

우리나라 대형물류 기업의 녹색 물류 평가에 관한 연구

김영환* · 박지영** · 정경애*** · 문종룡**** · 여기태*****

A Study on Evaluation of Green Logistics in Korean Large Logistics Corporations

Young-Hwan Kim · Ji-yeong Pak · Kyung-ae Jung · Jong-Roung Mun · Ki-tae Yeo

목 차

I. 서론	III. 실증분석
II. 문헌고찰	IV. 결론

Key Words: 녹색물류, 대형물류기업, 요인분석(Factor Analysis), Fuzzy AHP

Abstract

The purpose of this paper is to evaluate the green logistics of Korea enterprises. According to participate pan-nationally about environment problems, the field of logistics is required to transfer green logistics like increase efficiency of using energy and construct economic systems. And also environment-friendly policies of enterprises are playing important role.

So authors selected and analysed factors through precedent study and questionnaire. Selected factors are cultivation about environment-friendly policy awareness to employees, Utilization environment-friendly resources, decrease of atmosphere pollution substance, company's promotion of outside environment-friendly policy. In order to shed light on these problem, fuzzy AHP method is adopted and the factor of cultivation about environment-friendly policy awareness to employees is the highest weight. And

▷ 논문접수: 2010.10.28 ▷ 심사완료: 2010.11.26 ▷ 게재확정: 2010.12.08

* 인천대학교 동북아물류대학원, ywkim@hani.co.kr, 032-835-8590, 대표집필

** 인천대학교 동북아물류대학원, assambleuse@hanmail.net, 032-835-8590, 공동저자

*** 인천대학교 동북아물류대학원, jka0422@hanmail.net, 032-835-8590, 공동저자

**** 인천대학교 동북아물류대학원, se6192@paran.com, 032-835-8590, 공동저자

***** 인천대학교 동북아물류대학원 부교수, ktyeo@incheon.ac.kr, 032)835-8196, 교신저자

also result of the highest weight between enterprises that set policies about green logistics and factors' are The Korean Air, Glovis, Korea Express synthetically .

I. 서론

지구 온난화의 규제 및 방지를 위한 국제협약인 교토 의정서가 발효됨으로서 (2005, 2) 온실가스 감축은 선택이 아닌 의무사항으로 다가오고 있다. 우리나라는 교토의정서 실천국가에서는 제외되었으나 포스트 교토의정서(2013 - 2017)에 2차 온실가스 의무감축 국가로서 포함될 예정이다. 이는 온실 가스 감축에 있어 물류 부문도 예외가 될 수 없음을 의미하며, 물류 부문이 에너지 효율적이고 절약적인 체계로 전환하는 이른바 녹색물류(Green Logistics)로의 전환이 요구되어짐을 의미한다.

온실가스 감축과 에너지 효율성 향상 및 절감 문제가 대두되면서 우리나라도 지속적 생산과 소비에 관한 정책 수립이 시급해져 작게는 가정에서의 실천부터 정부의 포괄적인 정책 및 입법에까지 이르는 전략이 필요하다. 이에 국민 개개인이 온실가스 감축 활동에 직접 참여하도록 유도하는 탄소 포인트 제도가 실시되고 있다. 또한, 정부는 녹색성장 위원회를 공식 출범하고(2009, 2) 2020년 까지 세계 7대, 2050년 까지 세계 5대 녹색강국 진입을 목표로 3대 전략 10대 정책 방향을 제시하였다. 이런 범국가적인 참여의 형태에서 기업의 친환경 경영 정책도 중요한 역할을 하고 있다. 한진해운의 경우에는 2008년 지속가능성 보고서에서 슬러지/폐유 발생량 2%저감, 냉매사용 2%저감, CO_2 , SOX 배출 0.3% 저감, 엔진 시스템유 0.3% 저감 같은 구체적인 친환경 사업 계획을 내놓았다. 2009년 현대상선 또한 대체 냉매 사용, 폐유처리업체 환경영향 평가, 이면지 활용과 같이 분야별로 친환경 계획을 내놓았다. 특정 상품이나 서비스의 물류 관련 활동은 원료의 배송부터 시작하여 제품생산, 소비자에게로의 배송 및 역물류(Reverse logistics)과정 까지 포함하고 있다.

환경적인 고려가 기업에게도 가장 큰 이슈인 현시대에 있어서 기업들은 물류 활동에서 발생하는 비용을 단순히 화폐상의 금전적 비용만이 아닌 환경오염, 지구 기후 변화에 미치는 영향, 폐기물 관리, 사고 등으로 인해 발생하는 외부적 비용 등에도 주목하여야 한다. 이러한 시대의 요구의 변화로 인해 지속가능성의 한 부분으로 녹색물류가 기업에게도 주요하게 떠오르고 있다. 또한 EU나 미국 등에서 자국의 환경기준에 부합하지 않는 상품에 대해서는 수입을 규제하기 시작했고, 이런 흐름은 전 세계적으로 더욱 확대 될 것으로 예측되기 때문에 더 이상 환경을 고려하지 않은 제품은 세계시장에서도 경쟁력을 잃을 수밖에 없는 실정이다.

