다. 실제로 팔레트의 수가 늘어나게 되면, 시스템에 대기하고 있는 팔레트가 늘어나게 되고, 대기하고 있는 팔레트에 대한 비용이 발생된다. 시스템에 팔레트가 대기하게 되면, 팔레트 대여비나 감가상각비, 팔레트의 대기에 의한 작업장 점유비, 대기 중인 팔레트를 검수나 입고를 위해 운반하는 작업에 대한 시간당 작업자 임금이 발생한다. 그런데 발생하는 비용 중에서 실제측정 가능한 요소는 시간당 작업자 임금과 팔레트 대여비용 혹은 감가상각비이다. 따라서 본 연구에서는 대기시간에 따른 작업자 임금항목과 팔레트 대여비용과 감가상각비를 대기 비용이라 하고 이 대기비용을 포함하여 팔레트 한 개 처리하는데 드는 비용을 산정한다.

팔레트 한 개 처리하는데 드는 비용 =  
 팔레트 한 개 처리하는데 드는 시간 × (시간당 지게차 운영직원의 임금 + 시간당 재고조사 직원의 임금) + 개당 바코드 label비용 혹은 RFID 태그 비용 + 팔레트 대기시간 × 대기비용

### 3. 물류관리 프로세스와 시뮬레이션

본 연구에서는 RFID의 물류비용 분석에서 간과되어 왔던 팔레트 당 대기시간에 관한 비용이 바코드를 사용

한 물류관리에서의 비용과 얼마나 차이를 보이는지, 그리고 그 차이가 팔레트의 양에 따라 어떤 변화가 있는지를 알아보기 위해 산업자원부의 RFID 시범사업 최종 보고서[8] 자료를 이용하여 시뮬레이션하고 제 4장에서는 이 비용의 차이가 시간당 작업자임금, 태그가격, 대기비용에 따라 어떤 추이를 보이는지를 민감도 분석을 하였다.

#### 3.1 RFID기술 도입 전후의 물류관리 프로세스

<그림 1>과 <그림 2>는 산업자원부 주관 하에 실시된 유통 물류 분야 시범사업 자료의 물류 프로세스를 김대기 외 1명[2]에서 세분화한 프로세스로 RFID 기술 도입 전인 바코드 시스템에서의 물류 프로세스와 RFID 기술 도입 후인 RFID 시스템에서의 물류관리 프로세스를 나타낸 것이다. DC에서의 이 프로세스는 크게 입고, 재고조사 출고로 나뉘며, 입고는 입문, 입고검수, 적치로 세분화되고, 출고는 소팅, 피킹, 피킹검수, 출문으로 세분화된다.

이 프로세스 중 RFID 시스템에서는 입고나 재고조사 검수가 모두 자동화되었다.

<그림 1>과 <그림 2>의 프로세스를 이용하여 다음의 시뮬레이션을 이행한다. RFID를 사용하여 자동화된 업무로 인해서 작업시간은 <그림 2>의 RFID시스템 프로세스가 적다. 그런데 각 팔레트 당 <그림 1>과 <그림 2> 프로세스에서의 대기시간은 어떠한지 알아보고, 이 대기시간이 팔레트의 양에 따라 어떻게 변화하는지 알아보고, 대기시간에 따른 팔레트 당 비용은 어떻게 변화하는지 알아보려고 한다. 다음은 이 비용 산정을 위한 <그림 1>과 <그림 2>프로세스에 대한 시뮬레이션이다.

#### 3.2 대기시간 시뮬레이션

본 연구에서는 팔레트 한 개를 처리하는데 드는 비용을 바코드 시스템과 RFID 시스템에서 각각 계산하고 이 비용의 차이에 의해 RFID 기술 적용이 팔레트 몇 개에서 이상적인가 하는 것을 알고자 한다. 그리고 팔레트 한 개를 처리하는데 드는 비용에 대기시간을 포함하고 이 대기시간을 구하기 위해 팔레트의 유입수와 작업시간에 따른 시뮬레이션을 실행한다. 팔레트 당 대기시간을 산출하기 위해 Arena 10.0을 사용하였다. <그림 3>과 <그림 4>는 <그림 1>와 <그림 2>의 프로세스를 시뮬레이션한 모형 중에서 바코드 시스템과 RFID 시스템의 차이를 보여주는 모듈이다. 이것은 아레나의 블록을 SIMAN 시뮬레이션 언어로 보여준다[18].

```

;
;
; Model statements for module: BasicProcess.Process 2 (barcode)
;
14 ASSIGN: barcode.NumberIn=barcode.NumberIn + 1;
        barcode.WIP=barcode.WIP+1;
62 QUEUE, barcode.Queue;
61 SEIZE, 2,VA;
        Resource 1,1:NEXT(60);

60 DELAY: EXPO( 300 ),,VA;
59 RELEASE: Resource 1,1;
107 ASSIGN: barcode.NumberOut=barcode.NumberOut + 1;
        barcode.WIP=barcode.WIP-1:NEXT(2);
    
```

