

녹색물류의 이론적 고찰과 적용방안

A Theoretic Review and Application Approach of Green Logistic Studies

김 미 성* · 김 형 길** · 김 정 희***

(Mee-sung Kim · Hyoung-gil Kim · Jung-hee Kim)

목 차

- I. 서론
- II. 녹색물류의 본질
- III. 녹색물류의 국내외 연구 동향
- IV. 결론

I. 서론

기후변화로 인한 환경 문제와 환경의 지속가능성이 이슈가 되는 시대에, 물류에서도 환경에 미치는 부정적 영향을 최소화 하고 환경오염을 억제하여 물류 환경과 물류 자원을 최선의 방법으로 사용하는 방안이 대두되고 있다. 세계환경개발위원회 보고서(1987)에 의하면, 환경의 지속가능성이라는 국제행동 목표로 정치적, 경제 무대에서 그 중요성을 부각되었으며, 이는 산성비, 프레온가스, 지구온난화 등 환경문제에 대한 인식 증가에 기인한다. Kirkpatrick(1990)는 1990년대부터는 환경의 시대가 될 것이라 전망했는데, 1990년대 초부터 물류는 운송 수단을 통한 제품의 이동뿐 아니라 지구 환경을 보호하는 방안을 포함하는 기준을 만들어야 한다는 물류에 대한 새로운 접근 방식이 제기되었으

* 제주대학교 대학원 경영학과 박사과정

** 제주대학교 경상대학 경영학과 교수

*** 제주대학교 경상대학 경영학과 부교수(교신저자)

며, 이것이 “녹색 물류”의 접근 방식이다(Geroliminis and Daganzo, 2005).

녹색물류의 특징은 에너지와 자원 투입 요소를 사용하여 생산물을 산출하고, 부산물로 오염물질을 방출하여 폐기물을 남기는 일련의 경제활동을 하는 것이다. 물류는 이를 실행하는 역할을 하고 있기에 녹색물류가 물류 분야의 경쟁부문으로 등장하고 있다(국토연구원, 2011). 우리나라는 동북아 물류중심국으로 물류를 통한 기업과 국가의 경쟁력 향상을 국가발전 전략으로 추진하고 있다. 이러한 시점에서 국제 협약과 규제에 대응하기 위한 각종 정책을 발표하고 환경에 대한 규제를 강화하고 있으며, 녹색물류 활성화를 위한 기업에 대한 지원도 추진 중에 있다. 따라서 기업은 효율성만을 추구하는 것이 아닌, 경제, 사회, 환경을 고려한 비전을 수립한 경영전략을 추진해야 해야 한다. 아직 초기 단계이기는 하나 우리나라에서는 대기업을 중심으로 녹색물류 활동을 펼치고 있으며, 물류활동의 전 과정에 걸쳐 환경에 미치는 영향을 고려한 경영방침과 투자를 전개하고 있다.

본 연구는 녹색물류에 대한 이론적 정립 및 기업의 적용방안 모색을 위해 시도되었다. 이를 위해 녹색물류에 대한 개념적 정의, 녹색물류의 필요성, 녹색물류 적용영역을 고찰하고, 환경문제의 중요성을 인식하고 있는 주요 국가들의 환경친화적 정책과 사례를 살펴본다. 그리고 국내외 연구동향을 살펴봄으로써 녹색 물류 구축을 위한 시사점을 도출한다.

Ⅱ. 녹색물류의 본질

2.1. 녹색물류의 개념

‘물류’는 현대적 기술을 통한 운송시스템으로 화물을 이동시키는데 수반된 제반활동을 관리하는 의미로 존재하였으며 이는 운송산업에서 가장 중요한 발달을 가져왔다. ‘녹색’은 환경적 영향 범위에 대한 단어로 긍정적 의미로 간주되었다. 운송시스템은 기반시설과 교통으로 인해 환경파괴에 주요 원인이 되었는데(Banister and Button 1993; Whitelegg 1993), 이러한 두 단어의 결합은 환경 친화적이고 효율적인 운송 및 유통 시

시스템을 의미한다(Rodriguen et al., 2001).

이런 배경으로 녹색물류(Green Logistics)는 친환경 물류(Environment Friendly Logistics), 환경 친화적 물류(Environmental Conscious Logistics), 환경물류(Environmental Logistics)등 연구자에 따라 다양한 용어로 정의되고 있다. 녹색물류와 더불어 역물류(Reverse Logistics)가 혼용되어 사용되고 있으나, 역물류는 공급체인망관리에서 고객에게 완제품을 운송하는 것과 고객으로부터 회수된 폐기물 등을 회수하는 활동(김창봉, 2011)으로, 환경과 교통에 대한 영향까지 포괄한 녹색물류보다 협의의 개념이라 할수 있다(<표 1>참조).

Rao and Holt(2005)는 물류활동으로 인해 발생하는 환경영향을 최소화하기 위한 활동이며, 물류활동으로 비롯된 대기환경의 영향뿐만 아니라 전통적인 순물류와 회수물류를 포함하는 물류활동을 녹색물류로 정의하였다. Sivastava(2007)는 물류관리는 환경공급사슬에 제품 디자인, 재료 선택, 제조, 제품 인도, 제품 사용후 폐기처리과정까지 환경의 영향을 통합적으로 고려하는 것을 환경 물류라 하였다.

오세영·이신모(2001)는 물류과정에서 자원절약과 물품의 재활용을 촉진시키며, 환경친화적 대체재를 사용하고, 원료를 보호하며 재활용이 불가능한 제품, 생산 부산물과 포장재들의 환경 우호적 처리로 지속가능한 발전을 촉진시키는 활동이라 정의하였다. 박석하(2005)는 원재료의 탐색에서부터 최종소비자에 이르기까지의 과정과 사용 후 재활용, 재사용 또는 폐기에 이르기까지의 물류 전 과정을 통하여 환경유해 요소를 원천적으로 제거하거나 최소화할수 있는 제 활동이라 하였다. 김홍섭(2010)은 자연의 유지 또는 지속가능한 발전을 위해 원재료의 탐색에서 최종소비자에 이르는 과정과 사용 및 사용 후 재활용, 재사용, 폐기 등에 이르기까지의 전 과정에서 환경을 보호하며, 환경유해 요소와 행위를 원천적으로 차단하거나 최소화하는 여러 활동을 환경 친화적 물류라 하였다. '09년 발표된 환경부의 <저탄소 녹색성장을 유도하는 교통물류 체계 구축방안-녹색물류와 재택근무의 활성화 방안> 보고서에 따르면, 녹색물류는 원료조달에서 최종 소비자까지 환경유해 요소를 제거하여 순환자원 및 폐기물에 대한 가치 재취득 및 적절한 처리 과정이며, 순환형 사회형성을 위한 효율적이고 효과적인 물류활동을 계획하고 실행하며 통제하는 과정으로 정의하고 있다. 국토해양부에서는 물류산업의 효율화 및 부가가치 창출을 기반으로 하면서 온실가스 배출량 및 에너지 사용량 등을 최소화하는 물류체계를 녹색물류로 정의하고 있다.

