

# 2010년 사찰 에너지 절약·자립을 위한 워크숍

불기 2554(2010)년 2월 25일

조계종 제6교구본사 마곡사 및 충남지역 말사들

주최 : **에너지시민연대**  
Korea NGO's Energy Network



대한불교조계종 제6교구본사  
마곡사 · 갑사 · 광덕사 · 관촉사

주관 : 태화산 마곡사





## □ 자료집 순서

- ✎ 7 ... 주지 원혜 스님 인사말 작고(small), 느리고(slow), 자족하는 (satisfaction), 삶이 아름답고 행복한 법(法)입니다
- ✎ 13 ... 사찰 에너지 소비 실태 현황  
\_ 남 태 규 마곡사 종무실장
- ✎ 23 ... 왜 사찰 에너지 절약과 자립이 필요한가  
\_ 김 경 호 전 조계종 총무원 포교과장
- ✎ 29 ... 사찰 건물에너지 진단과 효율화방안-단열 성능 개선을 중심으로  
\_ 김 석 균 휴건축연구소 대표
- ✎ 57 ... 에너지 걱정 없는 사찰을 위한 모색  
\_ 김 성 원 휴부대건축 운영자, 전 에너지전환 간사
- ✎ 81 ... 허울뿐인 생태사찰, 에너지전환으로 거듭나야 합니다  
\_ 박 승 옥 한겨레두레공제조합연합회(준) 대표, 에너지시민두레 일꾼
- ✎ 87 ... 풍은 에너지다 \_ 박 승 옥

참고 자료 : 에너지시민연대 에너지절약 교육 자료

- ✎ 101 ... 우리 가족 7가지 좋은 습관

## □ 에너지 워크숍 일정

11:00~11:30 워크숍 동참자 접수

11:30~12:30 점심 공양

12:30~12:50 [문제의식 성찰하기]

각 사찰의 에너지 소비 실태 발표와 문제점 공유하기 \_박승옥

12:50~13:30 [문제의식 던지기 1]

왜 사찰 에너지 절약과 자립이 필요한가 \_김경호

- 강의와 질의 응답
- 에너지 전환과 온실가스 감축 실천의 불가피성, 사찰에너지 절약과 자립 계획 수립의 필요성

13:30~14:50 [문제의식 던지기 2]

사찰 건물에너지 진단과 효율화 방안 \_안성원

- 강의와 질의 응답, 실제 현장 진단
- 사찰의 건물에너지 효율화 방안, 에너지 자족을 위한 '패시브 하우스' 소개 및 기존 목조 주택 단열 보강 시공 사례 소개, 틈새 메우기 작업 시공 사례 소개

필자 이름과 다름

14:50~15:00 휴식

15:00~16:20 [문제의식 던지기 3]

사찰의 전기에너지, 난방에너지, 취사에너지, 수송에너지 등의 절약과 자립 방안 \_김성원

- 강의와 질의 응답, 실제 시범 시공

- 16:20~16:40 [문제의식 던지기 4]  
사찰 해우소 수세식의 문제점과 바이오 가스 분해법 \_ 박승옥  
• 강의와 질의 응답
- 16:40~16:50 휴식
- 16:50~17:20 [워크숍 1]  
사찰별 에너지 절약·자립 실행 추진 전략 세우기 \_박승옥(진행)  
• 아이디어 모으기, 각 사찰별로 실천 가능한 에너지 절약과 자립 실행  
계획 수립하기, 추진 전략 작업지 작성하기
- 17:20~17:40 [워크숍 2]  
사찰별 에너지 절약·자립 추진전략 발표하기 \_박승옥(진행)  
• 각 사찰별 추진 전략 발표하고 공유하기
- 17:40~18:30 저녁 공양
- 18:30~19:00 [워크숍 3]  
사찰별 에너지 절약·자립 추진전략 발표하기(계속) \_박승옥(진행)
- 19:00~19:30 [워크숍 4]  
주지 원혜 스님과의 대화  
• 에너지 절약, 자립 추진 전략과 생태사찰 전략에 대한 의견 나누기
- 19:30~ 지혜 나누기



## 작고(small), 느리고(slow), 자족하는(satisfaction), 삶이 아름답고 행복한 법(法)입니다

우리 인간은 늘 자연과 마주하고 있습니다. 인간은 자연의 덕을 보아야만 살아갈 수 있고 자연 없이 일초 일분도 살아갈 수 없는 존재입니다. 그런데도 오늘날 우리들은 자연을 어찌 대하고 있습니까. 자연이건 인간이건 공통점이 있다면 그것은 ‘일방적’이라는 것입니다. 우리 인간이 자연을 자기 것 인양 아무런 대가없이 일방적으로 이용하고 착취하고 있다면 자연은 인간에게 일체의 것들을 무주상(無住相)으로 보시(布施)를 합니다. 양쪽 다 그 끝이 없다는 점 역시 공통점입니다.



우리 마곡사만 보아도 태화산이란 산신님이 넉넉하고도 자비로운 품을 지난 1,300여 년간 내어 주었기에 이곳을 터전삼아 살아 갈 수 있었으며 계곡과 나무, 물짐에 신세를 지면서 생을 유지할 수 있었습니다. 그런데 그러한 일방적인 삶이 예전 같지는 않아 보입니다. 너무나 탐욕스런 인간의 이기로 자연은 점점 더 황폐해지고 있으며 병들어 가고 있는 자연으로 인해 인간 역시 고통스러워하고 있습니다. 300여 년 전 우리 인간은 산업혁명이란 탐욕스런 성공(?) 이후 자연의 자비와 은혜를 점점 더 강하고 크게 배반하고 있습니다. 히말라야의 고봉은 물론 수천m 해저와 지하에 이르기까지 인간의 탐욕이 미치지 않는 곳이 없습니다. 지구촌 곳곳에서 기상이변과 재앙의 세기가 더욱 강하고 크게 일어나고 있다는 것은 자연이 얼마나 심각하게 훼손되었는가를 말해주는 동시에 인간의 마음과 정신이 정상적이지 않다는 증거이기도 합니다.

우리는 그 동안 더 편리하기 위해 더 많이 소비했고 고통스러워하는 자연을 배려하지 않은 채 우리들 멋대로 자연을 마구 파헤치면서 개발해 왔습니다. 더 빨리, 더 많이, 더 높iero 인한 탐욕의 병을 치유할 수 있는 유일한 양약은 작고(small), 느리고(slow), 자족하는(satisfaction) 삶뿐입니다. 오늘 우리가 이렇게 모인 까닭도 바로 여기에 있지 않나 생각합니다. 작고 느리고 자족하는 삶을 실천하기 위한 지혜를 모읍시다. 그리고 일상에서 지혜를 실천합시다.

마곡사가 수행과 생태와 나눔이라는 3대 지표로 제시한 것은 이러한 3에스(S)를 바탕으로 한 자연과 생명이야말로 희망과 행복을 줄 수 있는 보편적 가치들이기 때문입니다. 부처님의 가르침이 바람과 같이, 물과 같이 걸림 없이 통(通)할 수 있는 것은 바로 영원불변의 진리를 제일 가치로 하고 있기 때문입니다. 부처님께서 깨달으신 것은 무엇입니까. 바로 일체의 생명에는 부처가 될 수 있는 성품, 즉 불성(佛性)이 있다는 가르침입니다. 인간은 물론 눈에 보이지 않는 작은 벌레와 극미한 생명들에게도 불성이 있다는 가르침, 이 한 마디 감로 법문에서 우리는 영성을 맑게 하려는 존재인 동시에 이웃에 행복을 보시할 수 있는 자격을 완벽하게 구축한 ‘불자’(佛子)라는 진리를 자각할 수 있습니다. 부처님의 이러한 가르침을 근거로 우리는 일체 생명이, 그 모양이 한낱 하루살이나 눈에 보이지 않을 만큼 작고 미세한 생명체라고 할지라도 그 역시 불성을 지닌 귀한 존재들이며 ‘일체 생명이 평등하다’는 절대 진리를 주창할 수 있는 것입니다. 생명을 간직한 존재들은 고통을 멀리하는 동시에 행복을 추구하려는 공통점을 지니고 있으며 이웃의 행복을 서원하는 것이 바로 불성입니다.

우리의 영성이 자연에 바탕을 두고 있고 언젠가는 자연으로 돌아가야 할 존재라는 사실을 깨닫는 것은 그리 어렵지 않습니다. 영성을 맑게 하는 오체투지 수행을 한번 해 보시기 바랍니다. 대지의 품에 기대어 엎드렸을 때 바닥의 작은 풀에서 생명의 기운이 느껴지면서 작은 풀 또한 자연의 중심에서 있음을 알아차릴 수 있습니다. 생명체는 숨이 붙어 있는 한 자연과 생명을 간직한 이웃들에게 신세를 져야 살아갈 수 있는 존재이며 삶(生)이 다했을 때 지수화풍(地水火風) 4대(四大)로 돌아가기 마련입니다.

마곡사의 3대 지표는 바로 일체 생명이 함께 공존하면서 상생하는 길을 지향하며 모두가 함께 행복해지는 길이기도 합니다. 부처님의 핵심 깨달음 중 하나는 ‘연기’(緣起)입니다.

연기란 무엇입니까? 간단히 말하자면 ‘이것이 있음으로써 저것이 있고, 저것이 있음으로써 이것이 있다’는 것입니다. 두두물물(頭頭物物)이 ‘서로가 서로에게 의지해 비롯되었다’는 의미입니다. 사물의 존재 방식이 바로 ‘연기’입니다. 인간이 있음으로 해서 자연이 있고 자연이 있음으로 해서 인간이 있을 수 있다는 뜻이겠지요.

전 지구적인 공통의 화두로 대두되고 있는 것 중 하나는 바로 ‘더’(more)로 인한 삼독(三毒)의 병입니다. 자연을 파괴해서 더 많이 얻어야 하며 더 많은 재화를 창출해야 하며 더 많은 물건을 생산해 내야 하는 무한 경쟁의 시대, 우리는 지금 전 지구적인 위기에 직면해 있습니다.

일례로 인류를 위해 죽어가고 있는 동물들은 생명으로서의 가치를 존중받고 있습니까? 그렇지 않습니다. 인류가 소비해야 할 더 많은 가축들로 인식돼 가축들은 생명이 아닌 더 많이 생산해야 할 ‘물건’으로 받아들여지고 있습니다. 그로 인해 일어나는 수많은 악성 바이러스, 그것은 인류의 생명을 앗아가는 악순환으로 이어지고 있습니다. ‘더’로 인한 탐욕의 병은 인간의 몸과 마음을 병들게 하고 있으며 자연을 오염시켜 이제는 더 큰 재해와 더 큰 재앙을 일으켜 수많은 생명들을 앗아가고 있습니다.

인간의 탐욕으로 빚어진 병고를 치유하기 위하여 ‘덜’(less), ‘보다 적게’ 운동을 청구로 정해 실천할 것을 제안합니다. ‘보다 적게, 보다 불편하게, 보다 느리게’를 실천하다 보면 우리는 탐욕으로 물든 마음을 맑게 정화해 나갈 수 있습니다. 인류가 앓고 있는 삼독의 병을 치유할 수 있는 유일한 백신은 무소유와 생명을 사랑하는 불성뿐입니다. 최근 개설한 일일부작 일일불식(一日不作 一日不食) 생태농장은 무소유를 실천하며 마곡사의 밝은 미래를 시험해 보는 희망의 충전소가 될 것입니다.

소박한 것이 아름답고 맑은 법입니다. 자연과 인간이 상생할 수 있는 길이 여기에 있습니다. 자연과 인간이 하나임을 지식으로 알고 있다면 우리는 우리 자신인 자연을 어떻게 대하고 있는가를 늘 염두에 두고 있어야 합니다. 많이 쓰고 많이 버리면 우리 모두가 더 많이 아프고 더 많이 황폐해지는 이치입니다. 그동안 생태다 뭐다하여 부산만 편듯한데 오늘 이 자리는 이러한 염려를 불식시키며 그동안의 과정들이 부산만이 아니라 실질적으로 자연의 아픔을 함께하고 나아가 치유하며 더불어 살아갈 수 있는 방법을 찾고자 하는 노력들이었음을 알리는 계기가 되도록 하고 싶습니다. 일상에서 적게 쓰고 적게 버리는 습관을

들인다면 누구나 내면의 아름다움과 맑음을 복원할 수 있다는 것을 알아차려 행할 수 있도록  
정진합시다.

## 생태도량 완성을 위한 에너지 절감과 친환경 자족(自足)의 길은

대한불교조계종 제6교구본사 마곡사(주지 원혜)가 2월 25일 친환경 생태도량으로서 사찰 에너지를 절약하고 자급자족할 수 있는 불교적인 방안과 실천 방법을 모색하기 위한 워크숍을 개최합니다. 개별 단위 본사나 사찰로서는 처음으로 준비한 이번 에너지 워크숍은 마곡사를 시작으로 제6교구 본, 말사에 이르기까지 총 4회에 걸쳐 연속으로 진행해 친환경 생태도량으로 거듭나기 위한 실질적인 방안을 마련해 제시할 것으로 기대됩니다.

### 1. 사찰에너지 소비 현황과 워크숍의 필요성

현재 사찰의 에너지 소비는 대다수 큰 사찰의 경우 대부분 1년에 1억 원 이상의 경비가 소요될 정도로 경제적으로나 소비 형태적인 면에서 심각한 수준에 도달해 있습니다. 특히 기름 한 방울 나지 않는 우리나라의 현실을 감안한다면 기름보일러 위주의 난방 시설은 반드시 그 대안을 찾아야만 하는 당면 과제라 할 것입니다. 또한 각 사찰의 소임자 및 불자들의 에너지 절약에 대한 인식의 전환과 재고가 절실합니다. 마곡사는 이에 사찰의 에너지 소비 현황과 형태의 문제점을 점검하고 에너지의 효율성을 극대화하면서 이에 관한 공감대를 제6교구 본, 말사를 중심으로 확산시키려 합니다. 이와 함께 불자뿐만 아니라 일반인들의 출입이 빈번한 공공의 장소이면서 가장 환경을 잘 보존하고 있는 사찰이 에너지를 절약하는 문화를 발굴하고 보급하는 동시에 자급자족할 수 있는 방안으로 실천함으로써 전 지구적 문제로 대두되고 있는 온난화 및 이로 인한 환경 문제를 풀어나가는 지혜를 대중화

할 수 있을 것입니다.

## 2. 워크숍 목표와 향후 실천 과제들

마곡사의 첫 에너지 워크숍은 사찰 에너지 문제에 대한 인식 전환과 에너지 절약 및 친환경 문화의 대중화를 제시하는 계기를 마련하고 마곡사를 비롯한 제6교구 말사들의 에너지 소비 실태를 조사하고 단계별로 에너지를 절약하고 자립할 수 있는 실천 계획을 수립(구체적인 온실가스 감축 목표 설정)하기 위함입니다.

또한 에너지 절약과 자립 실행 계획 중간 점검과 결산(온실가스 감축량 점검)과 사찰 에너지 절약과 자립 시설을 통한 다양한 에너지 전환에 대한 효과적인 홍보가 될 것으로 기대하고 있습니다.

## 사찰 에너지 소비 실태 현황

남 태 규 (마곡사 종무실장)

### I. 에너지 소비현황 개요

#### 1. 목적

- ◎ 전 세계적으로 에너지 고갈과 환경 오염에 따른 기후변화 등으로 발생하는 문제점에 대하여 공감대를 형성하며 자발적인 에너지 절약과 자립 방안을 모색한다.
- ◎ 전반적으로 에너지 다소비 고비용 가옥구조에 대한 문제점을 인식하여 그에 따른 해결방안을 찾아본다.
- ◎ 그와 함께 많은 신도들에게 생태적인 수행을 통하여 생태 순환의 생활 방식이 사회적으로 보급될 수 있는 길을 제시한다.

