

2010년 경제·인문사회연구회 녹색성장 종합연구 총서

농업부문 에너지 수급전망과 청정에너지 농업시스템 구축(1/2차연도)

1. 녹색성장 종합연구 총서 시리즈

녹색성장 종합연구 총서 일련번호	연구기관 고유 일련번호	연구보고서명	연구기관
10-02-63-(1)	R614	농업부문 에너지 수급전망과 청정에너지 농업시스템 구축	한국농촌경제 연구원
10-02-63-(2)	R614-1	농업부문 에너지 수급 구조와 전망	한국농촌경제 연구원
10-02-63-(3)	R614-2	농업부문 에너지 이용 실태	한국농촌경제 연구원
10-02-63-(4)	R614-3	농업부문의 청정에너지 이용 실태와 과제	한국농촌경제 연구원

2. 참여연구진

연구기관		연구책임자	참여연구진
주관 연구 기관	한국농촌경제연구원	김연중 연구위원	박현태 선임연구위원 강창용 선임연구위원 박기환 연구위원 정은미 연구위원 김윤형 부연구위원 이용연 연구원 박민지 인턴연구원
협력 연구 기관	서울대학교		김한호 교수

농업부문 에너지 수급전망과 청정에너지 농업시스템 구축(1/2차연도)

농업부문 에너지 이용 실태

정은미 연구위원
이용연 연구위원

머 리 말

에너지의 96.4%를 수입에 의존하고 있는 우리나라는 국제 에너지 가격 변동에 취약하다. 농업 부문도 기계화, 시설화의 진전으로 에너지 수요가 크게 증가하여 국제유가 변동이 농업 경영비에 큰 영향을 미치고 있다.

그런데 최근 유가 동향은 기본적으로 중국, 인도를 비롯한 신흥 경제개발 국가들의 높은 경제성장으로 인한 수요의 급증과 금융기관들의 원유에 대한 투기에 기인한 것이어서 유가불안이 장기간 지속되고 있다. 2008년 후반 국제유가가 최고점을 찍은 후에 최근 하향 안정 추세를 보이고 있지만, 글로벌 경기회복 시 배럴당 100달러대의 고유가 상황은 언제든지 올 수 있다. 농업 부문도 이에 대한 대비책을 강구하여야 유가상승으로 인한 농가의 경영비 부담을 최소화할 수 있다.

이 연구는 현장 적용 가능한 에너지 절감시설과 기술 개발에 선행하여 농업용 에너지 사용 현황과 시설재배 농가의 에너지 절감시설 이용 실태 및 그 효과에 대해 조사하였고, 농업용 에너지 사용의 문제점과 시설 도입의 과제를 도출하였다. 아무쪼록 이 연구가 농업 경영비에 큰 영향을 미치는 에너지 사용 실태를 인지하고 에너지 절감이라는 시대적 요구에 따라 농업용 에너지 절감시설 및 기술 개발의 방향과 보급 활동에 도움이 되기를 기대한다.

끝으로 이 연구에 도움을 주신 한국농촌경제연구원 농업관측센터 표본 농가 404호, 방문조사에 응해주신 과채류 축성작형 주산지 시·군 농업기술센터의 관계자와 해당 농가 여러분들께 진심으로 감사드립니다.

2010. 10.

한국농촌경제연구원장 오 세 익

요 약

이 보고서는 농가조사를 통해 농업 부문 에너지 이용과 에너지 절감시설의 이용 실태를 살펴보았다. 농업 부문에서 에너지 이용을 논의할 때 에너지 이용이 가장 많은 시설원예를 주요 대상으로 하지만 에너지 사용량의 정도를 비교하기 위해 벼, 과수, 과채의 다섯 품목을 조사하였다.

농가에서 이용하는 에너지는 석유류와 전기에 의존 비중이 높다. 과채는 겨울철 재배 시 가온에 필요한 에너지의 95%를 석유류에 의존하고, 경종과 과수 농가는 농기계에 석유류를 이용하지만 보관 및 건조 등에는 전기를 이용한다. 작목별로 에너지 사용량을 비교하면, 토마토 농가의 연간 경유 사용량은 벼 재배 농가의 7배, 과수 농가의 28배에 이른다.

이용 가능한 모든 에너지원 중 농가가 선호하는 것은 현재 주로 이용되는 석유류와 전기인 반면, 지열, 태양열, 풍력 등 신재생에너지에 대한 선호는 낮았다. 농가도 유가상승에 대비하기 위해 노력하지만 신재생에너지의 상용화가 우선되어야 이용이 가능할 것이다.

한편, 시설원예 농가의 향후 도입 의향이 큰 에너지 절감시설은 다겹보온커튼과 수평열 지열히트펌프이다. 열효율이 높은 시설로의 교체는 어느 농가나 원하지만 비용 부담이 문제이다. 농업용 에너지 정책에서 중소농가에 대한 대책은 저렴하고 효율적인 에너지 절감시설 보급에 초점을 맞추어야 한다.

농가는 에너지 절감시설을 도입할 때 고정비용 회수를 고려하게 되므로 에너지 절감도 중요하지만 생산성 향상으로 인한 소득 증대에 관심이 집중된다. 그러므로 정부의 에너지 정책은 농가의 에너지에 대한 의식이 에너지 절감과 생산성 향상을 동시에 고려할 수 있는 방향으로 추진되어야 한다. 정부는 농가가 에너지 절감시설을 이용할 수 있도록 지원·홍보하는 한편, 겨울철 재배의 품질향상과 생산량 증대를 위한 새로운 기술과 방법을 동시에 개발해야 한다. 그리고 지역의 재배환경 또는 작물에 따라 실정에 맞는 에너지 절감시설이 도입될 수 있도록 행정, 전문가, 실수요자인 농가의 의견을 반영한 에너지 정책이 필요하다.

ABSTRACT

A Study on Energy Use of the farmers

Analysis of the energy use of farmers found that it is highly dependent on oil and electricity. In particular, as with fruits and vegetables, 95% of oil use was devoted to facility heating and the dependency on electricity was as low as 5%.

On the other hand, farms and fruit orchards use oil mainly for farm machinery and electricity for storing and drying. In a comparison of crops, the consumption of light oil by tomato growers was 7 times greater than that in rice cultivation and 28 times more than that by fruit tree farmers, and 95% of the energy required for heating during the winter cultivation season in greenhouse gardening was obtained from oil.

At present, farmers' favorite energy sources among all usable energy sources are oil and electricity, and preference for new renewable energy sources such as terrestrial heat, solar heat, and wind force is low. Farmers try to cope with rising oil prices, but the commercialization of new renewable energy should be a priority to enable preference and use. In the meantime, facilities with major energy reduction are preferred by greenhouse gardeners, including multilayered heat-keeping curtains and vertical heat terrestrial heat pumps.

Every farmhouse wants to upgrade to a highly efficiency facility, but the problem is cost. Countermeasures in any proposed energy policy for small and medium farmers should emphasize the distribution of inexpensive energy reduction facilities.

Researchers: Eun-Mee Jeong, Woong-Yeon Lee

E-mail address: jeongem@krei.re.kr

차 례

제1장 서론

- 1. 연구 필요성 1
- 2. 연구 목적 2
- 3. 연구 내용 2
- 4. 연구 범위 및 방법 3

제2장 에너지 효율성 제고의 필요성과 수단

- 1. 에너지 효율성 제고의 필요성 5
- 2. 에너지 효율성 제고 수단 10

제3장 농가의 에너지 이용 실태

- 1. 벼 농가의 에너지 이용 실태 14
- 2. 과채 농가의 에너지 이용 실태 18
- 3. 과수 농가의 에너지 이용 실태 25
- 4. 농가의 농업용 에너지원별 이용과 과제 28
- 5. 농가의 에너지 인지도와 향후 이용 의향 33

제4장 시설원예의 에너지 절감시설 이용 실태와 과제

- 1. 시설원예의 에너지 절감시설 이용 개요 37
- 2. 과채 농가의 에너지 절감시설 이용 실태 40
- 3. 과채 농가의 에너지 절감시설 이용 사례 분석 45

제5장 에너지 절감시설 보급의 과제

- 1. 농진청 개발 에너지 절감 기술의 현장 적용 가능성 55
- 2. 농업용 에너지 절감시설 보급의 고려사항 57

3. 농업용 에너지 절감시설 보급의 과제	58
제6장 요약 및 결론	61
참고 문헌	66

표 차례

제2장

표 2- 1.	국제유가 추이	6
표 2- 2.	연도별 면세유 가격 추이	7
표 2- 3.	주요 시설채소 경영비 중 광열동력비 비중	7
표 2- 4.	채소류 재배면적	8
표 2- 5.	품목별 재배면적과 시설면적 비중	9
표 2- 6.	농업용 온풍난방기 보유대수	10
표 2- 7.	에너지 절감 기술과 시설 설치 비용	10
표 2- 8.	시설원예 에너지 효율성을 높이는 방법	11

제3장

표 3- 1.	조사 농가 수 및 조사 내용	13
표 3- 2.	벼 농가의 경영주 연령 및 재배면적 규모별 응답 수	14
표 3- 3.	벼 농가의 농작업 위탁(+, -) 여부	15
표 3- 4.	벼 농가의 경영주 연령별 평균 경영면적	15
표 3- 5.	벼 농가의 재배면적 규모별 평균 경영면적	16
표 3- 6.	벼 농가의 연평균 석유 및 전기(단위면적당) 사용량	17
표 3- 7.	벼 농가의 에너지 사용 용도	18
표 3- 8.	과채 농가의 재배면적 규모별 응답 수	19
표 3- 9.	과채 농가의 작기별 재배품목	19
표 3-10.	토마토 농가의 작형별 응답 수와 경영규모	20
표 3-11.	오이 농가의 작형별 응답 수와 경영규모	20
표 3-12.	토마토 농가의 작형별 석유류 사용량	21
표 3-13.	오이 농가의 작형별 석유류 사용량	21
표 3-14.	토마토 농가의 재배면적 규모별 에너지 사용량	22

표 3-15.	오이 농가의 재배면적 규모별 에너지 사용	23
표 3-16.	토마토 농가의 에너지 사용 용도	24
표 3-17.	오이 농가의 에너지 사용 용도	24
표 3-18.	과일 농가의 재배면적별 응답 수와 평균 경영규모	25
표 3-19.	과일 농가의 재배면적별 저온창고의 면적 및 저장 가능량 ..	26
표 3-20.	과일 농가의 농기계 종류별 보유율	26
표 3-21.	과일 농가의 과원 관리 시설 보유 유무	26
표 3-22.	과수 농가의 에너지 사용량	27
표 3-23.	과수 농가의 에너지 사용 용도	28
표 3-24.	농가의 농업용 에너지 사용 용도	29
표 3-25.	전기 이용의 문제점	31
표 3-26.	경유 이용의 문제점	32
표 3-27.	농가의 신재생에너지 인지 여부	35
표 3-28.	농가의 신재생에너지 이용 의향	35

제4장

표 4- 1.	시설재배의 가온방법	37
표 4- 2.	사용 연료에 따른 난방방법의 특성	38
표 4- 3.	에너지원별 가격 및 발열량 비교	39
표 4- 4.	시설재배의 보온재 이용 현황	40
표 4- 5.	시설원예 농가의 가온 방식 및 보온재 시설	41
표 4- 6.	시설원예 농가의 시설하우스 외형 접수	42
표 4- 7.	시설 난방용 에너지원	42
표 4- 8.	에너지 절감을 위해 노력하는 사항(복수응답)	43
표 4- 9.	에너지 절감 시설 이용과 도입 의향(복수응답)	44
표 4-10.	연동하우스 수평예인 권취식 다겹보온커튼의 경제성 분석 ..	46
표 4-11.	배기열 회수기 사용 전후 유류 사용량 비교	50
표 4-12.	탄소발열체 난방기와 경유 난방기의 에너지 사용량 비교 ..	51

제5장

표 5-1 . 정부의 에너지 정책에 대한 필요 정도 58

그림 차례

제2장

그림 2- 1. 국제유가(두바이유) 월별 추이 6

제3장

그림 3- 1. 농가의 석유류 사용량 29

그림 3- 2. 농가의 선호 에너지원 34

1. 연구 필요성

우리나라는 에너지의 96.4%를 수입에 의존하고 있어 국제 에너지 가격 변동에 취약하다. 농업 부문도 기계화, 시설화의 진전으로 에너지 수요가 크게 증가하여 국제유가 변동이 농업 경영비에 큰 영향을 미치고 있다.

그런데 최근 유가 상승은 과거의 유가변동과는 다른 특성이 있다. 과거의 고유가는 대부분 산유국의 정치적 불안, 군사적 충돌, 에너지 공급시설의 사고로 인한 공급교란과 그로 인한 일시적·단기적인 가격 상승이었다. 이와 같은 원인에 의한 유가 상승은 소비감소를 유발하고 공급이 정상적으로 돌아오면 가격이 곧바로 하락하였다. 그러나 최근 유가 동향은 기본적으로 중국, 인도를 비롯한 신흥 경제개발 국가들의 높은 경제성장으로 인한 수요의 급증과 금융기관들의 원유에 대한 투기에 기인한 것이어서 유가 불안이 장기간 지속되고 있다.

2008년 후반 국제유가가 최고점을 찍은 후에 최근 하향 안정 추세를 보이고는 있지만, 글로벌 경기회복 시 배럴당 100달러대의 고유가 상황은 언제든 올 수 있다. 농업 부문도 이에 대한 대비책을 강구하여야 유가상승으로 인한 농가의 경영비 부담을 최소화할 수 있다.

그러므로 현장 적용 가능한 에너지 절감시설과 기술 개발에 선행하여 농업 부문의 에너지 사용 실태와 농업 에너지 절감시설에 대한 수요 파악이 필요하다.

2. 연구 목적

본 연구는 농업 부문에서 이용하고 있는 에너지 종류, 에너지량 등 에너지 이용 실태를 조사하여 에너지 절감을 위한 시설과 기술 개발 방향을 검토하는 것이다. 세부적으로는 다음 세 가지이다. 첫째, 다섯 개(쌀, 오이, 토마토, 사과, 배) 품목의 에너지 이용 실태 조사를 통해 품목별 에너지 이용의 특징을 살펴본다. 둘째, 특히 에너지 소비가 많은 시설원에 품목의 에너지 절감시설의 이용 현황과 수요를 파악한다. 셋째, 현장 적용 가능한 에너지 절감시설과 기술을 위해 필요한 과제를 검토한다.

3. 연구 내용

연구내용은 크게 세 부분으로 구성되어 있다.

첫째, 농업부문 에너지 절감이 주요하게 된 이유를 유가상승으로 인한 경영비 상승과 농기계 사용, 시설재배의 증가에서 찾아본다.

둘째, 다섯 품목의 에너지 이용 실태를 농업생산(농기계), 가공, 수송 등 부문별로 분류하여 살펴보고 경영주 연령별 또는 재배면적 규모별로 에너지 이용의 특징을 비교한다.

셋째, 농진청의 에너지 절감 시설과 방법을 실례로 시설원에 농가의 에너지 절감 실태를 조사하여 에너지 절감시설 이용의 문제점, 채산성, 기술 등을 파악하고 에너지 절감시설 이용 및 기술의 과제를 도출한다.

4. 연구 범위 및 방법

4.1. 연구 범위

연구범위는 농가가 다섯 개 품목(오이, 토마토, 쌀, 사과, 배) 농업 생산에서 실제 사용하는 에너지를 대상으로 한다. 농업 부문에서 에너지 사용이 가장 많은 시설원예만 대상으로 하면, 지역 및 작형에 따라 에너지 사용의 절대량을 비교·분석하기 어렵다. 그러므로 쌀, 과수(사과, 배)의 에너지 이용 실태를 포함하여 비교·분석하였다.

4.2. 연구 방법

농업 생산에 사용하는 에너지에 관해서는 농촌진흥청의 에너지 절감 관련 문헌과 각종 회의자료를 참고하여 조사표 작성에 이용하였다.

농가의 에너지 이용 실태는 한국농촌경제연구원 농업관측센터의 표본농가를 대상으로 2010년 5~7월에 전화조사를 실시하였다.

시설원예 품목은 축성작형을 중심으로 예비조사를 하였고 주산지 시·군 농업기술센터의 협조로 에너지 절감시설 설치 농가의 경제성을 조사하였다.

1. 에너지 효율성 제고의 필요성

농업 부문 에너지는 농업경영비에 직접적인 영향을 미치는 요인이므로 에너지 효율성 제고에 대해서는 과거부터 꾸준히 제기되어온 문제이다. 최근 국제유가 상승은 비료·농약을 비롯하여 광열동력비, 농기계 사용료 등 각종 농자재의 비용 상승을 유발하여 농가경제에 영향을 주고 있는데 본고에서는 광열동력비에 직접 영향을 미치는 면세유와 가온 시설, 재배면적을 중심으로 살펴본다.