이런 배경에서 본 연구는 우리나라의 대형물류 기업의 녹색물류로의 전환 정도를 살펴보고 상기 기업들을 평가해 보고자 한다. 본 연구의 주요내용은 다음과 같다. 먼저 II

장에서는 국내·외 녹색 물류 정책 및 기업에서의 녹색 물류 현황에 대해 고찰한 후 III 장에서는 선행연구를 통한 녹색물류 평가 요인을 뽑아 보고 전문가 설문조사를 걸쳐 요인분석 방법으로 국내기업의 녹색 물류 정도를 평가해 볼 수 있는 공통요인을 뽑아 보았다. 이와 더불어 위의 요인을 가지고 국내 10대 대형물류기업의 녹색 물류 정도를 Fuzzy-AHP 방법론을 적용하여 순위화 하였으며 마지막으로 IV장에서는 현 국내 대형 물류 기업의 녹색물류 평가를 통한 결론을 정리하였다.

II. 문헌 고찰

1. 국내연구

임미순외(2009)의 연구에서 탄소저감정책에 대한 우선순위를 도출하여 에너지 부문별 배출되는 이산화탄소량의 절감대책과 관련 사업추진을 위한 방안을 제시하였고, 박석하(2007)는 매출액규모를 중심으로 이산화탄소 배출량과 관련된 환경 친화적 물류활동을 비교 분석하며 실태를 파악했으며, 송계의·한철환(2007)의 연구에서는 항만의 환경오염 저감방안에 관한 연구를 통해 환경오염 관리 방안에 대한 마스터플랜을 수립하여 항만에서 발생하는 환경오염원에 보다 강력한 규제방안의 도입을 제시했다. 또한 이장균(2008)의 녹색경영 연구에서는 녹색성장을 위한 우리나라의 기업과제로 녹색컴퍼니 실현 및 그린 비즈니스 전개, 경영시스템의 녹색경영, 조직문화에서의 녹색 경영 등을 제시하여 친환경 사업 참여에 대한 구체적 방안을 제언하고 있으며 정현(1998)의 연구에서는 동일 노선을 운항하는 피더 컨테이너 선박에서 사용 연료의 상대비교를 통해 환경에 대한 항만 영향과 항만에 대한 환경 영향으로 나눠 그에 따른 결과를 제시하고 있다.

김우선(2008)의 연구에서는 적용 기술 대안별로 우선순위와 적용, 효과성에 대해 비교하여 접안, 안벽, 야드, 이송, 게이트 별로 단기, 중기, 장기로 볼 때 어떠한 대안이 비용을 절감하고 보다 효과적인지 분석했고,¹⁾ 안지영·이형오(2009)의 연구에서는 환경부(2009)의 내용을 바탕으로 환경정책 분야 녹색성장 정책에 대하여 기후변화 대응정책 추진, 저탄소 녹색성장 국제협력, 폐자원 및 바이오매스 에너지화, 세계시장 선도 10대 녹색기술 및 산업 육성을 제시하면서 지식경제부(2009)자료를 바탕으로 녹색경제 구현을 통한 일자리 창출에 대한 프로젝트로 4대강 살리기, 녹색교통망 구축, 그린카, 청정 에너지, 자원 재활용 확대 등 '저탄소 녹색성장'의 핵심을 위한 방안을 제시하였다.

마지막으로 김현수(2009)의 연구에서는 녹색 물류의 현황 및 사례를 통해 공급체인을

1) 정봉현 '녹색성장과 친환경적 항만 관리정책의 방향 - 광양항을 중심으로', pp-92-108. 2009

그린하게 만드는 방법과 녹색물류 추진방안을 제시하며 제품 및 원자재를 가장 경제적이고 환경 친화적으로 회수할 수 있는 역 물류 프로세스를 강조하고 있다.

이에 본 연구는 현재 대기업이 수립하고 있는 친환경 정책을 살펴보고 매출액 및 물동량 등에 따른 기업을 선별한 뒤 요인분석을 통해 친환경 정책에 가장 적합한 기업을 선정하고자 한다.

<표 1> 국내문헌 연구방법 및 내용

연구자/연도	제목	연구방법	주요내용
임미순 외 (2009)	녹색 물류를 위한탄소저감정책 평가항목 우선순위에 관한 연구	AHP모형을 통한 요인분석	탄소저감정책관련 예비평가항목 및 지표들에 대한 상호중요도 분석을 통한 사업추진의 핵심항목 선정에 가이드라인 제시
박석하 (2007)	환경 친화적 물류 활동의 실태에 관한 연구	설문척도에 따른 측정	이산화탄소 배출과 포장 폐기물에 관련된 환경 친화적 물류활동의 실태 연구
송계의 외 (2007)	항만의 환경 오염저감방안에 관한 연구	문헌연구	항만관리운영 측면에서 환경오염을 저감을 위한 방안 및 정부 차원에서 수립해야 할 마스터플랜 제시
정봉현 (2009)	녹색성장과 친환경적 항만 관리 정책의 방향	광양항 사례연구	녹색성장정책 및 요인이 제시된 연구들을 바탕으로 항만환경계획의 실행 방안 제시
안지영 외 (2009)	녹색성장정책과 중소기업에 대한 시사점	문헌연구	녹색성장을 위한 중소기업의 시사점과 녹색클러스터 형성을 위한 정부정책 분석 및 대응전략 분석
김현수 (2009)	환경 친화적 물류활동	해외기업 사례연구	저탄소 녹색정책을 위한 공급체인관리 정책 도입방안 제시