#### 2. 조사내용 및 방법

- ◎ 에너지 형태별 조사 : 가스, 전기, 유류형태로 분류
- ◎ 월별 소비실태 조사 : 월별소비실태에 따른 현황 비교
- ◎ 소비실태 조사방법 : 연간 분야별 사용량 고지서와 거래표에 따른 조사

### 3. 대상 사찰

- ◎ 마곡사 : 충청지역 교구 본사로서 상주 대중보다는 내방객들이 많지만, 종무행정과 템플스테이 운영 등으로 에너지 소비가 상대적으로 많음(상주인원 20~30여 명 / 하루 공양 30~50여 명 / 초하루 공양 인원 100~150여 명)
- ◎ 갑사 : 6교구 내에 비중 있는 수말사로 선원과 템플스테이를 운영 중임
- ◎ 관촉사 : 논산 지역 최대 사찰로 별도의 수행 공간보다는 일일 기도객들의 이용 빈도가 높음
- ◎ 광덕사 : 천안 지역을 대표하는 기도사찰임

## II. 사찰 에너지 소비 실태

### 1. 에너지 소비 분류

- ① 전기에너지 : 냉 난방용, 사무용, 생활용, 농사용
- ② 유류에너지 : 냉 난방용, 차량용

### 2. 사찰별 에너지 소비 현황(가스1kg1,500원 / 유류 1리터 1,000원 기준)

#### ① 마곡사(월별전기료 소비 현황표 별첨)

에너지 종류	총 사용량	사용요금	월별 평균	비고
전기료		51,080,350	4,256,696	별첨자료 참조
가스(취사용)	2,778kg	4,167,000	347,250	공양간 취사용 가스기기(월간 231.5kg사용)
난방용 등유/경유	40,713리터	40,713,100	3,392,758	기름보일러(월간 3392.75리터 사용)
		95,960,450	7,996,704	

- ◎ 경유보일러 : 연화당 대중 방 및 다각실
- ◎ 등유보일러 : 연화당(종무소), 심검당, 염화실, 접견실, 수선사, 선원 샤워실
- ◎ 심야보일러 : 매화당(선원), 공양간
- ◎ 전기 판넬 : 심검당(접견실, 경비초소, 요사), 노전채, 은거기념관

② 감사(월별전기료 소비 현황표 별첨)

에너지 종류	총 사용량	사용요금	월별 평균	사용기구
전기료		24,146,320	2,012,193	별첨자료 참조
가스(취사용)	4,830kg	7,245,000	603,750	공양간 취사용 가스기기(월간 402.5kg사용)
난방용 등유/경유	40,713리터	40,713,100	3,392,758	기름보일러(월간 3392.75리터 사용)
		72,104,420	6,008,701	

	난방유	가스(취사용)	가스(난방용)	합계
1월	1,750,000	333,000	90,000	2,173,000
2월	3,140,000	360,000	60,000	3,560,000
3월	3,510,500	288,000	64,000	3,862,500
4월	323,750	384,000		707,750
5월	558,000	270,000	30,000	858,000
6월	0	168,000	0	168,000
7월	0	252,000	28,000	280,000
8월	3,293,525	294,000	0	3,587,525
9월	0	210,000	0	210,000
10월	877,500	90,000	0	967,500
11월	2,070,000	378,000	32,000	2,480,000
12월	2,806,000	367,000	33,000	3,206,000
합계	18,329,275	3,391,000	337,000	22,057,275
	36,658,550	6,785,000	460,000	44,117,550

③ 관측사(월별전기료 소비 현황표 별첨)

에너지 종류	총 사용량	사용요금	월별 평균	사용기구
전기료		12,343,540	1,028,628	별첨자료 참조
가스(취사용)	790kg	1,249,000	104,083	공양간 취사용 가스기기(월간 66kg사용)
난방용 등유/경유	18,000리터	18,000,000	1,500,000	기름보일러(월간 1,500리터 사용)
		31,592,540	2,632,711	

④ 광덕사(월별전기료 소비 현황표 별첨)

월	전기료		가스	난방유	합계	월평균
	사용량	사용료				
1	2,123	1,769,040	249,100	680,000	2,700,263	225,022
2	1,855	1,749,600	380,000	567,000	2,698,455	224,871
3	2,246	1,733,370	375,000		2,110,616	175,885
4	3,117	1,440,620	200,000		1,643,737	136,978
5	2,779	1,450,280	197,400		1,650,459	137,538
6	1,999	1,135,480	182,400		1,319,879	109,990
7	1,749	1,011,170	159,100		1,172,019	97,668
8	1,749	1,182,850	170,200		1,354,799	112,900
9	1,887	1,218,390	167,700		1,387,977	115,665
10	2,760	1,159,310	188,700		1,350,770	112,564
11	3,761	1,210,060	294,550		1,508,371	125,698
12	4,734	1,782,590	353,750		2,141,074	178,423
총계	30,759	16,842,760	2,917,900	1,247,000	21,038,419	1,753,202

Ⅲ. 에너지 소비실태 진단

1. 진단 내용

1) 난방용 에너지

전반적으로 유류위주의 난방연료에서 심야 전기에너지를 활용하고 있었다. 최근 전기료 인상 등으로 부담을 느끼고 있으나 특별한 대안을 찾지 못하고 있는 실정이다. 최근 들어 산림자원을 활용한 목재용 펠릿을 연료로 화목보일러 등이 대안으로 제시되기도 하지만 이 또한 기존의 난방 연료를 대체할 수 있는 최종안은 아닐 것이다. 또한 태양 에너지를 활용하기 위해서는 사찰의 정서상 풀어야 할 문제점들이 남아있으며 그에 따른 연구가 필요하다 할 것이다.

① 유류에너지 : 대부분의 사찰이 기존의 전통적인 유류보일러 의존도가 높다. 전통적인 가옥구조의 문제점과 각 건물 별로 개별적인 난방 시스템을 갖출 수밖에 없는 환경이다 보니 재정적인 부담이 들더라도 기존의 방식을 채택하는 경향이 많다.

② 전기에너지 : 유류에너지 보다도 소음이나 공해물질 배출 등의 인한 문제점과 단조로운 시스템으로 유류에너지를 대체하는 대안으로 활용중이다. 하지만 전기용량에 따라서

과부하와 같은 누진율 등으로 개설에도 한계가 따르며, 누진과 단전에 따른 문제점은 고스란히 가지고 있다.

③ 화목보일러 : 금번 조사한 사찰에는 이러한 난방에너지원은 있지 않다. 또한 화목보일러를 활용하기에는 규모가 큰 사찰이다 보니 기존의 난방 에너지원을 교체하고 개설하는 비용과 유지 관리에 따른 비용으로 계산한다면 효율적이지 못할 것이다. 하지만 주변 산림 자원을 효율적으로 활용 가능한 대체에너지원 개발에 노력하여야 할 것이다.

## 2) 사용기기

① 전등 : 일반적인 법당이나 요사에서 사용하는 전등의 경우 삼파장등을 사용함으로써 에너지를 효율화를 꾀하지만 아직도 도량 밝힘용 전등의 경우 난방용 에너지원만큼이나 많은 전기에너지를 필요로 하는 등을 사용하고 있다. 이미 가로등의 경우 태양광 가로등과 같은 대체에너지원이 개발이 되어 있기 때문에 일정부분 이러한 태양광 가로등으로 교체하여 사용함이 타당 할 것으로 보인다.

② 전열기기 : 전통 가옥 구조적인 문제점들이 법당마다 산재해 있다. 도심 사찰과는 다르게 많은 신도들이 항상 상주하는 건물이 아니다 보니 법당관리원들을 위한 난방용 전열기와 여름에 사용하는 선풍기와 같은 전열기들이 보물이나 국보급 건물에도 여기저기 산재해 있다.

## 2. 대안제시

1) 전통가옥의 구조 개혁 : 전통가옥 구조에 문제점이 해결되지 않고서는 사찰 에너지 효율화는 논 할 수도 없다. 사찰에서 가장 많은 에너지를 필요로 하는 곳이 바로 난방에너지원이기 때문이다. 우선 기존에 쓰던 에너지를 줄이기보다는 틈새 매우기 등을 통하여 에너지가 덜 들어가게끔 줄여 간다는 것이다. 특히나 전통가옥의 목질부와 토질부 사이에서 발생하는 에너지 낭비야 말로 말 할 수 없이 많을 것이다. 벽에 있는 틈새 매우기와 창문 조립의 기술적인 방안이 모색되지 않는 한 사찰 난방 에너지의 효율성은 확보하기 어려울 것이다.

예) 목질부와 토질부 사이의 목질 돌기를 만들어 틈 매우기 실시

2) 공양공급식 난방 에너지 시스템 구축 : 이미 환경 선진국이라는 유럽 많은 나라들이 바이오매스를 이용한 중앙공급식 난방에너지원을 마을 단위로 만들어서 시행중에 있다.

이러한 개념으로 생각한다면 기본적으로 사찰은 10~30개의 건물들로 이루어진 작은 집단의 마을로 구성되어 있다. 중앙공급식 마을보다도 짧은 거리에 산재해 있음으로 그들보다도 효율적인 난방 시스템을 구축할 수 있을 것이다. 여기에는 기술적인 문제가 따르겠지만 한 사찰에 각 건물마다 울려퍼지는 보일러 가동소리를 멈출 수만 있다면 보다 생태적인 사찰로 발돋움 할 것이다.

3) 생태적인 수행상 구현 : 이러한 문제점은 결국엔 우리들이 만들어 놓은 모델들이다. 좀더 이전에 고민하고 실천했다면 이렇게까지 자연이 아파하며 소리치는 일은 없었을 것이다. 오늘 우리가 논의하는 일들이 내일 당장 실천 할 수 있는 일들은 그리 많지 않을 것이다. 기술적이고 제도적인 문제점들을 타하기 전에 바로 당장 들고 있는 종이컵을 던져 버리고 냄새나는 화장실을 당연시 생각할 때 비로소 친환경 적인 생태 사찰로 거듭나지 않을까 생각된다.

별첨 1)

## 마곡사 전기료 월별 사용량(09년)

계량기(kw)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계	월평균
6041호사용량	0	0	42	70	90	109	117	144	119	8	88	6	793	66
사용요금(원)	0	0	5,330	6,480	7,290	8,070	8,400	9,500	8,480	3,930	7,210	3,850	68,540	5,712
3076호사용량	91	87	105	141	143	235	173	406	840	831	988	934	4,974	415
사용요금	170,820	170,600	171,220	172,790	172,890	177,600	181,020	201,140	42,720	216,270	228,260	228,030	2,133,360	177,780
2827호사용량	44,473	37,105	30,158	27,016	22,419	23,366	17,481	17,570	13,374	13,918	16,110	30,682	293,672	24,473
사용요금	4,435,640	3,888,410	3,161,370	2,847,670	2,455,680	2,520,500	2,524,830	2,834,210	1,948,130	1,758,920	2,032,110	3,296,070	33,703,540	2,808,628
0712호사용량	27,480	28,530	24,450	24,030	20,400	14,070	10,050	6,870	9,240	12,720	19,440	24,600	221,880	18,490
사용요금	1,627,840	1,690,040	1,208,680	1,035,500	879,070	606,300	457,070	319,470	429,680	591,510	1,090,690	1,574,710	11,510,560	959,213
0703호사용량	2,735	2,368	3,324	3,634	3,461	2,807	2,603	2,740	2,622	2,555	3,328	2,133	34,310	2,859
사용요금	186,740	165,580	207,610	215,010	206,160	172,690	193,920	226,440	191,510	166,130	219,510	157,990	2,309,290	192,441
0598호사용량	1,733	1,498	1,126	955	1,220	1,172	993	1,228	1,063	799	580	258	12,625	1,052
사용요금	165,010	142,010	113,470	95,490	114,230	110,510	118,400	160,560	124,780	86,810	73,390	50,400	1,355,060	112,922
합 계	76,512	69,588	59,205	55,846	47,733	41,759	31,417	28,958	27,258	30,831	40,534	58,613	568,254	47,355
	6,586,050	6,056,640	4,867,680	4,372,940	3,835,320	3,595,670	3,483,640	3,751,320	2,745,300	2,823,570	3,651,170	5,311,050	51,080,350	4,256,696

별첨 2)

## 감사 전기료 월별 사용량(09년)

계량기	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계	월평균
1호사용량(kw)	23,000	22,300	17,400	17,900	11,800	9,926	4,522	3,697	5,493	8,950	16,230	20,229	161,447	13,454
사용요금(원)	1,362,460	1,320,990	810,000	771,700	508,480	427,720	208,220	171,910	255,450	416,200	956,610	1,294,910	8,504,630	708,719
2호사용량	13,840	10,720	8,000	7,280	5,968	5,072	4,240	5,360	2,640	0	8,160	10,240	8,666,077	722,173
사용요금	819,840	635,020	372,400	313,860	257,160	218,560	195,240	249,250	122,760	197,160	480,940	655,490	4,517,680	376,473
3호사용량	7,227	6,947	6,334	6,410	5,430	5,469	6,034	7,570	5,915	5,878	6,524	6,400	76,138	6,345
사용요금	657,670	636,050	549,110	543,810	483,340	501,300	708,160	930,230	605,350	541,830	625,740	635,360	4,593,818	382,818
4호사용량	1,790	2,777	1,503	254	50	41	56	49	47	58	249	1,766	8,640	720
사용요금	167,520	243,720	135,960	46,970	32,790	32,160	35,370	35,210	33,840	34,120	49,110	171,140	1,017,910	84,826
5호사용량	81	82	72	75	67	87	73	152	155	176	143	95	1,026,550	85,546
사용요금	67,410	67,490	66,260	66,500	65,800	67,180	69,380	78,680	75,100	74,990	73,640	70,030	842,460	70,205
6호사용량	817	466	404	483	558	560	492	629	563	468	514	507	6,461	538
사용요금	86,530	59,430	52,120	56,930	62,100	62,230	71,450	90,870	69,660	57,160	63,430	64,070	848,921	70,743
7호사용량(kw)	196	127	173	160	266	330	244	530	492	273	361	245	3,397	283
사용요금(원)	62,050	56,730	59,200	58,030	65,340	69,780	71,420	104,360	87,940	67,360	75,720	67,380	845,310	70,443
8호사용량	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	848,707	70,726
사용요금	8,240	8,240	8,240	8,240	8,240	8,240	8,760	8,800	8,800	8,800	8,800	8,800	102,200	8,517
9호 사용량	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	3,456	288
사용요금	8,240	8,240	8,240	8,240	8,240	8,240	8,760	8,800	8,800	8,800	8,800	8,800	105,656	8,805
합 계	47,527	43,995	34,462	33,138	24,715	22,061	16,237	18,563	15,881	20,619	32,757	40,098	350,053	29,171
	3,239,960	3,035,910	2,061,530	1,874,280	1,491,490	1,395,410	1,376,760	1,678,110	1,267,680	1,406,420	2,342,790	2,975,980	24,146,320	2,012,193

별첨 3)

## 관측사 전기로 월별 사용량(09년)

계랑기	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계	월평균
8809사용량(kw)	0	0	0	277	328	158	135	220	460	2	1	1	1,582	131,8333
사용요금(원)	200	0	0	15,110	17,230	10,180	9,460	12,920	22,670	3,730	4,000	3,690	99,190	8265,833
8872사용량	6,661	6,693	6,095	7,004	5,544	3,447	1,543	1,002	612	670	2,675	5,298	47,244	3937
사용요금	392,770	394,140	358,740	304,150	237,750	148,860	69,940	46,120	28,160	30,840	124,760	337,990	2,474,220	206185
9234사용량	235	240	199	463	393	292	154	188	177	210	206	156	2,913	242,75
사용요금	30,020	31,160	22,620	103,130	71,700	41,050	17,730	21,790	19,650	25,360	24,690	16,930	425,830	35485,83
9298사용량	7,002	7,927	6,307	4,868	2,904	2,164	1,017	920	847	1,087	4,149	5,607	44,799	3733,25
사용요금	417,330	470,570	369,960	216,180	134,680	93,240	46,090	44,280	39,380	50,540	195,810	358,910	2,436,970	203080,8
8863사용량	8,177	9,689	7,498	5,159	4,365	5,103	4,534	5,461	5,276	4,567	3,435	3,843	67,107	5592,25
사용요금	746,150	860,910	695,190	480,660	415,190	472,620	438,500	695,970	670,280	438,920	359,650	419,090	6,693,130	557760,8
8845사용량	174	197	162	173	143	134	146	148	162	131	164	200	1,934	161,1667
사용요금	19,490	22,360	18,050	19,550	15,370	14,420	15,960	16,020	18,000	14,000	18,090	22,890	214,200	17850
합계	22,249	24,746	20,261	17,944	13,677	11,298	7,529	7,939	7,534	6,667	10,630	15,105	165,579	13798,25
	1,605,960	1,779,140	1,464,560	1,138,780	891,920	780,370	597,680	837,100	798,140	563,390	727,000	1,159,500	12,343,540	1028628



## 왜 사찰 에너지 절약과 자립이 필요한가

김 경 호 (전 조계종 총무원 포교과장)

6교구본사 마곡사 3대 지표인 수행, 생태, 나눔을 구체화하는데 있어서  
현시기 현실적인 문제로 대두하고 있는 ‘에너지’문제를 화두로  
에너지는 왜 수행인가 - 인간의 행을 닦는 - 삶을 가꾸는  
왜 생태인가 - 자연과 인간, 함께 살아가기 위해,  
왜 나눔인가 - 현시대와, 미래 세대와 공유하기 위해

### 1) 사찰의 기원

빔비사라 왕은 부처님의 식사를 손수 시중들면서 생각했다.

