

# 3PL을 활용한 제조기업 공급사슬통합 및 녹색물류 실행을 위한 실증적 연구

임장혁\* · 한영근\*

\*명지대학교 산업경영공학과

## Study on the Execution of Green Logistics and Supply Chain Integration for by 3PL for Manufacturing Companies.

Janghyuk Lim\* · Young-Geun Han\*

\*Dept. of Industrial & Management Engineering, Myongji University

### Abstract

As companies were concerned with developing green logistics and environment, most logistics concerned functions like packaging, loading, storage, transportation and IT studies are active in study. Even if active in research studies, companies still recognized that logistics cost increases as green concepts are applied. For the efficient execution of green logistics management, it is absolutely necessary but difficult to build an optimal logistics system where each function is smoothly interacted through the proper integration and the link of various logistics functions and partners. This study aims to development of green logistics through integration of supply chain functions and partners. With this aim of study, case studies with analysis of embodiment, planning and operations for supply chain of companies are carried out.

**Keywords :** Supply Chain Integration, Green Logistics, Efficiency of Supply Chain

### 1. 서론

2009년 OECD각료이사회는 우리나라가 주도적으로 제안한 ‘녹색성장 선언문’(Green Growth Declaration)을 만장일치로 채택하였고, 우리나라가 ‘녹색 뉴딜’ 추진과 ‘저탄소 녹색성장기본법’ 제정 노력 등으로 선도적인 녹색성장 추진 국가로 평가 되고 있는 바, 동 선언문 채택을 계기로 녹색성장의 국제적인 벤치마킹 국가가 될 것으로 보인다.

이러한 글로벌 환경변화에 따른 필수적 요소로 부상한 녹색물류는 공급사슬상의 전 과정 중 수배송, 보관 및 하역 등 전반적인 물류 활동으로 인해 발생하는 부

정적인 환경 영향을 최소화하기 위한 활동이다. 학계에서도 녹색물류와 관련된 다양한 연구를 진행 중이며 그 연구의 범위는 이는 수배송 네트워크, 보관 시스템 등의 재설계와 같은 효율화 수준, 환경 친화적 항공기체, 차량개발 등 연구 개발수준 및 배송차량의 통합배송 같은 수행적 수준까지 그 적용범위가 다양하다.

이와 같이 녹색물류는 이러한 전통적 물류활동의 한계를 보완, 개선하여 친환경에 부합하기 위한 미래상을 제시해야 한다. 그러나 지금까지 녹색물류의 성공을 결정짓는 요소에 대해서는 기존에 많은 연구들이 진행되었으나, 이러한 연구들은 녹색물류의 중요성과 녹색물류의 성과, 그리고 향후 추진방향에 초점을 맞추고 있다.

† Corresponding Author : Janghyuk Lim, Department of Industrial and Management Engineering  
Myongji University, 116 Myongji-ro, Cheoin-gu, Yongin, Gyeonggi-do, Korea  
M · P : 010-4073-5688, E-mail : janghyuck\_y@hotmail.com

Received October 20, 2013; Revision Received December 9, 2013; Accepted December 10, 2013.

또한 물류활동에 있어서 이익의 극대화에 목적성을 둔 효율적 운송, 보관, 운영 시스템과 물류비 규모의 축소 등을 통한 물류최적화를 주장하는 기존의 물류이론과 이에 근거한 물류활동은 위에서 언급한 녹색물류와 실질적인 대립 및 상충관계를 이루고 있는 것처럼 보이는 것이 현실이다.

이에 본 논문의 목적은 녹색물류 전략의 이론적 배경과 모델을 통해 구체적인 전략을 제시하여, 국내 제조기업의 녹색물류 활성화와 촉진에 기여하는데 있다.

본 논문의 구성은 첫째, 최근 급속하게 변화 하는 물류 환경변화에 따른 녹색물류 이론과 선행연구를 살펴본다. 둘째, 현재 물류환경에서 녹색물류의 저해요소와 내용을 분석한다. 셋째, 공급사슬의 통합을 통한 녹색물류성장과 활성화에 대한 가능성을 모색한다. 끝으로 공급사슬 통합으로 인한 경제적인 부분과 환경적인 부분의 합리화를 동시에 만족 할 수 있는 환경 친화적인 녹색물류 모델 구축을 제시한다. 이와 같은 연구목적 달성을 위해 기존문헌과 선행연구를 분석하였으며, 이론고찰과 실증적 조사 연구방법을 병행하였다. 향후 본 연구를 기반으로 녹색물류의 효과적인 추진 및 확대를 위해서는 각 산업별 제조업체를 대상으로 공급사슬 내 물류계획 단계에서부터 공급사슬 통합에 이르는 과정을 통해 녹색물류 성과가 실현될 수 있도록 개별 산업의 여건을 고려하여 시스템, 3자 물류업체 서비스 영역 확장 및 개발, 프로세스 구축 등 연구 및 활동이 발전해 나아가야 할 것이다.

## 2. 녹색물류에 관한 이론적 고찰

### 2.1 녹색물류의 개념

녹색물류는 환경물류 또는 그린물류라는 개념으로 사용되고 있다. 오세영, 이신모(2001)에 의하면 녹색물류는 물류과정에서 자원을 절약하고, 물품의 재활용을 촉진시키며, 친환경 대체재를 사용하고, 원료를 보호하고, 쓰레기를 줄이기 위한 자원의 순환시스템의 정립 및 재활용이 불가능한 제품, 생산 부산물과 포장재 등의 환경 친화적 처리에 이바지함으로써 지속 가능한 개발을 촉진시키는 활동이라고 하였다. 이 밖에 물류활동의 결과 발생하는 환경 문제 즉, 지구의 온난화, 대기오염, 진동, 소음 및 교통 혼잡 등의 해결을 녹색물류에 포함 시킬 수 있다.

### 2.2 녹색물류에 관한 선행연구

서상범·한상용(2009)은 환경 친화적 물류공동화를 위한 물류비 절감, 서비스향상 등 물류 효율화 관점에서의 국내 접근방식과 선진국의 접근방식을 비교하여 물류공동화 추진 실태를 분석 하였다. 이를 통해 새로운 물류공동화 사업모델을 개발하였고, 국내 상황에 맞게 실용화하기 위해 필요한 정책지원방안과 연계하여 제시하였다.

김형기(2005)는 공급사슬 통합요인이 기업성장에 미치는 영향을 문헌분석과 실증분석을 통해 연구하였으며, 공급사슬 통합이 기업성장에 미치는 영향은 기업 규모에 따라 다르게 나타나며, 이에 따라 기업 규모를 고려한 공급사슬통합 전략 수립에 영향을 미칠 수 있다는 근거를 제시하였다.

