

## 유기농업의 온실가스 감축효과

김창길 · 정학균<sup>†</sup> · 김용규

한국농촌경제연구원 자원환경연구부

### Effects of Organic Farming on Greenhouse Gas Emission Reduction

Kim, Chang Gil, Jeong, Hak Kyun<sup>†</sup> and Kim, Yong Gyu

Dept. of Natural Resource and Environmental Research, Korea Rural Economic Institute, Naju, Korea

#### ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze effects of greenhouse gas reduction in organic agriculture. To accomplish the objective of the study, a field survey was conducted. Based on the field survey results, LCA method was used to estimate the greenhouse gas emission. The farmer survey and LCA estimation data were provided by The Foundation of Agricultural Technology Commercialization and Transfer. The GHG estimation results showed that GHG emission of organic farming is less by 10.6~89.3% when compared with the conventional farming. In addition, the economic value of greenhouse gas reduction in organic farming amounts to 1,097 million won. Based on major findings, in response to national greenhouse gas reduction target, it is needed to expand organic farming, supporting organic farmers' income.

*Key words:* Organic Farming, Greenhouse Gas Reduction, Economic Effect

#### 1. 서 론

국제사회는 1992년에 UN 기후변화협약을 체결한 이후 온실가스 감축 등 기후변화 문제를 해결하기 위해 지속적으로 노력해왔다. 1997년에는 교토의정서를 체결하여 2020년까지 선진국을 중심으로 감축의무를 부과한 바 있다. 이후 중국 및 인도 등 개도국의 배출량이 증가함에 따라 개도국에 대한 국제사회의 감축의무 부담요구가 증가하게 되었다. 때문에 2011년 더반 총회(COP 17)에서는 교토의정서의 후속으로 선진국 및 개도국이 모두 참여하는 2020년 이후의 신기후체제를 형성키로 합의하였고, 2015년 12월, 프랑스 파리에서 개최된 제 21차 유엔기후변화협약(UNFCCC) 당사국총회(COP 21)에서 신기후체제 합의문인 파리 협정(Paris Agreement)이 채택되었다. 이 합의문은 개도국을 포함한 세계 195개 당사국이 도출하였으며, 주요 내용은 2020년부터 온실가스를 의무적으로 감축하여 산업화 이전 대비 지구 평균기온 상승을 2°C 미만으로 억제하자는 것이다.

국제사회의 온실가스 감축노력에 대응하여 우리나라는 2009년 11월, 국무회의에서 자발적 온실가스 감축목표를 2020년 배출전망치(Business As Usual, BAU) 대비 30% 감축으로 결정하였다. 이는 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC)가 권고한 감축범위(15~30%)의 최고 수준으로 설정한 것이다. 그리고 파리 당사국총회에서 우리나라는 2030년 배출전망치 대비 37% 감축 목표를 설정하였다.

정부는 2020년까지 온실가스 감축목표 달성을 위해 7개 부문, 25개 업종으로 세부 이행계획을 수립하였고, 농림어업분야는 배출전망치인 28.5백만톤CO<sub>2</sub>-eq 대비 5.2%인 1.5백만톤CO<sub>2</sub>-eq의 의무 감축을 할당하였다. 농림축산식품부는 목표달성을 위한 일환으로 생산 전 과정에서 온실가스 배출을 줄인 친환경·GAP 농산물에 대해 2012년부터 시범적으로 저탄소 인증을 부여하고 있다. 저탄소 인증제도를 도입함으로써 농가의 자발적 감축을 유도하고, 소비자에게 환경적 측면을 고려하여 소비할 수 있는 선택권을 제공하는 것이다.

국내 연구는 온실가스 감축에 대한 관심이 선진국에 비해

<sup>†</sup> Corresponding author: [hak8247@krei.re.kr](mailto:hak8247@krei.re.kr)

Received August 3, 2016 / Revised August 22, 2016 / Accepted September 12, 2016

비교적 최근에 형성되어 제도적 측면에 대한 연구에만 초점이 맞추어져 있으며, 유기·친환경농업에 대한 탄소 저감효과와 관련된 연구는 벼를 제외한 작물에 대해서는 전무한 실정이다. 벼는 Moon *et al.*(2014)에서 쌀 1 kg당 관행대비 유기농이 0.11 kg CO<sub>2</sub>-eq, 무농약이 0.07 kg CO<sub>2</sub>-eq, Ryu *et al.*(2012)에서 유기농이 0.35 kg CO<sub>2</sub>-eq의 저감이 가능하다고 연구되었다.