‘세존께서 거처하실 알맞은 곳이 어디 없을까? 마을에서 멀지도 너무 가깝지도 않고, 교통이 편리하며, 사람들이 세존을 찾아 뵙고자 할 때 가기 쉽고, 낮에는 혼잡하지 않고, 밤에는 소리가 없어 조용하며, 사람들이 다니지 않고, 사람들로 해서 번거롭지 않은, 홀로 앉아 있기에 알맞은 곳이 좋겠는데 나의 죽림원(竹林園)이 마을에서 멀지 않고, 너무 가깝지 않고, 다니기에 편리하고, 세존을 만나고자 하는 사람들이 가기 쉽고, 낮에는 혼잡하지 않고, 밤에는 소리가 없어 조용하며, 사람들이 다니지 않아 번거롭지 않아서 홀로 앉아 있기에 알맞은 곳이다. 나는 이곳을 부처님과 그 제자들에게 증정해야겠다.’

뜻을 정한 왕은 공양을 마친 부처님의 손을 씻어드리고 말씀드렸다.

“세존이시여, 저는 죽림의 동산과 거기에 지을 정사를 부처님과 부처님의 제자들에게 증정합니다.”

부처님께서서는 이 뜻을 기쁘게 받아들였다. <팔상록>

사찰의 기능과 목적이 모두 들어있다 - 수행/ 탁발/ 대중교화  
지나친 편리, 풍족을 위함이 아니다.

## 2) 소욕지족 - 불교적 삶의 방식

“분소의(糞掃衣)는 능히 비구의 옷에 대한 악욕을 고치고 걸식(乞食)은 능히 비구의 음식에 대한 악욕을 고치고, 수하(樹下)는 능히 비구의 침구에 대한 악욕을 고치고, 신심적정(身心寂靜)은 능히 세속에 대한 악욕을 고치나니, 이 네 가지 약으로 네 종류의 병을 제거하면 그것은 성행(聖行)이라는 말을 들을 만하다. 그리고 이런 성행은 소욕지족(少欲知足)의 이름을 얻게 되는바 소욕하기에 구하지 않고 집착하지 않으며 지족하기에 적은 것밖에 못 얻었을 때라도 마음에 후회함이 없는 것이다.”<열반경>

“메아리 울리는 바위굴로 염불당을 삼고

슬피우는 기러기로 마음의 벼를 삼으리

절하는 무릎이 얼음같이 시려도 따뜻한 곳을 생각하지 말고

주린 창자가 끊어질 듯 하여도 밥을 생각하지 말지니라.“ - 원효스님의 <발심수행장>

## 3) 인류문명의 위기를 맞아 불교적 대안을 제시하여야 할 때

풍요로운 현대 물질문명은 석유와 석탄 같은 화석연료에 의존.

석유는 난방이나 수송 에너지로만이 아니라 섬유 플라스틱, 의약품, 비료 등 온갖 산업의 원료. 옷은 물론 핸드폰, 텔레비전, 비닐장판, 비닐봉투 등 석유와 연관되지 않은 것이 없다. 절이라고 해서 피해갈 수 없다. 한 끼의 식사에도 석유가 90%가 들어있다.(비료, 농기계, 운송, 조리용 연료 등)

석유고갈 - 인류는 벌써 전체 석유매장량의 절반 정도를 태워버렸다. 석유 소비는 늘어만 가는데 석유 생산은 이제 감소세로 돌아서고 있다.(대체로 2010년~2920년을 석유 피크로 본다)

20세기, 21세기 지구촌 분쟁의 원인은 석유, 1,2차 세계대전과 중동문제, 이라크 전쟁 등 석유를 둘러싸고 전쟁이 일어나고 테러가 생겨난다. 만족할 줄 모르는 인간의 욕망이 석유자원을 둘러싼 다툼을 일으킨다.

지속불가능한 생활방식을 지속가능한 생활방식으로 -

대량생산 대량소비의 현대문명은 자연이 1억년에 걸쳐 만든 화석연료를 1-2백년만에 탕진해버린다. 이것이 제대로 된 문명일 수 없다. 이대로 가면 미래 세대는 조상이 저지른 잘못-고갈된 자원과 오염된 지구환경-을 물려받아 죽도록 고생만 해야 한다. 자연자원에 대한 착취와 수탈, 대량의 쓰레기 배출로 물조차 마음대로 먹을 수 없고 숨조차 자유롭게 쉴 수 없다. 그래서 소육지족은 수행자만을 위한 가르침 아니라, 현대문명의 한계에 봉착한 인류가 받아들여야 할 부처님의 말씀이다.

불자들이 조금 덜 따뜻하게 살고, 조금 부족하게 먹고, 조금 덜 풍요롭게 살면 아낀 만큼 중생에게 돌려진다. 혼자만의 실천으로도 세상이 좋아지는데, 천만 불자가 함께한다면 세상이 얼마나 좋아지겠는가.

이것을 사찰에서 먼저 실천하고 불자들에게 가르쳐야 한다.

#### 4) 에너지 문제는 인류의 위기이면서 절 집안의 문제

절 집안의 생활방식도 자본주의 질서에 편입 - 화폐, 석유와 전기, 자동차 이 시대를 살아가는 중생들의 문제이기도 하다. 불교만이 피해갈 수 없다.

- 현실의 문제 - 사찰의 에너지 문제

예산 대비 에너지비용 - 고비용, 부담스러운 처지

“공간 활용을 위해서는 전통사찰의 사격에 맞아야 하고, 활용도.에너지.관리 부분이 중요하다. 즉 외형은 전통을 따라야 하지만 단열이나 설비는 현대적 시설로 보완하여야 한다. 직지사의 경우 많은 난방비가 든다고 했는데, 지금 사찰에서 건물을 유지하는데 난방비가 제일 걱정이다. 이러한 난방비를 절감하기 위해 미황사의 경우는 벽에 석고보드를 설치하고 바닥에는 보일러를 설치하기 전에 우레탄을 쓰고, 지붕에도 우레탄을 사용하여 열 손실을 방지했다. 전기료 및 세면장 역시 최소 비용으로 유지 관리할 수 있도록 하고 있다.”

- 미황사 사례/ 금강 스님 <우리나라 절 불사에 대한 성찰과 방향모색> 제1차 토론

- 겨울이 되면 우선 은행 대출로 몇천만원을 마련해서 겨울 난방을 하고, 이듬해 초과일 수입으로 변제 - 모 스님

- 칠불사 아자방 구들도사 담공선사 - 한 번 불을 넣으면 49일 지속, 두 번 불을 때서

동안거를 마치는 - 에너지 효율의 이상적 모델이 실전

5) 기후변화 - 지구온난화와 기상이변,

식생의 변화 - 대구사과?/ 왕대나무 - 팬더의 주식

주홍날개꽃매미(중국매미)의 창궐,

수행환경 파괴 - 물이 마르면 절이 망한다는 옛말

6) 온실가스 감축

'기후변화에 관한 정부간 패널기구'인 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)가 예측한 바에 의하면 2100년에 세계인구가 2배가 되고 경제성장률이 연평균 2~3%를 유지하는 조건하에서, 총 이산화탄소 배출량은 1990년 70억 톤에서 2100년에는 200억톤으로 증가.

이 경우 1990년에서 2100년 사이에 대기온도는 평균 2°C(1.0~3.5°C) 상승하고, 해수면은 평균 50cm(15~95cm) 상승. (산업혁명 이전 1만 년 동안 대기온도는 1°C 미만 내에서 변했다)

이와 같은 이상기온과 해수면 상승은 자연계에서는 대단한 변화로써 현재까지 유지하여 왔던 지구상의 모든 물리적, 생태학적 균형을 파괴하여 일찍이 인류가 경험하지 못했던 수많은 기후, 자연생태계, 해류흐름 등의 변화를 초래.

한반도의 경우 이미 온대에서 아열대성 기후로 변화되고 있다.

이러한 지구온난화에 대해 이미 30여년 전부터 국제사회의 공동노력이 시작되었고, 1994년 국제 기후변화협약 체결(한국은 47번째로 가입)

1997년 교토의정서 채택 - 온실가스 감축의 구체적 수치와 방안을 마련

2009년 코펜하겐회의 개최 - 교토의정서를 대체할 새로운 구속력 있는 기후협약을 도출하고자 했지만 국가간 입장 차이로 구속력 있는 안을 만드는 데는 실패

하지만 국제사회의 지구온난화 방지를 위한 노력은 앞으로 더욱 강화될 것이며, 배출탄소 감소를 위한 제도적, 경제적 장치가 속속 도입될 것이다.

7) 대안은 무엇인가

화석연료를 넘어 재생가능한 에너지로의 전환이 시급

- 철학의 문제 - 불교적 삶/ 연기적 삶/ 共業을 교육

지금의 에너지 소비실태는 합당한가를 성찰

- 절이 먼저 변해야

그런 점에서 인천의 스승인 스님들이 문제의 심각성을 먼저 알고 실천할 때 스님들 말이라면 무조건 믿고 따르는 신도들이기에 빠르게 바뀔 수 있다.

- 작은 것부터 실천

큰 시설이나 모양일 필요는 없다- 작은 부분에서라도 실천 가능한 긍정적 모델이 필요  
쉽게, 저렴하게, 빨리 할 수 있는/ 4년 임기제 공찰의 한계

공부해야 한다. - 재생에너지, 고효율 등에 대해서는

<사찰에너지 사용 개선방안과 신재생에너지 활용을 위한 토론회> 2009.12.15의 제언  
조계종 총무원 사회부/ 조계종 환경위원회

1. 에너지 절약 진단 종합

가. 전기부분

- 1) 컴퓨터(P.C) 절전 강화
- 2) 냉온수기 및 자동판매기 타이머(Timer) 설치
- 3) 고효율 조명기기로 교체
- 4) 창고와 화장실의 에너지 절약 - 자동 조명
- 5) 팩케이지 에어컨의 에너지 절약 - 필터 청소, 직사광선 피하여 설치

나. 열부분

- 1) 보일러 용량 산정에 기준 필요 - 과용량 설치가 많다.
- 2) 설치되어 사용되고 있는 보일러의 관리가 미흡 - 폐가스 위험, 방열 손실
- 3) 보일러 관리 필요 - 전문 관리업체 관리로 효율 향상

2. 에너지 관리체계 구축 필요

3. 에너지절약 전문기업 활용

4. 정부지원 정책 활용

가. 고효율 에너지 절약기기 장려금 지원금액 및 지원대상

나. 에너지 절약기기 용자

다. 신재생에너지 보급사업

LG전자환경전략팀장 신종민상무 - 2010년 2월 16일 한겨레신문 인터뷰에서  
 환경변화뿐만 아니라 온실가스 등 기후변화 문제, 그린테크놀로지, 에코디자인, 그린  
 커뮤니케이션, 그린 마케팅 등 환경이나 에너지와 관련된 신사업분야를 개척  
 이를 사찰에 적용한다면  
 환경변화뿐만 아니라 온실가스 등 기후변화 문제 -  
 그린테크놀로지 -  
 에코디자인 -  
 그린 커뮤니케이션 -  
 그린 마케팅 -  
 환경이나 에너지와 관련된 신사업분야 -

#### 누가 할 것인가

주지스님 - 절대적 책임  
 대중 스님 - 교육 주체/ 실천 주체  
 종무원 - 자기 담당 분야의 책임자 - 후원, 시설관리 등  
 핵심 신도 -  
 일반 신도 -  
 관람객 - 절에 들어서는 순간 생태적 실천이 강제되도록 시스템을 만들어야

#### 8) 워크숍을 통해 무엇을 얻을 것인가

최소목표 - 사찰의 에너지 사용실태에 대한 정확한 파악과 인식  
 현실목표 - 에너지 절약과 자립계획 수립  
     적은 비용으로 실천할 수 있는 에너지 절약방안 발굴(단열, 절전 등)  
     최소투자로 확보할 수 있는 재생에너지 확보  
     (풍력, 수력, 지열, 태양열, 태양광, 산림자원 등)  
     에너지 의존형 시설, 사업 등을 저 에너지 모델로 개선  
 최고목표 - 명실상부한 생태사찰로 발전(재생에너지로 에너지 자립)  
     지역 에너지 공동체의 중심(신도와 지역민들에게 파급)

사찰 건물에너지 진단과 효율화 방안  
단열성능 개선을 중심으로..

