

저탄소 녹색마을 조성사업 실행방안

2009. 10.



연 구 진

연구책임

이소영 (한국지방행정연구원 수석연구원)

연구진

김선기 (한국지방행정연구원 선임연구위원)

김도형 (한국지방행정연구원 연구원)

김동완 (경원대학교 강사)

(서울대학교 환경대학원 도시 계획박사)

목 차

I. 서론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 연구 범위 및 방법	2
3. 연구의 주요내용	2
4. 연구의 기대효과	4
II. 저탄소 녹색마을의 의의와 개념설정	5
1. 저탄소 녹색마을의 의의	5
2. 저탄소 녹색마을의 개념설정	13
III. 자립적 지역에너지의 현황과 정책 방향	18
1. 자립적 지역에너지의 현황 및 문제점	18
2. 저탄소 녹색마을 사업의 필요성	21
3. 저탄소 녹색마을의 사업의 목표 및 전략	24
IV. 국내외 저탄소 녹색마을 사례 분석	27
1. 해외 사례분석	27
2. 국내 사례분석	59
3. 국내외 사례의 시사점	74
V. 저탄소 녹색마을 조성사업 실행방안	76
1. 사업개요	76
2. 사업내용	79
3. 추진체계	84
4. 추진일정	90

5. 소요예산 및 자원조달방안	92
6. 기대효과	98
[붙임 1] 저탄소 녹색마을 표준모델(안)	103

표 목 차

<표 1> 기후변화협약과 그 내용	6
<표 2> 녹색성장을 위한 주요국 추진전략	9
<표 3> 신재생에너지 지방보급사업 지원예산 현황(지식경제부, '08)	18
<표 4> 에너지 생산단가	2
<표 5> 오스트리아 무레크시의 바이오에너지 회사 현황	54
<표 6> 등용마을의 에너지 자립계획	65
<표 7> FAO의 바이오연료 분류	77
<표 8> 저탄소 녹색마을 표준모델(안)	8
<표 9> 저탄소 녹색마을 조성 사업내용 예시	88

그림 목 차

<그림 1> 국가간 기후변화협약 체결경과	5
<그림 2> 녹색성장을 위한 주요국 추진전략	8
<그림 3> 신재생에너지 공급 거점의 확산전략	22
<그림 4> 일본 바이오매스타운 구상과 독일의 윤데(Jünde)마을	23
<그림 5> 저탄소녹색마을의 목표와 추진전략	26
<그림 6> 윤데마을 위치와 전경	28
<그림 7> 윤데마을의 기술개념도	30
<그림 8> 윤데 바이오 메스의 시설 모델	31
<그림 9> 윤데마을의 온수 및 난방용수 배관도	32
<그림 10> 삼쇠도 마을의 전경	33
<그림 11> 삼쇠도 아카데미	39
<그림 12> 육상풍력발전단지	39
<그림 13> 해상풍력발전단지	39
<그림 14> 이이다시의 태양열 집열판	41
<그림 15> 미나미슈 햇살 펀드 운영 방식	48
<그림 16> 벽 단열재 - 진실의 창	48
<그림 17> 트랜지션타운 로고	49
<그림 18> 지역화폐 사용가능 안내문	50
<그림 19> 토트네스 지역 화폐	50
<그림 20> 세계의 트랜지션타운	51
<그림 21> 오스트리아 무렉크시의 바이오에너지 거리	55
<그림 22> SEEG 연도별 매출액	56
<그림 23> 오리농업의 모습	59
<그림 24> 홍동면의 태양광 발전시설	62
<그림 25> 마중물 교육관 지붕 위 반짝거리는 태양전지판	66
<그림 26> 지열을 이용한 냉난방	67
<그림 27> 지열시설	68
<그림 28> 스트로베일하우스	72
<그림 29> 스트로베일하우스 벽	73

<그림 30> 발생원별 주요 바이오매스	79
<그림 31> 유기성폐기물의 순환체계	80
<그림 32> 사업추진체계	85
<그림 33> 녹색마을 협력적 거버넌스	86
<그림 34> 녹색마을사업 추진절차	87
<그림 35> 시범공모사업의 운영절차	89
<그림 36> 단계별 추진계획	91

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

□ 연구의 배경

- '08년 8월 15일 「녹색성장」 비전 선포 이후, 새로운 신성장동력으로 「녹색 뉴딜(Green New Deal)」을 국가발전의 축으로 설정
 - 정부는 녹색 New Deal 사업의 일환으로 폐자원 및 바이오매스를 이용한 신재생에너지화를 촉진함으로써 기후변화에 대응하고 저탄소 녹색성장을 주도할 계획임
- 특히 신재생에너지 공급을 전국적으로 확산시키기 위해 지방 중소도시 및 농산어촌 지역에 「저탄소 녹색마을」을 조성함으로써 자원재활용, 에너지 자립 및 녹색생활공간 조성을 도모
- 부처별 시범마을사업은 다양하지만 에너지 자립을 위한 시범마을 사업은 유채생산 시범사업과 그린빌리지(Green Village)사업 등 극히 제한적일 뿐 아니라 자립적 추진체계가 미구축
 - 설치비의 대부분을 정부가 지원함에 따라 주민 무관심
 - 에너지 절약, 기후변화, 환경보전 등에 대한 이해 부족
 - 일방적인 정부주도의 사업추진으로 인한 자발적 주민참여 미흡
- 지역별 여건과 특성에 따라 저탄소 녹색마을 조성, 체계적으로 확산하기 위한 구체적인 실행방안을 마련할 필요가 있음

□ 연구목적

- 본 연구는 자치단체의 저탄소 녹색마을에 대한 이해를 도모하기 위해, 저탄소 녹색마을의 추진전략을 수립하고 구체적 가이드라인을 제시하는데 있음

2. 연구 범위 및 방법

- 본 연구는 ‘저탄소 녹색마을’ 조성의 구체적 실행방안을 제시하는데 있으므로, 과제 범위는 조성계획 수립을 위한 비전, 목표, 추진전략 및 구체적 사업내용, 단계별 추진계획, 추진체계 등의 제시임
 - 지역여건에 따라 구체적 사업내용이 차별화될 수 있으므로, 사업내용은 유형별로 제시하도록 함
- 저탄소 녹색마을의 구체적 가이드 라인 제시를 위해 연구는 주로 국내외 사례 검토, 관련 법령 검토 등 문헌연구에 의존

3. 연구의 주요내용

- 저탄소 녹색마을의 의의와 개념설정
 - 저탄소 녹색마을은 정부의 “저탄소 녹색성장” 기조에 따라 마을단위의 실천프로그램으로 도출된 실천적 슬로건으로, 이론적인 개념화가 부족한 실정임
 - 이에 저탄소 녹색성장 기조에 대한 개략적인 평가와 함께 마을단위의 녹색성장을 개념화할 수 있는 개념 단위들을 마련하고 이를 바탕으로 저탄소 녹색성장에 대한 개념을 정의함

- 저탄소 녹색마을의 현황과 정책방향
 - 저탄소 녹색마을의 핵심을 자립적 지역에너지 시스템 구축으로 보고, 현재 지역의 자립적 에너지 현황과 문제점을 살펴봄
 - 다음으로 문제점으로 진단된 바들을 해결할 수 있는 정책적 방향으로 저탄소 녹색마을의 의의를 살피고, 저탄소 녹색마을 사업이 지향해야 할 목표와 전략을 정리함
- 국내외 저탄소 녹색마을 사례 분석
 - 대체에너지의 종류나 지역사회가 처한 상황이 다양한 만큼 최대한 다양한 대체에너지 사례를 소개하고자 함
 - 농촌형 바이오매스를 활용한 독일의 운데마을, 도시지역의 입지이점을 살려 풍력에너지를 개발한 덴마크의 삼쇠 섬, 각각 정부주도와 민간주도로 태양에너지를 에너지 자원으로 개발한 일본의 이이다시와 한국의 흥동마을 등을 사례 분석함
 - 최종적으로 이 각각의 사례에서 저탄소 녹색마을 사업에 필요한 정책적 함의를 도출함
- 유형별 표준모델 제시
 - 자립형 녹색마을의 경우 전국 600개 마을을 대상으로 추진되는 만큼, 세계 그 어느 국가보다도 다양한 로컬 에너지 자원과 다양한 지역 형태를 포괄하고 있음
 - 따라서 보다 세밀화된 유형분류가 필요한데, 본 연구에서는 도시형/농어촌형/산촌형/도농복합형을 각각 분류하여 각각에 걸맞는 대안을 제시하고자 함
- 저탄소 녹색마을 조성사업 추진계획
 - 사업의 비전·목표 수립 : 저탄소 녹색마을 사업의 비전을 제시하고 계획의 목표를 세움
 - 추진 계획 : 개략적인 마을 조성 계획을 제시함

- 사업 추진방안과 기대효과
 - 실제 사업 추진을 위해 필요한 저탄소 녹색마을 사업 거버넌스를 개괄함
 - 사업 추진을 위한 소요예산을 계산하고 재원조달 방안을 제시함
 - 저탄소 녹색마을 사업을 통해 거둘 수 있는 기대효과를 제시하여 사업 추진의 가이드라인으로 삼음

4. 기대효과

- 저탄소 녹색마을 조성의 구체적 실행계획을 제시함으로써 2010년 시범 사업 실시 및 향후 10년간 600개 마을 조성의 세부 실행방안으로 활용
- 다양한 저탄소 녹색마을 조성 방안을 제시함으로써 향후 자치단체의 독자적 녹색성장의 구체적 프로그램으로 활용

II. 저탄소 녹색마을의 의의와 개념설정

1. 저탄소 녹색마을의 의의

1) 자원과 환경의 위기와 범 세계적 대응

□ 자원과 환경의 위기 도래

○ 지구온난화와 온실효과¹⁾

- 산업혁명 이후 화석연료 사용이 폭발적으로 증가한 탓에, 온실가스가 증가하여 지구 온난화가 발생했다는 견해가 지배적
- IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)는 온실효과의 주요원인이 인간의 활동에 있다고 최종결론 (2007)
- 지구온난화로 인한 해수면 상승으로 온실가스 배출에 대한 국제규제가 강화됨

<그림 1> 국가간 기후변화협약 체결경과



출처 : 녹색성장위원회(2009 : 21)

1) 녹색성장위원회(2009a), pp. 20~21.

<표 1> 기후변화협약과 그 내용

연도	협약	주요내용
2007	발리로드맵	• 2009년 말까지 2013년 이후 온실가스 감축 목표 설정
2005	교토의정서 발효	• 온실가스 감축 1차 의무공약기간 이행준비
2001	마라케쉬 합의문 채택	• 교토의정서 구체적인 이행방안 마련 • 경제성장 감축목표 방안제시
1997	교토의정서 채택	• 37개 선진국과 EU 대상으로 온실가스 배출 감축 협의
1992	리오 UN 환경개발 회의	• 기후변화에 관한 국가연합 회의 (UNFCCC)

○ 에너지위기와 에너지 소비구조의 한계

- 세계 인구 증가와 경제발전으로 인해 에너지 소비의 급증
- 산유국들을 중심으로 오일 피크에 대한 두려움이 확산되고 있으며 석유공급 제한과 국유화 정책이 추진되고 있음
- 그러나 화석연료 중심의 현 에너지 소비구조는 자원고갈을 가속화시키는 구조적 한계를 내재함
- 전 세계적으로 에너지원의 85%를 화석연료에 의존하고 있으며 지속적으로 에너지 수요는 증가추세 (주요국 의존도 : 미국 64%, 일본 73%, 프랑스 53%, 한국 80%)²⁾

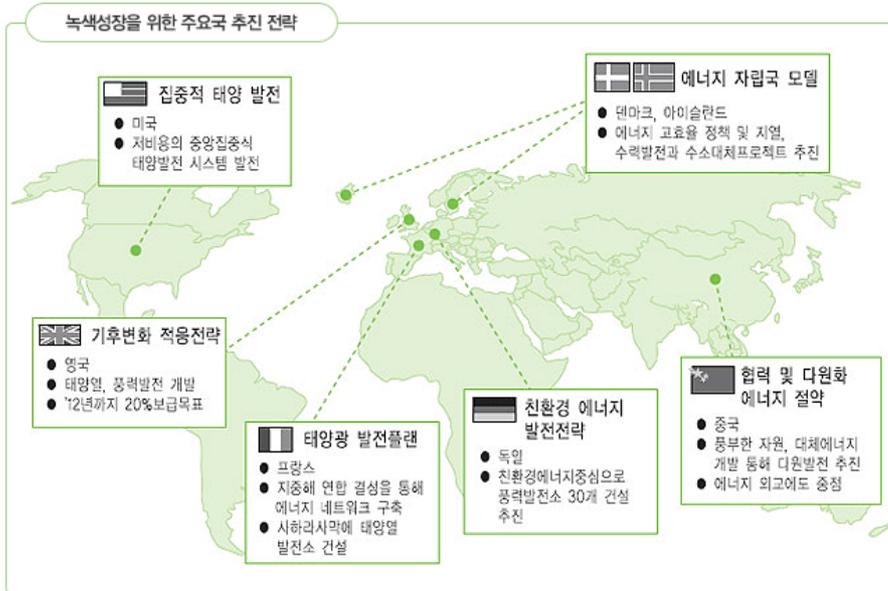
2) 녹색성장위원회(2009a), pp. 22

□ 전세계적인 위기 인식과 대처

- EU : 환경 - 경제 통합정책과 공격적인 환경규제
 - 강력한 환경규제와 환경-경제 통합 정책을 통해 녹색선도시장을 창출하고 효율적인 생태 혁신(eco - innovation) 추구
 - 자동차 배출가스, 제품환경성, 화학 물질 규제 등 환경규제를 선도하고 있고, 이는 외국 기업에 강력한 무역장벽으로 등장
 - 리스본 전략(Lisbon Strategy) : "지속가능한 자원이용과 환경과 성장의 시너지 효과를 강화"
- 독일 : '제3차 산업혁명'
 - 기계 혁명, IT 혁명에 이어 세계는 생태효율성의 혁명인 제3차 산업혁명이 진행중
 - 경제정책, 환경정책, 노동정책의 뉴딜: 생태적 산업정책을 통해 환경개선과 지속적 경제성장을 동시에 추구
 - 생태적 산업정책을 추진하여 재생에너지 보급이 급격히 증가 : 3.8%(2004) → 6.7%(2007)
- 프랑스 : 정부조직 개편과 합의 추진
 - 정부조직 개편을 통한 준비: 환경, 에너지, 국토, 교통 정책을 총괄하는 생태지속가능계획개발부를 설립하고 장관을 부총리급으로 임명
 - 합의를 통한 방향설정 : 환경부 장관이 주재하는 환경포럼에서 이해당사자들의 토론과 합의를 통해 주요 방향과 과제 결정
- 영국 : 녹색혁명과 영국 위상 회복
 - 저탄소 녹색기술을 생산성과 경제성장의 새로운 엔진으로 활용하려는 계획 수립
 - 투자환경의 안정성을 제공해 자국기업의 투자 의욕을 제고하는 한편 녹색상품 개발을 유도
- 일본 : '후쿠다 비전'과 저탄소사회
 - 온실가스 감축이라는 전지구적 과제와 경제성장과제를 동시에 해결하려 함

- 2050년까지 점진적인 탄소감축을 위한 후쿠다 비전 발표
- 저탄소사회 구축을 통해 녹색기술을 개발 보급하는데 총력을 꾀하고, 개발도상국의 시장을 선점하기 위한 협력 강화

<그림 2> 녹색성장을 위한 주요국 추진전략



출처 : 녹색성장위원회(2009a), p.24

<표 2> 녹색성장을 위한 주요국 추진전략

국가	주요 내용
 EU	<ul style="list-style-type: none"> 배출권거래제(EU-ETS) 도입 및 시행 ('05) 온실가스 배출량 2020년 까지 20% 감축 목표 설정 온실가스 감축을 촉진하는 「EU 기후변화 종합법(Directives)」 발효('09.4) EU 의장국인 스웨덴 총리는 범 EU 탄소세 도입 요구('09.7.1)
 영국	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화 전담 조직인 '에너지·기후변화부(DECC)' 신설 세계 최초로 기후변화 법안 도입하고, 온실가스 감축 목표량을 법으로 명시('08.12) 2020년까지 1990년 대비 34% 감축
 미국	<ul style="list-style-type: none"> 향후 10년간 1,500억 달러를 투자, 신재생에너지산업 집중 육성하여 저탄소 에너지 보급 계획('09.1) 온실가스배출량 보고 규정(MRR) 도입(2009년 예정) 연방정부 연비기준('16년 35.5mpg) 발표('09.5.19) 미 환경청은 캘리포니아 등 14주가 '09년부터 시행 가능한 자동차 온실가스 규제 승인('09.6.30) 온실가스 미감축 국가에 대한 관세부과를 포함한 '청정에너지안보 법안(Waxman-Markey)' 하원 통과('09.6.27) 2020년까지 2005년 대비 17% 감축(1990년 대비 약 4%), 2050년까지 83% 감축
 일본	<ul style="list-style-type: none"> 저탄소 사회구축을 위해 「Cool Earth 50」 발표('07.5) 저탄소 사회 달성을 위한 '후쿠다 비전' 선포('08) 에너지효율 및 신재생에너지 관련 핵심기술 구체화 국가 온실가스 배출을 '20년까지 '05년 대비 15% 감축(1990년 대비 8%)하는 중기감축목표 발표('09.6.10)

출처 : 녹색성장위원회 (2009b), p. 4

2) “저탄소 녹색성장”의 추진 배경과 경과

□ “저탄소 녹색성장”의 국가적 비전 제시

- 8.15 대통령 경축사에서 녹색성장³⁾ 천명

3) 이하 녹색성장에 대한 개념은 녹색성장위원회 홈페이지 참조

- 대한민국 건국 60주년과 함께 “저탄소 녹색성장”의 비전제시
- 녹색성장은 온실가스와 환경오염을 줄이는 지속가능한 성장이며, 녹색 기술과 청정에너지로 신성장동력과 일자리를 창출하는 신국가발전 패러다임으로 제시됨
- 녹색성장의 개념
 - 녹색성장은 지속가능발전(경제발전·사회적 형평·환경보호 통합)의 추상성·광범위성을 정책실현가능성면에서 보완
 - 경제성장을 하되, 경제성장의 패턴을 환경친화적으로 전환 시키자는 개념 → 환경적으로 지속가능한 경제성장
 - 환경적 측면을 강조하는 경제성장 추구
 - 경제성장과 환경파괴의 탈동조화(Decoupling) 실현
- 녹색성장 개념의 논의경과
 - Economist지(2000.1.27)에서 최초로 언급되었으며, 다보스 포럼을 통해 널리 사용되기 시작
 - ‘아·태 환경과 개발에 관한 장관회의(‘05년)’에서 “녹색성장을 위한 서울이니셔티브(SI)”가 채택되어 UN 아·태경제사회위원회(UNESCAP) 등 국제사회 논의 본격화
 - OECD 각료회의이사회(‘09.6.24) 선언문에 녹색성장 관련 내용 포함
- 이러한 논의의 성과는 2009년 “녹색성장 5개년계획”의 수립으로 이어짐

□ “녹색성장 5개년계획” 의 3대 전략과 10대 정책방향

- 5개년계획의 비전 : 2020년까지 세계 7대, 2050년까지 세계 5대 녹색강국 진입
- 5개년계획의 3대전략 (1) : 기후변화 적응 및 에너지 자립
 - 탄소의 모니터링, 저감, 순환이용 등 탄소에 대한 종합적 · 체계적 관리체계 마련
 - 탄소에 대한 사회적 인식 제고와 온실가스 배출량 절감 노력을 바탕으로 효율적 온실가스 감축을 실현
 - 에너지 저소비 · 고효율형 사회구조를 구축하고, 청정에너지의 보급을 확대해 탈석유 · 에너지 자립의 기반 마련
 - 기후변화로 인한 각종 위험 요소를 사전에 인지, 대응하는 체계구축을 통해 국민 생활의 안전성 제고
- 5개년계획의 3대전략 (2) : 기후변화 적응 및 에너지 자립
 - 녹색성장 분야의 성장 잠재력을 제고, 민간 부문에서의 녹색기술 · 산업개발의 활성화를 추진
 - 기존산업의 녹색혁신, 자원순환형 경제 · 사업구조 구축 등 지속적인 저탄소녹색성장을 위한 기반 마련
 - 변화주체인 국민, 기업, 정부가 상호공조하고 적극적으로 참여할 수 있는 기반인 친환경 제도 및 세제 개선
- 5개년계획의 3대전략 (3) : 삶의 질 개선과 국가위상 강화
 - 생활에서의 녹색혁명을 체험할 수 있는 교육, 제도, 생태관광등 녹색생활 실천 기반 마련
 - 남북협력체제하 한반도내 탄소의 지속적 감축을 위한 산림복원 및 에너지 협력

