

# 글로벌 녹색성장의 연구방법론적 고찰

## A Methodological Approaches on the Global Green Growth

최용록(Choi, Yongrok)

인하대학교 국제통상학부 교수

### 목 차

- |                                |          |
|--------------------------------|----------|
| I. 글로벌 녹색성장의 이론적 배경            | IV. 결 론  |
| II. 글로벌 녹색 생산성의 개념적 특성         | 참고문헌     |
| III. 녹색 생산성의 다양한 접근과 GML 지수 도출 | Abstract |

### 국문초록

최근 대량생산에 기초한 세계 경제의 패러다임이 공급과잉과 개도국 위주의 지나친 양적 경쟁으로 인한 폐해로 인하여 환경악화와 각국간 갈등구조 심화 등 새로운 문제로 분출되면서 이와 같은 외부 효과의 내재화와 생산 과정의 투명성, 예측가능성의 글로벌 표준에 입각한 지속가능 경쟁체제에 대한 패러다임이 급속히 확산되고 있다. 특히 제2차 G20정상회의를 계기로 전세계적인 녹색성장을 새로운 패러다임으로 제시한 한국경제에 있어 환경문제는 매우 심각하며, 그 어느 분야보다 친환경적인 녹색 생산성에 입각한 지속가능한 국제경쟁력의 강화가 시급한 상황이라 할 것이다. 선진국으로의 진입을 목전에 둔 상황에서 기존의 투입대비 산출량의 극대화를 위한 생산성 향상전략은 그 내재적인 한계가 심각한 상황에 이르고 있기 때문이다. 이를 극복하여 지속가능한 국가경쟁력을 강화하기 위한 핵심적인 의제는 바로 녹색성장을 위한 효율성, 즉 녹색생산성에서 비롯된다고 할 것이다. 이를 위해 기존의 전통적 생산성개념에 환경오염변수를 고려한 방향적 거리함수(directional distance function)와 Malmquist 지수 (ML지수)가 개발되면서 다양한 논의가 진행되었고, 본 연구는 그 가운데에서도 가장 최근에 새롭게 제시된 연구방법론적 특성과 경영환경의 특성을 감안한 총체적 ML지수 (Global Malmquist-Luenberger Index, GML) 연구 모형을 소개하여 환경 보호와 경제개발을 조화롭게 추진하기 위한 녹색생산성의 실질적인 효과를 분석하기 위한 종합적이고도 체계적인 패러다임을 제시하고자 한다.

**주제어** : 총체적 ML지수 (Global Malmquist-Luenberger Index, GML), 방향 거리함수(DDF, directional distance function), 녹색성장, 지속가능 발전, 녹색생산성

## I. 글로벌 녹색성장의 이론적 배경

최근 글로벌 통상의제가 단순한 무역마찰이나 가격덤핑과 같은 양적 경쟁에서 벗어나 환경과 노동 등을 강조하는 새로운 통상의제를 중심으로 질적인 경쟁체제로 접어들고 있다. 그 이면에는 무엇보다도 2008년 전세계를 강타한 글로벌 경제위기로 인하여 세계경제의 새로운 변화와 혁신을 촉구하는 중요한 전기가 시작되었기 때문이라 할 것이다. 특히 이와 같은 글로벌 경제위기 이후 세계경제의 새로운 패러다임을 모색하기 위해 2010년 서울에서 개최된 G20정상회의에서 제안한 글로벌 녹색성장 (Global Green Growth)정책이 질적인 경쟁체제를 선도할 새로운 패러다임으로 주목을 받고 있다. 그리스를 시작으로 남유럽의 재정위기와 연이어 불거진 중국과 미국의 경제회복이 지연되면서 세계경제의 더블딥 위기가 상존하면서 세계 경제가 그 어느 때보다 심각한 경제 상황에 몰리게 되었고, 위기를 기회로 극복하자는 녹색성장의 패러다임은 신선한 충격이 될 수 있다는 점에서 시사하는 바가 크다고 할 것이다.

본 연구에서는 이와 같은 녹색성장의 효율성을 녹색 생산성으로 규정하여 글로벌 통상의제에 기초한 전통적인 생산성과 차별화된 새로운 계량적 연구 접근방법의 패러다임을 제시하고자 한다. 특히 전통적인 대량생산에 기초한 세계 경제의 패러다임이 공급과잉과 개도국 위주의 지나친 양적 경쟁으로 인한 폐해로 인하여 환경악화와 갈등구조 심화 등의 새로운 문제로 분출되면서 이와 같은 외부효과의 내재화와 생산 과정의 투명성, 예측가능성의 글로벌 표준에 입각한 질적 경쟁체제로 바뀌어 가고 있고, 이와 같은 과정에서 기존의 투입대비 산출량의 극대화를 위한 생산성 향상전략은 그 내재적인 한계가 심각한 상황에 이르고 있는 것이다. 즉, 전통적인 개념에 입각한 요소투입에 의한 생산성 향상이나 단순한 생산공정의 효율화로서는 현재의 세계적인 경제위기를 극복하는데 한계가 있으며 특히 환경보호와 같은 새로운 패러다임의 수용이 마치 전통적인 생산성의 개념과 반하는 것 같은 인상을 주게 되어 기업들의 참여가 미흡하고 정책의 효과성이 극히 우려되는 상황에서 새로운 녹색성장의 패러다임에 걸맞는 생산성의 신개념 정립이 그 어느 때보다도 절실한 상황이라 할 것이다.

전통적인 생산성의 개념이 경제적 번영의 척도로 기여하는 바는 매우 컸다고 할 것이나, 최근 급격히 부상하는 지속가능 개발정책이나 지속가능 경영의 전략적 시각에서 생산의 확대에 따르는 환경오염은 물론 에너지 소비의 축소 등과 같이 투입요소의 새로운 해석이나 부수적으로 산출되는 부정적인 경제외적 산출물에 대해서도 적용하기 위한 탄력적인 적용이 어렵다는 점에서 경제적 번영의 밝은 부분은 물론 그늘진 부분까지도 포괄하는 새로운 생산성의 개념이 필요하게 된 것이다 (최용록, 2005). 따라서 전통적인 투입대비 산출물의 극대화

라는 개념을 대체할 수 있는 새로운 생산성에 대한 논의가 다양하게 전개되어 왔으며 그중에서도 특히 환경과 관련된 새로운 생산성 지수 개발관련 연구는 매우 활발하게 추진되고 있다고 할 것이다.

