

# Prediction and Causality Examination of the Environment Service Industry and Distribution Service Industry

## 환경서비스업과 물류서비스업의 예측 및 인과성 검증\*

Il-Suck Sun(선일석)\*\*, Choong-Hyo Lee(이충효)\*\*\*

Received: April 28, 2014. Revised: May 30, 2014. Accepted: June 16, 2014.

### Abstract

**Purpose** - The world now recognizes environmental disruption as a serious issue when regarding growth-oriented strategies; therefore, environmental preservation issues become pertinent. Consequently, green distribution is continuously emphasized. However, studying the prediction and association of distribution and the environment is insufficient. Most existing studies about green distribution are about its necessity, detailed operation methods, and political suggestions; it is necessary to study the distribution service industry and environmental service industry together, for green distribution.

**Research design, data, and methodology** - ARIMA (auto-regressive moving average model) was used to predict the environmental service and distribution service industries, and the Granger Causality Test based on VAR (vector auto regressive) was used to analyze the causal relationship. This study used 48 quarters of time-series data, from the 4th quarter in 2001 to the 3rd quarter in 2013, about each business type's production index, and used an unchangeable index. The production index about the business type is classified into the current index and the unchangeable index. The unchangeable index divides the current index into deflators to remove fluctuation. Therefore, it is easy to analyze the actual production index. This study used the unchangeable index.

**Results** - The production index of the distribution service industry and the production index of the environmental service industry consider the autocorrelation coefficient and partial autocorrelation coefficient; therefore, ARIMA(0,0,2)(0,1,1)<sub>4</sub> and ARIMA(3,1,0)(0,1,1)<sub>4</sub> were established as final prediction models, resulting in the gradual improvement in every production index of both types of business. Regarding the distribution service in-

dustry's production index, it is predicted that the 4th quarter in 2014 is 114.35, and the 4th quarter in 2015 is 123.48. Moreover, regarding the environmental service industry's production index, it is predicted that the 4th quarter in 2014 is 110.95, and the 4th quarter in 2015 is 111.67.

In a causal relationship analysis, the environmental service industry impacts the distribution service industry, but the distribution service industry does not impact the environmental service industry.

**Conclusions** - This study predicted the distribution service industry and environmental service industry with the ARIMA model, and examined the causal relationship between them through the Granger causality test based on the VAR Model. Prediction reveals the seasonality and gradual increase in the two industries. Moreover, the environmental service industry impacts the distribution service industry, but the distribution service industry does not impact the environmental service industry. This study contributed academically by offering base line data needed in the establishment of a future style of management and policy directions for the two industries through the prediction of the distribution service industry and the environmental service industry, and tested a causal relationship between them, which is insufficient in existing studies. The limitations of this study are that deeper considerations of advanced studies are deficient, and the effect of causality between the two types of industries on the actual industry was not established.

**Keywords:** Environment Service Industry, Distribution Service Industry, ARIMA Model, VAR Model.

JEL Classifications: A14, C22, C32, F18, L90.

### 1. 서론

최근 세계는 성장위주의 전략으로 인하여 환경파괴가 심각한 수준임을 인지하고 있으며 이에 환경보존에 대한 문제가 이슈화 되고 있다. 특히 기후변화 문제는 빙하의 감소, 해수면 상승, 해양의 산성화, 이상기상 현상발생 등으로 인한 인류에 위협적인 기상

\* This study was supported by research fund from Jang-an University

\*\* Professor, Department of Logistics Management, Jang-an University, Korea. Tel: +82-31-299-3108. E-mail: issun@jangan.ac.kr.

\*\*\* Lecturer, Dept. of Logistics Management, Jang-an University, Senior Researcher, Korea Water Resources Corporation.

재해를 유발하여 많은 피해를 초래하고 있기 때문에 다양한 측면에서 지구온난화 문제를 해결하기 위한 방안을 마련하고 있다. 이에 국제적으로 리우환경협약, 교토의정서, 몬트리올 기후변화협약, 발리 유엔기후변화협약 등을 통해 온실가스의 감축을 위한 정책들이 제시되고 있다. 우리나라에서도 자원과 에너지를 절약하고 효율적으로 이용하여 온실가스 배출 및 환경오염의 발생을 최소화함으로써 사회적, 윤리적 책임을 다하게 하는 녹색경영을 독려하기 위하여 저탄소 녹색성장 기본법 등을 제정하였으며, 기후변화 종합대책을 통하여 국제적 지구온난화 문제에 대응하고 적극 동참하기 위한 실질적인 정책과제들이 제시되고 있다.

물류분야에서도 녹색물류 실현을 위한 노력이 계속되고 있는데 친환경 운송수단으로의 전환, 녹색물류기업 인증제도 등과 더불어 역물류를 통한 자원의 재활용 및 재사용 정책을 적극 추진하고 있다. 글로벌 환경규제의 강화 및 물류에너지 목표관리제도의 도입이 확대되면서 물류기업들은 녹색물류에 대한 관심과 참여가 높아지고 있으며, 2012년에는 범한판토스, 용마로지스, 현대글로벌 등 6개의 기업이 녹색물류기업으로 인증 받아 녹색물류 전환사업의 우선지원 및 인증마크를 활용한 홍보가 가능하게 되었다. 녹색물류는 화물의 운송, 보관, 하역 등 일련의 물류활동에서 에너지 효율성을 높여 온실가스를 최소화하기 위한 활동이 중요한 요인이 되는데 물류비절감과 함께 물류경쟁력의 대안으로 떠오르고 있기 때문에 물류기업들은 녹색물류의 전문성을 갖추는 것이 중요한 역량임을 인식하고 있다.

하지만 2008년에 실시한 대한상공회의소의 녹색물류에 대한 기업인식조사에서 국내 기업들은 환경성보다는 경제성 관점에서 물류활동을 결정하고 있었으며, 특히 중소기업의 녹색물류에 대한 대응수준은 미미하여 환경문제에 대한 인식전환이 필요한 것으로 나타났다. 응답 업체의 64.6%가 녹색물류시스템의 구축이 반드시 필요하다고 생각하고 있었으나 14%만이 녹색물류시스템구축에 대한 구체적인 계획을 가지고 있는 것으로 조사되어 녹색물류에 대한 실천이 부족한 측면을 보여주고 있었다. 또한 2012년 실시한 국토해양부의 녹색물류 실태조사에서도 국내 기업의 녹색물류에 대한 인식은 비교적 높은 편이었으나 녹색물류사업에 대한 투자의지는 낮은 것으로 나타났다. 온실가스 감축 계획을 수립한 기업과 감축사업에 투자한 기업은 각각 13.9%, 12%로 나타나 아직은 녹색물류 실천에 소극적인 것으로 조사되었으며, 2015년 시행되는 온실가스 배출권 거래제에 대비 중이거나 1~2년 내에 수립 예정인 기업은 16.8%로 아직 준비가 미흡한 것으로 나타났다. 녹색물류 실천이 어려운 이유는 투자재원확보 곤란(34%), 녹색물류 사업의 필요성에 대한 인식 부족(32.8%) 등으로 투자비 확보 및 인식 부족 측면에서 개선이 필요하였다(Kim, 2009).

