한국토양비료학회지 44권 2호
Korean J. Soil Sci. Fert. Vol. 44, No. 2, 256-262 (2011)

보문

전과정평가를 활용한 복합비료 생산 시스템의 온실가스 배출량 평가

정순철* · 박정아 · 허진호 · 소규호[1]

에코네트워크(주), [1]국립농업과학원 기후변화생태과

Estimation of Greenhouse Gas Emissions of Complex Fertilizers Production System by Using Life Cycle Assessment

Soon chul Jung*, Jeong a Park, Jin ho Huh, and Kyu ho So[1]

Eco-Solution Business Division, Econetwork Co., Ltd

[1]Climate Change & Agroecology Division, National Academy of Agricultural Science

Currently among the several methods to estimate an environmental impact of products, Life Cycle Assessment (LCA) technique is mostly used. The Ministry of Environment has been performed the carbon footprint labelling to give the carbon record of product by using this method. But the calculation of carbon footprint in primary agricultural product which is raw material of the processed food cannot be made because there is lack of methodology and LCI DB at agriculture sector. Therefore, LCA carried out to estimate carbon footprint, and established LCI DB for complex fertilizers (21-17-17 1 kg, 17-21-17 1 kg, 15-15-15 1 kg, Unspecified 1 kg) in the production system. The result of LCI DB analysis focussed on the GHG, and it was observed that the values of carbon footprint were 2.42E + 00 kg CO_2-eq. kg^{-1} for 21-17-17, 2.10E + 00 kg CO_2-eq. kg^{-1} for 17-21-17, 2.23E + 00 kg CO_2-eq. kg^{-1} for 15-15-15 and 3.56E + 00 kg CO_2-eq. kg^{-1} for Unspecified. For the analysis of LCIA (Life Cycle Impact Assessment) on complex fertilizers in the production system, the carbon footprint from pre-manufacturing phase is contributed to 98.96%, 98.81%, 98.88% and 99.30% on each complex fertilizer with 21-17-17, 17-21-17, 15-15-15, and Unspecified, respectively. These results will be used in basic data for estimation of agricultural greenhouse gas emissions.

Key words: Agriculture, Complex fertilizer, GHG, LCA

서 언

지난 100년 사이 지구의 평균온도가 약 2℃ 가량 높아지는 등 기후변화로 인해 세계 각지에서는 천재지변으로 인한 피해가 자주 발생하고 있다. 이에 전 세계는 선진국을 중심으로 기후변화협약 체결, 교토의정서 채택 등 온실가스를 줄이기 위한 움직임을 보이고 있으며, 우리나라 또한 이에 대응하기 위해 국가 적정 감축행동 (NAMA, Nationally Appropriate Mitigation Action) 목표를 설정하고 시행하려 하고 있다. 이에 따라 산업별 온실가스 배출저감 의무부담에 대한 논의가 진행되고 있는데, 농업분야의 온실가스 배출량과 증감 추세를 보아 큰 의무부담이 예상되지는 않으나 장기적인 농업분야 기후변화 대응을 위한 시스템 마련이 시급한 실정이다.

온실가스 감축을 위한 여러 가지 시도 중 제품 환경성 평가를 통한 자발적 탄소저감 방법이 가장 활발히 진행 중에 있으며 농림수산식품부 또한 농산물 생산에 있어 발생하는 온실가스를 정량화 (kg CO_2 eq. kg^{-1})하여 나타내는 탄소라벨링을 계획하고 있다 (농림수산식품부, 2010). 이미 환경부에서는 탄소성적표지제도를 통해 전과정 (Life Cycle)을 고려하여 제품 기준 당 온실가스 배출량 정보를 제공하고 있는데 2010년 12월 현재 130개의 식품류에 인증을 부여해 온실가스 배출량 정보를 제공하고 있다 (환경부, 2010). 그러나 이러한 환경성 평가를 위해 필요한 국가 LCI DB (Life Cycle Inventory Data Base)가 존재하기는 하나, 농업 관련 LCI DB는 사업초기이며, 그 방법론 또한 부족한 실정이여서 가공식품의 원재료인 1차 농산물에 해당하는 온실가스 정보를 알 수 없는 등 여러 가지 문제점을 가지고 있다. 반면 유럽의 경우 덴마크, 스위스를 중심으로 밀, 콩, 감자, 옥수수, 오이 등 농산물 분야와 소, 닭, 계란 등의 축산물 분야, 수산물과 임산물 등 다양한 농축수산물과 식품, 농약, 비료 및 설비 등 600여 개의 농식품 관련 LCI DB (덴마크 LCA food database, 스위스 Ecoinvent database)