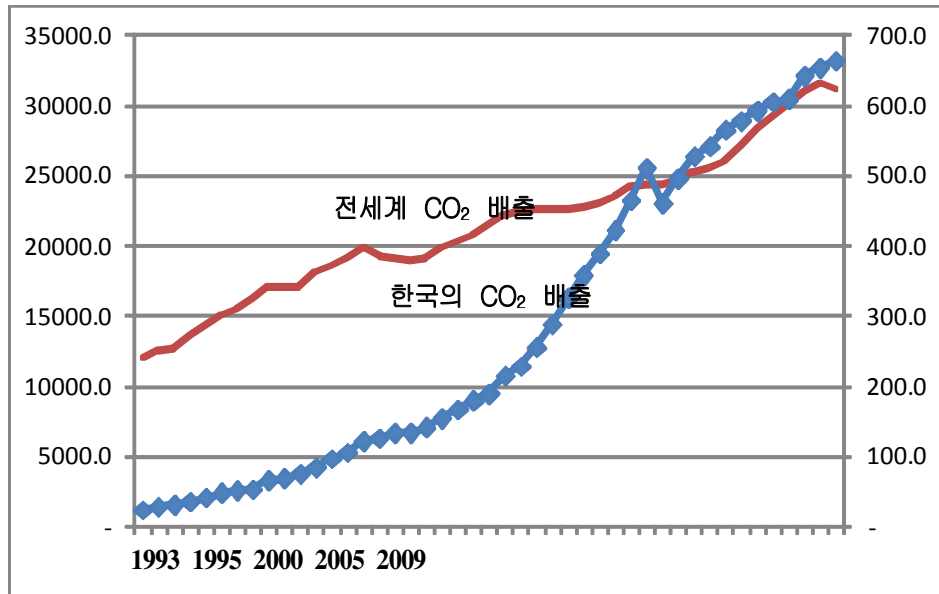
생산의 증가에 따른 부정적인 경영성과를 포함하는 새로운 생산성의 개념을 제시한 것은 Fare (1989)라 할 것이다. Fare는 단순한 투입대비 산출의 생산성 개념에서 벗어나 부정적인 산출물을 추가하는 것이 필요하다고 하였고, Fare의 제자인 Chung et al.,(1997)은 이에 기초하여 환경오염변수를 고려한 방향적 거리함수(directional distance function)와 Malmquist 지수(ML지수)를 결합한 생산성지수를 개발했다. 이에 기초하여 제조산업의 환경생산성 분석(Fare et al., 2001; Weber and Domazlicky, 2001), 운송산업의 환경생산성 분석(Yu et al.,2008; Ha et al.,2011), 그리고 국가와 지역을 대상으로 환경생산성을 비교 분석한 연구(Kumar, 2006; Wang et al., 2012) 등이 환경을 감안한 Malmquist-Luenberger (ML) 생산성 지수의 개념을 탄력적으로 사용해 왔다. 이와 같은 생산성의 개념은 투입요소와 산출물간의 다차원적인 최고치와 최소치를 조합하는 최적점(Mini-Max Saddle point)의 개념에 기초하여 최적의 생산성과에 기초한 상대적인 평가에 의존하는 특성을 갖는다. 이와 같이 최적의 생산효율성에 기초한 상대적인 ML지수는 그 탄력적인 다차원분석의 용이함으로 인하여 2000년대 중반에 환경경영 내지는 지속가능 개발정책과 관련하여 전세계적인 주목을 끌기 시작하였지만 그럼에도 불구하고 단순한 최적 투입 및 산출성과에 기초한 상대적 평가가 갖는 선형모형의 가정에 입각하고 있다는 점에서 실용적인 시사점을 도출하는 데는 한계성을 가지고 있다고 할 것이다.

최근 이와 같은 선형 목적함수에 기초한 ML 생산성지수의 한계를 극복하기 위한 시도가 다차원 가능곡선(Meta-frontier) 모형이나 이와 유사한 총체적 ML지수(Global Malmquist-Luenberger Index, 이하 GML이라 함)가 개발되었다. 따라서 본 연구는 이와 같이 가장 최근에 새롭게 시도되고 있는 GML 지수모형에 기초하여 환경 보호와 경제개발을 조화롭게 추진하기 위한 녹색생산성의 다양한 연구방법의 기본적인 흐름을 체계적으로 분석하고 새로운 방법론적 해법을 제시함으로써 한국경제의 경쟁력을 연구하는데 주요한 방향을 제시하는데 있다고 할 것이다. 특히 기존의 단일화된 녹색생산성에서 벗어나 다양한 산업간 특성을 강조하는 새로운 차원의 GML지수는 녹색생산성의 구체적인 문제점과 개선방안을 도출하여 추상적인 기존의 논의를 벗어나 신성장동력으로서의 경제적 중요성을 새롭게 평가한다는 점에서 탐색적 연구로서 본 연구가 중요한 의미를 갖는다고 할 것이다.

## II. 글로벌 녹색 생산성의 개념적 특성

### 1. 녹색 생산성의 중요성

녹색생산성의 핵심적인 의제는 지속가능한 국가경쟁력 강화에서 비롯된다고 할 것이다. 특히 최근 들어 급격히 증가하고 있는 CO<sub>2</sub>에 의한 대기오염문제는 세계적으로도 외면할 수 없는 심각한 상황에 이르렀고, 이를 단순히 위기로만 대응하는 소극적 자세에서 벗어나 그 문제의 본질을 해결함으로써 얻을 수 있는 새로운 기회로 받아들여져야 마땅할 것이다. 이와 같은 의미에서 한국은 G20 정상회의에서 그 어느 나라보다 강력하게 녹색성장의 패러다임을 강력하게 주창한 바 있다. 현실적으로 이와 같은 녹색성장의 구체적인 본질을 살펴보면 상당히 심각한 것도 사실이다. <그림 1>에 나타난 것과 같이 2009년 현재 전세계적으로 CO<sub>2</sub>배출량은 311억 톤으로 2005년을 고비로 그 증가세가 현저히 강화되고 있음이 문제되고 있다. 특히 한국의 경우, 이와 같은 CO<sub>2</sub>배출량의 문제가 더욱 심각하게 제기되고 있는바, <그림 1>에 나타난 바와 같이 한국은 그 배출량 증가속도가 전세계 배출량의 증가속도에 비하여 매우 빠른 것으로 나타나 녹색성장을 주도적으로 추진한다는 것이 구두선에 그칠 가능성이 높은 상황이라 할 것이다. 특히 이와 같은 한국의 급속한 환경문제는 그 어느 분야보다 에너지효율성이 떨어지고 친환경적인 대응의지가 극히 취약한 에너지 다소비형 완제품위주의 수출산업의 급속한 성장과 도로와 같은 물류네트워크의 확장에 기인하는 바 크다는데 더욱 그 문제의 심각성이 주목되어야 할 것이다. 갈수록 증가되는 새로운 통상의제에서 녹색성장과 관련된 비관세장벽이 점증하는 상황에서 녹색성장을 주도하고자 하는 정부의 노력과 이를 단지 비용증가의 위기상황으로만 몰아붙이는 대기업들과의 논쟁이 격화되어가는 동안 녹색성장에 의한 새로운 신동력 창출의 기회는 갈수록 요원해지기 때문이다. 따라서 한국경제가 선진화되기 위해서는 무엇보다도 에너지 다소비형인 현재의 투입위주 경제구조에서 하루 속히 질적인 경쟁력을 증시하는 녹색성장 지향 경제구조로 바뀌어야 하는 이유가 바로 여기에 있다 할 것이다.



자료 출처: 국제에너지기구 (IEA), IEA Statistics 2011.