2. 해외연구

Abdelkader Sbihi외(2010)의 연구에서 현 정부가 자원의 낭비를 막을 수 있는 그린물류를 위해 내세우고 있는 방침 및 페인트나 배터리 같은 위험물질을 배출해내는 기업들이 어떠한 방법으로 처리하고 있는지에 대해 제시했고, Liu Ping(2009)의 연구에서는 운송수단에서 발생하는 소음과 대기오염, 불필요한 포장재원의 낭비, 창고에서 발생하는 요인 등 각각의 환경적인 요인을 통한 효과를 제시하며 지속적으로 그린물류에 대한 관심을 갖고 개발하고 발전시켜야 한다고 강조했다. 또한 Diane Bailey, Gina Solomon(2004)의 연구에서 항만의 대기오염이 사람들에게 주는 영향 및 대응방안을 제시했으며 Kevin P. Gallagher(2003)연구에서는 다양한 측면의 실증분석을 통해 미국 해운산업의 대기오염 배출에 관한 경제성을 분석 및 추정하였다.

<표 2> 해외문헌 연구방법 및 내용

연구자/연도	제목	연구방법	주요내용
Abdelkader Sbihi 외(2010)	Combinatorial optimization and Green Logistics	문헌연구	자원과 폐기물처리 방법과 운송수단의 경로배치를 통한 그린물류방안 제시
Liu Ping (2009)	Strategy of Green Logistics and Sustainable Development	요인분석	지속가능한 그린물류의 중요성을 강조하며 부분별 환경요인 분석
Diane Bailey 외 (2004)	Pollution Prevention at &Ports: Clearing the Air	문헌연구	항만에서 발생하는 대기오염의 원인분석에 따른 방안제시
Kevin P. Gallagher(2003)	International trade and air pollution: Estimating the economic costs of air emissions from waterborne commerce vessels in the United States	실증분석	미국해운산업의 대기오염 배출에 대한 경제적 비용 추정

III. 실증분석

우선, 우리나라의 대형물류기업의 선정을 위하여 2006-2009년도 매출액을 기준으로 아래와 같이 10개의 기업을 선정하였고, 이 10개의 기업을 다시 물류기업의 서비스 성격에 따라 1자, 2자, 3자로 나누었다.

<표 3> 2006-2009 대형물류기업 매출액

(단위:억원)

기업/년도	2006	2007	2008	2009	합계
대한항공	80,779	88,120	102,126	93,937	364,962
현대상선	47,342	50,919	80,030	61,155	239,446
STX	27,844	48,734	82,672	39,892	199,142
아시아나	34,515	36,505	42,615	38,872	152,507
글로벌비스	18,851	25,102	30,652	31,928	106,533
대한통운	11,703	12,669	18,283	18,317	60,972
범한판토스	9,401	10,203	12,336	25,000	56,940
삼성로지텍	8,282	9,025	11,398	11,011	39,716
한진	7,536	7,596	8,553	9,032	32,717
대우로지스틱스	2,058	7,054	17,044	4,481	30,637

※자료 : 금융감독원/각사 사업보고서 및 감사보고서

<표 4> 물류기업 구분

구분	물류회사
1차 물류 기업	대한항공, 아시아나
2차 물류 기업	범한판토스, 글로비스, 삼성로지텍
3차 물류 기업	대우로지스틱스, 대한통운, 한진, STX, 현대상선

대상기업을 선정된 이후의 단계로써, 선행연구를 통해 물류기업의 친환경 정책을 측정할 수 있는 17개의 요인을 추출해냈다. 선행연구를 통해 추출한 17개의 요인을 중복됨이 없이 필요한 요인을 제거할 수 있는 요인분석 방법 적용을 위하여 설문조사를 실시하였다. 설문기간인 7월 15일부터 7월 29일 동안 200부의 설문지를 배포하여 총 151개의 설문지를 회수하였고, 요인분석을 통해 불필요한 요인은 제거하고 보다 타당한 요인들로 추출하여 분석하였다.

선행연구에서 녹색물류 실천을 위해 제시된 주요 요소들은 온실가스등의 배출량 감소나 재생 에너지 사용같이 실제적으로 환경에서의 변화를 볼 수 있는 요소들이 주를 이루었고 또한, 임직원 교육 및 인식 함양, 친환경 사업 참여같이 기업정책적인 측면에서의 요소들이 있었다. 이 외에도 관리적인 측면이나 대외적인 측면의 요소들이 있었다.

<표 5> 선행연구를 통한 물류기업의 녹색물류 평가 요인

X1	CO ₂ 배출량 감소
X2	온실가스 배출량 감축
X3	친환경 사업 참여
X4	운행 장비의 친환경화
X5	물류거점 개편
X6	폐기물 재활용율 증대
X7	재생 에너지 개발
X8	유류절감과 에너지 절약 고려
X9	임직원 교육 및 인식 함양
X10	녹색구매
X11	환경오염물질 관리
X12	대량수송을 통한 고 효율화
X13	꾸준한 조사 및 관리
X14	친환경 관리 체계 구축
X15	장비 운행감소
X16	대체연료 사용
X17	오폐수 처리기술로 생태 공원 조성

1. 요인분석(Factor Analysis)

1) 요인분석의 정의

요인분석(factor analysis)은 여러 변수들을 몇 개의 개념 또는 요인으로 묶어줌으로써 변수들의 내용을 단순화 할 수 있으며 총 4단계에 걸쳐 분석되는데 모든 변수들에 대한 상관행렬을 구하고 각각의 요인을 추출한 뒤 보다 나은 해석을 위해 요인들을 회전하고 각 응답자에 대한 요인들의 점수를 산출해 내는 것이다. 2)

