

선진국 NAMEA 비교분석에 의한 한국 NAMEA 작성과 환경원단위 분석*

김충실** · 이현근***

요 약

이 논문은 화폐단위의 국민경제계정행렬과 물적단위의 환경계정이 통합되어 있는 환경계정을 포함한 환경경제국민계정행렬(National Accounting Matrix including Environmental Accounts: NAMEA)을 작성하였다. NAMEA는 한국의 2007년 기준 산업연관표 및 환경통계를 기반으로 9개의 국민계정 항목, 10개의 환경오염물질과 3개의 환경주제를 포함한다. NAMEA를 이용하여 환경주제의 산업별 기여도를 분석한 결과 온실효과는 전력가스 및 수도업(20.4%)이, 산성화효과는 농림수산물(27%)이, 폐기물은 건설(57%)이 가장 높은 비중을 차지하였다. GDP에 기반한 직접적 환경원단위를 분석한 결과 온실효과는 비금속광물제품(18.05)이, 산성화효과는 농림수산물(10.3)이 그리고 폐기물은 광산물(26.6)이 가장 높은 것으로 나타났다. 산업연관분석 방법을 고려한 간접적 환경원단위를 분석한 결과 온실효과는 광산물(15.54)이, 산성화효과는 광산물(9.53)이 그리고 폐기물은 제1차 금속제품(13.18)이 가장 높은 것으로 분석되었다. 이러한 연구결과는 향후 경제정책이 환경에 미치는 영향 또는 환경정책이 경제에 미치는 영향 등의 분석과 기후변화 관련 정책결정에 중요한 기초자료가 될 것이다. 특히, NAMEA는 기후변화 관련 분석 모형에서 하향식 접근법에 따른 모형에 적용이 가능할 것으로 판단된다.

* 본 연구는 2010년도 산학협동재단 학술연구비 지원과 2010년도 지식경제부의 재원으로 한국 에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.(No. 20094010200010)

** 경북대학교 농업경제학과 교수(주저자). chskim@knu.ac.kr

*** 경북대학교 대학원 농업경제학과 박사수료(교신저자). french7200@naver.com

주요 단어 : NAMEA, 산업연관분석, 환경원단위, 국민경제계정행렬, 환경계정,
환경주제
경제학문헌목록 주제분류 : E1, Q2

I. 서 론

세계 각국은 기후변화협약과 교토의정서 채택에 이어 제13차 당사국총회에서 발리로드맵(post-2012 협상 Framework)을 채택함으로써 기후변화협약에 대하여 선진국과 개도국을 광범위하게 참여시키는 계기를 마련하였다. 현재 비부속서 I 국가로 분류되어 있는 우리나라는 2차 공약기간(2013~2017년) 중 온실가스 의무 감축대상 국가가 될 것으로 예상되었다. 그러나 제15차 당사국총회의 코펜하겐 합의에 따라서 선진국 수준의 의무감축은 면하게 되었으며, 제16차 당사국총회에서도 개도국 지위를 유지하게 되었다. 이러한 국제적인 흐름과 달리 정부는 지난 2008년에 개도국 중에서는 선도적으로 2020년 BAU 대비 30% 온실가스 감축이라는 국가비전을 발표한 바 있다.

온실가스의 감축은 환경적인 영향에 그치는 것이 아니라 경제 및 사회에 영향을 미친다. 온실가스를 감축하기 위해서는 주로 화석연료의 연소에 의한 온실가스 배출을 저감시켜야 하는데, 이는 경제활동의 위축을 초래하게 될 것이다. 이러한 이유로 기후변화에 따른 온실가스 감축의 영향을 파악하기 위해서 경제와 환경의 상호작용을 통합하여 분석할 수 있는 모형의 필요성이 제기되었다. 또한 분석모형에 필요한 분석자료 즉, 경제와 환경자료를 통합한 환경경제통합 데이터베이스의 구축에 대한 필요성도 동시에 제기되고 있다.

기후변화에 따른 온실가스 감축의 영향을 분석하기 위한 모형¹⁾에 주로 사용하는 자료는 일반적으로 일국가 모형에서는 산업연관표, 산업의 기술 데이

1) 온실가스 감축의 영향분석에 관련된 모형은 크게 Top-down 모형과 Bottom-up 모형으로 구분되고 있다.

터베이스가 사용되고, 다국가 모형에서는 GTAP과 같은 국제 사회회계행렬 데이터베이스가 주로 사용된다. 그러나 경제와 환경자료를 동시에 통합한 형태의 자료를 이용한 국내연구는 거의 찾아보기 어려운 실정이다. 따라서 온실가스 감축의 영향을 분석하기 위한 모형의 기반자료로서 경제와 환경자료를 통합한 데이터베이스의 구축이 필요하다.

경제와 환경자료를 통합한 환경경제국민계정행렬(National Accounting Matrix including Environmental Accounts: NAMEA)은 네덜란드에서 최초로 개념적 설계가 제안되었으며, Mark de Haan, Keuning and Bosch(1994)는 네덜란드의 NAMEA를 최초로 작성하였다. NAMEA는 주로 유럽 국가를 중심으로 작성되었으며, 노르웨이는 1997년부터 “노르웨이 경제환경계정 프로젝트”를 통해서 NAMEA를 작성하였다(Julie L. Hass et al., 2002). 이탈리아는 1999년에 1990년 기준의 NAMEA를 최초로 작성하였으며(A. Tudini and G. Vetrella, 2004), 오스트리아의 경우 1997년에 최초의 NAMEA-air를 발표하였다. 아시아 국가 중에서는 일본이 2001~2003년 사이에 일본 NAMEA를 작성하였고, 현재는 지역기반의 NAMEA를 작성하고 있다. 한국은 2001년부터 환경경제통합계정 및 녹색GDP 추진계획을 수립하여 그 기반을 구축해오고 있으며, 2007년에 단순한 형태의 NAMEA-air를 작성한 바 있다(김중호 외, 2007).

본 연구에서는 온실가스 감축의 영향을 분석하기 위한 모형의 자료이면서 경제와 환경계정을 통합한 환경경제국민계정행렬인 NAMEA의 해외사례를 비교분석하고 이를 반영한 우리나라의 NAMEA 작성과정과 그 결과를 소개하고자 한다. 또한 작성된 NAMEA를 이용하여 산업 및 경제주체별 환경오염 물질 배출의 직접적 기여도를 분석하고, 산업연관분석 방법을 이용한 간접적 기여도를 분석한다. 본 연구의 구성은 다음과 같다. II장에서는 SEEA와 NAMEA의 관계, 세계 주요국의 NAMEA 작성동향을 비교분석하고, III장에서는 세계 주요국 NAMEA 비교분석에 의한 한국 NAMEA 작성과정과 그 결과를 소개한다. IV장에서는 작성된 한국 NAMEA를 이용하여 환경주체의 산업별 비중 및 환경원단위를 분석한다. V장에서는 연구결과를 종합하고 결론을 제시하였다.

Ⅱ. 세계 주요국의 NAMEA 비교분석

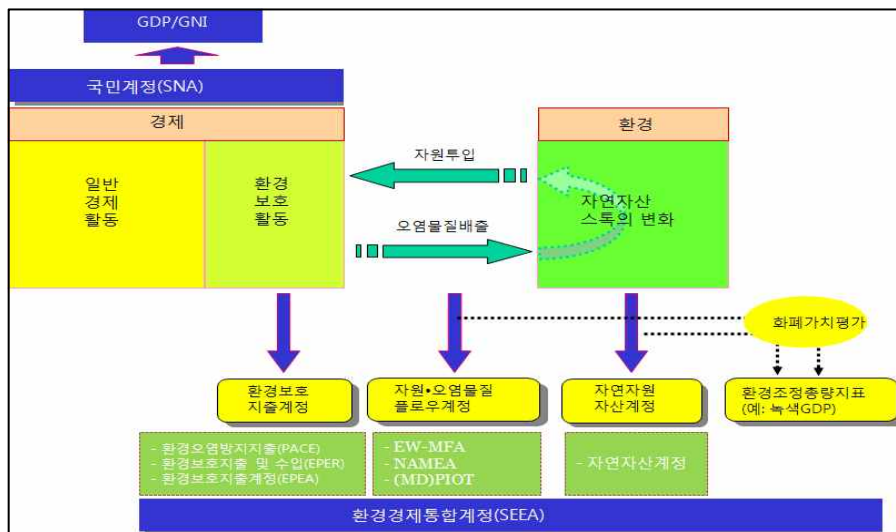
1. SEEA 그리고 NAMEA

자원고갈(resource depletion) 및 환경악화(environmental degradation)와 관련하여 「지속가능한 발전(sustainable development)」의 개념이 대두되었다. 지속가능한 발전의 개념을 보다 구체적으로 정의하기 위해서 세 가지 관점의 접근법이 등장했다. 첫째는 경제와 사회 및 환경을 동시에 파악하고자 한 3축 접근법(three-pillar approach)이다. 이는 경제와 환경의 상호작용은 잘 설명하지만 사회와 경제, 사회와 환경의 상호작용을 설명하기에는 한계를 가지고 있었다. 두 번째는 경제와 사회 시스템을 지구적 환경시스템의 하위 시스템으로 인식하는 생태 접근법(ecological approach)이다. 이는 외부 환경의 변화에 따른 생태계의 반응을 파악하고자 하는 접근방법이다. 세 번째는 자본 접근법(capital approach)인데, 시스템의 설명력이 가장 높은 접근법이다. 자본 접근법은 경제학의 자본 개념을 도입한 것으로써 지속가능한 발전을 위해서는 사회 및 자연 자본(social and natural capital), 인간(human), 생산 제고(stocks of produced) 등을 동시에 파악해야 한다는 관점이다.

