

# 온실가스 감축 사업에 대한 농민 인식과 유기질비료의 온실가스 감축 효과 분석

김정열\* / 비아캠페시나 동남동아시아 대표

김영희 / 선문대학교 지속가능연구소 연구교수

김현우 / 에너지기후정책연구소 연구기획위원

임송택 / 고려대학교 겸임교수

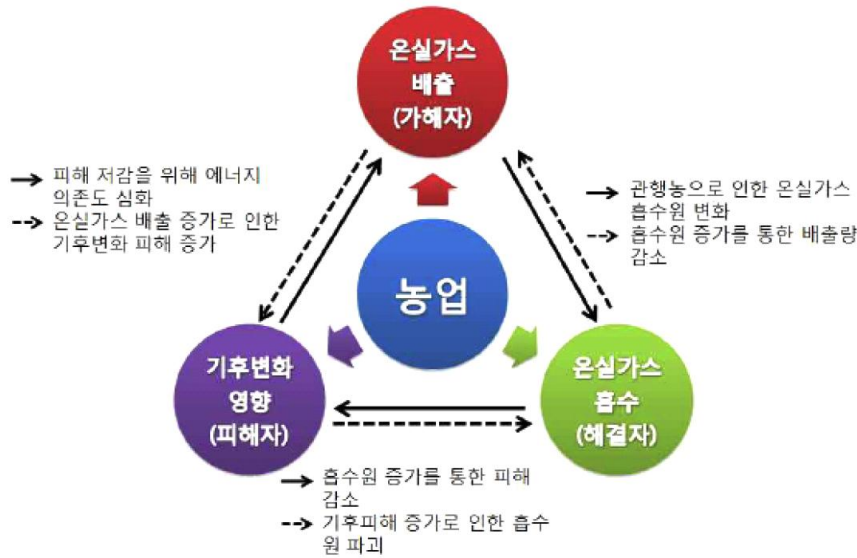
## 연구 필요성

기후위기 대응을 위한 국제 사회 논의 및 한국 정부의 정책, 그리고 그에 따른 농축산 분야 온실가스 감축 계획은 실제 농촌사회 및 농민들에게 적용되고 농민들이 이행해야 하는 부분임에도 이에 대한 현장 농민들의 인지도와 목소리는 거의 부재하거나 매우 미약한 상황이다.

한국은 농지 단위면적당(1ha) 온실가스 배출량이 12.41탄소톤/ha로 OECD 국가 가운데 1위(2012~2014)에 해당한다. 하지만 정부와 농민 당사자들에게 기후위기는 온실가스 배출 문제보다는 기록적인 폭염과 긴 장마 등 농업 생산조건 악화 측면에서 접근되며, 따라서 기후위기의 피해자로서 위상이 주로 부각되어 왔다.

---

\* 김정열(stfe1@hanmail.net): 경상북도 상주시에서 봉강공동체와 언니네텃밭부터 국제 농민운동 조직까지 다양한 영역에서 활동하며 친환경 농업 모델 실험에 매진하고 있다.



[그림 1] 기후변화와 농업의 상관관계

자료: 모심과살림연구소, 2011

하지만 한국 정부도 국제 사회의 흐름에 맞추어 중장기적 기후 정책 중 하나로 “2050년 탄소 중립”을 선언했고 사회와 경제 모든 부문의 온실가스 감축과 적응 방안을 마련하고 있다. 그런데도 농업부문 온실가스 감축은 목표와 방안 모두에서 미흡하다고 평가받고 있다. 농업부문의 온실가스 감축 기술과 적용 방안이 체계적으로 정리되어있지 않으며, 농가에는 관련 정보가 제대로 전달되지 못하고 효과에 대한 공감도 부족하여 현장에서의 적용이 가능할지에 관한 판단 근거 역시 거의 부재한 형편이다. 또한, 이제까지 정부가 제시하는 저탄소 기술은 인증 가능한 사업에만 치우쳐 있다.

한국 농업부문 온실가스 배출량은 정부의 공식 통계로는 국가 총배출량의 3.1%에 해당(2,120만 톤, 2021년)한다. 하지만 농업 분야 일부는 측정되지 않는데, 예를 들어 직접사용 에너지(시설농업 난방 연료, 축사 난방과 전력, 동력기기 연료 등)와 간접사용 에너지(비료, 농약 등) 이용에서 발생하는 온실가스 배출량이 그렇다. 또한, 곡물 대부분을 수입에 의존하지만, 장거리 운송에 따라 발생하는 온실가스 배출도 산정되지 않는다. 먹거리 순환 체계 전 과정(생산·가공·유통·판매 등)에서의 측정도 미비하거나 통계 자체가 제대로 존재하지 않는다(이호중, 2021).

국가 전체의 온실가스 배출량 증가 추세가 꺾이지 않고 있음에도 최근 농업부문

온실가스 배출량은 소폭 감소했는데, 이는 정부 정책의 효과라기보다는 벼 재배면적 감소 등 농업 생산 자체의 위축 때문이다. 또한, 한국 농축산업에서 가장 배출 비중이 큰 소 축산과 벼농사에 대한 감축 수단과 계획은 사실상 부재한 상황이다.

농업부문의 온실가스 감축을 위한 실효성 있는 제도적 이행 수단도 거의 없거나 비현실적이다. ‘농업 농촌 자발적 온실가스 감축 사업’(온실가스 감축 1톤당 1만 원의 인센티브)이 실시되고 있지만, 2019년 현재 36건 인증(131 농가 참여, 1.4만 톤 감축)에 불과할 정도로 참여 농가 수도 적고 감축 효과도 큰 의미를 찾기 어렵다. ‘저탄소 농축산물 인증제도’<sup>2)</sup>도 2019년 현재 646건, 3,976 농가만이 참여하는 수준이어서 GAP 인증 농가 수 10만 호, 친환경인증 농가 수 5만8천 호와 큰 차이를 보이며, 이 사업의 효과도 국가 통계에는 포함되지 않는다.

농업은 기후위기에 취약한 산업이다. 또한, 지역 특산물 및 작목반 위주로 운영되는 경우가 많으므로, 농축산 부문 기후위기에 대한 공동 대응 주체로서 농촌·농업인 공동체를 대상으로 한 현장연구가 절실한 상황이다. 본 연구는 상주지역 친환경 농민공동체를 대상으로 지역 농민들의 기후위기 인식 및 각자의 대응방법을 파악하여 기록하고 정리하는 조사연구와 경종 부문 주요 오염원 및 이산화탄소 발생원으로 지목되고 있는 비료 투입량을 비교 분석하는 실험연구로 구성되었다. 이는 해당 지역에서 친환경 농민공동체가 시도할 수 있는 실효 있는 탄소 저감 농법을 파악하고 기후위기 앞에서 농민들의 자발적이고 창의적인 실천 역량을 키우고 확산하는 방안을 모색하기 위함이다.

과학에 기반한 실험연구와 인문사회적인 조사연구의 통합적 접근은 기후위기 대응을 위한 실태 파악 및 정책 도출에 있어 가장 유용할 것으로 기대되는 접근 방법이지만 지금까지 선행된 바가 없다. 따라서 본 연구는 기후위기 대응과 관련하여 현장 농민들의 주도적 참여 속에서 참여 농민들의 의식과 현장 농민들의 대응 실태 및 대응 방향을 찾는 첫 시도로서 의의가 클 것이다. 기후위기 대응에서 최일선의 목소리와 행동의 중요성이 더해가는 지금, 현장의 고민과 실험을 정리하고 나누는 연구의 사례가 되기를 기대한다.

2) 친환경·GAP 인증을 받은 농가 중 저탄소 농업기술을 적용하고, 생산된 농산물의 온실가스 배출량이 ‘인증 배출량 기준(국가 평균)’ 보다 적은 농산물에 부여하는 국가 농식품 인증제도이며, ‘저탄소 농업기술’은 농업부문 온실가스 배출 저감과 에너지이용 효율화에 이바지하는 영농방법 및 관련 기술이다.

## 연구방법 및 내용

### 1. 연구방법

#### 가. 선행연구 검토

##### 1) 기후위기에 대한 농민, 농촌 지역 의식 및 실태에 관한 국내 선행연구

『농업인의 기후변화 인식도와 적응실태』(김창길 외, 2016)와 『2020년 농업·농촌 국민의식 조사』(우병준 외, 2020)에서 기후변화가 농업에 미치는 영향에 대한 전반적인 실태조사가 이루어졌으며, 긴 장마와 태풍 및 한파로 생산량의 피해가 두드러졌던 2020년에 몇몇 미디어(한겨레:온, 오마이뉴스 등)에서 좀 더 깊이 다루어졌다.

2020년 진행된 농업·농촌 국민의식 조사는 도시민과 농업인으로 구분하여 조사 결과를 도출하였는데, 미래 사회에 영향을 미치는 중요한 요인으로 다수의 농업인이 환경 및 생태를 언급하였고, 도시민과 농업인 모두 기후변화에 적극적으로 대응하기 위해 영농방식과 소비방식의 변화에 동의하였다. 그러나 우리나라의 양분 수지만 보아도 질소는 OECD 평균의 3.1배로 세계 1위, 인은 OECD 평균의 7.7배인 세계 2위로 고투입 농업이 행해지고 있음에도(이슬비 외, 2021), 농업인은 농업이 기후변화의 요인이라고 생각하지 않는 사람들이 많았다. 이 조사에서 자연재해와 기후변화를 구분하여 평가하였지만, 실제 농업인이나 도시민들이 이를 어떻게 구분하고 있는지는 명확하지 않으며, 농업인이 기후변화와 농업의 상관관계에 대하여 갖는 인식이 비교적 낮다는 것을 알 수 있다. 아직 지역 공동체 중심의 조사연구는 진행된 바 없는 것으로 파악되므로, 지역 공동체 중심의 연구는 기후위기에 대한 농민들의 이해와 감수성을 높이는 데 매우 의미 있는 과정이 될 수 있다.

##### 2) 농법에 따른 환경부하 및 온실가스 발생량 관련 선행연구

우리나라는 질소 사용량이 세계 1위로, 농업환경을 위한 비료 관련 연구들은 주로 과잉 시비에 의한 환경오염과 환경영향평가에 관한 분석이 많이 이루어졌다. 서세욱, 최미희(2005)는 축분퇴비를 토양에 환원하는 과정에서 토양 양분 총량을 고

려하지 않아 양분 과잉을 낳고 있다고 지적하고, 양분총량제에 기반한 퇴비의 화학비료 대체, 바이오가스 발전설비 도입, 경제적 유인제도 도입 등 음식물 쓰레기와 가축분뇨를 포함하는 유기성 폐기물 처리 전반에 대한 개선방안을 제시했다. 박재우 외(2012)는 농업과 축산업에서의 질소 수지를 파악하여 총 유입질소량을 고려한 아산화질소 발생량을 지자체별로 평가하였다.

기후위기로 에너지 사용 및 탄소배출 저감이 중요해지면서 시설농업의 일반화와 농기계 사용량 증가 등 농업의 높은 에너지 의존도가 문제 되기 시작하고, 농업 부문의 탄소 배출량 측정 연구들이 등장하였다. 양상호 외(2011)는 서로 다른 질소 비료를 사용하여 감자를 재배한 결과, 요소비료, 발효퇴비, 유기질비료 순으로 아산화질소가 배출되었으며, 이에 따라 온실가스 배출량 감축을 위해 친환경 농업의 확대와 유기농업 실천 농가 육성을 주장하였다. 최은정 외(2018)는 경종 부문의 온실가스 주요 배출원은 벼 재배, 농경지 토양 등이며, 농업부문 온실가스 종류별 배출량 기여도는 메탄 54.1%, 아산화질소 45.9%라고 분석하였다.