Lee *et al.*(2015)은 전세계의 195개 온실가스 배출 연구결과(1977~2012년)를 메타분석(Meta-analysis)하였으며, 유기농이 온실가스 감축에 있어 긍정적인 영향을 미치는 결과가 67.7%, 중립적 혹은 부정적 결과가 32.3%로 나타났다.

해외연구는 대부분 유럽에서 이루어지고 있으며, 최근 5년간(2010~2015) 발표된 23개 해외논문들을 분석하여 유기농업의 온실가스 저감효과를 검토한 결과, 면적기준으로 유기농이 관행농업에 비해 약 20~25%의 온실가스 감축효과가 있는 것으로 분석되었다(Fig 1).

본 연구는 유기농업의 온실가스 감축효과를 분석하는데 목적이 있으며, 나아가 온실가스 저감의 경제적 효과까지 알아보고자 하여 선행연구와 차별성을 두었다.

## 2. 자료 및 분석방법

분석에는 농림축산식품부로부터 위탁을 받아 저탄소 인증심사와 심의 등의 업무를 맡고 있는 농업기술실용화재단의 내부자료를 활용하였다. 이 자료의 온실가스 배출량 산정은 전과정평가(Life Cycle Assessment, LCA)를 기초로 하였다.

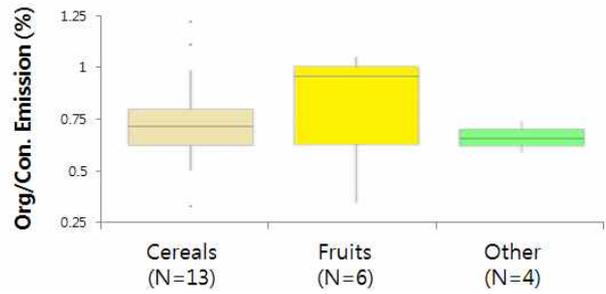


Fig. 1. Overseas research results related to greenhouse gas reduction of organic farming.

전과정평가는 제품의 전 과정에 걸쳐서 소모되는 자원과 발생하는 배출물의 양을 정량화하여, 이들이 환경에 미치는 잠재적인 영향을 종합적이고 정량적으로 평가하는 환경영향기법이다. 다만 농산물은 품목별로 저장 형태 및 유통 처리과정이 매우 다양하여 그 기준을 평균적으로 설정하기 어려운 관계로, 농산물의 전 과정 중 “원료 채취 및 농자재 생산단계”와 “농산물 재배단계”만을 경계에 포함하였다.

온실가스 배출량 산정은 전과정 평가의 10개 영향평가 범주 중 지구온난화(Global Warming Potential; GWP)만 고려하여 농자재 생산 및 농산물 재배단계에서 배출되는 직접배출량과 투입재에서 배출되는 간접배출량을 포함하여 이루어졌다. 직접배출량은 아산화질소, 이산화탄소 및 논에서의 메탄 발생량을 고려하였고, 세부적으로는 질소비료, 작물보호제, 연료, 전기, 기타 농자재 등으로 구분하여 산정했다(Fig. 2).