<표 1> 순물류, 역물류, 녹색물류 비교

구분	순물류	역물류	녹색물류
범위	조달→생산→판매	판매이후→회수→폐기	순물류 및 역물류 전과정
목표	고객중심의 공급사슬 구축을 통한 높은 부가가치 창출	소비 이후의 공급사슬 최적화를 통한 자본과 자원의 절약	자재의 순환시스템 구축을 통한 환경문제 해결
중점 사항	<ul style="list-style-type: none"> · 이윤 극대화 · 고객 서비스만족도 제고 · 환경규제문제 해결 	<ul style="list-style-type: none"> · 이윤 극대화 · 자산가치의 최적화 	<ul style="list-style-type: none"> · 물자의 재활용 촉진 · 친환경 대체재 활용 · 대기오염 및 소음감축

자료 : 대한 상공회의소

2.2. 녹색물류의 필요성과 프로세스

녹색물류는 물류과정에 근원적으로 자원을 절약하고, 재활용을 촉진시키는 것을 목적으로 한다(김홍섭, 2009). 전세계적으로 국제기구의 환경 및 안전 규제가 강화 및 기후협약 등 국제 협약이 강화되고 있으며, 특히 2005년 교토의정서 공식 발효로 인해 선진국을 중심으로 정부와 기업 모두 온실가스 감축에 노력하고 있다. 물류부문에 엄격한 환경친화적 정책이 마련되고 있는데, 우리나라의 경우 전체 이산화탄소 배출량은 물류부문에 2005년에는 20%를 차지하였다. 2020년에는 23.9%로 전망되고 있으며, 이는 선진국 역시 비슷한 실정에 있다. 이와 같은 이유로 친환경적인 물류활동의 확산에 대한 사회적 필요성이 부각되고 있다.

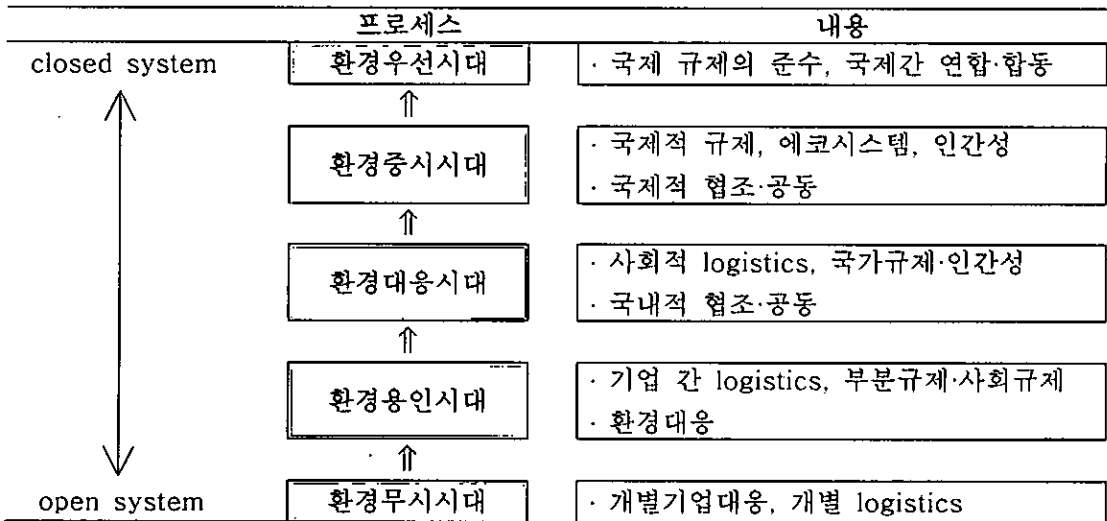
또한 환경의 지속가능성을 논하고 있는 시점에서 기업 역시 환경을 고려한 기업경영에 주목하고 있다. 소비자의 환경인식이 높아지는 것은 물론 정부 정책에 따라 환경기준에 부합한 제품 생산 및 폐기 등 친환경적 요소를 지키지 않을 수 없기 때문이다(환경부, 2009).

국토연구원(2011) 보고서에 의하면, 물류전문가를 대상으로 한 <녹색물류산업 발전요인 중요도 분석>에서 녹색물류산업이 발전하기 위한 녹색물류 활동분야로는 공동수배송을 1순위로 평가하였으며, 47%가 공동수배송은 매우 중요하다고 응답하였다. 또한 녹색물류산업의 주체로서 물류기업이 녹색물류에 대한 인식이 중요하다고 하였고, 발전을 위한 주요 요인은 온실가스 감축과 환경오염 최소화 등을 선정하였다. 이렇듯 녹색물류

의 발전을 위해서는 정부의 노력과 더불어 기업 활동이 중요한 때이며, 환경을 고려하지 않으면 시장에서 경쟁력을 잃을 수도 있는 시대에 직면해 있다.

환경문제에 따른 물류부문의 발전 프로세스를 당택풍(2001)은 다음 <그림 1>과 같이 다섯 단계로 구분하였다(한국무역협회, 2009).

제 1단계는 환경무시단계로서 기업들이 환경문제를 방치하는 상태로 개별기업이 환경문제를 스스로 해결하지 못한다. 제 2단계는 환경용인단계로서 환경의 중요성은 인정하지만 방치하고 있는 기업이 처한 상태로 업계에서 공동으로 대응하여야 한다고 인식한다. 제 3단계는 환경대응시대로서 물류분야에서도 환경책임이 추궁되는 단계이다. 국가적으로 에너지 효율화, 자원절감의 책임을 부과하는 단계다. 제 4단계는 환경중시시대 단계로서 환경시스템의 중심이 되는 상태를 말한다. 제 5단계는 21세기에 실현하여야 할 단계이다. 기술, 규제, 작업등 모든 면에서 환경우선을 생각을 하며 이에 대응하여 국제 규제를 준수 할 수 있는 기업이다.



자료 : 한국무역협회(2009)

<그림 1> 물류에서 환경대응 프로세스

2.3. 녹색물류의 적용 영역

녹색물류는 자원과 제품, 제품과 소비자 사이를 연결하여 녹색 생산과 소비를 촉진한

다. 녹색 설계와 생산은 녹색물류와 녹색 소비를 달성할 수 있는 전제이며, 녹색물류와 기타 유통채널은 녹색 설계, 녹색 생산, 녹색 소비를 이룬다(Zheng and Zhang, 2010). 이렇듯 선행연구(Zheng and Zhang, 2010; 박석하, 2005; 박석하·이성호, 2006; 정혜연·정중재, 2010) 대부분에서 녹색물류 적용영역을 포장, 수·배송, 포장, 창고(재고), 역물류를 제안하고 있다.