- 녹색성장 분야 선진국가 구현, 그린 허브 코리아 구축 및 개도국 녹색 성장 지원 등을 통한 세계적 녹색성장 모범국가 구현

3) 저탄소 녹색마을의 의의

□ 일상생활에서 탄소감축을 실현하는 공간

- 2005년 현재 가정과 상업활동에서 배출되는 온실가스가 국내 온실가스 배출의 20.2%를 차지하고 있는 상황에서 일상 생활공간의 저탄소 정책이 절실한 상황임
- 환경과 경제의 선순환이 녹색성장의 방향성이라고 볼 때, 환경과 경제의 가교가 되는 것은 일상생활의 공간이고 이 공간을 탄소와 에너지의 측면에서 재평가하고, 녹색의 장으로 구축하는 작업은 매우 큰 의의가 있음
- 가정과 마을에서 체득하는 환경 교육효과를 통해서 전 국가, 전 사회의 녹색실천을 가능하게 할 것임

□ 녹색시장의 형성을 통한 녹색소비와 기술혁신

- 녹색산업을 새로운 국가성장동력으로 활용하기 위해 공급과 함께 수요를 창출하는 것이 필수적
- 또한 원활한 기술혁신을 위해서는 기업과 시장의 피드백 루프가 필요한데, 결국 이는 시장의 창출로 귀결됨
- 이를 위해서는 녹색상품 소비의 공간 창출이 필요하고, 결국 생산의 영역을 녹색화하는 것과 동시에, 재생산의 영역인 일상공간에서 그 상품들이 잘 순환할 수 있는 구조를 창출해 줄 필요가 있음

□ 기존의 에너지 자립 정책, 시민운동과의 접점

- 폐자원 에너지화나 생태계 바이오매스 활용의 기존 성과를 토대로 한 마을 만들기
- 전국지속가능발전협의회 에너지자립마을 만들기 운동이나 기후변화 네트워크의 재생에너지 마을만들기 운동과 구체적인 연결이 가능함

2. 저탄소 녹색마을의 개념설정

1) 저탄소 녹색마을의 개념적 논의

□ 실천적 개념으로서 “저탄소 녹색”

- 정부의 정책방향으로 추진되는 “저탄소 녹색”은 학술적으로 정립된 개념이 아니라, 이명박 대통령 8·15 기념축사에서 제시된 정책적 비전임
- 그 간 “저탄소 녹색”의 의미가 다소 모호하고 불분명한 측면이 지적되었으나, 최근 발표된 <저탄소녹색성장기본법(안)>과 녹색성장5개년계획에서 이에 대한 법적·제도적 규정이 있었음
- 이 중 저탄소 녹색마을의 개념 정립에 필요한 것으로는 다음의 것이 있음 (저탄소녹색성장기본법(안) 제1장 총칙 제 2조)
 - “저탄소”라 함은 화석연료에 대한 의존도를 낮추고 청정에너지의 사용 및 보급을 확대하며 녹색기술 연구개발, 탄소흡수원 확충 등을 통하여 온실가스를 적정 수준 이하로 줄이는 것을 말함
 - “녹색성장”이란 에너지와 자원을 절약하고 효율적으로 사용하여 기후변화와 환경훼손을 줄이고 청정에너지와 녹색기술의 연구개발을 통하여 새로운 성장동력을 확보하며 새로운 일자리를 창출해 나가는 등

경제와 환경이 조화를 이루는 성장을 말함

- “녹색기술”이란 온실가스 감축기술, 에너지 이용 효율화 기술, 청정생산기술, 청정에너지 기술, 자원순환 및 친환경 기술(관련 융합기술을 포함한다) 등 사회·경제 활동의 전 과정에 걸쳐 에너지와 자원을 절약하고 효율적으로 사용하여 온실가스 및 오염물질의 배출을 최소화하는 기술을 말함
 - “녹색생활”이란 기후변화의 심각성을 인식하고 일상생활에서 에너지를 절약하여 온실가스와 오염물질의 발생을 최소화하는 생활을 말함
 - “온실가스”란 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF₆) 등 적외선 복사열을 흡수하거나 재방출하여 온실효과를 유발하는 대기 중의 가스 상태의 물질을 말함
 - “온실가스 배출”이란 사람의 활동에 수반하여 발생하는 온실가스를 대기 중에 배출·방출 또는 누출시키는 직접배출과 다른 사람으로부터 공급된 전기 또는 열(연료 또는 전기를 열원으로 하는 것만 해당한다)을 사용함으로써 온실가스가 배출되도록 하는 간접배출을 말함
- 이러한 법적 개념정의 위에서 녹색성장5개년계획에서는 다음과 같이 녹색마을을 정의하고 있음
- 녹색마을은 마을 단위의 공간에서 주민들이 녹색생활을 자발적으로 실천하여 저탄소 녹색성장을 유도하는 기초생활권 중심의 공간적·실천적 단위로서,
 - 정부가 주도하는 폐자원 및 바이오매스 활용한 에너지 자립 강화형 ‘저탄소 녹색마을’ 사업 뿐만 아니라 주민 스스로 참여하는 민간주도의 녹색마을 또는 녹색 커뮤니티도 모두 포함

□ 저탄소 녹색마을 개념정립의 기초

- 저탄소 녹색마을은 주민들의 자발적인 녹색생활을 유도하는 장
 - 녹색마을은 생산의 영역이 아니라 소비의 영역, 재생산의 영역에서 “녹색생활”을 유도하여, 온실가스과 오염물질 배출을 최소화하기 위한 단위
- 저탄소 녹색마을은 기초생활권 중심의 공간적·실천적 단위
 - 기초생활권은 사람이 살아가는데 필요한 시설과 서비스, 일자리 환경 등 기본수요(basic needs)를 충족시킬 수 있는 인간정주의 기본단위
 - 기초생활권은 중심도시와 배우 농촌지역을 분리시키지 않고, 하나의 통합된 생활권으로서 공간을 이해하는 방식이므로, 녹색마을 역시 이러한 구조적 특성하에서 이해할 필요 있음
- 기술적 측면에서는 폐자원과 바이오매스를 에너지 자원으로 활용하는 자립형 마을

2) 저탄소 녹색마을의 개념구성

□ 지속가능한 지역공동체로서 저탄소 녹색마을

- 저탄소 녹색마을은 무엇보다도 장기적인 지속가능성을 갖춘 지역이어야 함
 - 여기서 지속가능성은 “미래세대의 욕구를 제약하지 않으면서도 현 세대의 욕구를 만족시키는 상태”를 말함
 - 이를 위해서는 미화차원의 환경이 아니라 저탄소 녹색의 비전에서 제시하듯이 지역의 물질 순환 자체를 지속가능하게 만들어야 함

- 지역에서 생산과 소비활동에 필요한 자원들 즉, 물, 에너지, 대기, 폐기물의 순환에 있어서 지속가능한 기반을 확충하는 것이 중요함
- 지역사회 에너지 순환을 가능하게 할 기반 마련
 - 에너지는 삶을 유지하는 필수 자원이기에 지역의 지속가능성은 에너지 공급의 지속가능성과, 환경적·사회적 영향의 최소화가 필요함
 - 또한 한 지역의 자립은 다른 지역에 에너지 생산을 부담시켜 그 지역의 지속가능성을 파괴하는 것이 아니어야 함

□ 지역에너지 자립률이 높은 마을로서 저탄소 녹색마을

- 저탄소 녹색마을은 무엇보다 에너지 자립도가 높은 마을을 의미함
 - 지역에너지의 자립률을 높이기 위해서는 먼저 에너지를 절약하고 효율을 높이며, 재생가능 에너지를 이용해 지역에 기반을 둔 분산형 에너지 공급시스템을 갖추어야 함
 - 지역에너지는 지역에서 생산하는 에너지로 태양열, 풍력, 수력, 지역 과 그 밖에 쓰레기나 축산폐기물 같은 재생 가능한 에너지를 이용함
- 이를 위해서는 행정적인 측면에서 지역의 에너지 수요/공급을 적절히 예측하고 이를 위한 계획을 수립할 수 있는 탄력성이 있어야 함

□ 주민 스스로가 참여하고 결정하는 에너지 정책

- 저탄소 녹색마을은 시민이 참여해서 지역의 에너지 정책을 결정할 수 있는 의사결정구조를 가짐
 - 화석에너지는 에너지의 생산과 소비가 공간적으로 일치하지 않기 때문에 관할 구역을 넘어서는 행정적 개입이 불가능함

- 그러나 에너지 자립도가 높은 저탄소 녹색마을은 이러한 문제가 본질적으로 해결될 수 있음
- 아울러 지역에서 재생가능에너지의 생산을 늘리게 되면 연구, 제조, 설치, 배급의 공정과정에서 일자리가 창출되고 이는 지역의 경제에 기여하는 바가 큼
- 실제로 유럽에서는 2020년까지 90만개의 신규고용을 창출할 계획에 있음
- 바이오매스에너지를 적극 활용할 경우 농촌 지역 소득향상에 기여할 수 있음

Ⅲ. 자립적 지역에너지 현황 및 정책 방향

1. 자립적 지역에너지의 현황 및 문제점

□ 현재 국내 에너지 재생 현황

- 에너지의 97%를 수입에 의존하지만 폐자원과 바이오매스와 같은 신재생 에너지의 잠재량이 풍부하면서도(약 35억 TOE 추정) 활용이 매우 부진
 - 신재생에너지 시범보급사업이 주로 태양에너지 이용에 치중하고 있으며 폐기물 및 바이오 에너지 이용에 대한 지원은 극히 미미
- ※ 국내 신재생에너지 공급비율은 2.24%로 OECD 국가 중 최하위 수준(덴마크 16.8%, 프랑스 6.9%, 영국 2.3%, 독일 7.2%, 미국 5.0% 등)
- 신재생에너지 5,225천TOE 중 폐자원이 76.1%(3,975천TOE)를 차지하고 있으나, 대부분은 폐가스(46%), 소각열회수(30%) 및 정제폐유(9%)로 적극적인 투자를 통한 에너지화 산업은 미미
 - 국내 신재생에너지 공급비율이 낮은 원인은 에너지화에 대한 관계부처 협조시스템 부족 및 바이오매스 에너지화에 대한 정부의 정책적·재정적 지원 미흡
- 대도시를 제외한 농촌지역의 바이오매스는 분산·간헐적으로 발생하며 적정관리가 되지 않아 수질·대기·토양오염을 유발할 뿐 아니라 에너지 지원으로 활용에 대한 재정지원이 매우 미흡

<표 3> 신재생에너지 지방보급사업 지원예산 현황(지식경제부, '08)

계(백만원)	태양광	지열	태양열	폐자원·바이오	기타
41,340	7,213	7,350	7,000	340	19,437

- 부처별 시범마을사업은 다양하지만 에너지 자립을 위한 시범마을 사업은 유채생산 시범사업과 그린빌리지(Green Village)사업 등 극히 제한적일 뿐 아니라 자립적 추진체계가 미구축
 - 설치비의 대부분을 정부가 지원함에 따라 주민 무관심
 - 에너지 절약, 기후변화, 환경보전 등에 대한 이해도 부족
 - 일방적인 정부주도의 사업추진으로 인한 자발적 주민참여 미흡

□ 신재생에너지 기술 및 산업

- 국내 신재생에너지 기술개발은 관계 부처별로 분산되어 추진되고 있고, 폐자원 및 바이오매스 관련 기술은 선진국 대비 45~68% 수준으로 낮음
 - 유기성 바이오매스는 68%, 목질계 바이오매스는 41%, 해양 바이오매스는 50%에 해당
 - 그 외에 풍력은 86%, 태양열 66%, 수력 73%의 수준
 - 신재생 에너지 분야의 산업적, 기술적 우위선점을 위하여 범국가적 차원의 체계적이고 적극적인 R&D 지원이 필요한 시점
- 유기성 폐자원 및 바이오 매스 분야는 연구단계이거나 실증단계 수준
 - 현재 추진중인 Eco-STAR(폐자원 에너지화) 프로젝트에 연계된 체계적인 연구시스템을 구축하여 기술의 상용화와 관련 업계의 경쟁력 제고 필요
- '06년 국내 환경시장은 약 24조원(매출액기준, GDP 대비 2.95%) 규모로 매년 성장하고 있으나, 미국의 1/10 수준
 - 환경에너지 산업 육성을 위해 R&D 추진에 의한 산업기술 경쟁력 확보, 환경전문업체 육성을 위한 내수 시장구조 개선, 환경산업 육성 인프라 구축 등의 대책 필요

□ 폐자원-바이오매스 에너지 가용량 및 활용

- '06년 현재 에너지 가용 바이오매스 총량은 약 8,000만 톤 규모로 추정되며, 이를 전량 에너지화 할 경우 연간 800만 TOE 생산가능(환경부b, 2008)
 - 그러나 이 중 사료나 퇴비로 재활용되는 비율을 감안하면 실제 생산가능량은 200만 TOE 수준
 - 폐자원계 바이오매스 1,200만 톤/년, 가축분뇨 4,800만 톤/년, 간벌목·농업부산물 2,000만 톤/년
- 폐자원계 바이오매스의 경우 에너지화 가용량이 1,200만톤에 달하나, 그동안 낮은 유가 및 정부 정책 부재로 에너지화 부진
 - 재활용, 소각 및 매립시설 확충에 따른 국고지원에 집중하고, 폐자원이나 바이오 에너지에 대한 재정지원은 충분하지 못했음
- 우리나라 국토의 70%가 산지이고 대부분 산림이 60~70년대 사방사업 조림임을 감안할 때, 에너지 순환림 구성에 좋은 조건을 갖추었으나 이의 활용에 대한 에너지화 정책 부진 (환경부, 2008b)
 - 숲가꾸기의 간벌목 만으로는 경제적인 에너지원 확보에 한계가 있으므로, 생태적 가치가 적은 산림을 벌채하여 연료화하고 그 자리에 속성수를 식재하여 연료로 활용하는 방식의 전환 필요
 - 치산녹화기에 산림복원 차원에서 식재한 낙엽송 중 여건이 양호한 지역은 에너지 순환림으로 조성가능
 - 바이오매스 신재생 에너지 생산보급의 획기적 증대를 위해서는 에너지 순환림 구성과 같이 적극적인 차원에서 바이오매스 활용이 필요함

2. 저탄소 녹색마을 사업의 필요성

- '08년 8월 15일 「녹색성장」 비전 선포 이후, 새로운 신성장동력으로 「녹색 뉴딜(Green New Deal)」을 국가발전의 축으로 설정
 - 정부는 녹색 New Deal 사업의 일환으로 폐자원 및 바이오매스를 이용한 신재생에너지화를 촉진함으로써 기후변화에 대응하고 저탄소 녹색성장을 주도할 계획임
- ※ 신재생에너지 보급률 : '06년 2.24%(5,225천TOE) → '30년 11%(33,027천TOE)
- 「폐자원 및 바이오매스 에너지 대책」은 자원재활용, 산림 바이오매스 이용 활성화, 쾌적한 녹색 생활공간 조성 등 녹색 New Deal의 핵심 사업을 구체화하는 주요 실행전략임
 - 폐자원계 바이오 매스는 저렴한 비용으로 조기 생산체제로의 실현이 가능하고 유력한 온실가스 감축의무 이행수단으로서 기후변화에 효과적으로 대응
 - 폐자원은 다른 대체에너지에 비해 생산단가가 저렴하여 경제적 부가가치 창출 가능

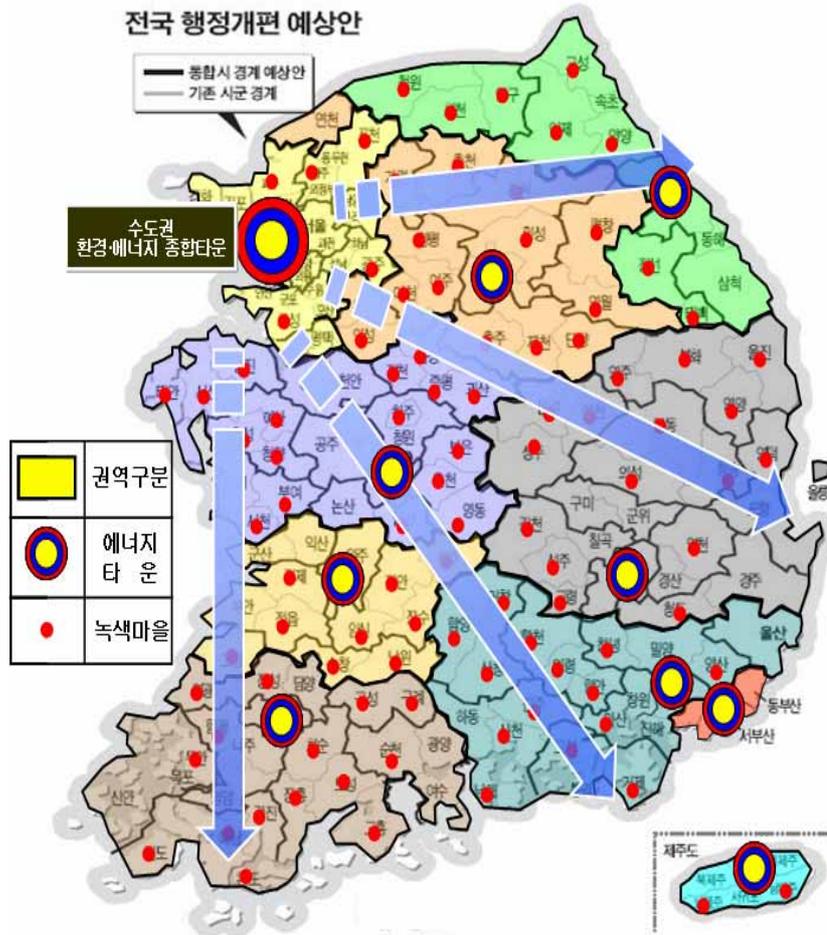
<표 4> 에너지 생산단가

구 분	태양광	풍력	소수력	폐기물
생산단가(원/kwh)	716	107	70	71

- 폐자원 및 바이오매스 에너지화사업을 촉진하고 조기에 전국적으로 확대 시행하기 위해서는 신재생에너지사업의 거점화 전략이 필요
- 지역별 여건과 특성에 따라 에너지 타운과 녹색마을을 체계적으로 확산·조성

- 대도시의 광역쓰레기 매립지를 중심으로 광역환경·에너지 종합타운(수도권매립지 및 10개 광역쓰레기 매립장)을 건설하고 지방 중소도시 및 농산어촌에는 600개 저탄소 녹색마을을 조성

<그림 3> 신재생에너지 공급 거점의 확산전략



- 특히 신재생에너지 공급을 전국적으로 확산시키기 위해 지방 중소도시 및 농산어촌 지역에 「저탄소 녹색마을」을 조성함으로써 자원재활용, 에너지 자립 및 녹색생활공간 조성을 도모
- 외국의 경우 에너지 자립마을의 시범사업을 통해 신재생에너지 활용 촉진을 범 국가적으로 추진
 - 일본은 하수슬러지, 음식물쓰레기, 가축분뇨, 산림 및 농업부산물을 포함한 도·농 복합형 “바이오매스 타운”을 조성
 - ※ '06년 「바이오 매스 일본 종합전략」을 수립하고 ‘10년까지 300개 바이오매스타운 조성 추진(’ 08.7월 현재 151개 지역 확정)
 - 독일의 경우는 음식물쓰레기, 농업부산물, 건초, 가축분뇨, 산림부산물을 활용한 농촌형 바이오타운을 건설·운영(530만 유로)