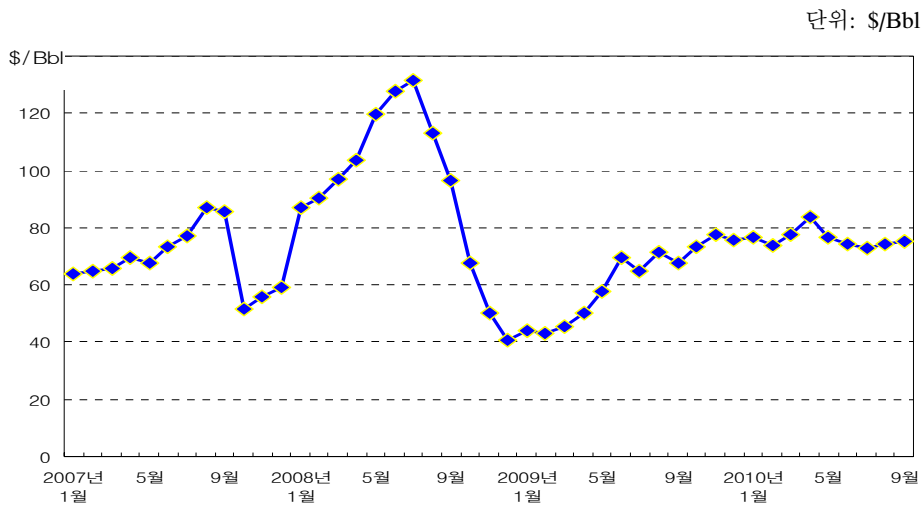
1.1. 농업용 면세유 가격 상승

최근 유가상승은 과거 1970~80년대의 유가변동과는 다른 특성이 있다. 과거의 고유가는 대부분 산유국의 정치적 불안, 군사적 충돌, 에너지 공급 시설의 사고로 인한 공급교란과 그로 인한 일시적·단기적인 가격 상승이었다. 이와 같은 원인에 의한 유가 상승은 소비감소를 유발하고 공급이 정상적으로 돌아오면 가격이 곧바로 하락하였다. 그러나 최근 유가 동향은 기본적으로 중국, 인도를 비롯한 신흥 경제개발 국가들의 높은 경제성장으로 인한 수요의 급증과 금융기관들의 원유에 대한 투기에 기인한 것이어서 유가불안이 장기간 지속되고 있다.

6 에너지 효율성 제고의 필요성과 수단

국제유가는 2007년부터 배럴당 50달러 선에서 가파르게 상승하여 2008년 상반기에 배럴당 140달러를 넘어서는 폭등세를 보였으나 2008년 후반 금융위기로 원유 수요가 급감함에 따라 2009년 초에는 배럴당 40달러까지 급락했다. 2009년 하반기 이후 최근까지 배럴당 75달러 전후 수준에서 등락을 반복하며 비교적 안정적인 추세를 보이고 있다. 그러나 글로벌 경기 회복 시 배럴당 100달러의 고유가 상황은 언제든지 올 수 있는 상황이다.

그림 2-1. 국제유가(두바이유) 월별 추이



자료: 에너지경제연구원(<http://www.keei.re.kr>)

표 2-1. 국제유가 추이

단위: \$/Bbl

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
서부 텍사스산 원유(WTI)	41.5	56.6	65.53	72.3	99.6	91.7	77.5
브렌트유(Brent)	38.3	54.5	64.6	72.7	97.2	61.6	77.2
두바이유(Dubai)	33.7	49.5	59.0	68.4	93.7	61.7	76.0

주: 2010년은 1-9월 평균임.

자료: 에너지경제연구원(<http://www.keei.re.kr>)

국내 농업용 면세유 가격은 국제유가 상승에 따라 상승하는데 과세유 가격보다 상승률이 높았다. 유가가 가장 높았던 2008년 면세유는 2006년보다 1.6배 높은 수준이었다. 2009년 평균 면세유 가격은 2008년보다 경유는 26%, 중유는 11% 하락하였으나 2009년 하반기부터 상승하고 있는 추세이다.

면세유 가격 상승으로 농가 경영비 중 광열동력비의 비중이 증가하고 있다. <표 2-3>과 같이 2008년 경영비 중 광열동력비 비중은 시설고추 41%, 오이 39%, 토마토 36%로 나타났다.

표 2-2. 연도별 면세유 가격 추이

단위: 원/ℓ

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	08/06(%)
경유	과세	938	1,097	1,236	1,287	1,616	1,353	130.7
	면세	487	576	651	660	1,025	755	157.5
중유	과세	379	434	505	526	806	719	159.6
	면세	333	380	442	461	715	633	161.8

자료: 농협중앙회.

표 2-3. 주요 시설채소 경영비 중 광열동력비 비중

단위: %

	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2008
시설고추	36.9	30.5	30.1	36.3	38.1	35.7	40.7
시설오이	31.3	26.0	31.0	38.8	36.8	35.2	38.6
시설토마토	26.9	26.3	25.3	36.5	35.0	29.3	35.6
시설호박	20.2	13.1	19.6	22.7	25.0	20.8	22.6
시설딸기	4.1	4.5	5.7	6.2	8.1	6.1	6.3

주: 시설오이, 시설토마토, 시설딸기는 축성재배 기준임. 축성재배란 작물의 수확시기를 앞당겨 재배하는 방법으로 일반적으로 온실에서 가온하여 재배함.

자료: 농촌진흥청, 『농축산물소득자료집』, 각 연도.

1.2. 시설재배면적 증가

국민소득이 증가하며 소비자는 연중 채소류 소비를 원하게 되었다. 그에 따라 채소류에 연중 생산이 가능한 시설채소의 재배면적도 증가하였다.

우리나라 채소류 재배면적은 1990년대 정부의 시설지원 사업으로 시설 재배면적이 크게 증가한 반면, 노지 재배면적은 급속히 감소하였다. 또한 시설재배면적도 2000년 이후에는 에너지 비용상승 등 경영여건의 어려움으로 정체 상태를 유지하다가 2005년 이후 감소하고 있다. 그러나 채소류 재배면적이 감소하더라도 노지 재배면적 감소율이 훨씬 크므로 시설재배면적의 비중은 꾸준히 증가하여 2009년 채소류 재배면적 중 시설재배면적은 28%에 이른다.

시설재배면적 중 겨울철 가온이 가능한 시설온실의 재배면적은 1990년대 중반까지 급격히 증가하다가 2000년 이후 증가율이 둔화되고 있다. 2009년에 가온이 가능한 시설온실 재배면적은 채소류 재배면적의 19%, 시설재배면적의 68%이며 1980년보다 7배 증가한 수준이다(표 2-4).

표 2-4. 채소류 재배면적

단위: ha

재배면적	1980	1990	2000	2009
채소류(a)	377,142	316,604	386,391	262,994
시설재배(b)	17,890	39,994	90,627	74,140
시설온실(c)	7,141	23,698	48,853	50,024
b/a(%)	4.7	12.6	23.5	28.2
c/b(%)	39.9	59.3	53.9	67.5
c/a(%)	1.9	7.5	12.6	19.0

자료: 농림수산물부, 「2009 시설채소 온실현황 및 채소류 생산실적」, 2010.5.

시설재배면적이 증가한 원인은 크게 다음과 같은 두 가지 요인으로 파악하고 있다.

첫째, 1990년대 WTO 대책으로 정부의 시설지원 사업 등 각종 지원사업으로 시설재배면적이 크게 증가하였고, 농가는 노지재배를 시설재배로 전

환하거나 기술력 향상으로 생산량이 증가하기도 하였다.

둘째, 웰빙문화 확산으로 토마토, 멜론 등의 소비량이 증가¹하였고 파프리카²가 새로운 수출작목으로 등장하며 소득률이 높은 작물의 시설재배 면적이 증가하고 상대적으로 고온성 작물(오이, 고추)의 시설재배 비중도 늘었다.

한편, 시설재배면적의 증가에 따라 가온 재배면적 또한 증가하였다. 특히 채소류 시장 가격이 높은 12월~익년 3월에 출하하기 위해 수확시기를 앞당기는 경향이 나타나면서 과채류에서 가온(加溫) 또는 보온(保溫)하여 재배하는 축성이나 반축성 작형으로 전환이 증가하였다. 그와 함께 농업용 면세유와 자동 온도관리 시설의 보급으로 대부분 유류를 사용하는 농업용 난방기는 2000년 127,557대에서 2008년 180,317대로 크게 증가하였다.

표 2-5. 품목별 재배면적과 시설면적 비중

단위: ha, %

	오이		꽃고추	토마토		멜론	
	재배 면적	시설 비중	시설재배 면적	재배 면적	시설 비중	재배 면적	시설 비중
1990	6,951	56.5	2,096	2,485	80.2	139	100.0
1995	8,548	69.6	4,729	3,927	84.9	522	100.0
2000	7,269	80.4	5,659	4,916	96.5	659	100.0
2005	5,853	76.8	5,213	6,749	96.2	1,235	98.9
2009	4,932	81.1	5,704	6,144	97.8	1,651	99.4

주: 꽃고추 재배면적은 시설 재배면적만 발표됨.

자료: 농림수산식품부, 「2009 시설채소 온실현황 및 채소류 생산실적」, 2010.5.

1 토마토의 1인당 소비량은 1998년 3.5kg에서 2000년 5kg, 2008년 7.4kg까지 증가함.

2 파프리카 재배면적은 2000년 약 110ha에서 2009년 410ha로 크게 증가함.

10 에너지 효율성 제고의 필요성과 수단

표 2-6. 농업용 온풍난방기 보유대수

단위: 대

	1995	2000	2005	2006	2008
보유대수	42,153	127,557	186,246	178,430	180,317

자료: 농림수산식품부, 「농림수산 주요통계」, 2010.

2. 에너지 효율성 제고 수단

국제 원유가격이 상승함에 따라 농촌진흥청을 비롯하여 농림수산식품부는 각종 에너지 절감시설의 보급 사업을 활발히 추진하고 있다. 특히 농업 부문 에너지 사용이 가장 많은 시설원에 난방비 부담을 경감하기 위해 2009년부터 에너지 이용 효율화 대책을 수립하여 에너지 절감시설 설치를 지원하고 있다.

표 2-7. 에너지 절감 기술과 시설 설치 비용

	시설 또는 방법	비용
보온력 향상	수평예인 다겹 보온커튼시설	1천5백만 원/10a
	중앙권취식 보온터널 자동개폐장치	2백만 원/10a
	순환식 수막재배시스템	1천2백만 원/대/20a
에너지 이용 효율 향상	온풍난방기 배기열 회수장치	250만 원/대/10a
	열회수형 환기장치	5백만 원/대/50평
	온풍난방기 열교환기 개량(고효율 난방기)	
	온풍난방기 버너 및 열교환기 분진 제거	
	온풍난방기용 이중 덕트	
	제습기	5백만 원/대/10a
유류 대체 에너지 이용	일사량 감응 자동 변온관리장치	1천2백만 원/대
	고체연료 난방기	2천만 원/대
	전조겸용 전기방열기	
	수평열 지열히트펌프	5천5백만 원/10a

자료: 농촌진흥청.

현재 보급된 에너지 절감시설은 다겹보온커튼 1,479ha, 온풍기 배기열회수장치 387ha, 지열보급 91ha 등 1,957ha(가온 시설 재배면적의 16.4%)에 설치되었다. 이러한 에너지 절감시설을 이용하여 설치할 경우, 경유 사용 난방비의 30~50% 절감 가능하다.

표 2-8. 시설원에 에너지 효율성을 높이는 방법

종류		시설 또는 방법
열효율 높은 시설	가온시설 장비	<ul style="list-style-type: none"> - 무한궤도 연소식 석탄온풍난방기 - 수막재배시설 - 열매체 전기온풍난방기 - 냉난방겸용 지열히트펌프 시스템
	보온시설 시스템	<ul style="list-style-type: none"> - 수평예인 다겹보온커튼 - 일사감응 변온 및 경보시스템 - 중앙권취식 보온터널 자동개폐장치 - 온풍난방기 배기열 회수장치 및 지중난방시스템 - 시설원예용 자동제습장치 - 지중난방시설 - 전기발열체나 온수파이프를 이용한 축열 물주머니 활용
	난방효율 증진	<ul style="list-style-type: none"> - 온풍난방기 청소에 의한 난방비 절감 - 온풍난방기용 이중 닥트
효율이 좋은 난방연료 선택		<ul style="list-style-type: none"> - 지역, 작목, 작형, 재배규모에 따라 유효발열량당 가격, 난방기 설치비용, 난방기 사용 편리성, 연간 연료 사용량을 고려함
지역특성에 알맞은 에너지 절감을 위한 관리		<ul style="list-style-type: none"> - 시설 설치 방향 : 단동은 동서, 연동은 남북으로 함 - 외부피복자재는 햇빛 투과율 높은 필름 사용 - 방적성 우수한 피복자재 사용 - 지역에 알맞은 작목 선정 - 작물별 적온 및 변온 관리하여 난방비를 줄임 - 지역실정을 고려하여 재배 작형을 조절함 - 시설 틈새에서 빠져나가는 환기 진열을 최소화함 - 가온 필요 난방공간 최소화, 북쪽 내벽에 반사필름 설치

12 에너지 효율성 제고의 필요성과 수단

정부는 앞으로 단계적 사업 확대를 통해 시설원에 분야에 에너지 절감을 유도할 방침을 설정하였다. 그중 2020년까지 시설원에 분야의 에너지 사용에 50% 감축하는 것을 목표로 시설현대화 사업, 신재생에너지 보급확대, 에너지 절감시설 설치 지원 등의 사업을 추진 중이다.

특히, 시설원에 부문의 에너지 효율성을 높이기 위해 <표 2-8>과 같이 크게 세 부문으로 구분하여 보급하고 있다.

첫째, 열효율이 높은 시설로 가온시설 장비를 갖추거나 보온시설을 보완하고 난방 효율을 높이는 시설과 방법을 적극 도입하는 방안이다. 이를 위해서는 시설을 신규 설치하거나 교체가 필요한 경우가 있다. 그런데 시설이 위치한 지형이나 시설 이용의 형태, 해당 작목의 특성 등에 따라 적용 가능한 시설은 다를 수 있으므로 에너지 절감시설에 대한 이용 사례나 시설공급업체의 시공능력 등 다양한 정보가 동시에 제공되어야 한다.

둘째, 효율이 좋은 난방연료를 선택하는 방법이다. 그런데 효율이 좋은 연료는 지역, 작목, 작형, 재배규모 등에 따라 차이가 있으므로 농가 경영 형태에 맞춰 사용 연료를 선택해야 한다.

셋째, 지역 특성에 알맞은 에너지 절감을 위한 관리 방법이다. 시설재배는 작목에 따라 최저 생육온도가 다르므로 지역 기후에 적합한 작목을 선택하는 것이 에너지 사용량을 줄이는 방법이다. 그러나 공급이 다소 부족한 겨울철에 시장가격이 높은 특성 때문에 고온작물인 과채류의 축성이나 반축성작형의 정식 시기가 앞당겨지는 등 겨울철 재배를 시도하는 농가는 지속적으로 증가하는 추세이다. 따라서 지역에 알맞은 작목 선택도 중요하지만 겨울철 재배 작목은 가온에 따른 경영비 부담이 적고 가격 안정성이 큰 작목 선택이 중요하다.

농가의 에너지 이용 실태

일반적으로 농업부문 에너지 이용에 대해 논의할 때, 난방용 에너지 이용이 많은 시설원에 작목을 주요 대상으로 하지만 농업 부문 에너지 이용 정도를 비교하기 위해서 경종과 과수의 에너지 사용 실태도 조사하였다.

본 과제 1차연도에는 쌀, 오이, 토마토, 사과, 배 등 다섯 품목 농가의 농업용 에너지 사용에 대해 한국농촌경제연구원 농업관측센터 표본농가를 대상으로 전화 조사하였다. 조사 기간은 2010년 5월(쌀), 7월(과채, 과일)이고, 조사 농가수와 조사 내용은 <표 3-1>과 같다.

조사 내용 중 에너지원별 이용량과 사용용도별 비중은 설문조사에 의한 농가의 추정치이다. 따라서 농가가 직접 기장한 서류에 근거하지 않았기 때문에 정확성에는 한계가 있음을 미리 밝힌다.

표 3-1. 조사 농가 수 및 조사 내용

품목	농가 수	조사 내용
벼	114	재배면적 농업용 용도별 에너지원과 이용량 에너지원별 이용의 문제점 신재생에너지 및 에너지 정책 의견
오이	93	
토마토	87	
사과	51	
배	59	
계	404	

1. 벼 농가의 에너지 이용 실태

1.1. 농가 개요

전국 벼 재배 98농가를 전화 조사한 결과, 경영주의 연령은 30대 이하를 제외하고 각 연령대가 고르게 분포하며, 재배면적은 3ha 이하가 49%, 5ha 이상이 37%를 차지하고 있다(표 3-2).