접수 : 2011. 3. 7 수리 : 2011. 4. 7
*연락저자 : Phone: +8225716155
E-mail: sc_jung@econetwork.com

를 구축한 상태이며 이를 바탕으로 농식품 탄소성적표지에 박차를 가하고 있다.

현재 농촌진흥청에서는 1차 농산물의 국가 LCI DB 구축 사업을 진행하고 있는데, 그 상위 흐름이 되는 무기질 비료, 농약 등의 LCI DB가 없어 외국의 DB를 활용하여야 하는 실정으로 국내 농산물의 정확한 DB 구축의 어려움이 있다. 따라서 무기질 비료 및 농약 등에 대한 LCI DB를 구축하여 국내 농산물 및 그 하위흐름에 해당하는 모든 제품에 대한 LCI DB 구축 및 온실가스 산정 기반 마련이 필요하다고 하겠다.

이에 따라 본 연구에서는 전과정평가 기법을 활용하여 복합비료 4종 (21-17-17 1 kg, 17-21-17 1 kg, 15-15-15 1 kg, 기타 1 kg)[1] LCI DB를 구축하여 생산 시스템에서 발생하는 온실가스 배출량을 산정하고 그 결과에 대해서 분석하였다. 또한 농산물 생산에 있어 주요 물질로 투입되는 복합비료의 온실가스 배출량 기여도를 분석하였고, 이를 통해 농업분야의 온실가스 산정 기반 마련을 위한 기초자료로 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

전과정평가는 제품 및 서비스 시스템 전과정 (원료취득, 제조, 사용, 폐기)에 관련된 투입물과 산출물의 목록을 취합하고 이를 통해 결과를 해석함으로써 제품이나 서비스와 관련된 환경성과 잠재적 영향을 정량적으로 평가하는 기술을 말한다 (KAB, 1998). 이러한 결과는 환경성을 평가하는데 적절한 지표로 제공될 수 있으며, 새로운 환경전략· 정책 등에 도움을 줄 수 있다. 전과정평가는 국제표준화기구 (ISO, International Standard Organization)에서 제정한 환경경영체제에 관한 국제표준 ISO 14040의 규격에 의거하여 수행하였다 (ISO, 2006).

목적 및 범위 정의 본 연구의 대상 시스템은 복합비료 생산 시스템으로, 기준흐름은 Table 1과 같이 '복합비료 1 kg 생산'으로 설정하였다. 시스템 경계는 복합비료 4종 (21-17-17 1 kg, 17-21-17 1 kg, 15-15-15 1 kg, 기타 1 kg) 생산 과정에 사용되는 원료물질의 채취로부터 복합비료가 생산되기까지의 모든 과정을 포함한 cradle to gate의 범위를 가지고 있다. 복합비료는 Figure 1처럼 종별에 상관없이 일반적으로 원료물질 투입 후 분쇄, 혼합, 조립과정을 거쳐 1차 제품 생산, 그리고 건조 및 냉각, 선별을 통하여 완제품을 생산하게 된다. 생산과정에서 에너지가 투입되며, 대기배출물이 발생하게 된다. 시스템 경계의 시간적, 지역적, 기술적 범위는 Table 2에 나타내었다.