<그림 4> 일본 바이오매스타운 구상과 독일의 윤데(Jünde)마을



3. 저탄소 녹색마을의 사업의 목표 및 전략

◇ 지역적 특성을 고려, 전국에 “저탄소 녹색마을”을 조성하여 ‘20년까지 농촌지역의 에너지 자립도를 40%까지 제고

- ☞ ‘09년까지 저탄소 녹색마을 조성방안 마련
- ☞ ‘10년부터 시범사업(4개 마을) 추진 및 ‘20년까지 전국(600개 마을)으로 확대

□ 녹색마을의 비전과 목표

○ 녹색마을의 비전

- 저탄소 녹색마을은 단순한 신재생에너지 인프라 보급 차원을 넘어 “녹색성장을 위한 자원순환형 지역사회 형성”을 비전으로 설정
- 구체적인 세부목표로는 녹색마을 조성을 통해 ① 에너지 자립, ② 지역경제 활성화, ③ 지역공동체 형성을 추구

○ 녹색마을의 추진목표

- ‘10년 4개 시범마을 조성을 시작으로 ‘20년까지 전국에 600개 녹색마을을 조성
- 우리나라 전국 읍·면 지역의 에너지 자립도를 ‘20년까지 40%로 제고하여 연간 348만MWh를 공급(78.5만TOE/년 확보)

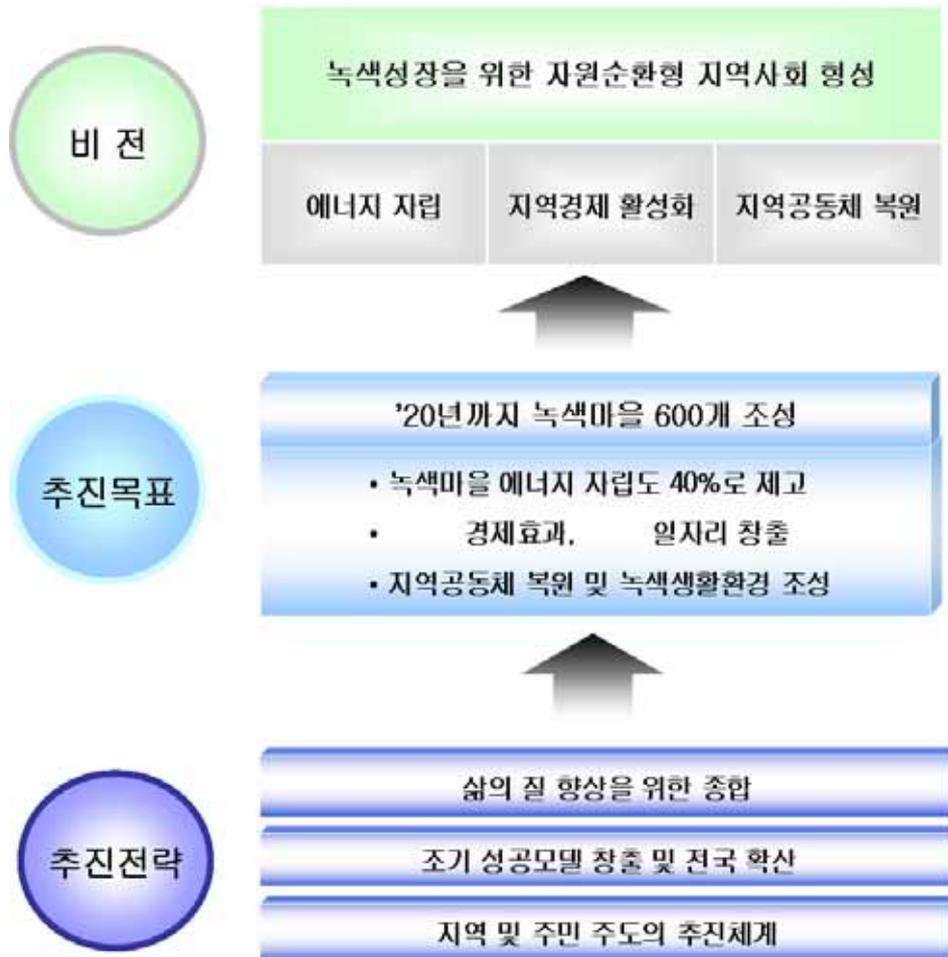
※ 1,417개 읍·면의 평균 전력소비량은 연간 870만MWh에 달함(농촌 지역 평균가구수는 3인/가구 기준, 평균 소비전력량은 250kwh/가구·월로 산정)

- '20년까지 9조 6,953억원의 생산과급효과와 16만 2,749명의 일자리를 창출
- 녹색마을사업을 통해 지역공동체를 복원함으로써 녹색성장을 위한 마을단위 거버넌스로 활용

□ 녹색마을의 추진전략

- 삶의 질 향상을 위한 종합적 접근
 - 신재생에너지를 중심으로 웰빙문화, 친환경생태교육, 친환경 교통·주거, 녹색산업 등 생활여건이 종합적으로 갖춰진 살기좋은 저탄소녹색마을 구현
- 조기 성공모델 창출 및 전국적 확산
 - 사업 초기단계인 만큼, 행·재정적 지원을 통한 성공모델 창출이 중요한 바, 인센티브 부여 등을 통하여 사업의 조기착근 도모
 - 자치단체에 대한 행·재정 지원 및 네트워크를 활용하고 포상 및 평가 등의 수단을 통해 자치단체장의 관심을 유도하고 전국적인 붐업(Boom-up)을 촉진
- 지역 및 주민 주도형 추진체계
 - 새마을운동 등 국민운동의 성과와 경험을 바탕으로 지역공동체(Community building)가 저탄소 녹색마을로 탈바꿈할 수 있도록 종합적으로 지원
 - 주민생활운동화, 의식개혁교육 추진역량 및 중앙 - 지방 -주민공동체로 연계된 거버넌스 체계 확보
 - 사업추진의 지속성(sustainability)을 위해 녹색마을사업에 대한 주민참여와 자율운영(self-governing) 시스템의 구축

<그림 5> 저탄소녹색마을의 목표와 추진전략



IV. 국내외 저탄소 녹색마을 사례 분석

1. 해외 사례분석

1) 독일의 자립형 에너지 마을 운데 (Jühnde)

□ 독일의 신재생 에너지 정책 개요

- 독일은 환경적인 측면에서 정부 주도형태의 선구적인 국가였지만, 1990년대 초까지만 해도 신재생에너지 산업이 활성화 되지 않았음
- 그러나 지금은 신재생 에너지 잠재력이 높은 국가로서 전 세계 풍력발전량의 1/3을 차지하는 정도임
- 독일 신재생 에너지의 역사는 1970년대부터 시작되었는데, 당시 석유과동으로 유가가 급등하여 대체에너지 연구가 시작되었으나 상업적 성공으로 이어지지 못함
- 1986년 체르노빌 핵발전소 사고로 인해 원자력 발전에 대한 반대여론이 높아졌고 대체에너지에 대한 국민적 요구에 밀려, 1990년 독일하원은 모든 재생에너지를 전력업체들이 구입하도록 하는 '전력매입법'을 통과 시켰음
- 1991년초 56메가와트에 불과했던 독일의 풍력발전량은 매년 꾸준히 성장해 10년 후 6,100메가와트로 늘어났고, 4만명이 풍력산업에 고용되었으며, 전기를 수출하기도 함

□ 운데마을의 에너지 재생 현황

- 독일 남부 니더작센주 괴팅겐 근처의 187가구 750여명의 전형적인 농촌 마을인 운데는 독일의 첫 번째 바이오에너지 마을임

<그림 6> 운데마을 위치와 전경



- 이 마을은 독일 정부에서 지정한 '미래를 준비하는 마을'로 선정되었으며, 2004년 11월 독일의 농업부, 환경부 장관이 방문하면서 유명해짐
- 150여 가구의 작은 농촌마을이 세계적으로 유명해진 배경에는 바이오 에너지를 이용해 화석연료의 사용을 획기적으로 줄일 수 있었을 뿐 아니라, 부가적인 전력판매를 통해서 마을의 수익을 높일 수 있었기 때문
- 실제로 운데 마을의 열병합 발전소에서는 마을에서 필요한 연간 전기 사용량(2,000Mwh)의 2배인 4,500Mwh를 생산해냄
- 이 열병합발전시설(CHP)의 전력용량은 700kWh 이며 연간 4~5백만 kWh를 생산해 지역에 필요한 전력 2백만kWh를 충분히 공급하고, 남은 전력은 독일의 재생에너지원법(EEG)에 따라 18cent/kWh의 높은

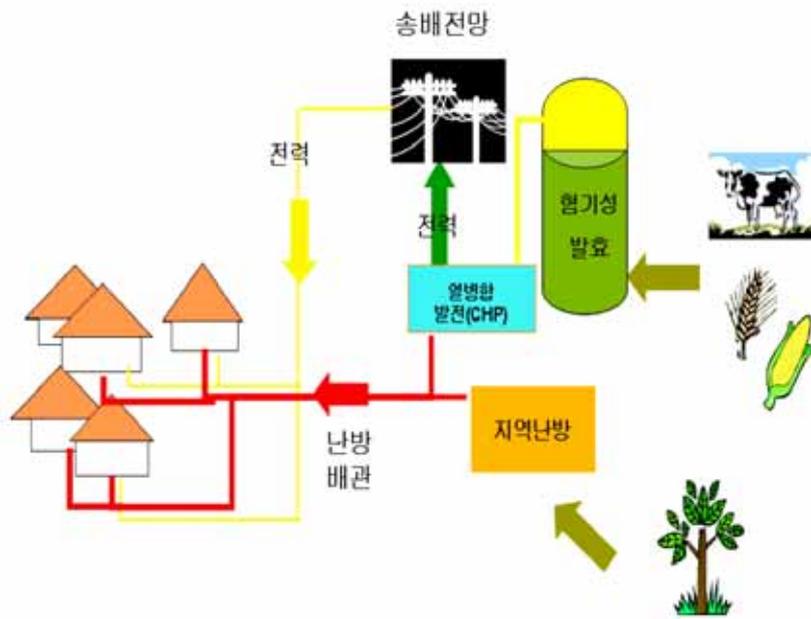
값으로 전기공급망에 판매해 농가의 소득원으로 주민들의 경제적 자립에 도움을 주고 있음

- 또한 열병합 발전소에서는 전기를 생산할 때 발생하는 열을 이용해 운데 마을의 온수 및 난방용수를 공급하고 있음
- 운데마을에서는 온수 및 난방용으로 1년에 약 3,500MWh가 필요한데, 열병합 발전소에서는 1년에 5,500MWh의 열을 부수적으로 생산함
- 다만 겨울철 혹한기에는 추가적인 난방에너지를 필요로하기 때문에 부족한 부분은 산림에서 목재를 벌채해서 공급하고 있음
- 이처럼 운데마을에서는 필요한 난방연료를 석유나 석탄처럼 온실가스를 발생시키는 화석연료가 아닌 바이오매스를 이용해 100% 자급 자족하고 있음

○ 운데마을 바이오 에너지의 기술 개념

- 독일 에너지 마을 운데가 사례로 유용한 이유는 우리의 농촌에서도 풍부한 바이오 에너지를 재생에너지원으로 활용한 대표적 사례이기 때문
- 즉, 운데마을에서는 지역 농가와 산림에서 생산된 바이오매스를 이용해서 필요한 전기를 생산할 뿐만 아니라 난방용 온수를 공급하고 있음
- 바이오에너지 마을에서는 인근 축산 농가에서 발생한 축산분뇨와 농장에서 재배된 밀, 옥수수 등의 에너지 작물을 혼합해서 혐기성(anaerobic) 상태에서 발효시켜 메탄가스를 얻게 됨
- 축산분뇨에서 발생하는 메탄가스(CH₄)는 이산화탄소보다 온실효과가 큰 기체이기 때문에 태울 필요가 있을 뿐만 아니라, 연소과정에서 전기를 생산할 수 있음
- 특히 열병합 발전기(CHP : Combined Heat and Power station)를 사용할 경우 부가적으로 난방용 온수를 공급할 수 있는 장점이 있음

<그림 7> 윤데마을의 기술개념도

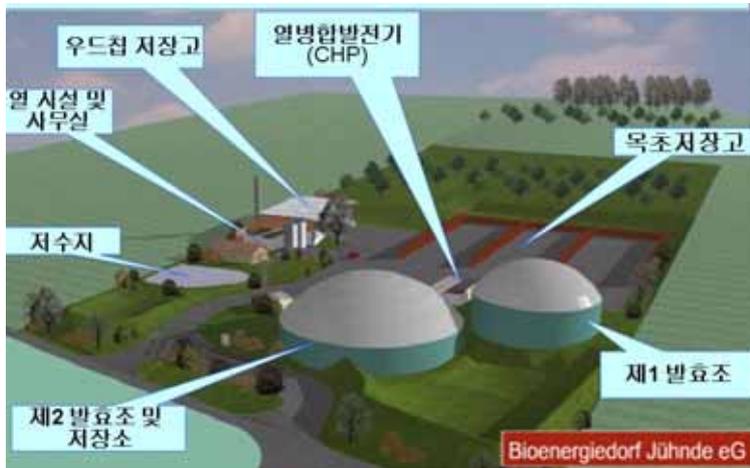


출처 : 진상현(2007)

○ 바이오 연료 추출과정

- 축축하게 저장되는 바이오매스(여기서는 생목초)는 기계적인 탈수과정을 거쳐 두 부류로 나뉨
- 하나는 역압축을 통해 쉽게 분리할 수 있는 유기물 압착액이고, 또 다른 하나는 탈수시켜 나온 목초로 섬유질과 목질이 주 성분임
- 유기물 압착액을 따로 추출해 냄으로써 미네랄을 온전히 발효시켜낼 수 있는데, 이 압착액은 바이오가스실로 옮겨 열흘간 발효시킴

<그림 8> 운데 바이오 매스의 시설 모델



○ 바이오에너지 마을사업을 통해 난방비용을 절감

- 바이오 에너지 사업시행 이전에 석유보일러를 사용했을 때에는 난방용 등유를 구입하는 데 가구당 연간 2,500 유로가 소요되었지만, 바이오 에너지 사업을 통해 난방비를 1,750 유로로 줄일 수 있었음
- 운데 마을의 바이오 에너지 사업은 난방 수요자 뿐만 아니라 지역의 에너지 공급자들에게도 경제적인 이익을 가져다 주었음
- 메탄의 혐기성 발효에 필요한 축산분뇨는 지역의 9개 농가로부터 전량 공급받고 있고, 발효과정에 투입되는 밀과 옥수수도 모두 운데 지역 농가에서 공급받고 있음

- 이를 통해 축산농가와 옥수수, 밀 농가는 연간 22만 유로의 고정소득을 얻고 있음

<그림 9> 윤테마을의 온수 및 난방용수 배관도



자료 : <http://www.createacceptance.net>. 진상현(2007)에서 재인용

□ 윤데마을 바이오 에너지 사업의 주체와 추진과정

○ 사업 추진의 배경

- 윈데 마을의 바이오 에너지 사업은 마을 인근 괴팅엔(Göttingen) 대학에서 먼저 제안함
- 괴팅엔 대학의 경제학, 사회학, 지리학, 환경학 전공 연구자들이 '지속가능한 발전을 위한 학제간 연구센터'를 결성하였고, 1998년부터 바이오 에너지 마을 프로젝트를 시작함
- 이들은 지속가능한 생활양식을 현실에서 직접 구현하기 위해 바이오 에너지 마을 프로젝트를 인근 40개 마을에 제안하였음
- 17개 마을이 이 프로젝트에 관심을 보였으며 센터에서는 현황조사 및 설문조사를 통해서 4개 마을을 최종후보로 선택했으며, 종합적인 타당성 평가를 통해서 최종적으로 윈데 마을이 선정되었음

○ 지역 주민들의 역할

- 사업제안은 괴팅엔 대학이 먼저였지만, 이 사업을 실현시키는 데 있어서는 윈데 마을 주민들이 중요한 역할을 담당함
- 대학에서는 이사업을 제안하면서 정부의 지원을 지원했지만 중앙정부의 반응은 미온적이었고, 지역 주민들 역시 수동적인 태도를 보임
- 그러나 괴팅엔 대학에서 주최한 설명회에서 기후변화의 문제성과 미래 세대에 대한 책임성을 100명의 주민 앞에서 소개하게 되었는데, 이 일을 계기로 주민들의 태도가 바뀌게 됨
- 주민들은 바이오 에너지 마을 사업을 추진하기 위해 2001년 협동조합을 결성했으며, 현재 전체 주민의 70%가 조합원으로 가입한 상태임
- 조합원들은 1,500 유로씩 출자해 자본금 50만 유로를 마련하고, 부족분에 대해서는 연방정부와 지방정부에 지속적으로 지원 요청함

- 결국 3년 만에 중앙정부와 지방정부로부터 150만 유로의 지원을 얻을 수 있었고, 은행에서 280만 유로의 저리 융자를 받으면서 2005년 9월에 시설을 완공하게 됨

□ 정책적 시사점

○ 지역주민의 참여

- 원데 마을 내부의 사회적 자본도 바이오에너지 마을의 성공에 중요한 역할을 담당함
- 괴팅엔 대학이 마을 사업을 제안하고, 원데마을이 선정되기까지의 과정에서 대학에서는 주민들의 의식과 참여도도 등을 중요한 평가 기준으로 삼음
- 특히 원데마을은 주민의 70%가 바이오에너지 마을 조합에 가입하여 활동 하는 등 높은 참여와 신뢰를 보여줌
- 더불어 괴팅엔 대학이 사업을 제안했을 때, 사업 실행에 대한 마을주민간의 구체적 토론에서 뚜렷한 의견차이를 나타내기는 했으나, 이러한 논의과정이 지역주민들을 양분하거나 공동체를 해체하는 결과를 초래하지 않음
- 이처럼 원데 마을 주민들 간의 신뢰와 유대관계가 지역주민의 참여에 바이오 에너지 마을을 추진하고 이를 성공적으로 이끄는 데 중요한 원동력의 하나로 작용함

○ 지역외부 전문가 지원체계

- 전형적인 농촌지역이었던 위데 마을 주민들에게 대체에너지의 필요성과 기후변화에 대한 중요성을 인식시키고 사업을 추진할 수 있도록 동기를 제공하고 추진체계를 지원하는데 중요한 역할을 지역 대학이 담당함
- 바이오에너지 마을 사업이 성공은 지속가능한 지역사회 구현을 고민했던 지역외부 전문가 지원체계로서의 대학과 지역사회와의 유기적인 관

계에서 비롯됨

- 또한 원데 마을이 성공적인 바이오에너지 마을이 될 수 있었던 것에는 정부와 마을 간의 신뢰관계에서도 중요한 역할을 하였음
- 사업 초기 연방정부는 미온적인 태도를 취하며 재정적인 지원을 거부 하였으나 끊임없는 주민들의 요구와 노력을 나타냄
- 과정에서 형성된 정부가 주민에 대해 갖는 신뢰는 곧 초기자본인 50만 유로의 세 배인 150만 유로의 지원으로 이어짐
- 이처럼 대학을 비롯한 정부, 은행 등 지역 외부 전문가 지원체계가 바이오에너지 마을의 성공에 중요한 요인이 될 수 있었음

○ 생태환경 조건

- 원데 마을의 바이오에너지 사업은 마을 내부의 생태적 자원을 지속가능한 방식으로 적절히 이용할 수 있었기에 성공할 수 있었음
- 마을에서 발생하는 축산 분뇨를 폐기물로 처리하는 것이 아니라 축산 분뇨에서 발생하는 메탄가스를 이용하여 지역의 난방과 전력을 공급
- 메탄가스는 겨울철에 필요한 주민 750명의 난방 등에 이용 이후 추가적으로 필요한 에너지는 지역 숲에서 목재를 이용
- 원데마을은 800ha의 숲을 갖고 있으며, 이 숲에서 얻는 목재로 연료를 공급하여 다른 지역으로부터 화석원료 등을 수입하지 않고 지역의 내부에서 필요한 에너지를 충당할 수 있도록 함
- 이러한 목재사용은 지역 숲을 파괴하지 않고 오히려 지역 숲을 성장시키면서도 생태적으로 지속가능한 수준에서 생태환경자원을 이용하여 지역 내 필요한 에너지를 안정적으로 공급함
- 즉, 지역에 축산분뇨에서 얻는 메탄가스 외에 필요한 추가적인 에너지 자원으로서의 목재는 연간 400톤 정도이며, 이 정도의 목재는 800ha의 숲에서 매년 재생되는 양의 10%에 불과함