벼 재배는 기계화율이 높고 농작업을 위탁하거나 위탁받아 이루어지는 경우가 많기 때문에 이에 대해 경영주 연령별과 재배면적별로 나누어 살펴 보았다. 해당 연령 및 재배면적별로 농작업 위탁여부를 살펴본 것이 <표 3-3>이다. 50대가 농작업을 위탁받아 경영하는 비율이 57%인 반면, 60~70대는 위탁을 주는 비율이 각각 44%, 56%로 높다.

경영주 연령별 벼 재배규모는 50대가 3만 2천 평으로 가장 큰 규모로 경영하는 것으로 보아 벼 전업농이 많은 것으로 추측되며, 30~40대는 위탁받는 면적이 약 10만평 정도로 큰 것으로 조사되었다(표 3-5). 30~40대는 벼 재배뿐만 아니라 밭 농사나 시설재배도 50대의 2배를 경영하고 있다.

한편, 벼 재배면적 규모별로 살펴보면, 규모가 5ha 이상인 경우는 농작업 등을 위탁받은 면적이 크지만, 3~5ha인 경우는 벼 재배 농작업은 위탁하는 대신 밭 작물과 시설재배에 대한 집중도가 높다(표 3-5). 이 결과는,

표 3-2. 벼 농가의 경영주 연령 및 재배면적 규모별 응답 수

단위: 명, %

연령	응답 수	비율	재배면적	응답 수	비율
30대 이하	4	4.1	1ha 이하	19	19.4
40대	28	28.6	1~3 ha	29	29.6
50대	23	23.5	3~5 ha	14	14.3
60대	25	25.5	5~10ha	19	19.4
70대 이상	18	18.4	10ha 이상	17	17.3
계	98	100.0	계	98	100.0

쌀 가격이 정체 또는 하락하여 벼 재배의 수익성이 감소하는 사실과 관련이 있다. 벼 재배가 농가 경제에 큰 역할을 하지 못하므로 재배면적 규모에 관계없이 농작업의 수위탁이 빈번히 발생하고 있다.

표 3-3. 벼 농가의 농작업 위탁(+, -) 여부

단위: 명, %

연령	위탁(+)		위탁(-)		재배면적	위탁(+)		위탁(-)	
	수	비율	수	비율		수	비율	수	비율
30대 이하	1	25.0	0	0.0	1ha 이하	7	28.0	6	24.0
40대	10	35.7	6	21.4	1~3 ha	16	57.1	2	7.1
50대	13	56.5	3	13.0	3~5 ha	2	16.7	6	50.0
60대	3	12.0	11	44.0	5~10ha	2	11.1	8	44.4
70대 이상	0	0.0	10	55.6	10ha이상	0	0.0	8	53.3
계	27	27.6	30	30.6	계	27	27.6	30	30.6

표 3-4. 벼 농가의 경영주 연령별 평균 경영면적

단위: 평

	논			밭	시설재배
	평균 재배면적	위탁받은 (+)면적	위탁한(-) 면적		
30대 이하	16,000	100,000		12,000	
40대	24,833	97,540	10,571	3,231	1,225
50대	32,252	41,643	38,333	1,659	654
60대	14,616	36,001	17,050	2,580	750
70대 이상	5,234	-	3,588	1,123	100
평균	19,720	62,152	12,820	2,474	771

표 3-5. 벼 농가의 재배면적 규모별 평균 경영면적

단위: 평

	논			밭	시설재배
	평균 재배면적	위탁받은 (+)면적	위탁한(-) 면적		
1ha 이하	1,828	2,200	1,750	1,477	450
1~3 ha	6,316	30,750	6,085	3,011	813
3~5 ha	12,467	4,667	8,500	4,435	1,925
5~10ha	23,461	39,667	14,000	1,638	232
10ha 이상	74,706	148,125	77,500	2,833	500
평균	19,720	62,152	12,820	2,474	771

1.2. 에너지 연간 사용량

벼 재배의 농작업 기계화율은 1991년 67%에서 2009년 91%로 증가하였고, 10a당 노동투하시간은 1991년 54시간에서 2007년 19시간으로 65% 감소하였다³. 이에 따라 벼 재배의 농업기계용 유류 사용도 크게 증가하였다.

본 조사는 모두 벼를 재배하는 농가이지만 벼 이 외에도 축산 14명(14%)을 비롯하여 채소류, 과일류 등 여러 작목을 동시에 재배하고 있다. 그 때문에 에너지 사용량 조사 결과는 모두 벼 재배만의 사용량이 아니라 벼를 주로 재배하는 농가의 전체 에너지 사용량이라는 한계가 있다.

벼 재배 농가는 연간 경유 6천 리터, 등·중유·병커C유 등 4천 리터, 휘발유 4백 리터와 전기 4천만 원을 사용하는 것으로 조사되었다(표 3-6).

재배면적 규모별 농가의 농업용 에너지 사용량은 재배면적 증가에 따라 급증하여 10ha 이상인 농가는 경유의 면세유 외에 구입량도 경유 사용량의 36%에 이르고 기타 석유류를 1만 리터 이상 사용한다. 재배면적 1~

3 농림수산식품부. 2010. 농림수산식품 주요통계.

3ha의 경유 면세유 이용률이 47%로 낮고 재배면적 3~5ha의 면세유 사용량이 많은 것은 주요 소득원이 축산 및 시설재배인 농가가 포함되었기 때문이다. 그러나 재배규모가 클수록 단위면적당 사용량은 감소하여 규모의 경제가 실현되는 것을 알 수 있다.

전기 사용량은 재배면적 규모 증가에 따라 단위면적당 사용량도 증가한다. 이는 재배규모가 클수록 건조, 정미를 농가에서 직접 수행하는 비중이 높기 때문이다.

표 3-6. 벼 농가의 연평균 석유 및 전기(단위면적당) 사용량

단위: 리터, 리터/3.3m², kwh

	경유			등,중유 병커C유 단위 사용량	단위 사용량	휘발유		전기	단위 사용량
	면세	구입	단위 사용량			단위 사용량	단위 사용량		
응답수	87	38		41		78		28	
평균	3,902	2,471		4,138		441		116만원	
1ha이하	1,858	268	1.39	1,650	0.29	193	0.22	6,259	0.61
1~3 ha	1,066	1,218	0.25	563	0.08	306	0.05	7,529	1.25
3~5 ha	5,696	2,299	0.72	938	0.07	662	0.09	16,635	1.14
5~10ha	2,856	1,456	0.12	1,530	0.06	288	0.01	62,901	2.06
10ha이상	9,934	5,667	0.16	10,228	0.04	887	0.01	168,568	0.75

주: 단위사용량은 연간 단위면적(1평=3.3m²)당 사용량(리터)을 말함.

13. 에너지원별 사용 용도

에너지 사용 용도는 모두 벼 재배의 용도가 아니라 벼를 주로 재배하는 농가의 사용 용도라는 한계가 있다.

벼 재배에서 경유와 휘발유는 농작업용 농기계에 90% 이상 사용하지만 등유, 중유 등 기타 석유류는 농기계에 16%, 건조·정미작업에 84%를 사용하고 있다(표 3-7). 한편 전기는 벼 재배 농가 중 일부 시설재배를 겸하는

18 농가의 에너지 이용 실태

농가의 관주용 농기계가 포함되어 8.2%를 사용하고, 기타에는 축사용 사용 등이 포함되어 38%로 높게 조사되었다.

벼 농가의 에너지 사용은 농작업용 농기계와 건조 및 정미 등 가공에 집중되어 있다. 벼 재배에서 주요 농작업의 농기계율은 경운·정지, 이앙, 수확이 99.6%, 방제 98.4%이지만 건조의 농기계 이용률은 55.3%에 머물고 있는 사실을 감안할 때, 건조작업도 농기계 의존율이 증가할 것으로 예상된다. 다만, 농가 고령화와 노동력 부족이 심화되는 현실에서 농가단위 건조작업보다 농협 등 생산자단체의 공동 시설을 이용하도록 장려가 필요하다.

표 3-7. 벼 농가의 에너지 사용 용도

단위: %

	농기계	건조·정미	보관	수송	기타	계
경유(면세)	93.7	4.2	0.0	1.3	0.8	100
경유(구입)	93.9	2.8	0.0	3.0	0.3	100
등유, 중유 병커C유 등	16.0	84.0	0.0	0.3	0.0	100
휘발유	99.1	0	0.0	0.3	0.7	100
전기(일반)	8.2	36.5	18.0	0.0	37.7	100

2. 과채 농가의 에너지 이용 실태

2.1. 농가 개요

과채류는 연중 소비되는 토마토와 오이를 비교하였다. 전국 토마토 87농가, 오이 93농가를 조사한 결과, 재배면적별로 토마토가 1천 5백 평~2천 평 31%, 오이가 5백 평~1천 평 36%로 가장 많다(표 3-8). 토마토 농가의 재배면적이 오이 농가보다 크다는 사실을 감안하고 향후 논의를 전개한다.

과채 농가는 연중 2~3기작 재배까지 가능하다. 본 조사에서 해당 작목의 정식 시기를 기준으로 작형을 나누었지만 가온시설은 연중 생산이 가능하므로 해당 작목의 작형이 억제라 하더라도 타 작목의 겨울철 재배가 있을 수 있다. 그러므로 해당 작목 외에도 2~3기작의 정식 시기를 조사하여 타 작목이라도 과채류의 겨울철 재배(정식시기 9월~익년 1월)가 포함되어 있다면 축성작형으로 분류하였다.

표 3-8. 과채 농가의 재배면적 규모별 응답 수

단위: 명, %

	토마토		오이	
	응답 수	비율	응답 수	비율
500평 이하	5	5.7	8	8.6
500~1,000평	22	25.3	33	35.5
1,000~1,500평	19	21.8	25	26.9
1,500~2,500평	27	31.0	12	12.9
2,500평 이상	14	16.1	15	16.1
계	87	100	93	100

표 3-9. 과채 농가의 작기별 재배품목

단위: 명, %

	토마토			오이		
	1기작	2기작	3기작	1기작	2기작	3기작
오이	0.0	10.2	12.5	91.4	68.9	0.0
토마토	95.4	67.8	25.0	1.1	16.4	16.7
과채 기타	4.6	16.9	50.0	5.4	9.8	66.7
기타	0.0	5.1	12.5	2.2	4.9	16.7
응답 수	87	59	8	93	61	6
비율(%)	100.0	67.8	9.2	100.0	65.6	6.5

반면 해당 작목이 여름철 재배가 주요 시기인 억제작형은 윤작 작목에 반축형작형이 있더라도 억제작형으로 표시하였다. 억제작형에서 에너지 사용이 많은 것은 2~3기작에 가온작목이 윤작되는 것으로 이해해야 한다.

조사농가의 토마토와 오이의 2기작 비율은 66~68%, 3기작은 7~9%로 연중 생산하는 비율이 높다(표 3-9).

한편 조사대상 농가의 작형은 겨울철 재배인 축성작형이 토마토 64%, 오이 60%로 축성작형의 비중이 높다(표 3-10, 표 3-11). 한국농촌경제연구원 농업관측센터는 매월 출하량을 발표하므로 겨울철 재배 또는 출하하는 농가가 다수 포함되어 있기 때문이다. 토마토 농가의 시설재배 규모는 축성작형이 평균 900평이며 반축성과 억제 작형은 축성작형의 경영규모보다 2~3배 큰 반면, 오이 농가의 시설재배 규모는 축성과 반축성 작형의 규모는 비슷하고 억제작형의 규모가 상대적으로 큰 것으로 조사되었다.

표 3-10. 토마토 농가의 작형별 응답 수와 경영규모

단위: 명, %, 평

	응답수		경영규모		
	빈도	비율	논	밭	시설재배
축성	56	64.4	4,388	3,537	936
반축성	19	21.8	2,765	2,531	2,025
억제	12	13.8	5,417	5,890	2,971
계(또는 평균)	87	100.0	4,103	3,669	1,472

표 3-11. 오이 농가의 작형별 응답 수와 경영규모

단위: 명, %, 평

	응답수		경영규모		
	빈도	비율	논	밭	시설재배
축성	56	60.2	4,010	1,662	1,512
반축성	29	31.2	6,081	3,622	1,360
억제	8	8.6	6,750	3,643	1,900
계(또는 평균)	93	100.0	5,614	2,976	1,591

2.2. 에너지 연간 사용량

본 조사는 농가의 재배작목 전체를 대상으로 에너지 사용량을 조사하였고 해당 작목이 주요 소득원인 경우만을 분석 대상으로 하였다. 그러므로 조사 결과는 해당 작목의 에너지 사용만을 의미하는 것이 아니라는 한계가 있다.

과채류의 에너지 사용량은 겨울철 재배 여부와 재배면적에 비례하여 증가한다. 석유류 연간 사용량은, 토마토는 경유 3만 1천 리터, 등유 및 중유 등을 2만 6천 리터를 사용하고, 오이는 경유 2만 2천 리터, 등유 및 중유 1만 2천 리터를 사용한다(표 3-12, 표 3-13). 이를 금액으로 환산하면, 토마토는 평균 경유 2천 5백만 원, 등유 등 1천 4백만 원, 오이는 평균 경유 1

표 3-12. 토마토 농가의 작형별 석유류 사용량

단위: 리터(ℓ)

	경유		등·중유, 병커C유		휘발유	
	연간사용량	단위사용량	연간사용량	단위사용량	연간사용량	단위사용량
축성	37,667	19.6	17,949	17.4	227	0.15
반축성	17,800	12.9	13,541	12.3	255	0.21
억제	22,109	8.8	12,500	2.5	163	0.47
평균	31,446	16.7	26,073	10.8	222	0.19

주: 단위사용량은 연간 단위면적(1평=3.3㎡)당 사용량(리터)을 말함.

표 3-13. 오이 농가의 작형별 석유류 사용량

단위: 리터(ℓ)

	경유		등·중유, 병커C유		휘발유	
	연간사용량	단위사용량	연간사용량	단위사용량	연간사용량	단위사용량
축성	28,294	20.1	20,340	10.7	998	0.62
반축성	15,264	13.1	7,250	6.8	223	0.18
억제	4,296	3.7	250	0.6	153	0.05
평균	22,495	16.7	12,045	7.2	664	0.42

주: 단위사용량은 연간 단위면적(1평=3.3㎡)당 사용량(리터)을 말함.

22 농가의 에너지 이용 실태

천 9백만 원, 등유 등은 7백만 원 정도가 소요된다⁴.

토마토 농가의 연간 석유류 사용량은 작형별 큰 차이가 없지만⁵ 단위면적당 경유 사용량은 반축성작형은 축성작형의 65%, 억제작형은 축성작형의 44%를 사용하는 것으로 차이가 나타난다. 오이 농가의 연간 석유류 사용량은 축성작형의 경유 사용이 반축성작형의 2배, 억제작형의 6.4배를 사용하고 있다. 단위면적당 경유 사용량은 반축성작형은 축성작형의 65%, 억제작형은 축성작형의 18%를 사용하는 것으로 조사되었다.

표 3-14. 토마토 농가의 재배면적 규모별 에너지 사용량

단위: 리터(*ℓ*), %

	경유			등, 중유 병커C유		휘발유		전기	단위 사용량
	면세	구입	단위 사용량	등, 중유 병커C유	단위 사용량	휘발유	단위 사용량		
0.5천 평 이하	4,640	-	13.5	-	-	140	0.30	-	-
0.5~1천 평	15,165	5,333	18.3	32,262	36.0	268	0.34	58,121	80.5
1~1.5천 평	25,737	6,250	21.1	5,000	3.9	221	0.18	135,615	107.9
1.5~2.5천 평	24,902	18,525	13.4	15,898	7.9	225	0.11	26,364	16.5
2.5천 평 이상	67,643	24,244	15.5	37,500	7.3	163	0.05	216,730	54.3
평균	28,618	15,664	16.7	26,073	17.8	222	0.19	133,128	57.4

주: 단위사용량은 연간 단위면적(1평=3.3㎡)당 사용량(리터)을 말함.

- 4 단가는 리터당 경유 면세유 720원, 경유 과세유 1,260원, 등중유 면세유 555원을 적용함. 이 단가는 2009년 1월 농협중앙회가 조사한 전국 평균 가격이며 지역에 따라 차이가 있음.
- 5 농가단위 에너지 사용량을 조사하였고, 토마토는 반축성작형의 평균 재배면적이 축성작형보다 크기 때문에 에너지 사용량으로 작형을 구분하기 어렵다는 점이 본 조사의 한계이다.

토마토 농가의 에너지 사용량은 작형별 구별이 쉽지 않지만 재배면적별 사용량은 뚜렷이 구분되고 있다. 시설재배 면적이 클수록 에너지 사용량은 크게 증가하여 2천 5백 평 이상의 경우 사용량은 5백~1천 평 사용량의 2.9 배에 이른다(표 3-14). 단위면적당 사용량은 가온에 이용하는 난방방식의 차이에 따라 경유나 등·중유·병커C유, 전기의 사용량에 편차가 있다.

오이 농가의 에너지 사용량도 재배면적 증가에 따라 크게 증가하는데 2천 5백 평 이상의 경우 사용량은 5백~1천 평 사용량의 1.7배에 이르지만 단위면적당 경유 사용량은 재배면적 규모가 클수록 감소하여 규모의 경제 효과가 나타나는 것으로 조사되었다(표 3-15).