데이터 범주는 Table 3과 같이 국내 복합비료 생산 시스템으로 투입되는 원료물질과 에너지, 그리고 이에 따라 산출되는 제품 및 대기배출물로 정의된다. 국내 복합비료

1) 복합비료 물질 내에 질소-인-칼륨 성분비가 각각 21%-17%-17%, 17%-21%-17%, 15%-15%-15% 포함되어 있다는 뜻으로, 주로 사용되는 복합비료를 말한다. 복합비료 기타는 그 외의 복합비료를 모두 총칭하는 말이다.

Table 1. Composition factors for life cycle analysis system.

The target system	· Manufacturing system in domestic fertilizers
The function	· Delivery of nutrients and growth promotion of crops
The functional Unit and reference flow	· Producing 1 kg complex fertilizers for delivery of nutrients and growth promotion of crops

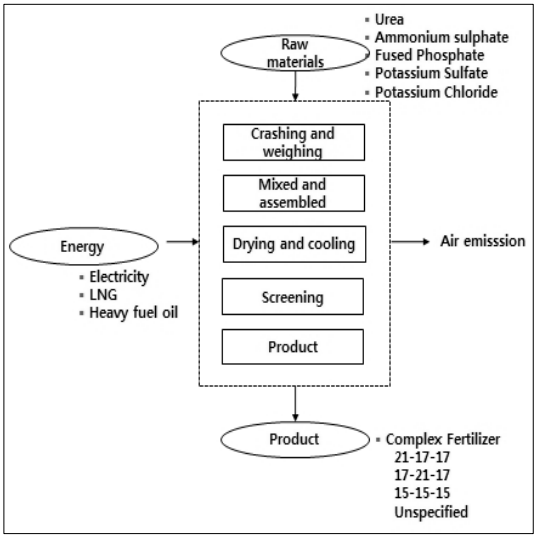

Fig. 1. System boundaries of the production system for complex fertilizers.

Table 2. System boundary for LCA analysis.

Time-related coverage	· Recent data in the past 3 years
Geographical coverage	· Work-site of top companies share of complex fertilizer in domestic
Technology coverage	· Technology commercialized in domestic at present

Table 3. Data sources for resources consumption and emissions related with Complex fertilizer production system.

Parameter		Materials
Input	Raw materials	· Urea, Ammonium sulfate, Fused phosphate, Potassium sulfate, Potassium chloride
	Energy	· Electricity, Natural Gas, Heavy oil
Output	Products	· Complex fertilizers (21-17-17, 17-21-17, 15-15-15, unspecified)
	Emissions	· CO_2, CH_4, N_2O

Table 4. Data quality requirements for LCA analysis.

Internal system	· KFIA (Korea Fertilizer Industry Association) data (fertilizer production data) · Field data gathering to targeting businesses
External system	· Utilization of domestic LCI database · Utilization of foreign LCI database (Ecoinvent Life Cycle Inventories of Agricultural Production System)

Table 5. Greenhouse gas's emission factors of each fuel.

Fuels	Emission factors (kg GHG/TJ)			Low-heating value (MJ/L, NM^3)
	CO_2	CH_4	N_2O	
Light oil	74,100	3.9	3.9	35.4
Kerosene	71,900	3	0.6	35
Heavy oil	77,400	3	0.6	39.1
Gasoline (for vehicles)	69,300	33	3.2	31
Gas (Butane/LPG)	63,100	1	0.1	45.7
Natural gas	64,200	3	0.6	40
Anthracite	98,300	1	1.5	19.3

생산 시스템에 대한 원료물질 투입량은 한국비료공업협회의 비료 생산 출하실적 데이터를 기초로 하였으며, 에너지 사용량의 경우 2009년 대상 사업장의 현장데이터를 수집하였다. 데이터 품질 요건으로는 Table 4에 나타낸 것과 같이 해당 복합비료 생산과정인 시스템 내부와 원료 물질 생산 시스템 혹은 폐기물 처리 시스템 등의 대상 시스템 외부로 구분할 수 있다.