UN을 중심으로 개발한 환경경제통합계정체계(System for Integrated Environmental and Economic Accounts: SEEA)에서 가장 많이 다루는 것은 지속가능한 발전의 자본 접근법(capital approach)에 의한 자연자본 흐름의 측정이다. 그러나 SEEA는 특정 관점에 따라 작성된 것은 아니며, 그 자체로도 상당한 가치가 있는 것이다. 이것은 다시 말하면 경제와 환경 자료를 통합하는 거시적 수준의 계정에 대한 SEEA의 초점은 자본 접근법에서 매우 유용하다는 것이다.

SEEA는 다음 [그림 1]과 같이 4가지 모듈 즉, 환경보호지출계정, 자원·오염물질 플로우계정, 자연자원 및 자산 계정, 환경조정총량지표로 구성된다. 환경보호지출계정은 환경의 관리에 대한 기존 국민계정체계(System of National Accounts: SNA)의 구성요소를 포함하고 있으며 주로 기업, 정부와 가계의 환경을 보호하기 위한 지출에 초점을 맞추고 있는 계정이다. 자원·오염물질 플로우계정은 물질과 에너지의 흐름과 관련된 물적 자료로 구성되는 계정이다. 특히 이 계정에서는 물적 개념과 화폐 개념이 어떻게 결합될 수 있는지를 소위 혼합(hybrid) 계정을 통해서 보여주고 있다. 자연자원 및 자산 계정은 물적 및 화폐 개념으로 측정된 환경자산을 나타내는 계정이다. 환경조정총량지표는 기존 SNA가 경제가 환경에 미치는 영향에 대해서 어떻게 조정될 수 있는지를 보여주는 계정이다. 조정방법은 고갈(depletion), 보호적 지출(defensive expenditure), 악화(degradation) 등으로 구분된다.

[그림 1] 환경경제통합계정(SEEA)의 계정체계



자원·오염물질 플로우 계정 중 혼합 계정표의 대표적인 예로 NAMEA가 있으며 이는 물질투입산출표, 산업연관표, 사회회계행렬 등과 대응되는 화폐 계정을 물질 단위의 자연자원 및 생태계의 투입과 부산물 산출을 추가함으로써 나타낼 수 있다. 이러한 NAMEA는 SEEA 작성을 위한 중요한 과정일 뿐만 아니라 경제 및 환경정책의 영향 분석 측면에서도 매우 활용도가 높은 계정으로 알려져 있다.

2. 주요국 NAMEA 작성동향 및 비교분석

가. 네덜란드

네덜란드는 Keuning(1993)이 설계한 개념에 따라 개념적 NAMEA를 1991년에 처음으로 소개하였다(De Boo et al., 1993). 그 후 현재의 NAMEA까지 전반적으로 이 형태를 유지하고 있다. 네덜란드 NAMEA는 다음 <표 1>과 같이 전형적인 국민계정행렬(National Accounting Matrix: NAM)과 환경에 대해 확장된 두 개의 계정인 물질계정(Substance Account) 및 환경주제계정(Environmental Themes)으로 구성되어 있다(Mark De Haan, 2004).

국민계정행렬(NAM)에는 재화·서비스, 소비(가계부문), 생산, 소득발생(부가가치), 소득분배 및 소비, 자본, 조세, 국외계정 등이 집계된 형태로 나타나며 화폐단위로 표시된다. 특히, 제품과 서비스 계정에서는 환경정화서비스(environmental cleansing service)의 공급과 사용을 나타내고 있으며, 환경정화서비스는 다시 외부(external) 및 내부(internal) 환경정화서비스로 구분된다.

물질계정은 대기오염물질, 수질, 폐기물 그리고 천연자원 중 에너지에 대한 물질 흐름으로 구성되어 있으며, 환경주제계정에서는 온실효과, 오존층 고갈, 산성화, 부영양화, 고형폐기물, 폐수, 원유와 천연가스의 고갈에 대한 주제를 다루고 있다. 물질계정과 환경주제계정은 화폐단위의 거래를 나타내지 않지만, 실제로 물질 단위(physical unit)로 관찰된 환경적 압력에 대한 정보를 표시한다.

선진국 NAMEA 비교분석에 의한 한국 NAMEA 작성과 환경원단위 분석

네덜란드 NAMEA에서 각각의 계정들은 균형을 이루고 있다. 균형을 이루기 위한 균형 항목(balancing item)은 총 수입에서 총 지출을 제함으로 얻을 수 있으며 이러한 방식으로 행과 열의 합을 일치시키고 있다. 최근에는 SEEA를 기반으로 하여 환경계정체계를 확장 및 개선하려는 시도가 이루어지고 있다. 이러한 확장 및 개선작업에는 물적 계정, 환경산업 계정, 환경 보조금 계정, 환경 배출권 및 기후변화 계정 등이 포함되고 있다.

〈표 1〉 네덜란드 NAMEA의 행렬구조

계정 (분류)	재화 및 서비스	가계소비	생산 (산업)	소득발생 (부가가치)	소득분배 소비	자본	세금	국외경상	국외자본	물질	환경주제	합계
재화 및 서비스		가계 소비	중간 소비		정부지출 (소비)	총자본 형성		수출				사용
가계소비					가계소비					소비자 오염배출		가계소비
생산	산출 (기초가격)									생산자 오염배출		산출
소득발생 (부가가치)			순 부가가치				부가세	국외수취 비용자 보수				소득원천
소득분배 소비				국민순소득	재산소득 경상이전		조세- 보조금	국외수취 재산소득 경상이전				경상수취
자본			고정 자본		국민 순저축			국외수취 자본이전		오염배출 자연자원 변화		자본수취
재정수지						국민 순채무		국외 순대출				
세금 (유형)	조세-보조 금(제품)		조세-보조 금(기타)		소득세 재산세			국외수취 소득세 재산세				세금지불 (-보조금)
국외경상				국외지급 비용자보수	국외지급 재산소득 경상이전		국외지급 소득세 재산세		경상거래 수지	원경성 오염		국외지급 경상지출
국외자본						국외지 급자본 이전						
물질			생산자 흡수					원경성 오염			환경주제 기여	물질귀착
환경주제						환경 지표						주제 등가물
합계	공급	가계소비	투입	소득귀착	경상 지출	자본 지출	조세수입 (-보조)	경상수취	자본수취	물질기원	주제등가	

주: 음영으로 표시된 부분은 물적 단위(physical unit)로 표현되는 환경계정을 나타내는 것임.
자료: 환경부(2007) 재인용

나. 일본

일본은 국립환경연구소(The National Institute for Environmental Studies: NIES)와 경제사회종합연구소(Economic and Social Research Institute: ESRI)를 중심으로 SNA와 SEEA에 대한 연구를 진행해 오고 있다. 일본의 SEEA 추진 현황은 크게 다섯 단계로 구분할 수 있다. 제 1단계(1992~1994)에는 환경경제통합계정 개발을 위한 기반을 구축하였으며, 제 2단계(1995~1997)에는 환경경제통합계정 추계를 위한 기초 자료를 구축하였다. 제 3단계(1998~2000)에는 폐기물 물량표 작성 및 환경보호지출계정을 작성하였고, 제 4단계(2001~2003)에는 3개년에 대한 일본 NAMEA를 작성하였다. 제 5단계(2004~2007)에는 일부 지역을 대상으로 지역 NAMEA를 개발하였다.

일본 NAMEA는 네덜란드의 NAMEA에 기초하고 있으며 네덜란드에 비해 7가지 새로운 계정을 추가하고 있다. 첫째, 국민계정행렬(NAM) 부문의 자본계정에서 재고품 계정(stock accounts)을 추가하고 있다. 둘째, 가계에 의한 오염배출 뿐만 아니라 정부에 의한 오염배출을 기록하고 있다. 셋째, 토지사용 계정을 추가하고 있다. 넷째, 자연자원 계정에서 석탄, 숲, 물, 어류 항목을 추가하였다. 다섯째, 일본의 천연자원 수입으로 인한 해외의 천연자원 감소를 기록하고 있다. 여섯째, 국내 생산과 수입으로 유발된 숨겨진 물질 흐름(hidden material flows)을 기록하고 있다. 마지막 일곱째, 환경주제계정에서 재고계정을 추가하고 있다.

선진국 NAMEA 비교분석에 의한 한국 NAMEA 작성과 환경원단위 분석

〈표 2〉 일본 NAMEA의 행렬구조

구분	제품 및 서비스	생산	최종 소비	소득 발생	소득의 분배 및 사용	조세	자본	비금융자산			국외		물질 계정	물질의 환경으로의 축적	수입으로 인한 국외 천연자원의 변화	환경 주체	합계
								환경보호 시설	사회적 자본	기타	경상	자본					
제품 및 서비스		중간 소비	최종 소비					총자본형성			수출						
생산	총산출																
최종 소비					최종소비												
소득발생		부가가치계						고정자본소모			국외수취 비용자보수						
소득의 분배 및 사용				순국민 소득		수취 가능 한세					국외수취 소득,경상이전						
조세	수입세	생산세			재산세 소득세												
자본	통계적 불일치				순저축						국외수취 순자본 이전						
비 금융 자산	환경보호 시설																
	사회적 자본						순자본 형성										
	기타																
국외	경상	수입		국외지 급비용 자보수	국외지급 소득, 경상이전												
	자본					해외의 채권 변동				경상외부 수지							
물질																	
합계																	

주: 음영으로 표시된 부분은 물질 단위(physical unit)로 표현되는 환경계정을 나타내는 것임.
자료: Noritoshi Ariyoshi et al.(2003)

일본 NAMEA를 구성하고 있는 계정항목을 보면 <표 2>와 같다. 국민계정 행렬(NAM)에서는 재화 및 서비스(goods and services), 생산(production), 최종소비(final consumption), 소득 발생(generation of income), 소득의 분배 및 사용(distribution and use of income), 조세(taxes), 자본(capital), 비 금융자산(non-financial assets) 그리고 국외부문(rest of the world)으로 구성된다. 물질계정에서는 오염물질(대기, 수질, 폐기물), 천연자원(에너지원, 산림, 물, 수

산자원) 그리고 토지사용(농업용지, 임야, 하천 및 수로, 도로, 주거지역, 기타) 등을 기록하고 있다.