박석하(2006)는 기업의 친환경 물류활동과 물류운영 특성이 기업규모와 어떠한 상관관계를 갖는지를 알아보고, 물류운영수준과 환경물류활동이 기업규모에 따라 어떠한 영향을 끼치는가를 연구하여 친환경 물류활동에 대한 인식을 높이고자 하였다.

강성만(2011)은 선진 물류기업의 녹색물류 활성화 사례 분석을 통해 국내 물류기업들이 업무프로세스 개선, 녹색물류 실현을 위한 지도 및 캠페인 등 환경조성을 통해 SCM전반에 걸친 시너지를 확대방안을 제안하였다.

### 2.3 녹색물류와 Just-In-Time전략

공급사슬 상 JIT(Just-In-Time)개념은 지속적인 생산성향상과 낭비제거를 통한 생산 활동이다. JIT는 적시, 적소에서 계획된 생산을 의미하기도 하는데 이때 낭비란 결과적으로 어떠한 가치가 포함되지 않는 활동 즉, 불필요한 재화의 운송, 재고의 보관 등을 의미한다. JIT의 목적은 적시운송을 통해 최소재고 상태유지에 있으나 이러한 형태는 다빈도 배송 형태로 나타나며, 연료 소비의 증가와 이에 따른 배기가스 배출 증가를 야기한다. 그러나 다른 한편으로 지속적인 향상 및 안정적인 생산은 폐용을 감소하는데 긍정적인 영향을 미치므로 녹색물류활동 내에서 JIT운송의 효과를 결정하기 위해서는 공급사슬 내 일반운송 및 회수 운송 등을 포함한 전체적인 가치흐름에 대한 고려가 필요하다.

David & Larry(2002)는 전통적으로 JIT는 재고감소의 성공적인 도구로 인식되어 왔으나 JIT가 능동적으로 기업의 이익을 증가시키지 않는다고 주장했다. 이러한 원인은 JIT도입의 혜택은 직, 간접비용 즉, 교육비용, 재설계, 운송비용증가, 흡수원가 계산과정의 역학과 같

은 자본지출의 상쇄로부터 나오기 때문이라고 하였다.

Vasco(2006)에 의하면, 토요타는 JIT전략 및 시스템을 통해 지속적인 프로세스향상을 추진해 왔으며, 공급지 인근 위치전략인 폐쇄형 수배송 즉, Milk-Run방식을 통해 부품을 JIT원칙에 따라 배송 가능하게 하였다. 그러므로 운송과 공급사슬측면에서, 대외구매 및 공급지 인근위치는 효율적인 JIT를 실현하기 위한 주요한 요소들이라 하였다.

또한 Vasco(2006)는 야간운송을 전문으로 하는 운송서비스, 각 산업별 특화된 고품질 운송 및 오더 추적에 대한 진화도 JIT시스템 구현을 위한 기본 사항이라고 정의한다. 일본 내 니산 공장은 도요타 공장보다 지역적으로 분산되어 있는데, 이에 따라 안전재고의 경우도 도요타 보다 월등히 높은 수준에서 관리되고 있음이 확인되었다. 이러한 높은 수준의 재고보유와 관리는 극심한 교통정체로 인한 상쇄를 위한 장치로 사용된다. 이와 같이 공급사슬 관점에서 운송 및 물류 전략요소 결정은 궁극적으로 녹색물류 성과와 밀접한 관계가 있다.

### 3. 제조 기업 내 녹색물류 활성화 저해요소

#### 3.1 국가물류적 요소

정부의 녹색물류에 대한 관심과 활성화에 대한 노력은 이미 장기간 지속되고 있으며, 이미 친환경기업 및 단체의 육성, 녹색물류입법추진, 인증제도의 도입 등을 통해 생산, 유통 및 물류부분에 있어 녹색물류 활성화에 앞장서고 있다. 그러나 이러한 노력에도 불구하고 이미 몇몇 인증제도는 그 역할을 상실한 채 유명무실한 상황이고, 기타 입법추진에 있어서도 상당부분 생산, 물류기업에 부담만 가중시키는 상황에서 체계적이고 합리적인 녹색물류 정착을 위한 법, 제도의 도입 및 개선이 필요한 실정이다.

#### 3.2 낮은 수준의 對 기업 기여도

대부분 기업의 녹색물류에 대한 궁극적인 목표는 환경 친화적 제품의 생산과 유통, 기업 활동으로 인해 발생하는 환경 비 친화적인 요소의 감축과 이를 통한 환경보호에 중점을 두고 있다. 근래에는 이를 위해 여러 가지 내, 외부적인 요소의 관리와 개선을 강화하고 있으며, 생산자 책임 활용제 도입, 재활용 또는 재자원화 가능한 포장재 이용증대, 포장의 표준화와 감량의 확대, 공동물류 및 물류표준화의 확대 등 다채로운 부분에서의 녹색물류 활성화를 위한 움직임이 활발하다. 그러나

여전히 녹색물류의 확대가 기업에 미치는 기여도는 정량적인 부분보다 시장 내 기업인지도 확대 및 마케팅 용도 등 정성적인 부분에 한정되어 있고, 기업은 정부의 규제나 인증제도로 인한 수동적인 녹색물류 활성화에 대응하고 있어 당사자인 제조기업과 환경을 위한 궁극적 윈-윈 상황이 마련되고 있지 않다.

#### 3.3 복잡다단한 공급사슬 내 물류구조

오랜 기간에 걸쳐 대부분의 기업들은 공급사슬 상의 효율적 통합에 어려움을 겪었다. 또한 최근 기업들이 중요하지 않은 내부기능을 외주함에 따라 공급업자를 통해 경쟁력을 갖추고 이익을 확대할 수 있었다. 그러나 이 새로운 구조는 공급사슬 관리를 더욱 어렵게 만들었다. 공급사슬이 많은 참여자에게 분할되면서, 각자 자신의 물류전략과 효율화에 관심을 갖게 되었고 공급사슬은 더욱 조정하기가 힘들어졌다. 잠재적으로 이 문제는 공급사슬의 각 단계가 전체 공급사슬의 목표보다는 자신의 목표만을 위한 작용을 야기시킬 수 있으며 결과적으로 전체 공급사슬의 효율 감소를 가져올 수 있다.