데이터 수집 및 분석 데이터 수집은 해당 사업장(남해화학, 동부한농, 조비, 풍농, 협화, KG케미컬)을 방문하고 설명회를 통하여 수집 범위를 전달하는 등 2009년 현장데이터를 수집하였다. 1차 수집된 데이터의 미비자료는 재방문 및 전화 등을 통해 보완하였다. 또한 한국비료공업협회의 비료 생산 출하 실적 등의 통계자료를 수집하였다 (KFIA, 2007). 데이터 분석은 수집 데이터의 물질수지를 점검하는 과정을 통해 모든 단위를 물질 kg, 화석에너지 (천연가스, 중유) kg, 전력 kWh로 통일하였고, 이상치 및 누락치를 검토하였다.

데이터 계산 데이터 계산은 한국비료공업협회의 비료 생산 출하실적을 활용하여 복합비료 제조에 투입된 무기질 비료의 양을 계산하였으며 2009년 국내 비료 시장점유율 수위 업체의 사업장을 대상으로 설문조사를 실시하여 제조 과정에 투입된 에너지의 양을 도출하였다. 연료 연소로 인한 직접대기배출물 배출량은 IPCC 배출계수[2] (IPCC, 1996)를 적용하였다. 연료사용량 ($1\ yr^{-1}$)에 Table 5에 표시한 저위발열량 ($MJ\ L^{-1}$), 단위전환계수 (10^{-6}), 배출계수 ($kg\ GHG\ TJ^{-1}$)를 모두 곱하여 계산한다.

전과정 목록 분석 수집된 데이터의 분석 및 계산 과정을 통해 Gate to Gate 목록을 Table 6과 같이 기능단위인 복합비료 1 kg 기준으로 작성하였다. 마지막 단계로 지식경제부에서 개발한 전과정평가 도구인 PASS (4.1.3) software를 활용하여 상위/하위 데이터베이스를 연결시키고, 전과정 목록을 구축하였다. 환경부와 지식경제부의 국가 데이터베이스를 우선 연결하되, 불가능한 항목에 대해서는 해외 데이터베이스 (스위스 Ecoinvent database)를 연결하였다. 최종적으로 온실가스 배출량 산정은 도출된 전과정 목록에서 온실가스 지정 물질의 배출량에 해당 지구온난화지수를 곱한 후 이산화탄소 당량으로 정량화 ($kg\ CO_2\ eq.\ kg^{-1}$)하여 나타내었다.

가정 및 제한사항 복합비료 원료물질인 무기질 비료들의 투입량을 알기 위해 복합비료 내 유효성분량을 바탕으로 원료용 무기질 비료 사용량을 추정하였으며, 제품 포장은 복합비료 생산데이터 범주에서 제외하였으므로 고려하지 않았다. 연료 사용으로 인한 직접대기배출물은 IPCC 배출계수를 통해 도출하였다. 마지막으로 원료물질 외에 기타 미량요소들은 업체별 데이터 수집의 한계점과, 전체 온실가스 배출량에 큰 영향을 미치지 않는 점을 고려하여 배제하였다.

2) IPCC는 Intergovernmental Panel on Climate Change의 약자로 기후변화에 대한 정부간 위원회를 말한다. 에너지원별 온실가스 배출계수의 경우 에너지를 사용할 때 발생되는 CO_2의 양을 알기 위해 사용하며, 승인된 국가배출계수가 없어 사용할 수 없다면, IPCC 배출계수를 사용할 수 있다. 우리나라의 경우 국가배출계수가 부족한 관계로, IPCC 배출계수를 활용하고 있다.

Table 6. Characterization of emission with production of complex fertilizers.