2.3.1. 포장

한국 공업규격(KS A 1001)에서는 포장을 물품의 수송과 보관에서 물품의 가치 및 상태를 보호하기 위해 적합한 재료나 용기 등을 사용하는 방법 및 상태로 규정하고 있다. 즉, 포장은 구매의욕을 자극하는 수단이자 파손이 없이 온전한 물건을 인도하기 위한 수단이다(장성기, 2009). 포장이 환경과 관련된 문제는 자원낭비, 제품에 대한 환경정보 라벨의 미부착, 쓰레기 발생량, 과대 포장 등이 있는데(오세영·이신모, 2001), 환경 친화물류에서 포장의 환경 제고는 순물류 및 역물류활동에 모두 접근할수 있다(김현수·조면식, 2002). 따라서 환경에 미치는 영향을 최소화되도록 설계해야 한다. 첫째, 녹색 포장 재료는 환경 성과에서 주요 부분이며, 단순한 포장은 포장 폐기물을 상당히 줄일수 있다(Zheng and Zhang, 2010). 둘째, 포장 폐기물이 쉽게 재활용할 수 있다면 그 것만으로도 환경에 미치는 영향을 줄이기 위해 도움이 될 뿐 아니라, 재활용 재료의 사용으로 사회적, 경제적 이점을 가지며 폐기물 처리 비용을 절감할 수 있다.

2.3.2. 수·배송

박석하(2005)는 환경 친화적인 수·배송은 원자재 공급 또는 완제품의 운송과 순환물류 상에서 수·배송 물류로 인한 배출가스 등 환경유해요인을 최소화하는 물류활동이라 하였다. 환경에 가장 큰 영향을 미치는 것은 도로 수송으로 인한 교통정체, 소음, 배기가스 등을 들수 있는데, 철도 혹은 해양 수송의 전환으로 전체 교통량을 줄이고 운송과정의 효율화를 보장할수 있다(Zheng and Zhang, 2010). 또한 배송 거리 단축을 위해 물류거점의 입지를 재검토하여(박석하, 2006) 화물의 효율성을 향상시킬수 있으며, 제 3자물류를 이용하여 자사 물류를 이용한 화물의 이동으로 인한 불필요한 형식과 환경오염을 감소할 수 있다.

2.3.3. 창고(재고)

운송거리를 줄이고, 비용 절감을 위해 합리적인 창고의 배치가 필요하다. 창고배치가 너무 밀집되어 있는 경우 에너지 소비와 오염물질의 증가, 교통량 증가를 야기할 수 있다. 반면, 너무 분산되어 있는 경우 화물 수송의 효율성이 줄어들고 운임률 상승을 야기한다. 또한 창고는 재사용이 가능한 용기를 사용하며, 창고내 역물류를 최소화 하고, 재활용이 가능하도록 설계되어야 한다(박석하, 2005). 또한 재고품의 성능 및 특성에 따라 분류하여 보관과 하역에 최선의 방안을 강구한다. Zheng and Zhang(2010)는 창고가 좋은 습도, 부식, 방수, 누수방지 등 유지 관리를 강화하면서 환경 요구 사항을 충족해야 한다고 하였다.

2.3.4. 역물류

김대진(2007)은 역물류는 환경문제를 해결하기 위한 것이 아닌, 소비영역에서 생산영역으로 이어지는 자원이나 상품의 가치를 증가시키거나 회복시킬 목적으로 공급 사슬을 계획, 실행, 통제하는 과정으로 설명할 수 있다고 하였다. 전형적인 역물류는 파손품, 과잉재고, 중고 등의 반품을 수거하거나 소비자나 소매상으로부터 포장이나 수송에 이용된 물질을 회수하는 프로세스 등이 포함된다(장성기, 2009). 따라서 이러한 역물류 활동으로 인한 재고품을 활용하는 전문 시설과 저장 및 유통과정이 필요하다.

2.4. 국내외 녹색물류 정책 현황 및 추진 사례

국내외 정부기관에서는 기업들의 환경에 부정적 영향을 미치는 행위를 규제하기 위해 각종 정책을 제시하여 시행하고 있다. 기후변화에 대응하기 위해 1992년 리우선언(Rio Earth Charter), 2009년 코펜하겐 기후변화협약(Copenhagen Climate Change Conference)이 이뤄졌다. 세계 각국은 온실가스 감축 목표를 평균 5.2%로 설정하였으며, 온실가스배출권 거래제(Emission Trading System) 도입과 청정개발체제(Clean Development Mechanism) 등을 통해 지속적인 환경 전략을 논의하고 있다. 또한 법과 제도를 넘어 기업 경영패러다임은 자발적으로 사회적 책임과 친환경 경영활동을 실천하는 등 변화된 양상을 보이고 있다. Lin and Ho(2008)에 의하면 환경 친화적 물류관리는 기업이미지 개선과 더불어 시장영역

을 확대하고 매출 증가로 이어진다고 하였다. 그러므로 물류기업에서도 환경 보호에 앞장 서지 않을 수 없게 되었으며(Carter and Jennings, 2004), 시대적 요구에 부응하여 녹색물류에 대한 인식도 높아가고 있다.

2.4.1. 한국

우리나라의 물류비에 가장 큰 비중을 차지하는 부분이 운송비이며, 화물자동차에 의한 온실가스 배출은 2005년 우리나라 수송부문 전체 배출량의 약 40%에 해당한다(환경부, 2009). 국내 화물운송수단별 운송 실적을 살펴보면, 2011년 6억 33,927만톤(80.5%)이 도로운송에 의존한 반면, 해운은 14.3%, 철도 5.2%에 그치고 있어 화물수송에 있어 도로 의존도가 매우 높은 것으로 나타나고 있다(표2 참조). 국가물류기본계획(2011-2020)에 의하면, 도로화물의 대량수송수단(철도, 연안해운 등) 전환을 촉진하고, 물류시설개발계획 수립 시 항만, 공항, 철도역, 내륙화물기지 등 다양한 물류거점의 에너지 사용 저감을 위한 대책 마련을 의무화를 추진 중이다.

<표 2> 화물 운송 수단별 수송 분담 현황

(단위: 천 톤, %)

연도 수단	2007	2008	2009	2010	2011
도로	550,264 (76.9)	555,801 (76.2)	607,480 (79.2)	619,530 (79.6)	633,927 (80.5)
철도	44,562 (6.2)	46,778 (6.4)	38,898 (5.1)	39,217 (5.0)	40,012 (5.2)
해운	120,079 (16.18)	120,079 (17.4)	120,031 (15.7)	119,021 (15.3)	110,135 (14.3)
항공	316 (0.1)	254 (0.1)	268 (0.1)	262 (0.1)	281 (0.0)
합	715,221 (100)	722,913 (100)	766,678 (100)	778,030 (100)	784,355 (100)

자료 : 국토해양부(2012) '12 국토해양통계연보 발췌 요약 정리

2010년 제정된 「저탄소녹색성장기본법시행령」에 따라 2020년 국가온실가스 총배출량을 배출 전망치 대비 30%까지 감축하는 것을 목표로 하고 있다. 또한 '09년 「지속가능 교통물류발전법」을 공포하여 교통물류 분야의 온실가스 배출을 감축하기 위한 법안

을 제정하였으며, 도로, 철도, 공항, 항만에 「환경친화적 교통물류시설 개발 지침」, 「대기환경보전법(‘09)」, 「녹색성장 5개년 계획(‘09년)」 등 녹색물류 관련 법안이 있다.

