

# 녹색물류를 위한 탄소저감정책 평가항목 우선순위에 관한 연구 - 항만 및 물류거점을 중심으로 -

임미순\* · 박종흠\*\* · 안승범\*\*\*

## A Study on Selection of and Priority on Assessment Indicators in Green Logistics : Focused on Ports and Inland Hub Terminals

Mei-Shun Lin · Jong-Hum Park · Seung-Bum Ahn

### 목 차

- I. 서론
- II. 녹색물류분야 탄소저감정책에 관한 일반고찰
- III. 탄소저감정책에 따른 평가항목 및 평가지표의 도출
- IV. 예비평가항목 및 평가지표의 중요도 분석
- V. 결론

Key Words: green logistics, carbon reduction, assessment indicators, ports and hub terminals

### Abstract

Green logistics is regarded as an inevitable global trend in the 21st century. It can be accomplished through more broad and active reverse logistics globally, resulting in use of less fossil fuels, finally reducing carbon dioxide and other pollutants. Many countries such as U.S., Japan, EU nations have already set up policies related to carbon reduction, so-called 'green policies.' This paper aims to identify evaluation criteria for logistics policies and relative importance among those criteria, especially in the field of ports and in-land hub terminals.

We examined projects related to carbon reduction from domestic and foreign ports and logistics centers and found evaluation factors and assessment indicators. With pre-evaluative items and pre-assessment indicators, we have done a survey and selected evaluation factors and assessment indicators for ports and inland hub terminals in Korea. By analyzing the mutual importance of each pre-evaluative items and pre-assessment indicators related to carbon reduction policies, this research provides guidelines on selecting the key items for the propulsion of carbon reduction projects. This study shows the importance of preliminary evaluation items and indexes with AHP in evaluating carbon reduction policies and the result shows the restrictions and change in transportation and use of alternative fuels. Lastly, it provides a guideline to policy-makers and firm managers in the field of green logistics.

▷ 논문접수: 2009.07.25      ▷ 심사완료: 2009.10.26      ▷ 게재확정: 2009.11.02

\* 인천대학교 동북아물류대학원 박사과정, seasky2008@naver.com, 032)850-5708, 대표집필

\*\* 국토해양부 교통정책실 국장, jongpark0915@hanmail.net, 02)6242-0574, 공동저자

\*\*\* 인천대학교 동북아물류대학원 부교수, sbahn@incheon.ac.kr, 032)850-5704, 교신저자

## I. 서론

산업혁명 이후 인류의 화석연료 사용 증가로 대기 중 온실가스 농도가 증가해 지구의 평균기온이 지속적으로 상승하고 있다. 인위적 온실가스 배출량은 1970년 대비 2004년 약 70% 증가하였으며, 특히 이산화탄소는 약 80% 증가하였다(국무총리실, 2008).

매년 지구온난화에 따른 이상기온으로 각 국에서는 다양한 자연재해가 발생하고 있다. 또한 기후변화협상과 교토의정서를 통해 전 세계가 당면한 지구 온난화를 극복하기 위해 노력하고 있어 녹색물류는 지구환경 뿐 아니라 우리의 생존과 직접 관계된다는 인식이 확산되고 있다. 이명박 대통령은 2008년 대통령 경축사에서 새로운 60년의 비전을 저탄소 녹색성장으로 제안하였으며, 이에 정부와 민간차원의 다각적인 기후변화 대응책 마련 노력과 함께 물류부문에서도 에너지 효율적 녹색물류 체계로의 전환이 시급하다.<sup>1)</sup>

지금까지의 기후변화협상에 의하면 우리나라는 non-Annex I 국가로서 현재 온실가스배출량 감축의 의무 부담국(Annex I 국가)에 속해 있지 않지만, 향후 협상 여하에 따라 의무 부담국에 편입되거나 자발적 감축량을 설정하는 등 실질적인 온실가스 감축 정책을 추진해야 할 것으로 보인다. 이에 따라서 저탄소 경제시스템 구축을 통하여 지속적인 경제성장을 유지하고, 에너지 비용을 낮춤으로써 산업의 경쟁력을 제고하고 삶의 질을 높일 수 있는 경제-사회-환경 구축이 필요할 것이다(김수의 외, 2008). 즉 선진국들의 저탄소 경제로의 전환을 위한 정책목표, 추진전략, 기술개발 등을 분석하여 우리나라의 현실에 적합한 합리적인 정책대안을 발굴해야 할 것으로 본다.

따라서 본 연구에서는 항만, 복합물류단지를 포함한 물류분야에서 배출된 대기오염물질을 감소하기 위한 국내 에너지자원 개발계획, 오염물질 저감을 위한 환경규제정책 및 해외 선진국들의 저탄소 경제로의 이행을 위한 목표설정, 추진전략 등에 대한 사례분석을 통하여 우리나라에 적용 가능한 탄소저감정책 평가항목 및 평가지표를 도출하고자 한다.

## II. 녹색물류분야 탄소저감정책에 관한 일반고찰

### 1. 국내문헌고찰

조경엽 외(1999)는 국내 온실가스 배출 현황과 특징, 그리고 온실가스 저감 정책 수

1) 우리나라 2005년 온실가스 배출량은 591백 만CO<sub>2</sub> eq톤, OECD 국가 중 7위 수준이며 온실가스 배출증가율은 지난 5년간('00~'05년) OECD 국가(멕시코 제외) 가운데 4위 수준임.

단으로 배출권 거래제와 탄소세의 이론적인 장단점에 대해 분석하고, 연산 가능한 일반균형 모형(Computable General Equilibrium Model)을 이용한 저감 비용과 GDP 손실 추정 및 탄소세와 배출권 거래제가 국제 수지와 산업별 생산량에 미치는 파급 효과임을 밝혔다. 임재규(2001)는 탄소세의 세수환원과 배출권의 초기 할당에 대한 다양한 가정 하에서, 한국이 온실가스 배출 감축을 위한 수단으로 탄소세 또는 배출권거래제를 도입할 경우 발생하는 파급효과를 비교 분석하였다.

또한, 건설교통부(2001)는 기후변화 협약관련 협상에 체계적으로 대응하고 국가대응 전략을 효율적으로 수립하기 위하여 교통부문의 온실가스 배출통계를 작성하고, 장래 배출량을 전망하였다. 또한 교통 환경 관련 규제에 대한 국제 논의 동향과 선진국의 온실가스저감정책 사례를 분석하여 한국의 실정에 적합한 교통관련 환경정책방안을 제시하였으며 각 저감정책이 거시경제에 미치는 효과는 연산가능 일반균형모형(CG-E 모형)을 이용하여 제시하였다. 특히 실질 국내총생산(GDP), 국제수지, 에너지소비에 미치는 영향을 분석하고, 이러한 계량적인 분석 등을 통하여 장래 교통부문의 온실가스 저감 방향과 관련 국제회의 등에서의 대응방안 마련을 위한 정책 자료를 제공하였다.