<그림 1> 전 세계 및 한국의 CO2배출량 추이

이와 같은 상황에서 본 연구의 범위는 바로 최근 들어 급격히 증가하고 있는 에너지다소 비형 산업분야를 중심으로 생산성 향상에 따른 경제적 성과와 환경오염에 의한 부정적 영향을 종합적이고 체계적으로 분석하기 위하여 한국의 다양한 산업분야별 특성을 최대한 감안한 새로운 GML지수를 개발하고 이에 기초한 차별화된 정책적 시사점과 기업들의 경영전략에 대한 연구방향을 제시하는데 있다고 할 것이다. 이를 위해서는 기존의 단순한 생산과정의 효율성이나 투입요소의 증가만을 강조하는 전통적인 생산성 분석의 틀을 뛰어넘어 기술상의 진보에 따른 녹색 생산성의 다양한 차원을 보다 포괄적으로 분석하는 경제적 및 비경제적 평가가 무엇보다 시급한 과제라 할 것이다. 이와 같은 녹색 생산성은 투입요소와 산출요소의 다양한 특성을 충분히 반영하되 특히 경제적 성과와 반대 방향으로 산출되는 환경에의 영향을 체계적으로 수용하고 특히 이와 같은 다차원적인 생산성이 시간의 경과에 따라 생산성 이상의 기술혁신에서 비롯된 부분의 타당성까지를 수용하는 새로운 지수개발이 시급히 요구된다고 할 것이다. 이와 같은 녹색생산성 지수를 CO<sub>2</sub>배출량이 특히 높은 한국경제의 특성을 반영하도록 연구방법의 타당성이 먼저 입증되는 것이 바람직하다. 따라서 한국의 산업경제에 대한 전반적인 평가와 향후 전망을 살펴보고 이에 기초한 녹색생산성을 평가하기 위한 GML 지수의 개념적 특성을 명확하고 구체적으로 정립하는 것이 최우선 과제라 할 것이다.

## 2. GML 지수와 녹색 생산성

맬퀴스트 지수 (Malmquist index, 이하 M지수)는 다양한 투입요소와 산출요소를 동시에 감안하여 최대의 산출물 대비 최소의 투입에 대한 상대적 효율성을 측정하는 생산성 지수로 많이 활용되어 왔으나, 환경적 영향과 같은 부정적인 산출효과를 반영할 수 없는 어려움이 있었다. 따라서 환경오염변수를 고려한 새로운 생산성지수가 개발되었으며 이러한 지수가 Malmquist-Luenberger (ML) 지수이다. 그러나 이와 같은 ML지수 역시 지나치게 단순화된 선형 방향함수 (Radial distance function)에 기초한 가능함수로서 시계열에서 발생하는 비선형의 기술적 특성을 반영할 수 없다는 단점이 있다는 지적을 받아왔다. 이와 같은 선형함수의 문제를 보다 탄력적으로 수용하여 비선형의 시계열자료를 분석할 수 있는 새로운 연구접근방법으로 등장한 것이 GML지수라 할 것이다. 오동현 (2010)은 Pastor and Lovell (2005)이 이론적으로 제시한 Global Malmquist index개념에 기초하여 방향 거리함수(directional distance function)와의 통합을 거쳐 새로운 Global Malmquist-Luenberger (GML)지수를 처음으로 환경분야의 실증분석에 활용하였다. 이 GML 지수의 장점은 시간의 경과에 따른 기술적 변화를 수용할 수 있으며 전통적인 Malmquist 지수의 선형모형이 갖는 부적응성 (infeasibility) 문제도 해결된다는 점에서 시계열자료를 활용한 다차원적인 분석이 갖는 탄력적이고도 다양한 분석이 가능하다는 점이다.

한편, GML지수에 대한 분석에 앞서 먼저 녹색생산성 (Green Productivity, or Eco-friendly Productivity)의 개념적 특성과 관련하여 그 정의를 살펴보면 녹색생산성이란 곧 경제와 사회 및 생태환경을 감안한 총체적인 효율성을 의미하는 것으로 이와 같은 경제와 사회 및 생태 환경적 투입요소들을 기초로 이들 요소를 최적으로 투입하여 최대의 경제적 성과와 최소의 환경적 피해를 가져오는 이중적 효율성 (Dual efficiency)을 의미한다고 하겠다. 녹색생산성은 결코 경제적 성과나 환경적 영향이 타 산출물에 갈등적 산출물 내지는 내재적 제약이 아니라 복합적인 최선의 성과를 기초로 그 투입요소에 대한 상대적인 효율성의 개념으로 측정하게 된다 (최용록, 2011). 환경에 대한 논의는 처음 생태론자들로부터 시작되어 경제성장과 환경보존이 상호 갈등과 제약적 관계라는 시각에서 출발되었기 때문에 최근까지 지속가능 개발이나 지속가능 경영은 특정 수준의 환경상태를 제약조건으로 하는 경제성장의 최대화, 또는 그 반대로 잠재성장능력을 제약조건으로 하는 환경파괴의 최소화의 시각에서 접근하는 것이 일반적이었다. 이와 같은 이분법적인 지속가능 개발 (Sustainable development)에 대한 새로운 패러다임을 제시한 것이 2010년 개최된 G20 서울 국제 정상 회의로 한국의 주도로 새

롭게 주목받게 된 녹색 성장(Green Growth)은 환경보호와 경제 성장을 상호 보완적인 관계로 파악하여 주목을 받고 있으며 특히 OECD의 적극적인 참여에 의하여 전세계적으로 확산되고 있다.

기존의 생산성에 대한 개념은 투입요소 대비 산출량의 비율을 의미하며, 따라서 생산성 경쟁이란 최소의 투입, 최대의 산출을 의미하게 된다. 그러나 최근 생태환경을 고려하지 않으면 안 되는 상황 하에서 이러한 전통적인 생산성 개념하의 경제활동은 재화산출물(Desirable Output)뿐만 아니라, 비경제적 산출물(Undesirable Output)역시 극대화되는 것을 의미한다는 점에서 모순이 발생하게 된다. 바람직하지 않은 생산성의 부수적인 비경제적 산출물 중에서 가장 쟁점이 되는 부분은 대기 오염이다. 특히, 지구온난화를 막기 위한 교토의정서 발효 이후, 각 국가는 탄소 배출량을 줄이기 위한 방법으로 GHG Reporting Program, 탄소세 책정 및 탄소배출권 거래제도(ETS) 등이 제시되고 있다. 이와 같은 대기오염의 피해를 최소화하면서 동시에 기업 및 경제발전을 가져오는 새로운 의미의 녹색 생산성이 강조되는 이유가 바로 여기에 있다고 할 것이다. 녹색생산성은 경제적 성과와 환경보호를 상호 보완적인 차원에서 접근하고 전통적인 생산과정의 합리화를 뛰어넘는 혁신적 기능 창출을 그 기본적인 패러다임으로 하고 있기 때문이다.

녹색생산성의 이론적 기초로 등장한 최초의 용어는 친환경 효율성 (eco-efficiency)의 개념에서 비롯되었다.(Freeman et al., 1973) 환경효율성이란 지속가능 개발을 측정하기 위한 최적의 지표로 특정 경제활동의 투입에 대한 경제적 성과와 환경에 끼친 영향간의 비율에 의해 측정된다.<sup>1)</sup> 이는 동일한 경제활동의 투입요소에 대하여 환경보존단위당 경제적 성과를 나타내는 지표로 상호 배타적인 성격을 갖는 경제적 성과와 환경에의 영향에 대한 적절한 균형과 조화가 필요하다는 인식에서 비롯되었다고 할 것이다.