정부는 기업의 녹색물류 활성화를 위해 ‘물류에너지 목표관리제’, ‘녹색물류 기업인증제’, ‘녹색물류 전환사업’ 등을 운용 중에 있다. 각 제도의 주요 내용은 <표 3>과 같다.

<표 3> 기업의 녹색물류 활성화를 위한 제도

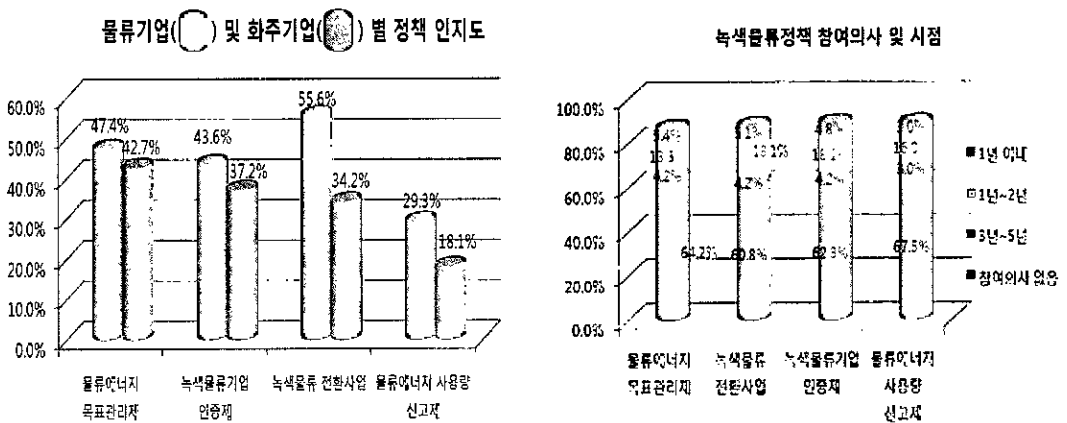
제도	내용
물류에너지 목표관리제	<ul style="list-style-type: none"> · 국가온실가스 감축목표 중 물류분야 감축목표인 864만 톤을 감축하기 위해 ‘10년도부터 도입·운영중인 제도 · 국토해양부장관이 차량 100대 이상인 물류기업 및 연간 물동량이 3천만 톤 이상인 대형 화주기업 등을 대상으로 자발적 협약을 체결 · 물류에너지 목표관리제 참여기업(이하 “참여기업”이라 한다)에 대해서는 에너지 사용량과 온실가스 배출량을 효율적으로 측정·관리할 수 있도록 물류에너지관리 시스템과 통합단말기를 지원 · ‘12년 12월 11일 “2012년도 물류에너지 목표관리제 협약식”에서 화주기업 3개사(서울우유협동조합, (주)BGF리테일, 해태제과식품(주))와 동원산업(주)의 물류기업 27개사 협약 체결 · 참여기업이 물류효율화나 온실가스 감축을 위한 시설, 장비 등을 구입하는 경우 녹색물류전환사업 보조금 우선지원
녹색물류 기업인증제	<ul style="list-style-type: none"> · 녹색물류기업으로 선정되는 경우 기업이 보유한 운송수단이나 포장용기 등에 인종마크 부착·홍보 · 환경을 고려하여 물류효율화를 추구하는 기업에게 부여하는 녹색물류 기업인증제도와 물류분야 온실가스 저감사업 발굴을 위한 녹색물류 사업선정제도로 구성 · ‘12년 CJ대한통운(주), 용마로지스(주), 이그린하나물류(주), 현대글로비스(주), 홈플러스(주) 등 6개사 녹색물류기업 인증
녹색물류 전환·지원 사업	<ul style="list-style-type: none"> · 녹색물류 전환사업은 화주기업 및 물류기업이 물류활동 중 배출되는 온실가스를 감축하거나 에너지 효율성을 제고하기 위하여 ‘11년도부터 추진하는 사업 · 녹색물류 지원사업은 녹색물류 전환사업에 소요되는 비용의 일부에 대해 국토해양부장관이 보조금을 지원하거나 융자하는 사업 · 지정사업, 민간제안사업, 효과검증사업으로 나누어 사업비의 30~50% 지원

자료 : ‘09년 5월 4일, ‘12년 12월 10일 국토해양부 보도자료 발췌 요약 정리

첫째, 물류에너지 목표관리제는 국가온실가스 감축 목표로 물류분야는 864만톤을 감축하기 위해 2010년부터 도입하여 운영중인 제도이다. 차량 100대이상인 물류기업과 연간 물동량 3천만톤 이상인 대형 화주기업을 대상으로 국토해양부와 자발적인 협약을

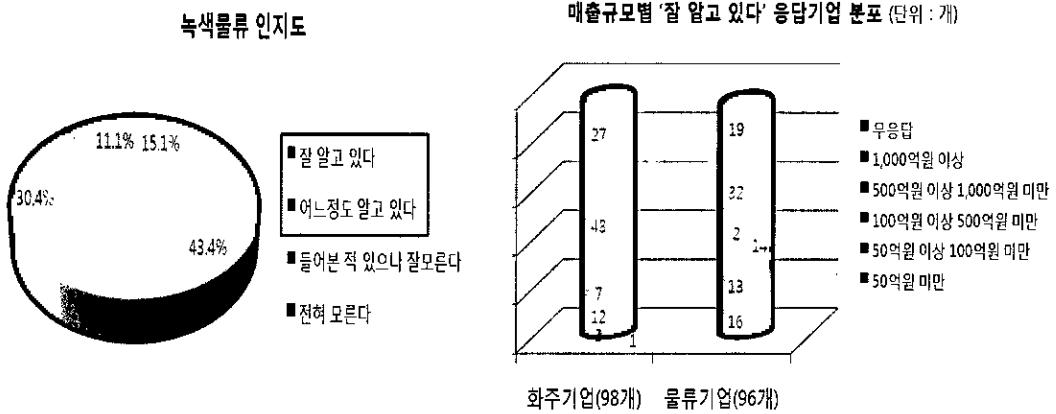
체결하고 있다. 참여기업은 에너지사용량과 온실가스 배출량을 효율적으로 측정하고 관리할 수 있도록 시스템을 지원하고 있다. 둘째, 녹색물류 기업인증제는 녹색물류기업으로 선정되는 경우 기업이 보유한 운송수단이나 포장용기 등에 인증마크를 부착하고 홍보 할 수 있다. 2012년에는 CJ대한통운을 비롯한 6개사가 녹색물류기업으로 인증되었다. 선정 기준은 물류에너지 목표관리제에 참여하고 에너지 산정 완결성과 녹색전환사업 실시 등의 평가에 대해 80점 이상을 받은 기업이다. 선정된 기업들은 운송차량, 물류시설 등을 관리범위로 설정하고 물류에너지 관련 시스템을 활용해 에너지사용량을 분석하는 등 온실가스 관리기반을 체계적으로 구축해 운영하고 있다. 셋째, 녹색물류 전환지원사업이다. 이는 화주기업 및 물류기업이 물류활동 중 배출되는 온실가스 감축을 위해 2011년부터 추진 중이며, 녹색물류 전환사업에 소요되는 비용의 일부에 대해 국토해양부에서 보조금을 지원하거나 융자하고 있다.