우리나라 국토해양부는 2013년부터 개도국을 포함한 모든 국가들에게 온실가스 감축 의무를 부과하는 『발리 유엔기후변화협약(UNFCCC)(‘07.12)』 등 전 지구적인 요구에 대응하여 환경 친화적 물류체계 즉 녹색물류체계로 개편될 것으로 전망하고 있다. 국토해양부는 우리나라 연간 이산화탄소 배출량의 약 20%를 점유하는(<표 1>참조) 수송체계의 환경성을 제고하기 위해 도로화물을 철도, 연안 해운 등 대량수송수단으로 전환(Modal Shift)하는 한편, 도로화물이 철도, 연안 해운 등 친환경 수단으로 전환될 때 보조금 지급 및 가격 인센티브를 부여할 수 있는 법적근거를 마련하기 위한 『지속가능 교통물류 발전법』을 추진하고 있다.

<표 1> 에너지 부문별 이산화탄소 배출량

(단위 : 백만 CO<sub>2</sub> 톤, %)

부문	1990년	2000년	2005년	2006년	'90~'06증가율
발전(전환)	38.0 (15.3)	125.9 (28.7)	171.1 (34.3)	179.6 (35.5)	10.2
산업	87.6 (35.4)	153.1 (34.9)	156.9 (31.5)	158.3 (31.3)	3.8
물류(수송)	42.4 (17.1)	87.1 (19.9)	98.1 (19.7)	99.8 (19.7)	5.5
가정 상업	67.2 (27.1)	64.0 (14.6)	61.6 (12.4)	57.2 (11.3)	-1.0
공공 기타	7.0 (2.8)	4.0 (0.9)	4.9 (1.0)	4.3 (0.9)	-3.0
에너지부문계	247.7	438.5	498.5	505.4	4.6
국가 총계	298.1	531.0	594.4	599.5	4.5

주 : 1. tCO<sub>2</sub> = Tons of Carbon Dioxide(이산화탄소톤)

2. ( )는 구성비임

자료 : 현대경제연구원, 『국내 물류부문의 에너지 과소비 현황과 정책적 시사점』, 2009, p. 10.

에너지 부문 중에서 물류부문은 1990년에서 2006년 동안 이산화탄소 배출량이 5.5%로 높은 증가를 보여 발전(전환) 부문의 10.2% 다음으로 높게 나타났으며 우리나라 온실가스배출량은 2006년 5억 9,950만 tCO<sub>2</sub>로서 1990년 2억 9,810만 tCO<sub>2</sub>에서 4.5% 증가하였다. 물류부문은 높은 증가율뿐만 아니라 국가 전체 이산화탄소 배출량에서 차지하는 비중도 1990년 14.2%에서 2000년 16.4%, 2006년 16.6%로 점점 높아지고 있다. 이를 통해 물류분야의 이산화탄소 배출량을 줄이기 위한 탄소저감정책의 수립 및 정책을 평가하는 지표의 개발이 시급함을 알 수 있다.

그 중에서도 항만 및 선박의 환경오염에 관한 국내연구는 환경 친화적 항만관리 방향에 관한 법·제도적 측면에서 연구가 진행되었다.

최동현 외(2000)는 마산항을 대상으로 오염에 대한 현황조사 및 항만환경 관련 개선사업에 대한 추진방안을 제시하였으며, 최동현 외(2001)는 인천항만에 관한 사례연구를 거쳐 항만의 계획·건설·운영 단계에 있어서 적절한 항만환경계획 수립방안을 제시하였다. 박노경(2004)은 유럽 및 선진국에서 개발한 항만 관련 환경관리를 위한 자기진단 방법에 대해 설명하였으며, 정봉민 외(2004)는 주로 미국항만에 대한 데이터를 이용하여 컨테이너 항만에 대한 개발과 관련된 환경문제를 제시하고 이에 대한 경제적 평가 방법을 도출하였다. 한국해양수산개발원(2005)에서는 항만의 대기오염 규제에 관한 국제적 동향을 소개하였고, 송계의 외(2007)은 항만관련 환경문제에 대한 국내외 문헌들을 고찰하여 세계 주요 항만 및 부산항의 환경오염 실태를 분석하고 국제적으로 전개되고 있는 항만의 환경오염 저감방안을 토대로 그린포트(Green Port)화 전략과 이를 위한 항만관리 및 정책적 측면에서 대안을 제시하였다.

## 2. 국외 문헌 고찰

국제에너지기구(IEA: International Energy Agency)회원 국가들의 교통부문에 있어서의 대표적인 온실가스 저감정책은 주로 소형 자가용차량과 연료의 경제성에 초점을 두었으며, 승용차의 연비 개선방안, 수요 저감방안, 대체연료 및 수단의 개발과 화물효율화정책 등 방안이 가장 우선적인 정책방안으로 되고 있다. 그 중, 화물운송부문에 있어서 장래 2010년과 2020년의 이산화탄소 저감방안 및 기대효과를 <표 2>와 같이 제시하였다. 국제에너지기구(IEA: International Energy Agency)국가들의 각 계획 시나리오하의 이산화탄소 저감효과를 살펴보면, 연료의 경제성 향상을 위한 트럭기술개발과 관련한 정책은 2020년까지 6~8%의 효과가 기대되는 것으로 분석되었으며, 또한 트럭수송의 연료효율성 향상정책에 대해서는 3~5%, 물류시스템 효율성 향상정책에 대한 효과는 2~3%, 화물부문의 교통수단(modal shift) 정책에 대한 효과는 3~7%까지로 분석되고 있다.

또한, IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)보고서는 온실가스 감축 정책 수단과 평가 기준에 대해 제시하고 있으며, 규제와 표준, 세금과 부과금, 배출권 거래, 자발적 협약, 보조금과 인센티브, 연구개발, 정보정책 등의 측면에서 환경효과성, 비용효과성, 분배효과성, 제도적인 가능성 등을 평가해야 한다고 제시하고 있다(에너지경제연구원, 2008 재인용).

항만 및 선박의 환경오염에 대한 국외연구로 미국항만협회(2001)는 120여 개의 미국항만들의 사례연구를 통하여 각 항만에서 사용되고 있는 혁신적이고 비용효과적인 방안을 제시하였다. Gallagher & Talyor(2003)는 여러 측면에서의 분석과정을 거쳐 미국 해운산업의 대기오염 배출에 따른 경제적 비용을 분석하였고, Solomon(2004)은 문헌조사를 통해 항만분야에서의 대기오염 발생원인과 사람들에게 주는 영향 및 항만 측에서의 대책 등을 제시하였다. 또한, Darbra et al.(2004)는 항만분야에서의 환경관리 성과의 평가모형인 자기진단방법(SDM)에 대해 소개하였으며, Bailey 와 Bin Lin et al.(2005)는 대만의 항만들을 범위로 대기오염 저감을 위한 IMO 협약 실행을 위한 효과적인 대응방안을 제시하였다.