#### 3.4 포장 및 재포장의 낭비

포장은 제품의 생산 후 판매를 위한 단순포장에서 프로모션, 거래선의 변경, 옵션의 추가로 인한 재포장 등 그 성격과 용도가 다양하다. 최초 포장 활동을 제외한 2, 3차 재포장의 경우 생산자 혹은 유통업체는 출시된 제품을 회수하여 재포장 작업을 수행하게 되는데, 이때 운송업체의 회수 후 공장 혹은 지역센터에서의 재포장 이후 운송업체의 재배포 등 추가적인 물류활동이 추가된다. 포장이 환경과 관련된 문제로는 자원낭비, 제품에 대한 환경 정보 라벨의 미부착, 쓰레기 발생량, 과대포장 등이 주요쟁점이 된다. 제품수명주기의 단축, 경제 규모의 확대와 생활양식의 변화에 따라 포장 폐기물의 지속적인 증가가 전망되고 있다.

특히 국내 제조기업의 해외공장 내 재포장과 관련된 프로세스는 포장재의 수입 혹은 소싱, 운송관리, 각 지역 내 공장 및 서비스센터 내 재고관리 등 단순포장 영역을 넘어 다단계 프로세스를 보유하는 주요한 물류요소임과 동시에 다양한 공급사슬 내 참가자들의 참여로 비용 및 낭비의 요소로 분류되고 있다.

### 3.5 정보 공유의 부재

박성철(2009)은 근래 제조 기업 경영환경에서 가시성이 중요해진 이유는 외부환경의 심화로 경영환경이 수시로 변하고 있고, 기업 내부의 운영환경도 글로벌 운영으로 인해 매우 복잡해지고 있으며, 협력업체까지 연관된 프로세스가 많은 가운데 시장에 신속히 대응하려다 보니 전체적인 프로세스의 변동이 커지고 있기 때문이라고 하였다. 공급사슬 단계들 사이에서 정보공유의 부재는 채찍효과를 확대시킨다. 예를 들면 Wal-Mart같은 유통업체가 계획된 상품홍보를 위해서 특정제품의 주문을 단기간 증가시킬 수 있다. 제조기업이 이러한 홍보 계획을 모르고 있다면, 수요가 지속적으로 증가하고 있다고 해석하고 그에 따라 원재료 공급자에게 주문을 늘릴 수 있다. 그러면 제조 기업과 원재료 공급업체는 유통업체가 홍보기간을 끝내자마자 많은 재고를 떠안게 된다. 제조기업이 초과된 재고를 보유한 상황에서, 유통업체의 주문이 정상으로 돌아오면 제조기업의 주문은 전보다 더 줄어들 것이다. 이렇듯 유통업체와 제조기업간의 정보 공유 부재는 제조 기업에 의한 주문변동 폭을 확대시킨다.

### 3.6 기존 공급사슬 이론들과의 배치

현재까지의 공급사슬 상의 몇몇 이론들은 제조기업의 공급사슬 상 효율화를 이끌어내고 기업의 가치를 확대하는데 중점 되었다. 그러나 대부분의 이론들은 서론에서 언급된 것과 같이 녹색물류를 실현과는 배치되고 상충되는데, 현재 공급사슬관리 상 친환경적인 추진방향과 거리가 먼 이론들을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 재고감축 관련 이론 중 JIT/Quick Response.

둘째, 규모의 경제를 바탕으로 한 대량 생산.

셋째, 효율적 고객관리(ECR)등이 있는데, 박석하(2005)는 적시배송(JIT), 신속대응(QR), 효율적 고객관리(ECR) 등은 수배송 활동의 증가로 인한 배출가스의 증가로 이어져 환경에 부정적인 영향을 미치고 있다고 하였다.

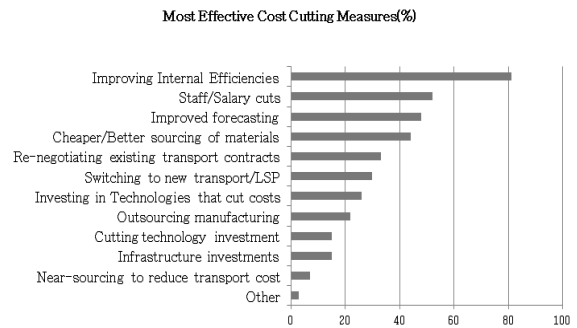
결론적으로 JIT나 Lean 프로세스 등 공급사슬 효율화를 추진하는 일부 이론들은 경제적인 상황만 고려한 이론들로 녹색물류와 상반되어 오히려 녹색물류 실행을 저해하는 요소라 할 수 있다.

### 4.3 PL을 활용한 공급사슬 통합과 녹색물류체계 구축

환경문제가 나날이 부각되면서 기업들은 유래 없는 환경보호 압력에 직면해 있다. 하지만 환경보호 문제는 사회적 문제로 개별기업이 독립적으로 완성할 수 없으며 공급사슬 상의 모든 기업이 공동으로 협력해야 실현 가능하다.

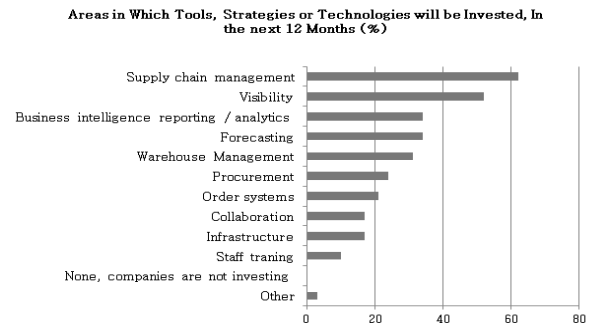
한 대의 자동차가 시장에서 판매될 때 공급사슬 상 최소한 3개의 연결고리가 필요하다. 자동차 부품 구매, 자동차 조립 공장의 조립가공 및 상품배송 서비스가 그것인데, 여기서 더 세부적으로 살펴보면 자동차 기업의 공급망은 원재료 구매, 물품 보관관리, 조립, 주문서 처리, 판매, 완성품 운송과 입고를 포함하여 원재료에서 소비자까지의 모든 과정을 거친다. 이는 방대한 중개상들을 필요로 하며 그 중에 포함된 판매점 역시 적으면 몇 십 개에서 많으면 수 천 개를 넘기도 한다.

영국의 Eye-for-Transport 리서치는 2010년에 전자제품 제조 기업을 대상으로 대부분의 기업들이 조직원 관리와 예측관리 등 내부 운영 효율화를 통한 비용절감을 기대하고 있음을 [Figure 1]과 같이 확인하였다. 뒤를 이어 소싱, 물류파트너, 운송사의 변경 및 생산 아웃소싱 등 공급사슬 내 요소들이 비용절감을 위한 주요 요소로 평가되고 있어 제조 기업들의 공급사슬에 대한 기대와 중요성 인식이 증가함을 확인할 수 있었다.