2012년도 국토해양부에서 화주기업(337개 중 200개)과 화물차 허가대수 100대 이상인 물류기업(155개 중 100개)을 대상으로 실시한 ‘2012년도 녹색물류 실태조사 결과’에 따르면, 기업의 녹색물류와 관련 정책에 대한 인지도는 비교적 높은 편(58.5%)으로, 물류기업(72.2%)이 화주기업(49.3%)보다, 매출규모가 큰 기업일수록 녹색물류를 잘 인지하는 것으로 나타났다(<그림 2> 참조). 또한 정부가 시행하고 있는 녹색물류 정책에 대한 인지도 조사 결과에 따르면, 물류에너지 목표관리제(44.6%), 녹색물류 기업 인증제(42.8%), 녹색물류 전환사업 보조금 지원(39.8%) 순으로 인지하고 있는 것으로 나타났고, 참여의사는 녹색물류전환사업(32.2%)이 가장 높은 것으로 나타났다(<그림 3> 참조).



자료 : '12년 11월 6일 국토해양부 보도자료

<그림 3> 녹색물류 정책에 대한 인지도



자료 : '12년 11월 6일 국토해양부 보도자료
 <그림 2> 기업의 녹색물류 인지도

2.4.2. 유럽연합

유럽 각 국의 환경정책과 더불어, 유럽연합에서는 연합체 차원의 환경 정책을 적극 제시하고 있다. 1972년 개최된 유엔인간환경회의(United Nations Conference of the Human Environment)에서 환경관련 법안이 논의되었으며, 1973년 유럽위원회(European Commission)에서는 1차 환경행동프로그램(Environment Action Programs, 이하 EAP)이 제정되었다. 지난 '12년 11월에는 EU의 7차 EAP가 발표가 되었다. 자연 보호와 생태 회복력을 강화하고, 지속가능하며 자원의 효율성과 저탄소 성장으로 건강을 위협하는 환경관련 문제를 효과적으로 해결하는데 중점을 주고 있으며, 2020년까지 글로벌 환경과 기후 문제에 EU가 총역량을 동원하는 것을 목표로 하고 있다.

유럽에서는 자동차를 주요 이산화탄소원으로 지목하며 자동차관련 세제를 강화하고 바이오연료 도입의무화로 2010년 말에 운송용 연료의 5.75%를 바이오 연료로 사용하도록 결정했다. 영국은 2050년까지 1990년 대비 80% 감축, 독일은 2020년까지 '90년 대비 40% 감축, 노르웨이는 2050년까지 배출량 제로를 목표로 하고 있다(환경부, 2009). 또한 승용차 및 화물차 등을 특별법이나 규제대상으로 선정하여 대기오염을 저감하고자 하는 지역을 설정하였으며, 스웨덴에서는 환경지역으로 그 외 유럽국가는 저배출지역(청

정지역)으로 칭하고 있다. IPP(Integrated Product Policy)는 제품 수명주기의 모든 단계인 제품 제조, 사용, 폐기에 환경 파괴의 원인을 최소화할 위한 정책으로, 특정 약품 사용금지, 자율적인 조치 및 규제, 환경 라벨링, 제품 설계에 대한 가이드라인을 제시되었다(Rubik and Scholl, 2002).

2.4.3. 미국

미국은 2017년까지 수송 부문 에너지 소비량을 20% 절감하고 2030년까지 교통 부문 온실가스 배출량을 40% 감축할 계획을 세웠다. 온실가스 저배출 차량을 구입할 때 세제 혜택을 주는 한편 대체에너지 기술 개발에도 적극 나서고 있다.

1965년 고체폐기물처리법(Solid Waste Disposal Act)를 제정하여 고체 폐기물관련 프로젝트를 계획, 훈련, 연구, 추진하는 주정부에 경제적 인센티브를 부여하고 있다. 1976년에는 이 법을 수정하여 자원보호회복법(Resource Conservation and Recovery Act)을 제정하였다. 1998년에는 TEA21(Transportation Equity Act for the 21st Century) 정책을 발표하여, 환경안전중심 정책 지향하며 민간기업 중심의 전국적인 물류네트워크 구축과 자율성을 중심으로 한 물류산업을 육성하고 있다. 2004년에는 환경보호국과 화물업체가 스마트웨이 트랜스포트 파트너십(Smartway Transport Partnership)를 체결하여 전력 효율성을 향상시키고, 온실가스 방출 및 대기 오염을 줄이기 위해 협력체계를 구축하였다. 이는 연간 최대 1억 5천만 배럴의 연료 절약을 목표로 하며, 화물 운송업체와 철도 및 물류기업 등이 참여하여 환경 개선뿐 아니라, 비용절감 등을 추구하고 있다. '12년 12월 현재 3천여개가 넘는 업체가 스마트웨이 트랜스포트 파트너십(Smartway Transport Partnership)에 참여중이다. 제품 책임제(Product Stewardship)는 제품을 중심으로 한 환경보호 접근방식으로 제품의 라이프사이클에 걸친 환경 영향 저감을 위한 주체별(생산자, 판매자, 소비자, 폐기물 처리자) 책임을 분담하는 것이다. 캘리포니아 주에서는 디젤엔진 배출 가스 저감 대책으로 인증업체에 매연저감장치(Diesel Particulate Filter)를 보급하였다.

2.4.4. 일본

일본은 1990년대비 6%의 이산화탄소 감축목표를 달성하기 위해 총체적인 노력을 기

울이며, 우리나라보다 먼저 저탄소 녹색성장 및 그린물류정책을 시행하고 일정한 성과를 거두고 있다. 환경친화적 물류체계를 구축하기 위해 새로운 물류기술의 개발과 화물교통 관리 시스템 도입, 유통업무 종합화 및 효율화, 3자 물류사업에 대한 지원 등 각종 지원 조치의 시행, 그린 물류 파트너십 회의 운영, 물류공동화, 물류 시설 정비 등 다양한 노력을 기울이고 있다.