2) 요인분석 결과

<표 6> 신뢰성 검정 결과

	요인	Cronbach's Alpha
X1	CO ₂ 배출량 감소	0.839
X2	온실가스 배출량 감축	0.839
X3	친환경 사업 참여	0.838
X4	운행 장비의 친환경화	0.841
X5	물류거점 개편	0.845
X6	폐기물 재활용율 증대	0.832
X7	재생 에너지 개발	0.833
X8	유류절감과 에너지 절약 고려	0.835
X9	임직원 교육 및 인식 함양	0.837
X10	녹색구매	0.836
X11	환경오염물질 관리	0.838
X12	대량수송을 통한 고 효율화	0.842
X13	꾸준한 조사 및 관리	0.832
X14	친환경 관리 체계 구축	0.833
X15	장비 운행감소	0.851
X16	대체연료 사용	0.837
X17	오폐수 처리기술로 생태 공원 조성	0.839

본 연구에서는 신뢰성을 측정하기 위하여 일관성 검증방법인 크론바하알파 값을 이용하였고, 채서일(2005)의 연구에 의하면 크론바하알파값이 0.7이상일 경우 신뢰성이 있다고 판단되기 때문에 위의 17개의 요인 모두 0.7이상이므로 본 연구에 도출된 요인들이 내적일관성을 갖는다고 판단할 수 있다.

2) 정충영.최이규 “한글용 SPSS 14.0 SPSSWIN을 이용한 통계분석 제5판”, 무역경영사, pp.171-173, 2009

<표 7> 변수들의 적합도 및 유의성 검증결과

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.775
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	932.036
	df	136
	Sig.	0.000

요인분석 실시 가능성 여부를 판단하기 위해 KMO(Kaiser-Meyer-Olkin)검정을 실시하였고, 정충영·최이규(2009)에 따르면 KMO값은 일반적으로 0.5 이상이면 요인분석을 실시할 수 있다고 보기 때문에 본 연구에서는 KMO값이 0.775로 요인분석을 실시하기에 적합하다고 판단하였다. Bartlett의 구형성 검정은 '상관행렬은 단위행렬이 아니다'라는 연구가설에 대한 검정으로서 본 연구에서는 유의확률이 0.000으로 통계적으로 유의한 것으로 나타나 변수들 간의 연관성이 있다고 판단되어 요인분석을 실시할 수 있다.

<표 8> 공통성 분석 결과

No.	Factor	Initial	Extraction
X1	CO ₂ 배출량 감소	1	0.748
X2	온실가스 배출량 감축	1	0.810
X3	친환경 사업 참여	1	0.479
X4	운행 장비의 친환경화	1	0.681
X5	물류거점 개편	1	0.350
X6	폐기물 재활용율 증대	1	0.661
X7	재생 에너지 개발	1	0.490
X8	유류절감과 에너지 절약 고려	1	0.598
X9	임직원 교육 및 인식 함양	1	0.590
X10	녹색구매	1	0.479
X11	환경오염물질 관리	1	0.385
X12	대량수송을 통한 고 효율화	1	0.421
X13	꾸준한 조사 및 관리	1	0.626
X14	친환경 관리 체계 구축	1	0.598
X15	장비 운행감소	1	0.622
X16	대체연료 사용	1	0.673
X17	오폐수 처리기술로 생태 공원 조성	1	0.686

공통성 분석이란 요인분석에서 공통요인들에 의해 설명되어지는 변수의 분산비율을 말하는 것으로 각 요인별 공통성을 살펴보면 X5(물류거점개편)요인이 0.350으로 가장 낮게 나타났고, 다음으로 X11(환경오염물질 관리)가 0.385로 낮게 나타나 일반적으로 Extraction이 0.4 이하일 경우 공통성이 없다고 판단하여 요인에서 제거하기로 한다.