한편 이와 같은 환경효율성을 통하여 지속가능발전의 타당성을 입증하기 위한 선행연구는 다각적인 시각에서 추진되어 왔다. 녹색생산성의 다차원적인 측정을 위해서는 먼저 전통적인 생산성의 문제점으로 출발하여야 한다. 전통적인 시각에서 총 요소 생산성을 측정하기 위한 방식으로는 모수적 방법(parametric approach)과 비모수적 방법(Non-parametric approach)이 있다. 모수적 방법은 사전에 거리함수의 형태를 콥 더글라스생산함수 (Cobb-Douglas production function)나 초월대수함수(Trans-log)함수로 가정하고 이를 기초로 하는 효율성으로 평가해야 한다는 데 문제점이 있다. 그러나 무엇보다도 단위당 투입요소에 대하여 상호 배타성이 강한

1) Fare R. Grosskopf S. Lovell C.A.K. and Pasurka C., Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: a nonparametric approach. *The Review of Economics and Statistics*. 71. 1989. pp. 90 -98. 이 논문은 최초로 환경오염의 환경적 영향을 계량적인 방법을 통해 제시하였다.

경제적 성과와 환경에의 영향을 동일한 산출물의 시각에서 평가한다는 것은 계량적인 접근 방법을 어렵게 만들었다. 따라서 그 대안으로 등장한 것이 자료포락분석 (DEA; Data Envelopment Analysis)을 중심으로 하는 비모수적방법이라 할 것이다. 자료포락분석, 즉 DEA 모형은 Charnes 등(1978)<sup>2)</sup>이 개발하였고, Banker 등(1984)<sup>3)</sup>에 의해 그 활용도가 크게 높아진 선형 수리모형으로 특정 투입요소와 산출요소 (DMU; decision-making unit)의 상대적인 효율성을 평가하는데 탁월한 분석능력을 갖고 있다. 이와 같은 DEA 모형의 강점은 특별한 변수간의 상호 인과관계나 이론적 모형과 같은 사전제약조건 없이 현시적으로 선호된 최적의 투입 변수 또는 산출변수들의 조합에 의해 효율성을 계측한다는 점이라 할 수 있다.

이와 같은 비모수 접근방법에 의한 상대적 효율성의 개념으로 제시된 DEA방법에서 최근 가장 각광을 받고 있는 것은 이중적인 산출물의 통계적 처리를 위한 약처분 (Weak disposability)<sup>4)</sup>의 기술적 개념을 기반으로 한다. 이 방법은 더 정확하게 실제 생산 과정을 반영하여 비재화산출물을 모두 동시에 체계적으로 고려하기 위한 방법으로 Fare 와 Grosskopf (1989)가 최초로 제시하였고, Zhou et al.,(2010)<sup>5)</sup>등 다수의 연구자들이 이 접근방법을 활용하였다. 그러나 환경 생산성을 측정하는 대부분의 선행연구에서 취급하는 radial DEA 모델 개념은 다수의 DMU들이 1이란 동일한 효율성을 가진다는 가정에서 출발하므로 의사 결정 단위(DMUs)간 순위를 정하고 비교할 때 상대적인 차별능력이 약해진다는 문제점이 제기되고 있다 (Choi, 2011). 따라서 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 약공준의 기초하에서 다양한 상대적 효율성의 가능성 곡선을 탄력적으로 수용한 것이 최대치와 최소치를 나타내는 최적의 사례 (Best Practices)를 다차원적으로 이해하고 이들간의 기하학적 평균 개념을 도입한 것이 GML 지수라 할 것이다 (<그림 2> 참조). 여기에서 GML 생산성 지수에서 Global이 의미하는 바는 생산가능곡선의 다양한 형태를 총체적으로 수용하고 있다는 의미라 할 것이다.

2) Charnes A, Cooper WW, Rhodes E., Measuring the efficiency of decision making units. *Eur J Oper Res* 11;2(6). 1978. pp. 429-44.

3) Banker RD, Charnes A, Cooper WW., Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science* Sep.;30(9). 1984. pp. 1078-1092

4) 약 처분 (Weak Disposability): 약 공준이라고도 하며 사회의 총효용이 유지되는 한, 지속가능 발전은 그 타당성이 인정된다고 보는 폭넓은 지속가능성의 시각에서 특정 경제활동의 성과가 환경파괴로 인한 후생적 손실을 감소할 수 있다면 이와 같은 경제성장은 지속가능하다고 보는 것이다. (Yongrok Choi et al., "The risk effective sustainability of policies: the small business credit environment in Korea", *International Journal of Environment and Pollution*, 42:4, 2010. p.320.)

5) Zhou P, Ang BW, Han JY. Total factor carbon emission performance: A malmquist index analysis. *Energy Econ* 1;32(1):2010. pp. 194-201.