2) 덴마크 삼쇠 섬(Samsø island)

□ 삼쇠도의 에너지 재생 개요

○ 삼쇠도의 재생에너지 현황

- 삼쇠도는 덴마크 중앙에 위치한 면적 114km², 인구 4,100명 규모의 섬으로 주요 산업은 채소와 과일을 재배하는 농업이며, 관광이 두 번째 산업을 형성함
- 인구의 고령화, 농업경쟁력 약화, 어업인구의 감소 등으로 낙후를 면하지 못했으나, 신재생에너지의 섬으로 탈바꿈하여 세계적으로 주목을 받고 있음

□ 삼쇠도 에너지 사업 추진과정

○ 삼쇠도의 재생에너지 추진 배경

- 삼쇠도는 66세 인구 이상의 노인들이 섬 인구의 20% 이상을 차지하여 덴마크내에서 가장 노령화되고 섬내에 16개 이상의 아이들이 다닐 수 있는 학교가 없어 아이들이 자라면 대부분 섬을 떠나 청년인구가 계속 줄어 어려움을 겪고 있었음
- 1997년 덴마크 정부가 개최한 '신재생에너지 아이디어 경연대회' 10년 이내의 탄소중립적(Carbon Neutral)인 무공해 섬을 조성하는 '삼쇠도 개발 프로젝트'를 우수작으로 선정
- 풍력·태양열·바이오매스 등 신재생에너지로 섬에너지 수요를 모두 충당하는 정책 추진
- 저소득·저학력·고령의 농부들이 대부분인 섬 주민들의 폭넓은 참여를 기반으로 추진된 것이 특징임

○ 삼척도의 재생에너지 주요 사업내용

- 육상풍력발전기 11기, 해상풍력발전기 10기, 밀집을 이용한 지역난방시설 3기, 태양광 및 우드칩 난방시설 1기등 신재생에너지 설비를 형성
- 사업에 소요된 정부보조금은 지난 10년간 총투자액 약 800억원의 7.5%(약 60 억원)에 불과하며, 나머지는 주민들이 개인·협동조합 형태로 투자하고 있음
- 섬 내부 전력수요의 100%를 풍력발전으로 충당하고 있으며, 난방에너지는 태양열 및 바이오매스 에너지에서 70%를 충당하고, 30%는 열펌프 등 새로운 난방시스템 도입
- 유채유를 활용하여 자동차·경운기 등의 연료로 사용
- 신재생에너지에 대한 연구, 홍보, 전시, 교육 등을 목적으로 2006년에 건립된 '삼척에너지 아카데미'는 생태건축 공법을 적용하여 건축하였으며, 신재생에너지 체험 및 교육뿐만 아니라 관광명소로 부각됨

○ 삼척도의 재생에너지 주요 성과

- 프로젝트 추진 전에는 신재생에너지의 비중이 전체 에너지 소비의 13%에 불과하고 산소배출량이 연간 6.5만t CO₂에 달하였으나 현재는 풍력 에너지를 외부로 판매하여 탄소배출량 -1.5만t CO₂의 '탄소네거티브 섬'으로 탈바꿈
- 에너지 절감, 환경개선, 소득 증대 등 직접적 효과뿐만 아니라, 고용창출 및 관광수입 증대, 주민들의 자긍심 고양 등 다양한 간접적 효과까지 거두고 있음
- 삼척도의 연간 관광객은 약 50만명에 달하는데 신재생에너지의 섬으로 각국 언론의 주목을 받으면서 세계 각국에서 견학을 목적으로 한 방문객이 크게 증가하고 있음

□ 정책적 의미

- 지역주민 자발적 참여와 전문가의 신뢰관계
 - 10년이내에 탄소중립섬의 실현이라는 명확한 비전과 구체적인 행동 계획을 제시
 - 삼쇠에너지 아카데미 소장을 비롯한 섬 지도자들이 헌신적인 노력을 통해서 주민들을 설득하여 신재생에너지가 환경보전, 지역발전, 소득 증대에 기여할 수 있다는 확신을 갖게 하여 주민들의 참여와 투자를 촉진하였음
 - 보수적이었던 지역 주민들을 10년간 마을 사람들간 수많은 공개회의와 토론을 통하여 설득하였으며, 주민들과의 토론과정에서 형성된 신뢰가 곧 투자로 연결됨
 - 삼쇠도 에너지 에너지 발전 설비의 대부분은 개인 소유 또는 협동조합의 형태로 투자를 함
 - 가령 11기의 육상풍력발전터빈 중 9기가 섬주민이 소유하고 나머지 2기는 협동조합형태로 주민들이 지분소유를 가지고 있으며 10기의 해상풍력발전터빈 중 5기는 삼쇠도 자치정부가 투자하여 소유하고 있으며 3기는 삼쇠도 주민이 자금을 모아 공동투자하였고, 나머지 2기는 협동조합 형태로 주민들의 지분참여에 의해 이루어짐
 - 육상풍력발전기 11기 설치에 약 132억원이 소요되고, 해상에 설치된 10기의 풍력발전기는 약 5백억원이 소요되며, 3개의 지역난방공장 건설이 약 90억원이 투자되었으며 이 외에도 태양열, 바이오매스를 활용한 보일러, 지열을 이용한 열펌프 등 지난 10년간의 투자액을 모두 합치면 8백억원이 넘음
 - 10년간의 재생에너지 설비 투자액 중 정부의 보조금은 7.5%인 약 6십 억원에 불과하여 지역주민의 투자가 없었으면 불가능하였음

- 공익을 위한 사익의 희생, 공익과 사익의 조화 등과 같은 덴마크 국민의 높은 공동체 의식이 삼쇠도 재생에너지 사업의 성공에 크게 이바지 함
- 1973년 제1차 원유파동 당시 혹독한 에너지 위기에 직면한 이후 에너지 문제를 국가 안보의 문제로 인식하고 신재생에너지 개발, 에너지 효율 개선 등에 적극적으로 투자한 정부의 정책 등이 삼쇠도의 에너지 사업의 성공을 이끔

<그림 10> 삼쇠도 마을의 전경



<그림 11> 삼쇠도 아카데미



<그림 12> 육상풍력발전단지



<그림 13> 해상풍력발전단지



3) 일본의 자립형 에너지 마을 이이다시(飯田)

□ 이이다시 바이오매스 에너지 재생 현황

- 이이다시는 혼슈 중부 나가노현의 남쪽에 위치한 관광도시로, 농촌체험 관광을 특화한 이이다형 투어리즘이 유명함
 - 이이다분지는 예부터 상공업의 중심지로서 번성하여 총인구의 20%가 이곳에 집중하며 논과 밭 과수원이 산재하여 있고 산림도 풍부
 - '환경문화도시'를 이념으로 하고 있는 이이다시는 주민참여로 1995년 '신에너지 비전'을 수립
 - 일조시간이 긴 이이다시는 예전부터 태양열온수기의 설치를 추진해, 97년에는 전세대의 34%까지 보급
 - 이에 맞춰 햇살발전시스템도 2010년까지 전체가구의 30%까지 보급한다는 목표를 설정함

□ 이이다시의 바이오매스 사업의 주체와 추진과정

- 이이다시의 시민 발전소 발전 배경
 - 일본의 재생에너지 정책은 전기 사업자에 의한 신규에너지 이용에 관한 특별조치법(RPS)에 의해 오히려 왜곡되고 신에너지(NEF) 보조금 폐지 등으로 위기를 맞음

<그림 14> 이이다시의 태양열 집열판



- 일본의 태양열 온수시장은 1990년대 초반부터 누적량을 줄여가며 잃어버린 재생에너지가 되는 반면, 유럽에서는 경제성의 장점을 덧붙여 건축물에 미학적인 접목을 통해서 매력적인 성장분야가 됨
- 최근 독일의 태양광발전시장 급성장이 세계시장을 주도하면서 일본은 점차 뒤처지는 현상이 일어남
- 이에 따라 재생에너지 육성을 위한 방향이 일본의 시민 단체인 환경정책연구소 중심으로 정부에서 지역과 민간으로 전환됨
- 그 대표적인 방안이 나가노(長野)현 이이다(飯田)시 미나미신슈(南信州) 마을에서 추진되고 있는 햇살진보발전소(햇살)방식임
- 지자체에서의 정책 전환
 - 나가노현 이이다시에서 「햇살진보에너지」를 설립하고, 오카야마현 비전시에서 「비전 녹색펀드」를 설립하여 환경성의 “수려한 곳” 사업에 활동
 - 이밖에도 도쿄도의 에너지정책 「TOKYO 20-20」 책정에 관여하여 2008년까지 실행을 위해 활동하는 등 지자체에서 정책제안이나 사업

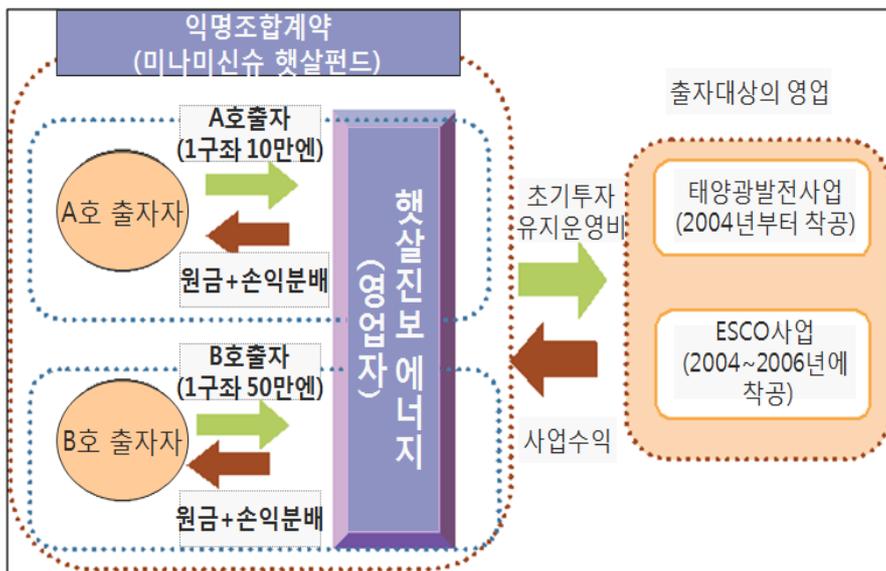
실행을 위해 활동 중

○ 태양열 에너지의 기술과 그 활용

- 일반적으로 태양광발전은 설치비용이 높아 수익사업으로 성립이 되지 않으나 햇살 방식은 정부나 자치단체의 보조금과 시민출자를 조합해 투자액을 충당함
- 전기요금 수입만으로 설치 비용회수를 할 수 있도록 하여 자치단체와 민간은 부담이 거의 없어 설치가 크게 늘어남
- 이와 같은 시민출자 방식은 환경에너지 정책 연구소와 훗가이도 그린 펀드에 의해 만들어진 이후 2004년부터 2008년까지 4년간에 걸쳐 1208kw(150건 이상)를 설치함
- 미나미신슈에서는 지난 2004년부터 총 1억 3천만엔을 투자하여 보육원, 공민관 등 38개소 총면적 1412㎡에, 208kW의 태양광 발전소를 설치함
- 연간 발전량은 25만 kwh로 연간수입이 전력판매로 500만엔, 녹색전력으로 100만엔 등 모두 600만엔에 이르며 연간 113만톤의 CO2를 삭감함
- 2006년부터 2008년까지 약 7억 5천만엔 사업비로 대규모 태양광 사업을 추진하여 총면적 6788㎡에, 1000kw의 발전소를 설치함
- 연간 발전량은 25만 kwh로 연간수입이 전력판매로 2640억엔, 녹색전력으로 440만엔 등에 이르며 연간 543만톤의 CO2를 삭감함
- 1998년에 착공된 이이다시 미술박물관은 에너지 효율화로 비용절감을 이룸
- 총 연면적 5,000평을 운영하기 위하여 연간 101만 kW의 에너지를 사용해야 했으나 공조설비의 열원기를 교체하는 리모델링으로 에너지 사용의 35%를 절감, 연간 200톤의 CO2배출을 경량함
- 이이다시는 당초 재정부담이 무거워 리모델링을 포기하려 했으나 햇살 방식으로 재정적 부담을 해결함

- 햇살방식은 투자비용을 대신하여 기기를 설치하고 일정기간 소유하면서 시설측에 서비스를 제공하는 방식으로 하기 때문에 소비자가 초기 투자비용이 필요하지 않는다는 장점을 지님
- 또한 햇살에너지회사는 파이낸싱을 담당하는 대부회사와 최적설계회사라는 두 모습을 갖추고 설비회사도 시공회사도 아닌 고객과 기업의 서비스 제공 회사형태임
- 미나미신슈의 햇살 펀드는 하나의 금융상품으로 자리매김을 함
- 예탁금이나 국채와 비교하여 위험도는 조금 높지만 주식이나 투자 신탁만은 아니고 저금리 시대에 있어 예탁금이나 국채보다는 유리하다는 장점을 지님
- 햇살펀드 출자금은 출자대상사업에만 투자되어 여기에서 나오는 수익에 따라 각각의 출자자에게 현금분배를 함

<그림 15> 미나미신슈 햇살 펀드 운영 방식



○ 목질계 바이오 매스 에너지

- 미나미 신쥬의 햇살발전소는 태양광 발전 뿐만 아니라 에너지 효율화와 목질계 바이오 매스 에너지 생산으로 넓혀가고 있음
- 목질 펠릿은 비용, 수송, 저장의 측면에서 단점을 지녀 그 수요가 많지 않았으나, 햇살 사업으로 비용이 들지 않아 증유나 등유 대신 펠릿 보일러를 설치해 화석연료의 수요를 줄이고, 비용감소를 이룸
- 특히 등유가격이 리터당 87엔에서 연 5%씩 상승하고 펠릿 가격을 kg 당 30만 엔으로 묶어두면 9년 만에 그 비용을 완전하게 회수할 수 있어 경제성도 확보함
- 이에 월동 난방비로 10만 리터의 등유를 사용하는 대신에 비닐하우스 전용 펠릿 보일러를 개발하여 온실농가에서 사용이 증가함

□ 정책적 시사점

○ 지역주민, 정부, 비영리민간단체의 다각적 협력

- 이이다(飯田)시가 성공적인 대체 에너지 마을로 부상한 배경에는 중앙 정부와 지방자치단체, 시민, 비영리민간단체(NPO) 간의 '4각 협력 시스템'이 자리잡고 있음
- 지난 2004년부터 시작된 이들 4자 간의 유기적 협력은 지난해 3월 '오히사마 신포(進歩) 에너지(햇님 진보 에너지)'라는 이름의 자체 전력회사 설립이 대표적임
- '오히사마 신포 에너지'가 공공기관에 태양광 발전 설비를 설치할 때, 그 비용은 중앙정부가 3분의2를 부담했고 나머지는 시민출자로 충당하여 시민들이 자발적 참여함
- 시민들은 적게는 10만엔(약 100만원), 많게는 50만엔(약 500만원)까지 미나미 신쥬 햇살 펀드 형식으로 출자금을 지원

- 생산된 에너지를 판매하여 얻는 수입으로 '오히사마 신포 에너지'는 각 출자자들에게 10~15년에 걸쳐 원금과 이익금을 배당
- 지역 NPO '오히사마 신포'는 시민들의 관심과 적극적인 참여를 이끌어내는 데 결정적인 역할을 했고, 이이다시는 이 회사가 태양광판을 설치할 수 있도록 관할 공공기관의 지분을 제공하여 성공적인 대체에너지 마을을 형성
- 700여 명의 시민들이 '오히사마 신포 에너지'에 출자했으며 많은 시민들이 자신들의 집 지붕에 태양광판을 설치, 개인용 발전소를 설치함
- 생태환경조건
 - 이이다시가 '태양의 마을'이라 불릴 만큼 풍부한 햇빛 자원을 갖고 있음
 - 태양 에너지를 이용하여 에너지를 생산하는 전력량은 공공기관 사용량을 충족하여 지역의 에너지를 자생적으로 창출, 소비하여 화석에너지의 소비를 줄이고, CO2 방출을 감소
 - 잉여전력을 인근지역에 전력을 판매가능하여 수익을 창출

4) 트랜지션 타운 - 아일랜드 킨세일/ 영국 토트네스

□ 트랜지션 타운 운동의 시작

- 아일랜드의 작은 항구 도시 킨세일의 학교에서 학생들의 발표과제를 킨세일 의회가 채택하면서 시작됨
 - 2004년 Kinsale Further Education 직업훈련학교에서 강의를 하던 롭 홉킨스(Rob Hobkins)와 그의 학생들이 수업시간에 작업을 한 "킨세일 2021 에너지 감축 행동계획(Kinsale 2021 An Energy Descent Action Plan)"이 전세계적으로 확산된 사례

- 수업시간을 통해 오일피크(Oil peak)의 위기를 공유하고 여기에 대한 학생들의 대안을 제출하도록 한 것이 이러한 운동의 계기가 됨
- 톱 홉킨스와, 그의 학생 루이스 루니(Louise Rooney)는 에너지생산, 건강, 교육, 경제, 농업 분야의 지속가능성을 담보하기 위해 마을단위에서 어떻게 적용해야할 지 로드맵을 작성하는데, 이러한 요소들을 발전시켜 트랜지션 타운(Transition Town)개념을 도출함
- 이 에너지 감축 행동계획을 킨세일 마을 의회에 발표하게 되었고 킨세일 의회가 이를 채택하여 에너지 자립 정책이 시작됨
- 애초에 학생들의 수업과제로 시작한 트랜지션 타운 계획은 학생들의 적극적 참여와 교사, 학교의 가세로 킨세일 내에서 큰 반향을 일으킴
- 시의회는 학생들의 보고서를 받아들여 시의 정책으로 채택하고, 마침내 2005년 킨세일은 트랜지션 타운으로 변화하기 시작함
- 이어 시민들이 동참하며 지역화와 도시시스템의 전환을 골자로 하는 학생들의 아이디어는 킨세일 곳곳에서 실현됨

□ 트랜지션 타운 운동의 특징

- 트랜지션 타운 운동은 지역 마을 단위로 지속가능한 삶의 인식을 높이고 가까운 미래에 지역단위의 회복력을 키워야 할 필요성을 알리는 데 있음
- 또한 에너지 사용을 줄이기 위한 방법을 찾도록 장려하는데, 식량을 재배하고 커뮤니티 정원을 만드는가 하면, 폐기물 재활용 및 교환사업을 추진함
- 사업 추진 주체(initiative group)
 - 트랜지션 타운 운동은 중앙정부나 주정부 주도로 이루어진 것이 아니라 이니셔티브 그룹이 마을에서 자발적으로 형성되어 시작된 운동이라는 특성을 가짐

- Kinsale 마을은 록 홉킨스 주도하에 Further Education College 학생들이 주도함
- 사업이 정착된 이후에도 정부가 아닌 지역사회 주민조직을 중심으로 운동이 진행되고 있음
- 처음에는 일부 뜻을 같이 하는 사람들 중심의 소모임에서 시작했지만, 지역농산물과 에너지 등 여러 분야를 검토할 수 있는 다양한 사업 그룹을 만들어냈고, 지역주민의 참여로 인원이 급격히 증가함
- Kinsale Edible Gardens Network
- Health Network
- Education Group
- Kinsale Energy Group
- Kinsale Transport Group

□ 킨세일 트랜지션 타운 운동의 실행전략

- 시민의식 변화와 주민의 삶에 천착할 수 있는 다양한 프로그램
 - 지역주민들 모두 피크오일의 위기를 알고 있고, 이를 삶의 기저에서부터 대응하는 데 인식을 공유함
 - 로컬푸드 중심의 식량 소비 : 매주 화요일마다 장날이 서고 거기서 킨세일 주민과 인근 농지에서 재배한 로컬푸드를 제철음식 위주로 소비
- 일상생활 공간에서부터 에너지 절감, 혹은 자립을 위한 다양한 프로그램을 개발하고 있음
 - 벽 단열재로 농사를 짓고 나온 지푸라기로 채워져 있음
 - 진실의 창이라고 불리는데, 벽에 채워져 있는 것을 믿지 않아 만든 창으로, 겨울에 2~3개월만 난방을 하면 될 정도로 훌륭한 단열재 역할을 함