<그림 3> 바코드 시스템의 시뮬레이션 모델

```

;
;
; Model statements for module: BasicProcess.Process 2 (RFID)
;
14 ASSIGN: RFID.NumberIn=RFID.NumberIn + 1;
        RFID.WIP=RFID.WIP+1;
62 QUEUE, RFID.Queue;
61 SEIZE, 2,VA;
        Resource 1,1:NEXT(60);

60 DELAY: EXPO( 126 ),,VA;
59 RELEASE: Resource 1,1;
107 ASSIGN: RFID.NumberOut=RFID.NumberOut + 1;
        RFID.WIP=RFID.WIP-1:NEXT(2);
    
```

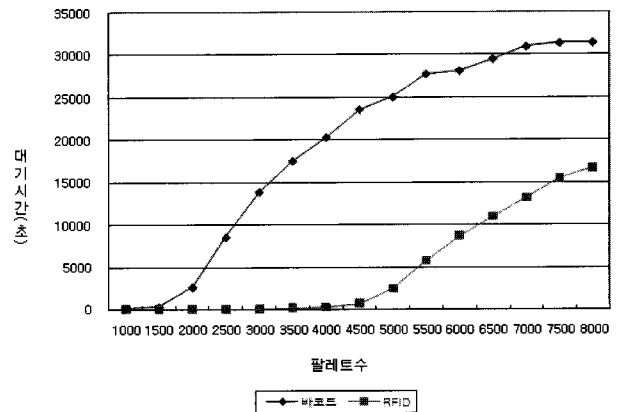
<그림 4> RFID 시스템의 시뮬레이션 모델

시뮬레이션에 사용된 데이터는 산업자원부 주관 하에 실시된 유통 물류 분야 시범사업 자료로 김대기 외[2]에서 사용된 데이터로 팔레트 1개를 처리하는데 걸리는 시간을 기준으로 한 작업시간과 비용이다[2, 8]. 본 연구에서는 DC 프로세스로 유입되는 팔레트가 주당 5,000개인 경우에 주어진 자료를 바탕으로 하루에 125개씩의 팔레트가 작업장으로 들어오는 것으로 환산하여서 포아송 분포를 사용하였고, 작업시간은 바코드 사용 시 300초, RFID 태그 사용 시 126초의 작업시간을 가지며 지수분포를 사용하여 시뮬레이션 한다. 주당 작업되는 팔레트는 1,000에서부터 8,000까지 500단위씩 늘어가면서 포아송 분포를 사용하여 시뮬레이션 한다. <표 1>은 팔레트의 양에 따라 바코드 시스템과 RFID 시스템에서의 시뮬레이션 한 결과로 팔레트 당 대기시간이다.

<표 1>과 <그림 5>에서 대기시간의 추이를 살펴보면, 같은 수의 작업 팔레트의 경우 RFID를 적용한 시스템에서 훨씬 적은 대기시간을 보이고 있다. 그런데 대기시간은 주당 작업 팔레트 수 1,500개까지는 바코드나 RFID 시스템에서의 대기시간이 비슷하다가 2,000개에서부터 대기시간의 차이를 보이고 있다. 이것은 주당 처리할 팔레트 수가 1,500개까지는 팔레트 검수 작업시간에는 차이를 보이나 대기시간에는 별 차이가 없고, 팔레트 수가 2,000개를 넘어서부터는 대기시간의 차이가 급격하게 커진다는 것을 말해준다.