많은 기업들이 녹색물류의 필요성을 인식하고 있으나 투자에 대한 실천은 미미한 측면이 있기 때문에, 2011년 녹색물류기술도입 방안 세미나에서 지적인 바와 같이 녹색물류 재정 지원 확대의 필요성이 제기되고 있으며(Kim, 2011), Kim(2009)이 제시한 바와 같이 보조금, 세제지원 등 지원확대, 녹색물류사업에 대한 교육, 홍보강화, 녹색물류 추진 가이드라인 마련 등이 녹색물류를 실천하기 위한 우선사항으로 파악되었다.

이렇듯 녹색물류는 정책적 측면에서 지원 및 접근이 필요한 사항이며 정책마련의 기반을 위해서는 산업의 특성을 파악할 수 있는 기본 자료가 필요할 것으로 보인다. 특히 환경 서비스 분야는 대부분의 기업들이 자신이 필요로 하는 환경관련 서비스를 기업 내부에서 자체적으로 생산·소비해 왔으나 최근 외부 전문기업에 위탁하여 처리하는 경우가 증가하고 있어 물류서비스와 환경서비

스업의 현황 및 관계를 파악할 필요성이 제기된다(Korea Environment Institute, 2000).

이에 본 연구에서는 물류산업의 녹색물류 실현을 위한 향후 정책방향에 대한 시사점을 제공하기 위하여 시계열 모형을 이용하여 물류서비스 산업과 환경서비스 산업을 예측하였으며, 두 산업의 인과관계를 분석하였다. 물류서비스 산업의 예측은 자기회귀통합이동평균모형(ARIMA : Auto-Regressive Moving Average Model)을 활용하였으며, 인과관계 분석은 벡터자기회귀모형(VAR : Vector Auto Regressive)의 Granger 인과관계 검정을 이용하였다. ARIMA모형은 어느 한 변수 자체의 현재 값과 과거의 값들만으로 모형이 구성되는 일변량 모형으로 예측분석이 용이한 측면이 있어 각 산업의 향후 예측에 이용하였으며, 인과관계 분석은 VAR모형을 활용하였다.

분석에 이용된 자료는 통계청 경제통계국의 물류서비스업 생산지수와 환경서비스업 생산지수를 이용하였으며, 2001년 1분기부터 2012년 4분기까지의 각 산업에 대한 48개의 분기별 자료(2010년=100)를 활용하였다. 서비스업 생산지수는 경상지수와 불변지수가 있는데, 불변지수는 경상지수를 디플레이터(deflator)로 나누어 변동분을 제거할 수 있으므로 실질 생산지수를 분석하는데 용이하기 때문에(Sun & Kwon, 2013), 본 연구에서는 불변지수를 이용하였다. 산업지수의 예측분석은 SPSS PASW 18.0을 사용하였으며, 인과관계 검정은 EViews 7을 사용하였다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1. 물류서비스 산업 및 환경서비스 산업

한국표준산업분류에서의 물류산업은 화물운송업, 물류시설 운영업, 화물운송관련 서비스업, 물류장비임대업, 물류장비제조업 등으로 분류되는데 물류서비스산업은 화물운송관련 서비스업, 물류장비임대업, 물류장비제조업 등이 포함되는 것으로 판단된다.

「물류정책기본법」 시행령 제3조에서는 물류사업의 범위를 화물운송업, 물류시설 운영업, 물류서비스업 등 3가지 영역의 사업군으로 분류하고 있으며, 물류서비스업은 화물취급업, 화물주선업, 물류장비임대업, 물류정보 처리업, 물류컨설팅업, 해운부대사업, 항만운송관련업, 항만운송사업 등이 포함된다(Kim, 2013).

환경산업은 넓은 의미로 산업 활동이나 국민의 일상생활에 수반되는 오염물질의 측정, 사전적 저감, 사후적 처리 등에 투입되는 모든 제품이나 설비 및 서비스를 말하며 협의의 개념에서 보면 환경관계법률에 의한 각종 용역, 서비스업, 설계, 시공업 등의 환경보호와 연관된 일을 맡아하는 환경오염 방지산업, 폐기물처리산업, 오염물질측정대행업 등을 통틀어 일컫는 말로 공해방지 산업이라고 할 수 있다.

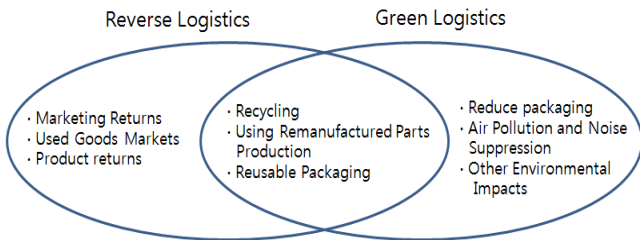
환경서비스산업의 범위 기준은 명확하게 정의되고 있지는 않으나 「환경기술 및 환경산업 지원법」 제2조 및 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제9조와 같은 법적 정의에 따르면 환경서비스 산업은 대기, 수질, 상하수도, 폐기물, 소음 등과 같은 환경적 유해요인을 측정, 예방, 제어, 복구하거나 환경피해를 최소화하기 위한 시설, 재료 또는 서비스를 제공하는 산업과 환경의 보전·관리를 위하여 필요한 시설·재료 또는 서비스를 제공하는 대통령령으로 정하는 산업 및 측정기기 등을 설계·제작·설치하거나 환경기술에 관한 서비스를 제공하는 산업으로 볼 수 있다.

표준산업 특수분류(9차)에서의 환경서비스산업은 대기오염 통

제, 폐수관리, 고품폐기물관리, 토양, 지표수, 지하수 청소 및 개선 관련 서비스업 등 오염 관리서비스업과 자원관리관련 서비스업으로 분류되며, OECD/Eurostat 매뉴얼에서는 환경산업을 오염관리 그룹, 청정기술 및 관련제품, 자원관리 등 3개 그룹으로 분류하고 있다. Korea Institute for International Economic Policy(2009)에서는 하수서비스, 폐기물 수집, 운반, 처리서비스, 토양오염복원서비스, 자원관리, 환경컨설팅 등의 환경서비스를 제시하였는데 녹색물류 분야에서는 폐기물 수집, 운반, 처리서비스, 자원관리, 환경컨설팅 분야가 관련성이 큰 분야로 볼 수 있다.