### Ⅲ. 녹색 생산성의 다양한 접근과 GML 지수 도출

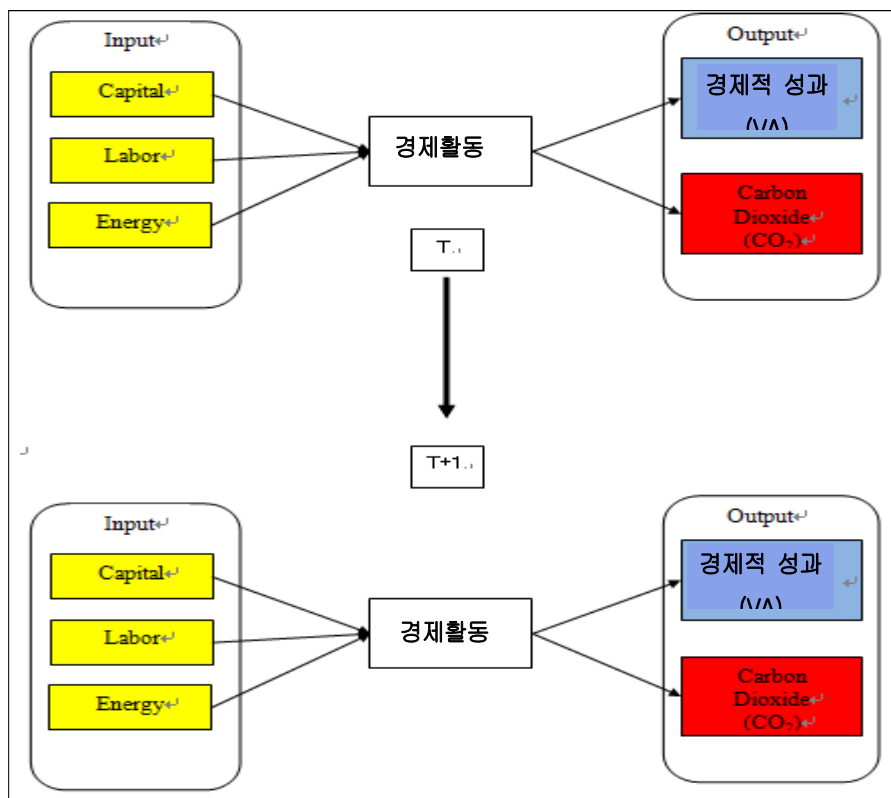
#### 1. 선행연구의 비교분석

ML 또는 GML지수에 기초한 선행연구들은 <표 1>에 나타난 것과 같이 비교적 적어 복잡적이고도 체계적인 연구모형의 도입은 어려운 실정이다. 표에서 나타난 바와 같이 대부분의 연구가 국가별, 또는 지역별 거시적인 비교분석이며 시간의 경과에 따라 대부분 전통적인 생산성 (PC)은 물론, 기술적 효율성 (EC)과 기술격차의 축소 및 기술향상 (TC)에서 양호한 성과를 보이고 있다. 이와 같은 경향은 대만의 공항들을 비교분석한 Yu et al. (2008)의 논문에서 가장 두드러지게 나타나고 있으며 전통적인 생산성의 증가와 더불어 환경에의 오염이 감소될 수 있다는 가능성을 제시함으로써 한국 정부가 주도하고 있는 전세계 녹색성장의 타당성을 크게 뒷받침하고 있다고 할 것이다. 그러나 이들 제반 연구들이 대부분 선형함수나 비실행가능성 (Infeasibility)와 같은 다양한 전제나 제약조건하에서 이루어진 까닭에 그 시사점 역시 내재적인 한계가 높은 것도 사실이다. 따라서 이들 연구가 갖는 다양한 제약조건을 최소화하기 위하여 다차원 생산가능함수의 동시적 분석을 통하여 최대치와 최소치가 다양하게 제시될 수 있는 Meta-frontier방식의 GML 녹색생산성 지수는 생산성이 감소될 수도 있다는 양면적인 탄력성과 앞에서 제시된 생산성지수 분해 방식에 의한 요인분석을 제시하여 이들 선행연구와의 결과를 용이하게 합은 물론 현장 및 성과지향적인 시사점을 유도할 수 있는 장점을 갖고 있다고 할 것이다.

<표 1> (녹색)생산성 지수관련 선행연구의 비교

| 연구자 연구대상                    |  | PC             | EC             | TC             |
|-----------------------------|--|----------------|----------------|----------------|
| Chung et al. (1997)         | 39 Swedish paper mills (1986-1990)                               | 1.051          | 0.968          | 1.088          |
| Färe et al. (2001)          | 48 US states manufacturing sectors (1974-1986)                   | 1.036          | 1.004          | 1.032          |
| Kumar (2006)                | 41 countries (1971-1992)   | 1.000          | 0.999          | 1.000          |
| Weber and Domazlicky (2001) | 48 US states (1988-1994)   | 1.014          | -              | -              |
| Yu et al. (2008)            | 4 Taiwanese airport (1995-1999)                                  | 1.471          | 1.047          | 1.361          |
| Yörük and Zaim (2005)       | 28 OECD countries (1985-1998)                                    | 1.095          | 1.028          | 1.065          |
| Jeon and Sickles (2004)     | 17 OECD countries (1980-1990),<br>11 Asian countries (1980-1995) | 1.012<br>0.996 | 1.002<br>0.999 | 1.010<br>0.998 |

<표 1>에 제시된 다양한 선행연구에서 공통적으로 사용되는 변수들을 대상으로 녹색생산성의 명료한 분석을 위하여 본 연구의 모형은 가장 단순한 생산함수에 기초하고자 한다. <그림 2>에서와 같이 녹색생산성을 위한 투입요소로는 자본과 노동, 그리고 친환경적 에너지 사용의 척도로서 에너지의 3가지를 설정하는 것이 가장 일반적인 형태이며, 이에 따른 산출물 역시 기존의 생산성에서 다루고 있는 경제적 성과와 환경에의 영향을 대변하는 탄소배출량으로 설정하는 것이 바람직하다. 물론 전통적인 생산성에서 다루는 경제적 성과에는 사업 규모 (생산 및 판매규모)와 부가가치 및 취업률의 증가 등이라 할 것이나 (Choi & Lee, 2010), 연구의 편의상 가장 대표적인 산업활동의 부가가치를 긍정적인 경제적 성과의 대변수 (Proxy variable)로 정의하고자 한다. 이와 같은 투입-산출모형을  $t$ 기와  $t+1$ 기에 순차적으로 적용하여 각각의 최적 성과 (DMUs)에 기초한 기술적 효율성의 변화와 기술격차의 축소정도 및 그 원인변수들을 추적함으로써 전체적인 녹색생산성의 시계열적 분석을 완성하게 된다.



<그림 2> GML 녹색생산성 지수 결정 모형(예시)

## 2. GML지수의 유도

환경오염을 최소화하면서 동시에 경제성장의 성과를 극대화하기 위한 “녹색성장”을 위한 연구는 다양한 시각에서 추진되어 왔다. 특히 이와 같은 친환경 녹색성장의 실질적인 지표로서 녹색생산성에 대한 연구는 환경경제, 지속가능 경영의 핵심적인 의제로 자리매김하게 되었다. 녹색생산성은 경제활동에 따른 번영의 성과와 더불어 생활수준의 향상 및 외부경제효과를 통한 국가의 환경친화적 경쟁력을 확보하는데 매우 중요한 의미를 갖기 때문이다. 대부분의 이와같은 녹색생산성 관련 연구는 따라서 계량적 연구에 기초하고 있으며 특히 초기에는 단순한 설문분석에 입각한 주관적 응답내용을 중심으로 하는 구조방정식모형 (SEM, Structural Equation Model)에 근거한 바 있지만 2000년대에 들어오면서 보다 객관화된 기업들의 투입 및 산출 결과물을 응용한 다양한 계량적 시도와 더불어 첨단 연구방법들이 속속 도입되고 있다.

한편, 앞에서 제시된 <표 1>에 나타난 바와 같이 대부분의 녹색생산성 관련 연구들은 기본적으로 특정경제주체인 대상기업 (DMU, Decision Making Unit)들의 투입요소 및 산출요소와 같은 객관적 자료들을 활용하여 에너지를 포함, 최소의 투입요소로 최대의 경제적 성과와 CO<sub>2</sub>로 대표되는 최소한의 환경적 오염을 동시에 가져오는 다차원 모형의 최적점 (Saddle points)을 생산가능곡선 (PPC, Production Possibility Curve)의 한계치로 보고 이들로부터의 상대적인 효율성을 분석하는데 주력해 왔다. 이와 같은 시각에서 이들 최적점을 선형으로 연결하고 원점으로부터의 거리에 의해 상대적인 거리를 측정하는 DEA (Data Envelope Analysis)에 기초하여 Chung et al. (1997)에 의한 최초의 녹색생산성지표인 ML지수 (Malmquist-Luenberger Index)가 개발된 이후 다양한 연구가 진행되었다<sup>6)</sup>. DEA에 기초한 이들 연구의 특성은 사전에 측정된 생산가능곡선을 이론적으로 도출하고 투입 및 산출간의 생산함수에 기초한 생산성을 추정하는 모수적 방법 (Parametric approach)에 비하여 보다 탄력적으로 다양한 관계를 사전 제약 없이 추정할 수 있다는 장점이외에 특히 경제적 성과와 환경에 미치는 부정적 영향과 같은 상호 갈등적인 산출요소간의 관계를 함께 분석할 수 있다는 점에서 크게 각광을 받아왔다.