<표 1> 바코드와 RFID 시스템에서 팔레트 당 대기시간

팔레트 수	대기시간(초)	
	바코드	RFID
1,000	80	1
1,500	288	6
2,000	2,644	16
2,500	8,532	35
3,000	13,860	64
3,500	17,540	120
4,000	20,306	240
4,500	23,575	727
5,000	25,017	2,449
5,500	27,743	5,710
6,000	28,094	8,662
6,500	29,497	10,976
7,000	30,947	13,163
7,500	31,330	15,403
8,000	31,395	16,687



<그림 5> 바코드와 RFID 사용 시스템에서 팔레트 당 대기시간

또한 팔레트 수가 4,500개 전후일 때 대기시간의 차이가 가장 큰 것으로 나타났다. 이 대기시간의 차이만으로 RFID 시스템의 적용이 주당 팔레트 수 2,000개부터 유리하고, 4,500개 전후로 RFID 적용 시 가장 큰 이익을 가져온다고 말할 수는 없다. RFID 적용시의 이익 산정에는 팔레트 처리 작업시의 주당 팔레트 수, 대기시간, 작업시간, 작업임금, 바코드라벨이나 RFID 태그 비용의 조합으로 이루어진 비용의 계산이 필요하며, 이들 항목들의 값이 어떻게 변화하느냐에 따라 총비용은 달라진다. 따라서 주당 팔레트 수에 따른 대기시간을 시뮬레이션 하여 결과 값으로 얻고, 그 다음은 총비용을 이루는 변수들의 변화에 따라 총 비용이 어떻게 변

화되어 가는지 그 추이를 살펴보는 민감도 분석을 하여 상황에 따른 적절한 변수 값과 그 때의 총비용을 산정할 수 있도록 하였다.

#### 4. 민감도 분석

민감도분석(sensitivity analysis)이란 문제의 환경이 바뀔 때 따라 최적해가 변하는 양상을 추적하고 분석하는 작업이다. 민감도 분석은 선형 계획법 뿐만 아니라 모든 문제해결 과정 및 방법론에서 사용되는 범용성을 지닌다[13]. 미래의 상황이 불확실한 상황이라면 이용되는 모든 변수가 확실한 상황임을 가정하고 분석하는 자본 예산은 오류를 발생시킨다. 이러한 오류를 감소시키기 위하여 다른 조건이 일정한 경우에 어느 한 투입 요소가 변동할 때 그 투자안의 순 현재가치가 어느 정도 변동하는가를 분석하는 것을 민감도분석이라고 한다[13].

RFID 시스템 적용이 바코드시스템보다 작업시간을 줄여준다는 것은 잘 알려져 있다. 그런데 RFID 시스템을 적용할 때, 작업자의 비용, 태그 가격 그리고 대기시간에 따라 총 비용이 어떻게 변화하는지에 대한 정보가 실제로 RFID 시스템을 적용할 지를 결정하는 데 필요한 정보이다. 그러나 이러한 정보는 얻을 수가 없다.

이전의 연구에서 보면, 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[2].

따라서 본 연구에서는 입력 값의 다양한 변화에 의해 변화하는 총 비용의 추이를 알 수 있도록 바코드나 RFID 시스템 적용 시의 라벨 또는 태그비용, 대기시간에 따른 비용, 작업자의 작업비용을 변수로 두고 이들 값을 변화시켜서 다음 식에 의해서 계산된 총비용이 어떻게 변화하는지를 알아보았다.

바코드시스템의 총비용 =

대기시간 × 대기비용 + 작업시간 × 작업시간비용 + 팔레트의 개수 × 바코드라벨비용

RFID 시스템의 총비용 =

대기시간 × 대기비용 + 작업시간 × 작업시간비용 + 팔레트의 개수 × RFID 태그비용

이 두 총비용을 계산한 후에 그 차액을 계산하고, 그래프로 표시함으로써 총비용의 차액이 가장 커지는 대기시간비용, 작업임금, 태그가격을 알아보았다.

이 결과로 참고할 수 있는 것은 팔레트를 대여해서

사용하는 경우, 팔레트 대여 비용으로 인해 대기시간에 의해 영향을 많이 받을 것이며, 태그가격이 변동하는 경우는 태그가격에 총비용이 영향을 받을 것이다. 이런 세부적인 상황이 총비용에 어떻게 영향을 미치는지 알아보고 두 시스템간의 총비용 차액을 살펴봄으로써 RFID 시스템을 가장 큰 이익으로 도입할 시점을 찾아낼 수 있다. 특히, 대기시간비용에는 팔레트 대여비용과 함께 대기하는 물건의 적재장소 문제, 소비자 요구 충족의 문제와 같은 부분이 포함되어야 하는 비용이다. 이러한 비용들이 현실에 맞게 입력되어 기업의 물류관리 형태에 알맞은 RFID 적용시점을 알 수 있게 된다.