<표 2> 화물수송부분의 CO<sub>2</sub> 저감정책방안과 기대효과

정책방안	정책 사례	총 배출량에 대한 CO <sub>2</sub> 저감율(%)			
		2010년 계획안 및 기대효과		2020년계획안 및 기대효과	
연료의 경제성향상을 위한 트럭기술 개발	· Top-runner 방식채용	1.5 ~ 3%	· Top-runner 방식의 채용으로 2010년까지 연료효율성은 4~6%가 달성되지만, 기존 트럭을 포함한 전체트럭을 고려하면 실행평균값은 1.5~3%로 추정됨	6 ~ 8%	· 신차에 의한 연료효율성은 8~10%로 추정되며, 기존 트럭까지 고려하면 6~8%로 추정함
트럭수송의 연료효율성 향상책	· 트럭수송회사 간 정보제공을 위한 Out-reach 프로그램	2 ~ 3%	· 이 프로그램에 의한 수송을 국가 전체의 50%가 달성되면 각 운송회사별로 5%의 평균연료절약이 가능함	3 ~ 5%	· 2020년까지 75%로 증가 가정함
물류시스템 효율성 향상	· 도시지역 트럭적재량에 초점을 둔 물류기반시설 및 시스템	2 ~ 3%	· 적재계수가 10%와 7%의 연료감소가정. 이것은 국내화물수송의 1/3을 점유함	2 ~ 3%	· 2010년의 계획 충분히 실행함을 가정
화물부문의 교통수단 전이(modal shift)	· 새로운 지역간 물류센터를 통해 도로부문화물수송의 5%가 해운 및 철도로 전환	1 ~ 4%	· 철도 및 해운의 에너지집약도는 트럭의 50%로 가정	3 ~ 7%	· 2020년까지 도로부문의 10%가 전환됨을 가정함

자료: IEA 국가보고서, 2000; 건설교통부, 『교통분야 온실가스 감축관련: 온실가스 감축대책 등 교통 환경 관련 규제의 거시경제효과 분석』, 2001, p. 150에서 재인용함

### Ⅲ. 탄소저감정책에 따른 평가항목 및 평가지표의 도출

#### 1. 분야별 탄소저감정책

##### 1) 항만분야의 대기오염 감소를 위한 대책

미국의 로스앤젤레스, 롱비치, 오클랜드 등 캘리포니아 3대 항만은 2011년까지 항만 대기배출가스를 20%가량 감축하는 계획을 수립하였다. 이와 함께 미국 LA/LB 항만 항만 오염을 줄이기 위해 환경측정지수를 도입하여 터미널 임대협상을 하고 있다. 또한 미국의 롱비치 항은 Pier C시설에 접안한 화물선에 전력을 공급할 부두 전력시설(shore-side electrical facilities)의 설치에 대한 임시 협약을 SSA Terminal과 체결하였다.<sup>2)</sup> 롱비치 항만 당국은 2006년부터 대기 오염물질의 배출을 줄이는 선박에 대해 부두 접안료의 일부를 감면해주는 이른바 ‘그린 프래그 인센티브 프로그램(Green Flag Incentive Program)’을 도입하여 시행하고 있다.

일본은 교토의정서와 선박대기오염 배출 규제협약에 가입한 후, 기본적으로 협약에 명시되어 있는 의무사항을 이행하는 것을 전제로 항만의 대기오염물질을 삭감하는데 노력을 기울이기 시작하였다. 도쿄의 경우 트럭에 대해 배기가스 배출규제조치를 단행한 이후 2004년부터 준비 작업에 들어가기 시작하였다. 도쿄항은 선박 배기가스 대책에 착수하여 산·관·학으로 구성된 ‘선박 등에 의한 대기오염 대책 검토 위원회’를 구성하여 배기가스 삭감대책을 본격적으로 추진하였다. 배기가스 삭감대책 내용을 살펴보면 우선 관계단체, 업계, 행정기관 등으로 구성된 ‘대기오염 대책 추진협의회’를 설립한 다음, 이 협의회 산하에 외항선박, 내항선박, 항만하역 분과를 두고 각 분야별로 구체적인 삭감계획을 수립하여 시행할 것으로 되어 있다.

캐나다의 밴쿠버 항만은 태평양 서부 지역에 위치하고 있는 지리적 특성을 고려하여 미국의 캘리포니아와 오레곤, 워싱턴 주 및 멕시코에 있는 항만과 연대하여 대기오염물질을 줄여 나가는 방안을 모색하고 있다. 이 같은 계획과 관련하여 태평양 서부 연안 항만들은 몇 년 전부터 ‘디젤엔진 오염 대책 협의체’를 구성하여 운영하고 있다. 한편, 이 같은 계획과 별도로 밴쿠버 항만에서는 컨테이너 하역 장비에 ‘컨버스트올(Combust All)’이라는 디젤 연료 첨가제의 사용을 확대하여 이 물질을 첨가한 연료를 RTGS와 트랙터 등에 사용한 결과 엔진의 연소 효율이 대폭 개선되고, PM과 SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, 그리고 일산화탄소 등의 배출량도 상당히 줄어든 것으로 나타났다.

유럽연합(EU)의 항만 대기오염 저감 대책은 크게 세 가지에 초점을 맞추어 진행되고 있는데 첫째, 선박에서 배출되는 SO<sub>x</sub>를 줄이기 위해 2006년부터 발트해와 북해 지역을 운항하는 선박에 대해 저유황(1.5%) 선박 연료유를 사용하도록 하고, 이 기준을 유럽 항만을 정기적으로 오가는 여객선에 확대하여 적용하는 한편, 최근에는 내륙 수로 운항 선박과 선박이 항만에 정박하고 있는 중에는 0.2%의 초 저유황 유류를 의무적으로 사용하도록 하는 방안까지 확정했다. 둘째, 선박에서 이산화탄소가 배출되는 점을 고려하

2) ‘Cold-ironing’으로 불리는 AMP는 부두에 정박하고 있는 선박이 보조기관을 가동하여 전기를 발생시키는 과정에서 생기는 대기오염 물질의 배출 방지를 위해 육상으로부터 전력을 공급하는 방법임.

여 일정한 기준에서 '배출권 거래제도'를 해운부문에도 도입하는 방안을 강구하고 있다. 셋째, 선박용 엔진 제조업체를 중심으로 선박에서 나오는 배기가스를 최소한도로 줄이는 이른바 '저공해 엔진(low emission engine)'의 개발과 사용화에도 박차를 가하고 있다.

우리나라 국토해양부는 지속적인 녹색성장을 위해 항만개발 및 운영 전반에 걸쳐 저탄소, 친환경 녹색항만을 구축하기 위한 그린포트(Green Port) 방안을 수립, 지속적으로 추진하기로 하였다. 국토해양부는 그린포트 구축을 주요 국정과제로 선정하고 저탄소 녹색성장 및 녹색뉴딜사업 정책 목표와 연계할 수 있도록 종합계획을 세워 단계별로 사업을 추진키로 했다. 즉 항만 진·출입 화물의 철도 및 연안 해운 이용 확대를 통한 저탄소 항만배후수송 체계 확립; 항만 내 탄소배출 저감하역시스템 동력장치 개선 및 신·재생에너지 도입 등 저탄소·에너지 고효율 항만으로 전환; 준설토 등 해양폐기물의 친환경적 처리와 재활용을 위한 자원 순환형 항만시스템 구축; 녹지 공간 조성 등 워터프론트 추진을 통한 항만공간의 활용도 제고; 기후변화·재해에 안전한 항만·임항 권역 구축 관련 녹색기술 개발 및 녹색산업 육성지원 등을 목표로 하고 있다. 이와 함께 국토해양부는 광역권 컨테이너 화물을 처리하는 부산 신항, 광양항의 항만 진·출입 철도 및 철송장 개발 사업을 오는 2011년까지 완료토록 하고, 항만 내 대형선박 육상전원공급시설 계획 및 항만 내 에너지 고효율 전환 계획 등은 2009년 말까지 수립, 추진키로 했다.