휴건축 연구소 살림

## 흙건축의 재인식 - 흙의 효과

### 지구환경적 측면

- 천연자원의 절약
- 에너지 소비 최소화 내재에너지
- 에너지 소비 효율화 - 난방에너지 절감, 프랑스전력회사 50%수준
- 오염감소 - 배출오염물질이 적다

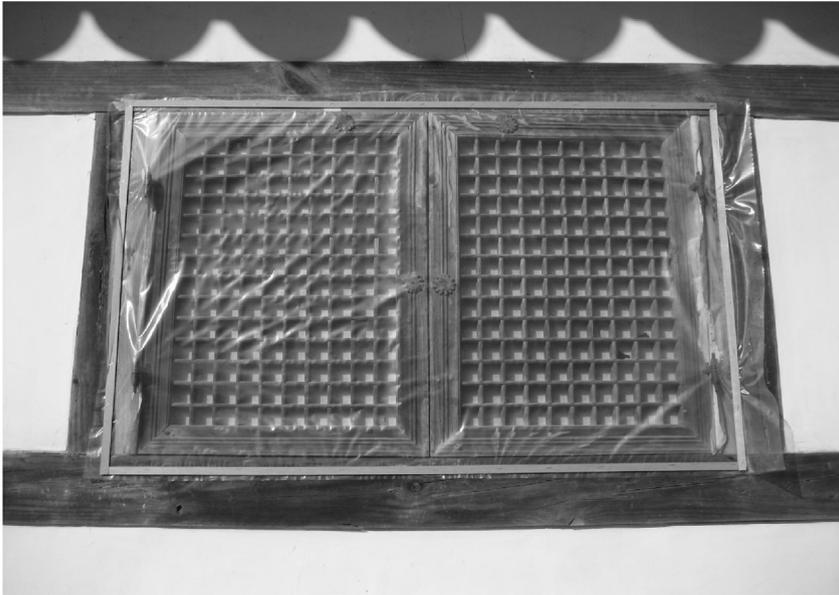
### 주거환경적 측면

- 생명공간을 만든다.  
성장률 55:-10%, 폐사율 0: 60%, 선호도 72: 28%
- 탈취율이 높다  
탈취율 98: 61%
- 습도조절 능력이 우수하다  
흡수량 3.08: 0.81g/cm<sup>2</sup> 방출량 2.33: 0.42g/cm<sup>2</sup>
- 원적외선이 많이 나온다  
93:86%

## 사찰의 건물에너지 진단



사찰의 건물에너지 진단



사찰의 건물에너지 진단



사찰의 건물에너지 진단



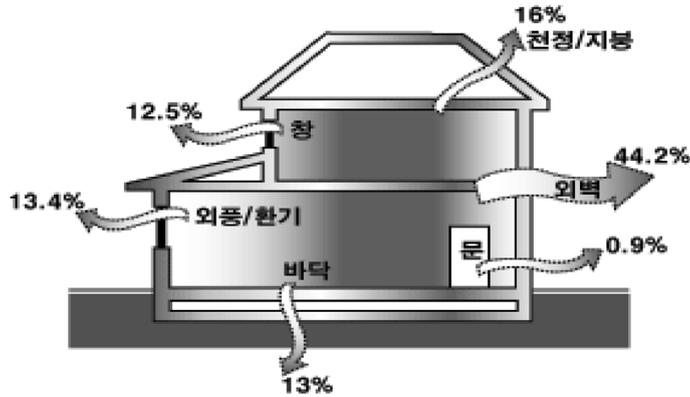
사찰의 건물에너지 진단



### 단열의 필요성

우리나라의 경우 총 에너지 소비량 중 건물 부분의 사용량이 25%에 달해 건물에서의 에너지 절약 문제는 매우 중요하다고 할 수 있다.  
 건축물에서의 단열은 에너지 절감뿐만 아니라 쾌적한 환경을 제공하여 삶의 질을 높이고 라이프 사이클 코스트를 낮춰 준다.

단열성능을 강화하면 약 40~50%의 에너지를 절감할 수 있다.



열손실 경로 및 비율

### 사찰의 건물에너지 진단 - 창호

단위는 K값(열 관류량, Kcal/m<sup>2</sup>.hr.°C)을 사용하였다.

- 측정값을 비교 분석하면 유리창만을 사용한 2중 창(시료 1)의 K값이 5.31이었으나
- 같은 조건 하에 유리창 한 장과 한지(창호지)를 복합해서 2중 창으로 만든 시료 2의 경우 K값은 4.87로 9%의 열적 상승 효과가 있었다.
- 그러나 유리창으로 된 2중 창에 창호지 문을 내부에 설치한 시료 3의 K값은 2.86으로 시료 1번보다 1.8배의 열적 효과가 있었으며
- 유리 단 창에 창호지만으로 된 2중 창을 더한 4번 시료의 경우 K값은 2.61로 1번 시료보다 무려 2배 이상의 열적 효과를 얻었다.

<표 1> 실험 시료의 구성

시료 번호	구	성
1	유리창(3mm)+공간(20mm)+유리창(3mm)	
2	유리창(3mm)+공간(20mm)+한지(창호지)	
3	유리창(3mm)+공간(6mm)+유리창(3mm)+공간(20mm)+한지(창호지)	
4	유리창(3mm)+공간(25mm)+한지(창호지)+공간(20mm)+한지(창호지)	

## 사찰의 건물에너지 진단 - 벽체

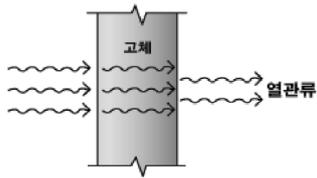
- 새로 집을 짓고 초배를 한다음에는 반년이고 1년이고 그대로 내버려 둔채 정배를 서 두르지 않도록 한다.
- 대개 새로 벽을 바르고 났을 때는 기둥과 벽이 교차하는 부분이 꼭 밀착되어서 틈이 없지만 시간이 지나면서 흙과 나무가 말라 수축되어 교차하는 부분에 틈과 균열이 생겨 거기에 바른 종이에 주름이 잡혀 일어난다.
- 주름 잡힌 부분을 칼로 도려내고, 다시 종이를 돌돌 말아서 그 갈라 터진 틈을 메운다. 그런 다음 비로소 중배와 점배를 하는것이 좋다.
- 이처럼 하지않고 집을 세우자마자 곧 정배를 하면 결국에는 기둥과 벽이 교차하는 부분이 뒤틀려 일어나는 것을 막을 수 없다.
- ---금화 경독기

## 사찰의 건물에너지 진단 - 벽체

- 혹은 벽을 바르고 나서 다 마르면 휴지를 바르지 않고 곧장 석회를 가져다가 보름에서 한달 간 물에 담가 두었다가 밑바닥에 가라 앉은 거친 덩어리는 버리고 물위에 뜬 차지고 가는 것만을 취한다.
- 물을 기울여 빼버리고 느릅나무 즙과 지근(紙筋)을 함께 배합하여 바른다.
- 바른 석회가 다 마르기를 기다렸다가 흙손으로 거품과 덩이를 갈아서 고르게 만든다. 그뒤 7~8개월이 지난 뒤 기둥과 벽 사이에 틈이 생기면 앞에서 한 방법에 따라 다시 석회를 바른다.
- 이것이 마르기를 기다렸다가 종이를 두세겹 바르면 휴지를 소비하지도 않을 뿐만 아니라 희고 깨끗하여 아름답다.
- ---금화 경독기

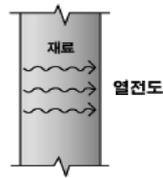
### 열관류율 $K(\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C})$

열관류는 열이 벽과 같은 고체를 통하여 공기층에서 공기층으로 열이 전하여 지는 것을 말하며, 단위시간에 1m<sup>2</sup>의 단면적을 1°C의 온도차로 있을 때 흐르는 열량을 열관류율이라 한다.



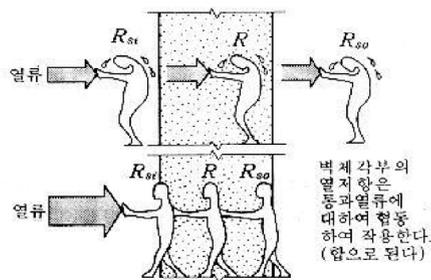
### 열전도율 $\lambda(\text{kcal}/\text{mh}^\circ\text{C})$

열전도는 열을 재료의 앞쪽 표면에서 뒷쪽 표면으로 전달하는 것을 말하며, 두께 1m, 면적 1m<sup>2</sup>인 재료의 앞쪽 표면에서 뒷쪽 표면으로 1°C의 온도차로 1시간동안 전달된 열량을 열전도율이라 한다.



### 열저항 $R(\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}/\text{kcal})$

고체 내부의 한 지점에서 다른 한 지점까지 열량이 통과할 때 이 통과 열량에 대한 저항의 정도를 말한다.



- Rt : 열관류저항(m<sup>2</sup>.h.°C/kcal)
- Rsi : 고온측 공기에서 벽면으로의 열전달 저항
- R : 벽의 열전도저항
- Rso : 저온측 공기로의 열전달 저항

## 열관류율, 열전도율, 열저항 상관 관계

$$\text{열관류율 } K \text{ (kcal/m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{°C)} = \frac{1}{\text{열저항 } R \text{ (kcal/m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{°C)}} = \frac{\text{열전도율 } \lambda \text{ (kcal/m}\cdot\text{h}\cdot\text{°C)}}{\text{두께 } t \text{ (m)}}$$

$$\text{열전도율 } \lambda \text{ (kcal/m}\cdot\text{h}\cdot\text{°C)} = \frac{\text{두께 } t \text{ (m)}}{\text{열저항 } R \text{ (kcal/m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{°C)}}$$

$$\text{열저항 } R \text{ (m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{°C/kcal)} = R_i + \frac{t_1}{\lambda_1} + \frac{t_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{t_n}{\lambda_n} + R_o$$

$R_i$  = 실내 표면 열전달 저항( $\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{°C/kcal}$ )     $R_o$  = 실외 표면 열전달 저항( $\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{°C/kcal}$ )  
 $\lambda$  = 재료의 열전도율( $\text{kcal/m}\cdot\text{h}\cdot\text{°C}$ )     $t$  = 재료의 두께 (m)

지역별 건축물 부위의 열관류율표 (건설교통부령 제270호, 2001, 6, 1부 적용) (단위  $\text{W/m}^2\text{K}$ )

건축물의부위 지역		중부지역(1)	남부지역(2)	제주도	
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	0.47이하	0.58이하	0.76이하	
	외기에 간접 면하는 경우	0.64이하	0.81이하	1.10이하	
최상층에 있는 거실의 천장 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우	0.29이하	0.35이하	0.41이하	
	외기에 간접 면하는 경우	0.41이하	0.52이하	0.58이하	
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.35이하	0.41이하	0.47이하
		바닥난방이 아닌 경우	0.41이하	0.47이하	0.52이하
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.52이하	0.58이하	0.64이하
		바닥난방이 아닌 경우	0.58이하	0.64이하	0.76이하
공동주택의 축벽		0.35이하	0.47이하	0.58이하	
공동주택의 중간벽	바닥난방인 경우	0.81이하	0.81이하	0.81이하	
	그밖의 경우	1.16이하	1.16이하	1.16이하	
장 및 문	외기에 직접면하는 경우	3.84이하	4.19이하	5.23이하	
	외기에 간접면하는 경우	5.47이하	6.05이하	7.56이하	

(1) 중부지역: 서울특별시, 인천광역시, 경기도, 강원도(강릉시, 속초시, 삼척시, 고성군, 양양군 제외), 충청북도(영동군 제외), 충청남도(천안시), 경상북도(정선군)  
 (2) 남부지역: 부산광역시, 대구광역시, 광주광역시, 대전광역시, 강원도(강릉시, 동해시, 속초시, 삼척시, 고성군, 양양군), 충청북도(영동군), 충청남도(천안시 제외), 전라북도, 전라남도, 경상북도(정선군 제외), 경상남도

재료에 따른 열전도도

시료명	시험분석항목	시험분석결과	시험분석방법
흙미장	열전도도(W/mk)	0.5372	KS L 9016
고강도 흙타설	열전도도(W/mk)	0.4105	KS L 9016
<b>흙다짐</b>	<b>열전도도(W/mk)</b>	<b>0.4760</b>	KS L 9016
입자흙 단열재	열전도도(W/mk)	0.2823	KS L 9016
강토타설	열전도도(W/mk)	0.5076	KS L 9016
시멘트벽돌	열전도도(W/mk)	0.4577	KS L 9016
시멘트몰탈	열전도도(W/mk)	0.4116	KS L 9016

열관류율 계산시 적용되는 실내 및 실외측 표면 열전달저항

건물 부위 / 열전달저항	실내표면열전달저항Ri [단위:㎡ K/W] (괄호안은 ㎡ h °C/kcal)	실외표면열전달저항Ro [단위:㎡ K/W] (괄호안은 ㎡ h °C/kcal)	
		외기에 간접 면하는 경우	외기에 직접 면하는 경우
거실의 외벽 (측벽 및 창, 문 포함)	0.11(0.13)	0.11(0.13)	0.043(0.050)
최하중에 있는 거실 바닥	0.086(0.10)	0.15(0.17)	0.043(0.050)
최상중에 있는 거실의 반자 또는 지붕	0.086(0.10)	0.086(0.10)	0.043(0.050)
공동주택의 중간 바닥	0.086(0.10)	-	-

1. 흠미장 0.12m

중부지방, 거실외벽, 외기 직접 면하고 있는 경우

$$R_i = 0.11 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

$$R_o = 0.043 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

$$d = 0.12 \text{ m}$$

$$k = 0.5372 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} 1 / U &= 0.11 + (0.12 / 0.5372) + 0.043 \\ &= 0.2234 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W} \end{aligned}$$

$$\therefore U = 2.6569 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

**법규 요구치 : 0.47 W/m<sup>2</sup> °C 이하**

## 패시브 하우스

- 첨단 단열공법을 이용하여 에너지의 낭비를 최소화한 건축물을 가리킨다.
- '수동적(passive)인 집'이라는 뜻으로, 능동적으로 에너지를 끌어 쓰는 액티브 하우스(active house)에 대응하는 개념이다.
- 액티브 하우스는 태양열 흡수 장치 등을 이용하여 외부로부터 에너지를 끌어 쓰는 데 비하여 패시브 하우스는 집안의 열이 밖으로 새나가지 않도록 최대한 차단함으로써 화석연료를 사용하지 않고도 실내온도를 따뜻하게 유지한다.



Straw bale

**앞축벧단집(starw-bale house)**

스트로 베일집은 잘 마른 앞축벧집을 이용해 벽체를 만들고 그양면에 흙을 미장함으로써 뛰어난 단열효과와 흙의 장점을 두루 살린 훌륭한 흙건축공법이다.

200여년전 미국 네바라스카에서 시작된 이 공법은 4년전 호주 starw-bale workshop을 통해 한국에 소개되었고 그동안 10여채의 국내 건축물을 통해 우리의 흙건축방법으로 든든히 자리 잡아가고 있다.





## 스트로 베일 - 얼마나 따뜻할까?

- **Straw Bale의 열전도율**

- 0.13 W/mK

- **중부지방 요구 열 관류율**

- 0.47 W/m<sup>2</sup>°C

건축물의부위 지역		중부지역(1)	남부지역(2)	제주도
거실의 벽체	외기에 직접 면하는 경우	0.47이하	0.58이하	0.76이하
	외기에 간접 면하는 경우	0.64이하	0.81이하	1.10이하
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우	0.29이하	0.35이하	0.41이하
	외기에 간접 면하는 경우	0.41이하	0.52이하	0.58이하
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.35이하	0.41이하
		바닥난방이 아닌 경우	0.41이하	0.47이하
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.52이하	0.58이하
		바닥난방이 아닌 경우	0.58이하	0.64이하



시료명	시험분석항목	시험분석결과	시험분석방법
흙미장	열전도도(W/m°C)	0.5372	KS L 9016
고강도 흙타설	열전도도(W/m°C)	0.4105	KS L 9016
<b>흙다짐</b>	<b>열전도도(W/m°C)</b>	<b>0.4760</b>	KS L 9016
임자흙 단열재	열전도도(W/m°C)	0.2823	KS L 9016
강토타설	열전도도(W/m°C)	0.5076	KS L 9016
시멘트벽돌	열전도도(W/m°C)	0.4577	KS L 9016
Straw bale	열전도도(W/m°C)	0.1118	외국자료
왕겨	열전도도(W/m°C)		
시멘트물탈	열전도도(W/m°C)	0.4116	KS L 9016



### [straw bale 400mm, 흙미장 100mm] 벽체의 열관류율

(열 관류율 = 열 전도율 / 두께 = 1/열저항)

$$R_i = 0.11 \text{ m}^2\text{C}/\text{W}$$

$$R_o = 0.043 \text{ m}^2\text{C}/\text{W}$$

$$t = 0.40 \text{ m}$$

$$\lambda = 0.13 \text{ W}/\text{m}^2\text{C} \text{ (strawbale)}$$

$$T = 0.10 \text{ m}$$

$$\lambda_2 = 0.5372 \text{ W}/\text{m}^2\text{C} \text{ (흙미장)}$$

구조체 열관류율  $U(\text{W}/\text{m}^2\text{C})$

재료 열전도율  $\lambda(\text{W}/\text{m}^2\text{C})$

열저항  $R(\text{m}^2\text{C}/\text{W})$

표면 열전달 저항 : 실내  $R_i$ , 실외  $R_o(\text{m}^2\text{C}/\text{W})$

재료두께  $t(\text{m})$

$$\text{열 관류저항} = 1 / U = 0.11 + \{(0.4/0.13) + (0.1/0.5372)\} + 0.043 = 2.103 \text{ m}^2\text{C}/\text{W}$$

$$\therefore U = 0.20 \text{ W}/\text{m}^2\text{C}$$

법규 요구치 : 0.47 W/m<sup>2</sup>C 이하 (중부지방, 거실외벽, 외기 직접 면하고 있는 경우)



## 건축 자재로서 스트로베일 압축 벚단의 장점

- 1. 천연적인 건강한 소재
  - 우리 건강을 해치지 않고, 자연에서 매년 생산되며
  - 그것으로 지은 집이 해체될 때, 자연으로 쉽게 다시 돌아가는 생태적인 소재라는 것이다.
- 2. 뛰어난 단열 성능
  - 벚질 스스로가 가지는 뛰어난 단열성능은 주택의 난방비용 절감은 물론 화석에 너치의 사용을 줄일 수 있는 스트로베일공법의 커다란 장점으로 부각
- 3. 비교적 저렴하다.
  - 벽에 들어가는 비용이 저렴하고, 시공이 간편하여, 스스로 집을 지을 경우 아주 저렴하게 지을 수 있다.
- 4. 지진에도 강한 내진성
  - 베일은 벽돌이나 콘크리트 벽과 달라서 충격에 유연하게 대처한다. 미국 LA 지진에서도 스트로베일 하우스는 전혀 손상이 없었다고 한다.