<그림 16> 벽 단열재 - 진실의 창



- 지붕엔 잔디가 심어져 있고 밑에 고무를 깔아 물이 새지 않게 하고 햇빛을 반사해서 집이 더워지는 것을 막음
- 비가 올때는 풍력발전기를 날이 좋을 때는 태양광 발전기를 켜
- 전기를 만들어내는 데는 골짜기의 물도 이용됨
- 이 모든 것이 가까운 곳에서 에너지를 자급해 석유의존을 벗어나려는 킨세일 트랜지션 타운 운동의 일환

□ 트랜지션 타운운동의 전파

○ 토트네스(Totnes) 트랜지션 타운 운동

- 트랜지션 타운 운동을 시작한 영국내 20여 도시 중 하나
- 킨세일보다 진보한 형태의 트랜지션 타운운동이 전개되고 있는데, 피크오일 이후를 상상해보는 것이 중요하다는 인식이 공유되었음
- 시민들이 함께 석유부족으로 생기는 물가폭등을 상상해 보는 프로그램 운영 : 피크오일에 도달하면 이듬해에는 감당할 수 없는 비싼 석유값

- 때문에 석유배급 시스템이 도입될 것이라는 시나리오를 작성
- 석유에 의존하면 할수록 위험하다는 생각이 주민들을 설득하고 움직이게 함
 - 지역 상인들을 중심으로 로컬푸드, 로컬 머니 운동이 전개되었고 이를 통해 토트네스의 소규모 자영농이 중요한 위치를 차지하게 됨

<그림 17>
트랜지션타운 로고



<그림 18> 지역화폐 사용가능 안내문



- 2020년에는 토트네스에서 통용되는 돈의 절반 정도가 토트네스 지역화폐가 될 것으로 예상됨

<그림 19> 토트네스 지역 화폐



- 지역 상인들이 농민을 지원하고 항상 지역 내부에서 거래가 활성화 될 수 있도록 서로 협력함
- 토트네스 지방 상점에 토트네스 파운드를 사용한다는 로고를 부착하여 토트네스 로컬머니를 활발히 유통하고 지방의 농산물 생산자들에게 다양한 기회를 제공하고 있음
- 아일랜드 킨세일에서 시작한 운동은 이어 영국으로 전파되었고, 오스트레일리아와 뉴질랜드까지 퍼지며 21세기 들어 가장 빠르게 퍼진 시민 운동이 됨

<그림 20> 세계의 트랜지션타운



□ 킨세일 트랜지션 타운운동의 정책적 시사점

- “오일피크”로 대변되는 석유자원의 위기에 대한 교육과 시민들의 의식 전환이 운동 성공의 가장 큰 배경
 - 트랜지션 타운 운동은 그 시작에서부터 석유 채취의 한계가 가져올 석유문명의 위기를 적극적으로 공유함
 - 단순히 석유를 동력으로 사용하는 문제로 한정짓지 않고 석유 가격 상승으로 인해 일상생활 곳곳에서 발생할 수 있는 문제에 대해 지역사회 전반의 토론과 합의를 도출해 냄
 - 지역 학교 학생들이 강의 과제물로 제출한 것이 시의회를 통과하고 정책으로 채택될 만큼 지역 시민사회가 활성화되어 있고 개방적인 것도 중요한 배경
- 지역화폐의 적극적 활용
 - 토트네스 지방의 사례에서처럼 지역화폐를 적극적으로 활용하여 지역사회에 유희노동력을 지역 시장 내에 편입시킬 수 있었는데,
 - 이 노동력은 장기적으로 석유를 동력으로 사용하는 여러 인간활동을 대체해 주는 효과를 냄
 - 특히 로컬푸드를 장려하여 원거리에서의 운송 부담을 줄일 수 있었고, 지역의 농작물 재배를 활성화 시키는 데 성공함
- 전형적인 주민주도의 지역사회개발운동으로 지역주민의 의식 개혁 중요성을 보여주고 있음
 - 관주도의 지역사회개발운동이 가지는 약점인 주민의 자발적 참여를 어떻게 극복해야할 지를 잘 보여주는 사례임
 - 지역사회의 자발적인 아이디어들에 대한 정부의 지원 방식에 대한 중요한 시사점을 보여줌

- 장기적으로 푸드 마일리지(food milage)를 최소화시켜 지역사회 자체의 에너지 문제를 전 국가, 전 세계의 에너지 자립으로 재정립
- 푸드 마일리지를 최소화하기 위한 로컬푸드 장려는 도시의 자족 방식에 대한 근본적 질문을 던지고 있음
- 지속가능한 공동체의 적정규모에 대한 재조명이 필요함

5) 오스트리아 무레크 마을

□ 무레크마을 에너지 자립 노력의 배경

- 무레크 주민들은 냉전시대 '철의 장막'의 영향권 안에 있었기 때문에 고립의 위험성이 높았고, 지리적인 불안 때문에 식량과 에너지 자립의 필요성에 일찍 눈을 뜨
- 곡물과 사료 비축량의 증가와 곡물가격 하락
 - 마을 내 곡물과 사료 생산은 크게 늘어 모두 판매되지 않는 상황에서 곡가가 하락해 농가에 부담이 커짐
 - 1985년 칼 토터를 포함한 세 명의 농부가 정부보조금을 받고 농작물을 판매하지 않고, 지역 내에서 소화할 방안으로 에너지 농사를 고민하기 시작함
 - 날이 갈수록 오르는 기름 값과 처분하기 어려운 곡물 때문에 고민하던 이 지역 주민들도 이들의 아이디어에 지지를 보냄
 - 이들을 중심으로 유채농사가 시작되었고, 이를 통해 바이오 디젤을 생산하기 위한 계획에 진행됨

□ 에너지 자립 사업 추진 경과

○ 바이오 디젤회사 SEEG의 설립과 성장

- 무레크에서 유채가 생산되기 시작하면서 정부보조금과 마을 농부들이 모은 자금으로 1989년 바이오디젤 회사 SEEG를 설립
- 회사 설립 이후 그라츠대학교 바이오디젤 생산 컨설팅업체인 바이오디젤인터내셔널(BDI)의 도움이 큰 영향을 줌
- 마르틴 미텔바흐 그라츠대 교수는 1985년부터 유채와 폐식용유를 이용해 바이오디젤을 만드는 연구 시작하며, 1994년 폐식용유로 바이오디젤을 만드는 데 성공
- SEEG는 미텔바흐 교수의 조언을 받으면서 성장의 발판을 마련함
- 그 전까지는 유채에서 바이오디젤을 생산해 수익성이 낮았지만 폐식용유를 이용하면서 수익성이 개선됨

<표 5> 오스트리아 무레크시의 바이오에너지 회사 현황

구분	SEEG(바이오디젤 생산 회사)	나베르메(지역 난방회사)	외코스트롬(바이오가스회사)
운영	570명의 주민 투자	SEEG+2명의 농부 투자	나베르메+7명의 농부 투자
원료	10%유채유+90%폐식용유	나무(wood chip)	축산 분뇨와 농업 부산물
연생산량	1천만 ℓ	8500MWh	8400MWh
용도	무레크 지역 자동차 연료 공급 및 타 지역 판매	무레크 지역 난방 85% 공급	무레크 지역 전기 100% 공급

- 폐식용유를 정제해 바이오디젤을 생산하면서 수익률은 높아졌고, 1998년에는 잡곡 등으로 지역난방을 하는 나베르메에 투자
- 이어서 나베르메가 자리를 잡자 2005년엔 바이오가스로 전기를 생산하는 외코스트롬이 세워짐
- 마을에 에너지 기업이 하나씩 만들어질 때마다 이전에 만든 회사가 적극 투자를 하면서 마을의 에너지 자립도는 높아짐
- 2000년 213만 유로(약 39억 원)였던 매출이 2008년 1000만 유로(약 185억 원)를 돌파
- 회사 외형은 커졌지만 주요 의사 결정을 주민들이 하는 운영 방식은 변하지 않음
- 매년 6월 열리는 주주총회에서 새로운 사업계획 등 회사와 관련된 중요 결정이 내려짐

<그림 21> 오스트리아 무렉크시의 바이오에너지 거리



○ 바이오매스 에너지 활용의 구체적 내용

- 에너지 자립도 170% SEEG의 주주인 무레크 주민들은 SEEG가 퀘도에 오르자 1998년 난방 관련 자회사인 나베르메를 세움
- 나베르메가 난방을 하기 위해 사용하는 주 연료는 근처 숲에서 베어온 경제성 없는 잡목으로, 이 나무를 때서 물을 데우고, 데워진 물은 마을 전체에 깔아둔 파이프라인을 통해 각 가정과 학교 등으로 공급됨
- 이곳 지역 주민의 90% 정도가 나베르메가 공급하는 온수를 통해 난방을 해결함
- 2005년에는 설립된 바이오전력 회사인 외코스트롬은 돼지 분뇨 등을 이용해 만든 전기를 오스트리아 전력공사에 판매함
- 현재 무레크 지역 주민 80여 명은 태양광시민발전소 건설도 준비하고 있음

<그림 22> SEEG 연도별 매출액



○ 무레크 마을 에너지 자립 사업의 성과

- 마을에서 50km 내에 있는 숲에서 채집한 잡목을 나베르메 창고에 채워두고, 이를 태워 생긴 열로 마을 공공시설과 개별 가구에 난방을 공급하게 됨
- 바이오디젤 생산회사 SEEG는 1989년 지역 주민 570명과 칼 토터가 손을 잡고 세운 회사로, 유채와 폐식용유를 이용해 연간 1천만ℓ의 식물연료와 바이오디젤을 만들어냄
- 여기서 만들어진 바이오디젤은 지역의 자동차와 트랙터 등 농기계에 연료로 쓰이고, 무레크에서 30km 떨어진 그라츠에서 운영되는 바이오디젤 버스 152대의 연료로도 공급됨
- 마을에서 필요한 에너지의 총량은 난방 전기 운송연료를 모두 합해 9만 MWh. SEEG 등 무레크의 3개 에너지 회사가 생산하는 에너지는 15만2000MWh로 에너지 자립도가 170%에 육박하여, 잉여 전력은 타 지역에 판매해 수익을 올림
- 무레크 주민 한 사람이 1년에 에너지를 사용하는 데 들이는 돈은 평균 1500유로(약 277만 원)에 불과하고, 지역에 있는 바이오디젤 주유소에서 기름을 넣게 되었으며, 지역난방회사를 통해 난방을 해결함
- 난방 부문에서만 석유 1500만 L를 대체하는 효과를 내고 있고, 이산화탄소 배출도 5만5000tCO₂ (이산화탄소톤·1tCO₂ 은 전력 2500kWh를 사용할 때 배출되는 이산화탄소량) 줄였음

□ 무레크 마을의 성공요인

○ 지역주민들의 적극적인 참여

- 주민들은 10년째 자동차 연료로 사용되는 폐식용유를 수거하고 있는데, 가정에서 나온 폐식용유는 '에코 서비스'라는 기업이 수거해 바이오디젤 생산회사 SEEG로 운송하는 시스템을 갖추
- 정부의 지원을 받아 운영되는 에코 서비스는 오스트리아뿐만 아니라

인근의 슬로베니아 등 동유럽 국가에서도 폐식용유를 수거해 SEEG에 공급함

- 마을 주민들이 각자의 자리를 지키면서 부가가치를 생산해내고, 농업만으로도 생계를 유지할 수 있고, 그래서 사람들이 농촌을 떠나지 않는 것이 '에너지 농사'와 같은 새로운 시도를 할 수 있는 든든한 버팀목
- 에너지와 관련한 주민들의 끊임없는 아이디어 제시

○ 정부의 친환경 에너지 정책

- 오스트리아 정부도 친환경 연료 보급에 적극적임
- 정부는 모든 경유 차량에 연료의 5%를 바이오디젤로 채우도록 의무화 했는데, 바이오디젤은 일반 경유와 가격은 비슷하지만 이산화탄소와 미세먼지 발생량이 경유의 절반 수준임
- 오스트리아는 지난해 7월부터 일반 자동차를 대상으로 탄소부담금 제도를 시행하고 있음
- 이 제도는 신규 차량 구입 시 km당 배출 이산화탄소의 양이 180g을 초과할 경우 초과 g당 25유로(약 4만6000원)의 추가 부담금을 내는 것인데, 그 반대로 하이브리드, 액화가스, 메탄가스 등 대체연료를 사용하는 자동차를 구매할 때는 500유로(약 92만 원)의 정부지원금이 지급됨

□ 무레크 마을의 정책적 시사점

○ 시장 기제를 활용한 에너지 자립 사례

- 무레크 마을 사례는 지역 농민들이 스스로 바이오 디젤 기업을 설립하여 성공한 사례로 그 의의가 큼
- 향후 한국의 녹색마을 만들기에 있어서도, 단순한 정부 지원에서 그치는 것이 아니라 시장을 잘 활용할 필요가 있음

2. 국내 사례분석

1) 한국의 자립형 에너지 마을 홍동마을

□ 홍동면 에너지 자립의 배경

- 충남 홍성군 홍동면은 1500여 가구의 약 4,200여명의 인구를 가진 전형적인 농촌지역으로 오리를 이용한 친환경 농업으로 유명

<그림 23> 오리농업의 모습



- 국내에서는 최초로 1976년 환경농업을 시작하였으며, 1958년 ‘더불어 사는 평민’을 기르고자 설립된 풀무학교와 깊은 관련을 맺음
- 풀무학교는 기독교 신앙, 생태보존, 국제 평화를 추구하는 민간 사업체이며, 이후 홍동면은 1980년대 초반 ‘풀무생협’을 결성하고 유기농 농산물을 생산, 가공, 유통을 함

- 홍동면은 이러한 학교와 생협을 바탕으로 자연과 인간이 공존하며, 자원이 순환하는 생태적 순환의 지역사회를 모토로 함
- 홍동면의 또 다른 특징은 귀농자들의 증가임
 - 홍동면 지역은 타 농업지역에 비해 귀농자들이 많은 편
 - 1980년대에 서울에서 농촌활동을 위해 홍동면을 찾은 여학생들이 홍동 지역에 관심을 갖게 되면서 지역 청년들과 혼인, 농촌지역인 홍동지역으로 들어오면서 귀농이 시작됨
 - 그 이후 환경농업과 생태적 삶에 관심을 갖고있는 도시민들이 홍동면으로 전입해 왔고 2001년에 대학과정이라 할 수 있는 '풀무농업기술학교 전공과정 환경농업과'가 설립되면서 귀농자들이 지속적으로 증가함
 - 풀무학교 교사들을 중심으로 한 환경농업의 의지가 귀농인들의 관심을 끌기 시작하면서 홍동면 전 지역으로 확산되고 있으며, 실제로 풀무학교에서는 환경농업 뿐 아니라 지역의 생태적 순환을 고민하게 됨
- 풀무학교의 실험 : '대체공업 연구소'
 - 1980년대 초반부터 풀무학교에서는 대체공업연구소를 만들고 지역에서 생산된 자원을 통해 난방과 전기를 생산하고 독립적인 에너지 시스템을 만들어 보고자 시도함
 - 하지만 대체공업연구소가 성과를 내기 시작한 것은 1997년 600W 급 소형풍력 발전기를 학교옥상에 설치하면서 부터임
 - 그리고 이듬해 1998년에 12kW의 태양광 발전시스템을 설치하는데, 이 태양광 발전시설은 대체에너지 시범사업의 개념으로 정부에서 80%의 비용을 감당하고 나머지 20%의 비용을 학교 교사들이 분담하는 방식으로 이루어짐

□ 홍동마을 바이오 에너지 사업의 현황과 성과

○ 사업 추진의 배경

- 풀무학교에서 생태적인 에너지를 만들기 위한 시험은 1980년대 초반부터 시작됨
- 당시 '대체공업 연구소'라는 이름으로 연구소를 만들고 지역에서 생산된 자원을 통해 난방과 전기를 생산, 독립적인 에너지 시스템을 만들어 보고자 함
- 그러나 대체공업연구소의 실험적 활동은 성과를 얻지 못하다가 1997년 600w급 소형풍력발전기를, 1998년에는 12kw의 태양광발전시스템을 설치함
- 이 태양광발전시설은 대체에너지 시범사업의 개념으로 정부의 80% 비용지원과 나머지 20%는 학교 선생님들이 참여로 이루어졌음
- 이후 여러 가지 재생가능에너지에 대한 실험과 교육이 학교를 중심으로 일어남

○ 태양광 발전시설의 보급 상황

- 홍동지역에는 풀무학교와 환경농업교육관과 같이 공동시설을 비롯하여 가정집에도 태양광발전시설이 설치됨
- 2005년까지는 태양광 발전시설을 설치한 가정집이 7가구로 이중 4가구는 풀무학교 고등부와 전공부 교사들의 집이었는데, 이 시설들은 2004년부터 시행된 '태양광 주택 10만호 보급사업'의 일환으로 시행되어 설치비의 70%를 정부로부터 보조받음
- 2006년 이후 태양광 발전시설이 전국적으로 확산되고, 기존 설치가구의 홍보효과로 7~8 가구가 추가로 시설을 설치해 사용하고 있음
- 또한 홍동에서는 공공시설에 태양광 발전시설을 이용하려는 움직임도 일어나고 있는데, 특히 고요마을회관은 군에서 지원하는 '아름다운 마을 가꾸기' 사업으로 발전시설을 설치함

- 마을회관에서 생산되고 소비되고 남은 전력을 한전에 판매해 수익금을 얻어, 수익금으로 다시 마을운영자금으로 사용함

<그림 24> 홍동면의 태양광 발전시설



- 2007년 개장한 장애인 생활시설 ‘하늘공동체’에서도 태양광 발전시설을 설치함
- ‘문당리 백년 발전계획’ 수립을 통한 체계적 접근
 - 홍동면 문당리에서는 ‘문당리 백년 발전계획’을 세우고 ‘넉넉한 마을 만들기, 오순도순한 마을 만들기, 자연이 건강한 마을 만들기, 자연과 조화되는 마을 만들기’를 목표로 삼고 이를 실현하기 위하여 에너지에 대한 계획을 세워 신재생에너지를 사용계획을 세움
 - 이 계획에는 자연과 조화되는 마을을 만들기 위한 계획이 포함되어 있는데, 자연에너지를 이용해 에너지를 절약하고 경관이 아름다운 마을로 만들어가고자 함

- 자연에너지를 이용하기 위해 주택 전면에 온실을 설치하거나 지붕녹화로 단열하는 법, 태양열을 이용해 온수를 사용하고 태양광 발전시설을 설치해 전기를 생산하는 가구를 늘여가는 계획을 수립
- 또 집에서 발생하는 음식물 쓰레기, 돈분, 인분 등을 재료로 한 바이오 가스를 이용해 자연에너지를 효율적으로 사용할 계획을 수립함

□ 정책적 시사점

○ 지역주민의 적극적 참여와 아이디어 교환

- 지역 에너지 재생의 규모로 판단하자면, 홍동은 그렇게 의미 있는 사례는 아니지만, 홍동 지역이 에너지 자립 마을, 저탄소 녹색마을의 사례로 주목받는 이유는 주민들의 적극적 참여와 시민 리더십에 있음
- 홍동지역에서 재생가능 에너지를 처음 이용하고 지역 전체로 확산시킨 핵심에는 풀무학교가 있음
- 학교라는 특성상 시간과 성과에 쫓기지 않고 다양한 실험을 할 수 있었고, 학교를 통해 마을 주민과 다양한 소통이 가능했음
- 정부지원이 70%에 달하고 자부담 비용은 30%에 불과하지만, 농민들의 경제적 상황에 적은 비용은 아니었음
- 특히 지원을 받은 농가는 전기를 판매하지 못하게 되어있어 경제적인 이익이 크지 않았으나, 환경적 가치와 에너지 자립의 필요성에 주민들이 공감하는 장이 있었고, 다음세대에 대한 교육의 효과가 있다는 측면에서 추진되었음
- 물론 경제적 혜택이 크지 않은 탓에 모든 주민이 태양광에너지 사업에 만족하는 것은 아니지만, 여전히 마을 주민들의 의견을 모으고 소통하는 장이 만들어지고 있음