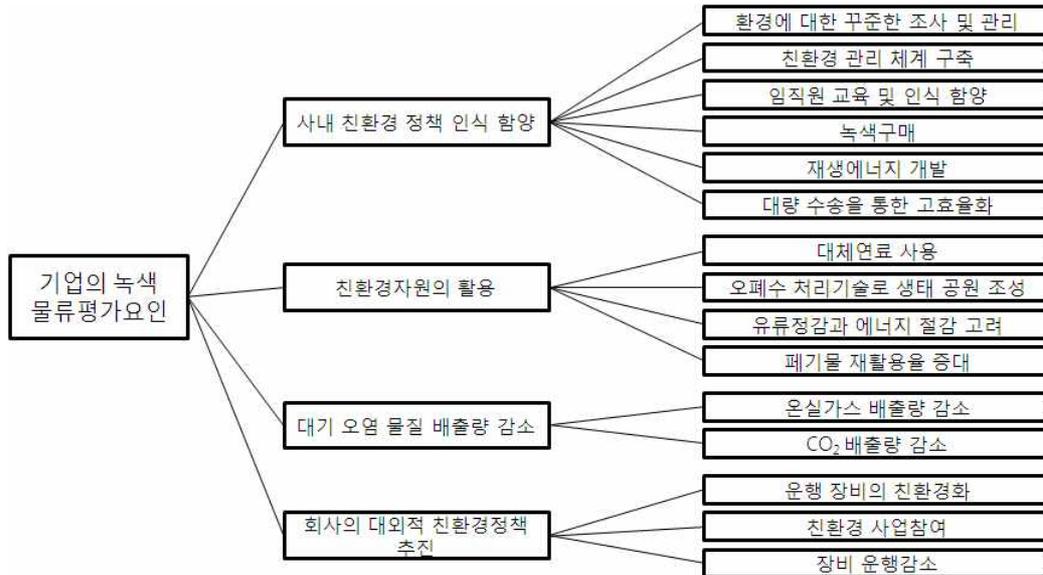
<표 9> 회전된 성분 행렬

	사내 친환경 정책인식함양	친환경 자원의 활용	대기오염물질 배출량감소	회사의 대외적 친환경 정책추진
꾸준한 조사 및 관리	0.748	0.156	0.196	0.062
친환경 관리 체계구축	0.723	0.240	0.130	0.012
임직원 교육 및 인식함양	0.723	-0.025	0.170	0.195
녹색구매	0.614	0.318	-0.010	0.008
재생 에너지 개발	0.557	0.154	0.324	0.228
대량수송을 통한 효율화	0.513	-0.030	0.055	0.392
물류거점 개편	0.509	0.052	-0.178	0.238
대체연료 사용	0.047	0.803	-0.020	0.157
오폐수 처리기술로 생태 공원 조성	0.083	0.793	-0.153	0.164
유류절감과 에너지 절약 고려	0.145	0.697	0.302	0.010
폐기물 재활용율 증대	0.231	0.653	0.422	-0.058
환경오염물질 관리	0.247	0.512	0.248	-0.009
온실가스 배출량 감축	0.140	0.197	0.859	0.114
CO ₂ 배출량 감소	0.152	0.131	0.809	0.232
운영 장비의 친환경화	0.258	-0.039	0.169	0.764
친환경 사업 참여	0.160	0.245	0.276	0.563
장비 운행감소	0.082	0.351	-0.471	0.520

회전된 성분행렬은 6차례 반복계산 후의 회전 결과를 제시한 것으로서 17개의 요인이 4개로 묶여졌음을 알 수 있다. 요인추출 방법으로는 주성분 분석이 사용되었으며 회전 방법으로는 Kaiser 정규화가 있는 베리맥스.6 반복계산에서 요인회전이 수렴되었다.

세부요인에 따라 나뉜 4개의 요인은 사내 친환경 정책 인식 함양, 친환경자원의 활용, 대기오염물질 배출량 감소, 회사의 대외적 친환경 정책 추진이다.

<그림 1> 기업의 녹색물류 평가 요인



2. Fuzzy-AHP 분석

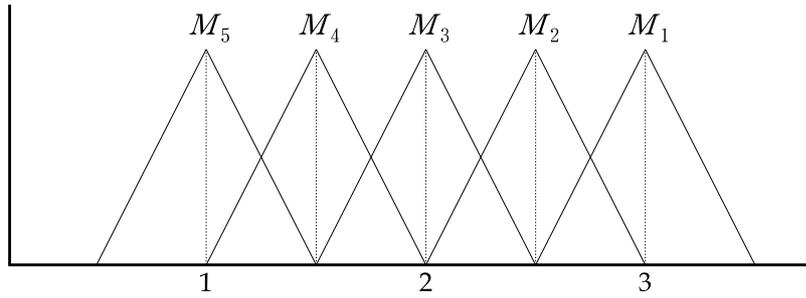
1) Fuzzy-AHP의 정의

우선 AHP(계층분석법)은 Analytic hierarchy process의 약자로 다수의 기준 하에서 제시되는 요인들의 최적의 대안을 찾기 위하여 쌍대비교를 통해 상대적인 가중치를 산출해 내는 방법이다. 이는 비 구조화되어 있는 의사결정 문제를 계층적으로 표현하여 다수의 문제를 구조화 및 체계화 시켜주고, 평가자들의 판단에 대한 논리적 일관성을 검증하여 결과에 대한 신뢰성을 높여주며 다수 평가자의 다양한 의견과 판단을 합의나 수치적 통합을 통해 각 대안의 종합된 최종 우선순위를 도출해낼 수 있다.³⁾

반면 Fuzzy-AHP란 기본적인 퍼지 개념들을 이용한 분석 방법으로 기존의 AHP 기법을 보완하기 위해 삼각퍼지수(Triangular fuzzy number)를 이용하여 각 대안의 중요도를 산출하는 방법이며 이 때 삼각퍼지수는 요소 평가시 숫자가 아닌 하한, 상한, 중앙의 범위값으로 나타내고, 기본적으로 (a_1, a_2, a_3) 와 같이 세 개의 값들로 구성된다.

3) 김성훈, "Cell-Based GIS Fuzzy-AHP를 이용한 도로노선 경로선정에 관한 연구", 영남대학교 대학원 석사학위논문, 2004.02

<그림 2> 삼각퍼지수(Triangular Fuzzy Numbers)



Fuzzy AHP에서는 각 쌍대비교 결과를 퍼지수로 다루는데, 본 연구에서는 Chang Da Young(2007)의 방법론을 활용하기로 한다.