일본 NAMEA도 네덜란드와 마찬가지로 모든 계정이 균형을 이루고 있다. 또한, 네덜란드와 같이 물질이 경제 시스템으로 투입되는 양과 경제 시스템에서 환경으로 배출되는 물질 양의 차이를 “물질의 환경으로의 축적” 계정으로 나타내고 있다. 일본은 이에 더하여 자원을 수입에 의존하는 국가의 특성을 반영하여 “수입으로 인한 국외 천연자원의 변화” 계정도 추가로 기록하고 있다.

다. 이탈리아

이탈리아는 통계청(Istat)을 중심으로 물질흐름계정, NAMEA 그리고 환경보호지출계정 등의 환경계정을 작성해오고 있다. NAMEA는 1990년에서 2007년까지를 대상으로 작성하였으며, 총 31개 산업과 19개의 오염물질을 포함하고 있다.

〈표 3〉 이탈리아 NAMEA의 계정구조

구분	상품	산업	최종소비			폐기물
상품		중간소비	민간소비	자본형성	수출	
산업	산출					폐기물 발생
소비			가계소비			폐기물 발생
자본						폐기물 발생
수입	수입					폐기물 수입
이윤	무역 및 수송마진					
순간접세	보조금공제 후 세금					
부가가치		부가가치				
자연자원		자연자원투입	자연자원소비		자연자원수출	
폐기물		폐기물 재흡수		폐기물매립	폐기물수출	

주: 음영으로 표시된 부분은 물적 단위(physical unit)로 표현되는 환경계정을 나타내는 것임.

자료: Istat(2010)

이탈리아 NAMEA의 계정구조는 <표 3>과 같다. 국민계정행렬(NAM)은 상품, 산업, 최종소비, 자본, 수입, 이윤, 순간접세, 부가가치 등으로 구분하고 있으며, 물질계정은 자연자원과 폐기물 계정으로 구성되어 있다. 이탈리아는 네덜란드와 일본보다는 비교적 단순한 형태를 보이고 있으며, 행과 열이 동일하지 않은 구조를 가지고 있는 것이 특징이라고 할 수 있다.

라. 스웨덴

스웨덴은 1991년 스웨덴 환경계정 위원회의 보고서가 발표된 이후에 통계청, 국립경제연구소(NIER), 환경보호청 등 3개 부처가 공동으로 환경계정을 작성하고 있다. 통계청에서는 물리적 환경계정을 개발하고 국립경제연구소에서는 화폐적 환경계정 작성의 가능성을 조사하며 환경보호청은 환경지수 시스템을 설계하는 등 각각의 임무가 부여되었다. 특히 스웨덴 통계청의 목표는 경제와 환경자료를 연결한 개념적 틀을 개발하는 것이었는데, 1993년에 그 결실을 얻게 되었다.

스웨덴 환경경제계정은 UN의 SEEA와 네덜란드 NAMEA를 기초로 하여 작성되었다. 스웨덴 NAMEA는 환경파괴의 화폐적 가치를 측정하는 화폐적 환경계정을 동시에 작업하였기 때문에 기존의 NAMEA보다는 SEEA에 더 가까운 형태라고 할 수 있다.

스웨덴 NAMEA의 계정구조는 <표 4>와 같다. 스웨덴 NAMEA는 환경압력과 소비활동에 따른 오염물질 배출도 산업 및 공공부문의 자원소비로 간주하고 있는 것이 특징이다. 국민계정행렬(NAM)은 총 16개 산업부문으로 분류하고 있으며, 물질계정은 폐기물을 포함하여 총 6가지를 포함하고 있다.

〈표 4〉 스웨덴 NAMEA의 계정구조

구분	재화 및 서비스	생산활동	생산요소	사적소비	소득의분배및사용	자본형성	해외	총계	오염물질
재화 및 서비스	무역마진	중간투입		사적 소비	공공소비	총 투자	수출	사용	
생산활동	산출							산출	배출
생산요소		임금 및 부가가치					해외에서의 임금		
사적소비					사적소비			사적소비	배출
소득의 분배 및 사용	세금 및 보조금		국민 소득				국내이전		
자본형성		자본 감소			순저축				
해외	수입		해외로의 임금		해외이전	현금계정			배출
총계	총공급	투입		사적소비					
배출						오염 배출	해외오염 배출		

주: 음영으로 표시된 부분은 물적 단위(physical unit)로 표현되는 환경계정을 나타내는 것임.
자료: Hellsten et al.(1999)

마. 세계 주요국의 NAMEA 비교 및 시사점

주요국 NAMEA의 국민계정행렬(NAM) 항목의 차이는 <표 5>와 같다. 네덜란드의 경우 다른 국가와 달리 재화 및 서비스계정, 최종소비 그리고 조세계정에서 환경과 기타 목적으로 구분하고 있다. 이탈리아는 다른 국가와 같이 소득발생과 소득의 분배 및 사용을 별도로 기록하지 않고 있다. 일본은 비금융자산 계정을 별도로 기록하고 있으며 환경보호시설, 사회적 자본 그리고 기타 항목을 포함하고 있다.

〈표 5〉 주요국 NAMEA의 국민계정행렬(NAM) 항목 비교

구분			네덜란드	일본	이탈리아	스웨덴
국민 계정 행렬 (NAM)	재화 및 서비스	환경정화서비스	○	×	×	×
		기타	○	○	○	○
	생산		○	○	○	○
	최종소비	환경목적	○	×	×	×
		기타	○	○	○	○
	소득발생		○	○	×	○
	소득의 분배 및 사용		○	○	×	○
	조세	환경	○	×	×	×
		기타	○	○	○	○
	자본		○	○	○	○
	비 금융자산	환경보호시설	×	○	×	×
		사회적 자본	×	○	×	×
		기타	×	○	×	×
	국외	경상	○	○	○	○
		자본	○	○	×	×

물질계정 부문의 항목 비교는 다음 <표 6>과 같다. 대기부문 중 온실가스는 일본에서는 모두 기록하고 있지만, 유럽 국가들은 HFCs, PFCs, SF6을 포함하지 않고 있다. 오존층 파괴를 일으키는 CFC는 네덜란드와 일본만 포함하고 있으며, 산성화 가스의 경우 이탈리아만 모두 포함하고 있다. 이탈리아의 경우 비소를 포함한 9개의 중금속에 대한 자료를 포함하고 있는 것이 특징이다. 수질, 폐기물 그리고 에너지 관련 물질은 네덜란드와 일본만이 대부분 포함하고 있다. 특히, 일본은 에너지를 제외한 천연자원, 토지이용 그리고 숨겨진 물질 흐름에 대해서 작성하고 있는 것이 특징이다.

〈표 6〉 주요국 NAMEA 물질계정 항목 비교

구분					네덜란드	일본	이탈리아	스웨덴
물질	오염원	대기	온실효과	CO ₂	○	○	○	○
				N ₂ O	○	○	○	○
				CH ₄	○	○	○	×
				HFCs	×	○	×	×
				PFCs	×	○	×	×
				SF ₆	×	○	×	×
			오존층	CFC	○	○	×	×
			산성화	CO	×	×	○	×
				NOx	○	○	○	○
				SOx	○	○	○	○
				PM10	×	×	○	×
				(NM)VOC	×	×	○	○
		NH3		○	○	○	○	
		중금속	비소 외 8종	×	×	○	×	
		수질	질소	○	○	×	×	
			인	○	○	×	○	
			폐수	○	○	×	×	
	폐기물		최종 폐기물	○	○	○	○	
		재사용	○	○	×	×		
	천연자원	에너지	천연가스	○	○	×	×	
			원유	○	○	×	×	
			석탄	×	○	×	×	
		산림	×	○	×	×		
		물	×	○	×	×		
		어류	×	○	×	×		
	토지이용	농경지	×	○	×	×		
		산림 등	×	○	×	×		
		강수 등	×	○	×	×		
도로		×	○	×	×			
주거지		×	○	×	×			
기타 토지		×	○	×	×			
숨겨진 물질 흐름				×	○	×	×	

주요국들의 NAMEA 작성의 목적은 경제와 환경의 상호관계를 파악하기 위한 것이라는 점에서 동일하다고 볼 수 있다. 그러나 국가별로 관심 있는 환경문제나 자료의 이용가능성에 따라서 NAMEA 계정의 구성이 상이한 것을 볼 수 있다. 한편 대기오염물질, 수질, 폐기물 그리고 에너지와 관련된 계정은

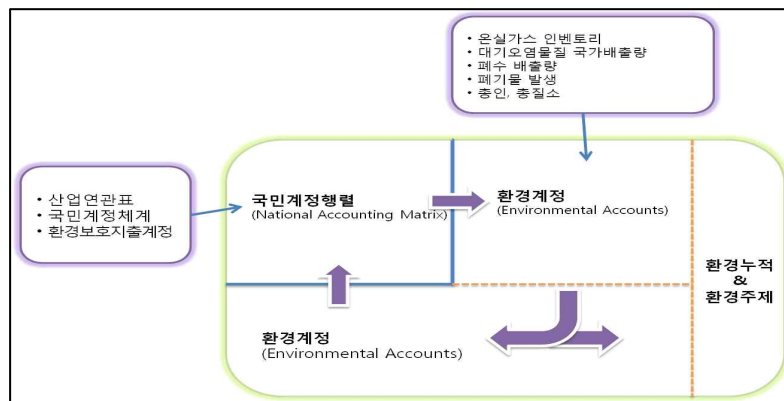
국가별로 유사한 것을 볼 수 있으며, 국가간 비교를 위해서는 우리나라도 NAMEA를 작성할 때 이러한 점이 반영되어야 할 것이다. 김종호 외(2007, 2010)의 연구에서 한국의 NAMEA-air를 편제하였으나 대기부문만 포함하고 있으며, 선진국과 같이 더 많은 자료가 포함되어야 할 것으로 판단된다.