## 건축 자재로서 스트로베일 적정기술로의 장점

- 5. 배우기가 쉽다.
  - 다른 건축 공법보다 배우기가 쉽다.
  - 복잡한 장비가 필요없고, 뛰어난 손 기술을 필요로 하지 않기 때문에 몇 가지 사항들을 주의해서 지으면 누구나 지을 수 있다.
- 6. 취향에 따라 다양한 모양을 만들수 있다.
  - 다양한 방식의 골조를 적용할 수 있어 다양한 모양으로 지을 수 있다.
  - 매끄럽고 현대적인 형태로 지을 수도 있고, 투박하고 파스텔톤의 질감을 살릴 수도 있다.
- 7. 두레 형식으로 집짓기가 가능하다.
  - 고도로 숙련된 기술이 필요하지 않기 때문에 가족, 친지, 친구들과 주말을 이용하여 놀이나 축제처럼 즐기면서 지을 수 있다.
  - 특히 베일쌓는 단계나, 미장하는 단계에서 여러 명이 한꺼번에 작업을 하다보면 집짓기가 축제처럼 행복해 질수 있다..



# 건축 자재로서 스트로베일

## 흙미장의 장점

- 8. 뛰어난 습도조절 능력, 탈취능력, 방음 능력
  - 흙이 가지는 습도조절능력으로 가습기보다 뛰어나게 습도조절을 하고,
  - 주방의 후드를 전혀 사용하지 않고도 담배냄새, 고기 구운 냄새등을 자연스럽게 제거해 준다
- 9. 손미장의 부드러운 곡선이 정서적으로 안정감을 준다.
  - 손으로 문지르며 부드러운 곡선으로 처리되는 개구부와 벽체등은 마치 고향에 들어온듯 한 편안함을 준다.
  - 또한 벽감과 부조의 꾸밈은 소박한 아름다움을 느끼게 한다.
  - 아마도 어린이들이 생활하는 곳이나 노약자들이 생활하는 곳에 적용한다면 심리적으로 많은 도움이 될 것이다.



## 언 로드 베어링의 다양한 적용



이중 경량목구조



한식 목구조



판넬 월 시스템 + 철제골조



시스템 판넬 월



## 언 로드 베어링의 다양한 적용



H빔 + 프리캐스트 베일



포스트 빔 목구조



아치 구조 + 대나무



리모델링 베일



## 베일 및 미장

- **베일 쌓기**
  - 다양한 형태의 구조체에 베일을 쌓아 벽체를 형성하는 것.
- **코브 채우기**
  - 베일과 베일 사이의 빈 공간에 흙 버무리(흙 + 벚짳)를 채워 넣는 것.
- **흙 미장하기**
  - 바탕만들기 : 벽체와 흙이 하나가 되도록 하는 것
    - 이를 위해 순수황토를 얇고 강하게 벚짳에 이겨 발라야 한다.
    - 이때는 흙미장에 크랙이 가는 것이 문제가 되지 않는다.
  - 본 미장: 바탕미장 위에 정벌 미장을 하는 것
    - 흙과 모래 벚짳 석회등을 섞어 금이가지 않도록 입도를 맞추후 3~5cm 정도를 고르게 바른다.
  - 마감미장: 흙벽의 질감과 색감을 위해 흙페인트등을 바른다.
    - 흙페인트, 카세인페인트, 석회페인트등을 발라준다.
- **벽감 및 부조 만들기**
  - 장식적 요소로 흙벽에 치당을 하는 것
    - 흙을 파서 공간을 만들거나 부조등을 만든다.



## 베일 쌓기 + 코브 체우기



1997

## 바탕 만들기 + 본미장 + 마감미장



1997

Straw bale



흙 뽀칠



Straw bale



부드러움과 따뜻함을 지닌  
우리시대의 또 다른  
도둑집이지 않을까?



1997



흙은  
경상도 사나이의 무뎉뎉하지  
만 굳건한 속정같고  
전라도 아지메의 따스고  
푸근한 손맛같이  
이곳에도 저곳에도 .....



1997



홍성 봉암 마을 사랑방

설계: 흙건축 살림

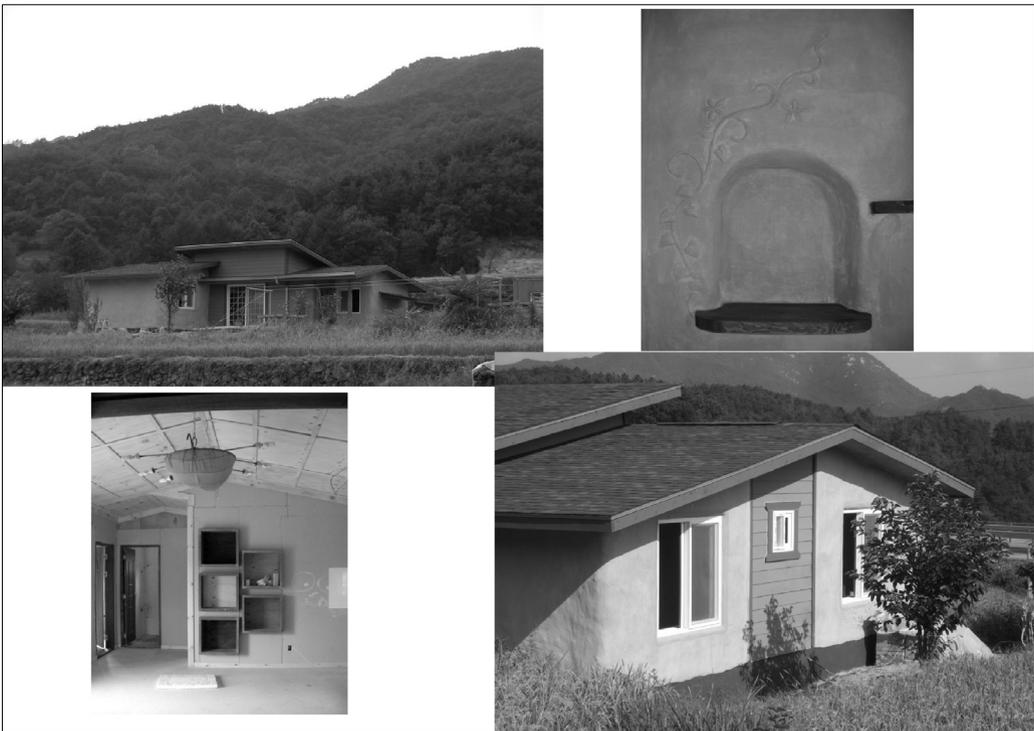
시공: 흙건축 살림

구조: 언 로드베어링(경량 목구조 + 베일)

시공기간: 2006년 11월 ~ 12월







## 거창 동변리 주택

설계: 흙건축 살림 이민선, 서창희

시공: 흙건축 살림

구조: 이중 경량 목구조

시공기간: 2007년 8월~10월



## 이중 심벽공법 (WOOD & COB)



## 공법의 특징

### 이중 심벽 공법

전통적으로 사용되는 심벽은 그 두께가 너무 얇고, 나무와 흙이 마르면서 ' 건조수축 '이 진행됨으로 인해 나무와 흙 사이에 틈이 생겨 벽에의 단열성능을 저하시키는 문제점을 가지고 있다.

이중 심벽 공법은 두겹으로 만들어진 심벽의 양면에 흙을 바르고, 그 안에 왕겨나 훈탄을 채워 넣음으로 단열 성능을 상승시키고 흙이 가지는 주거환경적 장점을 활용할 수 있으며 작업방법이 단순하여 누구나 손쉽게 접근할 수 있는 공법이다.

- 왕겨가 가진 단열성능을 최대한 활용
- 흙을 이용한 내,외부 마감
- 적절한 난이도의 시공기법
- 자기주도적 집짓기

왕겨 두께에 따른 열 관류율 (0.04,0.07)

W/m <sup>2</sup> ℃	열전도율	열전도율 0.047일때		열전도율 0.081일때	
		두께(m)	열저항 (전도율0.04)	열관류율 U(W/m <sup>2</sup> ℃)	열저항 (전도율0.07)
0.047	0.05	1.217	0.822	0.770	1.298
0.081	0.1	2.281	0.438	1.388	0.721
	0.15	3.344	0.299	2.005	0.499
	0.2	4.408	0.227	2.622	0.381
	0.25	5.472	0.183	3.239	0.309
	0.3	6.536	0.153	3.857	0.259
	0.35	7.600	0.132	4.474	0.224
	0.4	8.664	0.115	5.091	0.196
	0.45	9.727	0.103	5.709	0.175
0.046	0.5	10.791	0.093	6.326	0.158

열 관류율 법규 요구치 : 0.47 W/m<sup>2</sup>℃ 이하 (중부지방, 거실외벽, 외기 직접 면하고 있는 경우)

## 시공 준비



흙



훈탄 배합



볏짚 배합

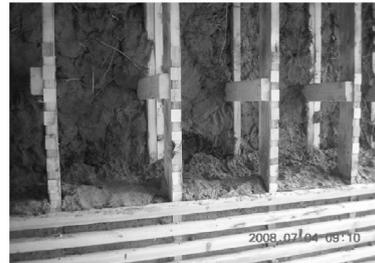


흙준비

## 시공과정



내부심벽바르기



외부 심벽 바르기



훈탄 채우기



상부 작업

## 시공 과정



## 완성 사진





감사합니다.

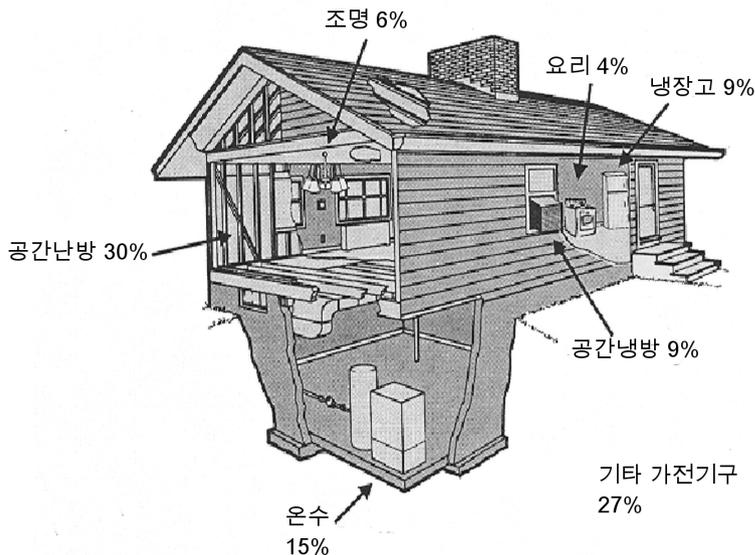
흙건축 연구소 살림



## 에너지 걱정 없는 사찰을 위한 모색

김 성 원 (휴부대건축네트워크 매니저, 전 에너지전환 간사)

건물에서 소비되는 에너지를 분야별 비율을 살펴보는 데 부터 '에너지 절감 방안'에 대한 모색을 시작하려 합니다. 참고로 일반 가정 주택을 기준으로 보면 공간난방에 30%, 공간냉방 9%, 온수 15%, 조명에 6%, 냉장고 9%, 기타 가전기구 27%, 요리(취사) 4%의 비율로 에너지를 소비하고 있습니다. 다시 이를 크게 나눠보면 냉난방 온수를 포함한 통칭 냉난방 분야는 44%, 가전, 냉장고, 조명 등 전기분야는 42%, 취사 분야가 4%의 비율로 에너지가 소비되고 있습니다. '건물 에너지 절감'은 결국 난방에너지와, 전기에너지 이용과 그 비용을 어떻게 줄이고 어떤 대안을 찾을 수 있는가에 달려 있습니다.



## I. 전기분야의 절감 방안과 자연에너지 발전

### I.1. 전기 절감 방안

#### - 대기전력 차단만으로도 11% 절감

전기 에너지를 효율적으로 이용할 수 있는 방법은 많습니다. 전기제품 이용 습관을 바꾸는 방법도 많이 제시되고 있지만 많은 대중이 이용하는 종교시설이나 공공시설에서는 그 효과를 기대하기 어렵습니다. 가장 빠르게 효과를 볼 수 있는 방법은 대기전력차단장치를 이용하는 방법입니다. 대기전력이란 가전기기가 꺼져있는 상태에서도 전선과 연결된 콘센트에 코드가 꽂혀 있을 때 흐르는 약간의 전기를 말하는데 소량이긴 하지만 코드가 꽂혀있는 상태에서 24시간 내내 흘러간 것을 합하면 꽤 많은 양이 됩니다. 대기전력은 우리나라 전체 전기소비의 5% 이상 되는 것으로 추정됩니다. 가정소비 전력의 약11%를 차지합니다. 대기전력만 효과적으로 줄여도 1년에 한달은 전기를 공짜로 쓸수 있습니다. 그렇다고 전기 제품을 끌 때마다 코드를 빼서 전기를 차단하는 것은 너무 번거롭습니다. 이를 해결 하는 방법이 바로 멀티탭 사용입니다. 텔레비전, 오디오, 컴퓨터, 휴대전화 충전기 등 각종 가전기기를 멀티탭에 연결하고, 사용하지 않을 때는 멀티탭 스위치만 누르면 상당한 양의 전기 소비를 줄일 수 있습니다. 좀더 발전된 멀티탭에는 절전콘센트, 절전타이머 등 ‘대기전력자동차단콘센트’가 있습니다.



#### - 절전형 조명기기로 3%~70% 절감

건물을 밝히는 데 절전형 조명기기(전등)를 이용하면 전체 전기소비의 3% 가량을 줄일 수 있습니다. 백열전구를 형광램프 또는 절전형 LED 램프로 교체하거나 정원등이나 야간보안 조명은 태양전지 등을 이용하는 방법을 고려해볼 수 있습니다. 그러나 시중에서 구할

수 있는 대부분의 태양전지 등은 대개 축전용량이 작고 밝지 않아 산중 사찰의 정원등으로 사용하기에는 한계가 있습니다.