[Figure 1] Most Effective Cost Cutting Measure(%)

또한 [Figure 2]를 보면 향후 1년 간 공급사슬 관리 부분에 대한 투자 계획이 62%를 차지하고, 이와 더불어 공급사슬 내 제품 가시성의 확보, 정보관련 투자, 공급사슬 통합 등 전반적인 공급사슬 내 투자를 통해 공급사슬 관리 강화와 이를 통한 공급사슬 통합운영에 대한 기업들의 기대가 확장됨을 확인할 수 있다.



[Figure 2] Areas in Which Tools, Strategies or Technologies will be Invested, In the next 12 Months(%)

이와 같은 공급사슬 통합운영은 제조기업의 핵심과제로 공급사슬의 통합을 통해 기업의 핵심역량을 강화하고 성과를 제고하는 주요한 요소로 대두되고 있다. 이러한 공급사슬 통합은 공급사슬을 구성하고 있는 구성원들 간의 조직력, 전략적인 통합과 공급사슬 내의 프로세스와 정보 공유의 통합을 통하여 공급사슬 전체의 성과를 향상시킨다고 할 수 있다.

이러한 공급사슬 통합은 궁극적으로 생산활동, 관리활동 및 물류활동의 효율화와 기업의 성과에 긍정적인 영향을 끼침과 동시에 녹색물류의 성장과 발전을 위한 주요한 요소라 할 수 있다.

<Table 1> 3PL Service Areas Supports  
 Green Logistics

운송영역	물류관리 영역	물류운영 영역	기술영역
운송화물 혼재	거래선 오더취합	회수물류	기술, 추가서비스
해상, 항공 복합운송	주문관리	배송센터 운영	원자재 검품
직선적	회수관리	VMI, SMI	원자재 검품
소화물 직배송	수출입관리	제작업, 부가가치활동	시설운영 자동화
일괄수송, 철도운송	삼각무역	보안관리	무인반송
소매점배송	지연전략 실행	회수제품 검품, 테스트	자동택 창고기술

제조 기업에 있어 녹색물류는 추가적인 부담으로 인식되고 있으며, 공급사슬 내 별도의 투자가 요구되고 있다. 이는 시장에서 살펴본 바와 같이 공급사슬 내 녹색물류 발전을 저해하는 주요 요소인데, <Table 1>과 같이 점차 영역이 확대되고 있는 3PL을 활용하여 공급사슬을 통합하면 궁극적으로 전체 공급사슬 내 물류프로세스, 시스템의 통합, 단순화와 더불어 공급사슬 내 관계자 및 파트너의 연계강화를 유도하여 녹색물류를 효율적으로 실행할 수 있다.

#### 4.1 공급사슬 운영환경의 통합

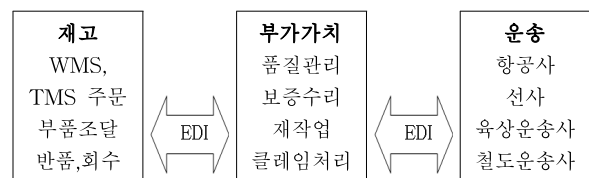
녹색물류의 궁극적인 목적은 생산, 유통 및 관리상 불필요한 요소를 제거하는 것이 목적이므로 복잡다단한 공급사슬 내 운용 시스템의 통합, 다단계 프로세스의 통합운영 및 관리, 파트너의 통합을 통해 자원이 효율적으로 활용하기 위한 운영 환경의 통합은 필수적이

다. 3PL을 통한 운영환경 통합은 데이터를 공유하는 단계에서부터 쌍방간의 장기간 전략적 약속 단계와 실행단계인 VMI(Vendor Management Inventory)까지 확대가 된다. 박성철(2009)은 VMI단계에서는 안전재고량, 재고계획, 후보충량, 사용 후 대금지불 정보 등이 공유된다고 하였다. 또한 수요의 심각한 변화가 고객기업에 전달되며, 사전에 약속한 대로 VMI창고에 보충된 재고는 일정 기간 후에 반드시 소진되어 공급업체의 매출이 되어야 한다고 하였다.

#### 4.2 데이터 가시성 확보

박성철(2009)은 가시성을 실시간으로 확보하고 공급사슬상의 전체적인 프로세스를 공유하기 위해 필요한 것이 글로벌 한 통합 정보시스템이라고 하였다. 가시성의 핵심은 수요 공급 망 내 모든 프로세스가 상호간 무엇을 하고 있는지, 무엇을 할 수 있는지에 대한 내용을 즉시 공유하는 것이다. 이를 통해 공급사슬 경영자에게 의사결정 시 근거를 제공하고 공급사슬 전체를 고려하도록 하여 전체 공급사슬의 이익을 최대화시킨다. LG전자의 해외 수배송 부분은 연간 4천만 달러 규모로 전체 물류비용의 51%를 차지하였으며, 높은 배송계획 부정확률, 재고 및 가용정보 수용력으로 인한 어려움을 겪고 있었다. 또한 전통적으로 서비스 실패의 주요요인으로 높은 수요 변동률과 조직전체 내 워크스테이션의 커뮤니케이션 침체를 들 수 있다. 수, 배송 프로세스는 효과적으로 통합되지 않았으며, 결과적으로 정보병목이 발견되었다. LG전자는 이러한 상황을 극복하기 위해 보유재고율을 높이고, 운송계획을 매뉴얼화 하였으나 본질적인 비 효율화를 극복하기 어려웠다.

전통적인 방법으로 개선을 이끌어 내기 어려움을 인지하고 WMS(Warehouse Management System)와 TMS(Transportation Management System)통합을 통해 가시성확보를 추진하였다. LG전자의 운송비 절감과 효율화는 이러한 재고 및 운송관리시스템의 통합운용을 통해 추진되었으며, 이는 시장 요구에 따른 변동성과 재고 및 수배송 계획 사이에서 투명성 및 가시성을 확보하게 하였다.



[Figure 3] Gaining SCM Visibility Through 3PL

이와 같은 제조 기업의 WMS, TMS도입으로 인한 부분적인 가시성확보는 3PL의 부가가치 서비스영역과 운송영역 정보통합으로 공급사슬 전체에 대한 가시성을 확보할 수 있게 한다. 이로 인해 불필요한 물류활동 감소, 생산 효율화를 통해 물류비뿐 만 아니라 재고회전율의 증가, 고객 서비스 만족도 증가 등 부가적인 효과를 거둘 수 있으며, 궁극적으로 생산, 유통 및 운송 부분에서 자연적인 녹색물류를 실현할 수 있다.