1989년 녹색물류를 추진하기 위한 10년 계획을 설정했는데, 질소화합물 30~60%, 고체 입자상물질 60%이상, 기름중의 유황 10% 감소시키는 목표를 두고 있다. 일본의 그린물류정책은 1997년에 수립된 제1차 ‘종합물류시책대강(1997-2001)’에서 출발하는데, 2005년의 ‘종합물류시책대강(2005-2009)’, 2009년의 ‘종합물류시책대강(2009-2013)’ 등 1차부터 4차까지의 종합물류시책대강은 일본의 물류정책의 기본전략과 세부적인 추진과제가 제시되었다. 4차 종합물류시책대강에는 수송수단의 저탄소화, 환경부하가 적은 항만과 물류시스템 구축, 그린물류의 국제적 연계 추진 등을 담고 있다. 일본 동경을 중심으로 ‘Diesel No 계획’을 펼치면서 각 도·현·시의 환경 조례를 제정했고, 7년 경과한 자동차에는 배출가스 사후처리장치 부착을 의무화하고 있다. 또한 1992년 이전에 생산된 차량 총무게 3.5톤을 초과한 대형자동차에 DPF를 부착하도록 하고 있다. 도시 활성화, 교통의 혼잡 완화와 환경개선이라는 목표로 유통업무시가지정비에 관한 법률을 통한 도시내 물류거점시설의 정비와 수송구조개선, 동집배송과 노상하역관리가 추진되고 있다(환경부, 2009). 그린 물류 파트너십 회의는 평가받은 사업에 대해 일정 비율 보조금을 지급하는 방식인데, 경제산업성에서 지원하는 시범사업과 일본의 NEDO(New Energy and Industrial Technology Development Organization)에서 제공하는 보조금으로 사업을 추진한다. 만약, 평가시 제안한 실적액보다 실행후 감소된 것으로 평가된 경우 실적액의 1/3만 지급되고 있다.

강성민·남정우(2011)는 일본의 그린물류정책의 특징에 대해서 화주기업 및 물류사업자의 연계와 협동, 새로운 사업에 대한 개발과 보급하여 실현시키기 위해 정부와 민간, 학계 구성원이 원활한 그린물류 정책의 실현에 공헌하고 있다고 하였다.

2.4.5. 국내외 녹색물류 추진 기업 사례

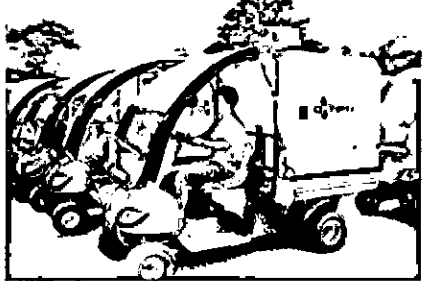


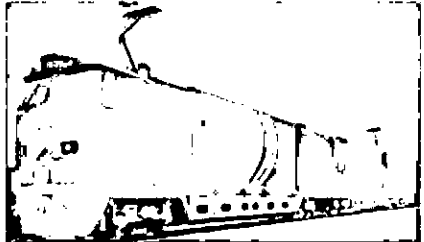
선진국에서는 녹색물류에 관한 구체적인 정책이 추진되고 있는 상황으로 기업 또한 적극적으로 체계적인 노력을 기울이고 있다. <표 4>는 각 국가별 대표적인 사례를 보여

주고 있는데, 대부분 탄소배출 감소를 목표로 하고 있으며, 사업 전반으로 확대하여 환경보호를 위한 차량개선, 에너지 효율성 제고 등 경영자, 종업원, 소비자 모두의 참여를 요하고 있다.

우리나라의 경우, 많은 물류 기업들이 기업 내·외부 요인으로 녹색물류에 참여하지 못하고 있는 실정이다. 우리나라의 CJ 대한통운은 신기술을 접목한 장비를 구축하고 온실가스와 에너지 감축에 노력하고 있는 기업으로 '12년 물류기업인증기업으로도 선정이 되기도 하였다.

독일의 DB Schenker는 여객운송사업, 물류사업, 인프라 및 서비스 사업을 주축으로 하고 있으며, 유럽내 육로운송 1위, 전세계 항공운수 2위, 전세계 해상운송 3위를 하고 있는 다국적 물류회사이다. 물류 에너지 및 탄소배출량을 감축하기 위해철도 19%, 항공 25%, 해양 15%, 육상 26%로 목표 설정하고 있으며, 탄소 최적화된 수송수단 네트워크 형성, 물류거점 공동수송서비스, 녹색 터미널 운영으로 에너지 및 탄소 절감하고 빗물탱크와 태양열을 이용한 전력낭비를 개선하는 등 녹색물류 방안을 마련하고 있다. 미국의 세계적 유통회사인 월마트는 모든 납품업체들이 제품을 2015년 말까지 그린화 의무화를 통해 이를 통해 온실가스 배출을 2000만t 줄인다는 목표를 세우고 있다. 이는 월마트의 경우, 기업활동에서 발생하는 온실가스 중 공급망에 차지하는 비중이 90%에 이르고 있다. 월마트는 녹색물류와 관련한 3가지 미션을 제시하였는데, 가까운 미래에 신재생 에너지를 100% 공급하고, 폐기물 제로에 힘쓰며 자원과 환경을 고려한 제품 판매이다. 또한 친환경적 매장설계와 포장의 간소화 등으로 녹색물류를 실천하고 있다. 일본의 택배회사인 사가와큐빙은 운전자가 정차시에 엔진을 정지시키도록 허리벨트와 엔진키를 연결하고 있으며, 드라이브레코더를 설치하여 에코드라이브를 실천하고 있다. 운전자의 운전특성을 진단하고 객관적 평가가 가능하며, 운전 중 위험 상황이 발생하면 영상 자동 저장하고 있다. 또한 사가와큐빙은 슈퍼레일카고를 활용하고 있는데, 전체 수송량의 10%에 해당하는 도쿄와 오사카 간 수송에 일본화물철도주식회사와 공동 개발한 슈퍼레일카고를 활용하고 있다. 심야 운행을 통해 왕복 10톤 트럭을 수송하고 있다. 슈퍼레일카고는 트럭에 비해 1/8 수준의 이산화탄소를 배출한다. 또한 2012년 7,000대를 목표로 한 천연가스차량을 도입하고 있다.

<표 4> 국가별 녹색물류 추진 기업 대표 사례

국가 (기업명)	사진자료	추진 사례
한국 (CJ대한통운)	 <p>* 스마트 카트</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 물류업계 최초로 온실가스 인벤토리 구축 · 신 장비 도입과 장비 동력 전환에 의한 온실가스 저감 · 통합물류시스템을 통한 경로최적화와 운영효율 향상에 따른 에너지 절감 · LNG차량 도입 운영, 물류센터 옥상을 활용한 태양광 발전 · 스마트 카트(전기 차량) 도입 등
독일 (DB Schenker)	 <p>* 녹색 터미널</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 물류 부문 탄소배출량 감축 목표 설정(철도 19%, 항공 25%, 해양 15%, 육상 26%) · 탄소 최적화된 수송수단 네트워크 형성, 물류거점 공동수송서비스 · 녹색 터미널 운영으로 에너지 및 탄소 절감, 빗물탱크와 태양열을 이용한 전력낭비 개선 등
미국 (Walmart)	 <p>* 월마트 재활용시스템</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 7년 안에 온실가스 20% 감축 목표 · 친환경적 매장 설계, 포장의 간소화, 자연 친화적 제품 기획 · 그린 SCM, 납품업체들이 제품을 2015년 말까지 그린화하도록 의무화 · 매장 LED 설치로 지난 8~9년 전에 비해 40% 감소 · 폐기물 제로를 목표, 종이와 기타 재활용품의 철저한 수거 · 태양광 발전과 풍력에너지 개발
일본 (사가와큐빙)	 <p>* 슈퍼레일카고</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 슈퍼레일카고 활용으로, 트럭에 비해 1/8 수준의 이산화탄소 배출 효과 · 천연가스차량을 '12년 7,000대를 목표로 하였으며, 하수처리시설에서 발생하는 바이오가스 이용 · 에코드라이브 · 아이들링스톱, 드라이브 레코더으로 유류비용 절감