2.2. 환경 친화적 물류활동

환경 친화적 물류를 지칭하는 용어는 환경물류, 녹색물류, 회수물류, 역물류 등이 다양하게 사용되고 있으며, Kang(2011)이 밝힌 바와 같이 연구자마다 상이한 용어 및 정의를 내리고 있어 용어사용에 혼란이 있을 수 있다. 일반적으로 환경물류와 녹색물류(Green Logistics)는 유사한 의미로 사용되며 광의적인 개념으로 생각할 때 그린 마케팅 중고품 및 반품 등을 모두 포함할 수 있으므로 역물류와 회수물류(Reverse Logistics)를 포함한 개념으로 볼 수 있으나(Sun, 2010) 협의적인 개념 측면의 녹색물류는 <Figure 1>과 같이 분명한 차이를 보이기도 한다.



Source : Jung & Lee(2005).

<Figure 1> Reverse Logistics and Green Logistics

최근에는 다양한 기업 및 정부사업, 관련법률 등에서 환경 친화적 물류활동을 녹색물류라는 용어로 통일하여 사용되고 있기 때문에 본 연구에서도 환경 친화적 물류활동을 녹색물류로 통일하고자 한다.

녹색물류에 대한 정의는 다양한 연구에서 제시되었는데 Rodrigue et al.(2001)은 녹색물류는 환경 친화적이고 효과적인 물류시스템이라고 하였으며, Wu & Dunn(1995)은 원자재 조달에서부터 생산, 포장, 운송, 보관 등 최종 소비자에게 전달되는 모든 과정이 포함되는 순물류(Forward Logistics)뿐만 아니라 폐기물 재활용과 처분을 다루는 역물류까지 포함되는 환경을 고려한 물류시스템이라고 하였다. 국내연구에서도 Oh & Lee(2001), Kim(2004), Park(2005), Kim & Ryu(2012), Cho(2013) 등의 연구에서 녹색물류에 대한 정의가 소개되었는데 지속가능한 개발을 촉진하고 환경유해요소를 최소화하며, 에너지 자원을 절약하는 측면에서 비슷한 정의로 볼 수 있었다.

환경 친화적 물류활동은 다양한 측면에서 접근 할 수 있는데 Kim(2009)은 녹색물류를 추진할 수 있는 방안으로 친환경 포장재 및 포장기술을 개발하고 재사용이 가능한 물류 운반기기를 개발하는 분야, 물류공동화의 일환으로서 수배송공동화, 보관공동화, 정보처리 공동화 등을 통한 물류공동화 분야, 해상, 육상을 연계하여 온실가스 배출량을 절감할 수 있는 복합운송, 기업의 녹색물류활

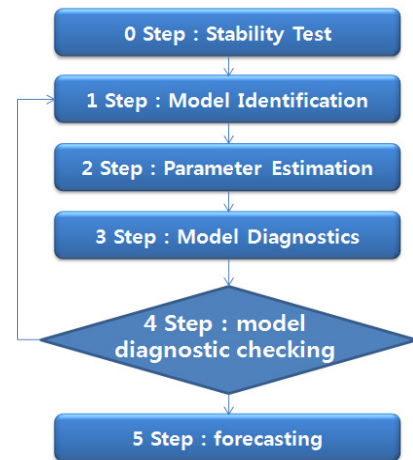
동 지원, 복합물류거점 인프라 확보 등 5가지 분야를 제시하였으며, Jeong & Chung(2010)은 환경친화적 제품 설계 및 생산, 환경친화적 수배송, 환경친화적 보관, 환경친화적 포장, 환경친화적 회수물류 등의 기능을 제시하였다.

2.3. ARIMA 모형

ARIMA모형은 안정적인 시계열을 모형화하여 단기예측을 수행할 수 있는 확률적 시계열모형으로 자기회귀결합이동평균 모형으로 불리우며, BOX와 Jenkins가 고안한 이후로 다양한 분야에서 활용되었다. 관광분야에서는 Cho & Chang(2009), Sim & Kwon(2011), Son & Park(2012) 등의 연구가 있으며, 스포츠 분야에서는 Sul & Park(2011), Choi & Chung(2010) 등의 연구가 있었고 부동산 분야에서는 Park & Park(2001), Lim(2007), Lee & Lee(2009) 등이 주택, 토지 등의 부동산 예측분석에서 이용하였다.

이렇듯 ARIMA모형은 다양한 시계열 예측 연구에서 활용되었으며, 물류분야서는 Kim & Kang(2010), Sun et al.(2013), Chang(2010) 등의 연구가 있었고 환경분야에서는 Jeong & Lee(2002), Ryu & Han(1998) 등의 연구가 있었다.

ARIMA모형의 구축을 위해서는 먼저 분석에 이용하는 시계열 자료에 대하여 각 주기에 해당하는 평균과 분산이 일정하도록 안정성(stationarity)을 만족시켜야 한다. 만약 시계열의 분산과 평균이 비정상적인 불안정적 시계열인 경우 변수변환 및 차분을 통해 안정성을 회복시킨 후, 자기변수의 과거값으로 회귀식을 구성하는 AR(Auto-Regressive)과정과 모형추정 잔차의 이동평균 함수형태로 표현되는 MA(Moving Average)과정의 결합함수를 통해 ARIMA모형을 추정한다. ARIMA모형은 목적인 결과를 도출하기 위해서 <Figure 2>와 같이 모형의 식별(Model Identification), 모수의 추정(Parameter Estimation), 모형의 검증(Model Diagnostic Checking), 예측(Forecasting) 등의 단계를 반복적으로 실행하는 프로세스를 따른다.



Source : Jeong(2009).

<Figure 2> Establish Procedures of ARIMA

1단계인 식별단계에서는 시계열 내 관측값들 사이에 존재하는 상관관계를 측정하여 ARIMA(p,d,q)모형을 구성하는 자기회귀(AR)요소인 p와 이동평균(MA)요소인 q를 임시적으로 결정한다. 여기에서 상관관계를 측정하는 도구는 자기상관함수와 편자기상관함수가

며, 두 개의 상관함수를 이용하여 적절한 ARIMA모형을 고려한다. 이때 선택된 모형은 임시로 선택된 모형이므로 추정 및 모형 검진 단계를 거쳐 최종모형으로 구축된다.