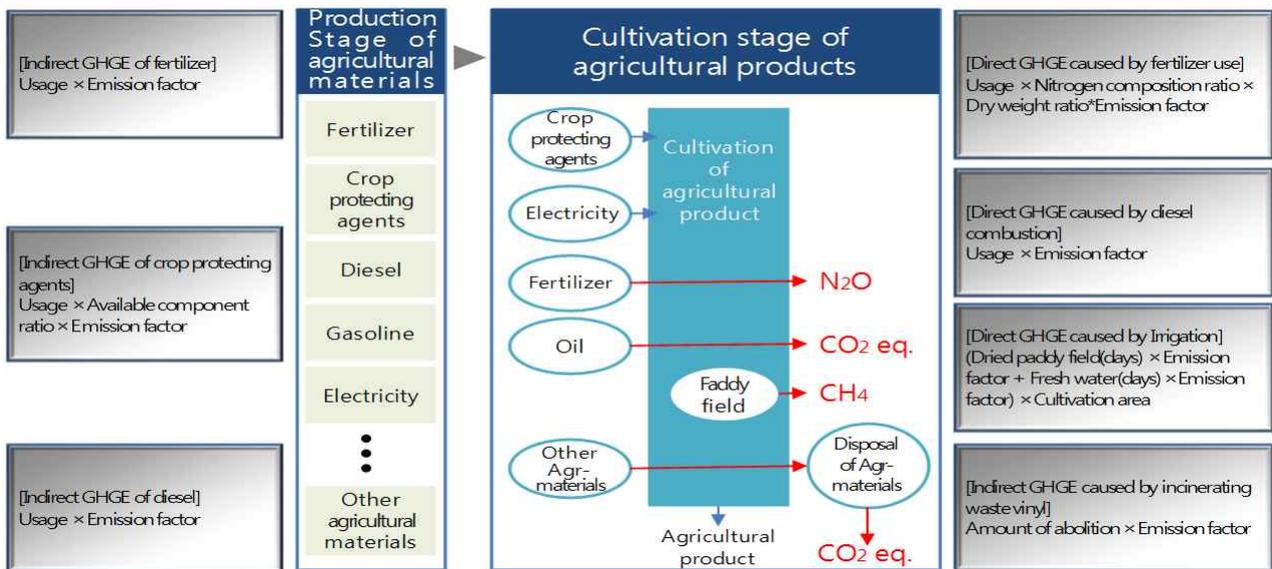


Fig. 2. System boundaries for this study.

저탄소 농업기술은 ‘비료 및 작물 보호제 절감기술’, ‘농기계 에너지 절감기술’, ‘난방에너지 절감기술’과 ‘농업용수 관리 기술’까지 총 4개 분야의 19개 농업기술을 대상으로 측정하였으며, 품목은 인증대상인 식량작물(6), 채소(21), 과수(8), 특용작물(6) 총 41개이다. 인증DB는 유기농, 무농약에 대한 저탄소인증 건수 103건, 814개 농가에 대한 통계자료이며, 기간은 최근 3년(2013~2015년)으로 설정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 유기농업의 온실가스 저감량

주요 유기 및 친환경(유기+무농약) 농업의 온실가스 저감량을 산정해 보면 관행농업에 비해 10a 면적 기준으로 곡류(벼)는 121~128 kg CO<sub>2</sub>, 과일류는 209~248 kg CO<sub>2</sub>, 채소류는 573~1,555 kg CO<sub>2</sub>, 과채류는 1,837~5,752 kg CO<sub>2</sub>, 서류는 30~518 kg CO<sub>2</sub>만큼 온실가스를 상대적으로 저감할 수 있는 것으로 나타났다.

생산량 1 kg을 기준으로 곡류(벼)는 0.20~0.28 kg CO<sub>2</sub>를 저감하는 것으로 나타나 선행연구인 Moon *et al.*(2014), Ryu *et al.*(2012)의 유기농 저감량인 0.11~0.35 kg CO<sub>2</sub> 범위에 속

하는 것으로 나타났다. 과일류는 0.12~0.24 kg CO<sub>2</sub>, 채소류는 0.09~0.51 kg CO<sub>2</sub>, 과채류는 0.64~3.85 kg CO<sub>2</sub>로 가장 높게 나타났으며, 서류는 0.02~0.50 kg CO<sub>2</sub>으로 나타났다(Table 1).

분석결과를 종합하면 품목과 재배방식에 따라 다르나, 유기농업이 일반 관행농업에 대비하여 10.6~89.3%의 온실가스를 저감할 수 있기에 기후변화 완화에 기여할 수 있는 것으로 판단된다. 또한 대체적으로 유기농이 친환경(유기+무농약)보다 저감량이 높게 나타났으며, 이는 화학농약 생산 및 사용에 따른 온실가스 배출이 유기농은 없기 때문으로 보인다.