퍼지 쌍대비교 행렬 A 가 다음과 같다고 가정하면,

$$A = [a_{ij}] = [(l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})], (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

$$= \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

$i = j$ 인 모든 $a_{ij} = (1, 1, 1)$ 이고, $l_{ij} = \frac{1}{l_{ji}}$, $m_{ij} = \frac{1}{m_{ji}}$, $u_{ij} = \frac{1}{u_{ji}}$ 의 관계가 성립한다.

Chang Da Young(2007)의 Fuzzy AHP 적용순서는 다음과 같다.

(1) i 번째 요소의 Fuzzy Synthetic Extent 값을 E_i 라고 하면 E_i 는 다음과 같이 정의된다.

$$E_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} \otimes \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} \right)^{-1}$$

(2) 삼각퍼지수 $M_1 = (l_1, m_1, u_1), M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ 에 대하여 $M_2 \geq M_1$ 일 확률의 정도는 다음과 같이 정의된다.

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_2 \cap M_1) = \mu_{M_2}(a)$$

$$= \begin{cases} 1, & \text{if } m_2 \geq m_1 \\ 0, & \text{if } l_2 \geq u_2 \end{cases}$$

$$\frac{l_1}{(m_2 - u_2)} - \frac{u_2}{(m_1 - l_1)}, \text{ otherwise}$$

여기서 d 는 μ_{M_1} 과 μ_{M_2} 의 교차점이 x 좌표값을 의미한다.

(3) 삼각퍼지수 M 이 다른 k 개의 퍼지수 $M_i (i = 1, 2, \dots, k)$ 보다 클 확률의 정도 (Degree of Possibility)는 다음과 같이 정의된다.

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k)$$

$$= V[(M \geq M_1) \text{ and } (M \geq M_2) \text{ and } \dots \text{ and } (M \geq M_k)]$$

$$= \min V(M \geq M_i), i = 1, 2, \dots, k.$$

(4) 특정요소 $i (i = 1, 2, \dots, n)$ 에 대하여,

$w'_i = \min V(E_i \geq E_j), (j = 1, 2, \dots, n; i \neq j)$ 라고 가정하면, 각 요소들의 가중치벡터는 다음과 같다.

$$W = (w'_1, w'_2, \dots, w'_n)^T$$

그리고 이를 정규화하면 다음과 같은 각 요소들의 정규화된 가중치 벡터 W 를 구할 수 있다.

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$$

2) Fuzzy-AHP 분석 결과

본 연구에 Fuzzy-AHP를 적용하는 이유는 각기 다른 물류회사에 적용되는 성과항목의 중요도가 각각 달라서 해당 분야별 성과항목의 가중치를 산출 및 적용함으로써 성과측정을 더욱 효과적으로 할 수 있기 때문이다.

또한 앞서 요인분석을 통해 도출된 4가지 대요인 각각에 대한 가중치를 산출하기 위해 AHP만을 적용시킬 수 있으나 AHP에서 사용되는 특정수치(crisp data)로 되어 있는 척도가 현실상황을 표현하는데 적합하지 않기 때문에 현실상황의 불확실한 정보와 애매함을 표현할 수 있는 퍼지이론을 선택하게 되었다.⁴⁾

본 연구에서는 설문을 통한 데이터 수집에 있어서 설문 응답자들의 퍼지한 생각들을 소속도 함수를 적용시켜 퍼지 수치(Fuzzy Number)로 변환하여 분석을 시작하였기에

4) 안성화, "서비스 사이언스에 기초한 서비스 SCM의 성과측정 프레임워크", 한양대학교 대학원, 2010.02.

어느 정도 변동 폭이 있는 데이터 집합이라 할 수 있다.

앞에서 추출된 4가지 요인은 동일한 가중치를 가지고 있지 않기 때문에 먼저 Fuzzy AHP에 따라 가중치를 계산하면 다음과 같다.

<표 10> 요인 가중치 결과

요인	사내친환경 정책 인식 함양	친환경 자원의 활용	대기오염 물질 배출량 감소	회사의 대외적 친환경정책 추진
가중치	0.267	0.237	0.262	0.234

Fuzzy-AHP 분석 결과 사내 친환경 정책 인식 함양이 가장 높게 나타났고, 대기오염 물질 배출량감소, 친환경 자원의 활용, 회사의 대외적 친환경 정책 추진 순으로 나타났다. 가중치를 고려하여 각 물류 기업의 녹색 물류 정도를 물류 기업 및 물류 정책 담당자들을 대상으로 설문조사하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었으며 총 18부의 유효 설문지를 바탕으로 결과를 도출해 냈다.

<표 11> Fuzzy AHP 요인별 분석 결과

	사내친환경 정책 인식 함양	친환경 자원의 활용	대기오염 물질 배출량 감소	회사의 대외적 친환경 정책 추진
1차 물류				
대한항공	0.635	0.561	1.000	0.589
아시아나	0.365	0.439	0.000	0.411
2차 물류				
범한판토스	0.335	0.354	0.331	0.332
글로벌비스	0.330	0.358	0.360	0.354
삼성로지텍	0.335	0.289	0.309	0.314
3차 물류				
대우 로지스틱스	0.177	0.187	0.199	0.182
대한통운	0.239	0.228	0.230	0.224
한진	0.205	0.206	0.210	0.214
STX	0.185	0.183	0.175	0.186
현대상선	0.194	0.196	0.186	0.194

다음으로 요인별 기업 간 가중치를 살펴보면 우선 사내 친환경 정책 인식 함양 요인에서 1차에서는 대한항공이 가장 높게 나왔고, 2차에서는 범한판토스와 삼성로지텍이 동일하게 높게 나타났으며, 3차에서는 대한통운이 가장 높은 가중치로 선정되었다. 또한 친환경 자원의 활용에서는 1차에서는 대한항공이 2차에서는 글로벌비스가 3차에서는 대한통운이 가장 높게 나왔다. 세 번째와 네 번째 요인인 대기오염물질 배출량 감소와

회사의 대외적 친환경 정책 추진에서도 1자에서는 대한항공이 아시아나 보다 2자에서는 글로비스가 다른 기업보다 높게 나왔다. 3자 물류 기업에서는 대한통운이 다른 기업들보다 높게 나왔다.