## 2) 물류센터의 대기오염 감소를 위한 대책

한국해양수산개발원(2007)은 대기 및 수질 오염을 발생 시킬 수 있는 유해화학물질, 폐기물 등을 취급하는 시설의 경우 환경적인 측면이 더욱 강조되어야 한다고 제시하였다. 포장의 경우 친환경 파레트, 포장재의 분리 및 수거, 친환경 포장재 사용 등이 고려되어야 할 사항이며, 이를 관리하는 프로세스 설계가 필요하다. 또한, 배송 및 유통 활동의 경우 이산화탄소나 폐기물 발생을 최소화하면서 운영 효율성을 극대화 하는 것이 필요하다. 예를 들어 세계 최대의 특송 회사인 FedEx는 저배기 하이브리드 전기 트럭을 개발하여 친환경 배송사업을 추진하고 있고, NYK Logistics사는 영국에서 이산화탄소배출량 감소를 위해 물류 거점의 효율화를 추진하고 있다. 일본은 국가적 차원에서 이산화탄소배출량 감소를 위해 '그린물류파트너십' 사업을 추진하고 있으며 화주와 물류기업들 간의 협력을 통해 모달쉬프트, 거점의 집약, 물류효율화 등의 모델 사업을 개발하고 보급하고 있다.

일본 IMB 주식회사와 OMRON 주식회사는 기업의 저탄소화를 지원하는 환경 비즈니스로 협업하여 제조업, 육상운송업 등 업종에 중견 기업으로부터 대기업까지를 대상



으로 한 물류 솔루션을 제공하고 있다. OMRON회사는 GPS(Global Positioning System)를 이용한 운행 관리 시스템, 운행 중 차량의 중량을 계측할 수 있는 주행 차량 중량 계측 시스템 등에 대해 개정 에너지 절약법으로 준거한 보고에 필요되는 수송 거리/적재율 등, 각종 데이터의 실측을 가능하게 한다. 또한, 일본 IBM은 복수의 거점을 경유하는 거점 간 간선수송에 관한 각종 운송편의 운행 다이어/납기(도착일시)를 고려해 수송경로를 최적화하는 「MSTP(Modal-Shift Transportation Planner)」, 물류 거점으로부터 집배송처의 지역 내 배송에 관한 최적 수배송 루트를 계획하는 「VRP(Vehicle Routing Planner)」 등 알고리즘을 사용한 툴에 근거하여 이산화탄소 배출량을 최소화하는 수송 경로를 정하는 등 물류 분야에서의 이산화탄소 배출량의 계측, 관리, 최적화를 지원할 수 있도록 하고 있다.

## 2. 연구의 설계

### 1) 변수의 조작적 정의

본 연구에서는 우선 앞서 언급한 기존 문헌고찰과 국내외 사례에 대한 선행연구를 바탕으로 녹색물류 평가항목에서 탄소저감이 물류부문에 주는 영향에 대한 예비평가지표를 선정하여 요인분석을 한다. 다음, 요인분석을 통하여 분류된 결과를 전제로 2단계 AHP모형을 설계한다.

다음 제시된 9개의 예비평가지표는 국내 외 관련 문헌에 대한 연구조사를 통하여 항만 및 물류센터에서의 대표적인 탄소저감사업을 바탕으로 종합하여 도출해낸 것으로써, 물류분야에서 직접 시행되고 있는 구체적인 탄소저감사업, 프로그램과의 개념상의 근본적인 차이를 두고 정의하였다.

본 논문에서 제시한 예비평가지표에 대한 구체적인 설명은 다음과 같다.

1) 시설·장비의 개선은 항만 및 물류센터 등 물류분야에서 이용되는 시설, 장비 등이 탄소배출량을 감소시킬 수 있도록 선박에 전력을 공급하는 방식, 자동차 엔진, 저공해 화물차량 및 장비, 배기가스 처리 등에 대한 개량이나 설치 및 운영을 말한다; 2) 수송수단 이용에 대한 제한 및 전환이란 수송수단을 선택함에 있어서의 전환, 또는 수송수단 운영 시간에 대한 규제, 수송수단 이용 방식에 대한 제한 등을 말한다; 3) 대체연료의 사용은 컨테이너 트럭 및 항만장비에 청정대체연료를 사용할 것을 권장하는 것을 말한다. 즉, 무탄소인 수소, 바이오매스 에너지 공급시스템을 기반시설과 함께 개발하여 차세대 연료를 개발 및 사용하여 탄소배출로 인한 대기오염원을 축소시키는 것을 말한다; 4) 탄소배출량에 대한 제한 및 감축은 국가, 기업 그리고 개인에 대하여 탄소배출량을 규정하고 또한 가스배출의 감축목표를 설정하여 궁극적으로 탄소배출저감의

목적은 달성하는 것을 말한다; 5) 물류체계의 개선은 화물의 이동 과정 중에서의 수배송 루트의 최적화, 컨테이너 등 수송도구 이용에 대한 효율성 제고를 통하여 물류체계를 개선함으로써 탄소저감효과를 실현하는 것을 말한다; 6) 대기시간 단축은 수송수단의 기술적인 향상 및 운송시스템의 효율성 제고, 정부의 정책적 규제 등을 통하여 선박, 화차, 화물차량 등의 대기시간이 최소화되는 것을 말한다; 7) 저감시스템의 구축이란 물류시설을 포함한, 에너지 절약적 측면에서 간접적으로 탄소저감효과를 가져올 수 있는 운송 및 저장의 시스템설계나 계획을 말한다.

본 논문에서 제시한 물류체계의 개선 및 저감시스템 구축 항목은 상위 평가항목의 개념과 구분되기 위하여 그 연구범위를 다음과 같이 정의한다. 즉 물류체계의 개선은 넓은 의미에서의 시스템개선활동 개념보다 물류활동에서의 화물이동의 루트 및 방식에 대한 변경 등 좁은 범위에서의 개념을 강조하고 있으며, 저감시스템의 구축항목 역시 정책적 수단을 제외한, 주로 물류시설 등에 대한 설계나 배치 등을 통하여 진행되는 구체적인 물류시스템고도화사업을 말한다.

8) 오염원 배출 저감이란 대기오염물질의 배출을 줄이기 위하여 정부에서 실행되는 자금지원정책이나 요금감면제도를 말한다.

여기에서 탄소배출량의 제한/감축은 주로 탄소배출 대상자들에 대한 규제나 제한 등 방식을 통하여 배출량의 합리적인 배분을 실현하여 탄소저감목표를 달성하는 것을 말하지만, 오염원 배출 저감은 주로 정부에서의 지원을 이용하여 대상자들에게 강제적이 아닌, 자발적인 탄소저감행위를 유도하는 것을 말한다.