ML지수에 기초한 녹색생산성 분석은 다양한 <표 1>과 같이 다양한 국가와 산업 분야에서 널리 응용되며 상대적인 효율성을 통해 타당성있고 지속가능한 발전방향을 제시하는데 커다란 기여를 해왔으나 이와 같은 조사대상의 다양한 속성 (Categorical Heterogeneity)을 사전에

6) Rolf Fare의 제자인 Chung은 1997년 박사논문을 통해 처음에 방향 거리함수DDF(directional distance function)와 Malmquist지수 결합해서 환경오염변수를 고려한 생산성지수를 개발하여 ML지수라고 정의하였다.

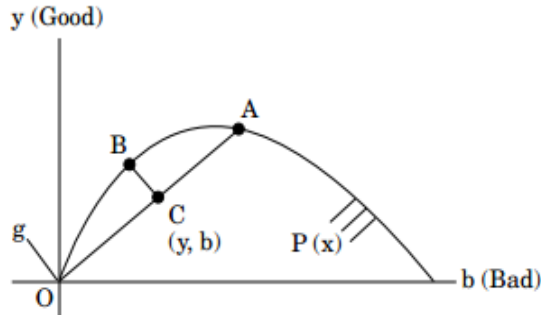
고려할 수 없다는 약점을 갖고 있었다. 각 기업별, 또는 운송산업별, 국가별 기술적 특성이나 생산가능곡선 형태의 다양성을 감안하지 않고 단일한 생산가능곡선을 추정하는 기존의 ML 지수에 의한 녹색생산성분석은 따라서 지나치게 추상적이고 구체적인 현상의 다양성을 왜곡한 결과를 초래할 가능성이 매우 높다는 것이 치명적인 약점으로 등장하면서 이들 조사대상의 그룹별 특성을 감안한 보다 다양하고 탄력적인 녹색생산성의 상대적 비교를 위해 등장한 것이 총체적 ML지수 (Global Malmquist-Luenberger Index, GML)인 것이다. 따라서 본 연구에서는 다양한 선행연구의 비교분석에서 나타난 사전 제약조건들이나 생산함수의 동차성 등과 같은 내재적 한계를 극복하고 보다 구체적인 현장 지향적이며 연구성과가 주는 시사점이 갖는 강점을 통해 한국의 운송산업을 한 차원 높은 선진화된 친환경산업으로 재편하기 위한 기업차원의 경쟁력과 정부정책의 지원방향에 대한 경쟁력 활성화방안을 제시하는데 탁월한 기여를 할 것으로 사료된다.

본 연구의 핵심적인 연구방법인 GML 연구접근 방법을 설명하기 위하여 먼저 ML 녹색생산성지수의 기본원리를 설명하면 다음과 같다. 투입요소  $x$ 에 대한 경제적 성과 ( $y$ )와 이로 인한 환경 오염 ( $b$ )간의 관계를 최적의 기업성과와 비교한 생산가능곡선은 다음과 같이 선형거리함수 (Distance Function, DF)로 표시된다.

$$D_a(x, y, b) = \inf\{\theta : ((y, b)/\theta) \in P(x)\}. \quad \text{----- (1)}$$

이를 Shephard의 거리함수라 하는데 <그림 3>에서와 나타난 예를 들어 설명하면 원점에서 의 거리로 볼 때 최적의 성과를 낸 A점에 비하여 비효율적인 C점의 상대적 비효율성은 거리 (C-A)로 측정된다. 그러나 이와 같은 거리함수는 생산가능곡선의 형태를 무시한 선형함수이므로 엄밀한 의미에서 비효율적인 점 C에서 볼 때 A점보다는 B점과의 상대적인 거리 (B-C)가 보다 적은 환경오염 ( $b$ )와 보다 많은 경제적 성과 ( $y$ )를 가져온다는 점에서 적합하다고 볼 것이다. 이를 식으로 나타내면 식 (1)의 최소화 문제는 식 (2)의 최대화 문제로 바뀌게 되는데 이를 방향거리함수 (Directional Distance Function, DDF)라 한다.

$$\vec{D}(x, y, b; \vec{g}_y, \vec{g}_b) = \max\{\beta : (x, y + \beta \vec{g}_y, b - \beta \vec{g}_b) \in P\} \quad \text{----- (2)}$$



<그림 3> 거리함수 및 방향거리함수

방향거리함수와 전통거리함수의 관계를 살펴보면 식 (3)과 같이 상호 역관계에 있음을 알 수 있다. 이는 <그림 3>에 나타난 바와 같이 CA간의 거리가 길어질수록 (최소화), CB간의 거리가 짧아지는 (최대화) 효율성 향상의 의미와 동일하다는 것을 말한다.

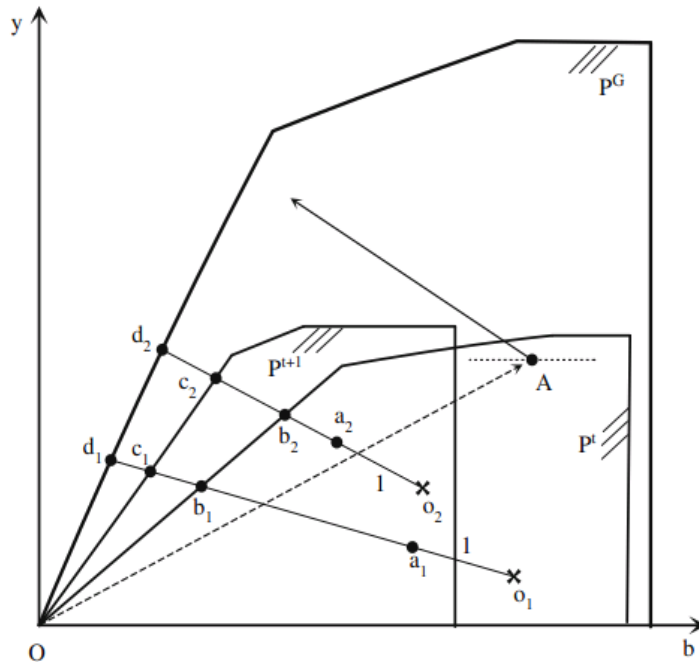
$$\begin{aligned}
 \vec{D}_o(x, y, b; y, b) &= \sup\{\beta: D_o(x, (y, b)) + \beta(y, b) \leq 1\} \\
 &= \sup\{\beta: (1 + \beta) D_o(x, y, b) \leq 1\} \\
 &= \sup\{\beta: \beta \leq \frac{1}{D_o(x, y, b)} - 1\} \\
 &= 1/D_o(x, y, b) - 1.
 \end{aligned}
 \quad \text{--- (3)}$$