이후 문헌에서는 생산단계뿐만 아니라 생산 전(前) 단계인 투입요소의 탄소배출까지 측정하는 전 과정(Life cycle) 배출 분석을 볼 수 있다. 임송택 외(2010)는 관행농과 유기농 쌀의 환경 외부비용을 전 과정 평가를 이용하여 분석하고, 농약과 화학비료를 사용하지 않는 유기농업의 환경 영향 외부비용(4.04원/kg)이 관행농(89.52원/kg)보다 매우 낮다고 보고하였다. 남재작 외(2008)는 겨울 유채의 환경성을 분석한 결과 유채 1t 생산에 따른 온실가스 배출량이 216kg에 달하며 이 중 90%가 화학비료에 기인한다고 밝혔다.

경종 부분 탄소배출 연구의 핵심은 비료 사용에 있다. 현대 농업에서 이용되는 다수확 품종들은 많은 양의 비료가 있어야 하며, 비료의 생산과정에 막대한 화석연료가 소모되기 때문이다<sup>3)</sup>. 유종희 외(2012)는 영농방법별 쌀 생산 전 과정 평가를 통해 조곡 단위생산량 당 탄소 배출량을 비교한 결과, 무농약(5.37E-01 CO<sub>2</sub>

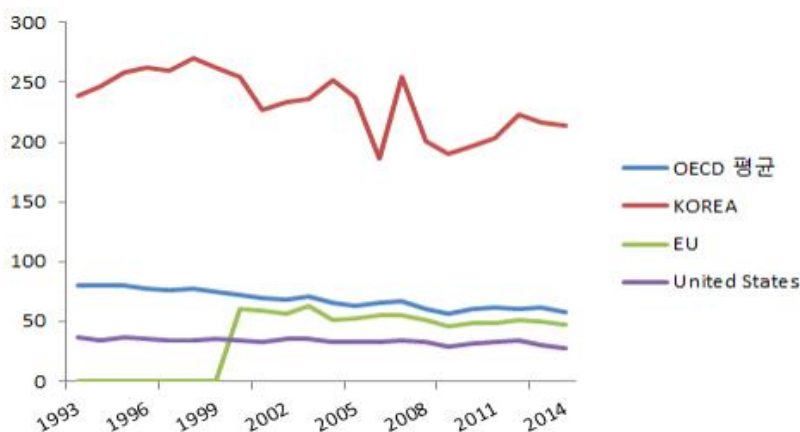
3) 비료의 3요소인 N(질소), P(인), K(칼륨)에서 질소는 원유에서 나오는 나프타, 인은 공룡(동물의) 뼈가 화석화된 인광석, 칼륨은 광물질인 실빈(Sylvine)과 실바이트(Sylvite)를 주재료로 하므로 화석연료의 의존도가 높다. 이렇게 인위적으로 만들어내는 화학비료는 화석연료를 원료로 할 뿐만 아니라 생산 시에도 많은 에너지가 필요하다. 지구상의 모든 생명체는 질소가 필요하며, 지구 대기의 약 80%는 질소로 구성되어 있지만, 동물이나 식물이 대기 중에 존재하는 질소를 직접 확보할 수 없으므로 화학비료 생산 시에는 대기 중의 질소를 이용할 수 있는 형태로 바꾸는 '질소 고정' 기술이 사용되기 때문이다. 대표적으로 화학비료에 사용되는 인위적 질소 고정 기술은 고온에서 질소 기체와 수소 기체를 반응시켜 암모니아를 제조해 질소를 고정하는 것으로 이 과정에서 세계 화석연료의 약 2%가 사용되는 것으로 추정되고 있다.

e<sup>4</sup>./kg)과 유기농(6.58E-01 CO<sub>2</sub>e./kg)의 탄소 배출량이 관행농(1.01E+01 CO<sub>2</sub>e./kg)보다 현저히 낮은 것으로 보고하였다. 이 연구는 국내 벼농사를 중심으로 농법별 전 과정 평가를 수행한 연구로써 의의가 높다. 그러나 특정 지역(전북 군산, 익산)의 23개 농가만을 대상으로 하였기에 지역별 기후와 토양에 따른 생산량 차이, 관행농, 무농약, 유기농의 영농법에 따른 생산량 격차로 인해 실험결과를 일반화하기 어렵다는 한계가 있다.

### 나. 현황 파악

인과 질소는 작물 재배에 필수적인 영양성분으로 비료나 가축분뇨를 통해 공급된다. 반면, 과잉 투입된 질소는 지표수 부영양화에 따른 생물종다양성 감소, 수질 오염으로 인한 인간·동물의 건강 위협·온실가스 배출 등을 야기한다. 따라서 영양분의 투입분과 산출분의 차이를 의미하는 질소 수지는 농업이 수질과 대기에 미치는 잠재적 영향을 보여준다.

지난 20년간 OECD 회원국들의 질소 수지는 1992년 평균 85kg/ha에서 2014년 67kg/ha로 감소하는 경향을 보인다. 그러나 우리나라의 질소 수지는 OECD 국가 중 가장 높다.

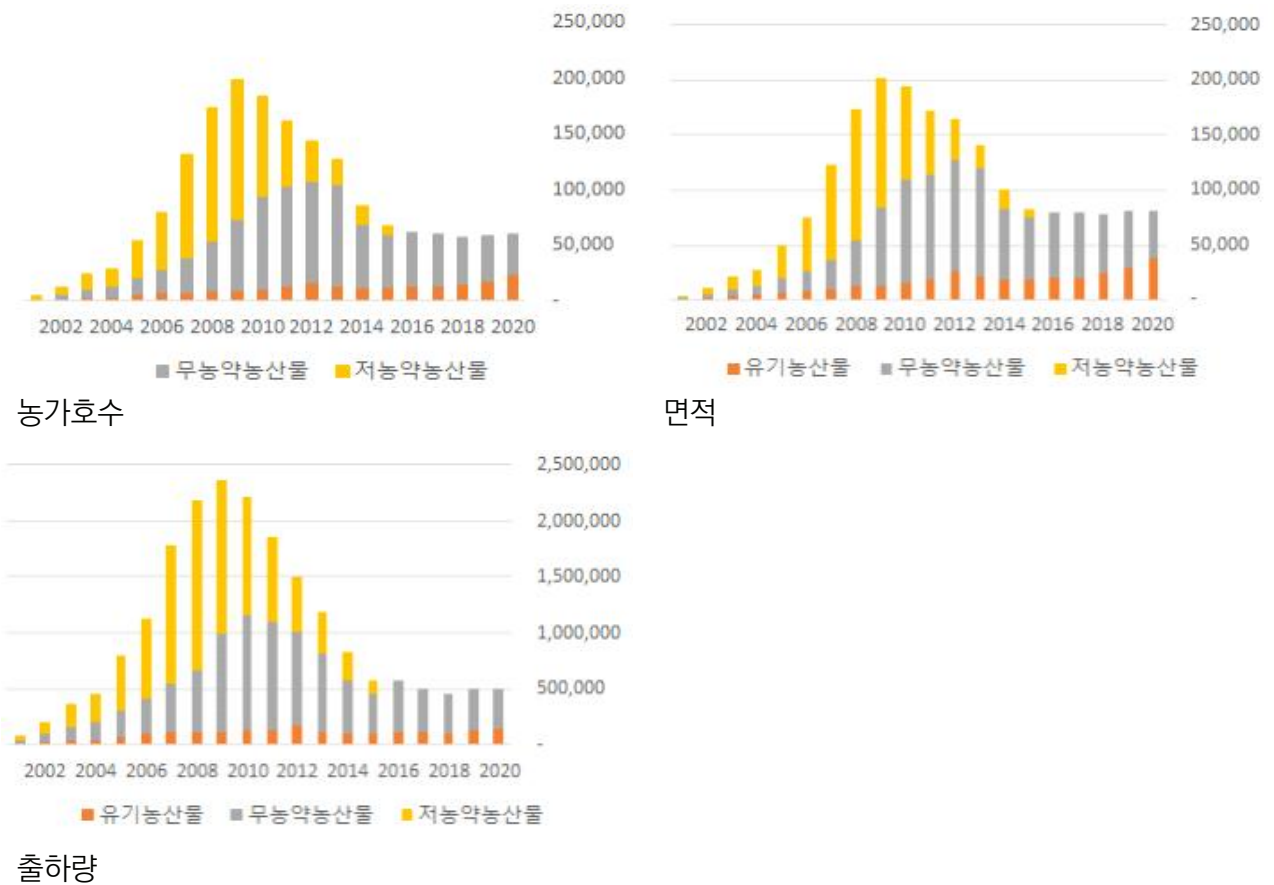


[그림 2] 질소 수지 변화 추이  
 자료: OECD. STAT(접속시간: 2021.10.31.)

4) 이산화탄소 환산량. 다양한 온실가스의 배출량을 등가의 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)양으로 환산한 것으로, 지구온난화지수(GWP)를 기준으로 다양한 온실가스의 배출량을 비교하기 위한 지표이다.

1996년부터 한국 정부는 화학비료 보조금을 감축해왔으며 현재는 동 보조금을 철폐하는 등 투입재를 개선해 질소비료 투입을 축소하고자 하였으나 2010년부터 다시 질소 수지가 증가하고 있어 새로운 대책 마련이 필요한 상황이다.

최근 질소 수지가 증가한 데는 친환경인증<sup>5)</sup> 농가의 확산이 정체된 것과는 관련이 있다. 2006년 전환기 유기농산물인증이 폐지되고 2015년에는 저농약인증이 폐지되면서, 현재 친환경인증은 농가 수나 면적, 출하량에서 정체된 상황이다.



[그림 3] 국내 친환경인증 현황

자료 : 친환경인증관리정보시스템

〈표 1〉에 표기한 것처럼 연구 대상지인 상주의 친환경인증 건수는 총 372건, 재배면적 6,437,734㎡의 31%는 유기농, 나머지 69%는 무농약 인증 농지이며, 작물

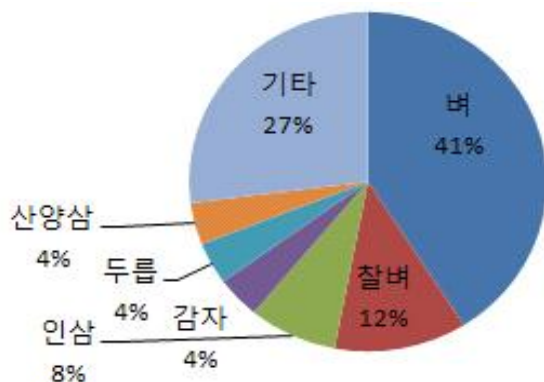
5) 우리나라는 농산물품질인증제도 중 하나로 1993년 12월 유기·무농약재배 농산물에 대한 품질 인증제, 1996년 3월 9일 저농약재배농산물에 대한 품질 인증제를 도입하여 친환경농산물에 대한 품질 인증제를 단계적으로 강화하였고, 2001년 7월 친환경농산물의 품질 인증제와 표시제를 친환경농산물 인증제로 통합, 규정하였다. 2006년부터 전환기 유기인증이 유기인증에 포함되었고, 저농약인증은 2010년부터 신규 인증을 중단하고 2015년 폐지되었다.

별 재배면적은 [그림 4]에 나타난 것처럼 벼 재배면적이 전체 인증면적의 41%로 가장 넓다. 다음으로는 찰벼(12%), 인삼(8%), 감자(4%), 두릅(4%), 산양삼(4%)이 뒤를 잇는다.

〈표 1〉 상주지역 친환경인증 현황

| 구분                    | 무농약       | 유기농       | 합계        |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| 인증수(건)                | 287       | 85        | 372       |
| 재배면적(m <sup>2</sup> ) | 4,449,884 | 1,987,850 | 6,437,734 |
| 생산계획량(kg)             | 6,932,597 | 2,023,142 | 8,955,739 |

자료 : 친환경인증관리정보시스템(www.enviagro.go.kr)



[그림 4] 상주지역 품목별 친환경인증 면적

자료: 친환경인증관리정보시스템(www.enviagro.go.kr)

#### 다. 조사연구 방법

문헌 조사는 면담 조사를 위한 기초 자료조사로서, 기후위기와 농업 분야에 관련된 국제적 논의(IPCC 토양에 관한 특별보고서, 2018 등) 및 한국 정부의 정책과 관련된 자료(국가 온실가스 인벤토리 보고서, 한국 정부 탄소 중립 2050 계획, 농축산식품부의 기후변화 대응 기본계획 1차, 2차 등), 해외 지역 사례 중 기후위기와 농업 대응의 모범 사례를 정리, 분석하여 조사에 반영했다.