2단계인 추정단계에서는 식별단계에서 선택한 모형의 계수를 정확히 추정하며, 이 추정된 모수가 통계적으로 유의한지 여부를 판가름하여 1차적으로 모형의 적절성을 탐색한다. 특히, 추정된 계수들의 절대값 크기를 통해서 차후 다룰 정상성과 가역성 만족 여부를 판가름할 수 있다. 만일 추정된 모수가 유의하지 않을 경우 다시 식별단계로 돌아가서 다른 ARIMA모형을 선별해야 한다.

3단계 모형검진에서는 추정된 모형이 통계적으로 적절한지 여부를 결정하는 단계이며, 몇 가지 검증법에 근거하여 부합하는 모형은 기각된다. 최종 모형을 찾을 때까지 식별, 추정, 모형검진의 3단계를 되풀이하여 반복한다(Jeong, 2009).

2.4. VAR 모형

벡터자기회귀모형(VAR : Vector Autoregressive)은 서로 인과관계가 있는 변수들의 현재 관측치를 종속변수로 지정하고 과거 관측치를 설명변수로 구성한 회귀방정식을 통하여 시계열 자료를 추정하는 방법으로(Sun et al., 2013) Sims(1980)가 자료분석적 관점에서 거시경제 시계열들 간의 상호작용을 파악하고 미래의 방향을 예측하기 위하여 개발한 이후 다양한 분야에서 사용되었다.

부동산 분야에서는 Park & An(2009), Kim & Park(2006), Kim(2013) 등의 연구가 있으며, 정책분야의 연구는 Mun & Kim(2012), Kim(2011)의 재정정책 측면의 연구와 Park & Han(2008)의 노동정책 측면의 연구 등이 있다.

VAR모형은 금융분야에서의 연구가 많았는데 Schwert(1989), Hsiao(1987), Jung(2007) 등의 연구가 있었으며, 최근에는 Hwang(2013)이 이자율 예측 및 통화정책의 평가 연구에서 활용하였고 Kim et al.(2013)이 국내외 거시경제변수들 중에서 교차상관 분석 및 그랜저인과 검정을 통하여 상호간에 설명력이 있는 변수들을 추출하여 금리스프레드의 시계열예측을 수행하였다. 또한 Kim(2013)은 국제유가 변동에 따른 거시 경제변수의 영향력을 분석하면서 변수 간의 공적분 관계에 따른 문제를 해결하기 위해 벡터오차수정모형(VECM : Vector Error Correction Model)을 이용하였다. 물류분야에서는 Yu & Cho(2008)가 부산항과 상해항의 물동량 분석에 활용하였으며, Mo & Lee(2013)가 그랜저 인과관계 검정을 통해 항만물동량과 산업생산의 인과성을 검증하였다.

3. 시계열 분석

3.1. 환경서비스업 및 물류서비스업 생산지수 예측

3.1.1. 시계열 자료의 안정성 검정 및 차분

시계열 자료는 자료의 특성에 따라 전체적으로 점진적인 증가 또는 감소 추세를 보이기도 하며, 계절성을 갖는 경우도 있다. 이러한 시계열 자료들은 단위근을 갖는 불안정한 자료로서 ARIMA 모형을 이용한 시계열 분석에서는 정상적인 실현값만을 분석에 적용시킬 수 있기 때문에 정상적인 시계열로의 변환이 필요하다. 특히 불안정한 자료는 실제로 두 변수 사이에 아무런 관계가 없음에도 불구하고 유의성이 높은 회귀식이 추정되는 가성적 회귀(Spurious Regression) 현상이 초래될 수 있기 때문에(Nam &

Lee, 2011) 본 연구에서는 이용하는 자료의 안정성을 확인하기 위하여 ADF(Augmented Dickey-Fuller)단위근 검정을 실시하였으며, 시계열에 계절성이 파악되어 계절성을 포함한 단위근 검정을 실시하였다.

ADF 단위근 검정은 자기상관이 존재하는 일반적인 상황을 가정한 방법으로 단위근의 유무를 검정하고자 하는 시계열을 그 시차변수와 일정 수의 시차변수에 회귀시킨 후 시차변수에 대한 계수의 최소자승추정치가 단위근과 유의하게 다른지를 검정하는 방법(Park & Cho, 2009)이며, Yoon(2005), Kim & Kim(2013)의 연구 등 다양한 시계열분석 연구에서 활용되고 있다.

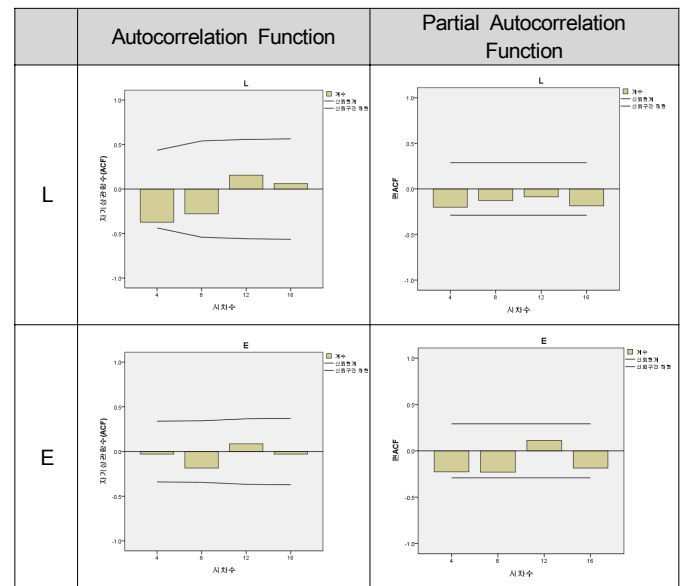
<Table 1> Results of ADF Root Test

변수	Original Time Series		Difference	
	Statistic	Sig.	Statistic	Sig.
L(Distribution Service)	-4.399	0.005*	-	-
E(Environment Service)	-2.835	0.192	-4.199	0.008*

\* p<0.05

시계열 분석에서는 차분(Difference)을 취함으로써 비정상적인 시계열을 정상시계열로 변환할 수 있는데(Rho, 2011) L의 경우 5% 유의수준에서 단위근을 갖는다는 귀무가설을 기각하고 있어 안정적인 시계열 이었으나 E의 원시계열은 5% 유의수준에서 불안정한 시계열로 판단되어 1차 차분이 필요하였다. 1차 차분 후 E는 5% 유의수준은 물론 1% 유의수준에서도 안정성을 갖는 시계열 자료로 변환되었다. 하지만 L 및 E의 시계열 자료 모두 계절성이 발견되어 계절적 차분이 필요하였기에 계절차분을 실시하였다. <Table 2>는 계절적 1차 차분된 L과 비계절적 1차 차분 및 계절적 1차 차분된 E의 주기시차(4분기)에 대한 자기상관함수 및 편자기상관함수로 계절적인 변동에 대해 정상성을 만족시키고 있었기에 계절적 차분 후 시계열 분석에 알맞은 자료로 변환되었음을 확인할 수 있었다.