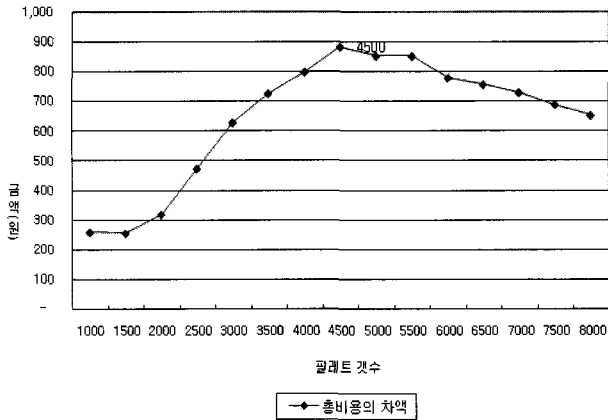
<표 2>는 팔레트 당 라벨비용, 팔레트 당 RFID 태그비용, 시간당 작업비용, 시간당 대기비용으로 하였을 경우의 총비용과 총비용의 차액이다. 팔레트 당 라벨비용과 팔레트 당 RFID 태그비용은 현재의 실질적인 가격인 1원, 100원으로 하였고, 시간당 작업비용과 시간당 대기비용은 E사의 현재비용인 5,500원과 100원으로 계산하였다.

<표 2> 바코드와 RFID 시스템의 총비용 차액

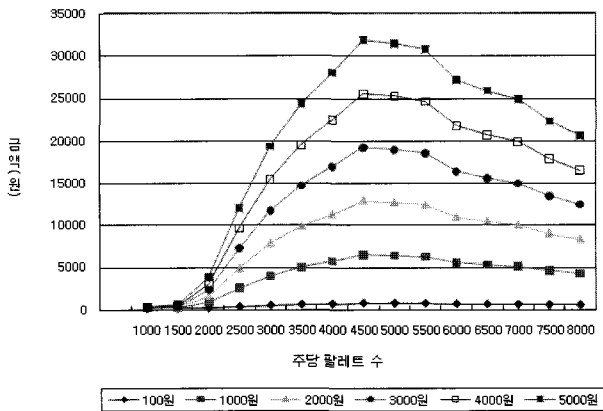
팔레트 수	총비용(원)		총비용의 차액
	바코드	RFID	
1,000	475	218	257
1,500	467	213	254
2,000	529	212	317
2,500	686	213	472
3,000	840	213	627
3,500	940	215	725
4,000	1,015	217	798
4,500	1,112	230	882
5,000	1,132	280	852
5,500	1,221	370	851
6,000	1,231	454	778
6,500	1,271	516	755
7,000	1,305	577	729
7,500	1,328	640	688
8,000	1,324	673	652

<그림 6>은 바코드 시스템과 RFID 시스템의 팔레트 수에 따른 총비용의 차액을 그래프로 나타낸 것이다. 위의 그래프를 보면, 주당 팔레트의 수가 1,500개까지는 두 시스템의 총비용의 차액이 변화를 보이지 않다가 2,000개에서 부터 총비용의 차액이 급격하게 변화하여 주당 팔레트의 수가 4,500개에서 가장 큰 비용의 차이를 보인다. 그리고 4,500개를 넘어서면, 비용의 차액은

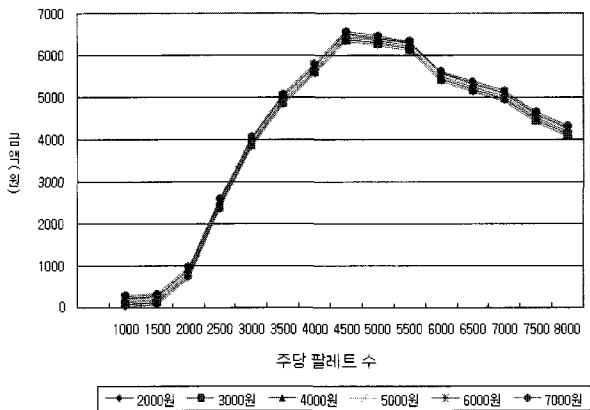
다시 줄어든다. 이것은 RFID시스템을 적용하였을 경우, 팔레트의 수가 4,500개에 달할 때 바코드시스템을 이용한 경우에 비해 큰 이익을 가져올 수 있다는 것을 말해 준다.