Classification	Input			Output		
	Parameter†	Unit	Amount	Parameter	Unit	Amount
Complex fertilizer 21-17-17	Urea	kg	2.28E-01	Product	kg	1.00E+00
	Ammonium sulfate	kg	5.56E-02	CO_2	kg	2.49E-02
	Fused phosphate	kg	5.54E-01	CH_4	kg	1.00E-06
	Potassium sulfate	kg	3.41E-02	N_2O	kg	2.01E-07
	Potassium chloride	kg	1.29E-01			
	Electricity	kWh	6.44E-02			
	Gas	kg	7.60E-01			
	Heavy Oil	kg	6.36E-03			
Complex fertilizer 17-21-17	Urea	kg	1.71E-01	Product	kg	1.00E+00
	Ammonium sulfate	kg	4.18E-02	CO_2	kg	2.49E-02
	Fused phosphate	kg	6.36E-01	CH_4	kg	1.00E-06
	Potassium sulfate	kg	3.17E-02	N_2O	kg	2.01E-07
	Potassium chloride	kg	1.19E-01			
	Electricity	kWh	6.44E-02			
	Gas	kg	7.60E-01			
	Heavy Oil	kg	6.36E-03			
Complex fertilizer 15-15-15	Urea	kg	1.95E-01	Product	kg	1.00E+00
	Ammonium sulfate	kg	4.76E-02	CO_2	kg	2.49E-02
	Fused phosphate	kg	5.86E-01	CH_4	kg	1.00E-06
	Potassium sulfate	kg	3.61E-02	N_2O	kg	2.01E-07
	Potassium chloride	kg	1.36E-01			
	Electricity	kWh	6.44E-02			
	Gas	kg	7.60E-01			
	Heavy Oil	kg	6.36E-03			
Complex fertilizer unspecified	Urea	kg	4.43E-01	Product	kg	1.00E+00
	Ammonium sulfate	kg	1.08E-01	CO_2	kg	2.49E-02
	Fused phosphate	kg	5.94E-02	CH_4	kg	1.00E-06
	Potassium sulfate	kg	8.17E-02	N_2O	kg	2.01E-07
	Potassium chloride	kg	3.08E-01			
	Electricity	kWh	6.44E-02			
	Gas	kg	7.60E-01			
	Heavy Oil	kg	6.36E-03			

†The amount of all parameters were calculation based on product 1 kg.

결과 및 고찰

도출된 전과정 목록을 토대로 교토의정서에서 규정한 6대 온실가스 배출량에 대하여 Table 7과 같이 분석하였다. 복합비료 1 kg 생산에 따른 온실가스 배출량은 기타가 3.56 kg CO_2 eq. kg^{-1}로 가장 많은 배출량을 나타냈으며 21-17-17, 15-15-15, 17-21-17 순으로 각각 2.42, 2.23, 2.10 kg CO_2 eq. kg^{-1}로 나타났다. 복합비료별 가장 큰 기여도를 보이는 온실가스는 21-17-17, 17-21-17, 15-15-15, 기타 모두 이산화탄소 (68.5%, 72.1%, 70.4%, 59.9%)와 아산화질소 (28.5%, 24.9%, 26.6%, 37.2%)로 분석되었다.

Table 8은 복합비료를 생산하는데 있어 배출되는 온실가스량을 각 항목별로 평가하고 기여도를 분석한 결과이다. 제조전단계와 제조단계[3]를 합계 100%로 분석하였는데, 21-17-17, 17-21-17, 15-15-15, 기타 각각 제조전단계에서 98.96%, 98.81%, 98.88%, 99.30%로 대부분의 온실가스를 배출하는 것으로 분석되었다. 그 중 질소질 비료 (요소, 황산암모늄) 생산으로 인한 영향이 21-17-17, 17-21-17, 15-15-15, 기타 각각 62.2%, 53.8%, 57.8%, 82.3%를 나타내 가장 큰 기여도를 보였고, 천연가스, 중유, 전기 등 에너지로 인한 영향이 각각 17.9%, 20.61%, 19.42%, 12.19%로 나타나 17-21-17을 제외하고 차 (次) 순위 기여도를 보였다. 특이하게 17-21-17은 인산질 비료 (용성인비) 생산으로 인한 영향이 22.09%로 나타났는데, 이는 다른 복합비료에 비해 인산질 비료의 성분비가 높기 때문인 것으로 분석되었다. 업체 방문 및 공정 분석 결과 주원료의 사용량을 줄이기는 사실상 어려웠으므로, 배합공정 및 냉각공

3) 제조전단계란 복합비료 생산의 전단계로 원료물질 및 에너지를 생산하기 위한 원료취득 및 제조과정에서 발생하는 온실가스 발생량을 말한다. 그리고 제조단계란 복합비료 생산 단계에서 발생하게 되는 온실가스 배출량을 말한다. 화석에너지의 연소과정에서 발생하게 된다.