Ⅲ. 한국 NAMEA 작성과정 및 결과

1. 개념적 논리

NAMEA는 경제와 환경 사이의 화폐 및 물질의 흐름을 종합적으로 기록하는 표이다. 따라서 NAMEA를 작성하기 위해서는 다양한 자료원이 필요하며, 이러한 자료들을 적절하게 모으거나 새롭게 구성함으로써 NAMEA를 종합적으로 작성할 수 있다. NAMEA의 개념도는 다음 [그림 2]와 같다.

[그림 2] NAMEA 개념도



자료: 연구자 작성

2사분면에는 국민계정행렬(NAM)이 위치하고 있으며, 이를 위하여 산업연관표(I/O table), 국민계정체계(SNA), 환경보호지출계정(EPEA) 등이 필요하다. 1사분면, 3사분면 그리고 4사분면은 환경계정(EA)을 나타내고 있으며, 이를 위하여 국가 온실가스배출량, 대기오염물질 국가배출량, 폐수, 폐기물, 총인·총질소 등에 대한 자료가 필요하다.

환경계정 중 1사분면은 2사분면의 경제활동으로 인한 각종 오염물질의 환경으로의 배출을 나타내고 있으며, 3사분면은 배출된 오염물질 중 일부가 재처리·재활용 등의 형태로 경제활동으로 다시 투입되는 것을 나타낸다. 가장 우측에 있는 환경으로의 누적(accumulation)은 환경으로 배출된 것 중 경제활동으로 투입되고 남은 양으로써 환경으로 순배출(net emission)되는 것을 의미하고, 이것은 다시 지구온난화와 산성화와 같은 국가 및 지구적 환경주제로 통합하여 나타낼 수 있다.

2. 기초자료 및 작성과정

NAMEA에서 국민계정행렬(NAM)은 일반적으로 국민소득 통계를 이용한다. 그러나 네덜란드, 노르웨이 그리고 일본의 경우 산업연관표를, 이탈리아의 경우는 공급사용표를 기초자료로 이용하고 있다. 본 연구에서는 세계 주요국의 방법을 따르면서 추후 산업연관분석이나 SAM 분석이 가능한 산업연관표를 기초자료로 사용하였다. 환경통계는 자료의 이용가능성 여부에 따라 이용범위가 달라지는데, 본 연구에서는 국가 온실가스배출량, 일반대기오염물질 국가배출량, 전국 폐기물 발생 및 처리현황 등 3가지의 통계자료를 사용하였다. 산업연관표와 환경통계자료의 기준년도는 2007년이다²⁾.

2) 일반 대기오염물질 배출량 통계가 2006년까지는 유럽 CORINAIR 분류체계(SNAP 97)를 따라 작성되었으나, 2007년부터는 신규 배출원을 추가하고 기존 배출계수를 개선하는 등 국내 현실에 맞춰 배출원 분류체계를 변경하였다. 따라서 본 연구에서는 이러한 현실을 반영하여 최초로 2007년을 기준년도로 설정하였다.

가. 국민계정행렬(NAM) 작성과정

본 연구에서는 국민계정행렬(NAM) 작성을 위해서 통합대분류인 28부문 산업연관표를 이용하였으며, 산업연관표에서 알 수 없거나 행과 열의 합을 맞추기 위한 재산 및 소득세, 국외순수취요소소득 그리고 고정자본소모에 관한 자료는 국민계정체계 통계를 이용하였다.

국민계정행렬(NAM)은 크게 상품, 생산, 최종소비, 소득발생, 소득의 분배 및 사용, 세, 자본, 비금융자산 그리고 국외의 9개 부문으로 구성되었다. 상품 및 생산부문은 28개로 구분하였으며, 최종소비는 민간소비와 정부소비로 구분하였다. 비금융자산은 민간, 정부, 재고증가로 구분되고 국외부문은 경상과 자본으로 구분된다.

나. 물질계정 작성과정

물질계정에서 사용되는 자료는 국가온실가스배출량, 대기오염물질 국가배출량, 전국 폐기물 발생 및 처리현황 통계이다. 환경 통계의 부문분류는 산업연관표의 산업분류와 정확히 일치하지 않기 때문에 각종 배분방법을 이용하여 환경통계를 산업연관표상 해당부문에 연결하는 작업이 필요하다.

국가 온실가스배출량은 IPCC의 온실가스 인벤토리에 근거해서 작성되고 있으며 에너지경제연구원, 에너지관리공단 그리고 농촌진흥청에서 산정한 배출량을 에너지경제연구원에서 총괄 작성하고 있다. 국가 온실가스 배출량의 인벤토리는 크게 6가지로 구분되는데, 에너지, 산업공정, 솔벤트 및 기타제품 소비, 농업·축산, 토지이용 변경 및 임업, 폐기물로 구분된다. 토지이용 변경 및 임업은 배출원이 아니라 흡수원에 해당하고 솔벤트 및 기타제품 소비는 NAMEA에서 다루지 않으므로 4개 부문에 대해서만 산업별로 배분하여 작성한다.

〈표 7〉 국가 온실가스 배출량 배분방법

배출원	배분방법
에너지	- 연료연소와 탈루성 배출로 구분되며 배출량은 김충실·이현근(2009)의 온실가스 배출량의 산업별 비중을 이용하여 배분 - 에너지산업은 석유 및 석탄제품, 전력가스 및 수도 등으로 배분 - 수송은 운수업으로 배분 - 석탄생산은 광산품, 석유 및 천연가스는 석유 및 석탄제품과 전력가스 및 수도로 배분
산업공정	- 유동현(2004)의 온실가스 배출량 비중을 이용하여 배분 - 광물산업은 비금속광물제품과 제1차금속제품으로 배분 - 화학산업은 화학제품으로, 금속산업은 제1차금속제품으로 배분 - HFCs, PFCs, SF₆소비는 수송장비, 전기 및 전자기기로 배분
농업·축산	- CH₄와 N₂O만 해당 - 전량 농림수산물업으로 배분
폐기물	- CO₂, N₂O, NH₄ 해당 - 전량 사회 및 기타서비스로 배분

대기오염물질 국가배출량은 국립환경과학원에서 개발한 대기환경예측평가 시스템(CAPSS)을 근거로 하여 작성된 통계를 말한다. 오염원 분류체계는 크게 고정오염원과 이동오염원으로 분류할 수 있으며, 고정오염원은 점오염원과 면오염원으로 구분된다. 이동오염원은 도로이동오염원과 비도로이동오염원으로 구분하고 있다. 대기오염물질 국가배출량의 대상물질은 7개이며, 크게 기체상 물질과 입자상 물질로 구분된다. 기체상 물질에는 CO, NO_x, SO_x, NH₃ 그리고 VOC 등이 있으며, 입자상 물질³⁾에는 TSP, PM₁₀ 등이 있다.

3) 입자상 물질은 주로 먼지, 매연, 연무 그리고 검댕 등이 있으며, TSP(Total Suspended Particulate)와 PM₁₀은 먼지에 해당된다.

〈표 8〉 대기오염물질 국가배출량 배분방법

배출원	배분방법
에너지산업연소	- 공공발전시설, 지역난방시설, 석유정제시설, 민간발전시설 등 4개 중분류로 구분 - 공공발전시설, 지역난방시설, 민간발전시설은 모두 전력 가스 및 수도업으로 배분 - 석유정제시설은 석유 및 석탄제품으로 배분
비산업연소	- 상업 및 공공기관시설, 주거용시설, 농업·축산·수산업시설 등 3개 중분류로 구분 - 주거용시설은 가계로 배분, 농업·축산·수산업시설은 농림수산물업으로 배분 - 상업 및 공공기관시설 중 점오염원은 사회 및 기타서비스로 배분 - 면오염원은 에너지총조사의 에너지 사용량 자료를 이용하여 배분
제조업연소	- 연소시설, 공정로, 기타 등 3개의 중분류로 구분 - 연소시설 중 광업과 제조업은 용도별 에너지 소비량 중 설비용 에너지 소비량 자료를 이용하여 배분 - 연소시설 중 건설은 건설기계용 에너지 소비량 자료를 이용하여 배분 - 공정로의 경우 김종호 외(2007)의 방법을 이용 - 기타부분은 산업연관표의 산업별 중간투입액 비중을 이용하여 배분
생산공정	- 8개의 중분류로 구분하며, 대체로 산업별로 구분이 가능
에너지수송 및 저장	- 에너지 수송 및 저장의 중분류는 모두 휘발유 공급 - 소분류는 정유소출하기지, 수송 및 저유소, 주유소의 3개 부문
유기용제 사용	- 유기용제 사용은 오직 VOC와 관련되며 도장시설, 세정시설, 세탁시설, 기타 등 4개 부문으로 구분
도로이동오염원	- 승용차, 택시, 승합차, 버스, 화물차, 특수차, 이륜차 등으로 구분 - 택시와 버스는 운수 및 보관으로 배분 - 승용차와 이륜차는 '수송용 휘발유 사용량'을 이용하여 가계 및 산업별 배분 - 승합차, 화물차, 특수차는 '수송용 경유 사용량'을 이용하여 산업별로 배분
비도로이동오염원	- 철도, 선박, 항공, 농업기계, 건설장비로 구분 - 철도, 선박, 항공은 운수 및 보관으로 배분 - 농업기계는 농림수산물업, 건설장비는 건설로 배분
폐기물처리	- 생활폐기물, 사업장폐기물, 기타폐기물로 분류
농업	- 비료사용농경지와 분뇨관리로 중분류 - 전량 농림수산물업으로 배분

폐기물 통계는 환경부의 「2007 전국 폐기물 발생 및 처리현황」 자료를 이용하여 산업별로 폐기물 재활용량을 배분하였다. 본 통계는 전국의 생활·사업장폐기물의 발생량 및 처리현황을 조사한 자료로서 생활폐기물은 가정생활폐기물, 사업장생활폐기물 그리고 공사장생활폐기물로 구분되며, 사업장폐기물의 경우 사업장배출시설폐기물 및 건설폐기물로 구분된다.