<그림 6> 바코드 시스템과 RFID 시스템의 총비용 차액

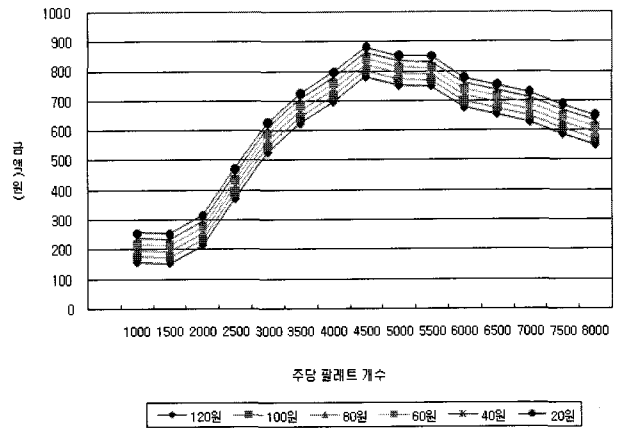


<그림 7> 팔레트 대기비용에 따른 총비용차액의 추이



<그림 8> 시간당 작업자 비용에 따른 바코드 시스템과 RFID 시스템의 총비용차이

<그림 7>을 보면, 팔레트 대기비용이 커짐에 따라 총비용의 차이는 급격하게 늘어나게 된다. 이것 역시 1,500개 이상에서 바코드시스템과 RFID 시스템과의 차이를 보이기 시작하여 4,500개에서 가장 큰 차이를 보인다. 즉, 팔레트 대기비용이 커지는 경우가 대기비용이 작을 때 보다 RFID 시스템 적용이 더 이익이 된다는 말이다. 그러나 <그림 8>와 <그림 9>에서와 같이 시간당 검수 작업자임금이나 RFID 태그 비용은 각각의 변수의 변화에 따라 총비용차이에 큰 영향을 미치지 못하고 있다. 물론 <그림 8>과 <그림 9>에서 보여주듯이 작업할 팔레트의 수에 따라서는 총비용차이의 변화추이는 여전히 4,500개일 경우에 가장 큰 차이를 보이고 있다.



<그림 9> 태그가격의 감소에 따른 바코드 시스템과 RFID 시스템의 총비용차이

### 5. 결론

RFID 시스템을 사용한 경우가 바코드를 사용한 시스템보다 작업의 효율을 올려준다는 것과 RFID 시스템을 사용하면 실시간 정보에 의한 물류관리시스템에 많은 도움을 준다는 것은 누구나 알고 있다. RFID 시스템을 사용하면 작업시간이 줄어들고 작업물의 대기시간이 줄어들며, 실시간의 정확한 정보를 얻을 수 있다. 그러나 이러한 이점에도 불구하고 각각의 산업현장에 맞게 투자를 하였을 때 얼마만큼의 이익을 가져다줄 수 있는지, 작업물이 얼마일 때 RFID를 적용할 지의 여부에 대한 정보가 없다.

본 연구에서는 이러한 점을 위해 물류관리의 일부분인 DC 프로세스에 대해 작업 팔레트의 양에 따른 대기시간을 산출하였다. 이 대기시간과 작업시간에 따른 총비용을 산출하여 작업 팔레트의 수에 따라 어떠한 비용양상을 보여주는지를 민감도분석을 통해 알아보았다. DC

프로세스에서 한 주당 처리해야 할 팔레트의 수를 1,000개에서 8,000개 사이일 때 바코드시스템과 RFID 시스템에서 대기시간의 차이는 4,500개일 때 가장 크고, 팔레트 한 개당 시스템 총비용 차이 역시 4,500개에서 가장 크다. 즉 RFID 시스템을 적용하였을 때 주당 팔레트의 개수가 4,500개일 때 팔레트 당 총 비용 절감이 많이 된다는 것이고, 그 이상일 때에는 두 시스템간의 총비용의 차가 조금씩 줄어들었다. 이것은 팔레트의 수가 많아질 때 팔레트 개당 관련된 비용의 차가 점진적으로 커질 것이라는 예상을 벗어난다. 이 연구는 현재 주어진 데이터에 관한 시뮬레이션 뿐 아니라, 상황에 따라 데이터를 달리하여 시뮬레이션하고, 민감도 분석을 하여 RFID 시스템 적용 시 작업물의 수에 따라 얼마만큼의 비용절감이 이루어질 것인지를 미리 가늠하게 해주는 방법을 제시하였다. 또한 시스템 전체에 RFID를 적용하지 않고 시스템의 일부분에 RFID를 적용하게 될 경우, 효과적으로 관리비용을 줄여줄 수 있는 프로세스가 무엇인지를 파악하여 효율적인 관리에 활용할 수 있다.