<Table 2> Autocorrelation Function and Partial Autocorrelation Function



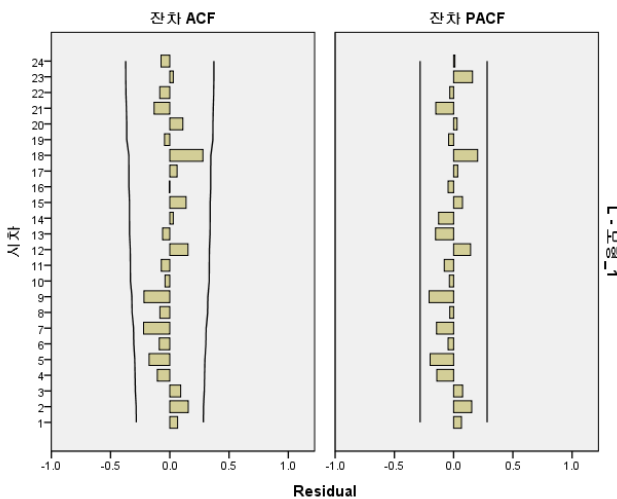
3.1.2. 물류서비스업 생산지수의 예측

물류서비스업 생산지수(L)는 자기상관계수(Autocorrelation Coefficient) 및 편자기상관계수(Partial Autocorrelation Coefficient)와 모수절약의 원칙 등을 고려하여 ARIMA(0,0,1)(0,1,0)<sub>4</sub> 모형을 추정하였으나 잔차의 통계적 독립성이 보장되지 않아 ARIMA(0,0,2)(0,1,1)<sub>4</sub> 모형을 최종 모형으로 설정하였으며, 모형의 추정 결과는 <Table 3>과 같다. 모든 추정계수에 대한 t-통계량의 절대값이 2.0이상으로 통계적으로 유의하며, 평균제곱오차의 제곱근(RMSE: Root Mean Square Error) 및 평균절대오차 (MAE: mean absolute error), 정규화된 BIC(Normalized Bayesian Information Criterion)등을 고려할 때 ARIMA(0,0,2)(0,1,1)<sub>4</sub> 모형의 적합도가 높다고 판단된다. 또한 R<sup>2</sup>값이 0.966으로 모형의 설명력이 높으며, Ljung-Box Q통계량도 0.05유의수준을 초과하여 잔차의 독립성 측면에서도 만족스런 모형으로 선정되었다고 볼 수 있었다.

<Table 3> Estimation Result of ARIMA (L)

Model	Time-Lag	Statistic	SE	t	p	R <sup>2</sup>	Ljung-Box Q	
							Statistic	Sig.
MA	Constant	4.097	.363	11.275	.000	.966	21.133	.133
	1	-0.858	.142	-6.036	.000			
	2	-0.442	.147	-3.013	.004			
MA season	1	.691	.143	4.832	.000			
RMSE : 2.872								
MAE : 1.864								
Normalized BIC : 2.433								

<Figure 3>은 잔차의 자기상관함수와 편자기상관함수를 보여주고 있는데 ARIMA(0,0,2)(0,1,1)<sub>4</sub> 모형의 경우 전체적으로 각각의 자기상관계수나 편자기상관계수는 0으로 간주할 수 있어 백색잡음항의 독립성을 만족하므로 양호한 모형으로 판단할 수 있다.



<Figure 3> Test of Residual Independence(L)

모형의 예측력을 사전에 검증하기 위해 ARIMA(0,0,2)(0,1,1)<sub>4</sub> 모형으로 예측한 물류서비스업 산업지수의 예측값과 2011년 4분기부터 2013년 3분기까지의 실제값을 비교하였는데 실제값과 예측값의 약간의 차이는 보이고 있으나 그 차이가 미미한 수준으로 예측모형이 우수한 것으로 판단할 수 있다. 또한 0%이상 10%이하인 경우 매우 정확한 예측으로 판단할 수 있는 평균절대백분위오차(MAPE : Mean Absolute Percentage Error)가 2.181%로 도출되어 비교적 정확한 예측으로 판단된다.

<Table 4> Actual Value & Predictive Value by ARIMA (L)

Period	Actual Value	Predictive Value	LCL	UCL	The Difference Between the Predicted Value and Actual Value
2011 4Q	110.6	110.8	105.1	116.6	-0.2
2012 1Q	100.3	101.8	96.1	107.5	-1.5
2012 2Q	105	107.4	101.7	113.1	-2.4
2012 3Q	104.2	108	102.2	113.7	-3.8
2012 4Q	107.4	112.4	106.7	118.1	-5
2013 1Q	98.7	105.7	99.9	111.4	-7
2013 2Q	107.1	110.4	104.6	116.1	-3.3
2013 3Q	105.8	111.2	105.5	116.9	-5.4
MAPE : 2.181					

<Table 5>는 ARIMA(0,0,2)(0,1,1)<sub>4</sub> 모형으로 예측한 2015년 4분기까지의 예측치로 1분기에는 감소하고 4분기에는 증가하는 계절성을 보였으며, 전체적으로는 점진적으로 상승하는 추세를 보이고 있다.