한편 전기 온풍기의 사용이 증가하며 전기 사용량도 크게 증가하였다. 토마토의 전기 사용량은 연평균 320만 원, 오이는 215만 원이 소요된다.

표 3-15. 오이 농가의 재배면적 규모별 에너지 사용

단위: 리터(ℓ), %

	경유			등,중유 병커C유	단위 사용량	휘발유	단위 사용량	전기	단위 사용량
	면적	구입	단위 사용량						
0.5천 평 이하	8,413	2,500	20.4	650	1.8	200	0.5	25,095	56.5
0.5~1천 평	13,066	3,044	17.5	12,000	12.0	325	0.5	66,455	79.1
1~1.5천 평	20,614	6,900	16.4	2,500	1.3	263	0.2	107,822	83.7
1.5~2.5천 평	35,671	10,000	17.5	13,600	6.9	1,157	0.7	96,008	47.4
2.5천 평 이상	39,650	6,850	12.4	3,000	1.5	1,420	0.5	102,239	26.7
평균	21,301	5,130	16.7	12,045	7.2	664	0.4	82,707	66.2

주: 단위사용량은 연간 단위면적(1평=3.3㎡)당 사용량(리터)을 말함.

2.3. 에너지원별 사용 용도

농가의 에너지 사용량을 사용 용도별로 나누어 조사하였다. 토마토 농가는 시설가온에 경유, 등·중유를 이용하는 비중이 96~99%에 이르고 전기를 이용하는 비중도 64%로 높다(표 3-16).

반면 휘발유는 전량 농기계에 사용하고 전기는 가온을 위한 시설내부 농기계 등에 28%를 이용하고 있다. 오이 농가도 시설 가온에 경유 이용 비중이 90% 이상이고 전기 이용도 71%에 이르는 등 시설 가온에 사용하는 에너지 비율이 절대적으로 높다(표 3-17).

표 3-16. 토마토 농가의 에너지 사용 용도

단위: %

	농기계	가온	선별, 저장	수송	기타	계	응답수
경유(면세)	3.5	96.0	0.0	0.5	0.0	100	83
경유(구입)	0.8	99.2	0.0	0.0	0.0	100	19
등유, 중유, 병커C유	1.1	98.7	0.0	0.0	0.2	100	9
휘발유	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	44
전기	27.5	64.3	2.2	0.0	6.0	100	25
나무(목재펠릿)	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100	1

표 3-17. 오이 농가의 에너지 사용 용도

단위: %

	농기계	가온	선별, 저장	수송	기타	계	응답수
경유(면세)	8.4	91.2	0.0	0.3	0.1	100	82
경유(구입)	7.2	92.8	0.0	0.0	0.0	100	21
등유, 중유, 병커C유	1.3	98.7	0.0	0.0	0.0	100	8
휘발유	93.6	6.4	0.0	0.0	0.0	100	43
전기	8.8	70.6	0.0	0.0	20.6	100	41
나무(목재펠릿)	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100	1

한편 등유, 중유, 병커C유 등의 이용 비율을 응답한 수는 약 10% 내외에 불과하지만 주로 가온에 사용하는 것으로 조사되었다. 농가는 면세율이 50%인 경유를 선호하지만 면세유 공급량이 부족하고 경영비 절감을 위하여 경유보다 저렴한 대체 석유류를 사용한다.

3. 과수 농가의 에너지 이용 실태

3.1. 농가 개요

과일(사과, 배) 110농가를 조사한 결과, 재배면적 규모별 응답수는 2천 평~6천 평이 60%이며 조사농가의 과수원 경영규모는 2천~4천 평 규모가 33%, 4~6천 평 규모가 27%로 6천평 이하가 66%를 차지하고 평균 재배규모는 약 6천 평이다(표 3-18).

표 3-18. 과일 농가의 재배면적별 응답 수와 평균 경영규모

단위: 명, %, 평

	조사 응답		경영규모		
	응답 수	비율	논	밭	과수원
2천 평 이하	7	6.4	1,780	1,157	1,471
2천~4천 평	36	32.7	2,843	2,258	3,219
4천~6천 평	30	27.3	2,515	2,860	5,050
6천~8천 평	13	11.8	2,667	7,200	7,354
8천 평 이상	24	21.8	3,857	4,650	11,209
계(또는 평균)	110	100.0	2,782	2,905	5,790

과일은 수확 후 3~8개월 이상 장기저장하며 분산출하가 가능하므로 저온창고의 유무는 에너지 사용의 중요한 요인이다. 또한 과원 관리에 각종 농기계 사용이 많으므로 그 내용도 조사하였다.

과일 조사 농가의 69%인 76호가 저온창고를 보유하고 있다(3-19). 저온창고의 보유 비율은 경영규모 증가에 비례하여 증가하지만 8천 평 이상 농가의 경우는 그 비율이 약간 감소하는데 규모가 큰 농가는 개인 저온창고보다 영농조합법인이나 작목반 등 생산자단체의 공동시설을 이용하는 것으로 조사되었다. 또한 농가가 보유한 저온창고의 규모는 평균 20평 규모이며 저장 가능량은 약 45톤이다.

표 3-19. 과일 농가의 재배면적별 저온창고의 면적 및 저장 가능량

단위: 평, %, 톤

	보유 비중	면적규모	저장가능량
2천 평 이하	42.9	11.7	17.5
2천~4천 평	63.9	15.5	41.4
4천~6천 평	66.7	19.3	30.5
6천~8천 평	92.3	25.3	63.1
8천 평 이상	75.0	25.8	56.4
평균	69.1	20.3	44.6

표 3-20. 과일 농가의 농기계 종류별 보유율

단위: 명, %

	트랙터	SS기	예초기	퇴비살포기	기타
응답수	70	98	106	41	21
비율	63.6	89.1	96.4	37.3	19.1

표 3-21. 과일 농가의 과원 관리 시설 보유 유무

단위: 명, %

	관수 시설	스프링 클러	미세살수 장치	해충유인 포집기	(저온피해 방지용) 방상팬	야생동물 방지철책
응답수	96	49	16	33	10	11
비율	87.3	44.5	14.5	30.0	9.1	10.0

과일 농가의 농기계 보유율은 예초기, SS기, 트랙터, 퇴비살포기의 순으로 보유 비율이 높다(표 3-20). 과원 관리에는 관수시설 87%, 스프링클러 45%, 해충유인포집기 30%의 순으로 구비한 것으로 조사되었다(표 3-21).

3.2. 에너지 연간 사용량과 에너지원별 사용 용도

과일 농가의 에너지 사용량은 그 절대량이 크지는 않으나 재배면적에 따라 차이는 있다. 경유는 평균 1천 5백 리터를 사용하고 전기는 평균 연간 116만 원을 지출한다(표 3-22). 규모가 클수록 단위면적당 전기 사용량은 감소하지만 경유 사용량이 증가하는 것은 일부 트랙터를 보유한 농가가 농작업을 수탁하여 대행하고 있기 때문인 것으로 조사되었다.

표 3-22. 과수 농가의 에너지 사용량

단위: 리터, kwh

	경유			등·중유 병커C유	단위 사용량	휘발유	단위 사용량	전기	단위 사용량
	면세	구입	단위 사용량						
응답 수	90	43		3		98		88	
평균	1,095	1,014		733		592		116만원	
2천 평 이하	230	120	0.23		-	159	0.12	18,821	7.9
2천~4천 평	613	439	0.22	733	0.2	464	0.14	34,264	10.5
4천~6천 평	750	541	0.21		-	588	0.11	44,838	8.9
6천~8천 평	3,067	277	0.41		-	800	0.11	60,203	8.2
8천 평 이상	1,226	2,027	0.23		-	785	0.07	51,787	4.8

주: 단위사용량은 연간 단위면적(1평=3.3㎡)당 사용량(리터)을 말함.

과일 농가의 석유류 사용은 거의 농기계에 이용된다. 경유 면세유는 93%, 휘발유의 96%가 농기계에 이용되며 수송에는 10% 내외가 이용된다(표 3-23). 등·중유는 농기계에 이용이 30%이고 기타에 70%인데, 이는 시설재배 농가의 시설 가온량이 포함된 것이다. 반면 전기는 과수원의 스프

링클러 등 관수시설이나 야생동물 철책 등 과원 관리에 22%, 선별 및 저장에 78%가 이용된다.

표 3-23. 과수 농가의 에너지 사용 용도

단위: %, 명

	농기계	가온	선별, 저장	수송	기타	계	응답 수
경유(면세)	92.5	0.0	0.0	6.4	1.2	100	92
경유(구입)	89.6	0.0	0.0	12.4	0.0	100	46
등유, 중유, 병커C유	30.0	0.0	0.0	0.0	70.0	100	3
휘발유	95.9	0.3	0.0	2.8	0.9	100	103
전기(일반)	2.1	14.1	77.6	0.0	6.2	100	83

4. 농가의 농업용 에너지원별 이용과 과제

4.1. 에너지 사용 용도 비교

앞의 작목별 농업용 에너지 사용 용도와 연간 사용량을 비교한 것이 <표 3-24>이다. 사용 에너지는 석유류와 전기에 의존 비중이 높는데 과채는 석유류 사용의 95%를 가온에 사용하며 전기에 의존하는 비중이 5% 내외로 작은 반면, 경종과 과수는 농기계는 석유류를 이용하고, 보관 및 건조 등은 전기를 이용하고 있다.

그림 3-1. 농가의 석유류 사용량

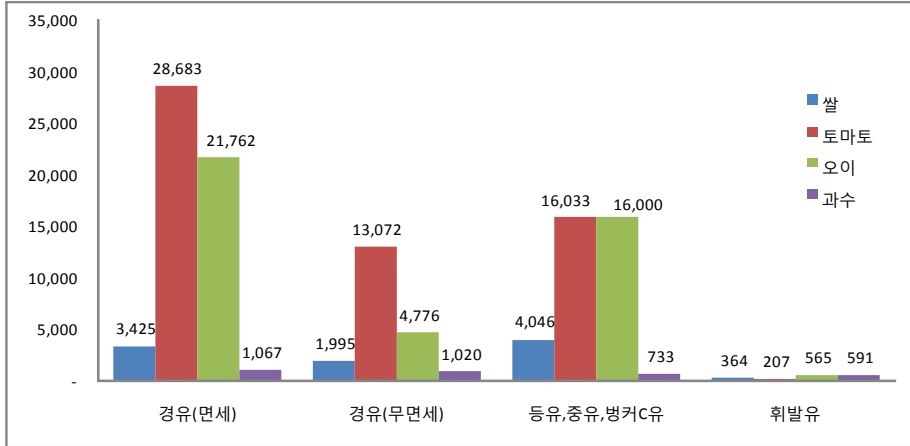


표 3-24. 농가의 농업용 에너지 사용 용도

	석유류	전기	기타 에너지와 용도
벼 농가	농기계 94% 차량 3%	건조·정미 및 보관 90%	
과채 농가	가온 95% 농기계·차량 1%	가온 75%	나무(목재펠릿) : 가온
과수 농가	농기계 90% 차량 3%	저장 78%, 과원 관리 22%	

<그림 3-1>은 앞 절에서 분류한 작목별 석유류의 연평균 사용량을 비교한 것이다. 과채인 토마토, 오이 농가의 유류 사용량이 벼 재배나 과수 재배 농가보다 월등히 많다. 토마토 농가의 경유 연간 사용량은 벼 재배 농가의 7배, 과수 농가의 28배에 이른다. 그러므로 농업 부문 에너지 절감을 논의할 때, 겨울철 재배 가운데 필요한 에너지의 95% 석유류에 의존하고 그 사용량도 타작목에 비해 크게 많은 과채류가 주요 대상이 되고 있다.

또한 과채 농가는 겨울철 가운데 면세유만으로 부족하여 추가 구입하는 경우도 많다. 토마토 농가는 과세된 경유를 추가 구입하는데 구입량도 면세량의 55%에 이른다. 이는 농가의 경영비가 높아지는 이유가 된다.

4.2. 농업용 에너지별 이용의 문제점

이 절은 현재 주로 사용하고 있는 농업용 에너지를 중심으로 해당 에너지원의 구체적인 이용 실태와 농가가 에너지를 이용하며 느끼는 불만 등 이용의 문제점을 조사한 내용이다.

4.2.1. 전기

전기선만 연결되면 자유롭게 이용할 수 있는 전기는 어느 에너지원보다 사용이 편리하고, 한편 농업용 전기요금은 20.6원/kWh(농사용-갑)~36.4원/kWh(농사용-병)으로 값싸기 때문에 농가가 가장 선호하는 에너지원이다.

농사용 전기는 일반전기 95원/kWh보다 크게 낮게 책정되어 있다. 그러므로 최근 유가상승으로 농업용 전기 사용이 크게 증가하자 한전은 농업용 전기에 대한 면세정책을 변경해야 한다고 주장하고 있다. 즉, 농업용 전기는 타산업에 비하여 저렴한 단가로 공급되고 농업용 전기(병)는 단위당 전기 생산비보다 낮게 책정되어 손실이 발생하므로 농업용 전기에 대한 우대 조치를 철폐해야 한다는 의견이다.

그러나 계절적으로 이용되는 농업용 전기는 지역농업 생산과 연계된 사회 인프라 차원에서 계약전력 차등은 필요하다. 그러므로 농업용 전기 이용에는 심야전기를 이용하기 위한 축열시설 지원 등 에너지 절감을 이룰 수 있는 이용 시스템 구축에 정책적 지원이 요구된다.

농가조사 결과, 벼 재배의 경우, 양수, 배수펌프 등에 사용되는 전기는 농사용(갑), 육묘는 농사용(병), 건조기는 농사용(병)을 적용받지만 계약전력이 1~3kWh 미만으로 비용부담이 크지 않지만, 민간 RPC의 건조·도정시설은 산업용 전기를 적용받아 불만이 있다.

시설원예는 유가상승과 값싼 심야전력의 공급으로 전기 이용이 크게 확대되고 있다. 특히 온수 보일러에 의한 공간난방이나 지중가온이 증가하는 추세에서 심야전기의 사용이 증가하지만 고압전력 사용에 따른 설비 투자비는 농가가 부담하여야 하므로 시설 농가의 이용도가 그다지 높지 않다.

그러므로 농가 조사 결과, 벼 재배 농가는 84%가 만족한다고 응답하지만, 가운데 에너지 사용량이 많은 과채 농가나 저온창고를 유지해야 하는 과수 농가의 경우는 전기에 대한 만족도가 42~49%에 불과하다(표 3-25). 과채 농가는 주거지역과 떨어진 시설하우스까지 전기를 연결하기 위해 전기승압을 해야 하고, 가운데 등에 전기를 이용하기 위해서는 새로운 전열기기를 구입해야 하므로 그에 따른 비용부담이 크기 때문이다.

과수 농가는 출하기 가격 하락을 방지하기 위해 개별 저온창고를 보유하는 비율이 증가하고 있다⁷. 저온창고는 모두 전기를 이용하므로 전기 요금 이 저렴하길 원하는 이유로 가격에 불만이 큰 것으로 나타났다.

표 3-25. 전기 이용의 문제점

단위: %

	벼 농가	과채 농가	과수 농가
가격이 비싸다	8.8	31.0	44.7
전기 시설 설치비가 많이 든다	6.1	18.0	2.4
해당 시설에는 에너지 효율이 낮다	0.0	3.0	2.4
공급이 불안정하다	0.9	6.0	1.2
기타(만족함, 이용불편 없음)	84.2	42.0	49.4
계	100.0	100	100

4.2.2. 경유

농기계 보급과 시설농업의 확대에 따라 유류 사용이 증가하자, 정부는 농업경영비용을 줄이는 지원정책의 일환으로 1986년부터 농업용 면세유류

6 한전 전력공급 규정에 따르면, 75kW 이상의 경우 전기안전 관리자를 두어야 하며, 100kW 이상일 경우 수전설비를 추가로 설치하여야 하고 그 비용을 이용자가 부담하여야 함.

7 과수 조사대상의 68%인 84농가가 저온창고를 보유하고 연평균 7.9개월 가동한다.

를 공급하였다. 농업용 유류에 대한 세금면제는 조세특례제한법에 근거하여 시행되고 있다.

경유는 농기계의 에너지원과 시설원예의 가온에 이용된다. 모든 농기계나 가온 시설이 석유류를 이용하도록 설계되어 있고 농가도 그에 익숙해지다 보니 석유류 외의 에너지원 사용은 아예 고려하지 않는 실정이다.

농가 조사 결과, 벼, 과채, 과수 모두 농가의 불만이 큰 것을 알 수 있다. 최근 면세유 부정 사용에 대한 언론의 지적으로 면세유 양이 크게 감소함에 따라 농가에서 사용하는 면세량이 부족하기 때문에 제기되는 문제이다.