농업 농촌의 온실가스 감축 방법에 관련해서는 한국농업기술진흥원(前 농업기술실

용화재단)이 진행하는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축 사업 및 시장거래형 감축 사업이 소개된 내용을 근거로 분류하였다. 이는 온실가스 배출 규제대상이 아닌 사업자(농업인)가 자발적으로 저탄소 농업기술(15가지 방법론 중 선택)을 적용하여 온실가스를 감축하면 정부가 감축량을 인증하고 톤당 1만 원의 인센티브를 지급하는 사업이다.

한국농업기술진흥원은 저탄소 농업기술안내서에서 저탄소 농축산물 인증 취득을 위한 19가지 저탄소 농업기술을 다음과 같이 분류하고 있다.

첫째, 비료 및 작물보호제 절감기술 (①최적 비료 사용, ②경축 순환 농법, ③자가 제조 농자재 사용 농법, ④푼거름 작물 재배, ⑤순환식 수경재배(폐양액 재활용 시스템), ⑥생물적 자원을 이용한 제초 이용).

둘째, 농기계 에너지 절감기술 (①직파 재배, ②무경운 및 부분 경운),

셋째, 난방에너지 절감기술(①다겹보온커튼 및 보온터널 자동 개폐 장치 - 고효율 보온자재, ②축열 물주머니 이용 보온장치, ③수막 재배 시스템 - 순환식 수막 재배, ④농업용 열 회수형 환기장치, ⑤온풍 난방기 배기열 회수장치, ⑥목재 펠릿 난방 장치, ⑦지열 히트펌프 시스템 - 히트펌프, ⑧폐열 재이용 난방시스템 - 미활용 에너지 활용, ⑨일사량 감응 전자동 변온관리 시스템).

넷째, 농업용수 관리 기술(①빗물 재활용 기술, ②논의 물관리 기술).

본 과제의 조사연구에서는 이러한 감축 방법과 지원 사업 중 중복되는 것을 정리하고, 기존에 강조되어 온 경축 순환 농법, 녹비 작물 이용과 최근 대두되는 스마트 팜 등 총 20개의 온실가스 감축 방법을 조사했다.

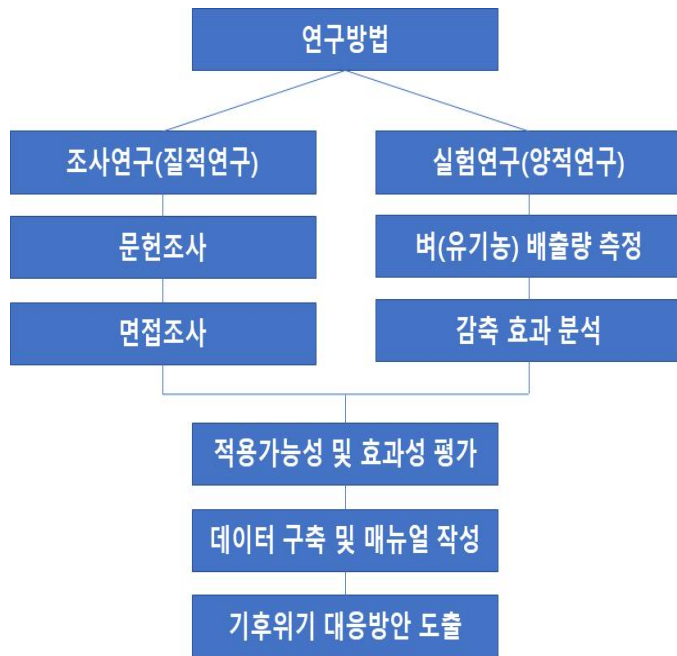
이러한 결과를 종합하여 상주 현지 워크숍에서 중간 결과를 발표하고 조사에 참여한 농민들의 의견을 청취했다. 중간 결과 발표 이후, 연구의 주요 결과를 소개하고 결과에서 드러난 내용의 적용성과 확장성을 파악하고 개선 의견을 청취하기 위해 친환경 농업 생산자와 소비자 협동조합 활동가를 대상으로 간이 워크숍을 추가로 진행했다.

〈표 2〉 농업 농촌의 온실가스 감축 사업의 구분

| 사업 대상 분야                       | 저탄소 농업기술 |                  | 사업 구분 |        |
|--------------------------------|----------|------------------|-------|--------|
|                                |          |                  | 자발적   | 배출권 외부 |
| 에너지이용<br>효율화 사업                | 1        | 고효율 보온자재(다겹보온커튼) | ○     | ○      |
|                                | 2        | 미활용 열에너지(온배수)    | ○     | ○      |
|                                | 3        | 순환식 수막 재배        | ○     | ○      |
|                                | 4        | LED 조명교체         | ○     | ○      |
|                                | 5        | 히트펌프             | -     | ○      |
| 신재생에너지<br>사업                   | 6        | 지열 히트펌프          | ○     | ○      |
|                                | 7        | 태양열 이용 열 생산      | ○     | ○      |
|                                | 8        | 재생에너지 전력생산 자가소비  | ○     | ○      |
| 질소질 비료<br>절감 사업                | 9        | 완효성 비료 사용        | ○     | ○      |
|                                | 10       | 부산물비료 사용         | ○     | ○      |
|                                | 11       | 녹비 작물            | ○     | -      |
| 농 축 산 부 산 물<br>및 바이오매스<br>활용사업 | 12       | 바이오가스 플랜트        | ○     | ○      |
|                                | 13       | 목재펠릿 보일러         | ○     | ○      |
|                                | 14       | 왕겨 이용 RPC 곡물 건조  | ○     | ○      |
|                                | 15       | 커피박 펠릿 보일러       | -     | ○      |
| 기타 감축 사업                       | 16       | 논벼 재배 시 물관리      | ○     | ○      |
|                                | 17       | 농경지 보존 경운        | ○     | -      |
|                                | 18       | 토지이용전환           | ○     | -      |
| 합계                             |          |                  | 16개   | 15개    |

## 라. 실험연구

실험연구에서는 관행농과 유기농의 농법별 온실가스 배출량 비교 시, 비료투입에 따른 유기농(실험군)의 온실가스 배출량이 관행농(대조군)보다 적을 것이라는 가설을 세우고 연구를 수행하였다.



[그림 5] 연구의 방법과 구성

역 유기농 벼 재배 농가의 비료투입에 따른 온실가스 배출량이며, 대조군과 마찬가지로 비료 생산 및 사용단계 배출량을 모두 조사하였다. 친환경인증 농산물임에도 불구하고 무농약 인증 농가는 화학비료를 사용하므로 연구대상에서 제외했다.

온실가스의 직접 및 간접배출량 분석을 위해 전 과정 평가(LCA, Life Cycle Assessment) 방법론과 국가 전 과정 목록 데이터베이스(LCI DB)를 활용하였다.

## 2. 연구 내용

### 가. 조사연구

상주 봉강공동체의 농가를 대상으로 질문의 항목과 대략적 내용을 정하고 자유롭게 진행하는 반구조화된 질문지를 활용하여 친환경 농업공동체의 기후변화 대응 현황과 개선방안을 조사했다.<sup>6)</sup> 봉강공동체는 가톨릭농민회 운동을 배경으로 친환경 농업을 이어온 전통이 있고, 꾸러미 사업 등 다양한 공동체 사업을 펼치고 있다. 공

6) 조사지는 대산농촌재단 홈페이지(dsa.or.kr)-농업연구지원-농업연구총서 부록에서 내려받을 수 있다.

대상 작물은 벼로 선정하였으며, 관행농(대조군)과 유기농(실험군)의 농법별 시비량과 그에 따른 온실가스 배출량을 산정하고, 온실가스 감축 효과를 분석하였다.

대조군은 관행농 방식의 벼 재배 시 비료투입에 따른 온실가스 배출량이다. 이때 비료 생산 및 사용단계에서의 배출량이 모두 포함되며, 농촌진흥청 내부자료인 작물별 국가 평균 온실가스 배출량 데이터를 활용하였다. 따라서 대조군의 대상 지역은 전국이다. 실험군은 상주지

동체 소속 농가는 기후변화의 피해와 대응 방안을 일상적으로 고민하고 대안을 위한 실험을 진행하고 있어서 조사 대상으로 적절했다. 봉강공동체에서 6개 농가를 조사했고, 사례 수가 다소 부족한 점을 보완하기 위해 팔당 두물머리의 유기농 종사자 3명, 그리고 강원도 홍천에서 친환경 농업을 고민하는 청년 농민 1명을 추가로 조사했다.

면접 조사는 첫째, 아이스 브레이킹을 겸한 기본 현황을 파악했다. 작물 생산 규모와 구성, 경제적 조건, 농업 종사와 봉강공동체 활동 참여의 동기와 내력, 친환경 농업(생태농)의 자기규정, 영농 활동에서 친환경 농업 측면의 요소와 모색, 기타 특이사항을 청취했다. 둘째, 기후변화에 대한 체감과 인식을 조사했다. 기후변화 경험에 대한 자기 기술, 친환경농 활동 속에서 피해자, 원인 제공자, 해결자로서의 측면들에 대한 의견, 봉강공동체로서 기후변화 대응 활동 모색 사례를 청취했다. 셋째, 온실가스 배출과 감축 방법의 효과와 적용 가능성을 조사했다. 정부 온실가스 인벤토리에서 농업부문 배출 목록에 대한 의견을 파악하고, 정부(농림부, 농업기술센터)의 온실가스 감축 지침 및 지도에 대한 인식과 평가를 청취했다. 조사연구의 핵심적 부분으로, 제시된 저탄소농업(농업기술) 20개 항목(자발적 감축 사업 15개 + 추가)에 대하여 감축 효과와 적용 가능성에 점수를 부여하게 하고 이유를 청취했다. 또한, 친환경농에서의 저탄소농업 적용 가능성과 적절성, 애로 사항, 저탄소 농축산물 인증제 등 관련 정부 정책에 대한 의견을 들었다.

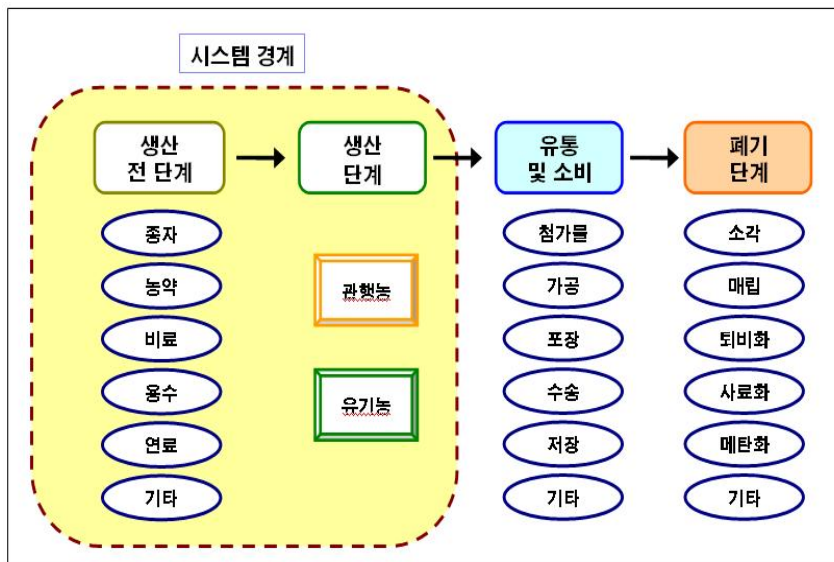
넷째, 친환경농 공동체로서 할 수 있는 기후변화 대응 노력과 모색에 대한 의견을 조사했다. 정부가 해야 할 역할과 사업에 대한 의견을 들었다. 끝으로, 워크숍에서 다루었으면 하는 내용과 방식을 조사했다.