Table 7. Major greenhouse gas emissions of complex fertilizers production system (unit: kg CO_2 eq. kg^{-1}).

List	21-17-17	17-21-17	15-15-15	Unspecified
Carbon dioxide	**1.66E+00**	**1.52E+00**	**1.57E+00**	**2.13E+00**
Methane	6.97E-02	6.13E-02	6.48E-02	1.01E-01
Nitrous oxide	**6.90E-01**	**5.23E-01**	**5.93E-01**	**1.32E+00**
HFC-134a	5.91E-04	6.59E-04	6.16E-04	1.62E-04
HFC-152a	1.55E-08	1.33E-08	1.42E-08	2.35E-08
HFC-23	1.58E-06	1.37E-06	1.46E-06	2.34E-06
Sulfur Hexafluoride	4.32E-04	3.72E-04	3.97E-04	6.56E-04
CFC-14	1.64E-03	1.45E-03	1.53E-03	2.35E-03
Total	2.42E+00	2.10E+00	2.23E+00	3.56E+00

Table 8. Amount of greenhouse gas emissions and contribution for complex fertilizers production (Unit: kg CO_2 eq. kg^{-1}).

Parameter			21-17-17	17-21-17	15-15-15	Un-specified
pre-manufacturing phase	Raw materials	**Nitrogenous fertilizers**	**1.51E+00 62.20%**	**1.13E+00 53.78%**	**1.29E+00 57.78%**	**2.93E+00 82.34%**
		Phosphatic fertilizer	4.05E-01 16.70%	4.64E-01 22.09%	4.28E-01 19.18%	4.34E-02 1.22%
		Potassic fertilizers	5.26E-02 2.17%	4.89E-02 2.33%	5.57E-02 2.50%	1.26E-01 3.55%
		Energy	**4.33E-01 17.89%**	**4.33E-01 20.61%**	**4.33E-01 19.42%**	**4.33E-01 12.19%**
manufactu-ring phase	Direct Air Emissions		2.50E-02 1.03%	2.50E-02 1.19%	2.50E-02 1.12%	2.50E-02 0.70%

Table 9. Annual greenhouse gas emissions analysis of plant cultivation with complex fertilizer (unit: kg CO_2 eq. kg^{-1}, N/A: Not application).

Annual greenhouse gas emissions		Annual greenhouse gas emissions and the contribution due to complex Fertilizers for crops			
		21-17-17	17-21-17	15-15-15	Unspecified
Rice	**3.82E+09**	**3.69E+08 9.67%**	**2.56E+07 0.67%**	**2.33E+05 0.01%**	**1.45E+09 37.87%**
Hulled barley	2.44E+07	6.15E+06 25.14%	N/A N/A	N/A N/A	5.49E+06 22.44%
Naked barley	9.60E+07	1.92E+07 20.02%	N/A N/A	N/A N/A	1.96E+07 20.37%
Openfield pepper	2.65E+08	2.30E+07 8.71%	1.11E+04 0.004%	N/A N/A	6.24E+07 23.59%
Onion	6.63E+08	3.87E+07 5.84%	7.52E+05 0.11%	2.51E+05 0.04%	1.52E+08 22.97%

정 설비를 생산 규모에 맞게 재조정하고 노후 설비를 교체하는 등의 노력을 통해 에너지 사용량을 감소시켜 온실가스 배출량을 줄이는 것이 가장 효과적으로 판단된다.