한편, 과채의 경우는 유가상승으로 면세유 가격도 크게 상승하여 가온을 하는 농가의 경영비 상승으로 직결되고 있다. 그러나 겨울철에도 과채류를 요구하는 소비자의 소비패턴은 겨울철 재배 농산물이 지속적으로 고가격을 유지하도록 유인하고 있다. 이러한 겨울철 고가격에 대한 기대로 농가의 정식 시기는 점점 앞당겨지는 경향이 있고 그에 따라 가온 시기가 길어져 에너지 사용량이 증가한다. 그러므로 과채 농가는 유가 상승분에 대해 면세율을 높여줄 것과 유류의 면세량을 늘려줄 것을 요구하고 있다.

표 3-26. 경유 이용의 문제점

단위: %

내 용	벼 농가	과채 농가	과수 농가
가격이 비싸다(면세율이 낮다)	1.8	51.5	11.5
면세유 양이 적다	71.9	38.3	77.0
가격이 불안정하다	1.8	3.6	2.3
설비 교체 필요하여 비용이 많이 든다	0.9	3.6	1.1
기타(만족함, 이용에 불편 없음)	23.7	3.0	8.0
계	100.0	100	100.0

1990년대 이후 농기계화율이 크게 진척되어 농기계에 이용되는 경유 사용은 이미 정점에 근접하고 있으나 시설원예의 가온으로 사용되는 수요는 지속적으로 증가하고 있으므로 그에 대한 대책이 필요하다.

4.2.3. 기타

전기나 경유 이외 농업 에너지원으로 이용되는 것이 나무(화목)나 연탄, 가스 등이다.

그러나 노동력이 부족한 농촌에서 연료용 나무를 직접 구하는 것도 문제이고 구입하더라도 부피가 커서 대량 보관할 장소가 필요하며 지속적으로 연료를 투입해야 하므로 사용하기 불편한 연료이다.

연탄도 나무와 같은 특성이 있고 만일 연탄을 이용하려면 난방기구를 교체해야 하는 번거로움도 있다.

한편 LPG 가스는 가격이 비싸고, 도시가스는 가격이 저렴하지만 농촌 지역에 설비가 들어오지 않기 때문에 이용하지 못하는 실정이다.

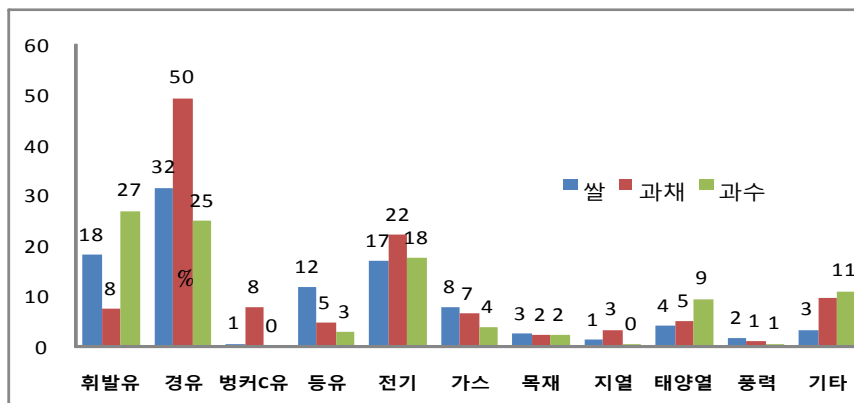
5. 농가의 에너지 인지도와 향후 이용 의향

5.1. 농가의 에너지 선호도

이용 가능한 모든 에너지원에 대해 농가의 선호도를 조사한 결과, 현재 이용되는 석유류와 전기에 대한 선호가 높은 반면, 지열, 태양열, 풍력 등 신재생에너지에 대한 선호는 낮았다(그림 3-2).

농가가 선호하는 에너지는 해당 작목의 시설에 이용되는 에너지 순으로 나타났다. 벼 재배 농가는 농기계용에 사용하는 경유, 휘발유의 순으로 선호가 높고, 과채 농가는 가운에 필요한 경유, 전기의 순으로 선호하며, 과수 농가는 저온창고용 전기와 과원 관리 농기계용 휘발유를 선호하는 것으로 조사되었다. 이 결과는, 현재 농업용으로 석유류와 전기에 대한 의존이 크다는 사실을 방증하는 한편, 새로운 에너지원을 이용하려면 설비를 모두 교체해야 하는 것이 부담되기 때문에 선호도가 높지 않은 것으로 나타났다.

그림 3-2. 농가의 선호 에너지원



주: 선호하는 순별로 1순위(3), 2순위(2), 3순위(1)로 배점하여 각 에너지별로 합산한 것임.

한편, 과수 농가의 태양열에 대한 선호가 다른 작목에 비해 크다는 점은 유의미하다. 농가도 유가상승에 대비하기 위해 노력하지만 신재생에너지의 상용화가 우선되어야 선호 및 이용이 가능할 것이다.

5.2. 신재생에너지 인지도와 향후 이용 의향

농가가 지열, 목재펠릿, 바이오가스, 태양열 등 신재생에너지에 대해 알고 있는 비율은 높은 편이다. 특히 태양열, 태양광이나 풍력에 대해서는 80% 이상이 알고 있고 지열은 겨울철 가온이 필요한 과채 농가가 관심이 높은 것으로 나타났다(표 3-27).

그러나 향후 이용할 의향이 있는 농가는 태양열을 제외하면 10~20%에 불과하다(표3-28). 지열에 관심이 높은 과채 농가도 이용할 의향이 있는 농가는 토마토 19%, 오이 14% 수준이다.

정부가 지열 시설 설치에 80%를 보조하고 있지만 기본 설비단가가 높기 때문이다. 신재생에너지 중 정부 보조사업으로 일부 상용화가 진전되고 있는 태양열, 태양광은 현재보다 설치비가 낮아진다면 이용이 증가할 것으로

예상된다. 신재생에너지에 관한 농가의 이용 실태와 주요 정책은 다음 장에서 상세히 제시하였다.

표 3-27. 농가의 신재생에너지 인지 여부

단위: %

	벼 농가	토마토 농가	오이 농가	과수 농가
지열히트펌프	45.0	72.6	67.6	47.2
목재펠릿	68.2	82.1	79.4	60.2
축산 바이오가스	71.8	71.6	77.5	61.0
태양열, 태양광	96.3	88.4	89.2	91.1
풍력	89.0	81.1	84.3	83.7

표 3-28. 농가의 신재생에너지 이용 의향

단위: %

	벼 농가	토마토 농가	오이 농가	과수 농가
지열히트펌프	13.2	18.9	13.7	2.4
목재펠릿	16.0	10.5	7.8	1.6
축산 바이오가스	16.7	4.2	2.0	0.0
태양열, 태양광	47.3	12.6	15.7	26.8
풍력	21.1	5.3	6.9	4.9

1. 시설원예의 에너지 절감시설 이용 개요

1.1. 시설재배 가온 에너지원

우리나라에서 시설재배의 겨울철 재배에는 가온이나 보온이 필요하다. 우리나라 시설재배 면적 중 가온하는 시설면적은 약 24%이지만 2005년 이후 시설재배면적은 연평균 0.7%, 가온시설은 연평균 4% 증가하는 추세이다(표 4-1).

표 4-1. 시설재배의 가온방법

단위: ha, %

		2005	2007	2009	2009년 비중		증감률 ('09/'05)
무가온		38,599	39,643	38,069	76.1		98.6
가 온	고체 연료	529	666	747	1.5	6.2	141.2
	유류	9,430	9,495	11,114	22.2	93.0	117.9
	가스	15	26	32	0.06	0.3	213.3
	계	9,975	10,210	11,955	23.9	100.0	119.8
합계		48,574	49,853	50,024	100.0		103.0

자료: 농림수산식품부, 「농림수산 주요통계」, 2010.

가온하는 시설은 에너지원으로 유류를 93% 사용하며, 고체 연료는 연탄, 폐목, 코르크의 순으로 약 6%를 사용하고 있다. 최근 고체 연료 사용이 증가하고 있으나 에너지원으로 사용하는 비중은 낮다.

가온시설에 가장 보편적으로 사용되는 경유는 온도 조절이 용이하다는 장점이 있으나 비용이 비싼 단점이 있고, 중유는 가격이 경유보다 저렴하지만 공급이 제한적이므로 지속적으로 이용하기 어렵고 별도의 가열장치가 필요하다. 반면 전기는 열손실이 없고 취급이 간단하지만 축열탱크가 필요하고 전기 승압을 위해 수전설비를 추가로 설치해야 하므로 투자비가 많이 소요된다. 태양열은 친환경 에너지이지만 설치비가 고가이고 지중난방의 보조열원이 필요하므로 농업용 이용은 아직 미미한 수준이다.

표 4-2. 사용 연료에 따른 난방방법의 특성

종류	장점	단점	비고
경유	<ul style="list-style-type: none"> 취급 간단 온도 조절 용이 	<ul style="list-style-type: none"> 비용 고가 	<ul style="list-style-type: none"> 3만~20만kcal/h 보편적 난방수단
중유	<ul style="list-style-type: none"> 발열량 큼 온도 조절 용이 경유보다 경제적 	<ul style="list-style-type: none"> 연료 가열장치 필요 저장탱크 용량 큼 배기가스 발생 	<ul style="list-style-type: none"> 10만~100만kcal/h 온수/온풍 난방 중유 공급이 제한적
연탄	<ul style="list-style-type: none"> 가격 저렴 	<ul style="list-style-type: none"> 온도 조절 불리 축열탱크 필요 연탄교체 노력 과다 	<ul style="list-style-type: none"> 장비가 쉽게 부식 유해가스 발생
전기	<ul style="list-style-type: none"> 열손실 없음 취급 간단 	<ul style="list-style-type: none"> 수전설비 필요 축열탱크 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 심야전기 또는 농사용 전기 이용
가스	<ul style="list-style-type: none"> 열효율이 높음 유해가스 없음 배기탄산가스 이용가능 취급 간단 	<ul style="list-style-type: none"> 연료/설비 고가 가스 취급교육 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 직화식 연소 시 탄산가스 장해발생 우려
태양열	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 에너지 	<ul style="list-style-type: none"> 지중난방 보조열원 필요 설비고가 설치공간이 큼 	<ul style="list-style-type: none"> 심야전기 또는 농사용 전기를 보조열원으로 사용

자료: 농촌진흥청.

시설재배에 이용되는 에너지원별로 100원당 발열량은 지열 냉난방시설이 7,088kcal로 가장 많고, 농사용전기(병) 2,363kcal, 목재펠릿 1,125kcal 순으로 효율적이다. 발열량 1천kcal당 가격을 비교하면, 지열 냉난방시설이 14원으로 가장 낮은 반면, 농사용 전기(병)가 42원, 목재펠릿은 89원, 실내등유는 116원으로 높다(표 4-3).

표 4-3. 에너지원별 가격 및 발열량 비교

	단위	가격 (원)	발열량(kcal)		단위당 가격 (원/1천kcal)
			단위당	100원당	
지열냉난방시설	kWh	36.4	2,580	7,088	14
농사용전기(병)	kWh	36.4	860	2,363	42
중유(B, C유)	리터	715	9,900	1,385	72
목재펠릿	kg	400	4,500	1,125	89
경유	리터	1,025	9,050	883	113
실내등유	리터	1,042	8,950	859	116
LPG	kg	1,436	12,000	836	119

주 1) 에너지원별 가격은 2008년 평균가격 기준임.

2) 농사용 전기 가격은 가장 높은 농사용 전기(병)를 적용했고 지열냉난방시설에 소요되는 전기도 농사용 전기(병)를 적용함. 목재펠릿은 400원/kg의 단가를 적용함.

자료: 농촌진흥청. 2009. 시설원예 에너지 절감 가이드북.

12. 시설재배의 보온재 이용 현황

겨울철 재배에 필요한 보온재는 연동하우스의 경우 부직포류의 일이층 커튼을 59%로 가장 많이 사용하고 단동하우스는 다중피복 46%와 내부터널 이용 32%의 순으로 이용하고 있다(표 4-4).

최근 유가상승으로 2005년에 비해 2009년은 알루미늄 스크린 약 6배를 비롯하여 두겹 이상 다겹보온재 이용이 크게 증가한 반면, 열효율이 낮은 연동하우스의 부직포류 일층커튼이나 노동력 소요가 많은 단동하우스의 내부터널은 감소하였다.

표 4-4. 시설재배의 보온재 이용 현황

단위: ha, %

			2005	2007	2009	2009년 비중		증감률 (’09/’05)
연 동 하 우 스	부직포	일층커튼	2,129	2,027	1,509	3.1	24.9	70.9
		이층커튼	1,387	1,587	1,809	3.7	29.8	130.4
		삼층 이상	77	167	229	0.5	3.8	297.4
		소계	3,593	3,781	3,547	7.3	58.5	98.7
	알루미늄 스크린	일층커튼	98	103	137	0.3	2.3	139.8
		이층커튼	233	391	191	0.4	3.1	82.0
		삼층 이상	14	38	86	0.2	1.4	614.3
		소계	345	532	414	0.9	6.8	120.0
	다겹보온		722	654	1,108	2.3	18.3	153.5
	기타		955	960	998	2.1	16.4	104.5
계		5,615	5,927	6,067	12.5	(100)	108.0	
단 동 하 우 스	다중피복		18,011	18,577	19,572	40.5	46.3	108.7
	내부터널		15,961	15,851	13,695	28.3	32.4	85.8
	외부보온		2,445	2,648	2,933	6.1	6.9	120.0
	기타		6,544	6,665	6,116	12.6	14.5	93.5
	계		42,961	43,741	42,316	87.5	(100)	98.5
합계			48,574	49,668	48,383	100		99.6

자료: 농림수산식품부, 『농림수산 주요통계』, 2010.

2. 과채 농가의 에너지 절감시설 이용 실태

이 절은 과채 농가의 시설 및 가온 방식, 에너지 절감 노력, 에너지 절감 시설 이용 등 현황과 향후 에너지 절감시설 도입 의향에 대해 조사한 결과이다. 조사 대상은 앞 장의 과채 농가(토마토 87호, 오이 93호)와 같다.

2.1. 시설 종류 및 난방 방식

전국 시설재배의 무가온 비율이 76%이지만 본 조사에 응답한 과채 농가 중 토마토 25%, 오이 34% 농가만이 난방 없이 무가온으로 재배하는 것으로 조사되었다(표 4-5). 시설에 가온하여 겨울철에도 휴경 없이 연중 작물을 재배하는 농가 비율이 전국 평균보다 높다⁸.

무가온은 겨울철 재배를 하지 않는 강원 일부 지역과 겨울철 재배를 하더라도 생육이 끝난 후 출하시기를 조절하거나 수막재배나 보온재만 활용하는 것으로 조사되었다.

가온 방법은 온수보다 온풍을 이용하는 비율이 월등히 높다. 사실 겨울철 야간 온도를 유지하는 방법으로 온풍보다 온수가 열효율에서 유리하지만, 온수를 이용하기 위해서는 고가의 시설 설치비가 소요된다. 그러므로 시설설치비가 상대적으로 저렴한 온풍기를 거의 이용한다.

보온재는 겨울철 재배를 하는 축성작형뿐만 아니라 2~3월 정식을 하는 반축성작형도 이용하므로 이용률이 높게 나타났다. 특히 수막재배는 과채류 재배에 자칫 곰팡이병 발생을 유발하는 원인이 되므로 농가에서 사용

표 4-5. 시설원예 농가의 가온 방식 및 보온재 시설

단위: 명, %

		가온			보온재		
		없음	온풍	온수	수막재배	부직포	보온커튼
토마토	응답수	20	54	7	11	40	32
	비율	24.7	66.7	8.6	13.3	48.2	38.6
오이	응답수	24	44	2	11	30	17
	비율	34.3	62.9	2.9	19.0	51.7	29.3

8 한국농촌경제연구원 농업관측은 매월 출하량을 발표하므로 겨울철 재배 또는 출하하는 농가가 다수 포함되어 있다. 또 겨울철 재배를 하는 농가는 연중 2~3기작으로 연중 재배하는 비중이 높다. 본 조사의 과채 농가는 축성과 반축성작형이 약 90%를 차지한다.

을 꺼리지만 한겨울 재배 시 외부 온도를 차단하여 온수나 온풍의 에너지 절감에 도움이 되므로 이용하는 것으로 조사되었다. 또한 부직포도 약 50% 내외 이용하며 보온커튼도 토마토 농가의 39%, 오이 농가의 29%가 이용하고 있다.

한편, 시설의 외형은 유리온실 농가 2곳을 제외하면 모두 비닐을 사용하고 있다. 그리고 비닐의 겹수는 2중 이용 비율이 토마토 51%, 오이 39%로 가장 높다. 또한 상대적으로 고온성 작물인 오이의 시설 외형이 토마토보다 3중 또는 4중의 비율도 높다(표 4-6). 비닐 겹수는 축성 또는 반축성 등 작형에 관계없이 지역적 특성에 따라 선택하는 경우가 많다. 겨울철 재배에 비닐 겹수가 많을수록 에너지 절감에 도움이 되지만 광 투과성에 영향을 미쳐 일사량이 낮아지는 문제가 있다.