## 나. 실험연구

벼의 전 과정(life cycle)은 생산 전(前) 단계, 생산단계, 소비단계 및 폐기단계로 나눌 수 있다. 생산 전 단계란 농약, 비료, 연료 등 벼 재배 과정의 투입물이 생산되는 과정을 뜻한다. 농약, 비료와 같은 투입물의 생산과정(작물의 생산 전 단계)에서 에너지 및 자원의 투입과 각종 환경오염물질의 배출이 일어나며, 이는 벼 재배 과정에의 투입 및 배출은 아니지만, 벼 생산에 따른 환경부하로 인정된다. 생산단계

는 종자소독, 논갈이, 모내기, 농약 및 비료 살포, 수확, 건조까지 벼를 재배하고 수확하는 모든 과정을 포함한다. 생산된 쌀은 소비단계에서 가공, 포장, 유통, 소비되며, 폐기단계는 주로 음식물 쓰레기에 포함된 쌀이 사료화, 퇴비화, 메탄화 등의 과정을 통해 처리, 처분되는 단계이다.

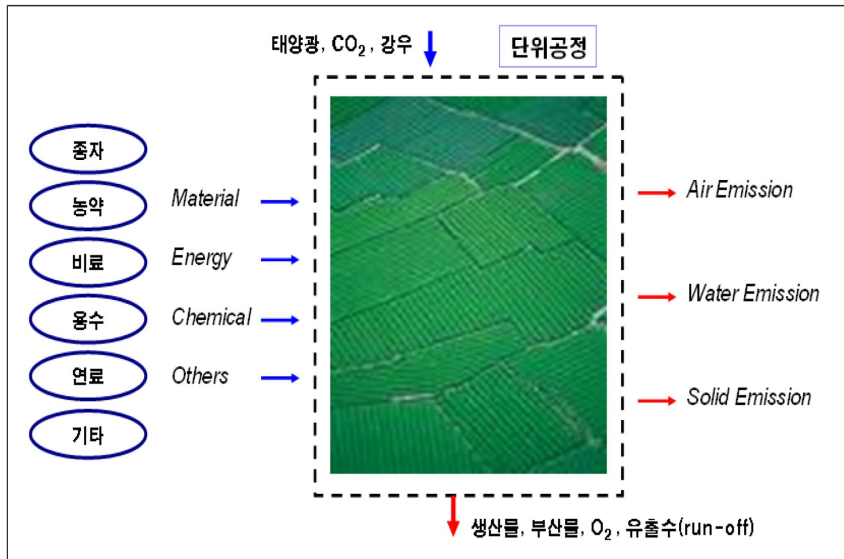
본 연구는 농법별 비료투입에 따른 온실가스 배출량에 초점을 맞췄기 때문에, 연구범위를 비료로 제한하여 비료의 투입량과 이에 따른 온실가스 배출량을 전 과정 평가 방법론에 따라 조사, 분석하였다. 벼의 전 과정 중 생산 전 단계와 생산단계를 시스템 경계(system boundary)로 설정하였으며 소비단계와 폐기단계는 분석·평가에서 제외했다. 일반적인 전 과정 평가 방법론에 따라 비료 생산설비의 제조공정 부하는 배출량 산정에서 제외하였다. 자료 수집 및 분석의 기준이 되는 기능 단위는 벼 재배 시 1,000㎡·1기작에 투입되는 시비량으로 선정하였다.



[그림 6] 벼의 전 과정 단계 및 본 연구의 시스템 경계

농식품부에서는 2012년 저탄농축산물인증 시범사업을 전후하여 농업 분야 전 과정 목록 데이터베이스(LCI DB)를 구축해오고 있다. 최근 5년간의 농축산물표준소득 자료집을 중심으로 한국작물보호협회, 한국비료공업협회, 농촌진흥청 등 다양한 기관의 자료들이 활용되고 있으며, 이를 통해 작물별 국가 평균 온실가스 배출량을 산정하고 있다. 농축산물표준소득자료집은 전국의 표본 농가 자료를 이용하여 작성

되므로 친환경농업 표본도 포함될 수 있으나, 차지하는 비중이 작으므로 대조군은 관행 농업을 대표한다고 봐도 무방할 것이다.



[그림 7] 벼의 생산 공정 및 주요 투입·배출물

대상 작물인 벼의 경우, 1,000m<sup>2</sup>·1기작 기준 국가 평균 온실가스 배출량은 1,108kgCO<sub>2</sub>e.이다. 벼농사 메탄 발생에 의한 온실가스가 746kgCO<sub>2</sub>e.로 가장 많고, 비료 199kgCO<sub>2</sub>e. 에너지 157kgCO<sub>2</sub>e. 작물보호제 6kgCO<sub>2</sub>e. 순이다.

비료는 유기질비료(짚)와 무기질비료(화학비료, 석회·규산질비료)로 나뉘며, 배출량 산정 시 다시 재배 전 단계와 재배단계로 구분할 수 있다. 재배 전 단계는 비료를 생산하는 단계에서 발생하는 온실가스를 의미하며, 재배단계에서는 경작지에 투입된 비료의 질소성분 일부가 아산화질소(N<sub>2</sub>O)로 변환되는 데 따른 온실가스 환산량을 산정한다. 시비에 따른 온실가스 배출량은 경작지 1,000m<sup>2</sup>당 비료투입량에 탄소배출 계수를 곱하는 방식으로 산정되며, 배출계수는 IPCC 4차 보고서를 기준으로 사용하였다.

실험군(상주 유기농 벼 생산 농가)에 대해, 상주지역 유기농 벼 생산 농가 중 11개 농가에 대한 벼 재배면적 및 비료투입량 자료를 확보하고 이를 기반으로 단위면적(1,000m<sup>2</sup>) 당 온실가스 배출량을 산출하였다. 국립농산물품질관리원 자료와 상주 친환경인증 농가 농자재 구매자료, 인터뷰를 통해 관련 정보를 수집하였으며, 짚,

석회·규산질비료의 투입량은 국가 평균과 같다고 가정하였다. 온실가스 배출량 산정 방법은 대조군인 국가 평균 산정방식과 같게 적용하였다.

#### 다. 워크숍을 통한 연구 보완

조사연구와 실험연구의 1차 결과를 취합하여 2021년 10월 2일에 상주 현지 워크숍이 수행되었다. 워크숍에는 면접 조사에 참여했던 농민 6명과 봉강공동체 회원들이 함께했다. 워크숍에서는 동영상 “대지에 입맞춤을”을 함께 시청하고 연구의 중간 결과를 발표한 후, 이에 대한 참여자들의 의견을 청취했다. 그리고 친환경 공동체의 온실가스 감축을 위해 정부 정책을 제안할 것과 공동체 수준에서 자발적으로 시행할 사업에 대한 선호를 조사했다.

참여자들은 연구 결과가 자신들의 예상과 대체로 일치했지만, 몰랐던 부분을 새로이 알 수 있었고 정부의 온실가스 감축 정책이 소극적이고 현장의 상황과 괴리되어 있다고 말했다. 그럼에도 불구하고 친환경 농민공동체 수준에서 모색할 수 있는 실천들이 있음을 확인했다. 중간보고 결과를 토대로 연구내용을 점검하고 발전 방향을 청취하기 위한 추가 면접(간이 워크숍)과 데이터 분석 보완 및 기초적인 매뉴얼을 만들기로 논의했다.

#### 상주 현지 워크숍 프로그램 (2021년 10월 2일)

- 13:30 참가자 도착, 안내
- 14:00 인사, 워크숍 진행 브리핑
- 14:10 동영상 시청 / “대지에 입맞춤을” (1시간 25분)
- 15:50 휴식 (10분)
- 16:00 연구 결과 중간발표 (김현우 25분, 임송택 25분)
- 16:50 (10분 휴식)
- 17:00 질문 및 토론 (사회: 김정열)
- 17:20 제안의 시간 (정부 정책, 공동체 실천)
- 17:50 정리, 폐회

[그림 8] 현지 워크숍 일정표



[그림 9] 연구 과정

## 연구 결과

### 1. 기후위기와 대응에 관한 현장의 목소리

#### 가. 현장 농민들의 증언

면접 조사를 통해 아래와 같은 구체적인 의견을 청취할 수 있었다. 조사 대상 농가들은 기후변화 현상을 영농 활동 속에서 구체적으로 경험하고 있다. 기후변화의 피해자이면서도 원인 제공자의 측면을 인지하고 있으나, 정부의 온실가스 감축과 적응의 가이드가 거의 부재하여 어려움을 겪고 있다. 현실과 괴리된 지침과 생산량 증대 위주의 지원 정책이 갖는 한계를 공통으로 지적하고 있다.

## 1) 기후변화 체감

“당장 작년에 54일간 긴 장마를 겪었던 것. 매출이 89만7천 원에 불과했다. 초기부터 도열병, 물바구미, 멸구 등 병충해 피해를 보았다. 소출이 작게 나와 도 벨 수밖에 없었고 내놓으면서도 미안했다. 특히 친환경 농업이 기후변화에 취약하다. 농약과 농법, 드론 방제도 발전했는데 그걸 안 쓰니까.”

“작년에 장마로 모든 게 녹았다. 환경에 대해 신경을 안 써서 이런 일이 왔구나 생각한다.”

“3월엔 덥고 4월엔 춥고, 들쭉날쭉. 3년 전엔 모내기 때 가물어서 정말 고생했다. 예측이 안 되고 변덕 심하니까 어렵다.”

## 2) 기후변화와 주체 측면

“기후변화의 피해자이면서 원인 제공자기도 하다. 친환경 농업도 질소 비료를 안 할 뿐이지 퇴비는 하고 비닐이나 제초 매트 등은 다 쓰니까.”

“논농사 메탄 발생 알고 있다. 경축 순환도 어렵고 소 사육도 온실가스 문제 있다.”

“친환경 농민은 더 느낄 텐데 그래도 대응하려고 노력한다. 관행농은 아무 생각이 없다. 그래도 친환경 농업 생활하면서 기후에 덕을 주는 게 아닐까 하는 자부심 있다.”

“이런 부분에 대해 크게 생각하지 않았는데, 하다 보니까 나도 100% 유기 재료 구매는 못 하니 친환경 재료 사서 쓰는데, 일부 원인 제공인 건 맞다. 작물을 잘 길러서 해결하는 측면도 있을 것이다.”

“피해자가 맞지만, 원인 제공자 측면도 알게 모르게 크다. 비닐, 농약, 온실가스 배출 등. 해결자는 누가 해결해 줄 일이지 자발적으로는... 일반 농가는 인식 거의 없고 억울할 뿐이라 여긴다.”

3) 정부의 농업부문 온실가스 감축 사업

“알 거나 들어본 것 전혀 없다.”

“예측이나 지침 같은 건 전혀 없다. 농업기술센터는 비 대비하라는 문자 말고는 없다.”

“전혀 없다. 농민에게 지원되는 펠릿이나 태양광 선전은 하는데, 감축 효과 생각해서는 아니다. 농업기술센터는 무경운은 땅이 딱딱해져서 안 된다고 한다. 땅에 대한 이해와 인식의 차이가 있다.”

“정부에서 보조 해주다 보면 큰 데만 들어간다. 대형 농가와 축사 같은 산업화한 곳에만 들어가니 격차가 더 벌어지고 소농은 지원받을 게 없다. 농자재 가격만 올라가니 차라리 예산을  $1/n$ 으로 나눠주는 게 낫다고 본다.”

4) 저탄소 농업기술의 적용 가능성

“현실하고 괴리되어 있고, 책에서나 가능한 것들이다. 농민들은 실행자들이고 정부와 연구자들이 할 일이다.”

“감축될지는 몰라도 시설하려면 경비 부담도 있고 쓰레기 남을 것 같아서 별로 하고 싶지 않다. 우리가 할 수 있는 몇 가지(물떼기, 무경운, 녹비 작물 정도) 했으면 한다.”