9) 친환경소재의 이용은 보관, 하역부문의 친환경소재의 이용을 말한다. 즉 친환경 파레트와 친환경 포장재를 사용하고, 사골판지 포장을 필름포장으로 대체하여 포장재를 줄이며 플라스틱계 쿠션재에서 종이계 쿠션재로 대체하는 등의 내용을 포함한다.

상술한 9가지 예비평가지표의 내용 및 선정근거를 정리하면 다음 <표 3>의 내용과 같다.

<표 3> 항만 및 물류센터 분야 탄소저감정책 예비 평가지표 선정

평가지표	내용	근거
시설·장비의개선	○ AMP의 설치·운영 - 'Cold-ironing'으로 불리는 AMP는 부두에 정박하고 있는 선박이 보조기관을 가동하여 전기를 발생시키는 과정에서 생기는 대기오염물질의 배출 방지를 위해 육상으로부터 전력을 공급하는 방법임	1)
	○ 엔진 개량/저공해 화물차량 및 장비도입 - 급배기, 연료분사기, 연소실 개조 및 교체/전기자동차, CNG 자동차, LPG 자동차, 연료전지 자동차, 하이브리드 자동차	2)
	○ 배기가스 처리장치 - 선택적 촉매환원(Selective Catalytic Reduction)식 배연탈소/디젤분진필터(Diesel Particulate Filter) 사용	2)
수송수단 이용에 대한제한 및 전환	○ Clean Truck Program - 화물차 제작년도에 따른 구체적인 교체 스케줄을 제시하고 특정 교체시기를 초과한 차량에 대해서 항만에 대한 진입을 금지함	1)
	○ PierPass 제의 시행/에코드라이브(eco-drive) 실시 - 주말 및 야간에 터미널을 개장하여 선박이 배출하는 대기오염과 체증을 완화함/급출발과 급제동을 줄이고 경제속도를 유지함으로써 연비를 향상시키고 배기가스 배출을 줄이는 운전법	1)
	○ 모달 시프트(modal shift) - 수송체계의 환경성을 제고하기 위해 도로화물을 철도, 연안해운 등 대량수송수단으로 전환하는 방식	3)
	○ 입항선박 감속운항 - 선박이 항계 20마일 이내부터 운항속도를 12노트로 감속함으로 하여 배출되는 대기오염을 감소함	1)
대체연료의사용	○ 청정연료사용 - 컨테이너차량 및 항만장비(RTGC 등)를 청정연료로 대체	4)
탄소배출량의제한 /감축	○ 가스배출 감축목표 설정 - 배출권 거래제(emissions trading), 배출부과금제(Emissions Charges)	5)
물류체계의개선	○ 공동배송 - 납입품과 조달품을 공동배송(납품차량이 회송시에 조달품을 인수)	6)
	○ 컨테이너 라운드 유스(Container Round Use) - 물류센터로의 왕복 컨테이너 중 공 컨테이너에 대한 이용을 강화하여 수송효율성을 향상하여 이산화탄소 배출량을 저감시키는 프로그램	7)
대기시간 단축	○ 선박, 화차, 화물차량 등의 대기시간을 최소화	1)
저감시스템구축	○ 복합화물 터미널 건설 확충	6)
	○ 에너지 절약형 시설 설계 및 물품 배치계획의 수립	8)
오염원 배출저감	○ 그린프래그인센티브프로그램 - (Green Flag Incentive Program) 대기오염물질의 배출을 줄이는 선박에 대해 부두 접안료의 일부를 감면	9)
친환경소재의이용	○ 보관/하역관련 자재의 친환경소재 이용 - 골판지 포장을 필름포장으로 하여 포장재를 줄이거나 플라스틱계 쿠션재에서 종이계 쿠션재로 변경하는 등	8)

자료: 1) 한국해양수산개발원(2005) ; 2) 일본 해운(2005) ; 3) IEA (2000) ; 4) 송계의·한철환(2007) ; 5) 에너지경제연구원(2008) ; 6) 일본물류시스템협회/물류환경협회(2008) ; 7) 일본그린물류파트너십회의(2008) ; 8) 한국교통연구원(2009) ; 9) 한국해양수산개발원(2006)

## 2) AHP 모형 설계를 위한 요인 분석

선행연구 및 사례조사를 통해 도출된 9개의 탄소저감정책 평가지표를 몇 개의 요인

으로 분류하기 위하여 연구원, 물류기업체, 물류전문가를 포함한 54명의 전문가를 대상으로 이메일조사, 면접조사 등 방식으로 설문조사를 하여 요인분석을 실시하였다. 일반적으로 요인분석 수행시 표본의 수는 변수수의 3~4배 이상이 되어야 추출되는 요인이 안정적(채서일, 2003)이므로 예비평가항목의 9개 구성항목을 변수로 설문대상을 1:5의 비례로 선정하도록 하였다. 이 설문지는 9개 구성항목의 중요도를 평가하기 위해 설계된 AHP 설문지와는 별개로 작성되었으며 Likert 7점 척도로 측정되었다. 먼저 탄소저감정책 이행수준에 대한 평균과 표준편차를 <표 4>에 제시하였으며, 9가지 구성항목에 대한 요인분석결과는 <표 5>에 제시하였다. <표 4>에서 알 수 있듯이, 시설·장비의 개선에 관한 평가지표의 평균치가 가장 높게 나타났으며 두 번째로 대체연료의 사용이 높게 나타났다. 반면, 수송수단 이용에 대한 제한 및 전환 항목이 제일 낮은 것으로 나타났다.

<표 4> 탄소저감정책 이행수준에 대한 기초 통계분석 결과

구성항목	평균	표준편차
시설·장비의 개선	5.870	1.150
수송수단 이용에 대한 제한 및 전환	5.019	1.339
대체연료의 사용	5.704	1.223
탄소배출량의 제한/감축	5.278	1.338
물류체계의 개선	5.685	1.256
대기시간 단축	5.130	1.454
저감시스템 구축	5.130	1.467
오염원 배출 저감	5.185	1.214
친환경소재의 이용	5.296	1.341

본 연구에서는 탄소저감정책 평가에 영향을 미치는 지표항목들의 요인구조를 확인하기 위하여 SPSSWIN 15.0을 이용하여 요인분석을 실행하였으며 요인추출 방법으로는 주성분분석(Principal Component Analysis)을 사용하였고, 고유값(Eigen Value)기준은 1이상인 요인만 추출하였으며, 변수의 요인에 대한 연관성을 보다 효과적으로 규명하기 위하여 직교 회전(Varimax Rotation)방법을 이용하여 추출된 요인을 회전하였다. 이러한 과정을 거쳐 <표 5>과 같이 탄소저감정책 평가지표 구성개념에서 3개의 요인이 추출되었으며, 추출된 요인들은 전체분산의 65.3%를 설명하고 있는 것으로 나타났다.