자료 : CJ(<http://blog.cj.net>), DHL(<http://www.dhl.com>), 월마트(<http://www.walmart.com>), 국토연구원(2011) 참조

Ⅲ. 녹색물류의 국내외 연구 동향

3.1. 녹색물류와 물류성과에 관한 연구

Zhu, Sarkis and Geng(2005)는 중국의 녹색공급체인관리의 압력, 관행, 성과를 연구했는데, 규제, 경쟁, 시장압력, 동기가 녹색공급체인에 영향을 미치는 것을 밝혔다. Rao and Hot(2005) 역시 녹색공급체인관리와 경쟁력, 경제성과의 관계를 분석했는데, 녹색공급체인관리는 기업의 경쟁력을 개선시키고 경제성과를 증대시킨다고 하였다. Lin and Ho(2008)은 물류서비스 제공자들에게 기술적, 조직적, 환경적 특성들이 환경적 성과와 경제적성과에 미치는 영향을 연구했다. 분석결과 기술의 명료성과 축적과 같은 기술적 요인, 조직의 리더와 인적자원의 질과 같은 조직 요인, 환경적 불확실성과 정부의 지원 같은 환경 특성이 물류서비스의 제공자의 환경업무에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 조성원(2010) 연구에서도 경영자의 리더십과 조직문화가 녹색물류에 유의한 영향관계가 있음을 밝혔고, 녹색물류가 환경적 성과에 영향관계가 존재하였다. 하지만, Lin and Ho(2008)와는 달리 녹색물류와 경제적 성과는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

박석하(2005)는 환경물류활동(정보 및 관리기술, 근원적 감축, 재사용, 재활용)이 기업 물류성과(고객서비스, 물류비)에 영향관계가 있음을 확인하였다. 박석하이성호(2006)는 환경물류활동으로 수송, 보관, 하역, 포장, 정보, 관리로 선정하여 물류성과와 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 또한 물류성과는 기업규모에 따라 차이가 있음을 밝혔다. 정혜연·정중재(2010)는 환경친화적 물류활동과 물류성과 사이의 관계를 분석하였는데, 환경친화적 물류활동 중 환경친화적 포장을 제외한, 환경친화적 제품설계, 수·배송, 보관, 회수 물류활동이 유의한 차이가 있었다. 물류성과는 물류비용과 고객서비스 만족도로 연구되었다.

3.2. 녹색물류 전략에 관한 연구

1960년대 초에는 환경이 물류산업에 통합할 수 있는 방안을 제안한 보고서와 의견이

연구되었다(Muller 1990; Murphy et al. 1994). Liu Ping(2009)는 연구에서는 운송수단에서 발생하는 소음과 대기오염, 불필요한 포장재원의 낭비, 창고에서 발생하는 요인 등 환경경적인 요인을 통해 지속적으로 녹색물류에 대한 관심을 갖고 개발하고 발전시켜야 한다고 하였다. Penman et al.(1994)는 환경 친화적 물류는 재생자원의 획득을 우선으로 역 물류 조직을 기업 간에 확립하며, 환경에 대한 지식 교육의 중요성과 모든 관계자의 환경에 대한 사회적 책임을 지적하였다. Carter and Jennings(2004) 역시 물류에서 환경을 사회적 책임의 일부로 포함시켰으며, 사람지향적인 조직문화, 최고경영자 리더십, 피고용인의 조치, 고객의 압력이 사회적 책임에 영향이 있음을 밝혔다. Markley and Davis(2007)도 기업이 환경문제에 적극적으로 대응하면서 사회적 책임을 통한 기업의 이미지 상승으로 소비자의 구매력을 증가시킬수 있다고 하였다.

김홍익(2010)은 환경물류에 대한 확대 전략에서 정부차원, 기업차원, 소비자 차원에서 정책방향을 제시하였다. 그 중 기업차원에서 환경물류의 가치와 활성화를 지향하며 공공성을 지향하며 기업이미지 향상을 위한 전략을 추진할 것을 제안하였다. 이충배·김정환·김민관(2011)은 녹색물류 추진 정책에 관한 비교 연구를 통해 온실가스 저감을 위한 적극적 정책대안을 마련하고, 저감장치 기술 개발을 위한 R&D 투자에 적극적으로 나서야 할 것이라 하였다. 또한 세분화된 규정을 통해 기업들이 자발적으로 친환경 제품 생산 및 물류서비스가 제공되도록 생산과 물류과정의 혁신과 기술개발 등을 유도해야 한다고 하였다.

IV. 결 론

교통과 통신 기술의 발달은 화물 및 교통 시스템의 비용을 감소하고, 효율성과 신뢰성을 향상시켰다. 그러나 전세계적으로 물류발달로 인한 편의성 향상과는 대조적으로, 환경의 부정적 영향에 대한 이슈와 물류의 긍정적 영향을 포함한 녹색물류가 부각되었다. 이는 기후 변화에의 대응과 환경보호 등의 요구에 따라, 물류에서도 환경 친화가 반영된 녹색물류를 실천해야 한다는 점을 강조하고 있는 것이다. 이에 본 연구는 녹색물류에 대한 이론적 정립 및 기업의 녹색물류 실천을 위한 적용방안 모색을 위해 시도되었다. 이

를 위해 녹색물류에 대한 개념적 정의, 녹색물류의 필요성, 녹색물류 적용영역을 고찰하고, 환경문제의 중요성을 인식하고 있는 주요 국가들의 환경친화적 녹색물류관련 정책과 사례를 살펴보았다. 또한 국내외 연구동향을 살펴봄으로써 녹색물류 시스템 구축을 위한 시사점을 도출한다.

녹색물류 시스템 구축을 위해 다음과 같은 사항들이 검토되어야 한다.

첫째, 녹색물류에 대한 인식의 전환이 요구된다. 녹색물류산업의 주체는 물류기업 및 기업으로 정부의 노력과 더불어, 온실가스 감축과 환경오염 최소화 등 녹색물류 실천을 위한 기업의 인식의 전환이 필요하다.

둘째, 녹색물류의 실천에 부합하는 새로운 물류성과 지표가 개발되어야 한다. 녹색물류는 자원과 제품, 제품과 소비자 사이를 연결하여 녹색 생산과 소비를 촉진하므로, 이에 부합하는 새로운 물류성과 측정지표가 개발되어야 한다.