“적극적으로 적용하고픈 맘이 드는 건 별로 없다(효과, 현실성 모두). 안 그래도 힘든데 바꾸려면 효과가 확실히 있든지 해야 할 것이다. 농촌 스스로 뭔가를 시도하기엔 동력이 너무 없는 조건이다.”

“생소한 부분도 있지만, 학습효과는 있을 것이다. 시작단계일 텐데 나는 기후위기를 최대 이슈로 잡았으니 노력하겠지만, 일손이 제한되니 농사 규모를 줄이는 수밖에 없을 것 같다.”

### 5) 정부 정책에 대한 의견

“농산물 생산을 통해서만 지원하지 말고, 탄소 저감 관점에서라면 휴경 등 친환경 농업 방법을 다양하게 보장해주어야 한다. 지금은 휴경하면 친환경 농업 인증 취소된다. 그러나 친환경에 대한 제도적 검증 장치는 충분하다. 정부는 자기 손안에 있는 것들만 하려 한다.”

“온실가스 감축 지침이나 지도 없다. 농업기술센터는 생산량 높이는 교육만 하고, 유기농 친환경은 오히려 하지 말라고 하더라.”

“정부가 말만 던지지 말고 강력하게 뭔가 실천했으면 한다. 돈으로 환산하지 말고 실제로 효과 있고 농민이 농민답게 살 방법, 자부심 느낄 수 있는 정책 (예: 농민 기본소득)이 필요하다. 그게 안 되니 사람들이 약을 치든 어떻게든 해서 생산을 늘리려는 것이다.”

“보조금 사업을 해보니 돈은 돈대로 들고 잘 된다고 볼 수도 없더라.”

### 나. 해석과 함의

면접에 응한 친환경 농민들은 장마 등 변덕스럽고 예측하기 어려운 기상 현상이 많아지고 있음을 공통으로 증언했고, 특히 설비를 덜 이용하고 자연환경에 의존하는 친환경 농업이 기후변화에 더 취약하다고 느끼고 있었다. 기후변화에 대한 주체적 측면에서는, 친환경 농업을 한다고 하더라도 비닐이나 자재를 사용하면서 발생하는 오염에 신경 쓰고 있었다. 기후변화의 원인 제공자라는 표현에는 거부감을 느끼고, 친환경 농업이 관행농과는 차별성 있는 노력을 하고 있음이 분명하다고 생각한다.

본 연구에서 가장 두드러지게 드러나는 것은 정부의 농업부문 온실가스 감축 사업에 대해 현장에서는 거의 인지되지 않고 농업기술센터 같은 기관에서도 별다른 신경을 쓰지 않고 있다는 점이다. 농민들은 효과 없이 집행되는 여러 지원 사업보다는 농업의 기반을 탄탄히 하고 농민의 역량을 키울 수 있는 대책이 필요하다고 보고 있고, 그러한 토대가 갖추어질 때 탄소 감축 해법들도 제대로 적용될 수 있다

고 생각한다. 이는 저탄소 농업기술의 현장 적용 가능성과 이어지는데, 이는 다음 절의 현장 의견 조사에서 구체적으로 살펴볼 수 있다.

〈표 3〉 친환경 농민들의 기후위기 증언 주요 내용

| 구분               | 주요 내용                                   |
|------------------|---|
| 기후변화 체감          | 장마 피해 등 불확실성 심화<br>친환경 농업이 기후변화에 더 취약   |
| 기후변화 주체 측면       | 친환경 농업도 원인 제공<br>친환경 농업은 관행농과는 다름       |
| 정부의 온실가스 감축 사업   | 인지, 정보 거의 없음<br>정부의 농업정책이 갖는 구조적 문제 지적  |
| 저탄소 농업기술의 적용 가능성 | 효과와 현실성 모두 회의적<br>친환경 소농 현실과 괴리         |
| 정부 정책에 대한 의견     | 정부 정책의 관점 전환 요구<br>농업 기반을 다질 수 있는 정책 필요 |

## 2. 농업부문 온실가스 감축 방법론에 대한 현장 의견 조사

### 가. 온실가스 감축 방법 수단 평가

정부의 농업부문 온실가스 감축 방법(가이드)에 대한 친환경 농업공동체 현장의 인식과 여건을 탐색적으로 파악하기 위해, “농업 농촌 자발적 온실가스 감축 사업”에 포함된 저탄소 농업기술의 목록(한국농업기술진흥원 작성)에 포함된 각 기술에 대해 효과성과 적용 가능성을 평가했다(\*15개 항목 외에 다른 정책 문서에서 언급되는 5개 기술 추가).

온실가스 감축 효과 예상과 현장에서의 적용 가능성에 대해 점수 부여(○ 2점, △ 1점, × 0점)를 요청하고 이유를 청취하고 기록했다. 조사 대상은 상주 봉강공동체 6 농가, (전) 팔당 두물머리 유기농 3 농가, 강원도 홍천 청년 농부 1 농가 등 총 10개 농가다. 주요 결과는 〈표 4〉와 같다.

〈표 4〉 농업부문 온실가스 감축 방법론에 대한 의견

| 구분                  | 감축 효과 | 적용 가능성 | 이유  |
|---------------------|-------|--------|---|
| 1. 미활용 에너지 (온배수) 이용 | 15    | 4      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 도시는 아파트 밀집도 높아 쓸 수 있지만, 농촌은 해당하는 시설 적을 것</li> <li>• 에너지 시설 주변에서만 활용 가능. 우리 주변에는 그런 시설 없음</li> <li>• 추가 시설비를 부담하기 어려울 것</li> </ul>  |
| 2. 순환식 수막 재배        | 10    | 5      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 수막이라고 해도 어차피 전기 에너지를 이용하는 것</li> <li>• 지하수가 풍부하지 않거나 고갈 우려(cf. 4대강 주변)</li> <li>• 하우스를 이용하지 않음</li> <li>• 추가 시설비 부담</li> <li>• 지역에서 적용한 적 있는데, 보일러 가온이 필요하므로 하다가 그만둬</li> </ul>                    |
| 3. LED 조명으로 교체      | 6     | 4      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• LED라고 해도 전기를 이용하는 것. 조명까지 쓸 일이 없음</li> <li>• 하우스 없음. 하우스 등 시설 이용한 생산 자체에 부정적인 견해</li> <li>• 시설비 추가 투자해야. 빨리 많이 생산해야 하는 곳에는 맞겠지만 생태적 농업에는 안 맞음</li> <li>• 차라리 알코올 불(수작업 제품) 정도로 가온 대체 가능</li> </ul> |
| 4. 다겹 보온커튼          | 12    | 6      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 어차피 비닐 자재를 교체해야 함</li> <li>• 이것도 시설비 문제가 있음</li> <li>• 보온자재 관련 폐기물이 증가할 것. 사용해봤는데 겨울에는 효과 있지만, 폐기물 어마어마하게 발생. 커튼만으로 안 되고 추가 가온 필요</li> <li>• (강원도는) 너무 추워서 이 정도로서는 적용 불가능</li> </ul>               |
| 5. 지열 히트펌프          | 9     | 5      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 초기 비용 많이 들 것. 과도한 시설비</li> <li>• 기술적 효율이 의심스러움. 소농은 부담 때문에 이용 불가</li> <li>• 전형적인 업자 돈벌이 사업이 아닌가?</li> <li>• 지진 유발 가능성 있지 않을까?</li> </ul>   |

|                                 |           |           |  |
|---------------------------------|-----------|-----------|--|
| <p>6.<br/>재생에너지전력<br/>자가 생산</p> | <p>17</p> | <p>9</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 태양광 제외하고는 옳지 않은 방식</li> <li>• 영농형 태양광 논란, 자연 해치지 않는 범위에서 도시부터 하고 농지에는 안 했으면 함</li> <li>• 태양광 직접 설치 고려해봤는데 좀 더 보편화하면 좋을 듯. 농촌 고령화 생각하면 영농형 태양광도 동의</li> <li>• 시설비 부담이 문제. 풍력은 하고 싶었는데 돈이 엄청나게 들겠음</li> <li>• 집에서 작게 쓰는 정도면 괜찮겠음</li> <li>• 해보고 싶은데, 노하우와 시설비 부담</li> <li>• 전자파 피해 우려</li> <li>• 재생에너지 수용성과 반감 문제 존재. 농촌이 재생에너지 때문에 이익인지 손해인지 판단 어려움</li> </ul> |
| <p>7.<br/>녹비 작물 이용</p>          | <p>20</p> | <p>20</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 벧논에 가을에 보리 파종하여 비료 사용량 1/2로 줄임</li> <li>• 보리 이용. 헤어리베치와 호밀 해볼 생각(병충해도 줄임)</li> <li>• 자운영, 헤어리베치는 친환경 종자 인정 안 됨 (종자 직접 씻어서 사용, 너무 비쌌). 청보리는 가능. 귀리는 겨울에 잘 자라는데 수입종, 소독 종자라서 못 씀</li> <li>• 풀 안 뽑고 베는 정도로 활용</li> <li>• 적극적으로 해야 할 방법임. 방법과 효과에 관한 연구가 많아져야 하고 농민에게 알려줘야 함</li> <li>• 질소보다는 유기물 저장 의미. 투수성과 다공성 확보, 탄소저장 의미 더 클 것</li> </ul>                    |
| <p>8.<br/>완효성 비료<br/>사용</p>     | <p>16</p> | <p>9</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 본 적 없음. 친환경농업에는 이런 비료 없음</li> <li>• 관행농에서 사용. 편해서 쓰는 것이지 온실가스 감축 때문은 아님</li> <li>• 근거 자료 부족해서 판단 어려움</li> </ul>   |
| <p>9.<br/>부산물비료 사용</p>          | <p>16</p> | <p>17</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 깻묵, 옥수수대 등 활용하고 있음</li> <li>• 어차피 질소비료와 같이 분해됨. 땅심 좋게 하려 넣는 것</li> <li>• 유박은 질소성분이 과다. 너무 공짜로 나눠줘서 막 쓰게 됨</li> <li>• 농민들이 귀찮아서 유박만 사서 쓰고 마는 경우 많음</li> <li>• 순환 농업의 기본인데, 온실가스 관련 생각은 못하고 있음</li> </ul>   |

|  |           |           |   |
|--|-----------|-----------|---|
| <p>10.<br/>목재 펠릿<br/>보일러</p>   | <p>7</p>  | <p>6</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 수입 펠릿을 너무 많이 사용. 운송비용 생각하면 불합리함</li> <li>• 하우스 가운을 얇기 때문에 쓸 일 없음</li> <li>• 화석연료에 비해 온실가스 배출이 덜 한 것일 뿐</li> <li>• 보일러 비용, 펠릿 구매 곤란 등</li> <li>• 주변에서 다 실패하고 보일러 폐기함. 한국 목질 바이오매스는 부존량 등 여건 부적합</li> <li>• 화목 보일러 이용 중, 너무 많이 하면 곤란하지 않은지?</li> </ul>   |
| <p>11.<br/>바이오가스<br/>플랜트</p>   | <p>16</p> | <p>6</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 초기에는 집에서도 했는데 지금은 안 함</li> <li>• 플랜트 설비와 운영 부담. 냄새도 발생(홍천 살둔)</li> <li>• 해 봤는데 잘 안 됨. 지속적 공급이 잘 안 되고 계절별로 분해 속도가 다름</li> <li>• 문제는 있으나 추진할 필요</li> </ul>   |
| <p>12.<br/>왕겨 이용<br/>미곡종합처리장<br/>RPC (Rice<br/>Processing<br/>Complex) 곡물<br/>건조</p> | <p>12</p> | <p>6</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• RPC에서 할 것 같지 않음</li> <li>• 왕겨를 쓸 데가 많기 때문에 RPC에서까지 활용은 안 될 것</li> <li>• 부산물은 땅으로 돌아가게 하는 게 맞음. 그리고 한번 가공해서 태워야 가능</li> <li>• 에너지 시설 주변에서만 활용 가능. 우리 주변에는 그런 시설 없음</li> <li>• 추가 시설비를 부담하기 어려울 것</li> <li>• 시설 비용. 충분한 열량 나올지 의문</li> </ul>   |
| <p>13.<br/>농경지 보존<br/>경운</p>   | <p>19</p> | <p>12</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 올해 작은 밭과 하우스에 무경운 시도함. 제초 부담만 없다면 할 수 있음. 그러나 온실가스 고려해서 하는 것은 아님</li> <li>• 미리 풀을 잡아둘 수 있다면 가능. 해보려고 시도 중</li> <li>• 일부 해 봤는데, 풀이 너무 빨리 자라서 힘들었음. 너무 고되다.</li> <li>• 사람만 있다면 하겠지만 농사짓기 힘들 것. 소출과 소득 보장 문제</li> <li>• 해봤는데 잘 안 됨. 원하는 작물 소출을 내기는 어려움. 디테일한 노하우 필요</li> <li>• 소출이 떨어지지 않을지, 연구를 먼저 해서 알려줘야 함</li> <li>• 지역 농민들은 땅이 딱딱해져서 농사 안된다고 반대</li> </ul> |