식 (3)의 거리함수 및 방향거리함수와의 관계로 살펴본 생산성 분석에 기초하여 t기와 t+1 간의 시간적 경과에 따른 ML생산지수는 식 (4)와 같이 도출된다.

$$\begin{aligned}
 ML^{t+1}(x^t, y^t, b^t, x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}) &= \left[ \frac{1 + D^t(x^t, y^t, b^t)}{1 + D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})} \times \frac{1 + D^{t+1}(x^t, y^t, b^t)}{1 + D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})} \right]^{1/2} \\
 &= \frac{1 + D^t(x^t, y^t, b^t)}{1 + D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})} \times \left[ \frac{1 + D^{t+1}(x^t, y^t, b^t)}{1 + D^t(x^t, y^t, b^t)} \cdot \frac{1 + D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})}{1 + D^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})} \right]^{1/2} \\
 &= \frac{TE^{t+1}}{TE^t} \times [TG_t^{t+1} \cdot TG_{t+1}^{t+1}]^{1/2} \\
 &= EC^{t+1} \times TC^{t+1},
 \end{aligned}
 \quad \text{--- (4)}$$

식 (4)는 단일화된 생산가능곡선에 입각한 상대적 효율성을 분석하는 전통적인 ML이므로 여기에 그룹별 기술적, 환경 및 제도적 특성을 감안한 GML지수는 앞에서 제시된 <그림 3>과 같이 보다 다양한 방향거리함수로 측정되며 이는 앞에서 서술된 바와 같다 (Pastor and

Lovell, 2005). 이와 같은 ML지수와 앞에서 설명한 약공준의 기초하에서 다양한 상대적 효율성의 가능성 곡선을 탄력적으로 수용한 것이 GML 생산성지수로서, 최대치와 최소치를 나타내는 최적의 사례 (Best Practices)를 다차원적으로 이해하고 이들간의 기하학적 평균 개념을 도입한 것이 GML 지수라 할 것이다 (<그림 4> 참조). 여기에서 GML 생산성 지수에서 Global이 의미하는 바는 생산가능곡선의 다양한 형태를 총체적으로 수용하고 있다는 의미라 할 것이다.



자료 출처: Oh, Dong-hyun (2010), "A Global Malmquist-Luenberger Productivity Index", J. of Prod. Anal., 34: 183-197

<그림 4> GML 생산성 지수의 개념적 이해

<그림 4>에 나타난 바와 같이 투입요소  $x$ 와 경제적 성과  $y$  및 비경제적 영향 (환경오염)  $b$ 의 최적 벡터를 기준으로 각각의 시간적 차이에 따른 기하평균적 효율성이라 할 수 있는 GML지수는 다음과 같이 구성된다.

$$\begin{aligned}
 & \text{GML}^{t,t+1}(x^t, y^t, b^t, x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}) \\
 &= \frac{1 + D^G(x^t, y^t, b^t)}{1 + D^G(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})} = \frac{1 + D^t(x^t, y^t, b^t)}{1 + D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})} \\
 & \times \left[ \frac{(1 + D^G(x^t, y^t, b^t))/(1 + D^t(x^t, y^t, b^t))}{(1 + D^G(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}))/ (1 + D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}))} \right] \\
 &= \frac{\text{TE}^{t+1}}{\text{TE}^t} \times \left[ \frac{\text{BPG}_{t+1}^{t,t+1}}{\text{BPG}_t^{t,t+1}} \right] \quad \text{--- (5)} \\
 &= \text{EC}^{t,t+1} \times \text{BPC}^{t,t+1},
 \end{aligned}$$

GML지수를 분해하여 얻은  $\text{TE}^t$ 는  $t$ 시점에 측정된 기술적 효율성 (technical efficiency)을 말하며, 따라서  $\text{EC}^{t,t+1}$ 는 두 기간에 걸쳐 변화된 기술적 효율성의 증가율 (The efficiency change term)을 말하고 이 증가율이 1보다 큰 경우, 효율성의 증가 즉 최적의 성공사례에 의해 얻어진 가능성곡선의 경계에 보다 가까워졌다는 것을 의미한다. 한편 식의 오른쪽  $\text{BPG}^{t,t+1}$ 는 주어진 시점  $t$ 에 최상의 기술적 사례와 시공을 초월해 원점으로부터 동일선( $y_s, b_s$ )상에 있는 최상의 기술적 사례간의 기술격차를 말하며 따라서  $\text{BPC}^{t,t+1}$ 은 두 기간에 걸쳐 기술적 효율의 변화로 나타낸 최적점과의 기술적 격차를 의미한다 (Oh, 2011).

따라서 구성요소의 분해에 의해 제시된 GML 생산성 지수는 결국 시간의 경과에 따른 녹색생산성의 변화와 최적의 기술적 사례에 근접해지는 기술격차의 향상으로 나타나며 이에 따라 녹색생산성과 단순한 경제적 효율성을 비교분석하는데 용이할 뿐 아니라 기술적 격차의 분야별 원인을 추출해냄으로써 최적의 사례에 기초한 시사점과 대응방안의 도출이 명료하고 체계적이라는 점에서 그 이론적 설득능력과 현장에서의 전략적 활용능력이 매우 높다고 할 것이다. 특히 본 연구에서 사용하고 있는 GML지수방식은 경제적 성과와 환경에의 오염을 동일 차원에서 수용하는데서 오는 다양한 사전 제약조건을 크게 완화하여 보다 탄력적이면서도 이론적 타당성을 크게 높였다는 점에서 학술적 가치가 매우 양호하다고 할 것이다.

## IV. 결론

본 연구는 한국정부가 주도하고 있는 전세계 친환경 녹색성장의 실질적인 경쟁력을 강화하기 위한 경제활동과 이에 따른 비경제적인 환경적 피해를 조화롭게 분석하기 위한 통합적인 연구접근 방법의 체계적인 연구 동향과 이에 기초한 패러다임을 제시하는 데 그 목적이 있다고 할 것이다. 본 연구가 갖는 의미 중에서 특히 중요한 것은 방법론적인 이론적, 학술적 가치와 이를 기초로 하는 현장지향적 성과의 도출에 다음과 같은 기대효과를 갖고 있다고 할 것이다.

첫째로 GML지수에 의한 앞으로의 실증분석은 그동안 영세성에서 벗어나지 못하여 친환경 녹색성장을 위한 정부의 정책적 지원과 이에 따른 친환경적 녹색성장의 경제적 성과간의 괴리를 정확하게 분석하고 이를 기초로 구체적이고도 실현가능성이 높은 정책대안 및 경영전략을 제시함으로써 성과지향적인 가치가 높다고 할 것이다. 둘째로 한국경제에서 분석적으로 시도된 바 없는 기술적 특성이나 경영적 환경에서 오는 생산성의 다양한 문제를 비교분석적으로 찾아내어 그 대응방안을 제시함으로써 무엇보다 현장과의 괴리감이 없는 실질적인 경쟁력 강화방안이 산업별로 구체적으로 제시된다는 점에서 현장지향적인 가치가 높다고 할 것이다. 셋째로 그동안 거의 시도된 바 없는 최신의 연구모형을 적용하여 그 타당성을 인정받음으로써 전세계에서 가장 앞선 녹색성장과 녹색생산성의 새로운 접근방법을 제시함으로써 연구역량의 강화와 더불어 한국의 연구실적을 세계에 알리는 학술적 가치 역시 매우 높다고 할 것이다. 넷째로 이와 같은 연구접근 방법에 기초한 추후 전개될 실증분석 결과는 최신 연구방법을 공유하고 녹색생산성 지수의 우수성을 알리는 홍보효과를 크게 높임으로써 전 국가적인 친환경 녹색성장의 타당성과 그 방향을 제시함으로써 친환경 경영환경을 조성하는 연구의 확산, 홍보효과가 매우 높다고 할 것이다.