○ 홍동마을 사례에서 제시되는 정부의 역할

- 홍동마을에서는 마을회관이나 복지회관과 같은 마을의 공동시설에 재생

가능에너지 시설을 설치함으로써 마을의 공동운영자금도 마련하려 함

- 그러나 태양광 발전 시설을 마을회관에 설치하기 위해 설치비용을 마련하려면, 현재의 용자제도 하에서는 담보설정이 필요한데, 설치비용 마련이 어려움
- 따라서 지역농협차원에서 재생가능에너지 시설에 대한 저리 용자 시스템을 정부차원에서 강구하고, 에너지 판매의 길을 열어준다면, 초기비용의 부담과 함께 원금 상환도 가능해짐

6) 부안 등용 에너지 자립마을

□ 부안 등용마을 에너지 자립 운동의 배경

- 전라북도 부안군 하서면에 위치한 작은 마을 등용에서 에너지 자립운동이 시작된 것은 2003년 부안 원자력폐기물처리장으로 불거진 정부와의 갈등이었음
 - 새만금 간척사업에 이어진 원자력 폐기물 처리장 문제는 주민들의 1년 5개월간의 반대로 무산되었지만, 이 일을 통해 원자력에너지의 대안이 될 수 있는 대체에너지에 대한 고민이 주민들 사이에서 시작됨
 - 이러한 관심과 노력은 '부안시민발전소' 설립으로 이어짐
- 2005년 3월 부안시민발전소와 그 즈음 부안으로 이전한 '생명평화마중물'이 등용마을 에너지 자립을 위한 중장기 계획의 추진 주체가 됨
 - 2005년 2월 부안시민발전소 창립
 - 2005년 3월 에너지 자립마을 모델로 '등용리'가 선정되었고 부안시민발전소, 생명평화마중물이 등용리로 이전되면서 본격적인 에너지 자립 계획이 수립됨

- 2005년 9월 시민햇빛발전호 1호기(3kW)가 완공되면서부터 대체에너지 보급이 본격화됨
- 등용마을의 에너지 자립계획
 - 2015년까지 마을 에너지 사용량의 30% 절감, 총 사용에너지의 50%를 태양광, 풍력, 바이오매스로 대체하려는 계획 수립

<표 6> 등용마을의 에너지 자립계획

준비	2005년 2006년 2007년	<p>재생가능한 에너지 생산을 위한 인프라 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시민 햇빛 발전소(총 36kW) - 지열 냉난방 시스템(35RT) - 태양열 온수기
1차	2008년 2009년 2010년 2011년	<p>마을 전기에너지 30% 줄이기</p> <p>마을 전기에너지 자립도 50% 달성</p>
2차	2012년 2013년 2014년 2015년	<p>마을 총 에너지¹⁾ 30% 줄이기</p> <p>마을 총 에너지 자립도 50% 달성</p>

1) 전기, 난방, 수송 포함

□ 에너지 유형별 활용 실태

○ 태양에너지 활용

- 2005년 부안시민발전소 지붕위에 설치된 3kW의 '시민햇빛발전소 1호기'를 시작으로 '정부 태양광 10만호 보급사업'의 지원을 받아 2007년 생명평화마중물 사무실에 3kW의 태양에너지집열판 설치

<그림 25> 마중물 교육관 지붕 위 반짝거리는 태양전지판



- 2008년에는 30kW 규모의 태양전지판이 생명평화마중물 교육관 지붕위에 설치되면서,
- 2008년 한해 동안 등용마을 햇빛발전소에서 생산해낸 전기는 모두 22,000kW/h였으나, 2009년부터는 등용마을 15가구가 사용할 수 있는 45,000kW/h를 생산할 예정임

- 태양전지판을 통해 직접 전기를 생산하는 것 외에도 태양열 난방시설과 태양열 조리기 등을 다양하게 활용하고 있음
- 지열을 이용한 냉난방과 온수 공급
 - 등용마을에서는 땅 속에 파이프를 묻고 연중 일정한 온도를 유지하는 땅 속 열원을 활용, 냉난방과 온수공급을 동시에 해결하고 있음
 - 2006년 12월 정부의 일반보급 지원을 받아 지열에너지를 활용하기 시작함

<그림 26> 지열을 이용한 냉난방



- 생명평화마을을 중심으로 지하 150m 깊이에 3개의 히트펌프를 설치하였고, 마을 교육관에 20RT(RT는 지열 냉난방의 단위로서 1RT로 26~33㎡의 냉난방이 가능함), 사무실과 식당, 사랑방 건물에 10RT 규모의 지열시설 설치

<그림 27> 지열시설



- 초기시설투자비가 높고 설비운영에 필요한 전력소비량이 많다는 단점이 있지만 연중 14~15도의 온도를 유지하는 지하수를 이용하여 등유 대비 1/3의 가격으로 겨울철 난방을 할 수 있게 되었음
- 바이오매스 에너지
 - 등용마을 역시 농촌이니만큼 바이오매스에 의한 에너지 대체가 유용하나, 이를 활용하기에는 경제성에 문제가 있음
 - 등용마을 내에서 추정된 바이오매스 에너지로는 논 14.9ha에서 생산되는 벚짚에서 0.49 TOE, 왕겨에서 0.19 TOE, 축산폐기물에서 111.11 TOE의 에너지를 생산할 수 있음
 - 하지만 등용마을만으로는 경제성 있는 바이오매스 에너지를 생산하기 어렵다는 지적이 있고, 면단위나 군 단위로 지역을 넓혀 공동 활용하는 방안이 제기되고 있음

□ 부안 등용마을 에너지 자립운동의 현재

- 2008년 8월 등용리 에너지 자립마을 선포와 작은 음악회 개최

등용리 에너지자립마을 선포문

부안군 하서면 장신리 등용마을은 지난 2005년부터 '친환경 농업, 재생가능 에너지, 대안 교육' 을 주제로 새로운 마을 공동체를 만들어가고 있습니다.

마을에서 사용하는 에너지를 절약하고, 효율을 높여가면서, 태양광 발전, 지열 냉난방, 태양열 조리기, 소형 풍력발전기와 자전기발전기 등 재생가능 에너지를 설치하고 있습니다. 다양한 재생에너지를 배우는 에너지 체험학교를 운영하고 있습니다. 이를 바탕으로 2015년까지 마을에서 쓰는 에너지의 30%를 줄이고, 재생가능한 에너지로 50% 이상 전환하여 에너지자립을 이루려 합니다.

지구온난화를 일으키는 온실가스 배출을 줄이고, 고유가와 석유파동에 대비하는 작지만 의미 있는 실천을 우리 생활로부터, 우리 마을에서부터 하고 있습니다. 이러한 '등용리 에너지자립마을 계획' 에는 등용마을 주민과 생명평화마중물, 부안시민발전소와 더불어 부안군, 에너지관리공단 전북지사, 전북의제21, 녹색연합이 함께 합니다.

이를 계기로 더욱 많은 에너지자립마을이 만들어지길 기대하며,
이 사업에 함께 힘과 지혜를 모아 가겠습니다.

2008년 8월 23일

등용리 에너지자립마을을 함께 일구어가는

부안군수 김 호 수

전북의제21 대표 김 보 금

에너지관리공단 전북지사장

녹색연합 사무처장 최 승 국

생명평화 마중물, 부안시민발전소 대표 문 규 현

- 에너지 체험학교 '햇님과 바람의 학교'를 포함한 다양한 에너지 자립 교육 프로그램 개설
 - '햇님과 바람의 학교'는 지열에너지로 냉난방하는 집에서 잠을 자고, 태양에너지로 음식을 조리하는 등 다양한 대체 에너지를 활용한 체험 프로그램
 - 에너지 체험캠프 외에도 청년생태학교 '씨앗', 기후변화에너지교육, '숲과 바람과 태양의 학교' 등을 마중물 교육관에서 진행

□ 정책적 시사점

- 흥동마을과 마찬가지로 농촌에 풍부한 바이오매스 자원을 활용한 에너지 자립 방안이 취약한 것으로 나타났음
- 이러한 문제를 해결하기 위해서는 등용마을 자체 조사결과에서처럼 면 단위, 혹은 군단위에서 바이오매스 자원을 공동 활용하는 방안을 고민할 필요가 있음
- 하지만, 외부의 환경단체들과의 긴밀한 연계를 통해 에너지 자립에 필요한 지식과 네트워크를 활용한다는 측면은 긍정적인 사례로 평가할 필요가 있음

7) 경남 산청 갈전마을

□ 갈전 에너지 자립마을의 배경

- 갈전 마을의 에너지 자립운동을 시작한 민들레공동체는 지난 1991년 공동체 대표이자 민들레학교 교장인 김인수씨 부부와 지역 대학생 등이 경남 산청 둔철산 끝자락의 갈전 마을에 집을 짓고 살면서 시작됨
- 공동체 대표인 김인수씨가 전도사이기도 한 민들레 공동체는 기독교적 윤리에 따라 무소유의 대안공동체를 형성하는 차원에서 진행됨

- 함께 일하고 함께 거두는 원리와 자급자족의 철학은 대안에너지와 대안기술에 대한 자연스러운 관심으로 이어짐
- 현재 김씨 부부와 이동근 대안기술센터 소장 등 5가구 27명이 사는 이 작은 마을은 석유와 석탄 같은 화석연료 의존을 줄여 에너지 자립을 하겠다는 비전을 가지고 있음
 - "태양과 바람, 바이오매스(bio-mass·산림과 농작물, 분뇨 등을 통칭) 같은 자연에너지를 활용해 마을에서 필요로 하는 에너지를 직접 조달하겠다"는 것이 이들의 목표

□ 대안기술센터와 에너지 대체 프로그램

- 대안기술센터의 설치와 대안기술 보급
 - 농촌의 문제는 정책, 환경, 재정 이전에 사람의 문제라는 것을 인식하고 그동안 농촌인력개발에 사업의 대부분을 집중해 옴
 - 현재는 인력개발에서 한걸음 더 나아가 공동체 부설 대안기술센터(Alternative Technology Centre)를 세워 대체에너지와 대안기술을 보급하고 있음
 - 이동근 소장은 영국의 동런던대학 산학협동과정에서 2년 동안 공부하며 '캄보디아 도시빈민들을 위한 생태적이고 친환경적인 건축'으로 석사를 마치고 귀국하여 센터를 설립함
- 대안기술을 활용한 에너지 자립
 - 대안기술이란 농촌지역의 열악한 기술을 상호 보완해 농민 등 가난한 사람을 살리고 자본의 종이 되지 않고 삶을 유지하게 하는 지속가능한 기술을 뜻함
 - <작은 것이 아름답다>에서 슈마허가 주창한 "인간 중심의 중간기술, 돈 없고 힘없는 다수 민중들도 쉽게 구현해 활용할 수 있는" 적정기술을 말함

- 갈전마을에서는 대안기술의 신념하에 대체에너지 생산기술을 대중화시키는데 몰두하고 있음
- 스트로베일 하우스 방식의 건축
 - 민들레 공동체는 2층짜리 공동체 가족의 주택 2채와 민들레학교 건물 3동, 대안기술센터 사무실을 스트로베일하우스로 건축함

<그림 28> 스트로베일하우스



- 스트로베일하우스(Strawbalehouse)는 흙과 볏짚으로 벽체를 쌓아올리는 생태건축 공법으로 지어진 집을 말하는 것으로, 약 100년 전 미국에서 시작돼 국내에서는 '한국 스트로베일 건축연구회'를 중심으로 새로 보급되고 있는 신개념의 생태건축임

<그림 29> 스트로베일하우스 벽



- 스트로베일하우스의 장점은 벽이 숨을 쉬어 통풍이 잘돼 음식냄새가 배지 않고, 황토, 볏짚, 천연페인트 등 친환경자재로 시공되어 항아토피 효과가 있다는 것임
- 소의 사료용으로 성형한 볏짚(스트로베일)도 쉽고 싸게 구입할 수 있어 건축비용을 절감할 수 있고, 단열효과가 뛰어나 냉난방비를 절감하는데다 이산화탄소 배출량이 줄어들어 지구온난화 방지에도 기여할 수 있는 생태적인 장점이 큼
- 다양한 대체에너지원의 활용
 - 민들레 공동체 곳곳엔 다양한 대체 에너지원이 가동되고 있음
 - 2층 공동주택 앞마당에는 큰 접시 모양의 태양열 집열판이, 그 바로 옆에는 페달을 밟으면 축전지에 전기를 채우는 고정식 자전거가 서 있음
 - 주택 벽면에는 가로 50cm, 세로 30cm 되는 태양광 전지판이, 지붕에는 날개 길이가 2m가 넘는 바람개비 풍력 발전장치가 있어 에너지를 생산함

- 앞마당에서 뒷마당으로 이어지는 공간에 놓인 1m³ 크기의 고무통엔 4개월에서 1년 정도 묵힌 배설물이 들어 있어, 이것이 발효하는 과정에서 생기는 메탄가스를 활용해 에너지를 조달함

3. 국내외 사례의 시사점

□ 지역 특성에 적합한 로컬 에너지 이용

- 윤대 마을: 농촌지역에 풍부한 바이오매스(축산분뇨, 밀, 옥수수), 폐식용유를 에너지 자원으로 활용
- 삼쇠 섬: 도서지역과 산간지역에 풍부한 풍력에너지 활용
- 무례크 마을: 기업형으로 유채꽃 재배
- 흥동마을, 이이다시: 지역의 일조조건에 적합한 태양에너지 활용

□ 지역주민의 적극적 참여

- 에너지 자립을 통한 녹색 마을 조성이 에너지 절감과 환경개선은 물론, 소득증대와 고용증가에도 기여할 수 있다는 확신을 심어주어 주민의 참여를 확대시킴
- 주민들이 개인 혹은 협동조합을 설립하여 신재생에너지를 생산하고, 남은 에너지를 판매하여 얻는 수익을 새로운 시설투자에 활용
- 마을의 주민조직과 공동체 의식이 참여를 확대하고 마을 공동체를 형성하는 데 크게 기여하였음

□ 전문가의 기술지원 및 주민 설득

- 지속가능한 생활양식을 현실에서 직접 구현하기 위한 노력을 구체화함

- 괴팅엔 대학, 삼쇠 에너지 아카데미, 대안기술센터 등 인근 대학이나 전문가들이 신재생에너지 기술개발에 힘쓰고, 주민지원과 교육에 주도적 역할 수행

□ 정부의 친환경 에너지 정책 지원

- 독일은 재생에너지법을 제정하여 신재생에너지원에 대해 최저가를 보장하여 신재생에너지의 경제성을 높이는 데 기여함
- 덴마크는 1차 원유파동 이후에 에너지 문제를 국가 안보의 문제로 인식하고, 신재생에너지를 개발하고 에너지 효율을 개선하는 데에 적극적으로 투자해왔음
- 오스트리아 무레크 마을의 경우 초기 산업화에 필요한 자금을 정부 보조금으로 충당하면서, 기본적인 설비를 갖추 수 있었는데, 일단 사업이 안정화되면서 정부보조금이 불필요할 정도의 시장성을 확보함

V. 저탄소 녹색마을 조성사업 실행방안

1. 사업개요

□ 사업개요

- '12년까지 저탄소 녹색마을 시범사업 추진
 - '10년 4개 시범마을 조성(중규모 2개소, 소규모 2개소)
- ※ 중규모: 중소도시 또는 읍 소재지를 중심으로 마을(동, 리) 선정
소규모: 면 소재지를 중심으로 선정
- '20년까지 전국 600개 마을 조성
 - 시설규모
 - 중규모(100개소): 바이오가스화 40톤/일 규모
 - 소규모(500개소): 바이오가스화 20톤/일 규모

□ 사업내용 예시

- 유기성폐자원(음식물, 가축분뇨, 농업부산물)은 혐기성 소화에 의한 바이오가스화 추진
- 목질계 바이오매스는 직접 연소를 이용한 열공급(화목보일러)
- 자연력은 태양광을 이용한 발전 및 열이용, 풍력을 이용한 발전
- ※ 지역적 특성을 고려하고 자치단체의 수요조사에 따른 사업내용 및 시설규모 결정

<표 7> FAO의 바이오연료 분류

생산측: 공급	일반 그룹	이용측: 수요
직접연료목(Direct woodfuels)	목질연료 (Woodfuels)	고형(Solid): 연료목(원목, 칩, 톱밥, 펠릿), 목탄
간접연료목(Indirect woodfuels)		
회수연료목(Recovered woodfuels)		액체(Liquid): 흑유(Black Liquor), 메탄올, pyrolytic oil
목질이용연료(Wood-based fuels)		가스(Gas): 가스화로부터의 산물, 위 연료로부터의 pyrolysis 가스
연료작물(Fuel crops)	농업연료 (Agrofuels)	고형: 짚, 줄기, 껍질(husks), bagasse, 위 바이오연료로부터의 목탄
농업부산물(Agri. by-products)		
동물부산물(Animal by-products)		액체: 에탄올, 채원유, oil diester, 메탄올, pyrolytic oil from solid agrofuels
농산업부산물(Agro-industrial by-product)		가스: 바이오가스, producer gas, pyrolysis gases from agrofuels
도시부산물	도시부산물 (Municipal by-products)	고형: 도시 고형폐기물
		액체: 오하수 슬러지, pyrolytic oil from municipal by-product
		가스: 매립지가스, 슬러지가스

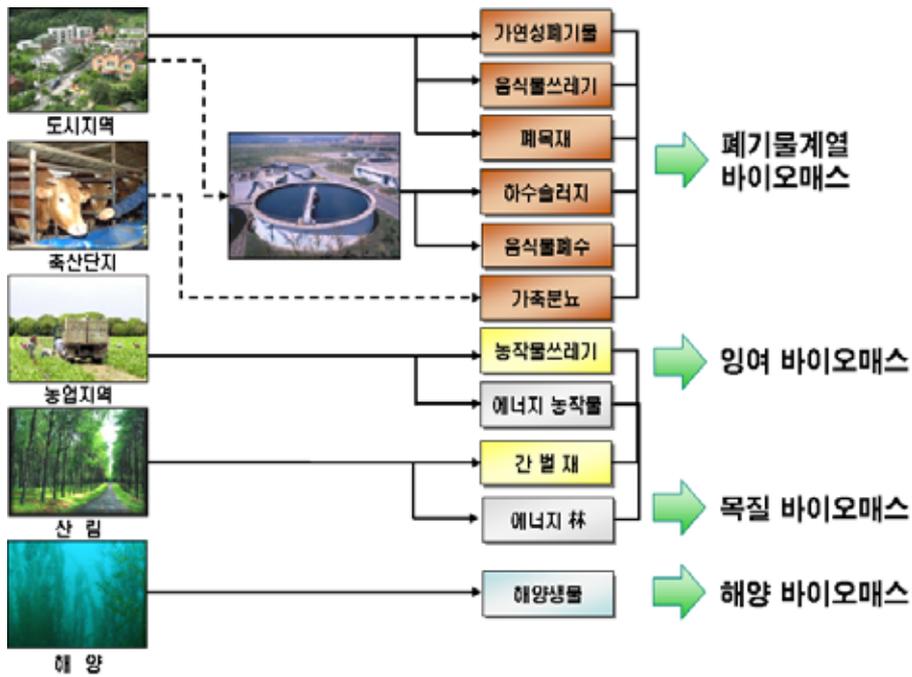
□ 저탄소 녹색마을 표준모델(안)

- 지역적 특성을 고려한 '저탄소 녹색마을'을 조성하기 위해 표준모델(안) 제시
 - 시범마을 조성시 유형별 표준모델 포함 유도
- 지역 및 자원유형을 고려한 표준모델(안)

<표 8> 저탄소 녹색마을 표준모델(안)

구분		주요 자원	적용지역
Model A	도시형	폐자원, 바이오매스 활용	· 시(市) 지역의 동 기준 · 1,000가구 내외 도시지역
Model B	농어촌형	바이오매스, 자연력 활용	· 읍 또는 면지역 기준 · 500가구 이내 농어촌지역
Model C	도농 복합형	폐자원, 바이오매스, 자연력 활용	· 시(市)또는 읍의 동,리 기준 · 1,000가구 이내 도농복합지역
Model D	산촌형	바이오매스, 자연력 활용	· 읍 또는 면지역 기준 · 100가구 이내 산촌지역

<그림 30> 발생원별 주요 바이오매스



2. 사업내용

□ 사업내용 예시

- 저탄소 녹색마을의 구체적인 사업내용은 크게 세 가지 사업군으로 범주화 가능
 - 에너지원 확보 및 수거시스템 구축
 - 폐자원/바이오매스 에너지 및 기타 연계 자연력 시설 및 운영
 - 지역에너지를 활용한 삶의 질 제고 및 지역 공동체 형성