|                                |           |           |  |
|--------------------------------|-----------|-----------|--|
| <p>14.<br/>논벼 재배 시<br/>물관리</p> | <p>14</p> | <p>7</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 동네 어른들은 물이 많아야 쌀 맛있다고 함. 밭 벼는 밥맛이 떨어짐</li> <li>• 중간 물떼기는 다 하는데, 도복 방지를 위한 것 이지 온실가스 관련은 아님</li> <li>• 관행농에서는 가능하지만, 유기농은 풀 때문에 곤란(물 떴면 우렁이 제초 활동 안 됨)</li> <li>• 벼를 많이 재배해야(논이 많아야) CO2 흡수하는 것 아닌지?</li> </ul>  |
| <p>15.<br/>토지이용 전환</p>         | <p>8</p>  | <p>3</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 식량자급률에 문제 발생할 것. 밥은 먹어야 하지 않나... 온실가스는 탄 데서 줄여야 함</li> <li>• 이미 배 재배면적 줄고 있는데, 이는 논이 시설 하우스로 바뀌고 있기 때문</li> <li>• 타 작물로 전환하여 보조금 받아도 수입은 1/3 정도임. 벼농사가 기계화되어 쉽고 수입이 안정적이기 때문에, 수입 보장된다면 할 수도 있음</li> <li>• 논농사보다 밭농사가 훨씬 힘들</li> <li>• 논을 밭으로 전환 중인데, 감축 때문은 아니고 밭작물을(생강 토종 종자 지키기) 위해서임</li> <li>• 눈 가리고 아웅인 방법</li> </ul> |
| <p>16.<br/>최적 비료 사용</p>        | <p>18</p> | <p>16</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 과다 시비하면 땅이 경화되기 때문에 필요. 온실 가스 영향은 정확한 이유 알고 싶음</li> <li>• 농가에서는 정확한 계산이 곤란</li> <li>• 유기농에서는 적용이 어려움. 화학비료는 선별 투입이 가능한데 천연 자재는 성분이 섞여 있기 때문에</li> </ul>   |
| <p>17.<br/>경축 순환 농법</p>        | <p>19</p> | <p>8</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 제도적으로 유기농 인증을 받으면 불가능함!</li> <li>• 책에서나 가능한 것이지 현장에서는 이도 저도 아님</li> <li>• 어느 정도가 적절할지, 효과와 가능성 모두 잘 모르겠음</li> <li>• 지역에서 분업이 잘 되면 좋겠는데, 인증도 어려울 것</li> <li>• 가톨릭농민회(가톨릭농민회)에서 주장하는 방법임</li> </ul>   |
| <p>18.<br/>농기계<br/>에코드라이빙</p>  | <p>13</p> | <p>13</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 농기계 제조회사가 해결할 일이지 농민에게 하라고 하면 안 됨</li> <li>• 농기계 매연 저감장치는 의무화됨</li> </ul>   |

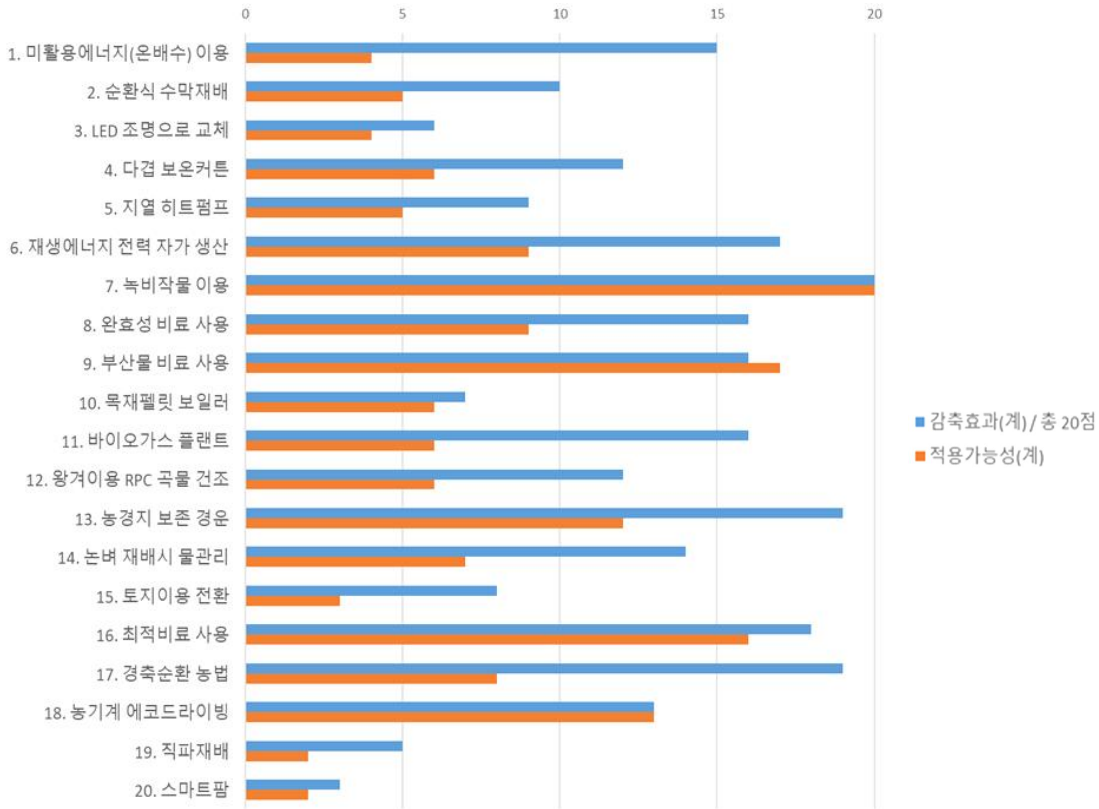
|                      |          |          |   |
|----------------------|----------|----------|---|
| <p>19.<br/>직파 재배</p> | <p>5</p> | <p>2</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 제초 문제 때문에 곤란할 것</li> <li>• 직파용 이앙기를 써 봤는데 농약과 물을 엄청나게 써야 했음(이후 기계는 그냥 마을에 보관)</li> <li>• 밭아가 고르지 않을 수 있다는 우려. 하는 분도 못 봤고 모내기하는 게 관리도 쉽다.</li> <li>• 새가 다 쪼아 먹음</li> </ul>                          |
| <p>20.<br/>스마트팜</p>  | <p>3</p> | <p>2</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 소농이 살아야지, 생각할 것도 없는 방법</li> <li>• 에너지를 더 많이 쓰게 되는 방식임</li> <li>• 자재 더 쓰고 전자기기와 시설 더 투입. 단지 인력이 줄게 될 뿐임</li> <li>• 온실가스 간접배출이 많겠지만 추계는 어려울 것</li> <li>• 할 말 많지만 하지 않겠다.</li> <li>• 관심 없다</li> </ul> |

조사 대상 농민들은 실제로 온실가스 감축 효과에 대해 의심스러워했고, 적용 조건이 매우 제한된 방법들을 쓰기 어려운 경우가 많았다. 그리고 관행농에 적합한 방법들의 경우 친환경농업과 기후변화를 가장 고민하는 농가의 현실과 오히려 거리가 있다. 녹비 작물 이용, 논 물관리 등은 시행하고 있는 방법들이지만 온실가스 감축을 취지로 하여 이루어지는 것은 아니다. 보존 경운(무경운)은 농민들이 관심이 상당히 높지만, 이 역시 과학적인 데이터나 지도는 부재한 형편이다.

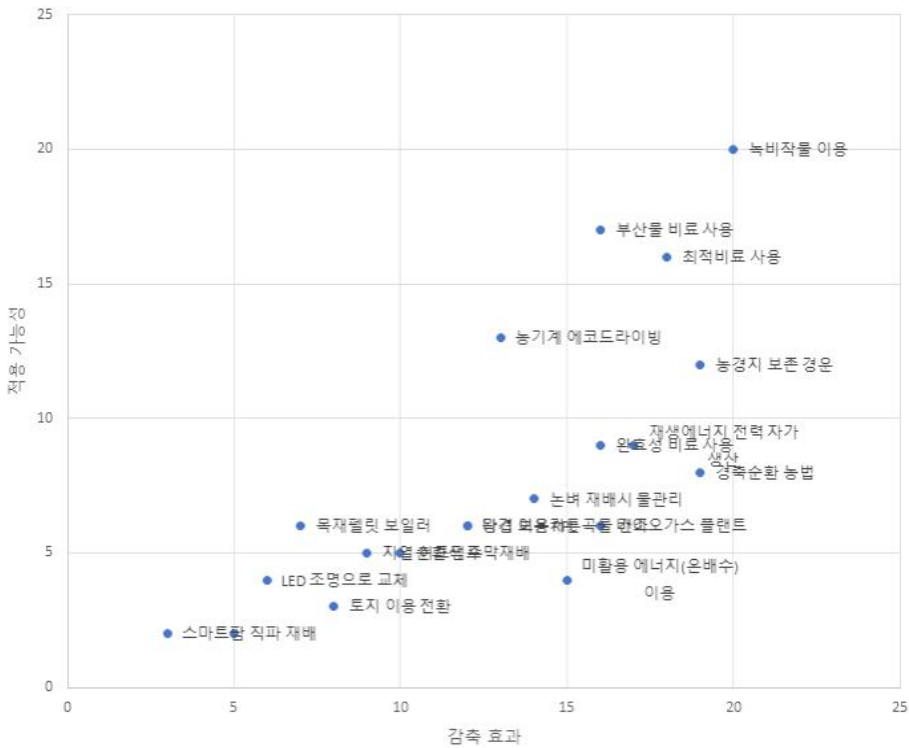
농민들의 점수를 종합하면, 녹비 작물 이용이 감축 효과 예상과 적용 가능성 항목에서 모두 가장 높은 20점을 받았고, 최적 비료 사용, 부산물비료 사용이 모두 높은 점수를 보였다. 재생에너지 전력자가 생산, 농경지 보존 경운, 경축 순환 농법은 감축 효과는 있을 것으로 예상되었지만, 적용 가능성 점수는 상대적으로 낮았다. 한편, 최근 정부에서 기후변화 대응 농업기술로 중시하는 스마트팜은 온실가스 감축 효과 기대와 적용 가능성 모두가 가장 낮았다.

조사 대상 농민들은 정부가 제시한 감축 방법론들의 상당수가 현실하고 괴리되어 있고, 책에서나 가능한 것들이라고 평가했다. 온실가스가 감축되는 효과가 있다고 하여도 시설을 설치하려면 추가적인 경비 부담도 있고 폐자재가 늘어날 것 같아서 그다지 선택하고 싶은 방법은 아니라는 것이다. 별로 하고 싶지 않으며, 농민들은 차라리 특별한 지원 없어도 스스로 할 수 있는 몇 가지(물 때기, 무경운, 녹비 작물) 정도에 주력했으면 한다고 말했다.