셋째, 물류프로세스의 혁신이 전제되어야 한다. 세분화된 규정을 통해 기업들이 자발적으로 친환경 제품 생산 및 물류서비스가 제공되도록 생산과 물류과정의 혁신과 기술 개발 등을 유도해야 한다.

넷째, 녹색물류 실천을 위해 환경지향적 조직문화 조성 및 경영자 리더십이 강화되어야 한다. 녹색물류를 실천하려는 조직문화를 형성하기 위해서는 경영자의 강력한 리더십과 녹색물류에 대한 관심이 요구된다.

다섯째, 기업의 녹색물류 실천을 적극적으로 유도하기 위해서는 녹색물류지원제도에 대한 홍보활동이 강화되어야 한다.

참고문헌

- 강성민·남정우(2011), “일본의 녹색성장정책과 물류분야의 향후 방향성에 대한 연구,” 전자무역연구, 9(2), 131-145.
- 국토연구원(2011), “녹색물류산업의 해외동향 및 시사점,” 국토연구원.
- 국토해양부(2012), 2009. 5. 4일자, 2012. 11. 6일자 및 2012. 12. 10일자 보도자료, 국토해양부.
- 국토해양부(2012), 2012 국토해양통계연보, 국토해양부.
- 김대진(2007), “회수물류 활성화 요인이 물류성과에 미치는 영향에 관한 실증연구,” 서강대학교 박사학위 논문.
- 김창봉(2011), “우리나라 수출입 기업의 역물류(Reverse Logistics) 프로세스에서 정보 및 포장활동이 역물류 성과에 미치는 영향,” 물류학회지, 21(1), 229-249.
- 김현수·조면식(2002), “환경포장을 통한 환경 친화적 물류 구현,” 산업경영시스템학회지, 25(2), 55-65.
- 김홍섭(2010), “환경물류의 주요실태와 우리나라에서의 확대 전략에 관한 연구,” 한국항만경제학회지, 25(2), 255-284.
- 박석하(2005), “환경물류활동이 기업물류성과에 미치는 효과,” 해운물류연구, 26, 47-70.
- ____·이성호(2006), “환경친화적 물류활동의 변화에 대한 연구,” 물류학회지, 16(2), 163-189.
- 이충배·김정환·김민관(2011), “저탄소 녹색성장을 위한 녹색물류 추진 정책 비교 연구,” 전자무역연구, 9(1), 99-122.
- 장성기(2009), 물류관리론, 두남.
- 조성원(2010), “녹색물류 영향요인과 녹색물류 및 성과에 관한 연구,” 산업경제연구, 23(2), 675-696.
- 정혜연·정중재(2010), “환경친화적 물류활동이 물류성과에 미치는 영향-충북지역의 수출제조업체를 중심으로-,” 로지스틱연구, 18(2), 5-20.
- 한국무역협회(2009), 녹색물류경영전략, 한국무역협회.
- 환경부(2009), 저탄소 녹색성장을 유도하는 교통물류 체계 구축방안-녹색물류와 재택근무

- 의 활성화 방안, 12월 보고서, 환경부.
- Banister, D. and K. Button(1993), *Transport, the Environment, and Sustainable Development*, London: E & F N Spon.
- Carter, C. R. and M. M. Jennings(2004), "The Role of Purchasing in Corporate Social Responsibility: A Structural Equation Analysis," *Journal of Business Logistics*, 25(1), 145-186.
- Geroliminis, N. and C. F. Daganzo(2005), "A review of green logistics schemes used in cities around the world," U.C. Berkeley Center for Future Urban Transport, A Volvo Center of Excellence, Berkeley, 1-21.
- Kirkpatrick, D.(1990), "Environmentalism: The New Crusade," *Fortune*, 2(12), 44-51.
- Lin, C. Y. and Y. H. Ho(2008), "An Empirical Study on Logistics Service Providers' Intention to Adopt Green Innovations," *Journal of Technology Management & Innovation*, 3(1), 17-26.
- Liu, P.(2009), "Strategy of Green Logistics and Sustainable Development," *International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*, 339-342.
- Markley, M. J., L. Davis(2007), "Exploring Future Competitive Advantage Through Sustainable Supply Chains," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 37(9), 763-774.
- Muller, E. W.(1990), "The Greening of Logistics," *Distribution*, January, 27-34.
- Murphy, P., R. F. Poist and C. D. Braunschweig(1994) "Management of Environmental Issues in Logistics: current status and future potential," *Transportation Journal*, 48-56.
- Penman, I. and J. R. Stock(1994), "Contemporary Issues in Logistics." *The Logistics Handbook*, The Free Press.
- Rao, P. and D. Holt(2005). "Do green supply chains lead to competitiveness and economic performance," *International Journal of Operations & Production Management*, 25(9), 898-916.
- Rodriguen, J. P., B. Slack and C. Comtois(2001), *Green Logistics (The Paradoxes*

- of), Handbook of Logistics and Supply Chain Management, edited by Brewer, A., Button, K., Hensher, D., Pergamon, 339-351.
- Rubik, F. and G. Scholl(2002), "Integrated Product Policy(IPP) in Europe - a development model and some impressions," Journal of Cleaner Production, 10(5), 507-515.
- Srivastava(2007), "Green Supply Chain Managrment: A state-of-the-art Literature Review," International Journal of Management Review, 9(1), 53-80.
- Whitelegg, J.(1993), Transport for a sustainable future: the case for Europe, London: Bellhaven.
- Zheng, L. and J. Zhang(2010), "Research on Green Logistics System Based on Circular Economy," Asian Social Science, 11(6), 116-119.
- Zhu, Q. and J. Sarkis and Y. Geng(2005), "Green supply chain management in China: pressures, practices and performance," International Journal of Operations and Production Management, 25, pp 449-468.

<http://www.epa.gov>

<http://www.walmart.com>

<http://ec.europa.eu>

<http://blog.cj.net>

국문개요

본 연구는 녹색물류에 대한 이론적 정립 및 기업의 적용방안 모색을 위해 시도되었다. 이를 위해 녹색물류에 대한 개념적 정의, 녹색물류의 필요성, 녹색물류 적용영역을 고찰하고, 환경문제의 중요성을 인식하고 있는 주요 국가들의 환경친화적 녹색물류 관련 정책과 사례를 살펴보았다. 또한 국내외 연구동향을 살펴봄으로써 녹색물류 구축을 위한 시사점을 도출한다. 녹색물류의 구축을 위해 다음과 같은 사항들이 검토되어야 한다.

첫째, 녹색물류에 대한 인식의 전환이 요구된다. 둘째, 녹색물류의 실천에 부합하는 새로운 물류성과 지표가 개발되어야 한다. 셋째, 물류프로세스의 혁신이 전제되어야 한다. 넷째, 녹색물류 실천을 위해 환경친화적 조직문화 조성 및 경영자 리더십이 강화되어야 한다. 다섯째, 정부의 녹색물류지원제도에 대한 홍보활동이 강화되어야 한다.

keyword : 녹색물류, 녹색물류 정책, 환경친화적 물류