예를 들면, 안개일수가 많은 경북 안동 같은 지역은 겨울철 재배를 하지만 비닐 3겹에도 일사량이 크게 감소하므로 에너지 절감에 보온재를 이용하는 데 그치고 있다.

표 4-6. 시설원예 농가의 시설하우스 외형 겹수

단위: 명, %

		1중	2중	3중	4중
토마토	응답수	16	44	23	3
	비율	18.6	51.2	26.7	3.5
오이	응답수	15	35	31	10
	비율	16.5	38.5	34.1	11.0

표 4-7. 시설 난방용 에너지원

단위: 명, %

		경유	중유 병커C	연탄, 갈탄	전기	기타	계
토마토	응답수	61	4	1	2	2	70
	비율	87.1	5.7	1.4	2.9	2.9	100.0
오이	응답수	68	1	0	2	1	72
	비율	94.4	1.4	0.0	2.8	1.4	100.0

한편 시설 난방용에 이용하는 에너지원은 경유가 토마토 91%, 오이 95%로 경유에 의존하는 비율이 높음을 알 수 있다. 그 외 전기 온풍기를 사용하거나 경유 대신 값싼 중유를 사용하는 비중이 4~8%이다(표 4-7).

2.2. 에너지 절감 시설 이용 및 향후 도입 의향

과채 농가의 축성 또는 반축성 농가는 경영비 중 광열동력비의 비중이 20~35%에 이르므로 재배 기간 중 열손실을 최소화하기 위해 노력한다.

본 조사대상 과채 농가가 열손실 최소화를 위해 가장 노력하는 부분은 ‘시설 틈새에서 빠져나가는 환기 전열을 최소화’한다는 응답이 토마토 36%, 오이 43%, ‘시설의 열효율을 높이기 위해 자주 청소’하는 비중도 각각 28%, 24%로 높게 나타났다(표 4-8).

표 4-8. 에너지 절감을 위해 노력하는 사항(복수응답)

단위: 명, %

	토마토		오이	
	응답수	구성비	응답수	구성비
열효율이 높은 시설로 교체	28	15.4	13	9.8
기존 시설의 열효율을 높이기 위해 자주 청소함	51	28.0	32	24.2
지역 실정을 고려하여 재배 작형을 조절함	24	13.2	15	11.4
시설 틈새에서 빠져 나가는 환기 전열을 최소화함	66	36.3	57	43.2
가운 시설의 북쪽 내부 벽면에 반사필름 설치	12	6.6	11	8.3
기타	1	0.5	4	3.0
계	182	100.0	132	100.0

반면 열효율이 높은 시설로 교체하는 것은 구입 및 설치 비용 부담으로 이용률이 10~15%로 낮고, 겨울철 평균 기온이 상대적으로 낮은 지역의 경우 지역 실정을 고려하여 재배 작형을 조절하는 경우도 10%대에 불과하다. 유가상승으로 농가의 경영비 부담이 클 때, 재배작형을 조절하는 방법이 있으나 한겨울 재배 시 농산물 가격이 높고 그에 따라 농가소득이 높기 때문에 적극 도입하지 않는 것으로 나타났다.

한편, 현재 사용 중인 에너지 절감시설은 다겹보온커튼과 보온터널 자동개폐기 장치로 나타났다(표 4-9). 다겹보온커튼은 열효율이 높아 겨울철 재배에 필수 보온재이므로 이미 설치하여 이용하는 농가가 많고, 2008년 이후 에너지 절감시설 보급사업도 이용률을 높이는 데 기여했다. 수막보온커튼이나 온풍난방기 배기열 회수장치도 보급이 빠르게 진행되고 있다.

과채 농가의 향후 도입 의향이 큰 에너지 절감시설은 다겹보온커튼과 수평열 지열히트펌프이다. 열효율이 높은 시설로의 교체는 어느 농가나 원하지만 비용 부담이 문제이다. 과거 새로운 농기계나 시설을 도입하여 농업생산성은 높아졌지만, 불안정한 농산물 가격으로 설치비가 그대로 농가 부채로 전가된 경험이 있으므로 농가는 새로운 시설 도입을 신중히 고려한다.

표 4-9. 에너지 절감 시설 이용과 도입 의향(복수응답)

단위: %

	토마토		오이	
	현재 사용	도입 예정	현재 사용	도입 예정
수평열 지열히트펌프	0.9	30.0	1.9	23.0
농업용 열회수형 환기장치	4.5	13.3	0.9	11.5
온풍난방기 배기열 회수장치	10.7	10.0	17.0	11.5
시설원예용 제습기	1.8	5.0	0.0	3.3
다겹보온커튼	32.1	20.0	26.4	32.8
보온터널 자동개폐장치	32.1	8.3	30.2	8.2
지하수 이용 수막보온커튼	11.6	6.7	16.0	4.9
일사량 감응 자동변온관리장치	6.3	6.7	7.5	4.9

그러므로 영세농가일수록 열효율이 높은 시설 도입을 미루는 경향이 있고, 에너지 절감시설을 이용하지 못하여 상대적으로 경영비가 높다. 따라서 농업용 에너지 정책에서 영세농에 대한 대책은 가능한 한 설치 비용이 저렴한 에너지 절감시설 보급에 초점을 맞추어야 한다.

또한 수막보온커튼의 도입 의향이 낮은데, 이미 이용하는 농가도 있으므로 이용 방법에 대한 홍보나 교육 부족으로 판단된다. 따라서 정부의 다양한 에너지 절감시설과 이용 방법에 대한 적극적인 홍보와 보급도 필요하다.

3. 과채 농가의 에너지 절감시설 이용 사례 분석

이 절은 농촌진흥청이 시설원예 농가에 보급하고 있는 온실 보온력 향상 기술이나 에너지 절감 난방기술을 중심으로 시군농업기술센터의 조사 자료를 이용하거나 농가 방문조사한 결과이다.

3.1. 연동하우스의 수평예인 권취식 다겹보온커튼

연동형 온실의 경우, 주로 부직포, 알루미늄 스크린 등의 보온자재를 중앙 윗부분에 수평방향으로 1중 또는 2중으로 설치하고 예인선, 개폐축, 드럼 등을 전동모터와 연결하여 개폐하는 방식을 이용한다.

다겹보온커튼은 여러 종류의 보온자재를 몇 겹으로 겹쳐서 보온력이 높으며, 수평예인 권취식 개폐방식은 작동 시 고장이 적고 내구성이 좋아 연동형 하우스의 보온커튼 개폐장치로 적합하다. 다겹 보온재는 알루미늄, 부직포, 폴리프로필렌, 화학솜 등의 소재를 조합하여 만든 것이다.

3.1.1. 사례 1 : 경북 상주의 오이 농가

수평예인 권취식 다겹보온커튼의 에너지 절감효과 사례로 경북 상주의 오이 재배농가를 대상으로 하였다.

비교 대상은 재배규모 40a(1,200평) 연동하우스의 구조와 재배기간이 동일한 동일지역의 보온재로 부직포 활용 농가와 수평예인 권취식 다겹보온커튼 설치 농가이며, 비교 결과는 <표 4-10>과 같다.

이 사례는 에너지 절감 효과는 15%로 높은 편이나 병해충, 생리장해 발생으로 생산량이 5.2% 감소하였고 그에 따라 소득이 12.8% 감소하였다. 즉, 에너지 절감시설 보급사업의 대표적인 실패 사례이다.

실패의 이유는 농진청이 선정한 1개 업체가 전국 농가를 대상으로 다겹보온커튼을 보급하였는데, 단동하우스에 효과가 있으나 연동하우스에는 피복자재의 구조물 결합으로 습도조절을 못하였기 때문이다.

원래 다겹보온 커튼은 5겹(망사+옥스포드+피폰+부직포+알루미늄 스크린)으로 구성되어 보온력은 우수하나 통기성이 없고 통풍이 되지 않아 변온관리가 필요한 작물에는 병해충, 생리장해 발생 위험이 높다. 즉, 하우스 안의 습기가 야간에 이슬 형태로 피복재에 흡수되어 있다가 물방울로 떨어져 습도를 높이는 역할을 하였기 때문이다. 그렇기 때문에 농가나 시·군 농업기술센터에서 피폰을 제외한 보온재로 설치할 것을 제시했으나 사업의 일관성 때문에 그대로 시행되었고 재배 시 경유 사용량은 감소했지만

표 4-10. 연동하우스 수평예인 권취식 다겹보온커튼의 경제성 분석

단위: 천 원/10a, kg/10a

	수평예인 권취식 다겹보온커튼 (A)	부직포 커튼 (B)	경제적 효과 (A/B)
소득	39,790	45,648	87.2%
수량	19,667	20,745	94.8%
에너지 비용	5,412	6,353	85.0%

생리장해 발생으로 생산량이 낮아졌다. 이 경우는 피폰을 제외한 보온재였다면 통풍이 비교적 원활했을 것이라는 비판이 있다.

이 사례에서 나타나듯, 에너지 절감시설 시범사업의 대상작물을 선정할 때, 보온으로만 관리가 가능한 작물에 다겹보온커튼 사업을 시행하고 변온 관리가 필요한 작물은 시범사업에서 제외해야 한다.

또한 농촌진흥청과 공동기술을 개발·연구한 업체에서 자재 생산공급을 독과점하여 생산·공급하기 때문에 특히 2009년처럼 예산 조기 집행할 경우 전국 동시 다발 발주시 시공업체가 적기에 시공하기 곤란한 경우도 있었다.

이러한 보급사업은 지역의 재배환경 또는 작물 재배 형태에 따라 다양한 방법이 적용될 수 있도록 농가 또는 시군 농업기술센터의 의견을 청취하여 결정하고 사업자 선정도 이를 감안하여야 실효성 있는 사업이 될 것이다.

3.1.2. 사례 2 : 충남 부여 토마토 농가

연동하우스 4,000평에 토마토를 9월 정식하여 12월부터 익년 6월까지 출하하는 농가의 사례이다. 연동하우스는 4중으로, 비닐+다겹보온커튼(스크린+부직포)+ 2중 비닐이며 온풍 난방을 한다. 정부의 보조나 융자 등 지원 없이 2005년 농가 개인이 에너지 절감을 위해 다겹보온커튼을 설치하였다. 이외 일사량 감응 자동변온관리장치, 온풍난방기 배기열 회수장치, 시설원예용 제습기 등 농가 스스로 에너지 절감시설을 최대 이용하고 있다.

한편, 이 농가의 특징은 에너지 절감시설도 충분히 이용하는 반면, 최저 온도 이상으로 충분히 가온하여 생산성을 높이고 있다. 그 결과, 에너지 사용량은 2009년 경유 5만 리터 사용에서 2010년 6만 5천 리터로 사용량이 30% 증가하였지만 소득은 약 75% 증가하였다⁹.

따라서 에너지 절감시설을 충분히 이용하면서 생산량을 높이는 것이 농

9 2010년 1~2월의 한파와 3~5월의 이상 기온으로, 충남 부여 지역 시설원예 농가의 유류 사용은 전년 대비 20% 증가한 것으로 조사되었다.

가 소득에 유리하다는 결과를 얻을 수 있다. 에너지 절감시설 보급이 농가 경제에 실질적으로 도움이 되려면 생산성 향상을 동시에 고려해야 한다.

3.1.3. 사례 3 : 대전광역시 오이 농가

연동하우스 1,200평에 오이를 연중 3기작 재배하는 농가의 사례이다. 연동하우스의 형태는 총 3중 비닐과 부직포이며 보조사업으로 중앙권취식수평 다겹보온커튼을 설치하였고 경유를 에너지원으로 온풍난방을 하는 경우이다.

2009년 중앙권취식 다겹보온커튼을 설치하여 2년차 사용 중인데, 에너지 절감 비율을 전년과 직접 비교하면 설치 이전보다 경유는 약 30% 절감하였다. 2010년 1월 이후 이상 기후의 영향으로 오이 가격이 큰 폭으로 상승하여 생산량 증대를 위해 최저 온도를 전년보다 높인 것을 고려하면 에너지 절감효과는 40% 이상일 것으로 예상된다.

3.2. 단동하우스의 다겹보온커튼

단동하우스에 이용되는 다겹보온커튼은 보통 하우스 외형 2~3겹 중 가장 안쪽 비닐 위에 설치하므로 연동하우스에서 발생하는 병해충 발생이나 생리장해는 나타나지 않고 보온효과가 확연히 나타났다.

다음은 충남 부여의 단동하우스 2,000평에, 12월 말 정식하여 3월부터 출하하는 토마토 농가의 사례이다.

2009년 재배면적의 일부 1,200평(단동하우스 6동)에 다겹보온커튼을 설치하였다. 단동하우스 형태는 4중으로 2중 비닐+보온커튼(부직포)+1중 비닐에 경유를 사용하는 온풍 난방이다. 겨울철 난방비가 경영비의 35%를 차지하므로 온풍난방기 배기열 회수장치 등 에너지 절감시설을 스스로 설치해서 사용했지만 다겹보온커튼은 비용부담으로 미루다가 시범사업으로 설치하게 되었다.

단동하우스 2~3겹의 안쪽에 부직포 등 다겹보온커튼을 설치한 결과, 이 농가의 경우 사용량이 전년 3만 리터에서 2010년 2만 리터로 33% 절감되었다. 이는 재배면적 전체의 사용량이므로 다겹보온커튼을 설치한 1,200평으로 재환산하면 약 56% 절감된 것으로 나타난다.

3.3. 수막 보온시스템

수막 보온시스템이란, 지하수를 비롯하여 온천수, 발전소의 폐수, 기타 산업용 폐수 등을 피복 비닐 위에 살포하여 물이 갖고 있는 열에너지에 의한 보온효과와 피복재를 통한 열손실을 방지하는 단열효과가 있는 에너지 절감 기술이다. 보통 수막재배 방식이라 부른다.

수막재배는 1984년 도입된 이후 급격히 확산되어 2001년 7,241ha의 시설에서 사용되고 있는 것으로 조사되었다. 현재 사용되는 수막재배는 한번 사용한 지하수를 배수로로 흘러버리는 비순환식 방식이 대부분이어서 지하수 고갈과 오염을 유발하기도 하는 부정적인 측면도 있다.

다음은 대전광역시에서 1천 평의 오이 재배 농가에서 수막재배를 이용하는 사례이다. 이 농가의 단동하우스는 총 4중 비닐에 수막재배를 이용하는 형태이다. 하우스 구조가 2중 비닐 + 수막재배 + 2중 비닐의 외형이다.

이 농가의 경우 사용량은 2009년 연간 4만 3천 리터에서 2010년 3만 6천 리터가 되어 수막재배 이전보다 약 16% 절감하게 되었다.

다만 철분이 많은 지하수를 이용하다 보니 피복재 오염으로 광 투과율이 저하되는 문제가 나타나기도 하지만 에너지 절감 효과가 더욱 크기 때문에 계속 이용할 것으로 조사되었다.

3.4. 배기열 회수기

배기열 회수장치는 기존 사용 중인 온풍난방기의 연도에 간단히 부착하

여 사용한다. 직육면체 모양의 열 교환기 내부에 열회수 효율이 탁월한 핀 부착형 히트파이프를 수직으로 교차하여 배열하는 형태로 14만kcal/h의 온풍난방기 부착 시 흡입 공기 온도가 낮을수록 열회수율은 효과가 우수하여 영하 10℃에서 열회수율은 85%에 이른다.

배기열 회수장치는 설치를 희망하는 농가는 많으나 자부담이 높아 설치를 기피하는 경향이 있는 것으로 조사되었다. 배기열 회수기는 장치와 설치가 간단하지만 기기 가격은 보조 250만 원/대에 자부담 100만 원으로 높은 편이다. 가온 농가에는 반드시 필요한 기기이지만 선뜻 설치하지 못하는 실정이다.

다음은 경북 상주의 오이 재배 4농가의 배기열 회수기 사용 전(2009년)과 사용 후(2010년)를 비교한 결과이다(표 4-11). 이 시설의 보급으로 유류 사용량은 최대 14%~최저 5% 절감하였다.

표 4-11. 배기열 회수기 사용 전후 유류 사용량 비교

단위: 평, 리터, 백만 원, %

농가	면적	사용량			사용 금액		
		2010년 (A)	2009년 (B)	전년대비 절감효과	2010년 (A)	2009년 (B)	전년대비 절감효과
A	1,800	40,000	48,000	16.7	30	38	21.1
B	1,400	40,000	42,000	4.8	34	36	5.6
C	500	13,000	15,000	13.3	11	12.7	13.4
D	1,800	37,000	43,000	14.0	28	35	20.0

주: 재배기간(2009년 12월~2010년 1월) 중 바깥 기온이 전년보다 -1.5~1.0℃ 낮았음.
경유 면세유 가격은 2008년 말 857원/ℓ, 2009년 말 850원/ℓ 이고, 온풍기 가동 기간은 2009년 10월~2010년 5월 하순임.