32 기후위기 시대, 농업과 농촌의 미래



[그림 10] 친환경 농업 현장의 온실가스 감축 수단 평가 (종합-1)



[그림 11] 친환경 농업 현장의 온실가스 감축 수단 평가 (종합-2)

또한, 농민들은 농정의 실행자들이고 방향을 잡고 방안을 만드는 것은 정부와 연구자들이 할 일인데, 정부가 제대로 역할을 하지 못하고 있다고 보았다. 안 그래도 농사짓기가 쉽지 않은데 방법을 바꾸려면 효과가 확실히 있다는 확신이 있어야 할 것이고, 농민 스스로 뭔가를 시도하기엔 동력이 너무 없는 조건이라고 토로하기도 했다.

하지만 친환경 농민들의 태도는 적극적이었다. 감축 방법론에 대해 생소한 부분도 있지만, 농민들에게 학습효과는 있을 것이라고 보았다. 그리고 농업부문의 온실가스 감축은 이제 시작단계일 텐데, 자신은 기후위기를 최대 이슈로 잡았으니 노력하겠지만 일손이 제한되니 농사 규모를 줄이는 수밖에 없을 것 같다는 생각도 밝혔다.

친환경 농업 고민 속에서 정부 정책의 난맥상도 지적되었다. 예를 들어 농산물 생산을 통해서만 지원하지 말고 탄소 저감 관점에서라면 휴경 등 친환경 농업 방법을 다양하게 보장해주어야 하는데, 지금 제도하에서는 휴경하면 친환경 농업 인증 취소되게 된다. 그러나 친환경에 대한 제도적 검증 장치는 충분히 보완해서 만들 수 있다고 본다. 하지만 정부가 농민에게 책임 있게 전달하는 온실가스 감축 지침이나 지도는 없는 형편이다. 농업기술센터는 생산량을 높이는 교육만 하고, 유기농 친환경은 오히려 하지 말라고 하는 형편이다. 따라서 돈으로 환산하지 말고 실제로 효과 있고 농민이 농민답게 살 방법, 자부심 느낄 수 있는 정책(예: 농민 기본소득)이 필요하다는 의견도 청취할 수 있었다.

#### 나. 정부 정책 제안

워크숍에서의 토론 이후 조사한 정부 정책 제안과 친환경 농업공동체의 자체 실천 항목에 대한 우선순위는 <표 5>와 같다. 점수는 농민들이 응답한 선호도의 총점이다. 정부 정책으로 제안할 것으로는 ○친환경 직불금에 저탄소농업 조건을 구체적으로 포함할 것, ○농민 기본소득 등 저탄소 농사를 위한 소득 기반을 제공할 것, ○벼농사 메탄 저감 방안 연구와 대안을 보급할 것이 높은 선호를 보였다. 정부 정책과 무관하게 친환경 농업공동체가 할 수 있는 실천 항목으로는 ○녹비 작물 활용 확대와 전파, ○무경운 실험과 확산, ○외부투입 자재 최소화 등이 높은 선호를 보였다.

〈표 5〉 온실가스 감축 방법과 관련한 시행 과제 선호도 조사결과

| 정부 정책 제안 (선호도 총점)  | 친환경 농업공동체의 실천 항목 제안  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● 농민 기본소득 등 저탄소 농사를 할 수 있는 소득 기반 제공 (7)</li> <li>● 친환경 직불금에 저탄소농업 조건 구체적으로 포함 (6)</li> <li>● 벼농사 메탄 저감 방안 연구와 대안 보급 (6)</li> <li>● 농업부문 에너지 대안/전환 방안 마련 (재생에너지 연계 등) (5)</li> <li>● 식량자급률 상향과 유기농 비율 확대 법제화 (4)</li> <li>● 농업부문 정확한 온실가스 배출 정보 제공 (1)</li> <li>● 관행농/친환경농에 차별적인 저탄소농업 가이드 마련 (1)</li> <li>● 농업기술센터에 저탄소농업 연구와 보급 지침 (3)</li> <li>● 스마트팜 투자 및 확대 제어/조절 (1)</li> <li>● 온실가스 감축에 국한되지 않는 기후위기 대응 농업/농촌 전략 수립 (1)</li> <li>● 저탄소-친환경 농업에 종사하는 귀농·귀촌 패키지 제공 (0)</li> <li>● 영농형 재생에너지 보급 제어/조절 (0)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 무경운 실험과 확산 (6)</li> <li>● 녹비 작물 활용 확대와 전파 (5)</li> <li>● 외부투입 자재 최소화 (농약, 비닐 등) (5)</li> <li>● 비료 적량 투입 매뉴얼 작성과 적용 (3)</li> <li>● 꾸러미의 저탄소농업 생산물 구성과 홍보 제안 (2)</li> <li>● 마을 단위 자급형 재생에너지 시설 운영 (1)</li> <li>● (전국적) 친환경 농가의 저탄소 농업 연구 네트워크 구성 (0)</li> <li>● 경축 순환 농법 시범 프로그램 (0)</li> </ul> |

### 3. 실험연구

〈표 6〉에 나타난 것처럼 대조군인 벼 작물의 비료투입에 따른 국가 평균 온실가스 배출량은 1,000㎡·1기작 기준으로 198.5kgCO<sub>2</sub>e.인 것으로 조사되었다. 비료로 인한 온실가스 배출량 중 무기질비료로 인한 배출량은 178.0kgCO<sub>2</sub>e.(89.7%)로 유기질비료(20.5kgCO<sub>2</sub>e., 10.3%) 보다 훨씬 더 큰 비중을 차지하고 있다. 무기질비료의 생산단계(재배 전 단계) 배출량은 71.7kgCO<sub>2</sub>e., 사용단계(재배단계) 배출량은 106.3kgCO<sub>2</sub>e.인 것으로 조사되어, 무기질비료를 생산하는 재배 전 단계에서의 온실가스 배출량 비중도 36.1%에 달하는 것으로 나타났다.

〈표 6〉 관행농 벼 재배 시 비료투입에 따른 온실가스 배출량

(단위 : kgCO<sub>2</sub>e./1,000m<sup>2</sup>·1기작)

| 관행농 배출량 | 재배 전 단계         | 재배단계             | 합계                |
|---------|-----------------|------------------|-------------------|
| 무기질비료   | 71.7<br>(36.1%) | 106.3<br>(53.5%) | 178.0<br>(89.7%)  |
| 유기질비료   | -<br>(0.0%)     | 20.5<br>(10.3%)  | 20.5<br>(10.3%)   |
| 합계      | 71.7<br>(36.1%) | 126.8<br>(63.9%) | 198.5<br>(100.0%) |

〈표 7〉처럼 실험군인 상주 유기농가의 벼 재배 시 비표에 의한 온실가스 배출량은 1,000m<sup>2</sup>당 109.8kgCO<sub>2</sub>e.로, 관행농 198.5kgCO<sub>2</sub>e. 대비 약 절반 수준(55.3%)에 불과한 것으로 나타났다. 유기질비료 96.2%(105.6kgCO<sub>2</sub>e.), 무기질비료 3.8%(4.1kgCO<sub>2</sub>e.)로 유기질비료의 비중이 절대적으로 컸으며, 재배 전 단계 6.0kgCO<sub>2</sub>e., 재배단계 103.8kgCO<sub>2</sub>e.로 재배단계에서의 배출량이 94.6%를 차지했다.

〈표 7〉 유기농 벼 재배 시 비료투입에 따른 온실가스 배출량

(단위 : kgCO<sub>2</sub>e./1,000m<sup>2</sup>·1기작)

| 유기농 배출량 | 재배 전 단계       | 재배단계             | 합계                |
|---------|---------------|------------------|-------------------|
| 무기질비료   | 4.1<br>(3.8%) | -<br>(0.0%)      | 4.1<br>(3.8%)     |
| 유기질비료   | 1.8<br>(1.7%) | 103.8<br>(94.6%) | 105.6<br>(96.2%)  |
| 합계      | 6.0<br>(5.4%) | 103.8<br>(94.6%) | 109.8<br>(100.0%) |

상주 유기 농가의 벼 재배 시 투입된 유기질비료에 포함된 질소량은 9.9kg으로 적정시비량(9kg/1000m<sup>2</sup>)에 부합하는 것으로 나타났다. 유기농 또한 관행농과 마찬가지로 작물에 필요한 질소가 적절히 공급되어야 하며, 투입된 질소의 일부는 아산

화질소 형태로 대기 중으로 배출되는데, 이 또한 관행농과 동일한 기작에 따른다.

유기농의 온실가스 배출량이 관행농의 절반 수준에 불과한 것은 재배 전 단계의 온실가스 배출량이 적은데 따른 것으로, 이는 비료의 사용과정뿐만 아니라 생산과정에서의 온실가스 배출량 또한 엄격히 관측하고, 관리할 필요가 있음을 보여주는 좋은 사례이다. <표 8>

<표 8> 국가 평균 및 상주 유기 농가의 벼 재배 시 비료투입에 따른 온실가스 배출량

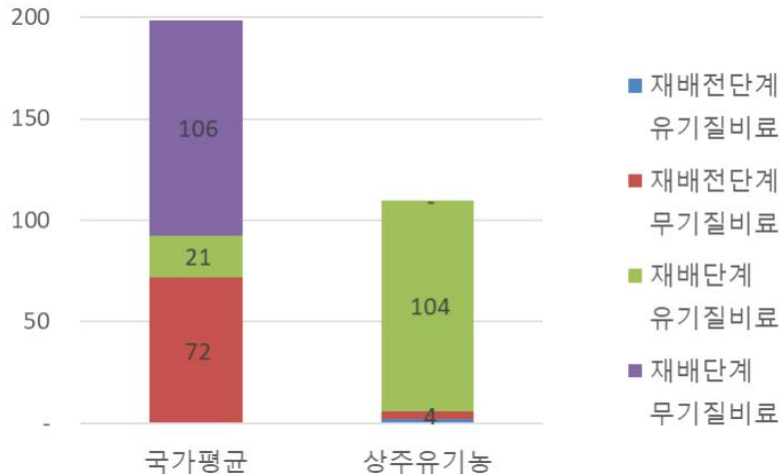
(단위 : kgCO<sub>2</sub>e./1,000m<sup>2</sup>·1기작)

| 구분         |       | 대조군<br>(국가 평균) | 실험군<br>(상주 유기농) | 비고          |
|------------|-------|----------------|-----------------|-------------|
| 재배<br>전 단계 | 유기질비료 | -              | 2               |             |
|            | 무기질비료 | 72             | 4               | 석회 규산질비료 포함 |
| 재배<br>단계   | 유기질비료 | 21             | 104             | 짚 포함        |
|            | 무기질비료 | 106            | -               |             |
| 합계         |       | 199            | 110             |             |

벼 재배 시, 시비에 따른 관행농과 유기농의 온실가스 배출량이 1,000m<sup>2</sup>당 88.8kgCO<sub>2</sub>e. 차이가 났으며, 무기 화학비료 중심의 관행농보다 유기질비료를 사용하는 유기농의 온실가스 감축 효과를 정량적으로 보여주고 있다.

한편, 2021년 통계청 자료에 따른 전국의 벼 재배면적은 732,477ha이고, 이 중 약 3.5%에 달하는 24,658ha의 면적에서 유기농 벼가 재배되고 있다. 무기 화학비료를 사용하는 707,819ha에도 유기농법으로 시비를 진행한다면, 산술적으로 연간 약 628,228톤CO<sub>2</sub>e.의 온실가스를 감축할 수 있으며, 이는 정부의 2030년 농업 분야 감축 목표인 585.8만 톤CO<sub>2</sub>e.의 10.7%에 해당하는 양이다.

지금까지 경종 부문 온실가스 저감은 주로 논 면적의 감소 때문에 이루어져 왔다. 하지만 본 연구 결과를 통해 무기 화학비료 대신 유기질비료로의 전환을 통해 온실가스 저감이 가능함을 알 수 있다.