#### 3.2 세부 온실가스 배출량

유기농 벼는 ‘비료 및 작물 보호제 절감기술’ 분야의 생물적 자원을 이용한 제초 및 방제와 자가제조 농자재 사용을 통해 온실가스 배출을 관행농과 비교해서 절감하고 있다. 세부적으로 비료의 저감량(104 kg CO<sub>2</sub>/10a)이 가장 크고, 다음으로 연료(49 kg CO<sub>2</sub>/10a), 메탄(10 kg CO<sub>2</sub>/10a)순으로 나타났으며, 전기(-50 kg CO<sub>2</sub>/10a)는 오히려 배출이 더 큰 것으로 나타났다. 벼의 전 과정에서 배출되는 대부분의 온실가스는 벼의 생육과정 간 논에서 배출되는 메탄 발생에 의한 것인데, 저감효과가 크지 않아 메탄가스 방출을 억제할 수 있는 품종

Table 1. Estimation of greenhouse gas by main organic and environment-friendly agricultural products

		Organic farming				Environment-friendly (Organic + non pesticide)			
		No. of samples	Reductions(kgCO <sub>2</sub> )		Reduction rate (%) <sup>1)</sup>	No. of samples	Reductions(kgCO <sub>2</sub> )		Reduction rate (%)
			/10a	/kg			/10a	/kg	
Cereals	Rice	87	128	0.28	11.6	696	121	0.20	10.9
Fruits	Pear	3	248	0.24	24.4	5	224	0.12	22.1
	Persimmon	3	240	0.24	47.1	5	209	0.17	41.0
Vegetables	Lettuce	2	1,555	0.14	71.6	33	1,250	0.51	57.6
	Cabbage	6	573	0.09	76.7	6	573	0.09	76.7
Fruits & Vegetables	Tomato	5	5,706	0.88	48.3	5	5,706	0.88	48.3
	Cherry tomato	2	5,752	3.85	41.9	4	4,232	3.45	31.0
	Strawberry	1	2,369	0.65	65.8	2	1,837	0.64	51.0
Potatoes	Sweet potato	2	30	0.02	10.6	10	87	0.05	31.0
	Potato	1	518	0.50	89.3	7	406	0.39	70.0

Note: Reduction rate represents the rate of the amount of greenhouse gas (GHG) emissions that can be reduced by using organic farming compared with conventional farming. GHG emissions from conventional farming were calculated by taking the 5-year average of national GHG emissions data from KOSTAT and Rural Development Administration.

Source: Internal material of The Foundation of Agricultural Technology Commercialization and Transfer.

또는 기술개발과 적용이 필요할 것으로 보인다.

과일류는 ‘비료 및 작물보호제 절감기술’ 분야에서 화학비료를 대체하고, 토양 유기물 공급 및 비옥도를 증진하는 풋거름 작물재배를 통해 온실가스를 저감하고 있다. 그러므로 비료(548 kg CO<sub>2</sub>/10a)와 전기(498 kg CO<sub>2</sub>/10a)의 저감량이 크게 나타났다.

채소류는 ‘난방에너지 절감기술’ 분야에서 수막재배 시스템과 다겹보온커튼 및 보온터널 자동개폐장치로 난방에너지를 절감하여 온실가스를 저감하고 있다. 비료(271 kg CO<sub>2</sub>/10a)가 상당히 줄어들었으나, 연료(-51 kg CO<sub>2</sub>/10a)와 기타 농자재(-34 kg CO<sub>2</sub>/10a)에서는 더 배출되는 것으로 나타났다.

서류는 ‘비료 및 작물보호제 절감기술’의 자가제조 농자재 사용 농법과 풋거름작물 재배를 활용하고 있으며, 비료(291 kg CO<sub>2</sub>/10a)가 온실가스를 상당히 저감하고 있으며, 연료(-5 kg CO<sub>2</sub>/10a)와 기타 농자재(-23 kg CO<sub>2</sub>/10a)는 더 사용하는 것으로 나타났다.

과채류는 축성재배 특성상 사용하는 연료와 전기의 양이 다른 품목류보다 매우 높는데, ‘난방에너지 절감기술’의 여러 기술을 활용하여 저감량도 크게 나타났다. 연료는 2,958 kgCO<sub>2</sub>/10a, 전기는 1,343 kg CO<sub>2</sub>/10a, 비료는 268 kg CO<sub>2</sub>/10a를 저감하며, 온실가스 배출을 가장 크게 저감할 수 있는 품목이고, 앞으로도 기술개발을 통해 더 저감할 수 있을 것으로 보인다 (Fig. 3).