- 생산성 높은 바이오매스 에너지원의 확보
 - 유채재배단지 조성
 - 에너지순환림 조성
 - ※ 유채가 바이오디젤 원료로 재배되기 위해서는 보다 높은 생산성 가지는 품종 개발, 대단위 단지조성 등이 필요
- 폐자원/바이오매스 및 기타 연계 자연력 시설 및 운영
 - 폐자원/바이오매스 에너지화 시설 설치 및 운영
 - ※ 폐자원/바이오매스 에너지화분야 국내 기술수준을 선진국 수준의 상용화 단계에 이르기 전까지는 시범 설치/운영
 - 지역의 자연력을 활용한 소형 발전시설 설치 및 운영
 - ※ 폐자원/바이오매스 에너지화 시설이 상용화되기 전까지는 지역의 자연력을 활용한 소형 발전시설 설치/운영
- 지역에너지를 활용한 삶의 질 제고 및 지역 공동체 형성
 - 지역에너지를 활용한 다양한 주거·복지·여가시설 확충
 - 지역 생산 열에너지를 활용한 냉난방 시설
 - 온천/찜질방/목욕탕/수영장 등 건강·여가시설 확충
 - 신재생에너지를 통한 지역 공동체의 형성

- 지역주민이 참여하는 폐자원/바이오매스 수거 프로그램 운영
- 지역에너지를 활용한 마을 공동시설 설치 및 운영

□ 유형별 사업내용 예시

- 폐자원/바이오매스 자원에 대한 지역조사 및 DB 구축
- 지역 특성을 고려한 대상 에너지원에 따라 주요 에너지화시설 선정
 - Model A (도시형 예): 음식물/하수슬러지 바이오에너지화
 - Model B (농어촌형 예): 목질계/해양 바이오에너지화
 - Model C (도농복합형): 음식물/가축분뇨 바이오에너지화
 - Model D (산촌형): 목질계 바이오에너지화
- 지역 여건을 고려한 자연력 에너지와 연계 방안 강구
 - Model A (도시형 예): 태양광 발전
 - Model B (농어촌형 예): 태양광/풍력/조력/파력 발전
 - Model C (도농복합형 예): 태양광/풍력 발전
 - Model D (산촌형 예): 태양광/풍력 발전
- 지역에서 생산된 에너지의 활용 및 삶의 질 제고 방안
 - Model A (도시형 예): 에너지화시설 주변 소공원 조성
 - Model B (농어촌형 예): 노인건강증진시설(짚질방, 수영장 등), 해수온천시설
 - Model C (도농복합형 예): 소형 풍력 발전을 활용한 안전 가로등 설치
 - Model D (산촌형 예): 소형 난방시설

<표 9> 저탄소 녹색마을 조성 사업내용 예시

구분	사업내용	A	B	C	D
에너지원 확보 및 수거 시스템구축	· 에너지순환림 조성		○	○	○
	· 유채재배단지 조성		○	○	
	· 유기성 폐자원 수거시스템 정비 (폐식용유 수거버스 운행 등)	○		○	
	· 목질계 바이오매스 수거시스템 정비	○	○	○	○
	· 임도 및 운반로 개설		○	○	○
	· 자전거도로 개설	○		○	
폐자원/바이오매스 및 기타 연계 자연력 시설 및 운영	· 음식물 폐수 바이오가스화 시설	○		○	
	· 가축분뇨 바이오가스화시설		○	○	
	· 음식물/분뇨 병합처리시설		○	○	
	· 하수슬러지 고품연료화시설	○			
	· 음식물/하수슬러지 병합처리시설	○			
	· 화목보일러 공급		○	○	○
	· 폐자원에너지화시설(열병합발전소 등)	○		○	
	· 과수 전정가지와 유치줄기 파쇄 및 펠릿 제조시설		○	○	○
	· 태양광 발전기 설치	○	○	○	○
· 소형 풍력발전기 설치		○	○	○	
· 조력/파력 발전시설		○			
지역에너지를 활용한 삶의 질 제고 및 지역 공동체 형성	· 지역 생산 열에너지를 활용한 냉난방시설	○	○	○	○
	· 온천/목욕탕/찜질방/건강시설 등 여가시설	○	○	○	○
	· 바이오가스화시설 주변 공원화 사업	○		○	
	· 폐자원/바이오매스 수거를 위한 주민교육 및 홍보센터 설치 및 운영	○	○	○	○
	· 소형 발전기를 활용한 안전 가로등 설치	○	○	○	○

3. 추진체계

□ 추진체계

- 정책심의의결기구 : 녹색마을추진위원회
 - 구성 : 행안부장관을 위원장으로 하고 관련부처 차관 및 민간전문가를 위원으로 구성
 - 기능 : 녹색마을 지정, 사업계획 승인, 예산지원 등 녹색마을 조성에 관한 주요사항 심의·조정·의결
- 사업추진 주관부처 : 행정안전부
 - 녹색마을사업의 정책을 총괄하고 관련부처 협조체계 구축 및 자치단체 사업추진 지원
 - 사업유형별 모델개발, 사업공모·선정, 지자체 및 주민공동체 지원 등
 - 녹색마을 개념, 사업범위, 종합개발을 위한 유형화 및 모델개발 등
- 사업추진 협조부처 : 지식경제부, 농수산식품부, 환경부, 산림청
 - 신재생에너지 관련 소관업무별로 지원업무 수행
 - 바이오매스 기술지원 및 연관사업 지원, 농어촌 관련 사업 등 지원을 통한 협업

※ 주관부처 및 협조부처 실무공무원으로 「공동추진단」 구성·운영 검토
- 사업추진주체 : 지방자치단체
 - 당해 녹색마을사업의 계획·집행을 관리하는 실질적 사업주체
- 사업지원조직·기관

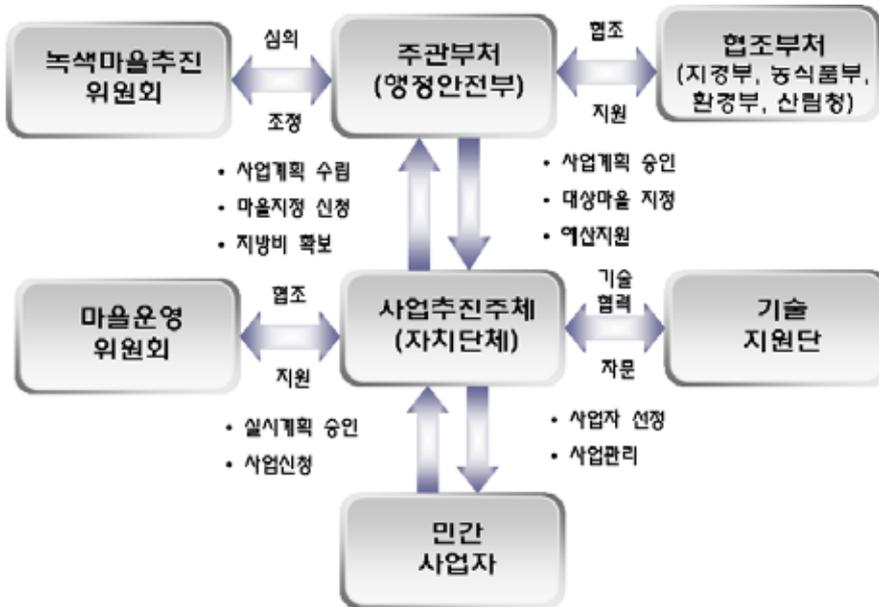
- 마을운영위원회 : 마을단위에서 녹색마을 조성 및 운영에 관한 의사결정 및 실무를 담당하는 자율적 주민조직으로 기존에 자생적 주민조직이 있는 경우 이를 중심으로 마을운영위원회를 조직

※ 자생적 주민조직 사례 : 부안(농민회, 부안시민발전소, 주산사랑), 홍성 흥동면(풀무학교) 등

- 기술지원단 : 폐기물 및 바이오매스의 에너지화에 관련된 기술적 지원 및 자문

- 민간사업자 : 신재생에너지사업의 시설설치 및 운영

<그림 31> 사업추진체계



□ 마을단위 거버넌스 구축

- 자치단체를 중심으로 주민, 지역단체, NGO·NPO, 지역기업, 지역대학·연구소 등이 연결된 거버넌스를 구축
 - 특히 마을지도자의 역할이 매우 중요하며 열성과 리더십을 갖춘 지도자를 마을운영위원장으로 선출하여 협력체계를 구축
 - ※ 국내 에너지 자립마을의 사례에서도 지도자와 마을조직이 주도적 역할 수행(부안, 흥성 등)
 - 지역소재 대학과의 긴밀한 연계를 통해 기술과 자문을 지원
 - ※ 독일 운데마을의 성공도 최초 인근의 괴팅겐 대학에서 아이디어를 개발, 적용
- 사업의 구상·검토 단계에서부터 각 참여주체와의 긴밀한 협조를 통해 의견 교환 및 합의 도출

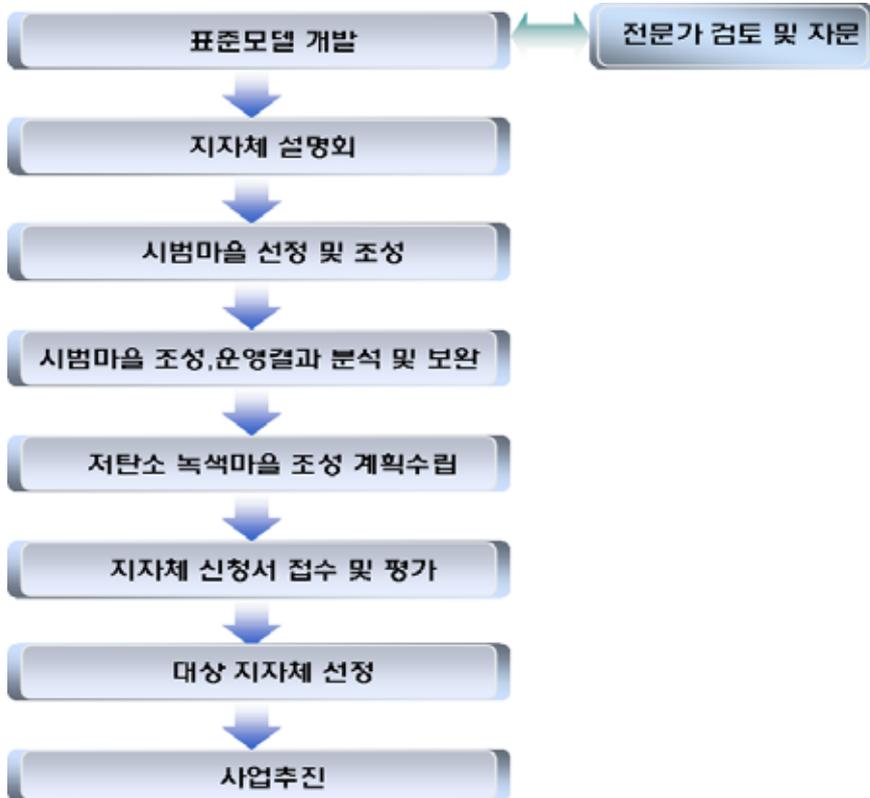
<그림 33> 녹색마을 협력적 거버넌스



□ 추진절차

- 행정안전부는 관계 부처와 협의하고 전문가의 검토 및 자문을 받아 녹색마을사업의 유형별 표준모델을 개발
- '10부터 시범마을사업을 추진하기 위하여 표준모델에 대한 지자체 설명회 개최 → 시범마을 선정 → 마을조성사업 추진
- 시범마을이 조성되면 조성·운영결과에 대한 분석·평가를 거쳐 사업을 보완한 후 본격적으로 전국에 확산
- 녹색마을조성계획 수립 → 지자체 신청 및 평가 → 대상지역 선정 → 사업추진

<그림 34> 녹색마을사업 추진절차



□ 시범공모사업 : 성공모델 창출·확산

- 시범공모사업의 필요성
 - 녹색마을사업을 본격적으로 확산하기 이전에 시범사업의 실시와 평가를 사업의 문제점을 보완
 - 공모사업을 통해 자치단체의 자발적 참여를 유도하고 녹색마을사업에 대한 공감대를 확산
- 시범공모사업 대상지역 및 사업유형 선정
 - '10년 4개 지역을 목표로 대상지역은 도시형·도농복합형(중규모) 2개 지역, 농어촌형·산촌형(소규모) 2개 지역을 선정
 - 시·군의 신청과 시·도의 추천을 받아 서면심사 및 현지실사를 거쳐 선정
 - 민간(사업자) 공모도 병행 실시
- 대상지역의 조건(예시)
 - 폐기물 및 바이오매스의 원료 생산이 풍부한 지역
 - 작목반, 주민조직 등 공동체형성에 유리한 지역
 - 관광자원, 문화적 이슈 등이 있어 내·외부 커뮤니티 형성 가능 지역
 - 선도적 지도자 등 주민의 적극적인 참여의지가 활성화된 지역
 - 마을회관, 폐교 등 활용 가능한 공공건물 확보 지역
 - 마을운영위원회의 운영 및 운영비용 조달이 가능한 지역
 - 민·산·학과 네트워크 구축이 용이한 지역
 - 타 마을단위 개발사업과 연계, 효과성을 극대화 할 수 있는 지역 등
- 시범공모사업에 대한 재정지원

- 사업별 총 소요예산의 일정비율을 사업계획에 의한 진척도에 따라 연차별 분할 지원

- 매년 연도말 성과평가로 재정의 계속지원여부를 재검토

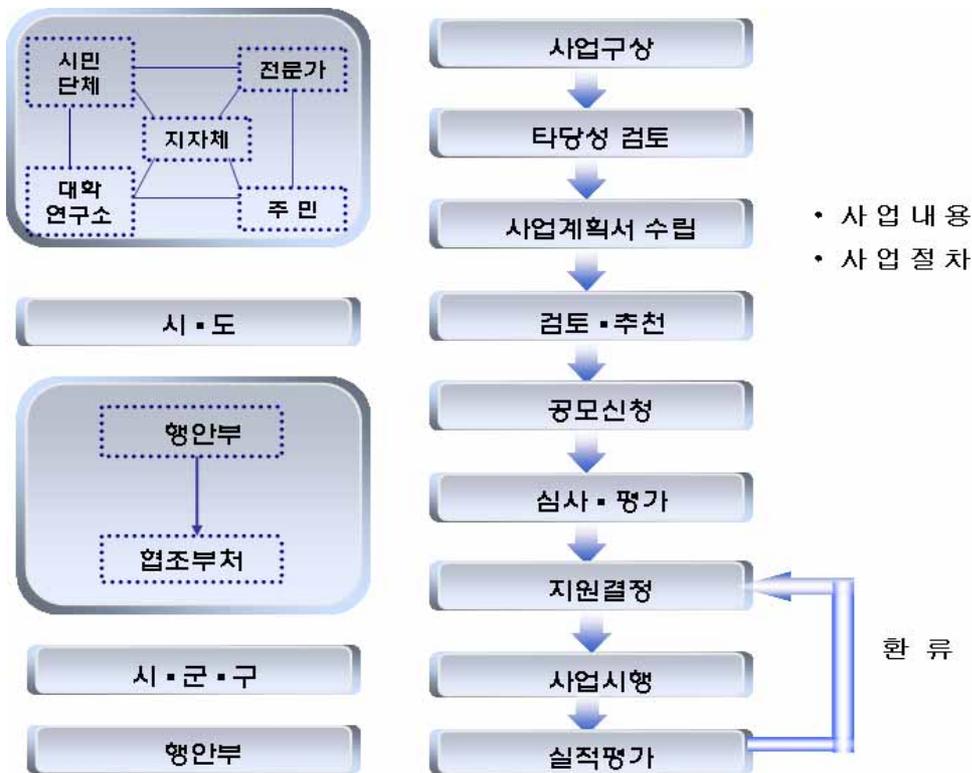
○ 시범공모사업 운영체계

- 행정안전부 : 시범공모사업 운영기본지침(가이드 라인) 마련, 자치단체 통보하고 협조부처와 공동으로 「녹색마을사업 심사단」을 구성, 자치단체 공모사업을 심사 및 평가

- 시·도 : 시군의 사업신청을 1차로 검토한 후 행안부에 추천

- 시·군·구 : 사업계획서를 작성하여 공모 지원 신청

<그림 35> 시범공모사업의 운영절차



4. 추진일정

□ 단계별 추진계획

- 1단계('09~'12): 기반조성단계
- 2단계('13~'20): 심화단계
- 3단계('21~'30): 확산단계

※ 시범마을 및 에너지마을 조성은 3개년 사업으로 추진

□ 추진일정

- 저탄소 녹색시범마을 조성('09~'12): 60개소 조성

계	1차 시범마을 조성 착수 ('10)	2차 시범마을 조성 착수 ('11)	3차 시범마을 조성 착수 ('12)
60개소	4	28	28

※ 폐자원/바이오매스 에너지화분야 국내 기술수준을 선진국 수준의 상용화 단계에 이르기 전까지는 시범 설치/운영

- 자원순환형 에너지마을 조성('13~'20): 540개소 조성

계	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
540개소	-	60	70	70	80	80	90	90

<그림 36> 단계별 추진계획



※ 에너지 전환 및 활용 기술고효율화 및 실증단계

○ 사업별 추진일정

사업별	연 도 별								
	'09	'10	'11	'12	'13	'14~'20	'21~'30	'31~'50	
시범마을 조성	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1차(4개소)		■	■	■	■	■			
2차(28개소)			■	■	■	■			
3차(28개소)				■	■	■			
에너지 마을조성 (540개소)					■	■	■	■	■
600개 마을 운영지원/ 리모델링							■	■	■

5. 소요예산 및 재원조달 방안

□ 사업부문별 총 투자소요액: 5조 8,005억원

- 저탄소 녹색마을 조성사업비: 4조 8,000억원('09~'20)
 - 중규모(100개소): 약 130억원(개소당) × 100개소 = 1조 3,000억원
 - 소규모(500개소): 약 70억원(개소당) × 500개소 = 3조 5,000억원
- 저탄소 녹색마을 시설 리모델링 지원비: 1조('21~'30)

구분	계	'09	'10	'11	'12	'13	'14~'20	'21~'30
시범마을 조성 (조사용역)	5,285	5	163	1,163	2,074	1,440	440	
에너지마을 조성	42,720						42,720	
시설 리모델링지원	10,000							10,000
계	58,005	5	163	1,163	2,074	1,440	43,160	10,000

○ 저탄소 녹색마을 조성 소요예산 내역

구분	소계	'09	'10	'11	'12	'13	'14~'20	'21~'30	
시범 마을 조성	조사용역	5	5						
	1차	중(2개)	260		100	100	60		
		소(2개)	140		60	60	20		
	2차	중(8개)	1,040			400	400	240	
		소(20개)	1,400			600	600	200	
	3차	중(8개)	1,040				400	400	240
		소(20개)	1,400				600	600	200
소계	5,285	5	160	1,160	2,080	1,440	440		
에너지 마을 조성	중규모(82개)	10,660						10,660	
	소규모(458개)	32,060						32,060	
	소계	42,720						42,720	
시설 리모델링지원	10,000							10,000	
계	58,005								

※ 중규모 마을 조성 연도별 사업투자비는 50억/50억/30억(총 130억원)

※ 소규모 마을 조성 연도별 사업투자비는 30억/30억/10억(총 70억원)

□ 재원조달 방안

○ 총 5조 8,005억원 가운데 2조 1,755억원 국고 지원

구분	계	'09	'10	'11	'12	'13	'14~'20	'21~'30
계	58,005	5	163	1,163	2,074	1,440	43,160	10,000
국고	21,755	5	60	450	805	550	17,385	2,500
지방비	21,750	0	60	450	805	550	17,385	2,500
민자유치	14,500	0	43	263	464	340	8,390	5,000