<Table 5> Prediction of Distribution Service Industry

Period	Predictive Value	LCL	UCL
2013 4Q	111.82	106.10	117.54
2014 1Q	106.58	99.05	114.11
2014 2Q	115.51	107.56	123.45
2014 3Q	114.35	106.41	122.30
2014 4Q	119.39	111.25	127.52
2015 1Q	112.41	104.13	120.69
2015 2Q	119.60	111.29	127.92
2015 3Q	118.45	110.14	126.76
2015 4Q	123.48	114.98	131.98

3.1.3. 환경서비스업 생산지수의 예측

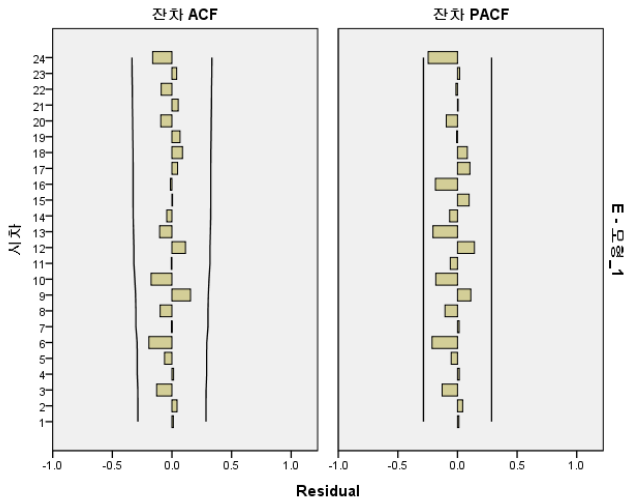
환경서비스업 생산지수(E)의 예측에서도 역시 물류서비스업 생산지수의 예측에서와 같이 계절성을 포함한 ARIMA모형을 사용하였으며, ARIMA(3,1,0)(0,1,1)<sub>4</sub> 모형을 선정하였다. 추정된 계수 중 차수가 2인 자기회귀계수가 유의수준 0.05 수준에서 통계적으로 유의하지 않는 결과가 도출되었으나 유의수준 0.1에서는 만족할만한 결과를 나타내고 있고 가역성 조건을 만족하고 있어 본 연구에서는 ARIMA(3,1,0)(0,1,1)<sub>4</sub> 모형을 사용하고자 한다. 또한 RMSE, MAE, 정규화된 BIC 등의 통계량의 모형적합도가 우수하며, R<sup>2</sup>도

0.960으로 모형 설명력이 높고, Ljung-Box Q통계량도 0.05유의수준을 초과하여 잔차의 독립성도 보장되므로 모형의 선정이 만족스러운 수준이었다.

<Table 6> Estimation Result of ARIMA (E)

Model	Time-Lag	Statistic	SE	t	p	R <sup>2</sup>	Ljung-Box Q	
							Statistic	Sig.
AR	1	-0.411	.162	-0.679	0.015	0.960	9.750	0.780
	2	-0.282	.158	-2.541	0.081			
	3	-0.499	.152	-1.787	0.002			
MA season	1	0.469	.194	-3.279	0.020			
RMSE : 2.403								
MAE : 1.737								
Normalized BIC : 2.163								

잔차의 독립성은 <Figure 4>와 같이 잔차의 자기상관함수와 편자기상관함수 도표를 통해서 파악할 수 있는데 전체적으로 백색잡음함의 독립성을 만족하므로 양호한 모형으로 볼 수 있다.



<Figure 4> Test of Residual Independence (E)

환경서비스산업 예측에서도 물류서비스산업 예측과 같이 모형의 예측력을 사전에 검증하기 위해 ARIMA(3,1,0)(0,1,1)4 모형으로 예측한 환경서비스 산업지수의 예측값과 2011년 4분기부터 2013년 3분기까지의 실제값을 비교하였는데 실제값과 예측값의 약간의 차이는 보이고 있으나 그 차이가 미미한 수준이고 예측값이 예측하한선과 상한선 사이에 존재하여 우수한 예측모형으로 볼 수 있으며 MAPE 역시 1.947%로 정확한 예측모형으로 판단할 수 있다.

<Table 7> Actual Value & Predictive Value by ARIMA (E)

Period	Actual Value	Predictive Value	LCL	UCL	The Difference Between the Predicted Value and Actual Value
2011 4Q	110.6	112.2	107.3	117	-1.6
2012	100.3	97.4	92.6	102.2	2.9

1Q					
2012 2Q	105	106	101.2	110.9	-1
2012 3Q	104.2	105.3	100.5	110.2	-1.1
2012 4Q	107.4	112.3	107.5	117.1	-4.9
2013 1Q	98.7	99.6	94.8	104.5	-0.9
2013 2Q	107.1	105.2	100.4	110	1.9
2013 3Q	105.8	107.1	102.3	111.9	-1.3
MAPE : 1.947					

<Table 8>은 ARIMA(3,1,0)(0,1,1)4 모형으로 예측한 2015년 4분기까지의 환경서비스 산업지수의 예측치로 물류서비스 산업지수의 예측과 같이 1분기에는 감소하고 4분기에는 증가하는 계절성을 보였으며, 전체적으로는 점진적으로 상승하는 추세를 보였다.

<Table 8> Prediction of Environment Service Industry

Period	Predictive Value	LCL	UCL
2013 4Q	109.52	104.69	114.35
2014 1Q	99.20	93.59	104.80
2014 2Q	107.33	101.27	113.39
2014 3Q	106.81	100.72	112.91
2014 4Q	110.95	103.04	118.87
2015 1Q	100.23	91.37	109.09
2015 2Q	107.88	98.15	117.60
2015 3Q	107.32	97.37	117.26
2015 4Q	111.67	100.06	123.27

### 3.2. 물류 및 환경산업의 인과관계 분석

물류서비스산업지수와 환경서비스산업지수의 인과성 검정을 위하여 VAR모형에 의한 그랜저(Granger) 인과관계 검정을 이용하고자 한다. 하지만 VAR(p)모형의 차수인 p가 일반적으로 알려져 있지 않기 때문에 모형의 올바른 식별과 추정을 위해서는 알맞은 차수의 결정이 선행되어야 한다(Park et al., 2008). 따라서 차수의 결정에 도움을 주는 통계량인 아카이케정보기준 (AIC : Akaike Information Criterion), 슈워츠 정보기준 (SC : Schwarz Information Criterion), 하난-퀸기준(HQ : Hannan-Quinn Criterion) 등을 도출하였다. 그 결과는 <Table 9>와 같으며, 적정 시차는 3으로 나타났다.

<Table 9> Criteria for Determining the Time-Lag

Time-Lag	AIC	SC	HQ	LR
0	12.9243	13.0031	12.9540	NA
1	11.8076	12.0438	11.8965	56.6254
2	11.8938	12.2875	12.0420	3.5276
3	9.920993*	10.47210*	10.12838*	85.72169*

\* Optimal Time Lag

다음으로는 물류서비스업 산업지수와 환경서비스업 산업지수의 인과관계를 알아보기 위하여 그랜저(Granger) 인과관계 검정을 이용하였으며, 검정결과 환경서비스업 산업지수는 모든 시차에서 물류서비스업에 영향을 주고 있었으나, 물류서비스업은 환경서비스업에 영향을 주는 산업이 아닌 것으로 나타났다.