3.5. 탄소 발열체 난방기

탄소 발열체는 절연 또는 난연성 소재인 PET 필름에 고저항체인 탄소를 도포하여 열을 발산하는 장치로서, 기존 니크롬선 발열체보다 7배 이상 발

열 속도가 빠르다. 그러므로 농업용 난방기에 적용하면 난방기를 소형화할 수 있고 열효율이 높아 에너지 절감이 가능하다. 다만, 에너지원으로 전기를 이용하므로 해당 시설하우스에 전기 승압이 선행되어야 이용할 수 있다.

다음은 경북 상주의 오이 재배 농가 1200평 연동하우스에 탄소 발열체 난방기를 설치한 시범 사업을 인근 경유 사용 농가와 비교한 결과이다(표 4-12).

연동하우스 같은 면적에 2009년 11월 10일~2010년 4월 25일, 166일간 난방기를 가동한 후, 탄소 발열체 난방의 전기 요금과 경유 난방의 유류비를 비교한 결과, 탄소 발열체 난방의 에너지 절감 효과가 60%에 이른다.

그러나 개별 농가에서 발열체 난방기 설치 시에 전기 승압과 기기 구입 비용 부담이 크고, 한전은 값싼 농업용 전기 판매 사업으로 손실이 크므로 중단을 요청하고 있다.

농가 입장에서는 탄소 발열체 난방기 4대(72kw/대)를 설치하는 보조 6천만 원, 자부담 140만 원/대이 소요되었고 350kw의 전기 승압을 갖추는데 큰 비용이 소요되었다.

표 4-12. 탄소 발열체 난방기와 경유 난방기의 에너지 사용량 비교

	탄소 발열체 난방	경유 난방
조건	- 연동비닐하우스 1,200평 - 야간 최저 설정온도 12℃	
에너지 사용량	전기 사용량 190,629kw (한전 고객종합정보 내역에 의함)	경유 사용량 33,146ℓ (경유 평균단가 : 784.41원/ℓ 적용)
에너지 사용 금액	10,382천 원	26,000천원
탄소 발열체 난방의 에너지 절감 효과 60%		

3.6. 고체 연료 보일러

고체 연료 보일러는 목재펠릿, 목재칩, 팜껍질, 브리켓, 우드칩 등 고체용 연료는 모두 사용 가능한 연소용 보일러통과 축열조의 간단한 설비이다.

고체 연료 보일러는 설치비 보조가 60%인데도 경유 보일러보다 비싸 농가는 기피하는 것으로 조사되었다. 또한 농업용 난방 연료가 목재 → 석탄·연탄 → 경유 → 전기의 순으로 발전하고 있으며, 이용 편리성에 주목한다면 목재 가공한 펠릿은 영세농가의 겨울철 재배에 일부 활용될 것으로 판단된다.

다음은 경북 상주의 오이 재배에 고체 연료 보일러를 설치한 농가 사례이다. 설비구조물 4천만 원은 보조받고 내부 배관 및 시설은 농가 자부담으로 설치하는 조건이다. 해당 농가는 무상으로 공급되는 팜껍질을 이용할 예정이지만 팜 이외에도 각종 고체 연료를 이용할 수 있기 때문에 설치를 결정하게 되었다.

목재펠릿은 단가가 높고 분진 발생으로 인해 공해의 우려가 있으나, 팜은 연소 후 잔재물이 거의 없어서 호평받고 있다. 다만, 팜은 현재 인도네시아에서 거의 무상으로 공급받지만 해당 농가는 과거 목재펠릿이 공급되지 않아 경유보일러를 재설치한 경험이 있기 때문에 향후 팜 수요가 증가하면 가격이 높아질 수 있다는 우려가 있다. 또한 매일 청소와 연료 보급이 필요하므로 그에 따른 불편함이 있다.

3.7. 지열 냉난방시설

지열을 이용한 냉난방시설은 설치비가 10.5억원/ha으로 초기 투자비가 크다. 그러므로 중앙정부 및 지자체가 80%를 보조하여 설치를 지원하고 있다. 지열 냉난방시설은 2010년 현재 250ha에 보급되었는데 파프리카, 화훼, 양돈 등 비교적 가격이 안정적인 작물 또는 축산에 집중·이용된다.

3.7.1. 파프리카 농가 사례

다음은 충남 부여의 수직밀폐형 지열방식을 채택한 파프리카 영농조합 사례이다.

유리온실 3.3ha 중 3ha에 파프리카를 재배하고 0.3ha은 육묘장으로 이용하는데, 유리온실 A동(2ha)은 여름작형, 유리온실 B동(1ha)은 겨울작형으로 재배하며 유리온실 B동에 지열 냉난방시설을 이용하고 있다.

지열 시설은 2006년, 총 사업비 5억 4천만 원(2억 원 보조)으로 지하 150m에 66공을 천공하는 수직밀폐형으로 설치하였다.

겨울작형인 1ha의 연료 사용량은, 지열 시설 설치 이전은 경유만 연간 100만 리터 이상이었고 경유 면세량이 감소한 후에는 중유 사용이 증가하여 연간 경유 53만 리터와 중유 50만 리터로 경영비의 40%가 광열동력비로 지출되었다. 그러나 지열 시설을 이용한 2009년은 경유만 연간 37만 리터 사용하여 2005년과 비교하면 석유류 사용은 약 63% 절감되었다.

지열 시설을 이용하여 절감된 내용을 비용으로 환산하면 다음과 같다. 경유 800원/리터으로 가정하면, 경유 사용량은 2006년 연간 100만 리터(약 8억 원)에서 2009년 연간 37만 리터(약 3억 원)로 감소하였다. 반면, 지열 시설 가동을 위한 추가 전기요금이 월 600만 원(연간 7천 2백만 원) 소요되고, 지열 시설의 감가상각비와 수리비를 연간 2천 5백만 원으로 추정하면 약 1억 원이 추가 소요된다. 그 결과 연간 약 4억 원/ha이 절감된 것으로 추정된다.

3.7.2. 지열 냉난방시설의 효과

파프리카 재배 농가에서 지열을 이용하거나 도입하는 사례는 크게 증가하고 있다. 에너지 절감과 경영비 절감으로 농가에 도움이 되기 때문이다. 파프리카 재배는 여름철 고온에 작기를 마치는 겨울작형과 겨울철 한파 전에 작기를 마치는 여름작형으로 나뉘는데, 냉난방 시설을 갖춘다면 재배시기의 연장이 가능해진다.

지열 냉난방시설 설치로 얻은 효과는 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 겨울철 재배 난방 이용으로 연료비가 크게 절감되었다. 전국 파프리카 겨울 재배에 모두 지열 시설을 이용하며 사례와 같이 약 4억 원/ha이 절약된다고 가정할 경우, 연간 1천억 원이 절감되는 것으로 추산된다¹⁰.

둘째, 여름철 재배에 냉방 이용으로 생산성이 향상되었다. 파프리카는 여름철 냉방 시설이 없을 경우 고온에 생리장해로 수확량이 감소하는데 냉방을 이용해서 수확량이 유지되었다. 또한 지열 시설 설치로 겨울철 재배 뿐만 아니라 여름철 재배도 가능하여 농가 수익 향상에 기여하였다. 앞의 사례에서 지열 설치 이전의 단위 수확량 60kg/3.3m²에서 설치 후 74kg/3.3m²로 약 20%의 증수 효과가 나타났다.

셋째, 지열 시설 도입으로 파프리카의 연중 재배가 가능하면, 여름작형과 겨울작형을 분산하여 재배할 수 있으므로 계절적 노동 강도나 노동력 수요가 연중 분산될 수 있다. 따라서 인력을 상시 고용할 수 있고 노동력을 안정적으로 확보하기에 용이하다. 농촌 지역에 농업 노동력 구인이 점점 어려워지는 현실에서 연중 작업이 가능한 작업장이 선호되기 때문이다.

10 2009년 전국 파프리카 재배면적은 410ha이며, 이 중 겨울 재배작형을 60%로 가정함.

에너지 절감시설 보급의 과제

1. 농진청 개발 에너지 절감 기술의 현장 적용 가능성

농진청이 개발한 에너지 절감기술이나 시설에 대해 가온 또는 보온 시설을 갖춘 농가는 적극 이용하고 있다.

농가의 에너지 절감 노력은 앞의 <표 4-8>과 같이, 시설 틈새에서 빠져나가는 환기 전열을 최소화하거나 열효율이 높은 시설로의 교체, 기존 시설의 열효율을 높이기 위해 자주 청소하는 등 경영비 절감을 위해 최선을 다하는 것으로 판단된다.

그러나 에너지 절감시설은 시설의 이동성, 토지 점유, 에너지원의 지속 공급 여부, 추가 시설 비용 발생 등 여러 요인을 동시에 고려해야 하므로 이용에 제약이 따른다. 에너지 절감시설 이용의 제약이 되는 사항을 몇 가지 예로 들면 다음과 같다.

첫째, 지열 냉난방시설을 설치할 경우, 설치 비용도 약 10억 원/ha(보조 80%, 자부담 20%)이 소요되지만, 시설 설치를 위해 천공을 할 넓은 유휴농지가 약 0.4ha/ha가 필요하다. 그러므로 시설재배를 하는 임차농이 지열 시설을 도입하기 어렵다는 한계가 있다.

또한 일정 구역에 지열시설을 여러 곳에 설치하면 열효율이 크게 떨어지기 때문에 시설재배가 집중된 지역에서 많은 농가가 지열시설을 이용하기 어렵다.

둘째, 신재생에너지 중 냉난방은 물론 급탕 기능이 동시에 가능한 지열

시설은 설치가 고정식이므로 이동이 불가능하고 그에 따라 토지 이용이 농업용 이외의 용도로 사용하기 어렵다.

셋째, 목재펠릿 등 고체 연료는 단가가 낮아 이용이 크게 증가할 것으로 예상했으나 실제 증가율은 미비하다. 문제는 새로운 연료원인 펠릿이 지속 공급 가능할 것인가이다. 과거 고체 연료 사용을 위해 시설 설치 후 연료원이 공급되지 않아 경유보일러를 재설치한 경험이 있는 농가에 연료 공급의 지속성을 보장하는 것이 무엇보다 중요하다.

고체 연료가 낮은 단가에도 불구하고 매일 청소나 연료 보급이 필요하므로 불편하다는 단점은 에너지 절감 차원보다 농가의 삶의 질 향상에 역행하는 것이다. 난방 연료가 목재에서 석탄·연탄, 경유, 전기의 순으로 발전하고 이용의 편리성에 주목한다면, 목재펠릿 등 고체 연료는 영세농가의 겨울철 재배에 일부 활용될 것으로 예상된다.

넷째, 에너지원을 변경할 경우 해당 시설을 반드시 교체해야 하는 경우가 발생하고 이에 따라 추가 시설 비용을 농가가 부담해야 한다. 그러므로 에너지 절감을 목적으로 시설을 도입했으나 농산물 가격이 불안정하고 농가 소득이 낮다면 시설 투자비용은 대부분 농가 부채로 남게 된다.

결국 새로운 시설 도입으로 농가 경영비를 절감하는 것은 바람직하나 안정적인 농산물 가격 형성으로 농가소득이 안정화되지 않으면 시설 도입은 고스란히 생산자의 부담인 반면, 그 효과는 소비자의 잉여로 전가될 뿐인 불평등 문제가 발생한다.

따라서 에너지 절감시설의 도입의 적용 가능성은 농업에 대한 사회적 인식과 그 합의를 기초로 어느 정도 지원할 것인가에 달려 있다. 즉, 농업을 개별 농가의 사적 경쟁 산업으로 인식하는가, 아니면 우리 사회의 필수 공공재로 인식하여 에너지 절감을 통해 사회적 비용을 줄일 것인가의 문제로 귀결된다. 그에 따라 보조금 지원 등 시설 도입에 대한 지원의 폭이 달라질 것이기 때문이다.

2. 농업용 에너지 절감시설 보급의 고려사항

농가는 일반적으로 사용하는 전기, 석유류에 대한 의견이 많은데, 특히 현행 면세유와 전기의 가격이 낮아지기를 원하고 있다. 특히 면세유에 대해서 현행 농기계 보유대수에 따라 책정하는 면세량 설정에 불만이 많고 이를 경작면적에 비례해야 책정할 것을 요구하고 있다.

한편, 신재생에너지는 일부 수요가 있지만 설치 비용이 크므로 보조금을 지원하고 있다. 농가 입장에서 신재생에너지를 이용하고 싶지만 현행 태양열 설비는 보상기간이 지나면 유지·보수의 A/S 문제로 이용을 기피하는 것으로 조사되었다. 또한 신재생에너지의 이용 정보나 정부의 에너지 보조에 관한 정보 부족으로 이용하지 못한다는 응답도 있는 것으로 보아 정보 제공을 위한 책자 배포 등의 정책도 필요하다.

농가는 에너지 비용 절감과 생산성 향상을 동시에 고려한다. 그러므로 에너지 절감시설을 보급할 때는 다음과 같은 점을 유의하여 지역 실정에 적합한 시설 또는 방법을 보급해야 한다.

첫째, 에너지 절감시설 보급이 생육 최저온도(얼지 않는 온도)를 유지하기 위한 것으로 이해되어서는 안 된다. 생육 최저온도만 유지하게 되면 생산성이 낮고 그에 따라 수익성이 낮아질 우려가 있다. 예를 들면, 방울토마토의 최저 온도는 12~13℃이나 생육 최저온도 5℃까지 낮추면 과채의 크기가 작고 품질이 낮아진다.

둘째, 경유보다 값싼 연탄·목재 이용을 권장하며 에너지 절감시설을 보급하는 것은 자칫 노동력 과다 소요를 유발한다. 농업용 에너지가 값싼 연탄, 목재 등 고체 연료에서 값비싼 경유나 전기로 전환하는 것은 고체 연료가 일정 온도를 유지하는 데 시간이 짧아 온도 관리나 연료 교체에 신경써야 하고 번거롭기 때문이다.

셋째, 에너지 절감시설을 도입하는 것이 영세 농가에게 경영비 부담으로 작용할 수 있다. 시설 보급에 보조율이 높을수록 해당 농가는 이익이지만 시설을 도입하지 못한 농가는 상대적으로 가격경쟁력이 낮아지는 현상이

발생한다. 새로운 시설이나 설비를 도입할 때 농가의 비용 부담이 크므로 농산물 가격이 불안정해지면 시설 투자 비용의 대부분은 농가 부채로 전가 되기도 한다.

표 5-1. 정부의 에너지 정책에 대한 필요 정도

단위: 점, %

	벼 농가	과수 농가
면세유 가격, 농업용 전기 가격을 더 낮추어야 한다	20.3	20.9
석유 대체에너지(태양열, 바이오가스 등) 기술 개발 필요	20.1	20.3
석유 대체에너지 이용 설비를 값싸게 공급해야 한다	20.0	19.9
시설보다 에너지 절감 방법에 대해 컨설팅해야 한다	18.5	19.0
에너지 절감시설의 지원을 늘여야 한다	19.5	19.4
기타	1.7	0.6
계	100	100

주: 각 개별 항목(정책내용)에 대한 필요 정도를 5점 척도로 점수화함.

3. 농업용 에너지 절감시설 보급의 과제

3.1. 생산성 향상을 전제로 하는 에너지 절감시설 보급

농가 조사결과, 에너지 절감시설에 대한 이용의 관심도는 높으나 정작 설치비용 부담으로 실제 이용률이나 향후 도입 의향은 의외로 높지 않다. 이는 농가가 에너지 절감시설에 의한 경영비 축소보다 생산량 증대에 따른 소득증가에 관심을 집중하기 때문이다. 즉, 에너지를 절감하기 위해 최저 온도를 설정하고 경영비를 줄이는 효과보다 오히려 에너지 사용을 늘려 적정 온도를 설정하고 품질과 생산량을 높이는 것이 유리하다는 의견이다. 또한, 농가는 관리(작업)의 편의성에 집중하기 때문에 에너지 절감에는 크

게 노력하지 못하는 경우가 많다. 에너지 절감에 대한 농가 교육 등 농가의 의식 전환에 동기 부여가 필요하다.

따라서, 정부의 에너지 정책은 농가의 에너지에 대한 의식이 에너지 절감과 생산성 향상을 동시에 고려할 수 있는 방향으로 추진되어야 한다. 농가가 에너지 절감시설을 이용할 수 있도록 지원·홍보하는 한편, 겨울철 재배의 품질 향상과 생산량 증대를 위한 새로운 기술과 방법을 동시에 개발해야 한다.

다른 한편, 과채류 농가의 조사 결과에서 나타나듯 시설하우스 난방에 경유를 비롯한 석유류에 의존하는 비율이 99%이다. 만약 유가상승이 지속될 경우 겨울철 시설원에 품목의 경영비를 급등시키고 출하량 감소로 가격 변동에도 영향을 미치게 된다. 그러므로 정부 에너지 정책은 경유를 대체할 신재생에너지 보급에 노력해야 한다. 농가의 경유 의존도를 낮추기 위해서는 앞서서도 지적했듯, 정부의 에너지 정책에 관한 정보나 신재생에너지 이용 정보를 제공하고 홍보를 위한 책자 배포 등 보다 적극적인 유인 정책이 필요하다.