그러나 본 연구에서는 물류관리의 일부 프로세스에 관해서만 시뮬레이션하고 분석하였다. 추후의 연구는 현장의 물류관리 전체를 모형화하고 이를 시뮬레이션하여 얻어진 데이터를 분석하여 어떤 시점에서 RFID를 적용하는 것이 얼마만큼의 이익을 낼 수 있는지 판단할 수 있는 연구가 필요하며, 현재의 데이터는 시뮬레이션한 프로세스에 대해서 각 작업시간의 세부적인 데이터가 주어지지 않아서 작업시간에 대해 지수분포를 사용하여 시뮬레이션하였으나 보다 현실적인 결과를 얻기 위해서는 각 작업시간에 따라 적절한 분포를 사용하여야 할 것이다.

## 참고문헌

- [1] 구훈영, 허홍석; “해외 우정물류 사례를 통한 RFID 적용 방안 연구”, 대한산업공학회, 2007.
- [2] 김대기, 김정영; “SCM 차원에서 본 RFID 기술 도입에 따른 ROI 분석 모형에 관한 연구”, 한국항공경제학회지, 22(3) : 43-57, 2006.
- [3] 김원, 강성재, 손미애; “RFID 도입을 통한 공정개선 사례 연구-중소제조업체 중심”, 한국경영정보학회, 2006.
- [4] 김정영; “SCM 차원에서 RFID 기술 도입에 따른 ROI 분석 모형에 관한 연구”, 한국경영과학회/대한산업공학회 2005년도 춘계공동 학술대회, 충북대학교, 2005.
- [5] 김진백, 이동호; “이력관리 시스템의 900MHz Gen 2의 적용 실험”, 한국경영정보학회 학술대회, 2006.
- [6] 류옥현; “제조업의 RFID 적용사례; 기아자동차의 실시간 부품 소요량 파악”, 대한산업공학회, 2006.
- [7] 박영태, 정종식, 김영민; “SCM에서 발생하는 관계와 기술혁신이 혁신성장에 미치는 영향에 관한 실증연구”, 물류학회지, 4(16) : 113-132, 2006.
- [8] 산업자원부 유통물류진흥원, “유통물류산업 RFID 시범사업 최종보고서”, 2004.
- [9] 서정해 황윤민 노재정, “공급 사슬 성과 향상을 위한 RFID기반 판매과정정보(Process of Sale)시스템에 관한 연구”, 한국 SCM학회 종합발표대회, 2005.
- [10] 오세윤, 서용원; “인식률을 고려한 RFID 도입의 공급사슬 효율성 향상효과에 관한 연구”, 한국 SCM학회, 2007.
- [11] 윤만영 임상환 엄완섭, “Arena를 이용한 SCM 의사결정에 관한 연구”, 대한산업공학회/한국경영과학회 2002년도 춘계공동학술대회, 2002.
- [12] 이재원 이영구, “유비쿼터스 물류를 위한 분산형 RFID 정보서비스 구조”, 한국지능정보시스템학회논문지, 11(2) : 105-121, 2005.
- [13] 이호우, “OR/MS(경영과학) 및 확률모형”, 시그마 프레스, 1998.
- [14] 장경열, 이충훈, 김재곤, 임승길, 유우식, “항만컨테이너터미널 게이트 입\_출입 관리에서의 RFID 적용에 관한 실증 연구”, IE Interfaces, 20(1) : 69-78, 2007.
- [15] 장윤석, “Supply Chain Management(SCM)과 Radio Frequency Identification(RFID),” ic매거진 : 36-37, 2005.
- [16] Michael, K. and McCathie, L.; “The Pros and Cons of RFID in supply Chain Management,” Proceedings of the international conference on mobile business, *IEEE computer Society*, 2005.
- [17] Shoumen Datta; “Can Auto-id Data Improve Your Value Network Performance?,” *Impact of Real Time Data in SCM, MIT Forum for Supply Chain Innovation* : 2-14, 2003.
- [18] W. David, Kelton, Randall P. Sadowski, and David, T. Sturrock, “Simulation with Arena, Third Edition,” McGraw-Hill : 12, 53, 2003.