<Table 10> Result of Granger Causality

	lag=1	lag=2	lag=3	lag=4
E→L	8.49336 (0.006)*	5.75123 (0.007)*	12.8018 (0.000)*	5.10866 (0.003)*
L→E	0.60512 (0.441)	2.0001 (0.149)	0.57054 (0.638)	1.00077 (0.4211)

\* p<0.05

#### 4. 요약 및 결론

산업에 대한 예측은 향후 산업의 공공부문과 민간부문의 투자와 개발규모를 결정해 주고, 공급시설의 과부족을 방지하며, 귀중한 자원을 효율적으로 배분함과 동시에 마케팅전략의 기초자료가 될 수 있으므로(Son & Park, 2012) 산업의 성공적인 전략 및 정책에 밑거름이 될 수 있는 필수적인 요건 중 하나이다. 따라서 녹색물류 분야에서도 향후 계획을 위해서는 미래의 일정한 상태를 설정하기 위한 미래 예측이 뒷받침되어야 한다.

이에 본 연구에서는 자기회귀통합이동평균(ARIMA)모형을 이용하여 물류서비스업 및 환경서비스업의 예측을 하였으며, 두 산업의 인과관계를 알아보았다. 이를 위해 2001년 4분기부터 2013년 3분기까지 48분기의 물류서비스업 산업지수와 환경서비스업 산업지수를 사용하였으며, 물류 서비스업은 ARIMA(0,0,2)(0,1,1)<sub>4</sub> 모형을 환경서비스업은 ARIMA(3,1,0)(0,1,1)<sub>4</sub> 모형을 최종모형으로 설정하여 예측하였다. 예측결과 물류 서비스업과 환경 서비스업은 계절성을 띄며 점진적으로 증가하는 추세를 보였으며, 물류서비스업 생산지수의 경우 2014년 4분기 114.35, 2015년 4분기에는 123.48로 예측되었으며, 환경서비스업 생산지수의 경우 2014년 4분기 110.95 2015년 4분기에는 111.67로 예측되었다. 또한 두 업종의 인과관계를 알아보기 위하여 VAR모형을 기반으로 한 Granger 인과관계 검정을 이용하였으며, 환경서비스업은 물류서비스업에 영향을 주는 업종이었으나 물류서비스업은 환경서비스업에 영향을 주는 업종이 아닌 것으로 분석되었다.

본 연구의 학술적 기여도는 물류서비스업과 환경서비스업을 예측을 통하여 두 산업의 향후 관리방안 및 정책방향의 설정에 필요한 기초자료를 제공하였으며, 기존 연구에서 미흡하였던 두 산업의 인과관계를 검정하였다는 점이다.

본 연구의 한계점으로는 보다 깊이 있는 선행연구의 고찰이 부족하였으며, 두 업종의 인과성이 실제 산업에서 어떤 영향을 주는지를 규명하지 못하였다는 점이었다. 향후 연구에서는 보다 깊이 있는 연구를 통하여 다양한 경제변수의 인과성을 검증하고 환경산업과 물류산업에 대한 보다 구체적이고 세밀한 연구를 수행한다면 환경친화적인 녹색물류가 실현되는데 도움이 되는 중요한 시사점을 제공하리라 생각한다.

#### References

Chang, Moon-Chul (2010). A Study on the Structural Analysis and Time-Series Forecasting in five years of Korean Export-import Logistics Volume. *Journal of Korean Distribution and Management*, 13(4), 177-199.

Cho, Sung-Ho, & Chang, Se-Jun (2009). Study on Forecasting Hotel Banquet Revenue by Utilizing ARIMA Model. *The Korean Journal of Culinary Research*, 15(2), 231-242.

Cho, Sung-Woo (2013). A Case Study on Green Logistics Management in Europe from the Perspective of Sustainable Development. *The Journal of Contemporary European Studies*, 31(3), 267-296.

Choi, Jae-Il, & Chung, Yong-Rak (2010). Prediction of the Number of the Korea Professional Soccer Spectators Using Time-series Data Analysis : 2009-2015. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 39(2), 921-928.

Hsiao, M. C. (1987). Tests of Casualty and Exogeneity between Exports and Economic Growth : The case of Asian NICs. *Journal of Economic Development*, 12(2), 143-159.

Hwang, Young-Jin (2013). Forecasting Interest Rates Using Qual VAR and Evaluation of Monetary Policy. *Journal of Money & Finance*, 27(4), 139-171.

Jeong, Dong-Bin (2009). *SPSS PASW Time Series Forecasting I*. Seoul, Korea: Hannarea Academy.

Jeong, Hyo-June, & Lee, Hong-Keun (2002). Comparison of the BOD Forecasting Ability of the ARIMA model and the Artificial Neural Network Model. *Journal of Environmental Health Sciences*, 28(3), 19-25.

Jeong, Hye-Yeon, & Chung, Jung-Chae (2011). The Effect of Environmentally Conscious Logistics on Logistics Performance. *Korean Journal of Logistics*, 18(2), 5-20.

Jung, Heon-Yong (2007). An Analysis of the Korean Commercial Banks Loans Using VAR Model. *Korean Corporation Management Review*, 14(1), 129-140.

Jung, Hun-Bae, & Lee, Il-Han (2005). Study on the Firm's Implementation of Environmental Logistics. *Korean Journal of Logistics*, 13(1), 19-40.

Kang, Sung-Man (2011). Case Study about the Advanced Foreign Enterprises for Revitalization Plans of the Green Logistics of Logistics Enterprises in Korea. *Journal of Korean Distribution and Management*, 14(1), 143-164.

Kim, Bae-Geun (2011). Estimating the Effects of Fiscal Policy Using Structural VARs and Tax Rates. *The Korean Economic Review*, 59(3), 5-52.

Kim, Bo-Mi, & Kim, Jae-Hee (2013). Time Series Models for Daily Exchange Rate Data. *The Korean Journal of Applied Statistics*, 26(1), 14-27.

Kim, Hyeon-Soo (2004). A Study of the Reverse Logistics Information Factors for Environmental Conscious Logistics System. *Journal of society of Korea industrial and systems engineering*, 27(4), 59-68.

Kim, Hyeon-Soo (2009). Environmental Conscious Logistics Management. *Postal Service Information*, 79, 5-24.