또한, <표 5>과 같이, 요인 1은 저감시스템 구축, 오염원 배출저감, 친환경소재의 이

용으로 구성되었고, 요인 2는 시설·장비의 개선, 탄소배출량의 제한/감축, 물류체계의 개선, 대기시간 단축으로 구성되었으며, 요인 3은 수송수단이용에 대한 제한 및 전환, 대체연료의 사용으로 구성되었다. 이러한 요인을 구성하고 있는 각 변수들의 속성을 기초로 하여 전문가를 통한 그룹분석을 진행한 결과, 요인구조에서 나타난 요인들을 설명하면 요인 1은 저탄소기반의 확립, 요인 2는 효율성 제고, 요인 3은 대기오염원의 축소로 명명될 수 있다.

<표 5> 요인분석결과

변수 명	요인 1	요인 2	요인 3
수송수단 이용에 대한 제한 및 전환	0.169	0.145	0.807
대체연료의 사용	0.289	0.198	-0.644
시설·장비의 개선	0.237	0.721	-0.047
탄소배출량의 제한/감축	0.266	0.594	0.229
물류체계의 개선	0.013	0.884	-0.046
대기시간 단축	0.372	0.623	-0.120
저감시스템 구축	0.797	0.255	0.009
오염원 배출 저감	0.795	0.319	0.253
친환경소재의 이용	0.827	0.109	-0.295
고유치	3.505	1.315	1.077
분산(%)	38.947	14.610	11.968
누적분산(%)	38.947	53.557	65.525
잠재요인명	저탄소기반 확립	효율성 제고	대기오염원의 축소
<b>Kaiser-Meyer-Olkin: .653, Bartlett의 구형성 검정: 157.772, 자유도: 36, 유의확률: .000</b>			

### 3) 신뢰성 분석

본 논문에서는 신뢰성 평가기준으로 Cronbach's  $\alpha$  값을 활용하였으며 <표 6>은 측정도구의 신뢰성 평가를 요약한 것으로, 분석한 결과에 따르면 Cronbach's  $\alpha$  계수가 0.728 ~ 0.806으로 나타나 일반적인 기준치를 상회하고 있으므로 신뢰성이 인정되는 것으로 볼 수 있다.

<표 6> 신뢰성 분석

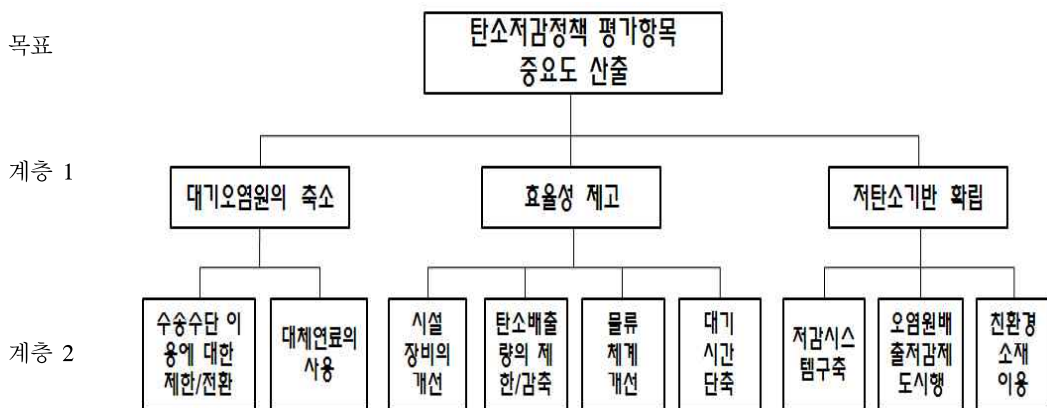
평가항목	평가 지표	Cronbach's Alpha
대기오염원의 축소	수송수단 이용에 대한 제한 및 전환	0.751
	대체연료의 사용	0.806
효율성 제고	시설·장비의 개선	0.789
	탄소배출량의 제한/감축	0.759
	물류체계의 개선	0.752
	대기시간 단축	0.747
저탄소기반 확립	저감시스템 구축	0.737
	오염원 배출 저감	0.728
	친환경소재의 이용	0.752

## IV. 예비평가항목 및 평가지표의 중요도 분석

### 1. AHP 모형 설계

본 논문에서는 문헌조사와 설문을 통해 탄소저감정책 평가에서의 각 지표항목들을 선정하고, 그 중요도를 파악하기 위하여 전문가들을 대상으로 설문을 시행하게 되었다. 이에 앞서 본 연구에서는 항만 및 물류센터 분야에서의 탄소저감정책을 위한 예비평가항목 및 평가지표의 상대적 가중치를 도출하기 위해 요인분석을 실행하였으며 그 결과에 근거하여 <그림 1>에 나타난 바와 같은 연구모형을 설정하였다.

<그림 1> 탄소저감정책 평가항목의 중요도 산출을 위한 AHP 모형



전문가 설문 시에 설문응답자가 가치판단을 할 수 있도록 상위 평가항목을 대기오염원의 축소, 효율성 제고, 저탄소기반 확립 등 3개 요인으로 구분하였으며, 이와 마찬가지로 인접한 상위 평가항목에 있는 요소들과 관련된 요인분석을 통하여 공통적으로 중요하다고 제시된 요인을 하위 평가지표로 도출하였다.

전문가를 대상으로 하는 설문조사지는 크게 세 부분으로 구성되었다. 첫 번째 부분에서는 요인분석을 통하여 도출된 예비평가항목 및 예비평가지표에 대해 구체적으로 설명하였으며, 두 번째 부분에서는 요인분석을 통해 분류된 예비평가항목 구성요인에 대한 쌍대비교 문항을 배열하였다. 세 번째 부분에서는 각 구성요인의 평가지표들에 대한 쌍대비교문항을 배열하였다. 조사 대상은 항만 및 물류센터 관련 분야를 범위로, 전문가 그룹 중 객관적인 판단을 위한 비교적 대표성을 갖고 있는 연구원(5), 교수(5), 기업체(2) 그룹으로 구분된 총 12명의 전문가로 선정하였으며 그 중 총 11부의 설문지가 연구표본으로 선정되었다. 설문방식은 이메일 혹은 면접조사를 통하여 진행되었다.

## 2. 일관성 검증

AHP 분석기법에서는 설문응답자 개개인의 판단상의 오차 정도를 측정하여 분석 자료에 대한 신뢰도를 확보하였다. 본 논문의 분석에서는 일관성 비율(Consistency Ratio: CR)을 이용하여 각 설문응답자에 대하여 일관성을 검증하였다. 회수된 설문지 중 1부는 일관성이 부족( $CR \geq 0.2$ )하여 연구표본에서 배제시켰으며,  $CR(0.1 \leq CR < 0.2)$ 의 결과가 나온 2부는 일관성이 결여된 항목에 대해서 전화상으로 재 설문을 실시하여 일관성을 확보하였다.