○ 재원조달방안 상세내역

구분	소계		'09		'10		'11		'12		'13		'14~'20		'21~'30		
	공공	민간	공공	민간	공공	민간	공공	민간	공공	민간	공공	민간	공공	민간	공공	민간	
시 범 마 을 조 성	조사용역		5		5												
	공공	민간	5	0	5	0											
	1차	총		260		105		105		50							
		공공	민간	170	90	70	35	70	35	30	20						
		소		140		58		58		24							
		공공	민간	120	20	50	8	50	8	20	4						
	2차	총		1,040				420		420		200					
		공공	민간	680	360			280	140	280	140	120	80				
		소		1,400				580		580		240					
		공공	민간	1,200	200			500	80	500	80	200	40				
	3차	총		1,040						420		420		200			
		공공	민간	680	360					280	140	280	140	120	80		
		소		1,400						580		580		240			
		공공	민간	1,200	200					500	80	500	80	200	40		
	소계		5,285		5		163		1,163		2,074		1,440		440		
	공공	민간	4,055	1,230	5	0	120	43	900	263	1,610	464	1,100	340	320	120	
에 너 지 마 을 조 성	중규모		10,660										10,660				
	공공	민간	6,970	3,690									6,970	3,690			
	소규모		32,060										32,060				
	공공	민간	27,480	4,580									27,480	4,580			
	소계		42,720										42,720				
	공공	민간	34,450	8,270									34,450	8,270			
시설 리모델링지원		10,000												10,000			
		5,000	5,000											5,000	5,000		
계		58,005		5		163		1,163		2,074		1,440		43,160		10,000	
		43,505	14,500	5	0	120	43	900	263	1,610	464	1,100	340	34,770	8,390	5,000	5,000

※ 중규모 마을 조성 공공: 민간 분담비율 85 : 45 (총 130억원)

※ 소규모 마을 조성 공공: 민간 분담비율 60 : 10 (총 70억원)

※ 세부사업내역 분담 방안은 다음 예시 참조

○ 저탄소 녹색마을 조성사업 예시 사례-A형(중규모)

구분	사업내용	소요예산		
		계	공공	민간
에너지원 수거 시스템구축 및 신재생에너지 시설 설치	· 유기성 폐자원 수거시스템 정비	5	5	-
	· 자전거도로 개설	10	10	-
	· 음식물/분뇨 열병합발전설비 설치 및 운영	50	30	20
	· 태양광 발전기 설치	30	15	15
지역에너지를 활용한 삶의 질 제고 및 지역 공동체 형성	· 지역 생산 열에너지를 활용한 냉난방시설	10	5	5
	· 온천/목욕탕/찜질방/건강시설 등 여가시설	10	5	5
	· 바이오가스화시설 주변 공원화 사업	5	5	-
	· 폐자원/바이오매스 수거를 위한 주민교육 및 홍보센터 설치 및 운영	5	5	-
	· 소형 발전기를 활용한 안전 가로등 설치	5	5	-
계		130	85	45

○ 저탄소 녹색마을 조성사업 예시 사례-B형(소규모)

구분	사업내용	소요예산		
		계	공공	민간
에너지원 수거 시스템구축 및 신재생에너지 시설 설치	· 에너지순환림 조성	10	10	-
	· 목질계 바이오매스 수거시스템 정비	10	10	-
	· 임도 및 운반로 개설	10	10	-
	· 목질계 바이오매스 파쇄 및 펠릿 제조시설	10	5	5
	· 화목보일러 공급	10	5	5
	· 소형 풍력발전기 설치	5	5	-
지역에너지를 활용한 삶의 질 제고 및 지역 공동체 형성	· 온천/목욕탕/찜질방/건강시설 등 여가시설	5	5	-
	· 폐자원/바이오매스 수거를 위한 주민교육 및 홍보센터 설치 및 운영	5	5	-
	· 소형 발전기를 활용한 안전 가로등 설치	5	5	-
계		70	60	10

6. 기대효과

□ 경제적 파급효과

○ 개발사업에 의한 경제적 파급효과

- 계획년도 기간 동안의 총 투자비용에 의한 경제적 파급효과를 산업연관분석에 의한 제반 승수를 활용하여 분석
- 저탄소 녹색마을 조성사업은 대부분 건설업 관련 사업이므로 건설업 승수 활용
- '30년까지 총 5억 8,000억원의 투자로 인하여 11조 7,152억원의 생산파급효과와 4조 7,071억원의 부가가치파급효과를 가져올 것으로 분석

구 분	계(억원)	생산파급효과		부가가치파급효과	
		당해년도	누계	당해년도	누계
계	58,000				
'10년	163	329	329	132	132
'11년	1,163	2,349	2,678	944	1,076
'12년	2,074	4,189	6,867	1,683	2,759
'13년	1,440	2,909	9,776	1,169	3,928
'14~'20년	43,160	87,177	96,953	35,027	38,955
'21~'30년	10,000	20,199	117,152	8,116	47,071

※ 2009년 투자비 5억원은 용역사업비이므로 분석에서 제외

※ 산출근거

- 생산유발계수 2.019859, 부가가치유발계수 0.811553 (한국은행, 산업연관표, 2005)
 - 생산파급효과=연도별 투자액×2.019859
 - 부가가치파급효과=연도별 투자액×0.811553

○ 원유대체효과 및 온실가스 감축효과

- 저탄소 녹색마을 조성사업의 경제적 효과분석은 600개 마을의 유형별 사업내역이 결정되어야 산출 가능
- 600개 마을 모두가 음폐수·가축분뇨 바이오가스화시설을 도입하는 것으로 가정하여, 예상되는 경제적 효과를 분석해보면 다음과 같음

구 분	계(백만원)		원유 대체효과 (배럴)		온실가스 감축효과 (CO ₂ 톤)	
	당해년	누계	당해년	누계	당해년	누계
'9년			-	-	-	-
'10년			-	-	-	-
'11년	174	174	38 (432)	38 (432)	136 (9,072)	136 (9,072)
'12년	1,044	1,218	227 (2,592)	265 (3,024)	817 (54,432)	953 (63,504)
'13년	1,044	2,262	227 (2,592)	492 (5,616)	817 (54,432)	1,770 (117,936)
'14년~'20년	15,138	17,400	3,287 (37,584)	3,779 (43,200)	11,849 (789,264)	13,619 (907,200)
'21년~'30년	2,900	20,300	630 (7,200)	4,409 (50,400)	2,270 (151,200)	15,889 (1,058,400)

※ 산출근거

○ 음폐수 40톤/일 투입기준(가동일수 300일/년)

- 바이오가스 발생량: 40톤/일×33.6m³/톤=1,344m³/일(메탄가스량 672m³/일)

- 발열량: 672m³/일×300일/년×10,550kcal/m³=2.12×10⁸kcal/년

- 원유대체효과

·원유량: 2.12×10⁸kcal/년÷9,267kcal/L÷158.9L/배럴=144배럴/년

·대체원유가격: 144배럴/년×\$92.29/배럴×948.1원/\$=12.6백만원/년

- 온실가스감축

·메탄가스량: $672\text{m}^3/\text{일} \times 300\text{일}/\text{년} \div 1,400\text{m}^3/\text{톤} = 144\text{톤}/\text{년}$

·온실가스감축량: $144\text{톤CH}_4/\text{년} \times 21\text{톤CO}_2/\text{CH}_4\text{톤} = 3,024\text{톤CO}_2/\text{년}$

·탄소배출권: $3,024\text{톤CO}_2/\text{년} \times \text{€}11/\text{톤CO}_2 \times 1363.94\text{원}/\text{€} = 45.4\text{백만원}/\text{년}$

○ 중규모(100개소)는 40톤/일, 소규모(500개소)는 20톤/일로 계산

계(개)		2011	2012	2013	'14~'20	'21~'30
600	중(100)	2	8	8	72	10
	소(500)	2	20	20	378	80

※ 실제 가동은 마을조성 착수후 2년차에 이루어지는 것으로 가정

- '13년까지 10억, '20년까지 174억, '30년까지 203억원의 원유대체 및 온실가스 감축효과를 가져올 것으로 분석

○ 고용창출효과

- 정확한 고용창출효과는 600개 마을의 유형별 사업내역이 결정되어야 산출 가능

- 100개 중규모 마을의 경우 건설업 관련 산업 비중이 높고, 500개 소규모 마을의 경우 농림어업 관련 산업 비중이 높게 나타날 것으로 가정하여 고용창출효과를 분석하면 다음과 같음

구 분	계(억원)	고용효과(명)		고용유발효과(명)	
		당해년도	누계	당해년도	누계
계	58,000				
'10년	163	357	357	471	471
'11년	1,163	3,269	3,626	4,132	4,603
'12년	2,074	5,978	9,604	7,528	12,131
'13년	1,440	4,144	13,748	5,219	17,350
'14~'20년	43,160	149,001	162,749	183,081	200,431
'21~'30년	10,000	29,760	192,509	37,300	237,731

※ 2009년 투자비 5억원은 용역사업비이므로 분석에서 제외

※ 산출근거

○ 산업별 취업계수 건설업 1.05명/억원, 농림어업 4.26명/억원 (한국은행, 2005)

- 연도별 중규모 투자액×1.05명/억원

- 연도별 소규모 투자액×4.26명/억원

○ 산업별 취업유계수 건설업 1.66명/억원, 농림어업 5.11명/억원 (한국은행, 2005)

- 연도별 중규모 투자액×1.66명/억원

- 연도별 소규모 투자액×5.11명/억원

계(억원)		2010	2011	2012	2013	'14~'20	'21~'30
58,000	중(17,000)	105	525	890	620	10,860	4,000
	소(41,000)	58	638	1,184	820	32,300	6,000

- '13년까지 13만 748명, '20년까지 16만 2,749명, '30년까지 19만 2,509명의 고용창출효과를 나타낼 것으로 분석
- '13년까지 17만 350명, '20년까지 20만 431명, '30년까지 23만 7,731명의 고용유발효과를 나타낼 것으로 분석

□ 기타 사회경제적 효과

- 지역별 특화된 “저탄소 녹색마을” 건설을 통한 에너지 자립마을 형성으로 경제적 가치창출(농촌소득 증대) 및 도·농간 유대강화
- 폐자원/바이오매스 정책 집중화를 통한 국가 녹색성장 정책의 효율성, 일관성, 신뢰성 및 정부투자의 생산성 제고 가능
 - 정부 부처별·지방정부 부서별 중복투자 방지 및 상호 협조·지원기반 조성
 - 정부 정책창구 일원화를 통한 민원 혼선 예방
 - 적은 비용으로 단기간에 가시적인 녹색성장 성과 창출 가능, 중·장기적으로는 신재생에너지 보급목표 달성의 밑거름 역할
- 바이오매스 에너지화 기술개발 및 전문인력 양성을 통한 미래 환경산업 발전의 성장동력 확보
 - 신재생에너지 확대보급 국가정책을 뒷받침할 수 있는 기술개발 및 국가적 기술 경쟁력 확보
 - 고급 일자리 창출, 환경산업 육성 인프라구축 및 수출전략화를 통한 환경산업 경제 활성화

[붙임] 저탄소 녹색마을 표준모델[안]

1. Model A (도시형)

- ◇ 인구가 다소 밀집된 시(市)지역에서 발생하는 음식물류, 오니 등 유기성 폐자원, 폐목재 등을 활용하여 에너지 자립율 제고
- ◇ 폐자원 및 바이오매스 확보가 용이하여 저비용으로 활용 가능하며 열 또는 전기 등 에너지 대량 수요처가 인접하여 에너지 활용용이

에너지 대상자원

- 유기성 폐자원: 음식물류 폐수 및 폐기물, 하수 슬러지 및 분뇨, 시장 및 농산물 유통센터의 농업부산물, 농산물 가공공장 부산물, 화훼 잔재물 등
- 바이오매스: 건설폐목재(각재류 합판류, 파레트 등), 폐가구류, 전지목 등 폐목재
- 기타: 폐식용유 등

에너지화 방안

- 유기성폐자원
 - 음식물폐수: 바이오가스화(혐기성소화 등)
 - 음식물 폐기물: 바이오가스화, 염분농도가 높을 경우 별도 처리
 - 병합 에너지화: 지역내 발생 유기성 폐자원의 병합에너지화

※ 음식물류, 하수슬러지 등 유기성 폐기물을 혼합, 메탄발효를 통해 바이오가스화

○ 바이오매스: 건설폐기물 가연물, 대형폐기물 가구류, 전정가지 등 폐목을 파쇄하여 우드칩 또는 펠릿을 생산, 냉·난방시설 연료로 활용

※ 단, 대기오염방지시설을 갖춘 5톤/일 이상의 보일러에서 활용

○ 폐식용유: 수거된 폐식용유를 이용한 바이오디젤 생산 또는 에너지 종합타운에 공급

※ 바이오가스와 혼합연소 방안 마련

고려사항

○ 지역의 폐자원 발생량을 조사, 성상을 검토하여 에너지화 방안 마련

○ 폐자원 에너지화를 위한 수거방안 마련

- 마을 주민들과 협의를 통해 분리배출·수거계획 수립

※ 참여율이 높은 주민들인 인센티브 부여(폐기물종량제 봉투 및 생필품 지급 등)

○ 에너지화 시설 설치부지 확보 및 에너지공급 시설인프라가 구축되어 있거나 구축이 용이한 지역 선정 필요

- 생산된 에너지를 인근지역에 집단으로 공급하기 위한 수요처 확보(중앙집중식 공급방안 가능)

※ 단, 바이오가스화 시설 등 폐자원에너지화시설은 지역주민의 민원예상

- 각종 유기성폐자원 혼합에 따른 혐기성 소화에 적합한 조건 및 시설규모 등을 전문업체에 의뢰하여 적정 처리시설의 설치계획 마련
- 바이오가스 활용방안 마련
 - 바이오가스를 직접 연소하여 열에너지를 이용하는 방법
 - 정제를 통한 연료(자동차 등)로 공급

2. Model B (농어촌형)

- ◇ 인구가 적은 농어촌지역에 적합한 모델로서 농어업 부산물, 축산분뇨, 태양광 등을 이용하여 에너지 확보
- ◇ 면적당 가구수가 적어 효율성 확보가 관건

에너지 대상자원

- 바이오매스: 초분류, 간벌목, 과수의 잔가지, 전정목, 수산폐기물 등 현지 활용 가능한 바이오매스
- 자연력: 태양광보일러, 풍력, 조력, 파력발전 등
- 연료식물 재배: 유채 등 유지식물 등

에너지화 방안

○ 바이오매스

- 농업 부산물을 이용한 연료생산 및 활용
- 에너지공급: 농촌지역은 인구가 산재해 있으므로 중앙집중식 에너지 공급이 어려우므로 화목보일러 등 개별 에너지 공급
- 자연력: 지역 특성에 따라 태양광 보일러, 풍력, 조력, 파력 발전 등을 이용하여 에너지 자급율 향상
- 유희농경지: 유희부지를 이용하여 유지식물 등 에너지화 식물재배
- 유기성 폐자원은 소량 산재하여 있으므로 에너지화는 어려울 것이므로 농업부산물(왕겨, 벗짚, 채소 등), 화훼잔재물, 축산분뇨 등을 활용한 퇴비화 방안 추진

고려사항

- 유지식물을 재배하여 씨를 수확하면 정부에서 일정 금액으로 보상수매 필요(폐자원 에너지타운에서 바이오디젤 생산)
 - ※ 바이오디젤 생산은 대규모 시설이 아닌 경우 생산단가가 높아 경제성이 떨어짐
- 농촌지역의 고령화로 산림 및 농업부산물 수거 곤란 예상
 - 주민 및 민간업체 참여를 유도하는 별도의 분리배출·수거계획 수립 필요
- 에너지 대량 수요처가 부족하고 면적당 가구수가 적어 집단으로 에너지 공급시 에너지 효율성이 떨어지므로 개별 에너지 공급방안 마련

3. Model C (도농복합형)

- ◇ 도시지역과 농촌지역이 혼재한 지역에 적합한 모델로서 유기성폐자원, 바이오매스 등을 활용한 에너지 생산에 적합
- ◇ 도시와 농촌지역의 장점을 접목하여 가장 효율성 높은 바이오에너지 시설 설치 가능

에너지 대상자원

- 유기성 폐자원: 음식물류 폐수 및 폐기물, 하수슬러지 및 가축분뇨, 시장 및 농산물 유통센터의 농업부산물, 농산물 가공공장 부산물, 화훼잔재물 등
- 바이오매스
 - 건설폐목재(각재류 합판류, 파레트 등), 폐가구류, 전지목 등 폐목재
 - 산림자원을 이용한 연료생산(열에너지) 및 활용
- 유희농경지: 유희부지를 이용하여 유지식물 등 에너지화 식물재배
- 기타: 폐식용유 등

에너지화 방안

- 유기성폐자원
 - 음식물폐수: 바이오가스화(혐기성 소화 등)
 - 음식물 폐기물: 바이오가스화, 염분농도가 높을 경우 별도 처리
 - 병합 에너지화: 지역내 발생 유기성 폐자원의 병합에너지화

※ 음식물류, 하수슬러지 등 유기성 폐기물을 혼합, 메탄발효를 통해 바이오가스화

○ 바이오매스: 건설폐기물 가연물, 대형폐기물 가구류, 전정가지 등 폐목을 파쇄하여 우드칩 또는 펠릿을 생산, 냉·난방시설 연료로 활용

※ 단, 대기오염방지시설을 갖춘 5톤/일 이상의 보일러에서 활용

○ 폐식용유: 수거된 폐식용유를 이용한 바이오디젤 생산 또는 에너지 종합타운에 공급

※ 바이오가스와 혼합연소 방안 마련

○ 자연력: 지역 특성에 따라 태양광 보일러, 풍력발전 등을 이용하여 에너지 자급을 향상

○ 유희농경지: 유희부지를 이용하여 유지식물 등 에너지화 식물재배

고려사항

○ 도농복합지역의 외곽 산업지역과 연계하여 적용 검토

○ 도시의 유기성폐기물을 농촌지역에서 처리하고 생산된 재생에너지는 농촌지역 발전을 위해 활용하는 방안 모색

- 복합보일러 설치지역 인근에 찜질방, 수영장 또는 농산물 가공공장 등 열이 필요한 시설들을 유치하여 4계절 열에너지 사용이 가능하도록 계획

4. Model D (산촌형)

- ◇ 산촌지역에 적합한 모델로서 산림 부산물이나 자연력을 이용하여 에너지 생산
- ◇ 특히 에너지 공급이 어려운 산간 오지에 유리

에너지 대상자원

- 유기성 폐자원: 간벌목, 전정목 등 현지 활용 가능한 바이오매스
- 자연력: 풍력, 태양광 등

에너지화 방안

- 바이오매스
 - 산림자원을 이용한 연료생산(열에너지) 및 활용(화목보일러 연료)
 - 에너지공급: 산촌지역은 인구가 산재해 있으므로 중앙집중식 에너지 공급이 어려우므로 화목보일러 등 개별 에너지 공급
- 자연력: 지역 특성에 따라 태양광 보일러, 풍력발전 등을 이용하여 에너지 자급을 향상

고려사항

- 마을 및 인근지역의 에너지 수요, 입지 등 자연력 이용 가능성을 검토하여 경제적인 소규모 풍력, 태양력 발전 등을 통해 에너지 자급을 향상
- 유기성 폐자원은 소량·산재 발생할 것으로 예상되므로 에너지화보다는 퇴비화 방안 검토

<참고문헌>

김현진(2007), “탄소시장의 부상과 비즈니스 모델”, 삼성경제연구소

녹색성장위원회(2009), 「녹색성장 5개년계획 2009~2013」

에너지경제연구원(2007), 「한미 FTA 체결에 따른 농가소득 보전을 위한 바이오에너지 산업 활성화 방안」

에너지경제연구원(2007), 「목질계 바이오매스의 에너지 활용방안」

이유진·이승지·김희선(2008), 「에너지자립마을 만들기 가이드북」, (사)한국 지속가능발전센터

진상현, 2007, “사회생태자본에 기반한 대안적 지역발전모델 - 독일 바이오 에너지 마을에 대한 사례연구”, 한국정책학회보 제6권4호4

한국농촌경제연구원(2006), 「농업부문 바이오매스의 이용활성화를 위한 정책 방향과 전략(1/2차 연도)」

한국은행(2008), 「신재생에너지산업 현황 및 발전방향」

환경부(2008), 「폐기물 에너지화 정책 추진방향」

환경부(2008b), 「기초생활권 삶의 질 개선을 위한 환경개선 및 활용방안」

신재생에너지센터, www.energy.or.kr

에너지관리공단, www.kemco.or.kr

에너지경제연구원, www.keei.re.kr