- Kim, Jae-Gyeong (2013). An Empirical Analysis on the Relationship between Stock Price, Interest Rate, Price Index and Housing Price using VAR Model. *Journal of Distribution Science*, 11(10), 63-72.
- Kim, Ji-Hyun (2013). Logistics laws. Seoul, Korea: Sinjiwon Publisher.
- Kim, Jun-Hong, Jin, Dal-Lae, Lee, Ji-Sun, Kim, Su-Ji, & Son, Young-Sook (2012). Prediction of the interest spread using VAR model. *Journal of the Korean Data & Information Sciences Society*, 23(6), 1093-1102.
- Kim, Kyung-Mi (2009, January). *Monthly Maritime Korea*, Seoul, Korea: Korea Maritime Institute, 98-104.
- Kim, Sang-Su (2013). A Study on the Impact of Oil Price Volatility on Korean Macro Economic Activity : An EGARCH and VECM Approach. *Journal of Distribution Science*, 11(10), 73-79.
- Kim, Sei-Wan, & Park, Ki-Jeong (2006). Study on Real Estate Market Factors' Relative Effect. *The Korean Journal of Economics*, 13(2), 171-198.
- Kim, Seung-Sub (2011, June). *Monthly Maritime Korea*, Seoul, Korea: Korea Maritime Institute, 132-136.
- Kim, Tae-Gu, & Kang, Young-Sig (2010). A Study on Forecasting of Accident Rates in the Service Industry : Focused on the Warehousing and Transportation Division. *Journal of the Korean Institute of Plant Engineering*, 15(2), 103-108.
- Kim, Tae-Hwan, & Ryu, Seong-Kyun (2012). A Study on the Green Growth Policy and Government Support : Focusing on the Green Logistics. *International Commerce and Information Review*, 14(1), 315-344.
- Korea Environment Institute (2000). *Analysis of the effects of environmental services and expand market liberalization countermeasures*. Sejong, Korea: Ministry of Environment, 30-31.
- Korea Institute for International Economic Policy (2009). *Market Analysis and entry into service domestic environment APEC Study*. Sejong, Korea: Ministry of Environment, 2-4.
- Lee, Hyoung-Wook, & Lee, Ho-Byung (2009). Comparative Analysis for Predictability of Housing Price Index by Model in Seoul. *Korea Real Estate Academy Review*, 38, 215-235.
- Lim, Kyu-Chae (2007). The empirical study on the construction properties of the real estate market in Korea. Daegu, Korea: Thesis for Doctorate in Yeungnam University.
- Mo, Soo-Won, & Lee, Kwang-Bae (2013). Causality Analysis between Port Trading Volume and Industrial Activity. *Journal of Shipping and Logistics*, 29(2), 221-235.
- Mun, Beung-Geun, & Kim, Sung-Ok (2012). An Analysis on Dynamic Relationship between Local Government Educational Expenditure and Human Capital with Regional Economic Growth. *The Journal of Korean Public Policy*, 14(2), 103-123.
- Nam, Jun-Woo, & Lee, Han-Sik (2011). *Econometrics, Third Edition*. Seoul, Korea: Hongmoon Publisher.
- Oh, Se-Young, & Lee, Shin-Mo (2001). A Pilot Study on the Environmental Logistics. *Journal of Shipping and Logistics*, 9(2), 31-49.
- Park, Chu-Hwan, & Han, Jin-Mi(2008). A Study for the Co-Relationship among Birth, Women Employment, and Economic Growth by the VAR Approaches. *Quarterly Journal of Labor Policy*, 8(1), 1-26.
- Park, Heon-Soo, & An, Ji-A (2009). The Sources of Regional Real Estate Price Fluctuations. *Korea Real Estate Review*, 19(1), 27-49.
- Park, Hun-Ju, & Park, Chul(2001). A Study on the Forecasting in Land Market using Time Series Model. *Housing Studies Review*, 9(1) 27-55.
- Park, Jun-Yong, Jang, Yu-Sun, & Han, Sang-Beom (2008). *Economic Time Series Analysis*. Seoul, Korea: Kyeongmoon Publisher.
- Park, Seog-Ha (2005). Effect of Environmental Logistics Activity on Logistics Performance of Enterprises. *Journal of Shipping and Logistics*, 46, 47-70.
- Park, Song-Choon, & Cho, Yeong-Suk (2009). Analysis on Macroeconomic Variables Affect on the RP Rate. *Korean Corporation Management Review*, 16(1), 167-182.
- Rho, Hyung-Jin (2011), *Time Series Analysis friendly*. Seoul, Korea: Hakhyeon Publisher.
- Rodrigue, J. P., Slack, B., & Comtois, C. (2001). *The handbook of Logistics and supply chain Management*. London, UK: Pergamon Press.
- Ryu, Byong-Ro, & Han, Yang-Su (1998). Forecasting of Stream Water Quality by ARIMA Model. *Journal of the Korean Environmental Sciences Society*, 7(4), 433-440.
- Schwert, G. W. (1989). Why Does Stock Market Volatility Change over Time ?. *Journal of Finance*, 44(4), 1115~1153.
- Sim, Kyu-Won, & Kwon, Heon-Gyo (2011). A Study on Forecasting Visit Demands of Korea National Park Using Seasonal ARIMA Model. *Journal of Korean Forest Society*, 100(1), 124-130.
- Sims, C. A.(1980). Macroeconomics and Reality. *Econometrica*, 48, 1-48.
- Son, Eun-Ho, & Park, Duk-Byeong (2012). Forecasting of Yeongdeok Tourist by Seasonal ARIMA Model. *Journal of Agricultural Extension & Community Development*, 19(2), 301-320.
- Sul, Min-Sin, & Park, Doo-Yong (2011). A Prediction of Demand for female sport participants by Using Seasonal ARIMA Model. *Journal of Korean Physical Education Association for Girls and Woman*, 25(3), 179-192.
- Sun, Il-Suck (2010). A Political Proposal for the Reverse Logistics Activation. *Journal of Channel and Retailing*, 15(5), 61-79.
- Sun, Il-Suck, & Kwon, Jea-Hyen (2013). Correlation Analysis on Wholesale and Retail Market and Macroeconomic Variables. *Journal of Korean Distribution and*

- Management*, 16(4), 75-83.
- Sun, Il-Suck, Lee, Won-Dong & Park, Jong-Sam (2013). A Time-Series Prediction of the Logistics Service Industry and an Analysis on the Casual Relation between the Industry and Other Industries. *Korea Logistics Review*, 23(2), 5-23.
- Wu, Haw-Jan, & Dunn, S. S. (1995). Environmentally Responsible Logistics System. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 25(2), 22-25.
- Yoon, Jong-In (2005). Testing the Stationarity of the Inflation Rate and Nominal Interest Rate. *Korean Journal of Money and Finance*, 10(2), 143-164.
- Yu, Byung-Chul, & Cho, Chan-Hyouk (2008). An Empirical Study on the Traffic Volume of Busan Port and Shanghai Using VAR Model. *Korea Logistics Review*, 18(3), 189-208.