<표 7> 설문응답 표본의 일관성 검증 결과

평가항목	평가 지표	CR
		0.00157
대기오염원의 축소	수송수단 이용에 대한 제한 및 전환	0.00000
	대체연료의 사용	
효율성 제고	시설·장비의 개선	0.00260
	탄소배출량의 제한/감축	
	물류체계의 개선	
	대기시간 단축	
저탄소기반 확립	저감시스템 구축	0.00007
	오염원 배출 저감	
	친환경소재의 이용	

주: 일관성 비율이  $CR < 0.1$  이라면 표본에 대한 신뢰도를 확보할 수 있음

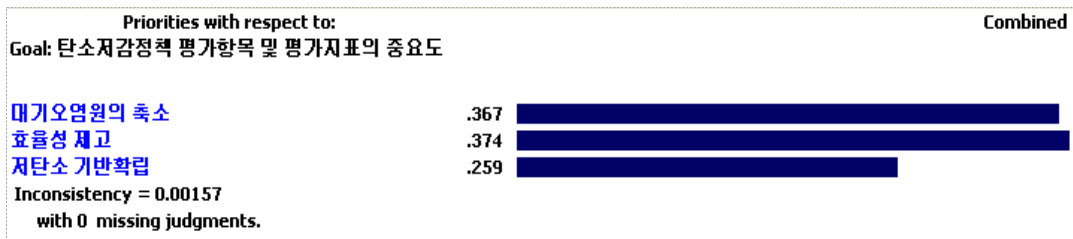
<표 7>은 'Expert Choice 11'을 이용하여 전체 연구표본에 대한 일관성을 분석한 결과이다. 전체 연구표본에 대한 일관성 분석은 상위 평가항목과 하위 평가지표에 대한 비교영역에서  $CR < 0.1$ 을 만족시키고 있다.

### 3. 중요도 분석

#### 1) 상위 평가항목

우선, 상위 평가항목의 계층에 있는 대기오염원의 축소, 효율성 제고, 저탄소기반 확립 간의 상대적 중요도를 산출하였다. 'Expert Choice 11' 프로그램을 사용하여 상위 평가항목에 대한 전체 집단의 상대적 중요도는 각각 효율성 제고(0.374), 대기오염원의 축소(0.367), 저탄소기반 확립(0.259) 순위로 나타났다. 효율성 제고와 대기오염원의 축소 항목은 중요도가 0.007의 차이로 나타나 두 항목 모두 중요하다고 볼 수 있다.

<그림 2> 상위 평가항목의 중요도 분석



#### 2) 하위 평가지표

다음으로 상위 평가항목의 하위 계층에 있는 각각의 평가지표항목들에 대한 상대적 중요도를 산출하였다. 대기오염원의 축소 평가항목에 따른 평가지표에서 수송수단 이용에 대한 제한 및 전환과 대체연료 사용의 상대적인 중요도를 비교한 결과, 수송수단 이용에 대한 제한 및 전환이 49.1%로, 대체연료의 사용이 50.9%로 나타나 거의 비슷한 중요도를 갖고 있음을 알 수 있다.

효율성 제고 평가항목에 따른 평가지표에서는 시설·장비의 개선이 31.6%, 탄소배출량의 제한/감축이 17.3%, 물류체계의 개선이 32.8%, 대기시간 단축이 18.3%로 나타나, 물류체계의 개선 및 시설·장비의 개선이 아주 적은 차이로 1,2위 순위를 나타냈으며, 대기시간 단축 및 탄소배출량의 제한/감축이 상대적으로 비교적 낮은 중요도를 나타냈다.

또한, 저탄소기반 확립 평가항목에 따른 평가지표 중 저감시스템 구축은 40.5%, 오염



원 배출 저감은 32.5%, 친환경소재의 이용은 27.0%로 차례로 각각 1,2,3 순위를 나타냈다.

### 3) 복합가중치를 적용한 하위 평가지표의 중요도 분석

9가지 평가지표별 가중치 평균 및 순위는 <표 8>에 제시한 바와 같이, 대체연료의 사용이 18.7%로 가장 높고, 그 다음으로 수송수단 이용에 대한 제한 및 전환, 물류체계의 개선, 시설·장비의 개선, 저감시스템 구축, 오염원 배출 저감, 친환경소재의 이용, 대기시간 단축, 탄소배출량의 제한/감축의 순서로 나타났다. 이러한 결론은 향후 우리나라 탄소저감정책을 평가함에 있어서 대체연료 사용의 중요성을 제시하고 있으며, 대기시간 단축 및 탄소배출량의 제한/감축 등에 대한 인식이 상대적으로 낮음을 알 수 있다.

<표 8> 탄소저감정책 평가에서의 구성항목에 대한 가중치 및 순위

평가항목	평가지표	Local	Global	우선순위
대기오염원의 축소 (0.367)	수송수단 이용에 대한 제한 및 전환	0.491	0.180	2
	대체연료의 사용	0.509	0.187	1
효율성 제고 (0.374)	시설·장비의 개선	0.316	0.118	4
	탄소배출량의 제한/감축	0.173	0.065	9
	물류체계의 개선	0.328	0.123	3
	대기시간 단축	0.183	0.068	8
저탄소기반 확립 (0.259)	저감시스템 구축	0.405	0.105	5
	오염원 배출 저감	0.325	0.084	6
	친환경소재의 이용	0.270	0.070	7

또한, 본 연구에서는 탄소저감정책 평가에 있어서의 예비평가항목 및 예비평가지표에 대한 AHP분석을 통하여 예비평가항목 및 예비평가지표 간의 상호 중요도를 비교분석하였으며 그 결과를 도출하였다.

## V. 결 론

본 연구에서는 우리나라 녹색물류 성장에 있어서의 탄소저감 방향을 제시하고자 하는 목적으로 국내외 물류 선진국들의 탄소저감정책에 대한 연구 및 실행과제를 조사하고, 우리나라 물류분야에서 현재 진행되고 있는 탄소저감 사업 및 제정된 법규를 바탕

으로 물류분야에서의 핵심역할을 하고 있는 항만 및 물류센터에 대해 조사연구를 하였다. 각 분야의 전문가들을 대상으로 설문조사를 한 결과, 항만 및 물류센터를 범위로 3개의 평가항목, 9개의 평가지표를 개발·제시하고 이들 간의 상호 관계에 대한 전체적인 조망을 통해서 물류분야에서의 탄소저감정책사업의 다양한 측면들을 점검하고 파악해 볼 수 있도록 하였다. 또한, AHP 기법을 이용한 일련의 분석과정을 통해 평가항목별 가중치를 분석함으로써 탄소저감정책 사업을 추진함에 있어서 보다 중점을 두어야 할 업무분야를 확인하였으며 실제 탄소저감정책사업의 성과평가 시, 보다 합리적인 평가를 위해 평가항목 및 평가지표별 가중치의 적용 필요성을 제시하였다.

즉, 수송수단 이용에 대한 제한 및 전환과 대체연료의 사용에 대한 평가지표의 가중치를 비교한 결과, 대체연료의 사용의 중요도가 상대적으로 높았으며, 시설·장비의 개선, 탄소배출량의 제한/감축, 물류체계의 개선, 대기시간 단축 평가지표의 상호 중요도를 분석한 결과, 물류체계의 개선의 가중치가 가장 높은 것으로 나타났다. 또한, 저감시스템 구축, 오염원 배출 저감, 친환경소재의 이용 평가지표에서는 저감시스템 구축항목이 가장 중요한 것으로 분석되었다.