### 4.3 공급사슬 내 물류영역의 통합

공급사슬 내 파트너 통합은 고객의 수요 변화에 보다 민첩하게 대응이 가능하고, 운영비용을 절감해 주며, 불확실성에 대한 리스크를 감소시켜 공급망의 이익을 높일 수 있다. 이와 같은 공급사슬 내 파트너 통합은 공급사슬 관리의 구현 및 실행에 있어 핵심 성공요인이다. 공급사슬을 구성하고 있는 다양한 파트너의 통합은 생산에서 유통 및 회수에 이르는 기업활동 수행 능력을 보다 민첩하고 효율성을 극대화 할 수 있는 방법이라 할 수 있다. 생산, 유통 및 회수분야 내 파트너의 통합 운용으로 다양한 공급 사슬 내 참여자의 축소, 기능의 통합 및 관리의 단순화를 통해 기업역량을 강화하고 이익을 극대화 할 수 있다. 파트너간 제휴 발전은 제조기업의 공급업체 수의 축소와 그에 따른 구매비용에 대한 관리, 감독의 강화를 가져온다. 더욱이 생산이 글로벌 아웃소싱 되면서 물류뿐만 아니라 생산관리를 포함한 물동기획, 물류 실행간 시너지를 창출하기 위한 글로벌 공급 사슬 통합 관리에 대한 요구가 생겨나고 있다.

#### 4.3.1 리드타임 축소

리드타임을 줄이는 노력은 3PL을 통한 재고· 선적정보 제공, 의사결정지원, 적시성 확대, 물류거점 시설의 재배치 등 근본적인 물류 정보교환기술(information and communication technology - ICT)의 구현을 통해 가능하다. 또한 3PL의 국 내외 운송네트워크를 활용하여 원자재 조달물류에서부터 최종 수출상품의 선적, 도착지 수·배송까지의 전체적인 운송시간 축소를 유도할 수 있다.

#### 4.3.1 주문조립분야

매우 유연한 운영능력을 갖고 있는 회사는 ‘전세계 어디서나 설계하고, 어디에서나 만든다(Design any where, make anywhere).’는 정책을 지향한다. 즉, 개발과 생산의 유연성을 높이는 것이다. 생산의 할당은 가용한 생산능력, 생산성, 고객납기 등을 기반으로 글로벌

별하고 유연하게 이루어 질 수 있다. 예를 들어, 신모델 출시 초기에는 제조 공정을 효율적으로 시험을 하기 위하여 R&D와 같은 장소에서 본사중심으로 운영하고, 매출이 증가하면 고객서비스를 증가시키는 단 납기공급을 위하여 지역으로 전환하여 지역에서 생산, 공급할 수 있다. 이러한 전략은 제품 생산공정을 전 공정과 후 공정으로 나누고, 마지막까지 최대한 전 공정을 지연시키는 지연 전략을 통해 실현될 수 있는데, 이 전략은 최종제품의 조립 시점을 최대한 고객 가까이 가져감으로써 주문에 맞는 제품을 만드는 생산리드타임을 단축하여, 시장 변화에 반응하는 능력을 키운다.

미국의 3PL인 Modus Link는 전자 제조 기업을 대상으로 CKD(Complete Knock Down), SKD(Semi Knock Down)를 제조기업의 주요 거점에 도입하여 조립라인과 물류센터의 통합운용을 통해 제조 기업에 생산, 유통재고 보관 및 수배송 등 생산단계에서부터 유통 전 과정에 참여한다. 또한 제조 기업의 수요에 맞게 맞춤형 서비스를 제공하며, 제조 기업이 생산 전진기지를 활용하여 정확한 시장 수요예측과 지연 전략을 통해 적기 대응하도록 지원한다. 제조 기업은 생산된 반 조립 혹은 완전한 부품을 Bulk형태로 Modus Link에 공급하고 해당지역별 특화된 매뉴얼, 액세서리 및 포장 등 수요에 따른 최종 조립지시를 내리면 Modus Link조립라인에서 최종포장을 마치고 유통센터로 재고가 이전되며, 일괄 출고 및 수배송 단계를 거친다. 이러한 3PL의 통합운용으로 제조 기업은 종합적인 수요에 맞춘 생산으로 생산효율화, 재고보유 효율화 및 수요변동에 따른 대응에 민첩하게 대응할 수 있다. 아울러 생산에 따른 불필요한 자원의 절감과 유통 단계의 불필요한 재고의 보관, 운송 등을 제거함으로써 주문 조립분야의 3PL도입은 기업운영의 효율화와 녹색물류 실현에 적합한 파트너운용 방안이라 할 수 있다.

#### 4.3.2 유통분야

제조 기업과 협력업체로부터 유통업체 전반에 걸친 공급사슬은 주문에서 생산과 배송에 이르는 방대한 물류과정이다. 최근 들어 제조 기업과 협력업체, 유통업체간 시스템통합을 통해 생산, 재고 관리 등이 통합된 형태의 운영이 시도되고 있으나 운송, 보관설비 등 수행의 통합은 시도조차 어려운 실정이다. 유통과정상 3PL을 통한 물류 활동의 통합은 공동배송, 공동보관 및 운송거리의 단축 등을 촉진시킬 뿐만 아니라 가시성의 확보로 이를 통한 효율적인 생산, 분배 및 운영을 가능하게 할 것이다. 이를 위해 제조업체들은 협력업체들의 물류체계를 통합할 수 있도록 장려하고, 적합한

통합물류 운영업체를 선발하여 유통과정 내 통합물류 운영의 기반을 확보하여야 할 것이다.

### 4.3.3 회수물류분야

회수물류의 기능은 제조 기업들이 수명주기가 끝난 완제품을 회수하여 분해하고 이를 새로이 사용할 수 있도록 유통채널을 최종소비자 이후로 확장하거나 사용 중 리콜, 애프터 서비스 및 유통 전 옵션의 추가와 재작업의 필요에 따라 회수하여 제품의 가치를 영업 및 생산 계획대로 개선 및 보완 후 시장에 되돌아갈 수 있도록 한다. 일반적인 회수프로세스는 [Figure 4]와 같다. 이와 같은 경우 다단계의 회수 프로세스와 다양한 참여자로 인해 리드타임이 길어지고, 제품회수 및 재작업 진후 과정 중 재고 가시성의 불투명, 운송비용의 부담 가중 등의 문제를 야기한다.