〈표 9〉 폐기물 배출량 배분방법

배출원	배분방법
생활폐기물	- 가정생활폐기물과 사업장생활폐기물로 구분하며, 일별 발생량에 365를 곱한 후 배분 - 사업장생활폐기물은 제조업 부문으로 균등배분
건설폐기물	- 일별 발생량에 365를 곱해주어 건설부문으로 배분
사업장 배출시설 폐기물	- 가연성과 불연성 폐기물로 구분
사업장 지정	- 해당 산업으로 배분
감염성 폐기물	- 병원에서 발생하는 폐기물을 의미 - 전량 교육 및 보건부문으로 배분

다. 환경주제계정 작성과정

환경주제는 온실효과, 산성화 효과 그리고 폐기물로 나눌 수 있으며, 각 주제와 관련되는 물질과 각 주제별 등량치 환산을 위한 지수는 다음과 같다<표 10>. 온실가스는 GWP(Global Warming Potential)를 적용하여 CO₂ 등량치로 계산되었으며, 산성화와 관련된 물질은 Acid-Equivalents로 계산되었다. 폐기물은 원자료를 그대로 나타낸다⁴⁾.

〈표 10〉 환경주제와 관련 물질

환경주제	물질	주제-등가
온실효과	CO ₂ , N ₂ O(310), CH ₄ (21), HFCs(1,300), PFCs(7,000), SF ₆ (239,000)	GWP
산성화효과	NO _x (0.7), SO ₂ , NH ₃ (1.88)	Acid-equiv.

4) 본 연구의 국가 온실가스 배출량은 이미 CO₂ 등량치로 환산이 되어서 공표되기 때문에 별도의 환산과정은 거치지 않았으며, 원자료를 산업별로 배분하는 작업만 이루어졌다.

3. 작성결과

국민계정행렬(NAM)은 물질계정과 환경주제계정 등의 환경계정을 포함하므로 환경적으로 확장된 계정이 된다. 물질계정과 환경주제계정은 물리적 단위로 표시되며, 경제활동에 따른 오염물질 발생량에 대한 정보들이 표현된다. 총 누적오염은 국내 오염물질 발생량에서 경제활동에서의 재활용 등을 뺀 값에 해당하게 되며, 본 연구에서는 자료의 한계로 인해 발생량만 나타내었다.

계정 1부터 계정 9까지는 전형적인 국민계정행렬(NAM)의 거래 요약표를 나타낸다. 국민계정행렬(NAM)은 제품, 생산, 최종소비, 소득발생, 소득의 분배 및 사용, 세금, 자본, 비금융자산 그리고 국외 부문으로 구성된다. NAMEA는 국민계정체계(SNA)의 회계행렬로서의 요구조건을 만족시키는데 즉, 행은 수입을 의미하고 열은 지출을 의미한다. 대부분의 계정은 균형항목(balancing item)을 가지고 있는데, 이것은 행과 열의 차이에 해당하며 이 균형항목을 통해 행 합계와 열 합계는 일치하게 된다. 국민계정행렬(NAM)과 환경계정행렬의 단위가 다르기 때문에 총합계는 국민계정행렬(NAM)의 합계만 표시된다. 이렇게 작성된 2007년 기준 한국의 NAMEA는 다음 <표 11>과 같다.

첫 번째 행과 열은 제품과 서비스를 나타낸다. 중간소비와 최종소비가 행에 나타나 있고, 총 국내 공급과 해외 공급은 열에 나타나 있다. 보조금을 제외한 상품세는 별도의 계정(account 6)에 나타나 있다. 2007년 한 해 동안의 중간소비는 1,436조, 최종소비는 673조만큼 이루어 졌고, 이를 위한 국내 생산은 2,396조, 수입은 398조, 상품세는 14조만큼 발생된 것으로 나타났다.

두 번째 행은 생산을 나타내고 열은 중간투입과 부가가치를 나타낸다. 행에서는 오염물질의 발생량도 포함하는데, 6종류의 온실가스(540,514천 CO₂톤), 3종류의 산성화가스(1,700SO₂톤) 그리고 폐기물(109,925천톤)의 발생량을 나타내고 있다. 보조금을 제외한 생산세는 별도의 계정에 나타나 있다. 2007년의 부가가치(GDP)는 생산세를 제외하면 862조원만큼 발생되었고, 생산세를 포함하면 960조만큼 발생이 되었다.

세 번째 행과 열은 최종소비를 나타낸다. 세 번째 계정도 최종소비에 따른 오염물질 발생량을 기록하고 있으며, CO₂와 CH₄ 등 2개의 온실가스(44,641천 CO₂톤), 3가지 산성화가스(376.7 SO₂톤) 그리고 폐기물(15,538천톤)의 발생량이 기록되었다.

네 번째 행과 열은 소득발생이 어떻게 이루어지는가를 보여준다. 행에서 보면 소득은 국내 생산요소와 해외로부터 발생되고, 열에서 보면 국내 산업과 해외부문으로 귀속된다. 다섯 번째 계정은 소득의 재분배와 사용을 나타낸다. 국민소득과 세금수입, 국외로부터의 경상이전은 최종소비와 세금 납부, 저축, 국외의 경상이전 등으로 사용된다.

이 두 계정으로부터 순국민소득(NNI)을 알 수 있으며 국민총소득(GNI)에서 고정자본소모를 제하여 준 값으로 나타낼 수 있다. 한편, 국민총소득(GNI)은 국내총생산(GDP) 또는 국내총소득(GDI)에 국외순수취요소소득(국외수취요소소득-국외지급요소소득)을 제한 값이 된다⁵⁾. 2007년 한국의 순국민소득은 734조만큼 발생되었다.

여섯 번째 계정은 세금이 어디서 발생하는지를 보여주며 수입세(15조), 생산세(97조), 재산세 및 소득세(88조) 등으로 구성된다. 일곱 번째 계정은 저축으로 형성된 자본이 순자본형성(158조)과 해외채권변동(11조)으로 사용되는 것을 보여준다. 여덟 번째 계정은 비금융자산을 나타내며, 총자본형성(287조)에서 고정자본소모(129조)를 제하면 순 자본형성과 일치하게 된다.

아홉 번째 계정은 국외 부문을 나타내며, 경상흐름과 자본흐름으로 구분하여 나타낼 수 있다. 경상부문은 수출(413조)과 해외로부터의 피용자보수(711십억) 및 경상이전(28조)이 해외로부터의 수입(398조), 해외로의 보수지급(624십억) 및 경상이전(30조)으로 사용된다.

5) 순국민소득(NNI) 계산을 위한 국내총생산 또는 국내총소득은 생산세를 제외한 것을 의미한다.

〈표 11〉 한국 NAMEA 요약표(2007년)

구분		제품	생산	최종소비	소득발생	소득의 분배 및 사용	세	자본	비금융자산	(단위: 백만원, 천톤)	
										경상	해외
제품	1		1,436,182,380	673,238,391					287,086,902	413,038,638	일본
생산	2	2,396,329,344									
최종소비	3										
소득발생	4		882,415,843			673,238,391			-128,904,200	710,700	
소득의 분배 및 사용	5				733,587,943		200,428,519			28,649,300	
세	6	14,906,288	97,731,121			87,791,100					
자본	7	0				171,417,971					-2,178,200
비금융자산	8							158,182,702			
경상	9a	398,310,669			624,400	30,228,300					
해외	9b							11,057,069		-13,235,269	
물질	CO ₂										
	CH ₄										
	N ₂ O										
	HFC										
	PFCs										
	SF ₆										
	NO _x										
	SO ₂										
	NH ₃										
	폐기물										
	온실효과							489,003,695			
	산성화							1,924,384			
	폐기물							125,463			
환경 주제	11a										
	11b										
합계	11c	2,809,546,311	2,396,329,344	673,238,391	734,222,343	962,675,762	200,428,519	169,239,771	158,182,702	429,163,369	-2,178,200

※ 음영으로 표시된 부분은 물적 계정을 나타냄.

〈표 11 계속〉 한국 NAMEA 요약표(2007년)

(단위: 백만원, 천톤)

구분		물질(온실가스, CO2천톤)						물질 (산성화 가스, SO2천)			물질 (천톤)	환경 으로의 누적	환경주제			합계
		CO2	CH4	N2O	HFC	PFCs	SF6	NOx	SO2	NH3	폐기물		온실효과 (천톤CO2- equiv)	산성화 (천SO2- equiv)	폐기물 (천톤)	
물질	제품	1														2,809,546,311
	생산	2	510,014	1,150	37	7,256	2,851	19,206	1,032.4	379.0	288.7	109,925				2,396,329,344
	최종소비	3	44,630	11	0	0	0	0	345.5	23.5	7.7	15,538				673,238,391
	소득발생	4														734,222,343
	소득의 분배 및 사용	5														962,675,762
	세	6														200,428,519
	자본	7														169,239,771
	비금융자산	8														158,182,702
	경상	9a														429,163,369
	국외	9b														-2,178,200
		CO2	10a										554,644	554,644		
	CH4	10b											1,161	1,161		1,161
	N2O	10c											37	37		37
	HFC	10d											7,256	7,256		7,256
	PFCs	10e											2,851	2,851		2,851
	SF6	10f											19,206	19,206		19,206
	NOx	10g											1,377.9		964.6	1,377.9
	SO2	10h											402.5		402.5	402.5
	NH3	10i											296.4		557.3	296.4
환경 주제	폐기물	10j														125,463
	온실효과	11a														585,155
	산성화	11b														1,924,384
	폐기물	11c														
합계			554,644	1,161	37	7,256	2,851	19,206	1,377.9	402.5	296.4	125,463	585,155	1,924.4	125,463	

열의 10a 계정부터 10j 계정까지는 생산 및 최종소비에 따른 오염물질의 발생량을 나타낸다. 이러한 오염물질 발생량의 환경으로의 누적(accumulation to environment)을 별도의 계정으로 나타낼 수 있다. 11번째 계정은 환경주제를 나타내며 온실효과, 산성화 및 폐기물로 나누어진다. 온실가스 및 산성화 가스는 고유의 물량단위로 나타나 있는데, 공통단위로 나타내기 위한 지수를 곱하여 주면 비교 가능한 온실효과와 산성화로 나타낼 수 있다.