조도센서와 인체잡지(재실) 센서가 부착된 전기절약형 점등스위치 장치는 기존 계통 전기를 그대로 사용하면서도 조명에 이용되는 전기의 70%를 절감할 수 있습니다. 일례로 오토온((주)텔트론 제품)과 같은 절기절약형 점등스위치 장치는 센서의 감지 범위가 20m 내외로 넓은 데다가 자연광을 감지하여 충분히 채광되는 곳에서는 점등 되지 않도록 하고 야간에 화장실이나 복도, 가로등 밑으로 사람이 지나가면 자동 감지하여 점등됩니다. 또한 총 소비전력이 1,100W를 넘지 않는 범위에서 한 장치에 다수의 등을 병렬로 연결하여 사용할 수 있습니다. 이러한 장치는 공동시설 또는 공공시설에서 절감효과가 높습니다.

◦ 월별공동전기요금상세내역

공동전기요금	면적 m <sup>2</sup>	공동부과금액(원)	설치전/후
06년 11월 공동 전기요금	4,178	311,082	설치전
06년 12월 공동 전기요금		285,041	
07년 1월 공동 전기요금		376,132	
07년 2월 공동 전기요금		487,434	
07년 3월 공동 전기요금		295,950	
07년 4월 공동 전기요금		215,375	
07년 5월 공동 전기요금		161,133	
07년 6월 공동 전기요금		195,432	
07년 7월 공동 전기요금		163,720	
07년 8월 공동 전기요금		221,276	
07년 9월 공동 전기요금		206,026	
07년 10월 공동 전기요금		268,544	
07년 11월 공동 전기요금		64,899	
07년 12월 공동 전기요금		97,463	



(AutoOn 장치와 사용 전 후 전기요금 절감 실적)

- 선풍기를 이용하자.

에어콘 한대의 전기 소모량은 선풍기 40~50대의 전기 소모량과 같습니다. 에어컨 사용은 가급적 자제하고 선풍기와 병용합니다. 큰 규모의 법당이나 식당의 경우 천정형 선풍기를 사용하거나 천정선풍기를 달니다. 천정선풍기는 여름에는 정회전으로 공기를 순환시켜주며 찬바람 효과를 내어 실내를 더욱 시원하게 만들며 에어컨 효과를 상승시켜 항상 쾌적한 실내 공간을 만들어 줍니다. 방안의 공기 대류를 일으켜 온도를 무려 5도 가까이 떨어뜨린다고 합니다. 겨울에는 역회전으로 실내 상부의 뜨거운 공기와 하부의 차가운 공기를 순환시켜 항상 쾌적하고 따뜻한 실내공간을 만들어 줍니다.



(천정 에어컨과 함께 달린 천정 선풍기)

## 1.2. 자연에너지 자가 발전

- 태양광 발전

전력 공급이 어려운 곳에 위치한 작은 암자 등에서 태양광과 태양열을 이용하는 경우가 급격히 증가하고 있습니다. 설악산 영시암, 오세암, 봉정암, 아산 옥련암 등과 문경 봉암사 산내 암자인 백운암과 대규모 사찰인 통도사에도 태양광 발전기가 설치돼 있습니다. 태양광 발전설비를 통해 생산되는 전기로 조명과 난방에 사용하는 에너지를 자체적으로 공급하고

있는 데 암자의 경우 약 99㎡ 규모의 소규모 태양광전지판을 장착해 연간 1만 8000kw의 전기를 생산할 수 있습니다. 단, 산중 사찰의 경우 일조량이 많지 않거나 태양광 설비가 전통사찰건축물이나 주변 경관 등 생태, 역사문화적 가치를 훼손할 우려가 있다는 지적이 있어 적용시 이를 주의해야 합니다. (참조 정부보조 60%)



(통도사 주차장의 태양광전지판)

#### - 소수력발전

산중 사찰 인근엔 보통 항상 물이 끊이지 않는 계곡이 있어 소수력발전을 고려할만 합니다. 낙차가 큰 곳에 댐이 아니라 관을 설치해서 관속을 통과하는 물의 힘으로 터빈을 돌리는 것과 흐르는 물을 그대로 통과시켜서 발전기를 돌리는 두 종류의 형태가 있습니다. 두가지 방식 모두 댐을 건설할 필요가 없고, 강을 크게 변형시키지 않는다는 장점을 가지고 있습니다. 강이나 계곡물의 낙차가 크지 않은 경우에는 물 속에 소위 ‘전구형 터빈’(bulb turbine)을 설치해서 전기를 생산합니다. 기존의 수력터빈은 대형이든 소형이든 물이 터빈과 수직방향으로 떨어지면서 터빈의 날개를 때려서 돌리지만, ‘전구형 터빈’은 회전축이 물의 흐르는 방향과 평행으로 놓입니다. 강물은 터빈 속으로 직접 들어가서 흘러 나오고, 이때 물의 흐르는 힘에 의해 발전기가 회전하면서 전기가 만들어지는 것이다. 전구형 터빈이 많이 설치된 나라는 프랑스입니다. 소수력발전은 대형 댐을 건설해서 발전하는 경우와 달리 건설기간이 짧습니다. 건설에 투입된 에너지의 상쇄기간도 소수력발전은 9개월 정도 걸립니다. 단 초기건설비 부담이 크고 강수량 변동에 따른 발전량 변동(연평균 가동률 36%)이

큰 편입니다. (참조 정부보조율 60%)



(소형 수력발전기)

## II. 난방분야의 절감 방안과 자연에너지 이용

### II.1. 난방에너지 절감 방안

난방비 걱정은 집 지을 때부터 시작됩니다. 집 지을 요량으로 집 구경 오는 이들은 흔히 “벽은 얼마나 두껍나요? 겨울에 기름은 얼마나 들어가나요?”라는 질문을 자주하더군요. 벽만 두꺼우면 단열이 잘되어 난방비를 줄일 수 있겠지라는 단순한 생각에서 묻는 거지요. 건축물의 겨울철 난방 부하를 살펴보면 냉기침투 35%, 창 23%, 지붕 15%, 벽 15%, 바닥 9%, 문 3%입니다. 여름철 냉방부하는 습기유입 25%, 창 23%, 지붕 21%, 실내습기 13%, 벽 12%, 열기침투 4%, 문 2%입니다. 벽만 두껍다고 냉난방비를 줄일 수 없지요. 기초와 바닥, 지붕과 창문 등 단열시공은 제쳐두고 벽만 두꺼운 집은 한 겨울 훌쩍 벗고 두터운 옷옷만 입는 격입니다. 구석 구석 철저히 단열을 해야 겨울철 따뜻하고 여름철 시원해집니다. 가능하다면 화학단열재가 아닌 벗짚이나 왕겨솥, 조개류 껍질과 같은 천연단열재를

사용해 보길 바랍니다.

기존 전통 사찰 건물의 경우 추가적인 단열시공이 쉽지 않습니다. 문화재인 건물의 특성상 건축물 변경이 어렵습니다. 단, 승려의 생활과 관련된 부엌과 식당, 잠자고 쉬거나 잠자는 생활 공간으로 신축한 요사채의 경우 단열 시공할 여지를 갖고 있습니다. 대부분의 경우 한옥 건축물의 특성상 벽체 단열은 쉽지 않지만 중천장을 갖고 있는 요사채의 경우 중천장을 그대로 두고 종이반자를 겹으로 다시 올려 이중 중천장을 만들어 천정 단열을 보강할 수 있습니다. 창과 문의 단열은 전통가옥에 맞게 전통 한지 이중창호가 제격입니다. 전통 한지 이중창호는 이중 단열 유리에 버금가는 단열성을 발휘하는 것으로 알려져 있습니다. 여건이 되지 않을 때는 단지 창에 커튼을 설치하기만 해도 35% 정도 열 손실량을 줄일 수 있습니다. 기존 건물의 바닥을 단열보강하기는 쉽지 않고 자칫 공사가 커질 수 있습니다. 사실 냉기가 가장 심하게 느껴지는 곳은 바닥인데 바닥에 담요나 얇은 이불을 하나 정도 깔아두면 보일러를 끄더라도 온도가 오래 유지됩니다. 만약 카펫을 깔고 생활할 경우 같은 난방비로 2~3℃ 정도 높은 체감온도를 유지할 수 있습니다.

## II.2. 대안적 난방 장치들

- 마침맞은 대안적 난방장치는 없다.

보일러를 놓아야 할 시점이 되면 머리 속이 복잡해집니다. 기름이나 가스보일러는 연료비가 걱정이고, 전기보일러는 누진세가 부담. 연탄은 싸지만 갈고 재 치우기가 고역. 화목보일러는 나무 해대기가 버겁습니다. 압착 폐목을 연료로 쓰는 펠릿pallet 보일러는 380만원이나 하지만 2/3 정도 정부지원이 있어 귀가 솔깃한데 문제는 펠릿, 20kg 한포에 7,000원 수준인데다 펠릿 수급도 원활치 않고 기대보다 연료비 절감 효과가 그리 높지 않다는 비판도 많은 편. 태양열보일러는 어떨까요. 보일러 설치만 850~900여만원 정도, 50% 정부보조가 있다지만 자부담도 만만치 않네요. 해 없는 날에는 가스 보일러든 기름 보일러든 보조 난방장치를 돌려야 합니다. 지열난방은 어떨까요. 2천 여 만원 드는 설치비용에 정부보조가 있다해도 5백 여 만원 넘는 자부담이 말 그대로 부담됩니다. 아무래도 마침맞은 난방장치는 없습니다. 재생가능에너지 정책의 문제점도 한몫을 하고 있고 재생가능에너지 분야에서 우리나라의 기술적 수준이나 시장이 아직 충분히 성숙되지 못한 까닭이기도 합니다. 좀더 근본적으로 따져들면 현대적 난방장치나 설비들은 아무리 재생가능에너지 설비라도 에너

지 산업의 공산품이기 때문입니다. 난방장치를 설치하고 연료를 사용하는 순간 우리는 에너지 산업의 소비자가 됩니다. 아쉽게도 태양열보일러나 지열시스템, 펌프보일러 등 역시 에너지 산업의 옵션 상품입니다. 에너지 산업의 소비자인 이상 아무리 잘 따져본들 부담은 사라지지 않습니다. 아무래도 만족할만큼 설치비를 포함한 전체 난방비 부담을 충분히 해소시키지 못합니다.

- 지열 냉난방 시스템을 도입한 포항 천곡사, 양산 통도사

재생가능에너지 설비들을 난방에 도입한 사찰들의 사례를 잠깐 살펴보도록 하겠습니다. 조계종 총무원 사회부 조사에 따르면 현재 사찰에서 활용되고 있는 신재생에너지는 태양광을 비롯해 태양열, 바이오매스, 지열 등 4개 분야입니다.

포항 천곡사는 전국 사찰 중 최초로 지열냉난방 시스템을 도입했습니다. 지열냉난방은 땅 속의 온도는 거의 일정하다는 원리를 이용한 것으로, 지상과 지하를 연결해 겨울에는 열을 끌어올려 난방과 급탕에 쓰고 여름에는 열을 끌어내려 냉방에 쓰는 것입니다. 이 간단해보이는 논리를 현실로 바꾸는 데는 두 가지 설비가 필요한데 하나는 지상-지하 연결용 순환파이프로, 상가 건물 한 채 규모면 파이프 수십 개를 지하 100~150m까지 묻어야 합니다. 다음은 충분한 온도로까지 열을 저장하는 장치(열펌프)인데, 바로 이 기술이 최근 들어 상용화되면서 지열냉난방의 보급이 세계적으로 급속히 늘어나고 있습니다. 지열냉난방의 가장 큰 이점은 이미 완공된 건물이라도 시공에 필요한 주변 공터(건물 바로 밑이 아니라도 무방)만 있으면 설치할 수 있고 냉난방을 동시에 해결할 수 있다는 점입니다. 단 초기시설비가 많이 들고 지질에 따라 시추비용 상승할 수 있습니다. 또한 히트 펌프와 순환펌프의 전기에너지 소비가 많기 때문에 소형 지열 시설은 자칫 배보다 배꼽이 더 큰 경우도 발생할 수 있습니다.

종교시설인 천곡사가 지열시스템 도입 시 정부보조를 받을 수 있었던 까닭은 지열시스템을 도입한 건물이 문화시설인 소천문화관이었기 때문. 통도사 정보박물관도 같은 이유로 정보지원 하에 지열시스템을 도입. 양산 통도사 정보박물관은 냉난방 소요 에너지의 100%를 지열로 대체해 사용하고 있는 데 이같은 결과 연간 5000만원의 에너지 절감하고 있습니다.



(수직형 지열냉난방 시스템 계통도)

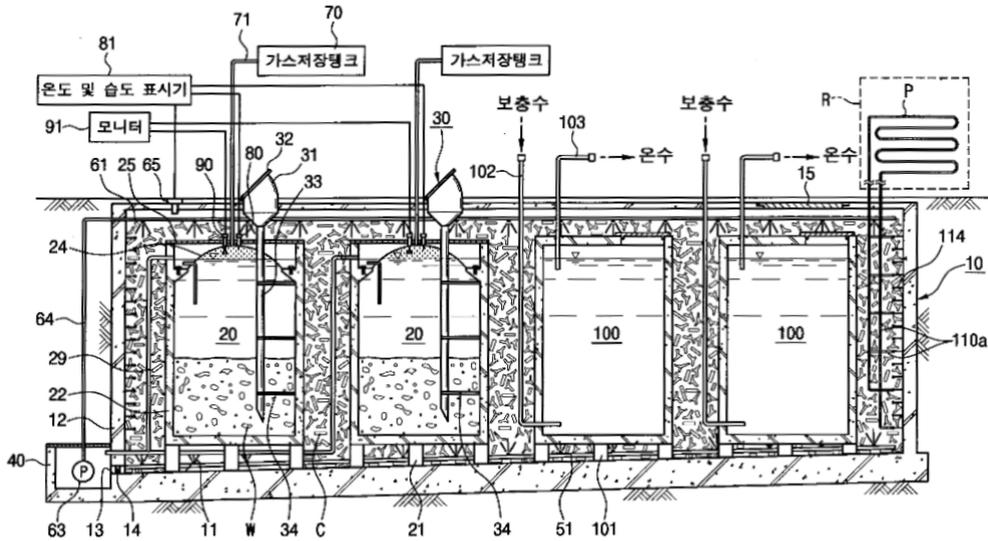
#### 천곡사 지열냉난방 시스템 개요

- ▷ 건물개요: 소천문화관, 3층 규모, 2005년 8월 착공.
- ▷ 시공업체: 삼양 에코너지
- ▷ 설비비용: 4억 5천만원. 이중 2억원을 산업자원부가 지원(2005년 3월 31일 지원 기관으로 선정됨). 나머지 비용은 정부가 연 2%의 저리로 전액 융자.
- ▷ 기대효과: 가동 후 4년 내에 초기투자비용 회수 예상.
- ▷ 공사규모: 31개의 파이프를 수직방향 120m로 설비. 그밖에는 일반 보일러보다 기계실이 조금 더 넓은 점(20평 가량) 외에는 큰 차이가 나지 않음. 파이프 설비는 지하 2m에 위치하므로 공사 후에는 그 위를 주차장 등 다른 용도로 활용할 수 있음.