[그림 12] 농법별 벼 재배 시 비료투입에 따른 온실가스 배출량(단위: kgCO<sub>2</sub>e./1,000m<sup>2</sup>)

#### 4. 후속 워크숍 진행과 결과

연구 결과의 함의를 공유하고 향후 과제를 발굴하기 위한 후속 미니 워크숍을 2회에 걸쳐 실시했다. 친환경 농업을 모색하는 생산자와의 워크숍과 생협 활동가와의 워크숍으로 진행과 주요 내용은 다음과 같다.

##### 가. 생산자 워크숍

###### 1) 워크숍 개요

- 시간: 2022년 1월 19일 (수) 오후 2시
- 장소: 레드북스 (서울시 종로구 교남동 25번지, 2층)
- 발표 (90분): 1. 연구과제 중간보고 내용 및 의견, 후속 과제
  - 2. 귀농운동본부 및 홍성의 사례
  - 3. 곡성 무경운 실험 사례
  - 4. 생협 및 기타 사례
- 토론 (60분): 1. 탄소 중립 농업 정책에 관한 평가 및 제안
  - 2. 실질적인 기후위기 대응 실천
  - 3. 무엇을 할 것인가?

## 2) 주요 내용

연구과제의 주요한 결과를 보고하고 참가자들의 사례 발표와 의견을 청취했다. 귀농운동본부와 흥성의 사례 다른 금창영의 발표는 본 연구와 유사한 결론을 내린다. 그에 따르면, 한국에서 2007년경부터 기후변화가 회자되었고, 농업에서도 체감되고 있다. 농업에서의 온실가스 배출 관련 자료를 찾아보면 농촌진흥청에서 이 시기에 집중적인 연구성과를 확인할 수 있다. 그러나 농업에서도 대안이라고 거론되는 것들은 온도 차가 있다. 한쪽에서는 지금의 방식을 전면적으로 바꾸어 경운도 하지 말고 토종씨앗을 쓰고 비닐 멀칭도 하지 말자고 한다. 한마디로 외부투입을 최소화하겠다는 것인데, 다른 한쪽에서는 토양개량제를 뿌리고 가축은 적정 사육밀도를 준수하라는 등 기술적 해법을 말한다. 논에서 나오는 메탄도, 이제까지는 벼짚을 논에 환원하고 가축분 퇴비를 권장했는데 최근에는 퇴비 대신에 ‘바이오차’ 라는 것을 넣으라고 하니 혼란스럽다.

그는 현장에서 무경운, 탄소배출 등을 연구해보고자 했으나 데이터와 근거를 찾기 매우 어려웠다. 또 한편으로는 모든 게 온실가스 배출량으로 판단되고 그것으로 선악이 구분되는 것은 문제가 있다는 생각도 하게 되었다. 농림부와 농촌진흥청을 비롯한 연구 기관들의 말은 스마트팜 혁신 벨리 조성처럼, 연구와 개발, 시범사업, 투자 확대에 귀결되고 무언가를 줄이려는 의지는 어디에도 없다.

곡성의 김현인님은 무경운 벼농사를 위해 스스로 이앙기를 개조하여 실험을 진행한 사례를 전했다. 그의 말에 따르면 벼농사가 무조건 메탄이 배출된다고 규정하는 것은 무책임하고 대안이 되지 못한다. 농민이 할 수 있고 인식을 제고할 수 있는 감축 방법론 개발과 보급이 중요하다는 것이다.

## 나. 소비자 협동조합 워크숍

### 1) 워크숍 개요

- 시간: 2022년 1월 27일 (목) 오후 1시
- 장소: H 협동조합
- 참여: H 협동조합 식생활센터, 기후팀 활동가 7인

## 2) 주요 내용

워크숍 참가자들은 중요하고 의미 있는 연구이며, 연구의 결과와 제안들에 생협 운동이 시사 받고 모색할 부분이 많다고 평가했다. H 협동조합은 중소농 중심이므로 생산자 공동체를 단위로, 녹비 작물과 자재 자급 가능성 있을 것이지만, 그러려면 힘들고 노동력이 많이 투입된다. 사실 시판되는 걸 쓰는 게 아직은 편한 상황이다. 하지만 탄소배출을 줄이고 공동체 운동을 진작할 수 있다면 의미 있는 시도가 될 수 있을 것이라는 생각을 전했다. 원래 순환과 자급이 이 협동조합의 원칙이기 때문에, 조직의 모델과 상통하는 논의가 충분히 가능하고 필요할 것이다.

다만 (무)경운과 탄소 흡수원 측면은 많은 변수가 있기 때문에 앞으로 모델링에 기반한 연구가 요구된다는 의견도 제시되었다. 일각에서는 유기농이 더 많은 탄소를 배출한다는 주장도 많은데, 숫자로 환원되는 논리에 대항할 수 있는 연구와 자료가 요청된다는 것이다.

## 결론과 향후 과제

조사연구는 정부가 제시하는 온실가스 감축 방법론과 사업이 매우 소극적일뿐더러 현장에서 적용 가능성이 낮다는 것을 드러냈다. 또한, 인증 가능한 기술에 치중해 있고 친환경 농업의 다양한 형태를 고려하지 못하고 있음을 알 수 있었다. 최근 정부의 탄소 중립 정책에서 제시하는 농업부문 대책은 스마트팜 시범단지나 바이오차 투입 등 협소한 기술적 해법에 치우치고 있어서 그러한 우려를 더욱 크게 한다. 그럼에도 불구하고 친환경 농업인들은 자발적이고 창의적인 온실가스 감축 방법과 실천 방안을 모색하고 있음을 확인할 수 있었다.

조사연구의 결론을 보다 일반화하기 위해서는 정부의 농업부문 온실가스 감축 정책과 집행에서 감축 방법론의 문제점과 한계의 원인과 개선과제를 교차 점검할 필요가 있다. 이와 관련하여 조사연구를 보완하는 후속 워크숍을 가졌으며, 이와 유사한 작업들이 더 많아져야 할 것이다. 이러한 결과들을 종합하여 친환경 농가의 온실가스 감축과 적응을 위한 매뉴얼의 기초 작업이 필요하다. 본 연구에서는 매뉴얼 구성안(가목차)를 제시한다.

### 친환경 공동체의 온실가스 감축 방법론 개발 매뉴얼 구성안

#### 1. 지역 일반 현황

- 농가 수, 규모, 작물, 출하 특성
- 친환경 농민공동체 존재와 활동
- 지역 정부 조직 및 지원기관과 제도

#### 2. 기후변화 체감

- 객관적 현황, 이벤트
- 기후위기와 농민 주체와 위상에 대한 의견
- 기타 특이사항

#### 3. 온실가스 배출원과 감축 잠재력

- 배출원 현황조사
- 배출 감축 잠재력 조사
- 흡수원 현황조사
- 흡수원 확충 잠재력 조사

#### 4. 정부/기관의 기후변화 대응 지침/가이드라인 평가

- 적용 가능성 평가
- 개선과제 발굴

#### 5. 대안/프로그램

- 단기 실천 과제, 프로그램 작성
- 연구 및 실험 과제
- 정부 요구 과제
- 배출/흡수원에 국한되지 않는 구조적/제도적 과제

[그림 13] 온실가스 감축 방법론 개발 매뉴얼 구성안(가목차)

지금까지 농업부문의 온실가스 저감 연구는 대부분 생산단계에 집중되었다. 그러나 이 과제의 실험연구는 전 과정 평가법을 이용하여 생산단계뿐만 아니라 생산 전 단계에서 발생하는 온실가스를 측정하였다. 이에 따라 관행농과 유기농의 생산단계에서의 질소시비량과 온실가스 배출량에서는 큰 차이가 없었으며, 이들의 온실가스 배출량의 차이는 주로 생산 전 단계인 비료 생산단계에서 발생함을 보였다. 관행 농가에서 사용하는 일반 비료는 무기질비료 함량이 89.3%인데 반해 유기농가가 사용하는 비료는 무기질 함량이 3.8%에 불과하였으며, 석탄과 천연가스 등의 화석연료를 투입하여 생산하는 무기질비료 함량이 높을수록 온실가스 배출이 높아 유기농가가 사용하는 비료는 일반 비료의 절반 정도의 온실가스만을 배출하며 이에 따른 감소 효과는  $88.8\text{kgCO}_2\text{e./1,000m}^2$ 로 계측되었다.

이러한 결과는 세계 식량 위기와 지정학적 위험 속에서 농지면적을 줄이지 않고 비료 등 투입재의 변화만으로도 경종 부문 탄소배출 저감이 가능함을 보여준다. 지금까지 추진되어온 친환경 농업경영은 식품 안전성 측면과 지속 가능한 농업의 실현을 위한 방안으로 농약과 화학비료의 저투입을 중심으로 진행되어 왔다. 그러나 이제 친환경 농업 혹은 지속 가능한 농업은 기후변화와의 연관 속에서 보완되어야 함을 인식할 때, 친환경 유기농업의 탄소 저감 농법으로서의 가능성을 제시하기도 한다.

특히 본 연구의 분석대상인 벼는 2021년 기준 전체 경지면적(1,546,717ha)의 47.4%에 달하는 732,477ha 면적에서 재배되고 있으며, 다른 작목에 비해 유기농법의 적용이 상대적으로 용이한 특성을 갖고 있다. 현재 무기 화학비료를 사용하는 면적(707,819ha)에도 유기농법으로 시비를 진행한다면, 이론적으로 연간 약 628,228톤 $\text{CO}_2\text{e.}$ 의 온실가스 감축이 가능하다.

다만 본 연구가 상주지역에 특정되어 있고 연구대상 농가가 많지 않은 점이 한계이나 추후 지역과 참여 농가를 확대한다면 더욱 신뢰성 있는 결과 도출을 할 수 있을 것으로 기대한다.

## 참고문헌

- 김창길·정학균·박지연. 2016. 『농업인의 기후변화 인식도와 적응실태』. 한국농촌경제연구원.
- 남재작·옥용식·최봉수·임승택·정용수·장영석·양재의. 2008. “겨울 유채의 환경성 평가를 위한 전 과정평가(LCA)방법론”. 한국환경농학회.
- 농업기술실용화재단. 『저탄소 농업기술 안내서』
- 모심과살림연구소. 2011. 『기후변화와 농업, 식량의 복합위기 시대 : 진단과 과제』. 모심과살림 이슈페이퍼.
- 박재우·배우근·조현희·안조환·권기욱·남역현. 2012. 『국가 질소수지와 관리방안에 관한 연구』. 한양대학교.
- 서세욱·최미희. 2005. 『유기성 폐기물 처리사업의 문제와 개선방안 : 음식물류 폐기물과 가축 분뇨를 중심으로』. 서울: 국회예산정책처
- 양상호·강지훈·이신찬·김건엽. 2011. “제주도 화산회토 밭에서 투입 비료종류에 따른 아산화질소 배출량 평가”. 한국토양비료학회 학술발표회 초록집.
- 우병춘·박혜진. 2020. 『2020년 농업·농촌 국민의식 조사』. 한국농촌경제연구원.
- 유종희·권영립·김건엽·이종식·김계훈·소규호. 2012. “쌀 생산체계에 대한 영농방법별 전 과정평가: 관행농, 무농약, 유기농법별 탄소배출량 비교”. 한국토양비료학회지.
- 이슬비·조송래·이예진·이찬욱·현병근·송요성·김양민. 2021. “지역단위 질소 부하 및 질소 수지 관계 고찰: 사례중심”. 한국토양비료학회 학술발표회 초록집
- 이호중. 2021. “탄소중립을 위한 농업분야 주요과제”. 탄소중립을 위한 농업분야 주요 과제 토론회 자료집.
- 임승택·양승룡·이춘수. 2010. “전 과정평가(Life Cycle Assessment)를 이용한 관행농과 유기농 쌀의 환경성 및 외부비용 분석”. 한국유기농업학회지.
- 최은정·정현철·이선일·신중두·윤지혜·이종식. 2018. “2018 농업분야 경종부문 국가 온실가스 배출량 평가 및 개선사항”. 한국토양비료학회 학술발표회 초록집.