환경주제별 오염물질 배출량을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 6가지 온실가스의 배출량은 이미 CO₂ 등량치로 환산된 자료이며, 총 585,155천 CO₂ 톤인 것으로 분석되었다. 이 중 CO₂의 배출량이 95%를 차지하는 것을 알 수 있다. 최근 네덜란드의 통계발표에 의하면 네덜란드의 온실가스 배출량은 2007년 기준 219백만 CO₂톤인 것으로 나타났다(Sjoerd Schenau et al., 2010). 이는 우리나라 온실가스 배출량의 약 37%에 해당하는 양으로 단순비교만으로도 우리나라에 비해 매우 적은 것을 알 수 있다.

우리나라 산성화가스의 배출량은 SO₂ 등량치로 나타내면 총 1,924SO₂톤인 것으로 분석되었다. 산성화가스는 NO_x의 배출이 대부분을 차지하고 있으며, 생산부문 특히 운수업의 배출량이 가장 많은 것으로 분석되었다. 폐기물은 125,463천 톤만큼 배출되었으며 건설폐기물의 배출량이 50%이상 차지하는 것으로 분석되었다. 네덜란드의 2007년 폐기물은 7,700천 톤만큼 배출된 것으로 보고하고 있으며, 이것은 우리나라의 6%에 해당하는 양이다. 특히 네덜란드에서 발생한 폐기물의 67%는 재활용되고 있으며, 18%는 해외로 수출되고 있다(Sjoerd Schenau et al., 2010).

IV. 한국 NAMEA에 의한 산업별 환경원단위 분석

1. 경제지표 및 환경주제의 비중 분석

2007년도 기준 한국 NAMEA의 작성결과를 토대로 환경주제의 경제주체 및 산업별 기여도를 분석하였다. 국내 오염물질의 배출원은 크게 최종소비와 국내생산으로 구분해 볼 수 있다. 온실효과에 있어서 최종소비는 7.24%를 차지하고 있으며, 국내생산은 92.8%로 대부분을 차지하고 있다. 산성화효과에서는 최종소비의 비중이 상대적으로 증가하는데 최종소비는 14.5%를 차지하고 있으며, 국내생산은 85.5%를 차지하는 것으로 분석되었다. 폐기물은 최종소비에서 12.4%, 국내생산에서 87.6%를 차지하고 있는 것으로 분석되었다<표 12>.

국내생산부문의 산업별 비중은 다음과 같다. 농업부문은 GDP 비중이 2.6%인데 비해 산성화효과는 27%를 차지하고 있는 것으로 분석되었다. 제조업 중에서는 석유 및 석탄제품이 GDP 비중은 2.6% 정도인 반면, 온실효과는 13.7%를 차지하는 것으로 분석되었다. 비금속광물제품은 GDP 비중이 0.79%인 반면 온실효과는 14.2%, 산성화효과는 5.2%인 것으로 분석되었다. 전력가스 및 수도산업은 GDP 비중이 2.14%인데 비하여 온실효과는 20.4%, 산성화는 11.7%를 차지하는 것으로 분석되었다. 운수는 GDP 비중이 3.9%를 차지하지만 온실효과는 17.6%를 차지하고 산성화는 13.6%를 차지하는 것으로 분석되었다. 한편 사회 및 기타서비스를 제외한 대부분의 서비스 업종은 GDP 비중은 높는데 비해 온실효과 및 산성화 효과는 매우 낮은 비중을 차지하는 것으로 분석되었다. 폐기물의 경우 광산품, 섬유 및 가죽제품, 목재 및 종이제품, 비금속광물제품, 제1차 금속제품이 GDP보다 폐기물의 비중이 높은 것으

로 나타났으며 특히, 건설부문의 경우 전체의 57%로서 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, GDP에 비해서도 높은 비중을 보이고 있다.

〈표 12〉 경제지표와 환경주제의 산업별 비중

구분	경제지표(%)		환경주제(B, %)					
	GDP (A)	최종 소비	온실효과				산성화 효과	폐기물
			연료 연소	생산 공정	농업 및 폐기물	전체		
최종소비			8.65	0.00	0.00	7.24	14.54	12.38
국내생산			91.35	100.00	100.00	92.76	85.46	87.62
국내생산	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100
농림수산물	2.62	2.08	0.78	0.00	54.52	3.83	27.01	0.00
광산물	0.19	0.00	0.05	1.21	0.00	0.19	1.28	5.11
음식료품	2.25	6.60	0.31	0.00	0.00	0.26	0.49	2.20
섬유 및 가죽제품	1.28	3.30	0.37	0.00	0.00	0.31	0.79	3.76
목재 및 종이제품	0.58	0.10	0.32	0.00	0.00	0.26	0.28	2.09
인쇄 및 복제	0.30	0.01	0.05	0.00	0.00	0.04	0.04	1.40
석유 및 석탄제품	2.62	2.45	16.49	1.16	0.00	13.73	6.51	1.41
화학제품	3.59	1.36	8.94	2.89	0.00	7.70	3.51	1.88
비금속광물제품	0.79	0.06	11.39	41.28	0.00	14.23	5.23	4.38
제1차금속제품	2.53	-0.04	5.84	2.43	0.00	5.09	4.74	7.08
금속제품	1.63	0.16	0.74	0.00	0.00	0.61	0.57	2.19
일반기계	2.35	0.22	0.99	0.00	0.00	0.82	0.52	1.42
전기 및 전자기기	5.37	2.13	1.03	32.71	0.00	4.68	1.01	1.93
정밀기기	0.38	0.28	0.06	0.00	0.00	0.05	0.11	1.40
수송장비	4.02	2.02	1.34	10.76	0.00	2.37	0.98	1.54
기타제조업제품	0.49	0.69	0.09	0.00	0.00	0.07	0.38	1.41
전력가스 및 수도	2.14	2.25	23.70	7.56	0.00	20.42	11.71	3.58
건설	7.56	0.00	2.31	0.00	0.00	1.91	9.13	57.12
도소매	7.41	6.50	0.63	0.00	0.00	0.52	1.89	0.01
음식점 및 숙박	2.73	6.65	0.64	0.00	0.00	0.53	0.20	0.00
운수	3.90	3.18	21.29	0.00	0.00	17.55	13.60	0.01
통신 및 방송	2.57	3.19	0.09	0.00	0.00	0.07	0.25	0.00
금융 및 보험	6.78	5.96	0.12	0.00	0.00	0.10	0.35	0.00
부동산 및 사업서비스	16.67	11.24	0.47	0.00	0.00	0.38	2.38	0.00
공공행정 및 국방	5.70	11.82	0.45	0.00	0.00	0.37	1.92	0.00
교육 및 보건	9.97	19.88	0.65	0.00	0.00	0.54	1.26	0.08
사회 및 기타서비스	3.56	7.97	0.81	0.00	45.48	3.32	3.89	0.00
기타	0.00	-0.03	0.06	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00

2. 환경주제의 산업별 직접적 환경원단위 분석

다음 식 (1)과 같이 <표 12>의 환경주제의 산업별 비중을 각 산업의 GDP 비중으로 나누어 주면 GDP 1단위당 환경주제의 산업별 기여도 즉, 환경원단위를 분석할 수 있으며 그 결과는 다음 <표 13>과 같다. 온실효과 중 연료연소의 원단위가 가장 높은 것은 비금속광물제품(14.4)인 것으로 분석되었고, 전력가스 및 수도(11), 석유 및 석탄제품(6.3), 운수(5.5) 순으로 높은 것으로 분석되었다. 생산공정은 비금속광물제품(52.4)이 가장 높고, 농업 및 폐기물은 농림수산물(20.8)이 가장 높은 것으로 분석되었다. 전체 온실효과에서는 비금속광물제품(18)이 가장 높은 것으로 분석되었다. 산성화효과에는 농림수산물(10.3)이 가장 높고 광산물(6.7), 비금속광물제품(6.6), 전력가스 및 수도(5.5) 순으로 분석되었다. 폐기물은 광산물(26.6)이 가장 높고, 건설(7.6), 비금속광물제품(5.6), 인쇄 및 복제(4.69) 등의 순으로 분석되었다.

$$\text{환경주제의 산업별 원단위} = \frac{B(\text{환경주제의 산업별 비중})}{A(\text{GDP의 산업별 비중})} \quad (1)$$

〈표 13〉 환경주제의 산업별 직접적 환경원단위

구분	온실효과				산성화 효과	폐기물
	연료연소	생산공정	농업 및 폐기물	전체		
국내생산	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
농림수산물	0.30	0.00	20.77	1.46	10.29	0.00
광산물	0.27	6.32	0.00	0.97	6.67	26.56
음식료품	0.14	0.00	0.00	0.11	0.22	0.98
섬유 및 가죽제품	0.29	0.00	0.00	0.24	0.62	2.93
목재 및 종이제품	0.55	0.00	0.00	0.45	0.48	3.62
인쇄 및 복제	0.18	0.00	0.00	0.15	0.14	4.69
석유 및 석탄제품	6.29	0.44	0.00	5.24	2.48	0.54
화학제품	2.49	0.81	0.00	2.14	0.98	0.52
비금속광물제품	14.44	52.36	0.00	18.05	6.63	5.55
제1차금속제품	2.30	0.96	0.00	2.01	1.87	2.79