- 화목보일러 도입한 직지사, 김제 금산사

간벌 또는 임목 폐기물을 이용한 바이오매스 이용이 사찰의 경우 비용절감 효과가 높은 것으로 알려져 있습니다. 대부분의 사찰은 풍부한 사찰림을 가꾸고 있는데 이러한 사찰림을 활용한 바이오매스(나무, 낙엽, 식물 폐기물 등)는 가장 이상적인 에너지원이 됩니다. 바이오매스의 난방이용은 주로 화목보일러, 펠릿보일러, 나무화덕이 대표적입니다. 바이오매스를 도입한 대표적 사찰은 양산 내원사입니다. 내원사는 매년 숲 가꾸기 사업을 통해 생산되는 목재량만 9만 톤에 달하는 데 사찰림을 보유한 곳 가운데 유일하게 참나무 위주의 연료재를 별채해 활용하고 있으며 연간 3만 3천톤의 목재를 사용하고 있습니다. 김천 직지사는 화목보일러를 사용해 약 1000평에 가까운 전각과 요사채의 냉난방을 담당하고 있습니다. 등유 대비 30%의 에너지 비용 절감 효과를 보고 있으며, 김제의 금산사 역시 간벌 과정에 나온 폐목을 화목으로 사용하고 있습니다. 가장 큰 단점은 기름보일러에 비해 화목 확보와 관리에 상당한 인력이 투입된다는 점입니다. 만약 화목보일러를 도입하고자 할 때는 열효율을 높일 수 있도록 연소실 단열보강, 배연지연판 설치 등 화목보일러를 보완해 화목 소비량을 줄이고 연소효율을 높일 수 있도록 해야 합니다. 간단한 보강만으로도 화목 보일러의 장작소비를 30~40% 이상 낮출 수 있습니다.

잠깐 바이오매스를 이용하는 또 다른 방법을 소개하도록 하겠습니다. 경기도 남양주시 수동면 석사리 513-2 (4 가구) 주택에는 (주)ECC엔지니어링이 개발한 목편 및 생활쓰레기 발효를 통한 온수, 난방, 메탄가스 이용 시설이 설치되어 있습니다. 이 시설은 지하발효조 규모가 바닥면적 17.8평에 전체 지하 2개층 규모(60평)로 설치되어 있는데 콘크리트 발효조 안에 온수탱크와 배관, 가스조, 호기조, 정화조 등 설비가 들어 있는 구조입니다. 이 시설은 건축물에서 발생하는 모든 생활폐기물을 건축물 내에서 전량 자가처리하고 처리과정에서 중수와 에너지(온수, 난방수, 메탄가스)를 생산할 수 있는 쓰레기 무배출, 에너지 자급형 소규모 바이오매스 시설입니다. 공정이 간단하고 시설비용은 가구당 200만원 미만(500가구 아파트단지 기준)으로 시설비 회수는 약 2년 정도입니다. 도시 아파트 30평형에 적용시 관리비 년 100만원 절약이 예상됩니다.



(바이오매스 발효조 내부 시설 개념도)

- 태양열을 이용하는 천곡사와 내원사

태양열을 이용하는 사찰은 천곡사, 내원사, 마곡사 등 다수의 크고 작은 사찰들이 있습니다. 그러나, 대부분 태양열 온수기 수준이고 그나마 관리가 제대로 되지 못한 경우도 있습니다. 한국의 경우 지붕 위에 물통과 집열판이 일체형으로 올려진 태양열 온수장치는 흔히 볼 수 있습니다. 그러나 태양열 난방장치의 경우는 찾아보기 어렵죠. 우리의 기후조건도 문제지만 대부분 단열시공이 제대로 되지 않은 건축물의 경우 태양열은 보조적 난방 수단이 될 수 밖에 없습니다. 집을 부실하게 지어서 열이 밖으로 많이 빠져나가면 태양열 난방설비를 아무리 잘 해도 소용이 없습니다. 태양열 난방은 단열 시공을 제대로 한 상태에서만 효과를 발휘할 수 있기 때문입니다.

태양열 집열판은 일반적으로 건물의 지붕에 설치되어서 필요한 난방용이나 온수용 열을 생산하여 공급하는 데 일반 주택이나 아파트, 기타 대형 건축물에 적용이 가능합니다. 태양열 난방 장치는 축열조가 커야만 하는 데 뜨거운 물이 대부분 난방과 온수가 그다지 많이 필요하지 않은 하절기에 만들어지거나 해가 뜨는 낮 동안 만들어지고, 정작 열이 많이 필요한 동절기나 밤에는 햇빛이 부족하기 때문입니다. 해가 잘 비치는 여름에 물의 온도는 섭씨 95도까지 올라가는데, 이것은 대형 축열조에 보관되었다가 겨울에 난방용 및 온수용으

로 쓰게 됩니다. 이러한 대형 축열조와 태양열집열판을 이용하면 난방온수 연료비를 50%까지 절감할 수 있습니다. 한국의 경우는 태양열 난방조건이 독일보다 4배 이상 좋기 때문에 적당한 규모의 집열판만 설치하고 건물 단열만 철저히 해도 충분히 난방을 할 수 있습니다. 단 사찰에 태양열 집열판을 대규모로 설치할 경우 경관손상 가능성이 높거나 설치 공간을 확보하기 쉽지 않다는 점입니다. 무엇보다도 사찰 건물 대부분이 단열을 철저히 하는 데 한계가 있는 전통 건축물이라는 점입니다.



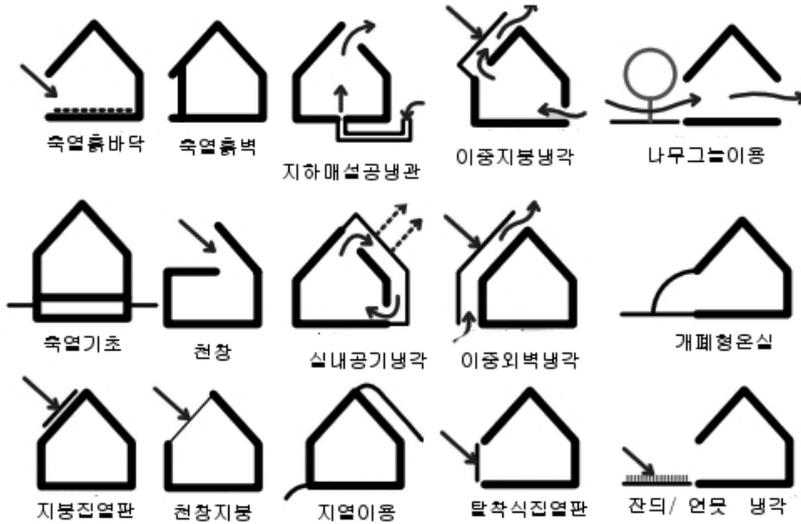
(독일 브람펠트 생태 주거단지의 태양열 집열판)

### II.3. 태양과 바람을 이용하는 패시브 솔라 하우스

- 시스템 없이 태양열을 이용하는 자연형태양열주택

1973년 제1차 오일쇼크가 오면서 건축분야에 에너지 자급을 향한 첫 걸음이 시작됩니다. 전세계 1차 에너지 소비의 40%, 이 중에서 냉난방 에너지 소비의 60%를 차지 하는 문제를 해결하기 위해 미국의 건축가 A.바웬이 본격적으로 패시브 건축(passive house) 운동을 제창합니다. 이후 대안적 건축은 '수동적(passive)'으로 특별한 시스템없이 태양광에너지를 효과적으로 이용하는 자연형태양열주택(passive solar house)으로 발전합니다. 자연형태양열주택

은 여름에는 철저한 단열로 외부의 열기를 차단하여 집안을 시원하게 하고, 겨울에는 창이나 벽체에 닿는 태양열을 집안으로 최대한 끌어들이 실내를 따뜻하게 만듭니다. 낮에는 태양열을 흙벽(바다)에 축열하여 실내 기온 상승을 억제하고 밤에는 축열된 열을 실내로 복사하게 하여 쾌적한 실내 온도를 유지하도록 합니다. 자연형태양열주택의 지침을 따라 집을 지으면 난방비 부담을 크게 줄일 수 있습니다.

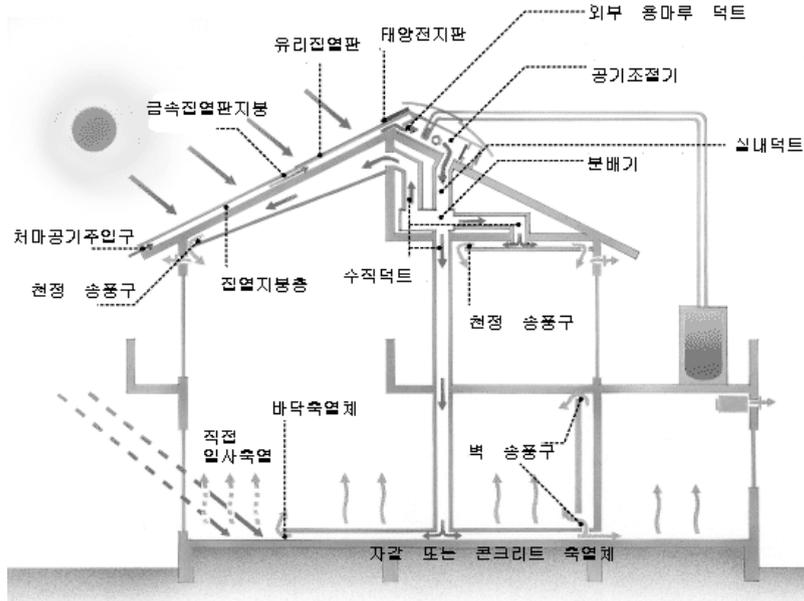


(다양한 패시브하우스 적용 기술들)

1. 낮 시간 동안 햇볕이 잘 드는 남향 택지를 선정한다.
2. 태양열을 이용하기 좋게 건물을 동서로 길게 배치한다.
3. 북쪽 벽은 겨울과 밤에 에너지 손실이 적게 창을 작게 낸다.
4. 건물 전체를 철저히 단열하여 겨울철 냉기와 여름철 열기를 차단한다.
5. 남쪽 창은 햇볕이 잘 드는 한편 열 손실이 높기 때문에 크기에 유의한다.
6. 차양을 두어 여름철 햇빛은 차단하고 겨울철 햇빛은 쉽게 한다.
7. 흙벽(바다)과 물통 같은 축열체를 이용하여 낮에 열을 저장하여 야간에 이용한다.
8. 창문에 커튼을 달거나 덧창을 설치하여 야간 에너지 손실을 줄인다.
9. 여름철 자연 바람을 충분히 이용하도록 창들을 배치한다.
10. 낮에 주로 사용하는 공간은 남쪽에 배치하고 북쪽에는 창고나 계단 등을 배치한다.

11. 건물 동, 서 측면에는 활엽수로 직사광선을 피하고 남쪽에는 키 큰 활엽수나 넝쿨식물을 심어 여름철 햇빛이 건물에 직접 전달되는 것을 막고 겨울철 낙엽이 지면 햇빛이 건물 내부로 들어오게 한다.

- 태양열로 바닥을 데우는 일본의 'Om솔라시스템'

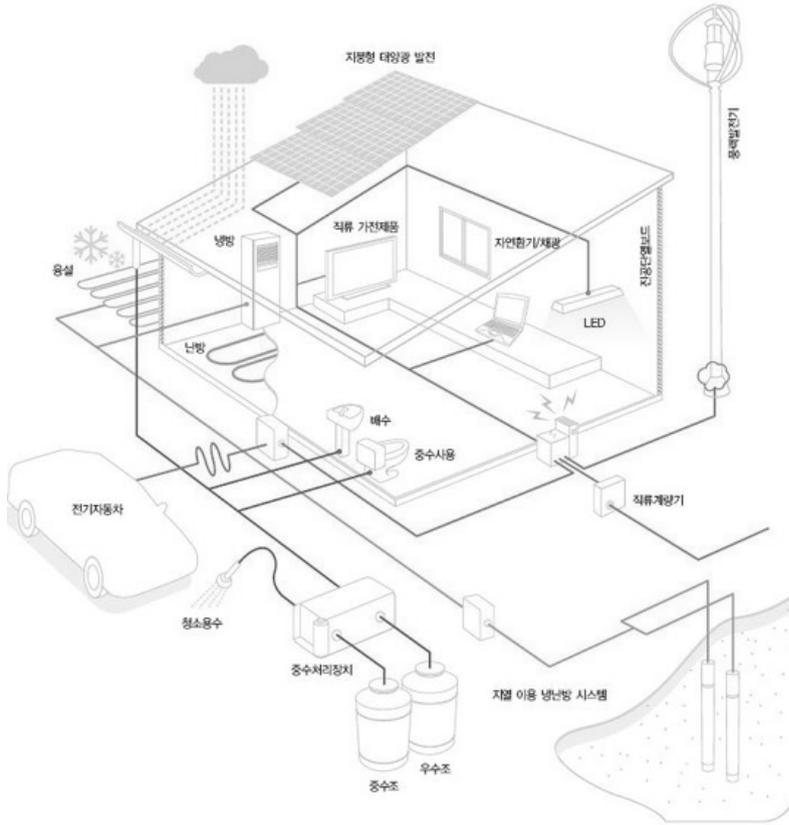


(OM Solar System 개요)

일본에는 에너지를 자급할 수 있는 'OM솔라시스템'이 널리 보급되고 있습니다. 오쿠무라 아키오라는 건축연구가가 설립한 연구회를 중심으로 패시브하우스 개념과 자연에너지를 적극 활용하고자 한 연구의 결과입니다. 1987년에 적극적으로 태양열을 이용하는 'OM솔라시스템'이 만들어진 후 일본 국내에서만 지금까지 2만채 정도가 이 시스템을 적용하여 지어졌습니다.

'OM솔라시스템'은 겨울철에는 낮에 처마 밑에서 유입되는 공기를 지붕 위쪽의 태양열 집열판을 통과하게 하여 뜨겁게 데운 후 지붕 안쪽의 덕트로 모은 후 송풍기를 통해 건물 바닥 밑의 축열체로 보내어 축열하고 야간에 이 열을 방열하게 하는 태양열 바닥난방 방식입니다. 여름철 한낮에는 지붕위의 뜨거운 공기를 천정에서 바로 밖으로 배출하도록 조절하기 때문에 집안이 시원합니다. 해가 없는 날에는 보조난방기를 사용할 수 있지만 실제 거주자들의 경우 대부분 보조난방기 없이 생활한다고 합니다.

- 과도한 시스템 의존, 더 큰 혹 불일 우려



(과도하게 시스템화를 시도한 제로에너지 주택)

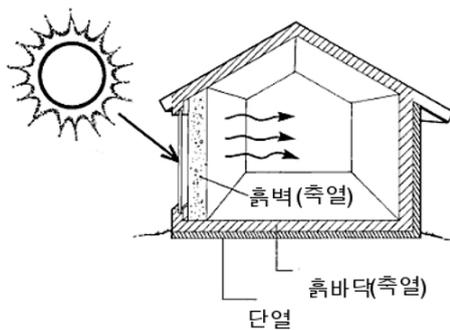
한국 정부는 에너지등급 인증제도를 곧 도입하고 더 나아가 2025년까지 에너지를 자급하는 제로에너지건축을 의무화하겠다고 합니다. 대형 건설사들도 속속 패시브하우스 경쟁에 뛰어들고 있습니다. 삼성물산이 최근 제로에너지주택(carbon zero house)을 완공했다고 하네요. 태양광 발전, 풍력발전, 태양열 난방, 지열 쿨 튜브(cool tube)를 이용한 예열 예냉, 자연 채광, 3중창, 남향집, 중수와 우수 이용, 폐열활용, 슈퍼단열 등 68가지 온갖 자연에너지 활용 시스템들을 종합한 실험적 건축물입니다. ‘절대 일반인들은 지을 수 없는 집이야 그러니까 비싸게 주고라도 사야해’라고 외치는 듯 합니다. 대형건설사와 정부기관 연구자들이 참가한 제1회 패시브하우스 기술 세미나의 주요 발표자 중 한 사람은 “패시브하우스는 에너지자족을 기본으로 하는 명품건축”이라 정의합니다. 한마디로 비싼집 만들겠다는 소리죠. 건설사들이 현재의 기술수준으로 연간 에너지 소비량을 100%도 아닌 60% 감축하는

패시브하우스형 아파트를 지으려해도 최소 30% 이상 시공비가 증가할 것이라 전망합니다. 그럼 분양가는 얼마나 오를까요. 난방비 걱정하다 집값만 오르게 생겼으니 혹 때려다 더 큰 혹 붙이는 꼴 되겠네요.