[Figure 4] General Reverse Logistics Process

이와 같은 프로세스 내에서 3PL이 회수운송, 재고보관, 재작업 수행 등 제품의 시장유통 전 단계를 일괄 처리하는 역할을 수행하면, 재고 가시성의 확보, 전체 재고 감소에 긍정적 효과 유발, 운송통합으로 인한 운송비 감소, 회수물류 내 프로세스 단순화로 인한 리드타임 감소로 고객서비스 향상을 유도하고 기업 가치창출을 하는데 있어 절대적인 영향을 미칠 수 있다. 또한 이러한 긍정적 효과는 기업활동에만 미치는 것이 아니라 재고 재활용율의 증가로 인한 자원사용의 절감, 운송횟수 단축을 통해 자연스러운 녹색물류 실현을 촉진한다.

LG전자 프랑스법인의 경우 [Figure 5]와 같이 2008년부터 핸드폰의 유통 과정에서 3PL이 프랑스 국내 회수물류 전 과정에 직접 참여함으로써 위에서 언급된 긍정적 효과를 거두고 있으며, 향후 3PL의 활용 확대에 대한 계획을 추진하고 있다.



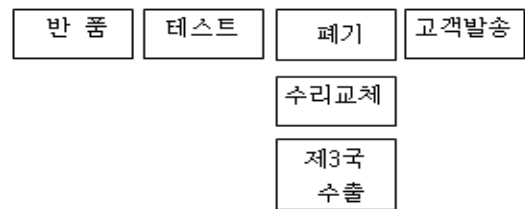
[Figure 5] Reverse Logistics Process Through 3PL

### 4.3.4 애프터서비스 부문

제품 판매 이후 애프터서비스와 제품 출고 전후 제품 상태의 테스트 및 D.O.A(Dead on Arrival) 등 제품 품질과 관련된 부분은 판매 전후 자사 제품의 가치 창

출을 하는 또 하나의 요소로 그 기능을 간과할 수 없으며, 대부분의 제조 기업들은 지역별 서비스센터의 운용을 통해 고객 요구에 대한 대응을 하고 있다. 그러나 서비스센터의 운용으로 인해 각 센터 별 서비스 부품 재고보유, 반품 혼재 운송 및 수집, 가시성 확보의 어려움과 서비스센터 운용비용에 대한 추가 부담이 요구된다. 회수 제품의 등급 별 판정, 서비스 부품교체, 이와 관련된 부품 재고관리는 3PL과의 기능통합을 통해 효율화 될 수 있는데, 영국의 3PL인 Deux는 LG전자의 회수제품 전반에 대한 회수, 회수 후 테스트, 테스트 결과에 따른 등급 판정과 LG전자의 요청에 따라 고객에게 발송, 폐기 혹은 중동 및 아프리카 등 제 3국으로의 재 수출업무 등을 수행한다. Deux의 애프터서비스 물류 통합으로 내륙운송 횟수 감소, 별도의 보관 및 창고설비감축, 폐기물 통합 관리와 제 3국으로 수출 시 수출 프로세스 및 합리적 국제운송 관리가 가능해 졌다.

양품과 회수제품, 서비스부품, 반품의 등급판정 및 일련의 교체, 수리작업의 통합운영으로 비용절감, 운송 및 보관의 감소, 공동 반품회수, 통합폐기 및 수출을 통한 재활용 등 3PL을 활용한 통합된 프로세스를 통해 제조기업의 친환경 유통 실현이 가능하다.



[Figure 6] After Service Logistics Areas Of 3PL

## 5. 공급사슬 통합과 녹색물류 확대에 관한 실증연구

본 연구에서 제조업체를 대상으로 공급사슬 통합을 통한 녹색물류 확대 분석을 통한 실증 연구를 진행하였다. 본 연구의 조사방법으로 국내 전자, 자동차, 화학 및 공산품 제조업체 150업체를 대상으로 진행된 설문 이 분석에 이용되었다.

설문지는 설문대상 업체의 일반적인 요인들과 공급사슬통합을 통한 녹색물류 실현에 대한 기대를 파악하기 위한 문항으로 구성하였다. 회수된 응답 자료의 통계처리는 데이터 코딩과 클리닝 과정을 거쳐 SPSS (Spastics Package for social science)v.12.0통계 패키지 프로그램을 활용하여 분석하였다. 구체적인 분석방법은 다음과 같다.

첫째, 조사대상의 일반적인 특성과 녹색물류에 대한 관련 지식을 알아보고 조사대상자의 일반적인 특성에 따라 차이가 있는지를 알아보기 위하여 빈도분석과 교차분석을 실시하였다.

둘째, 물류지원 부서의 인원수에 따른 각 그룹의 종속변수 평균의 차이를 검증하기 위해 ANOVA분석을 실시하고, 사후 검증을 Sheffe검증을 실시하였다.

셋째, 물류지원 부서 인원수에 따른 녹색물류 역할의 중요성 분포에 대한 차이 검증을 위하여 카이검증을 실시하였다.

(Table 2 계속)

5.1 조사대상자의 일반적 특성

<Table 2>는 조사대상자의 녹색물류와 관련한 일반적 특성을 알아보기 위하여 빈도분석과 교차분석을 실시한 결과이다. 조사대상자 중 57.3%이상이 제조 기업의 녹색물류의 역할이 중요하다고 평가하였고, 50.7%가 공급사슬 통합을 통해 녹색물류를 실현할 수 있을 것이라고 답했다. 46%가 제조 기업의 녹색물류를 실현할 수 있는 주체로 3PL업체를 선택 하였으며, 63.3%가 3PL업체와의 적극적인 협업을 할 의향이 있다고 밝혔다. 그러나 3PL업체와의 협업중이 아니거나 계획이 없다는 응답도 63.3%에 달해 아직 3PL 이용률은 낮은 것으로 나타났다. 80%에 이르는 응답이 3PL을 활용 시 긍정적 수혜자로 제조 기업을 선택하였고, 물류 및 낭비비용 절감효과가 48%로 나타났다.