본 연구의 결과는 우리나라 물류분야에서의 탄소저감정책 사업을 도입할 경우, 성과평가에 있어 평가항목 및 평가지표의 상대우위의 결과를 이용해 비교하여 선정할 수 있도록 근거를 제공해주며, 탄소저감정책사업 성과평가에 대한 합리적이고 타당한 이론적인 프레임워크를 구축하는 데 유용한 근거자료로 활용될 수 있을 것이다. 하지만, 본 연구에서는 기존 중요도 분석 과정의 비교대상이었던 평가항목 및 평가지표들에 대한 개념적인 타당성 및 중복성에 대한 연구가 미흡한 관계로 평가항목 및 평가지표들에 대한 검증분석에서 향후 보다 심도 있는 이론적인 문헌고찰 및 심층적 사례분석, 그리고 광범위한 자료수집에 근거한 실증분석이 수반되어 각 평가항목들 간의 유의적인 인과관계 유무에 대한 검증을 보완해야 할 것으로 본다.

현재, 국내외 경쟁력이 약화된 기업의 사회적 책임이 강화됨에 따라 환경부문에 대한 관리요구도 높아졌으며 감축의무를 이행하기 위해 소요되는 비용도 급격히 증가되고 있는 추세에서 대량수송체계의 활성화, 공동수배송체계의 정비, 물류거점시설의 이용증대, 친환경물류기술의 개발 등 친환경 물류 사업의 발굴이 필요하게 되었다. 따라서 우리나라에서는 물류기업의 환경부하를 저감하기 위한 과제로써 배출가스 규제를 비롯한 대기오염에 대한 방지 등을 촉진하며, 온실가스에 대한 배출을 저감하는 과제를 중심으로 대책을 마련하는 것이 매우 시급할 것으로 본다.

## 참 고 문 헌

1. 김수이 외, 『저탄소 경제시스템 구축 전략 연구』, 에너지경제연구원, 2008.
2. 조경엽 · 권태규, 『한국의 지구온실가스 배출과 환경정책 도입방안 연구』, 에너지경제연구원, 1999.
3. 임재규, “온실가스 배출 감축이 한국경제와 에너지산업에 미치는 영향”, 『자원 · 환경경제연구』, 제10권 제4호, 2001, pp. 547-567.
4. 최동현 외, 『주요 항만 오염실태 및 관리방안 연구』, 한국해양수산개발원, 2000.
5. 최동현 외, 『항만환경계획 수립을 위한 연구』, 한국해양수산개발원, 2001.
6. 박노경, “국내항만의 환경관리 자가진단방법에 관한 소고”, 『해운물류연구』, 제42호, 2004.9, pp. 43-67.
7. 정봉민 외, 『컨테이너 항만개발과 환경문제』, 한국해양수산개발원, 2004.
8. 송계의 · 한철환, “항만의 환경오염 저감방안에 관한 연구”, 한국항만경제학회지 제23권 제1호, 2007, pp. 95-113.
9. 고현정, “친환경(Green)공급사슬관리의 중요성 대두”, 한국해양수산개발원, 2007.
10. 환경부, 『지자체 기후변화대응 업무안내서』, 2008.
11. 국무총리실 기후변화대책기획단, 『기후변화대응 종합기본계획』, 2008.
12. 현대경제연구원, 『국내 물류부문의 에너지 과소비 현황과 정책적 시사점』, 2009.
13. 건설교통부, 『교통분야 온실가스 감축관련: 온실가스 감축대책 등 교통환경관련규제의 거시경제효과 분석』, 2001.
14. 에너지경제연구원, 『저탄소 경제시스템 구축 전략 연구-통합모형 구축 및 경제 · 환경적 효과 분석』, 2008.
15. 한국해양수산개발원, 『항만의 대기오염 규제와 정책시사점』, 2005.
16. 한국해양수산개발원, 『KMI 해운물류연구본부』, 2007.
17. 한국교통연구원, 『녹색물류 인증제도 도입방안』, 2009.
18. 한국해양수산개발원, “항만 · 물류-LB항만 대기오염 줄이면 집안료 감면”, 『지구촌 해양 · 수산』, 제304호, 2006.
19. 채서일, 『사회과학조사방법론』, 2003.
20. 日本 『海運』, 2005.
21. 日本 ロジスティクスシステム 協會, 『グリーンロジスティクスガイド(Green Logistics Guide)』, 2008.
22. 日本 グリーン物流パートナーシップ 會議, 『平成20年 グリーン物流パートナーシップ事業概要』, 2008.
23. Gallagher & Talyor, International Trade and Air Pollution; The Economic Costs of Air Emission from Waterborne Commerce Vessels in U.S, Global Development and Environment Institute Working Paper No.01-08, Tufts University, 2003, pp. 1-12.
24. Bailey, D., Solomon, G., "Pollution Prevention at & Ports: Clearing the Air", Environmental Impact Assessment Review, Vol. 24, 2004, pp. 749-774.
25. Darbra, R., Ronza, A., Casal, J., Stojanovic, T., Wooldridge, D., "The Self Diagnosis Method: A New Methodology to Assess Environmental Management in Seaports", Marine Pollution Bulletin, Vol. 48, 2004, pp. 420-428.

< 요약 >

## 녹색물류를 위한 탄소저감정책 평가항목 우선순위에 관한 연구

임미순 · 박종흠 · 안승범

녹색물류는 21세기 지구촌시대의 번영을 위해 피할 수 없는 과제로서 역물류의 활성화, 화석에너지 사용 절감을 통한 이산화탄소 배출 감소, 공동화 등을 통한 시설이용 효율화를 들 수 있다.

본 연구의 목적은 녹색물류에 따른 탄소저감 관련 정책을 수립하여 시행해 오고 있는 일본, 미국, 유럽 등의 정책 내용과 선진 사례를 광범위하게 고찰함으로써 우리나라의 친환경 물류정책을 수립, 평가하는데 있어 근거자료를 제공하고자 하는 것이다.

이러한 연구목적을 달성하기 위해 국내 외 항만 및 물류센터에서의 탄소저감사업의 주요 내용과 동향에 대해 고찰하고 그에 따른 예비평가항목 및 예비평가지표를 선정하여 설문조사를 진행하였으며 설문결과에 근거하여 구성항목들의 중요도를 분석하였다. 분석결과, 수송수단 이용에 대한 제한 및 전환과 대체연료의 사용에 대한 평가지표의 가중치에서, 대체연료의 사용의 중요도가 상대적으로 높았으며, 시설·장비의 개선, 탄소배출량의 제한/감축, 물류체계의 개선, 대기시간 단축 평가지표의 상호 중요도를 분석한 결과, 물류체계의 개선의 가중치가 가장 높은 것으로 나타났다. 또한, 저감시스템 구축, 오염원 배출 저감, 친환경소재의 이용 평가지표에서는 저감시스템 구축항목이 가장 중요한 것으로 나타났다.

본 연구는 탄소저감정책 관련 각 예비평가항목 및 예비평가지표들에 대한 상호중요도를 분석함으로써 향후 우리나라에서 녹색물류 관련 정책입안자나 관련 기업담당자에게 탄소저감 사업추진에 있어 핵심이 되는 항목을 선정하는데 가이드라인을 제시해 줄 것이다.

□ 주제어: 녹색물류, 탄소저감, 평가지표, 항만과 거점 터미널