다음으로는 농산물 생장에 있어 주요 물질로 투입되는 복합비료의 온실가스 기여도를 규명하여 복합비료의 감축 목표 설정 등 정책 수립에 도움이 되고자 하였다. 국내 농작물 5개 (쌀, 겉보리, 쌀보리, 노지고추, 양파)의 2007년 연간 온실가스 발생량과, 이들 작물을 재배하기 위해 투입된 복합비료로 인한 온실가스 발생량을 Table 9와 같이 분석하였다. Table 9에서와 같이 작물별 연간 온실가스 배출량을 살펴보면 1년간 쌀을 생산하는데 있어 38억2천만 kg CO_2 yr^{-1}의 온실가스가 배출됐으며, 겉보리, 쌀보리, 노지고추, 양파 각각 2천4백4십만 kg CO_2 yr^{-1}, 9천6백만 kg CO_2 yr^{-1}, 2억6천5백만 kg CO_2 yr^{-1}, 6억6천3백만 kg CO_2 yr^{-1}를 배출한 것으로 나타났다. 쌀을 예로 들어, 쌀 생산에 투입된 연간 복합비료의 온실가스 배출량은 21-17-17, 17-21-17, 15-15-15, 기타 각각 3억6천9백만 kg CO_2 yr^{-1}, 2천5백6십만 kg CO_2 yr^{-1}, 2십3만3천 kg CO_2 yr^{-1}, 14억5천만 kg CO_2 yr^{-1}만큼을 배출한 것으로 나타났는데, 이는 Figure 2에서 보는바와 같이 9.66%, 0.67%, 0.01%, 37.87%의 기여도를 나타내는 것으로, 쌀의 온실가스 배출량의 48.3%인 것을 확인할 수 있다.

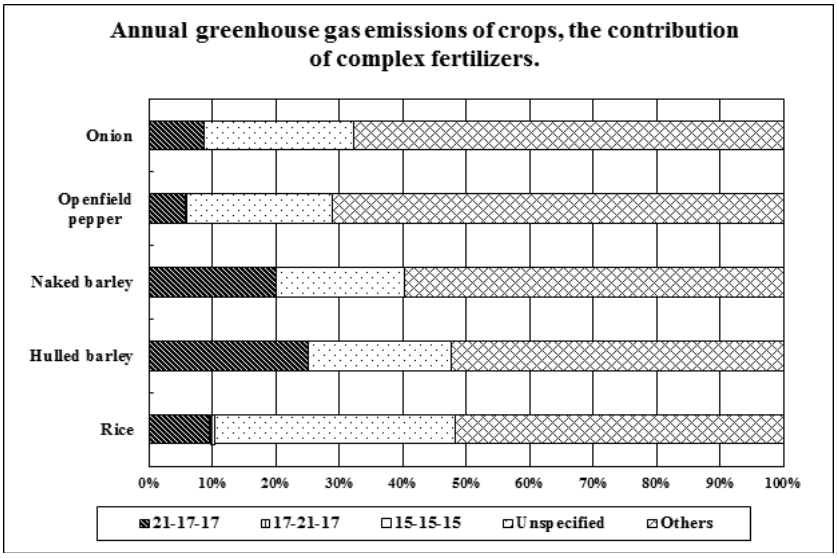

Fig. 2. Annual greenhouse gas emissions of plant cultivation with contribution of complex fertilizers.

2006년 우리나라의 화학비료 사용량은 315.7 kg ha^{-1}로 미국 145.5 kg ha^{-1}, 브라질 128.9 kg ha^{-1}, 영국 254.6 kg ha^{-1}, 프랑스 178.2 kg ha^{-1}, 인도 127.8 kg ha^{-1} 등 주요 국가보다 비교적 높은 수치를 기록하고 있다. 또한 OECD 농업환경지표 중 질소수지는 2002년 현재 240 kg ha^{-1} 로 OECD 평균인 76 kg ha^{-1}와 비교 시 3배를 넘는 등 단위 면적당 많은 양의 화학비료를 사용하고 있는 실정이다 (KREI, 2009a,b). 이에 따라 정부는 맞춤형 비료 정책을 시행하여 효과적인 시비를 유도하고 있으며 이를 통하여 비료 사용량이 줄어들 것으로 예상하고 있다. 따라서 본 연구의 결과는 향후 농산물의 온실가스 배출량 산정을 위한 기초자료로 활용될 것이며, 복합비료의 사용량을 줄임으로써 얻을 수 있는 농업분야 온실가스 감축량 산정에도 기여할 것으로 기대된다.