<Table 2> Awareness About Green Logistics

항목	내용	빈도	퍼센트
귀사가 속한 산업군은?	전자(Hi-Tech)	50	33.3
	자동차(Automotive)	43	28.7
	소비재 및 화학	57	38.0
귀사의 물류 부서 혹은 물류지원 부서 인원 수는?	없음	110	73.3
	5명 이상, 10명 이하	29	19.3
	11명 이상	11	7.3
귀사가 생각하는 현재 제조 기업의 공급사슬 내 녹색물류의 역할은?	전혀 중요하지 않다	5	3.3
	별로 중요하지 않다	38	25.3
	상당히 중요하다	86	57.3
	절대적으로 중요하다	21	14.0

귀하가 생각하는 제조 기업의 녹색물류를 실현하기 위한 가장 바람직한 방법은?	공급사슬 통합을 통한 개선 및 낭비제거로 녹색물류 추진	76	50.7
	녹색물류 관련 인프라투자	26	17.3
	녹색물류 전담부서운용	27	18.0
	낭비제거를 위한 기업의 인식전환	21	14.0
귀하는 귀사의 녹색물류 활성화를 위해 3자 물류업체와 협업할 의향이 있습니까?	적극적으로 하겠다	95	63.3
	하지 않거나 소극적으로 하겠다	55	36.7
귀하가 생각하는 제조 기업 공급사슬 내 향후 실질적인 녹색물류 실현을 주도 할 수 있는 주체는?	해당 제조 기업	43	28.7
	3자 물류업체	69	46.0
	운송회사	19	12.7
	정부	19	12.7
귀하의 녹색물류 실현을 위한 3자 물류업체와의 협업상황은?	협업이나 계획 없음	95	63.3
	일부 협업 또는 계획중	55	36.7
귀하가 생각하는 공급사슬 내 3자 물류업체를 통한 효율적인 통합분야는?	국내운송, 수출운송 및 해외 거점보관	36	24.0
	수배송, 서비스부품 및 회수물류	48	32.0
	제품포장, 기술검수 및 반품관리	34	22.7
	재고관리, Aging 및 이동 관리	32	21.3
	IT시스템		
귀하가 생각하는 3자 물류업체를 통한 공급사슬 통합의 결과로 인한 긍정적 효과의 수혜자는?	해당 제조기업	120	80.0
	운송회사	21	14.0
	물류 IT전문업체	9	6.0
귀하가 기대하는 녹색물류 실현을 통해 극대화 되는 효과는?	자사기업 이미지 홍보	37	24.7
	물류 및 낭비 비용 절감 및 효율화	72	48.0
	물류프로세스 고도화및 효율화 유도	41	27.3
	공급사슬 내 복잡다단한 프로세스와 낭비	50	33.3
귀하가 생각하는 녹색물류 실현의 저해요소는?	다양한 공급사슬 참여자	37	24.7
	낮은 수준의 참여도	63	42.0



### 5.2 녹색물류 역할에 대한 인식의 차이

<Table 3>는 조사대상 물류지원부서 인원수에 따른 녹색물류 역할에 대한 인식의 차이를 검증하기 위하여 ANOVA분석을 실시하고, 사후 검증인 Scheffe 검증을 실시하였다. 분석결과, 물류지원부서 인원수에 따른 녹색물류 역할에 대한 인식의 차이는 F값이 3.349, 유의확률(p)값이 0.037(p<0.05)로 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. Scheffe검증에서도 5명 이상, 10명 이하의 그룹이 11명 이상인 그룹보다 녹색물류의 역할에 대한 인식이 높은 것으로 나타났다.

<Table 3> Differences In Perception Of role Of Green Logistics

	평균	표준편차	F/p	Scheffe
없음	2.8182	.65219	3.349	b>c
5명이상10명이하	3.0000	.80178	.038*	
11명이상	2.3636	.80904		
합계	2.8200	.70540		

\*p<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001

### 5.3 녹색물류 역할의 중요성

<Table 4> Cross-Tabulation for Role Of Green Logistics

		물류지원 부서 인원수는?			전체	카이제곱/P
		없음	5명이상 10명이하	11명 이상		
귀하가 생각하는 현재 제조기업의 공급사슬내 녹색물류의 역할은?	전혀 중요하지 않다	2 1.3%	1 7%	2 1.3%	5 3.3%	14.648 /023*
	별로 중요하지 않다	29 19.3%	6 4.0%	3 2.0%	38 25.3%	
	상당히 중요하다	66 44.0%	14 9.3%	6 4.0%	86 57.3%	
	절대적으로 중요하다	13 8.7%	8 5.3%	0 .0%	21 14.0%	
	전체	110 73.3%	29 19.3%	11 7.3%	150 100.0%	

\*p<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001

<Table 4>은 물류지원 부서 인원수에 따른 녹색물류 역할의 중요성 분포에 대한 차이 검증을 위한 카이검증 결과이다. 분석결과, 물류지원 부서 인원수에 따른 녹색물류 역할의 중요성은 유의확률(p)값이 0.023(p<0.005)로 분포의 차이가 있는 것으로 나타났다.

### 5.4 녹색물류 실현방법

<Table 5>는 물류지원 부서 인원수에 따른 녹색물류 실현 방법에 대한 차이검증을 위하여 카이검증을 실시하였다. 분석결과, 물류지원 부서 인원수에 따른 녹색물류 실현방법은 유의확률(p)값이 0.032(p<0.05)로 분포의 차이가 있는 것으로 나타났다.

<Table 5> Means Of realization Of Green Logistics

		물류지원 부서 인원수는?			전체	카이제곱/P
		없음	5명 이상 10명 이하	11명 이상		
귀하가 생각하는 제조기업의 녹색물류를 실현하기 위한 가장 바람직한 방법은?	공급사슬 통합으로 녹색물류 추진	62 41.3%	10 6.7%	4 2.7%	76 50.7%	13.757 /032*
	녹색물류 관련 인프라 투자	16 10.7%	7 4.7%	3 2.0%	26 17.3%	
	녹색물류 전담부서 운영	18 12.0%	9 6.0%	0 .0%	27 18.0%	
	낭비제거를 위한 기업의 인식전환	14 9.3%	3 2.0%	4 2.7%	21 14.0%	
	전체	110 73.3%	29 19.3%	11 7.3%	150 100.0%	

\*p<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001

### 5.5 공급사슬 통합과 녹색물류 실현의 결과로 인한 수혜자

<Table 6>는 물류지원 부서 인원수에 따른 3PL을 통한 공급사슬 통합과 녹색물류 실현에 따른 긍정적 효과수혜에 대한 차이검증을 위하여 카이검증을 실시하였다. 분석결과, 물류지원 부서 인원수에 따른 녹색물류 예상 수혜자는 유의확률(p)값이 0.028(p<0.05)로 분포의 차이가 있는 것으로 나타났다.

<Table 6> Expected Beneficiaries Of Green Logistics

		물류지원 부서 인원수는?			전체	카이 제곱/ p
		없음	5명 이상 10명 이하	11 명 이 상		
귀하가 생각하는 3자 물류 업체를 통한 공급 사슬 통합 의 결과로 인한 긍정 적 효과의 수혜자는?	해당 제조기 업	93 62.0 %	19 12.7 %	8 5.3 %	120 80.0%	10.88 5 /0.028 *
	운송회 사	13 8.7%	5 3.3%	3 2.0 %	21 14.0%	
	물류 IT 전문업 체	4 2.7%	5 3.3%	0 .0%	9 6.0%	
전체		110 73.3 %	29 19.3 %	11 7.3 %	150 100.0 %	

## 6. 결론

여러 가지 국, 내외적인 요인으로 인한 제조 기업 녹색물류의 실행과 이를 위한 과제는 다양한 접근 방법을 통해 연구되었으나, 제조 기업에 실질적인 물류비 증가 없이 녹색물류를 실현하는 것은 어려운 과제였다.