3.2. 지역 실정에 맞는 에너지 절감시설 보급

정부의 농업용 에너지 절감시설 보급 사업이 2007년 유가상승으로 갑자기 추진되면서 전국적으로 일괄 적용되는 현재의 방식으로는 실효성이 낮아진다.

앞에서 지적한 연동하우스 다겹보온커튼의 사례 외에도, 경남 진주의 딸기 재배에 수막재배 시설을 다수 설치한 경우 겨울철 수자원 부족 시 큰 문제가 되고 있다.

따라서 정부의 보급사업은 지역의 재배환경 또는 작물에 따라 다양한 방법이 적용될 수 있도록 농가 또는 시군 농업기술센터의 의견을 청취하여 결정해서 한다. 지역 실정에 맞는 적정 수의 시설이 보급될 수 있도록 행정, 전문가, 실수요자인 농가의 의견과 지역농업을 유지·발전하는 차원에

서 여론을 수집하여 반영하여야 한다.

3.3. 정부의 지원 방식 전환

에너지 절감시설이 효과는 분명히 있으나 시설 설비 가격이 고가이므로 정부 보조가 있다 하더라도 농가는 시설 설치에 비용 부담이 크다. 즉, 농가는 해당 설비를 도입하기 원하지만 설비비가 자칫 농가 부채로 전가될 것을 우려하여 망설이는 경향이 있다.

그런데 농가의 비판은 에너지 절감시설의 설비가 다른 여타 산업의 에너지 절감시설보다 현격히 비싸다는 점이다. 이는 자재 생산·공급을 독과점하는 사업방식에 문제가 있기 때문이다. 특히 에너지 절감 기술은 농촌진흥청과 공동기술개발 연구한 업체에서 생산하여 전국에 공급하므로 독과점이 심각하다. 따라서 공동기술개발 업체를 복수화하고 기술이전 업체를 복수로 결정해야만 설비 단가를 낮출 수 있고 수요가 많거나 동시 다발 발주 시 적기 내 시공이 가능하다. 또한 사업자도 지역의 의견을 연구·반영할 수 있는 업체를 지역에서 직접 선정할 수 있어야 지역 실정에 맞는 에너지 절감시설을 보급하는 데 실효성이 있을 것이다.

한편, 신재생에너지로 보급이 증가하는 지역의 경우, 냉난방을 사용하는 시설원에 농가에 경유 사용보다 60% 이상 에너지 절감 효과가 있지만 시설비의 20%를 자부담할 능력이 있는 농가가 많지 않다는 문제가 있다. 따라서 정부의 지원은 에너지 절감효과가 큰 작목을 중심으로 보급을 늘리고 소규모 농가도 이용 가능한 시설 개발에 중점을 두어야 한다.

에너지의 96.4%를 수입에 의존하는 우리나라는 국제 에너지 가격변동에 취약하여 국제유가 변동이 농업 경영비에 큰 영향을 미치고 있다. 그런데 최근 유가 동향은 기본적으로 중국, 인도를 비롯한 신흥 경제개발 국가들의 높은 경제성장으로 인한 수요의 급증과 금융기관들의 원유에 대한 투기에 기인한 것이어서 유가 불안이 장기간 지속되고 있다.

본 연구는 농업부문에서 이용하고 있는 에너지 종류, 에너지량 등 에너지 이용 실태를 조사하여 에너지 절감을 위한 시설과 기술 개발 방향을 검토하였다. 연구 내용은 농업 부문 에너지 절감이 주요하게 된 이유를 규명하고, 다섯 품목의 에너지 사용 실태와 시설원예 농가의 에너지 절감 실태를 조사하여 에너지 절감시설 이용 및 기술의 과제를 도출하였다.

최근 국제유가 상승은 비료·농약을 비롯하여 광열동력비, 농기계 사용료 등 각종 농자재의 비용 상승을 유발하여 농가경제에 영향을 주고 있는데 본고는 광열동력비에 직접 영향을 미치는 요인을 중심으로 살펴보았다.

국내 농업용 면세유 가격은 국제유가 상승에 따라 상승하는데 과세유 가격보다 상승률이 높았다. 면세유 가격 상승으로 농가 경영비 중 광열동력비의 비중이 증가하여 2008년 경영비 중 광열동력비 비중은 시설고추 41%, 오이 39%, 토마토 36%로 나타났다. 국민소득이 증가하며 채소류의 소비 증가와 함께 연중 생산이 가능한 시설 채소의 재배면적도 증가하였다. 2009년 채소류 재배면적 중 시설 재배면적은 28%에 이른다.

국제 원유가격이 상승함에 따라 농촌진흥청을 비롯하여 농림수산식품부는 각종 에너지 절감시설의 보급 사업을 추진하고 있다. 현재 보급된 에너

지 절감시설은 다겹보온커튼 1,479ha, 온풍기 배기열회수장치 387ha, 지열 보급 91ha 등 1,957ha(가온 시설재배면적의 16.4%)에 설치되었다.

농업 부문 에너지 이용의 정도를 비교하기 위해서 시설재배 과채뿐만 아니라 벼와 과수의 에너지 사용 실태도 조사하였다.

벼 재배 농가는 연간 경유 6천 리터, 등·중유·벵커C유 등 4천 리터, 휘발유 4백 리터와 전기 4천만 원을 사용하는 것으로 조사되었다. 그러나 석유류는 재배규모가 클수록 단위면적당 사용량이 감소하여 규모의 경제가 실현되지만 전기는 재배규모가 클수록 건조, 정미를 농가에서 직접 수행하는 비중이 높아 단위면적당 사용량이 증가한다. 에너지원별로 경유와 휘발유는 농작업용 농기계에 90% 이상 사용하지만 등유, 중유 등 기타 석유류는 농기계에 16%, 건조·정미 작업에 84%를 사용하고 있다.

과채류의 에너지 사용량은 겨울철 재배 여부와 재배면적에 비례하여 증가한다. 석유류 연간 사용량은, 토마토는 경유 3만 1천 리터, 등유 및 중유 등을 2만 6천 리터를 사용하고, 오이는 경유 2만 2천 리터, 등유 및 중유 1만 2천 리터를 사용한다. 이를 금액으로 환산하면, 토마토는 평균 경유 2천 5백만 원, 등유 등 1천 4백만 원, 오이는 평균 경유 1천 9백만 원, 등유 등은 7백만 원 정도가 소요된다. 토마토 농가의 연간 석유류 사용량을 작형별로 살펴보면 축성작형의 단위면적당 경유 사용량을 100으로 할 경우, 반축성 65, 억제작형은 44를 사용하는 것으로 조사되었다. 한편 토마토 농가의 에너지원별 사용 용도는 겨울철 가온에 경유, 등·중유를 96~99% 사용하고 전기도 64%를 사용한다. 반면 휘발유는 전량 농기계에 사용하고 전기는 가온을 위한 시설 내부 농기계 등에 28%를 이용하고 있다.

과일 농가의 에너지 사용량은 절대량이 크지는 않으나 재배면적에 따라 차이는 있다. 경유는 평균 1천 5백 리터를 사용하고 전기는 평균 연간 116만원을 지출한다. 에너지원별 사용 용도를 보면 석유류는 거의 농기계에 이용되는데 경유 면세유는 93%, 휘발유의 96%가 이용되며, 수송에 10% 내외가 이용되고 전기는 과수원의 스프링클러 등 관수시설이나 야생동물 철책 등 과원 관리에 22%, 선별 및 저장에 78%가 이용된다.

작목별 석유류의 연평균 사용량은 과채인 토마토, 오이 농가의 유류 사

용량이 벼나 과수 농가보다 월등히 많다. 토마토 농가의 경유 연간 사용량은 벼 농가의 7배, 과수 농가의 28배에 이른다. 또한 과채 농가는 겨울철 가온에 면세유만으로 부족하여 추가 구입하는 경우도 많다. 토마토 농가는 과세된 경유를 추가 구입하는 양이 면세량의 55%에 이른다.

농가가 선호하는 에너지는 해당 작목의 시설에 이용되는 에너지 순으로 나타났다. 벼 재배 농가는 농기계에 사용하는 경유, 휘발유 순으로 선호가 높고, 과채 농가는 가온에 필요한 경유, 전기 순으로 선호하며, 과수 농가는 저온창고용 전기와 과원 관리 농기계용 휘발유를 선호하는 것으로 조사되었다. 현재 농업용으로 석유와 전기에 대한 의존이 크기도 하지만, 새로운 에너지원을 이용하려면 설비를 모두 교체해야 하는 것이 부담되기 때문에 선호도가 높지 않은 것으로 나타났다.

농가는 태양열, 태양광이나 풍력에 대해서는 80% 이상 알고 있고 지열은 겨울철 가온이 필요한 과채 농가가 관심이 높은 것으로 나타났다. 그러나 향후 이용할 의향이 있는 농가는 태양열을 제외하면 10~20%에 불과하다. 지열에 관심이 높은 과채 농가도 이용할 의향이 있는 농가는 토마토 19%, 오이 14% 수준이다. 정부가 지열 시설 설치에 80%를 보조하고 있지만 기본 설비단가가 높기 때문이다.

우리나라에서 겨울철에 재배하기 위해서는 가온이나 보온 시설이 필요하다. 시설원예의 에너지 절감시설 이용을 살펴보기 위해 과채 농가를 대상으로 조사하였다. 보온재는 겨울철 재배를 하는 축성작형뿐만 아니라 2~3월 정식을 하는 반축성 작형도 이용하므로 이용률이 높게 나타났다. 부직포는 약 50% 농가가 이용하며 보온커튼도 토마토 농가의 39%, 오이 농가의 29%가 이용하고 있다. 시설의 외형은 거의 비닐을 사용하며 비닐의 겹수는 2중 이용이 토마토 51%, 오이 39%로 가장 높다. 시설 난방용에 이용하는 에너지원은 경유가 토마토 91%, 오이 95%로 경유에 의존하는 비율이 높음을 알 수 있다.

과채의 축성 또는 반축성작형 재배 농가는 열손실을 최소화하기 위해 노력하는데 ‘시설 틈새에서 빠져나가는 환기 전열 최소화’에 노력하는 응답이 토마토 36%, 오이 43%로 가장 높은 반면, 열효율이 높은 시설로 교체

하는 것은 구입 및 설치 비용 부담으로 이용율이 10~15%로 낮고, 재배 작형을 조절하는 경우도 10%대에 불과하다. 유가상승으로 농가의 경영비 부담이 클 때, 재배작형 조절을 권장하나 한겨울에 농산물 가격이 높고 그에 따라 농가 소득이 높기 때문에 적극 도입하지 않는 것으로 나타났다.

농촌진흥청이 시설원예 농가에 보급하고 있는 에너지 절감시설의 효과를 살펴보았다. 연동하우스의 수평예인 권취식 다겹보온커튼은 에너지 절감 효과는 부직포 이용 농가에 비해 15%로 높은 편이나 보온재 구성 방법의 문제로 생산성을 낮춘 경우도 나타났다. 단동하우스의 다겹보온 커튼은 설치비용이 저렴하고 에너지 절감 효과도 40~50% 이상 되는 것으로 나타나 영세농가의 겨울철 재배에 적극 도입이 필요하다. 수막 보온 오이 재배의 경우 16% 절감 효과가 있다. 다만 철분이 많은 지하수를 이용하여 피복재 오염으로 광 투과율이 저하되는 문제가 나타나기도 하지만 에너지 절감 효과가 더욱 크기 때문에 지속 이용할 것으로 조사되었다. 배기열 회수 장치는 유류 사용량을 최대 14%~최저 5% 절감하였다. 탄소 발열체 난방기는 인근 경유 사용 농가와 비교한 결과, 유류 사용의 40%에 불과하지만 값싼 농업용 전기를 사용하기 때문이므로 전기요금이 변경되면 그 효과는 달라질 수 있다. 고체 연료 보일러는 설치비 보조가 60%인데도 경유 보일러보다 비싸 농가는 기피하고 있는 것으로 조사되었다. 농업용 난방 연료도 이용 편리성에 주목한다면, 일부 영세농가의 겨울철 재배에 활용될 것으로 보인다. 지열 냉난방시설은 설치비가 10.5억 원/ha으로 초기 투자비가 크므로 중앙정부 및 지자체가 80%를 보조하여 설치를 지원하고 있다. 충남 부여의 파프리카 재배에 수직밀폐형 지열방식을 채택하여 석유류 사용의 63%를 절감하였고, 금액으로 환산하면 연간 약 4억 원/ha이 절감된 것으로 추정된다.

농진청이 개발한 에너지 절감기술이나 시설에 대해 가온 또는 보온 시설을 갖춘 농가는 적극 이용하고 있다. 그러나 에너지 절감시설은 시설의 이동성, 토지 점유, 에너지원의 지속 공급 여부, 추가 시설 비용 발생 등 여러 요인을 동시에 고려해야 하므로 이용에 제약이 따른다. 결국 새로운 시설 도입으로 농가 경영비를 절감하는 것은 바람직하나 안정적인 농산물 가격

형성으로 농가 소득이 안정화되지 않으면 시설 도입은 고스란히 생산자의 부담이 되는 반면, 그 효과는 소비자의 잉여로 전가될 뿐인 불평등 문제가 발생한다. 따라서 에너지 절감시설의 도입의 적용 가능성은 농업에 대한 사회적 인식과 그 합의를 기초로 어느 정도 지원할 것인가에 달려 있다. 즉, 농업을 개별 농가의 사적 경쟁 산업으로 인식하는가, 아니면 우리 사회의 필수 공공재로 인식하여 에너지 절감을 통해 사회적 비용을 줄일 것인가의 문제로 귀결된다. 그에 따라 보조금 지원 등 시설 도입에 대한 지원의 폭이 달라질 것이기 때문이다.

농가는 에너지 절감시설을 도입할 때 고정비용 회수를 고려하게 되므로 에너지 절감도 중요하지만 생산성 향상으로 인한 소득 증대에 관심을 집중한다. 그러므로 정부의 에너지 정책은 농가의 에너지에 대한 의식이 에너지 절감과 생산성 향상을 동시에 고려할 수 있는 방향으로 추진되어야 한다. 정부는 농가가 에너지 절감시설을 이용할 수 있도록 지원·홍보하는 한편, 겨울철 재배의 품질향상과 생산량 증대를 위한 새로운 기술과 방법을 동시에 개발해야 한다. 또한 지역의 재배환경 또는 작물에 따라 실정에 맞는 에너지 절감시설이 도입될 수 있도록 행정, 전문가, 실수요자인 농가의 의견을 반영한 에너지 정책이 필요하다.

참고 문헌

- 강창용, 박현태, 박문호. 2001. 「농업용 전기 및 유류의 이용·관리제도 개선방안」. P41. 한국농촌경제연구원.
- 김연중 외. 2009. 「농어업용 에너지 절감시설 보급효과 및 정책방안」. 한국농촌경제연구원.
- 김정부 외. 1981. 「농촌의 에너지 수급에 관한 연구」. 연구보고 42. 한국농촌경제연구원.
- 김현태. 2008. “에너지 절감형 농업생산기반 조성.” 농어촌과 환경. 한국농촌공사 농림수산식품부. 각 연도. 「2009 시설채소 온실현황 및 채소류 생산실적」. 농림수산식품부 채소특작과.
- _____. 2010. 「농림수산식품 주요통계」.
- 농촌진흥청. 2008. 「시설원에 에너지 절감 가이드북」.
- 농촌진흥청. 2009. 「농업시설 열손실 진단 사례집」.
- 박승제 외. 2009. “농업용면세유 보급구조의 문제점과 개선방안.” 이한성 의원 주최 정책토론회 자료집.
- 이용선 외. 2006. 「국제유가 상승이 농업에 미치는 영향」. 한국농촌경제연구원
- 정인환·고순철. 2004. “우리나라 농업 에너지체계의 전환을 위한 정책대안.” 한국농촌지도학회지 제11권 제2호 pp.251~265.
- 정은미 외. 2008. 「유가상승이 시설채소 농가에 미치는 영향」. 한국농촌경제연구원.
- _____. 2008. 「과프리카 산업의 현황과 과제」. 한국농촌경제연구원.
- 玉木浩二. 2002. 「地球環境・農業・エネルギー」. 理工図書.
- 柳下立夫 외. 2003. 「バイオエネルギー技術と応用展開」. シーエムシー出版.
- 山家公雄. 2008. 「日本型バイオエタノール革命」. 日本經濟新聞出版社.

연구보고 R614-2

농업부문 에너지 이용 실태

등 록 제6-0007호(1979. 5. 25)

인 쇄 2010. 11.

발 행 2010. 11.

발행인 오세익

발행처 한국농촌경제연구원

130-710 서울특별시 동대문구 회기동 4-102

전화 02-3299-4000 <http://www.krei.re.kr>

인쇄처 (주)문원사

전화 02-739-3911~5 E-mail: munwonsa@chol.com

ISBN 978-89-6013-184-2 93520

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명시하면 자유롭게 인용할 수 있습니다.
무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.