2007년 현재 우리나라의 총 온실가스 배출량은 6천2백억 kg CO_2 yr^{-1}로 2000년 대비 4.3% 가량 증가하는 등 꾸준한 증가 추세를 보이고 있다. 농업부문에서는 전체의 3%인 180억4천만 kg CO_2 yr^{-1}로 차지하는 정도가 작다고 할 수 있으나, 국가에서 2020년까지 BAU 대비 30% 감축 목표를 설정하는 등 모든 분야에서 온실가스 저감을 이뤄내야 한다. 현재 농업분야는 다른 산업분야보다 온실가스 저감을 위한 기초 연구 등이 시작 단계에 있는 만큼 영농투입물 및 농축수산물의 온실가스 배출량 산정, 농축수산물 탄소성적표시제도 시행 등 지속적인 연구와 방안을 강구하여야 할 것으로 사료된다.

요 약

현재까지 농작물의 온실가스 배출량 산정은 주 투입 물질인 비료의 국내 LCI DB가 없어 외국 LCI DB를 사용하였다. 이로 인해 우리나라 실정에 맞는 정확한 온실가스 배출량을 산정할 수 없었다. 따라서 본 연구를 통해 농작물의 생장을 위해 필수 요소로 투입되는 복합비료의 온실가스 배출량을 계산함으로써 농작물의 탄소성적 산정을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다. 또한 각 농산물 연간 온실가스 배출량과의 비교를 통해 복합비료가 차지하는 정도를 살펴봄으로써 복합비료 사용량 감축 정책 등을 위한 정보를 제공하고자 하였다. 분석결과 복합비료 1 kg 생산에 따른 온실가스 배출량은 21-17-17, 17-21-17, 15-15-15, 기타 각각 2.42E + 00, 2.10E + 00, 2.23E + 00, 3.56E + 00 kg CO_2 eq. kg^{-1}를 나타냈다. 다음으로 작물에 투입되는 복합비료로 인해 발생하게 되는 온실가스는 쌀, 겉보리, 쌀보리, 노지고추, 양파 작물 대비 각각 48.3%, 47.6%, 40.4%, 32.3%, 29.0%로 큰 부분을 차지하였다. 따라서 맞춤형 비료 정책, 효율적인 시비 등의 노력을 기울여 복합비료 사용량을 감소시킨다면 농업부문의 온실가스 배출량 또한 저감시킬 수 있을 것이다.

사 사

본 연구는 2010년 농촌진흥청 공동연구사업 “농식품 부문 탄소이력추적 기반구축 연구”를 수행하면서 얻은 결과를 바탕으로 작성되었습니다. 과제 수행에 힘써주신 농촌진흥청 연구책임자 및 관계자, 또한 연구가 수월하게 진행되도록 협조하여 주신 관련 기관 및 국내 비료 생산업체 관계자에게 깊은 감사를 드립니다.

인 용 문 헌

농림수산식품부. 2010. 농림수산식품분야 탄소표시제 및 탄소포인트제 도입방안.

환경부. 2010. 탄소성적표지 인증제품 현황.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 1996. The Revised 1996 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories. Geneva. Switzerland.

ISO (International Organization for Standardization). 2006. ISO 14040:2006(E) Environmental management - Life cycle assessment - Principles and Framework.

KFIA (Korea Fertilizer Industry Association). 2007. fertilizer production data. Korea Fertilizer Industry Association. Seoul, Korea. www.fert-kfia.or.kr. accessed on August 2010.

KAB (korea Accreditation Board). 1998. Theory and Guidelines of Life Cycle Assessment. Seoul, korea.

KREI (Korea Rural Economic Institute). 2009a. A Comparative Study of Korean Agriculture based on International Agricultural Statistics. Seoul, Korea.

KREI (Korea Rural Economic Institute). 2009b. The World Agriculture Statistics (Major Agriculture Statistics in OECD countries). Seoul, Korea.