선진국 NAMEA 비교분석에 의한 한국 NAMEA 작성과 환경원단위 분석

구분	온실효과				산성화 효과	폐기물
	연료연소	생산공정	농업 및 폐기물	전체		
금속제품	0.45	0.00	0.00	0.37	0.35	1.34
일반기계	0.42	0.00	0.00	0.35	0.22	0.60
전기 및 전자기기	0.19	6.09	0.00	0.87	0.19	0.36
정밀기기	0.16	0.00	0.00	0.13	0.28	3.69
수송장비	0.33	2.68	0.00	0.59	0.24	0.38
기타제조업제품	0.18	0.00	0.00	0.15	0.78	2.90
전력가스 및 수도	11.08	3.53	0.00	9.54	5.47	1.67
건설	0.31	0.00	0.00	0.25	1.21	7.55
도소매	0.09	0.00	0.00	0.07	0.25	0.00
음식점 및 숙박	0.23	0.00	0.00	0.19	0.07	0.00
운수	5.46	0.00	0.00	4.50	3.48	0.00
통신 및 방송	0.03	0.00	0.00	0.03	0.10	0.00
금융 및 보험	0.02	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00
부동산 및 사업서비스	0.03	0.00	0.00	0.02	0.14	0.00
공공행정 및 국방	0.08	0.00	0.00	0.07	0.34	0.00
교육 및 보건	0.07	0.00	0.00	0.05	0.13	0.01
사회 및 기타서비스	0.23	0.00	12.77	0.93	1.09	0.00
기타	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

3. 환경주체의 산업별 간접적 환경원단위 분석

직접적 원단위는 산업간 거래에 따른 간접적 효과를 포함하지 않기 때문에 분석된 원단위가 전체적인 산업간 거래에 의한 산업 전체의 원단위를 나타내지 못한다는 한계가 있다. 따라서 본 절에서는 산업간 거래에 따른 간접적 효과와 이를 포함한 총 환경원단위를 분석하였다⁶⁾. 이것은 다음 (식) 2와 같이 산업연관분석법을 이용하여 구할 수 있으며, 총 환경원단위와 직접적 환경원단위와의 차이를 간접적 환경원단위로 나타낼 수 있다.

6) 총 환경원단위는 최종재 생산 시 직접적인 오염물질 배출량과 그 최종재 생산을 위해 투입된 중간재 생산 시 발생한 간접 오염물질 배출량을 더한 값을 총 부가가치로 나누어 준 값을 의미한다(박필주 외, 2009 참조).

$$\text{총 환경원단위} = (I - A)^{-1} \times \text{직접적 환경 원단위} \quad (2)$$

〈표 14〉 환경주제의 산업별 간접적 환경원단위

구분	온실효과				산성화 효과	폐기물
	연료연소	생산공정	농업 및 폐기물	전체		
농림수산물	0.71	0.88	3.00	0.87	1.93	1.71
광산물	16.13	17.98	2.22	15.54	9.53	9.39
음식료품	0.88	1.18	4.30	1.12	2.60	1.53
섬유 및 가죽제품	0.55	0.76	0.57	0.58	0.83	2.23
목재 및 종이제품	1.40	2.38	1.35	1.51	1.47	5.41
인쇄 및 복제	0.22	0.34	0.38	0.24	0.21	0.98
석유 및 석탄제품	8.36	12.38	2.85	8.51	6.58	8.85
화학제품	7.46	12.12	5.45	7.89	6.84	11.11
비금속광물제품	3.92	13.49	0.21	4.82	2.09	2.84
제1차 금속제품	7.57	10.97	1.39	7.61	6.35	13.18
금속제품	1.40	2.62	0.49	1.49	1.28	3.14
일반기계	1.83	3.23	0.65	1.92	1.51	2.88
전기 및 전자기기	1.78	6.68	0.96	2.30	1.60	3.95
정밀기기	0.26	0.53	0.13	0.28	0.24	0.90
수송장비	2.07	4.13	1.48	2.28	1.80	2.60
기타제조업제품	0.20	0.35	0.24	0.22	0.29	0.72
전력가스 및 수도	4.41	5.42	1.12	4.34	3.00	3.96
건설	0.40	0.48	0.18	0.39	0.31	0.39
도소매	2.40	4.87	1.95	2.67	2.39	4.15
음식점 및 숙박	1.08	1.88	0.95	1.17	1.05	1.78
운수	6.54	12.38	1.53	6.93	5.12	8.23
통신 및 방송	0.99	1.82	0.81	1.08	0.91	1.38
금융 및 보험	2.66	4.55	1.61	2.82	2.41	3.82
부동산 및 사업서비스	5.55	9.20	3.47	5.86	4.68	7.70
공공행정 및 국방	0.12	0.13	0.06	0.12	0.10	0.10
교육 및 보건	0.39	0.65	0.30	0.42	0.37	0.55
사회 및 기타서비스	0.68	1.14	1.07	0.76	0.65	1.07
기타	1.95	3.41	1.73	2.11	1.91	3.22

환경주제의 산업별 간접적 원단위는 <표 14>와 같다. 온실효과 중 연료연소의 간접적 환경원단위가 가장 높은 산업은 광산품(16.13)이며 석유 및 석탄제품(8.36), 제1차 금속제품(7.57), 화학제품(7.46) 등의 순으로 나타났다. 온실효과 중 생산공정에서도 광산품(17.98)이 가장 높고 비금속광물제품(13.49), 석유 및 석탄제품과 운수(12.38), 화학제품(12.12) 등의 순으로 높은 것으로 분석되었다. 농업 및 폐기물은 화학제품(5.45)이 가장 높고 음식료품(4.3), 부동산 및 사업서비스(3.47) 등의 순으로 높게 나타났다. 온실효과 전체에서는 광산품(15.54), 석유 및 석탄제품(8.51)이 가장 높은 것으로 분석되었다. 산성화효과는 광산품(9.53)이 가장 높고 화학제품(6.84)이 그 뒤를 이었다. 폐기물은 제1차 금속제품(13.18), 화학제품(11.11)이 가장 높은 것으로 분석되었다. 이와 같이 간접적 환경원단위가 높은 산업들은 다른 재화의 중간수요에 의한 오염물질 배출량이 많은 것을 의미한다.

한편, 직접적 환경원단위 대비 간접적 환경원단위가 가장 크게 증가한 부분을 살펴보면 다음과 같다. 연료연소는 금융 및 보험과 부동산 및 사업서비스, 생산공정은 석유 및 석탄제품, 농업 및 폐기물은 화학제품이 가장 크게 증가하였다. 전체적인 온실효과에서는 금융 및 보험과 부동산 및 사업서비스가 가장 크게 증가하였다. 산성화효과는 금융 및 보험과 부동산 및 사업서비스에서 가장 크게 증가하였다. 폐기물은 도소매와 운수부문에서 가장 크게 증가한 것으로 나타났다.

V. 요약 및 결론

국제사회에서 기후변화협약의 진행이 더디게 이루어지고 있지만, 지구온난화의 주범이 되는 온실가스를 줄이기 위한 노력은 계속 진행되고 있으며 더욱 강화될 것은 명약관화하다. 기존의 많은 연구들에서 온실가스 감축의 국내

영향, 기후변화에 대응하기 위한 다양한 정책 옵션들의 경제적 파급효과 등에 대해서 연구해 오고 있다. 이러한 영향 분석을 위한 중요한 요소 중의 하나는 그 분석을 위해 어떤 자료를 이용하였으며 그것이 얼마나 신뢰할 만한 자료인가이며, 두 번째 요소는 특정 정책옵션의 영향 분석을 위해 어떤 분석모형을 사용하였으며, 그 모형이 얼마나 정교한 모형인가의 문제이다.

본 연구는 첫 번째 요소에 초점을 맞추었으며, 기후변화에 대응한 정책옵션의 파급영향을 분석할 수 있는 데이터베이스, 특히 환경과 경제의 상호작용을 나타낼 수 있는 환경경제국민계정행렬(NAMEA)을 작성하였다. NAMEA는 유럽 국가들을 중심으로 1990년대부터 작성이 되었으나, 우리나라에서는 NAMEA를 이용한 연구가 현재 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 선진국의 NAMEA를 비교분석하여 한국의 NAMEA를 작성하고 산업별 경제 및 환경주제 비중과 환경원단위를 분석하였으며, 그 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 환경주제 중 온실효과는 전력가스 및 수도, 운수, 비금속광물제품, 석유 및 석탄제품의 산업에서 높은 비중을 차지하는 것으로 분석되었으며, 산성화효과는 농림수산물, 운수, 전력가스 및 수도산업이 높은 비중을 차지하는 것으로 분석되었다. 폐기물은 건설부문이 가장 높은 비중을 차지하는 것으로 분석되었다.

둘째, 부가가치 단위당 환경주제의 직접적 원단위는 온실효과는 비금속광물제품, 전력가스 및 수도, 석유 및 석탄제품이 가장 높고, 산성화효과는 농림수산물, 광산물, 비금속광물제품이 가장 높은 것으로 분석되었다. 폐기물은 광산물, 건설, 비금속광물제품이 가장 높은 것으로 분석되었다.

셋째, 간접적 환경원단위는 온실효과와 생산공정은 광산물, 농업 및 폐기물은 화학제품에서 가장 높은 것으로 나타났다. 산성화효과는 광산품이 가장 높고, 폐기물은 제1차금속제품이 가장 높은 것으로 분석되었다.