<표 12> 종합순위

물류기업	가중치	순위
1자		
대한항공	0.696	1위
아시아나	0.304	2위
2자		
범한판토스	0.338	2위
글로비스	0.351	1위
삼성로지텍	0.312	3위
3자		
대우로지스틱스	0.186	4위
대한통운	0.230	1위
한진	0.209	2위
STX	0.182	5위
현대상선	0.193	3위

마지막으로 위의 요인별 요소를 종합하여 순위를 살펴보면 1자 물류에서는 대한항공이, 2자 물류에서는 글로비스, 3자 물류에서는 대한통운이 가장 높게 나타났음을 볼 수 있다. 이는 현재까지 이들 기업이 여타의 기업들 보다 환경 친화적인 물류 정책을 추진하고 있음을 의미한다고 할 수 있다.

IV. 결론

2005년 교통의정서가 발효됨에 따라 온실가스 감축이 의무사항이 되면서 물류부분도 예외가 아닐 수 없기에 보다 더 에너지를 효율적으로 사용하고, 체계적으로 절약할 수 있는 녹색물류로의 전환이 요구되어지고 있으며 우리나라 역시 포스트 교통의정서(2013-2017)에 2차 온실가스 의무감축 국가로 포함될 예정이기에 그 중요성이 더욱 대두되고 있는 실정이다.

이에 본 연구는 우리나라 대형물류기업들이 녹색물류로의 전환을 어느 정도 하고 있는지 살펴보기 위해 선행연구를 통해 17개의 요인을 도출해내어 요인분석을 통해 4개의 대요인을 선정하였고, Fuzzy-AHP를 통해 대 요인의 가중치를 분석한 결과, 사내

친환경 정책 인식 함양이 가장 높은 가중치를 나타냈으며 이는 녹색물류의 중요성을 사내교육을 통해 직원들에게 인지시키고, 녹색구매 및 꾸준한 조사와 관리를 통해 직원 스스로가 녹색물류를 위해 행동할 수 있는 꾸준한 노력의 중요성을 나타내는 것으로 볼 수 있다. 뿐만 아니라 친환경 자원의 활용, 대기오염 물질 배출량 감소, 회사의 대외적 친환경정책 추진 등이 기업의 녹색물류를 평가할 수 있는 요인으로 선별되었다.

다음으로 우리나라 대형물류기업과 요인별 가중치를 살펴보면 1차 물류기업에서는 대한항공이 모든 요인부분에서 1위를 차지하여 높은 비중을 나타냈고, 2차 물류기업은 사내 친환경 정책 인식 함양부분에서 범한판토스와 삼성로지텍이 1위, 나머지 3가지 요인에서는 모두 글로비스가 가장 높은 가중치를 나타냈다. 또한 3차 물류에서 역시 대한통운이 모든 요인부분에서 1위를 차지하였다. 따라서 대한항공, 글로비스, 대한통운이 각각의 물류서비스 분야에서 현재 녹색물류 정책을 가장 적극적으로 시행하고 있는 것으로 나타났다.

본 연구는 향후 환경오염에 대한 비용이 직접적으로 기업에게 부가됨을 주시하고, 기업이 시스템을 얼마나 친환경적으로 변환하여 가고 있는지를 살펴보고자 함에 있다. 이는 대형 물류 기업 경쟁력의 주요한 부분으로 떠오르고 있기 때문에 이들 대형 물류 기업의 경쟁력 제고 차원에서 시사점을 줄 수 있다. 본 연구는 기업의 녹색물류 정책에 대한 계량적 데이터를 기반으로 한 분석, 환경 친화적 정책이 사회에 미칠 영향 평가 분석 등에 한계를 가지고 있다. 향후 연구에서는 기업의 친환경적 정책이 미칠 사회·경제적 영향에 대한 연구가 요망된다.