Table 2. Economic effect of greenhouse gas reduction in organic farming

	Reduction (kgCO <sub>2</sub> /ha)	Area (ha) <sup>1)</sup>	Economic vlue (Million won) <sup>2)</sup>
Cereals	1,280	8,814	192
Fru-Veg	46,090	501	393
Vegetables	10,640	2,343	424
Fruits	2,440	1,632	68
Potatoes	2,740	420	20
<b>Total</b>		<b>13,710</b>	<b>1,097</b>

Note 1: We suppose that organic farming area is one percent of total area by crop in 2014.

2: We apply the market price, 17,000 won/t in KRX Emission Trading Market (2016. 8. 1.).

### 3.3 온실가스 저감의 경제적 효과

2014년 유기농 재배는 전체 경지면적의 약 1%를 차지한다. 따라서 온실가스 감축의 경제적 가치는 품목류별 재배면적의 1%를 유기농으로 재배를 한다고 설정하여 산정하였다.

벼 재배면적의 1%에서 유기농 벼를 재배하면 온실가스 감축량은 11,282톤, 경제적 가치는 KRX 배출권시장의 현재(2016.

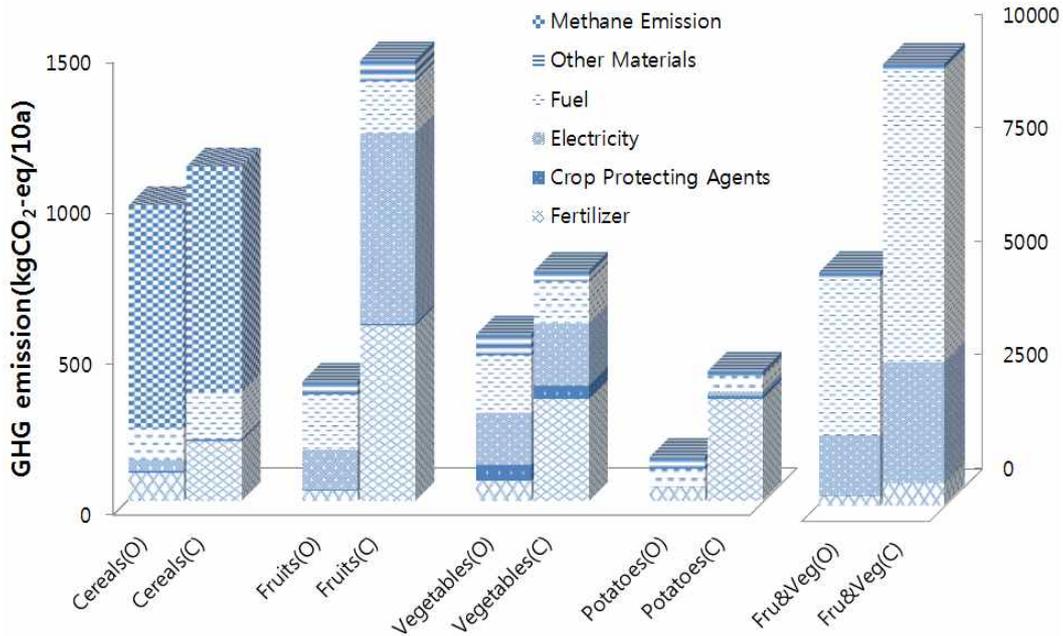


Fig. 3. Greenhouse gas emission of crops with emission factors.

8. 1.) 거래가격인 17,000원(/톤)을 적용하여 1.9억 원으로 산정된다.

같은 방법으로 다른 품목류도 산정해 보면 유기농업 1%를 재배하는 현재 수준에서 총 11억 원의 온실가스 감축 경제적 효과가 있는 것으로 나타났다.

유기농업의 온실가스 감축의 경제적 가치는 배출권시장 거래가격에 달려있으며, 향후 거래가격은 국가 온실가스 감축정책, 국제탄소시장가격 등의 영향을 받을 것으로 예상된다. 최근 UN의 저탄소 지속가능성장목표 채택, 신기후체제 협상(COP21) 진전 등이 국제탄소시장에 긍정적으로 작용할 것으로 전망되고 있어, 향후 온실가스 감축의 경제적 가치가 보다 커질 가능성도 있다고 판단된다.