기후변화협약 시대를 넘어 Post-Kyoto 시대를 맞아 환경경제통합계정(SEEA)의 구축은 현실적으로 매우 중요하다. 본 연구에서는 유럽의 대표적인 NAMEA 편제국가이며, 계정항목이 비교적 상세하고 자료가 풍부한 네덜란드

와 매우 유사한 형태로 NAMEA를 작성하였다. 본 연구의 분석결과와 네덜란드 통계자료의 비교가 가능하였는데, 네덜란드의 온실가스 및 폐기물 배출량은 우리나라에 비해 매우 낮은 수준인 것으로 분석되었다.

본 연구는 국가기관이 아닌 민간기관에서 최초로 NAMEA를 작성하였다는 점에서 또 하나의 의의가 있으며, 보다 다양한 시도를 통해 수준 높은 연구가 가능할 것으로 판단된다. 또한 네덜란드와 같이 자료의 이용가능 수준이 보다 확대된다면 국가의 경제와 물질흐름이 더 상세하게 포함된 NAMEA의 작성 가능성이 높음을 보여 주고 있다.

본 연구의 결과는 향후 경제정책이 환경에 미치는 영향 또는 환경정책이 경제에 미치는 영향 등의 분석과 기후변화 관련 정책결정에 중요한 기초자료가 될 것이다. 기후변화 관련 분석 모형에서 하향식 접근법에 따른 모형을 많이 사용하고 있으며 본 연구는 환경 CGE와 같은 하향식 분석모형에 적용이 가능할 것으로 판단된다. 이러한 관점에서 본 NAMEA의 작성결과가 향후 환경사회회계행렬(ESAM)로 확장된다면 기후변화에 대응한 다양한 환경·경제 정책실험이 가능할 것이다.

그러나 본 연구에서는 국민계정행렬(NAM) 부문에 경제주체 및 산업별 환경오염 방지를 위한 지출을 반영하지 못하고 있으며, 환경오염물질 및 천연자원계정 등 다양한 물질계정이 추가되어야 한다는 한계를 지니고 있음을 밝힌다. 또한 본 연구는 특정년도에 대해서만 NAMEA를 작성하였으나 향후 시계열적인 NAMEA를 구축할 필요가 있으며, 이를 바탕으로 한 더욱 다양한 분석은 향후 과제로 남기기로 한다.

접수일(2011년 2월 1일), 수정일(2010년 3월 22일), 게재확정일(2010년 3월 28일)

◎ 참 고 문 헌 ◎

- 국립환경과학원. 2010. 일반대기오염물질 세분류별 배출량. 서울 : 국립환경과학원.
- 김영태. 2000. “UN의 環境經濟統合計定(SEEA)과 우리나라의 導入方向.” 계간국민계정 3.
- 김종호 · 김호석. 2010. “국민계정과 온실가스 배출: 한국의 NAMEA-air 편제.” 자원 · 환경경제연구 19(4) : 963-1001.
- 김충실 · 이현근. 2009. “농업부문 에너지 소비의 CO₂ 배출량 분석.” 농촌경제 32(1) : 41-61.
- 박진욱. 2005. 우리나라의 국민계정 체계. 서울 : 한국은행.
- 박필주 · 김만영 · 이일석. 2009. “산업연관표(2003년)를 활용한 산업별 CO₂ 배출 원단위 분석.” 자원 · 환경경제연구 18(2) : 279-309.
- 이광한. 2008. 우리나라 국민계정 체계 해설. 서울 : 한국은행.
- 한국은행. 2007. 1993 SNA 위성계정 현황. 서울 : 한국은행.
- 환경부. 2003. 환경경제통합계정 개발 및 녹색GDP 작성(I). 서울 : 환경부.
- 환경부. 2004. 환경경제통합계정 개발 및 녹색GDP 작성(II). 서울 : 환경부.
- 환경부. 2007. 환경경제통합계정 작성기반 구축 및 활용방안 연구(VI). 서울 : 환경부.
- 환경부. 2008. 2007 전국 폐기물 발생 및 처리현황. 서울 : 환경부.
- 국립환경과학원. 대기오염물질 배출량 웹사이트(<http://airemiss.nier.go.kr/>).
- 네덜란드 통계청. (<http://www.cbs.nl>).
- 이탈리아 통계청. (<http://en.istat.it>).
- 한국은행. 경제통계시스템(<http://ecos.bok.or.kr>).
- A. J. De Boo, Peter R. Bosch, C. N. Gorter. and Steven J. Keuning. 1991. *An Environmental module and the complete system of national accounts*. JM voorburg : CBS.
- Angelica Tudini and Giusy Vetrella. 2004. *Italian NAMEA: 1990 - 2000 air emission accounts*. Roma : ISTAT.
- Eva Hellsten, Sara Ribacke and Gia Wickbom. 1999. “*SWEEA-Swedish environmental*

- and economic accounts.*” *Structural Change and Economic Dynamics* 10 : 39-72.
- ISTAT. 2010. Air emissions by production activities and households: 1990-2007. <http://en.istat.it> (검색일 : 2011.03.22)
- Julie L. Hass, Knut Ø. Sørensen and Kristine Erlandsen. 2002. *Norwegian Economic and Environment Accounts(NOREE) Project Report-2001*. Oslo : Statistics Norway.
- Keuning, S.J.. 1993. *An information system for environmental indicators in relation to the national accounts*. Voorburg : CBS.
- Mark de Haan and Steven J. Keuning. 1995. *Taking the Environment into Account: the Netherlands NAMEA's for 1980, 1990 and 1991*. Voorburg : CBS.
- Mark de Haan and Steven J. Keuning. 2001. “*The NAMEA as validation instrument for environmental macroeconomics.*” *Integrated Assessment* 2 : 79-87.
- Mark de Haan, Steven J. Keuning and Peter R. Bosch. 1994. *Integrating indicators in a National Accounting Matrix including Environmental Accounts(NAMEA)*. Voorburg : CBS.
- Massimiliano Mazzanti and Roberto Zoboli. 2009. “*Environmental efficiency and labour productivity: Trade-off or joint dynamics? A theoretical investigation and empirical evidence from Italy using NAMEA.*” *ECOLOGICAL ECONOMICS* 68 : 1182-1194.
- Noritoshi Ariyoshi. 2006. “*The development of Japanese NAMEA.*” International Workshop for Interactive Analysis on Economy and Environment. Japan. March.
- Noritoshi Ariyoshi, Itsuo Sakuma, Akihiko Taniguchi. 2006. “*An Environmental SAM and SAM-based CGE Modelling for Environmental Policy problems.*” International Workshop for Interactive Analysis on Economy and Environment. Japan. March.
- Noritoshi Ariyoshi and Yuichi Moriguchi. 2003. “*The Development of Environmental Accounting Frameworks and Indicators for Measuring Sustainability in Japan.*” OECD Meeting on Accounting Frameworks to Measuring Sustainable Development. Paris. May.
- Sjoerd Schenau, Roel Delahaye, Bram Edens, Isabel van Geloof, Cor Graveland and

- Maarten van Rossum. 2010. *Environmental accounts of the Netherlands 2009*. Hague/Heerlen : Statistics Netherlands.
- Sjoerd Schenau and Rutger Hoekstra. 2006. “*Present status and future developments of the Dutch NAMEA.*” International Workshop for Interactive Analysis on Economy and Environment. Japan. March.
- Sjoerd Schenau, Roel Delahaye, Cor Graaaveland and Maarten van Rossum. 2009. *The Dutch environmental accounts: Present status and future developments. National Accounts Statistics Netherlands*. Hague : CBS.
- Steven J. Keuning, Jan van Dalen and Mark de Haan. 1999. “*The Netherlands' NAMEA; Presentation, usage and future extensions.*” Structural Change and Economic Dynamics 10 : 15-37.
- Steven J. Keuning, Mark de Haan. 1996. *What's in a NAMEA? Recent results of the NAMEA-approach to environmental accounting*. Voorburg : CBS.
- Toshihiro Ike. 1999. “*A Japanese NAMEA.*” Structural Change and Economic Dynamics 10 : 123-149.
- UN. 1993. *Handbook of National Accounting- Integrated Environmental and Economic Accounting*. New-York : UN.
- UN. 2003. *Handbook of National Accounting- Integrated Environmental and Economic Accounting*. New-York : UN.

ABSTRACT

A Compilation and Contribution Analysis of
Korean NAMEA via the Comparison Analysis of
Major Countries

Chung-Sil Kim^{*} and Hyun-Keun Lee^{**}

This study has compiled the NAMEA which is integrated national accounts matrix of monetary unit and environmental accounts of physical unit for the Korea 2007. The Korean NAMEA consists of 10 national and environmental accounts and 3 environmental themes. It shows the highest contribution sectors on greenhouse and acidification effects that are electric gas and water supply service(20.4%) and agricultural products(27%). It also shows the environmental unit requirenet that is the environmental pressure relative to it's GDP with respect to greenhouse and acidification effects. They are nonmetallic mineral products(18.5) and agricultural products(10.3) which are the highest unit requirenet sectors. However, the demand for goods and services also causes pollution through the intermediate inputs into the production of goods and services. This study presents the results of an input-output analysis. The results shows that mineral products(15.54) is the highest sector on both greenhouse and acidification effects. It should be developed as an environment-economic policy simulations coping with the climate change if results of the Korean NAMEA compilation expanded into the Environmental SAM(ESAM). It have also expected to be a Database for the simulation of a diversity of policy options

Key words : NAMEA, input-output analysis, environmental themes,
environmental unit requirenet, national and environmental
accounts

^{*} Professor, Department of Agricultural Economics, Kyungpook National University (Main Author). chskim@knu.ac.kr

^{**} Ph.D. Candidate, Department of Agricultural Economics, Kyungpook National University (Corresponding Author). french7200@naver.com