본 논문은 공급 사슬의 통합을 통한 녹색물류 실현에 대해 연구하였으며, 공급사슬 통합과 녹색물류 실현을 위한 프로토타입(Prototype)을 제안하였다. 제조업체의 공급사슬의 통합으로 인해 원가 상승으로 인한 소극적 자세에서 벗어나 공급사슬을 통한 새로운 형태의 녹색물류 프로세스는 앞으로 제조 기업의 녹색물류 확대에 기여할 것으로 기대되며, 이러한 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 제조 기업들은 녹색물류의 역할이 중요하다고 인식하고 있으나, 신규투자 등 원가상승을 야기하지 않으면서 녹색물류를 실현하기 위한 방법으로 공급사슬 통합을 통한 녹색물류 실현 및 확대를 유도할 수 있다.

둘째, 이미 제조 기업들은 공급사슬 상 3자 물류업체를 통한 서비스 인식이 형성되어 있어, 3PL 을 통한 공급사슬 통합 시 긍정적인 영향을 줄 것이다.

셋째, 공급사슬 통합으로 인한 녹색물류 확대 시 낭비 제거로 인한 기업운영비 절감, 물류비용절감과 물류 프로세스 효율화로 인한 물류비용 효율화를 유도 할 수 있다.

넷째, 3PL과의 녹색물류 협업은 아직 미비한 수준이

나 제조 기업들이 3PL과의 공급 사슬 통합과 녹색물류 확대에 긍정적인 것으로 분석되었다.

다섯째, 3PL을 통한 공급사슬 통합 중 수배송, 서비스 부품 및 역 물류 등 다양한 부문에 걸쳐 통합을 이루어 낼 수 있을 것으로 분석되었다.

앞에서 제시한 결과를 바탕으로 제조 기업은 공급사슬 통합을 통해 녹색물류를 확대할 수 있으며, 이를 위한 수단으로 3PL과의 협업을 통해 녹색물류 확대 실행을 모색할 수 있을 것이다.

제조 기업들은 녹색물류를 구현하기 위한 추가적인 비용투자와 집중전략에서 벗어나 공급사슬 내 비용효과적인 녹색물류 확대 방안인 공급사슬통합으로 인해 녹색물류확대는 물론 기업경쟁력강화를 모색할 수 있다.

## 6. 향후 연구제언

본 연구가 3PL을 활용한 공급사슬 통합을 통한 녹색물류 확대 및 개선 방안을 연구함에 있어 체계적으로 각 산업 내 제조 기업을 대상으로 실시해 보지 못한 것이 한계점이라 할 수 있다. 향후, 완성된 형태의 공급사슬 통합을 통한 녹색물류 확대를 위해서는 기술적인 부분 뿐 아니라 제조기업의 관점에서 이익을 실현해 줄 수 있는 형태로 연구 발전해 나아가야 할 것이다.

## 8. References

- [1] 김형기·문종범·최창열(2005), “공급사슬 통합요인이 기업성과에 미치는 영향에 대한 실증분석”, e-비즈니스연구, 제 9권, pp21.
- [2] 강성만(2011), “국내 물류기업의 녹색물류 활성화 방안을 위한 선진 해외기업 사례연구”, 한국유통경영학회, 제 14권 1호, pp143-164.
- [3] 박성철(2009), SCM경쟁력 강화를위한 Supply China프로세스 혁신, 시그마인사이트컴.
- [4] 박석하(2005), “수·배송 물류의 환경부하 산출과 성과지표 활용에 관한 사례 연구”, 로지스틱스 연구, 제 15권 제 3호, pp180.
- [5] 박석하, 이성호(2006), “환경물류활동과 물류운영특성이 물류성과에 미치는 영향”, 로지스틱스 연구, 제14권 제 1호, pp2.
- [6] 박재규(2010), 시장을창조하는미래형 SCM전략, 21세기북스.
- [7] 서상범, 한상용(2009), “환경 친화적 물류공동화 추진방안 연구”, 한국교통연구원, pp2-3.
- [8] 이슈와 뉴스(2010.08.10일자), 녹색물류, 기업에게

- 새로운 책임이자 도전.
- [9] 오세영, 이신모(2001), “환경물류에 관한 서설적 고찰”, 로지스틱스 연구, 제 9권 제2호, pp.35.
- [10] 정헌배, 이일한(2003), “기업의 환경물류 실행에 관한 연구”, 로지스틱스 연구, 제13권 제 1호, pp8.
- [11] 주 OECD대표부(2009), 기후변화-에너지 대책과 관련한 OECD의 정책동향, pp5.
- [12] David T.Boyd, Larry Kronk(2002), “The effects of just-in-time system on financial accounting metrics”, Industrial Management & Data System ,Vol.102Iss:3,pp153.
- [13] Forrest B. Green, Will Turner(2008), Radford University, “A Practitioner’s Perspective On The Role Of A Third-Party Logistics Provider”,Journal of Business & Economics Research-June2008,pp9-11.
- [14] Hi-tech & Electronics Supply Chain State of the Industry Report(2010), presenting the results of eye fortransport’s 2010 survey, pp9-11.
- [15] Irina Harris, Dr.Christine Mumford(2007), “A Review of infrastructure modeling for green logistics”, Cardiff University, pp1-5.
- [16] James Cooper(1994), Logistics and Distribution planning for strategies for management, 2nded. pp165-166,Kogan Page Limited.
- [17] Vasco Sanchez-Rodrigues(2006), Supply Chain Management, Transport and the Environment-A Review, pp22-23, 48-49.
- [18] www,i2.com, I2 Customer success story, pp2-3.

## 저 자 소 개

### 임 장 혁



현 명지대학교 산업경영공학과 박사과정. 주요 연구 관심분야: Logistics integration, Logistics value propositions, 물류정책 및 물류교육

주소: 경기도 용인시 처인구 명지로 116 명지대학교 공과대학 산업경영공학과

### 한 영 근



서울대학교 기계설계학과 학사, 석사. 펜실베니아주립대학교 산업공학 박사. 현 명지대학교 산업경영공학과 교수.

주소: 경기도 용인시 처인구 명지로 116 명지대학교 공과대학 산업경영공학과