그럼에도 불구하고 본 연구가 갖는 한계는 새로운 녹색생산성의 계량적 가능성을 체계적으로 검토한 탐색적 연구의 속성에서 오는 실증분석의 뒷받침이 없다는 점이다. 이 점은 본 연구에 기초하여 실제적인 프로그래밍을 통해 새롭게 해결해야 할 문제로서 이미 다른 분야에서 시도된 바 있다는 점에서 실증분석에 커다란 문제는 없겠으나 상당한 시행착오를 거쳐야 한다는 점에서 가장 시급한 과제라 할 것이다. 아울러 본 연구의 모형에서 나타난 변수들의 그룹별 특성을 감안한 한국형 다차원 녹색생산성 실증분석을 유도하기 위한 한 차원 높은 실증분석이 뒤따라야 할 것이다. 이를 위해서는 운송분야나 발전분야와 같이 환경적 영향을 많이 받는 산업을 중심으로 에너지를 포함한 투입요소와 경제적 성과 및 환경에의 영향



을 산출변수로 하는 다차원 GML지수의 실증분석이 추가되어야 할 것이고, 이를 통하여 구체적인 한국경제의 신성장동력의 전략적 개발방안을 도출할 수 있을 것이다. 본 연구는 세계적으로 점증하는 지속가능 통상의제에 부응하여 이와 같은 녹색성장의 실증분석을 위한 체계적인 방향을 제시하였다는 점에 무엇보다 중요한 의미를 갖는다고 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 최용록. “패러다임 전환에 의한 신생산성의 새로운 개념에 대한 연구”, 한국생산성학회, 『생산성논집』19권 2호, 2005. pp.1-16.
- Banker RD, Charnes A, Cooper WW., Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science* Sep.;30(9). 1984. pp. 1078-1092
- Charnes A, Cooper WW, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units. *Eur J Oper Res* 11;2(6), 1978. pp. 429-44.
- Choi, Y. “Green management of logistics enterprises and its sustainable performance in Korea”, *African Journal of Business Management*, 6:4, 2012. pp.1475-1482.
- Choi, Y. “Does Proactive Green Logistics Management Improve Business Performance? A Case of Chinese Logistics Enterprises”, *African Journal of Business Management*, 5:17, 2011. pp.564-7574.
- Choi, Y. “THE EFFICIENCY OF MAJOR PORTS UNDER LOGISTICS RISK IN NORTHEAST ASIA”, *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, Vol.28. No.1. 2011. pp.111-123.
- Choi. Y Lee E., “The risk-effective sustainability of policies: the small business credit environment in Korea”, *International Journal of Environment and Pollution*, 42:4, 2010. pp.317-329.
- Chung, Y.H., Färe, R., Grosskopf, S. Productivity and undesirable outputs: a directional distance function approach. *Journal of Environmental Management* 51, 1997. pp.229-240
- Dong-hyun Oh, A global Malmquist-Luenberger productivity index, *J Prod Anal* (2010) 34. 2011. pp.183-197
- Fare R. Grosskopf S. Lovell C.A.K. and Pasurka C. Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: a nonparametric approach. *The Review of Economics and*

- Statistics*. 71. 1989. pp.90-98
- Fare R, Grosskopf S, Pasurka CA Jr. Accounting for air pollution emissions in measures of state manufacturing productivity growth. *J Reg Sci* 41, 2001. pp.381-409
- Kumar S. Environmentally sensitive productivity growth: a global analysis using Malmquist-Luenberger index. *Ecol Econ* 56. 2006. pp.280-293
- Li M. Decomposing the change of CO2 emissions in China: A distance function approach. *Ecol Econ*, 70. 2010. pp.77-85.
- Oh, Dong-hyun, "A Global Malmquist-Luenberger Productivity Index", *J. of Prod. Anal.*, 34. 2010. pp.183-197
- Pastor J, Lovell C. Circularity of the Malmquist productivity index. *Econ Theory* 33. 2007. pp.591-599
- Wang Q, Zhou P, Zhou D. Efficiency measurement with carbon dioxide emissions: The case of China. *Appl Energy*, 90. 2011. pp.161-6.
- Weber W, Domazlicky B. Productivity growth and pollution in state manufacturing. *Rev Econ Stat* 83. 2001. pp.195-199
- Wei YM, Liao H, Fan Y. An Empirical Analysis of Energy Efficiency in China's Iron and Steel Sector. *Energy*, 32. 2007. pp.2262-70.
- Yeh T, Chen T, Lai P. A comparative study of energy utilization efficiency between Taiwan and China. *Energy Policy*, 38. 2010. pp.2386-94.
- Yoruk BK, Zaim O. Productivity growth in OECD countries: a comparison with Malmquist indices. *J Compar Econ* 33. 2005. pp.401-420
- Yu MM, Hsu SH, Chang CC, Lee DH. Productivity growth of Taiwan's major domestic airports in the presence of aircraft noise. *Logist Transp Rev* 44. 2008. pp.543-554
- Zhang B, Bi J, Fan Z, Yuan Z, Ge J. Eco-efficiency analysis of industrial system in China: A data envelopment analysis approach. *Ecol Econ*, 68. 2008. pp.306-16.
- Zhou P, Ang BW, Han JY. Total factor carbon emission performance: A malmquist index analysis. *Energy Econ* 1;32(1). 2010. pp.194-201.
- IPCC (2006), IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, available at [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2\\_Volume2/V2\\_2\\_Ch2\\_Stationary\\_Combustion.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf)

## ABSTRACT

## A Methodological Approaches on the Global Green Growth

Choi, Yongrok\*

Recently, the global paradigm on the economic structure has been changed from the price-oriented borderless competition toward the sustainable quality movement due to the ever-increasing global warming and environmental issues. Since Korea hosted the global 20 summit in 2010, it has promoted the green growth policies and asked for the other countries to participate in. Unfortunately, it is not easy to figure out the green growth or green productivity because the economic performance has a side effect of environmental pollution such as CO<sub>2</sub> emission. This paper aims to analyzes the methodological comparison for all the related issues with green productivity and suggests the new paradigm of global Malmquist-Lundberger index (GML) as the most flexible field and performance-oriented criteria to measure the green productivity.

**Key Words** : Global Malmquist-Luenberger Index (GML), Directional Distance Function (DDF), Green Growth, Sustainable Development, Green Productivity

---

\* Professor, Inha University (yrchoi@inha.ac.kr)