#### 4. 결 론

유기농업은 온실가스 감축효과를 가지므로 기후변화 완화 수단으로 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 농업부문에 할당된 온실가스 감축목표를 달성하기 위해서는 유기농업을 지금보다 확대시키는 전략은 매우 유용할 것이다. 그리고 농가가 유기농업 기술을 실천할 경우, 온실가스 감축분을 배출권거래시장에서 거래하도록 정책적으로 지원해 준다면 유기농업 실천농가들의 소득 창출에 기여할 수 있을 것이다. 또, 유기농업 실천농가가 저탄소농축산물 인증을 받도록 지원한다면 온실가스 감축에 대한 소비자 인식이 긍정적이기 때문에 유기농산물 판로개척에 유리할 것이다.

유기농업의 온실가스 배출량에 대한 해외 선행연구들을 검토한 결과, 다양한 품목에 대해서 많은 연구가 진행된 것으로 나타났다. 국내에서도 품목별로 유기농업의 온실가스 감축효과를 계속해서 연구할 필요가 있으며, 유기농업의 온실가스 배출량 산정은 품목과 투입농자재 등에 따라 다를 수 있으므로, 유기농법별로 유형화한 보다 심층적이고 체계적인 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

이 연구는 관행농업과 비교된 유기농업의 온실가스 배출량을 분석하였으나, 저탄소 농축산물 인증을 받은 농가를 대상으로 한 연구결과이며, 샘플수가 적은 관계로 일반적인 결과 해석에는 주의가 필요함을 아울러 밝힌다.

#### 5. 사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 「유기농업의 비시장적 가치에 대한 경제적 평가(2/2차년도)」(과제번호: PJ010854)의 지원에 의해 이루어진 것임.

#### REFERNECES

Alaphilippe A, Sylvaine S, Brun L, Hayer F, Gaillard G. 2013. Life cycle analysis reveals higher agroecological benefits of organic and low-input apple production. *Agron Sustain Dev* 33:581-592.

Johnson JMF, Weyers SL, Archer DW, Barbour NW. 2012. Nitrous oxide, methane emission, and yield-scaled emission from organically and conventionally managed systems. *Soil Sci Soc Am J* 76:1347-1357.

Kontopoulou CA, Bilalis D, Pappa VA, Rees RM, Savvas D. 2015. Effects of organic farming practices and salinity on yield and greenhouse gas emissions from a common bean crop. *Scientia Horticulturae* 183:48-57.

Lee KS, Choe YC, Park SH. 2015. Measuring the environmental effects of organic farming: A meta-analysis of structural variables in empirical research. *Journal of Environmental Management* 162:263-274.

Litskas VD, Mamolos AP, Kalburtji KL, Tsatsarelis CA, Kiose-Kampasakali E. 2011. Energy flow and greenhouse gas emissions in organic and conventional sweet cherry orchards located in or close to Natura 2000 sites. *Biomass and Bioenergy* 35:1302-1310.

Michos MC, Mamolos AP, Menexes GC, Tsatsarelis CA, Tsirakoglou VM, Kalburtji KL. 2012. Energy inputs, outputs and greenhouse gas emissions in organic, integrated and conventional peach orchards. *Ecological Indicators* 13:22-28.

Moon YH, Choi IY, Choi SW, Ahn BK, Cheong SS, Kim DS. 2014. Estimate greenhouse gas emissions on environment-friendly agriculture rice. *The Korean Society of Environmental Agriculture*. Academic presentation pp. 170.

Ryu JH, Kwon YR, Kim GY, Lee JS, Kim KH, So KH. 2012. Life cycle assessment (LCA) on rice production systems: Comparison of greenhouse gases (GHGs) emission on conventional, without agricultural chemical and organic farming. *Korean J Soil Sci Fert* 45:1157-1163. (in Korean with English abstract)

Tuomisto HL, Hodge ID, Riordan P, Macdonald DW. 2012. Comparing global warming potential, energy use and land use of organic, conventional and integrated winter wheat production. *Annals of Applied Biology* 161:116-126.