참 고 문 헌

1. 강성만·박석하·이성호, “환경친화적 조달물류인식과 물류정보시스템활용 수준이 환경친화적 조달물류성과에 미치는 영향 - 제조기업을 중심으로-”, 『한국물류학회지』, 2007.03
2. 김우선, “친환경 항만운영기술 적용 및 실행방안 연구”, 한국해양수산개발원, 2008.09
3. 김현수, “환경친화적 물류활동”, 우정정보. vol. 79, 정보통신정책 연구원, pp.5-24, 2009
4. 대한항공 지속가능성 보고서, 2009
5. 박석하, “환경친화적 물류활동의 실태에 관한 연구-매출액 규모를 중심으로” 『산학경영연구』, 제20권, 제2호, 2007.10
6. 박찬국·하지훈·이영건·김관현·최기련, “Fuzzy AHP에서 평가자 신뢰도와 위험인식 성향의 반영”, 『산업경영시스템 학회지』, 제30권 제1호, 2007
7. 송계의·한철환 “항만의 환경오염 저감방안에 관한 연구”, 『한국항만경제학회지』, 제23집, 제1호, 2007.03
8. 송만순, “환경 친화적인 항만(ECO-PORT)개발정책”, 『한국지반환경공학회 2000년도 창립기념 학술발표회논문집』, 2009.09
9. 아시아나 지속가능성 보고서, 2010
10. 안지영·이형오, “녹색성장 정책과 중소기업에 대한 시사점: 국내외 정책 비교를 중심으로”, 한국경영학회, 2009
11. 오경숙, “중국 녹색성장에 대비한 한국기업의 진출 방안”, 『한국동북아논총』, 제55집, 2010
12. 이남연, “국내외 친환경 물류정책현황 및 정책방향”, 『물류와 경영』, 통권237호, pp.32-35, 2009.03
13. 이병수, “항만물류기업의 친환경 물류체계 동향과 대응방안”, 한국해양대학교 해사산업대학원 석사학위논문, 2010.02
14. 이장균, “녹색성장 시대에 대응한 녹색경영”, 경영계, 통권 제356호, 2008.10
15. 임미순·박종흠·안승범, “녹색물류를 위한 탄소저감정책 평가항목 우선순위에 관한 연구 -항만 및 물류거점을 중심으로”, 『한국항만경제학회지』, 제25집, 제4호, 2009.12
16. 전병준, “녹색성장과 연계한 광양항의 녹색물류구축 방안”, 순천대학교 경영행정대학원 석사학위논문, 2010.02
17. 정봉현, “녹색성장과 친환경적 항만 관리정책의 방향-광양항을 중심으로-”, 『해양물류연구』, pp.88-112, 2009.07
18. 정현, “항만에서의 환경오염과 환경친화적 항만 ‘그린포트’의 건설”, 기술사 139호, pp. 52-59, 1998.06
19. 채서일, 『사회과학 조사방법론』, 제3판, B&M Books, 2005.
20. 최용정·김현수, “환경친화적 물류관리 활동에 관한 실증적 연구-국내물류기업 중심으로”, 『한국산업경영시스템학회 2006년 춘계학술대회 논문집』, 2006.
21. 최도원, “그린물류 활동이 기업의 성과에 미치는 영향에 관한 연구”, 논문집, 제32집(ii), pp.29-52, 2009.12
22. 한국교통연구원, “녹색물류 인증제도 도입방안 연구”, 2009
23. 홍상태, “기업의 친환경물류관리 활동과 친환경 물류시스템 구축사례”, 『경남발전』 통권 제107호, pp.34-40, 2009.10
24. 환경부, “저탄소 녹색성장을 유도하는 교통물류체계 구축방안-녹색물류(GreenLogistics)와 재택근무의 활성화 방안”, 2009
25. 채서일, 『사회과학 조사방법론』, 제3판, B&M Books, 2005.
26. Abdelkader Sbihi · Richard W. Eglese, “Combinatorial optimization and Green Logistics”, Annals of Operations Research, 2010

27. Diane Bailey, Gina Solomon., "Pollution Prevention at & Ports: Clearing the Air", 『Environmental Impact Assessment Review』, Vol. 24, pp.749-774, 2004
28. Chang Da Yong, "Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP", 『European Journal of Operation Research』, Vol.95(3), pp.649-655, 1996
29. Kevin P. Gallagher, "International Trade and Air Pollution: Estimating the economic costs of air emissions from waterborne commerce vessels in the United States", 『Journal of Environmental Management』, Vol.77, pp.99-103, 2005.10
30. Liu Ping, "Strategy of Green Logistics and Sustainable Development", International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, 2009

< 요약 >

우리나라 대형물류 기업의 녹색 물류 평가에 관한 연구

김영환 · 박지영 · 정경애 · 문종룡 · 여기태

본 논문은 녹색 물류정책을 시행하고 있는 우리나라의 대형물류 기업들을 평가하는 것에 목적이 있다. 환경문제에 대해 범국가적으로 참여함에 따라 물류부분도 예외가 아닐 수 없다. 점차 에너지를 효율적으로 활용하고 절약적인 체계를 구축할 수 있는 녹색 물류로의 전환이 요구되고 있으며 기업의 친환경 경영정책도 중요한 역할을 하고 있다.

이에 선행연구검토를 통하여 예비 평가항목을 선정하고, 대기업 물류관련 종사자들에게 설문조사를 실시하여 요인을 분석하였으며 Fuzzy-AHP 기법을 통해 평가항목의 우선순위를 선정하였다. 선정된 요인으로는 사내친환경 정책 인식 함양, 친환경자원의 활용, 대기오염물질 배출량 감소, 회사의 대외적 친환경 정책추진 총 4가지로 나타났으며 상위평가요인 4가지 중 사내 친환경 정책 인식 함양에 대한 가중치가 가장 높게 나왔다. 또한 녹색물류정책을 시행하고 있는 물류기업과 대요인간의 가중치를 살펴보면 종합적으로 대한항공, 글로비스, 대한통운이 가장 높은 가중치를 나타내 가장 적극적으로 녹색물류를 추진하고 있음을 알 수 있다.

□ 주제어: 녹색물류, 대형물류기업, 요인분석(Factor Analysis), Fuzzy AHP