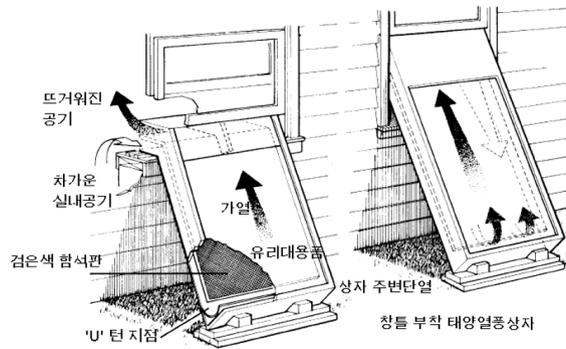
비용대비 효율만을 강조하는 난방장치나 지나치게 시스템화하여 결국 집값만 올리는 제로에너지하우스 건축은 둘 다 쉽게 빠질 수 있는 유혹입니다. 난방비 걱정없이 에너지를 자립하려면 단순히 대안에너지 장치를 선택하는 것만으로 충분치 않습니다. 건축물을 짓고 자 한다면 별도의 시스템이 필요치 않는 자연형태양열주택(passive solar house)의 설계 지침을 따라해보면 어떨까요. 이미 건축물이 있는 경우 경우라면 적정기술을 이용한 간단한 대안난방 장치를 직접 만들어보지 않겠습니까.

- 사찰에 적용가능한 패시브적 기술들.

전통 사찰의 특성상 건축물의 변경이 어렵거나 자칫 외부 경관 훼손이 우려되기 때문에 막상 패시브 기술을 적용하려해도 한계가 명확합니다. 사찰 난방에 패시브 기술을 적용하기 위해서는 동절기만 이용하는 탈부착식 집열판이나 탈부착식 가변 축열벽구조 등을 이용하는 것이 적합합니다. 산중 가람이라 해도 배치가 대부분 남향이고, 남쪽으로 긴 뒷마루나 회랑식 복도, 테라스가 발달한 문화관 등을 갖고 있는 경우가 많아 이러한 위치에 축열벽(Trombe Wall)을 응용한 가변 비닐막 축열벽구조를 만들어 두거나 탈부착이 가능한 태양열 풍판(Solar air heater)을 벽면 부착하여 겨울철 난방 부담을 줄일 수 있습니다.



(축열벽 구조와 축열벽 설치가 용이한 남쪽 공간들)



(자가제작할 수 있는 태양열풍판)

#### II.4. 적정기술을 이용한 자급자족적 난방장치들

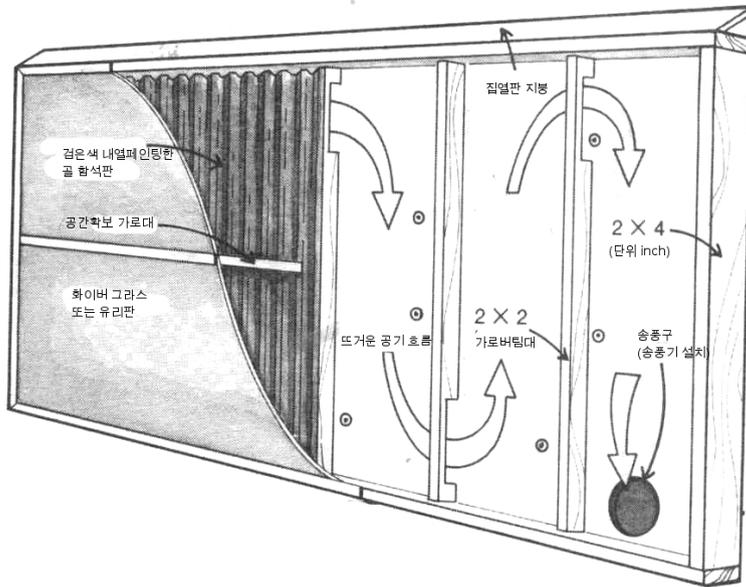
##### - 산업자본주의 이전 시대의 자급자족적 난방

산업 자본주의 이전 시대에 사용하던 난방장치는 무엇일까요? 화목난로, 벽난로, 구들과 같이 주로 나무를 땔감으로 사용하는 난방장치들입니다. 아주 아주 오랜 세월동안 옛 사람들은 직접 난방장치를 만들고 제 손으로 땔감나무를 마련했습니다. 개인적 차원에서 에너지를 자급자족하는 삶이 당연한 일이었습니다. 난방비 부담이란 개념조차 없었겠죠. 그러나 인구가 증가하면서 산림이 급격히 훼손되었고 땔감을 사야 하는 형편이 되었죠. 결국 감당 못할 에너지 수요를 충족시키기 위해 화석연료를 사용하게 되고 심지어 핵연료까지 이용하면서도 에너지 위기를 걱정해야 하는 상황에 다다르게 됩니다. 과거처럼 우리도 직접 난방장치를 만들고 연료를 제 손으로 마련할 수는 없을까요. 땔감나무 때문에 온 산이 벌거숭이

가 될까봐 회들짝 놀라지 마십시오. 이제 우리는 나무뿐 아니라 다른 자연에너지도 더 효과적으로 이용할 수 있는 충분한 기술을 갖고 있습니다. 다만 누구나 제손으로 직접 만들어 적용할 수 있는 난방분야의 자급자족 생활기술이 널리 알려지지 않았거나 외면당해 왔을 뿐입니다.

- 태양열풍판

태양열풍판(solar air heater)은 합판과 골합석판, 단열재, 유리, 주름관, 검정 내열페인트로 누구나 큰 돈 들이지 않고 간단히 만들 수 있는 대안 난방장치입니다. 실내 공기가 남쪽 벽이나 지붕에 설치한 태양열풍판을 통과해 순환하면서 집안을 따뜻하게 만듭니다. 영하 10도에서도 태양열풍판을 바로 통과한 공기의 온도는 30~40도까지 올라갑니다. 일본의 'OM 솔라시스템'도 결국 태양열풍판에 바닥 축열체를 연결해서 좀더 기계적으로 확장한 시스템에 지나지 않습니다.



(합석과 합판으로 만드는 태양열풍판)

- 로켓매스히터(Rocket mass heater)

요즘 저는 공간난방과 바닥난방을 동시에 해결할 수 있는 난로겸용연통구들(로켓매스히터, rocket mass heater) 만드는 방법을 인터넷을 통해 공개하고 워크샵을 통해 가르치고 있습니다. 장작도 적게들고 실내에서 불을 피울 수 있을 뿐 아니라 완전연소에 가까울 정도로 연소효율

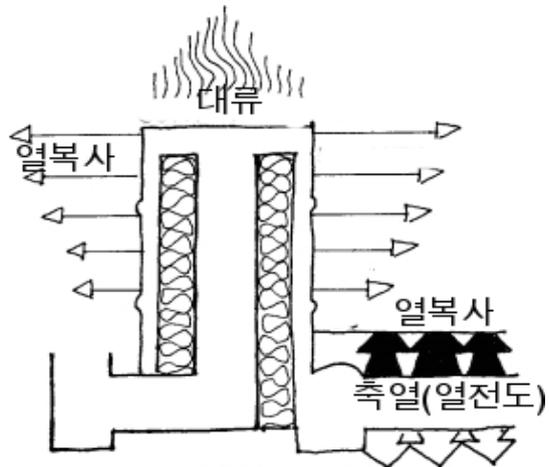
이 좋아 장작도 60~70% 이상 절약할 수 있습니다. 로켓매스히터는 해외 환경운동가들이 개발한 개량 나무화덕인 로켓스토브(rocket stove) 이론을 구들과 난로 분야에 응용하여 개발한 난방장치입니다. 난로와 구들이 하나가 되었다고 보면 됩니다. 최근에는 우리의 전통구들의 단점은 극복하고 장점은 최대한 살릴 수 있는 방안으로 난로겸용연통구들과 전통구들을 결합하거나 벽난로 구조와 전통구들을 결합하여 시공하는 사례가 늘고 있습니다.



(로켓매스히터와 복합 난방)

- 참조할 사이트들

거창한 제로에너지하우스에 적용된 대다수의 기술들도 알고 보면 난방 부담을 줄이고자 한 수 많은 개인들의 노력을 산업화한 것입니다. 산업제품 이전 개인적인 노력의 결과물로 돌아갈 수 없을까요. 우리가 직접 만들면 최선의 난방시스템은 아니더라도 차선의 저렴한 난방장치를 만들어 그 덕을 톡 톡히 볼 수 있습니다. 상당한 대안에너지 장치 설치비때문에 주저하기 보다는 지금 당장 효율은 조금 떨어지지만 직접 제작해서 사용할 수 있는 대안장치들을 이용하면 그 만큼 실천의 기간은

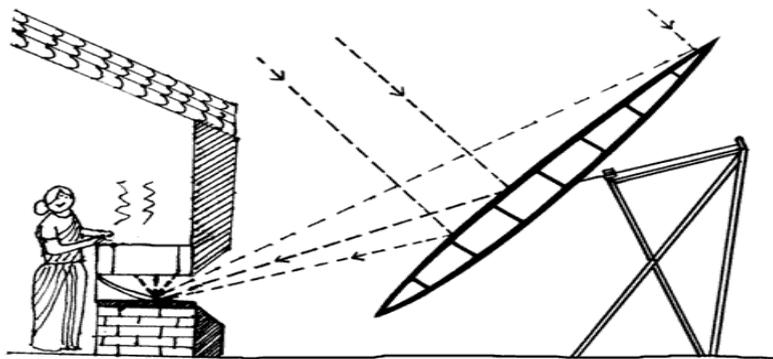


길어집니다. 난방비 부담에서 근본적으로 벗어나려면 자급자족을 위한 생활 에너지기술을 익혀가는 게 가장 확실한 해결책입니다. 이미 앞서가는 사람들의 노력은 우리를 위한 좋은 길잡이가 되고 있습니다. 국제적정기술센터([www.ncat.org](http://www.ncat.org)), 대안기술센터([www.cat.org.uk](http://www.cat.org.uk)), 한국대안기술센터([www.atcenter.org](http://www.atcenter.org)), 바이오에너지리스트([www.bioenergylists.org](http://www.bioenergylists.org)), 태양으로지어라([www.builditsolar.com](http://www.builditsolar.com)), 솔라컴포넌트([www.solar-components.com](http://www.solar-components.com)) 등 웹사이트를 참조해보세요. 제가 운영하는 흙부대건축네트워크 카페([cafe.naver.com/earthbaghouse](http://cafe.naver.com/earthbaghouse))에도 지속적으로 생활에너지 기술 자료들을 소개하고 있습니다.

### III. 취사 에너지의 대안

#### III.1. 1만명분 요리도 거뜰한 셰플러 태양조리기

태양열로 요리를 할 수 있는 상자형 조리기와 파라볼라 접시형 조리기가 가장 대중적입니다. 일반 상자형 조리기는 100도까지 올라가고 파라볼라 조리기는 250도 이상 올라가지만 많은 인원의 식사를 준비해야 하는 사찰에 적합치 않습니다. 셰플러(Scheffler) 조리기는 햇빛을 집중시켜서 아주 높은 온도를 얻을 수 있기 때문에, 해만 잘 나면 모든 요리를 할 수 있습니다. 태양열 반사경의 곡면이 완만하고 크기 때문에 초점이 멀리 떨어진 곳에 생기기 때문에 이 곳마다 부엌을 만들면 건물 안에서도 요리를 할 수 있습니다. 지름 6미터의 셰플러 조리기로는 60명분 이상의 요리를 할 수 있고, 온도는 섭씨 500도까지 얻을 수 있습니다.



(셰플러 조리기 원리)

인도에는 셰플러 조리기를 100개 정도 연결하여 공장이나 명상센터에서 1만 명 분 요리를 하는 시스템도 개발되어 사용되고 있습니다. 이 장치로는 먼저 증기를 만들고 나서 이 증기를 이용해서 요리를 하게 됩니다.



(증기발생기를 장착한 셰플러 조리기)

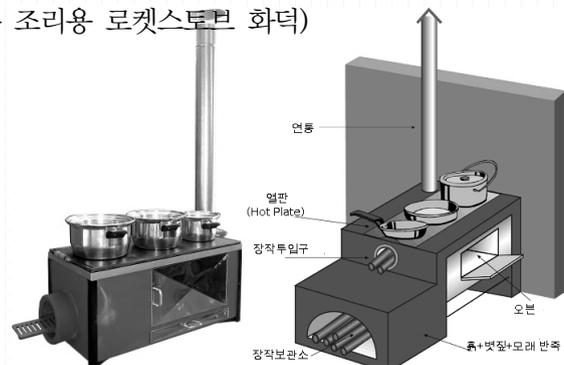
### III.2. 장작 투입은 적고 화력은 큰 조리용 로켓스토브

조리용 장치로 가장 대중적으로 가스레인지가 이용됩니다. 상대적으로 고온의 열을 낼 뿐 아니라 깨끗하고 사용하기 편리합니다. 이렇게 편리한 장치를 대체할만한 방법을 찾기란 쉽지 않아 보입니다. 그러나, 사실 지금과 같은 가스레인지를 우리나라에서 사용하기 시작한 것은 기껏해야 30여년 정도 밖에 되지 않았습니다. 아직도 전세계 인구 중에 대다수는 가스가 아닌 나무를 땔감으로 이용하는 화덕을 요리하는 데 사용하고 있습니다. 최근에는 연소부위를 단열처리하고 공기역학이나 열역학을 효과적으로 적용한 로켓스토브 화덕들이 제3세계에서부터 이용되기 시작했고 국내에도 빠르게 보급되고 있습니다. 로켓스토브는 기존 나무 화덕에 비해 많게는 60~90%까지 화목 사용량을 줄일 수 있을 뿐 아니라 완전연소에 가깝게 연소가 이뤄져 연기도 적고 열효율도 좋습니다. 지나칠 정도로 현대적인 편의에 익숙해진 사찰이나 일반 가정의 주방에서 가스레인지를 완전히 로켓스토브로 대체하긴 어려워 보입니다. 그러나, 콩을 삶거나 곰국을 끓이는 등 오래 식재료를 삶거나 요리를 할 경우 가스레인지

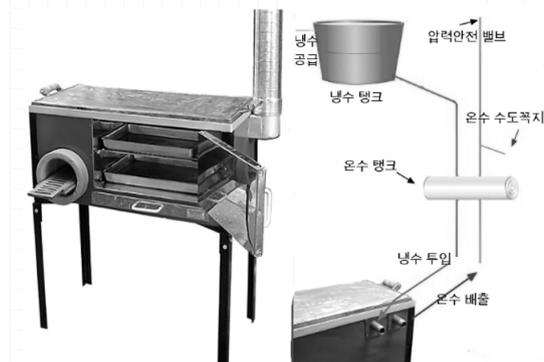
보다는 로켓스토브와 같은 효과적인 개량 나무화덕은 훌륭한 보조 조리기구로 사용될 수 있습니다. 게다가 최근에 개량된 조리용 로켓스토브들은 중남미의 대형대중식당, 대학교의 학생식당, 가정 주방 내에서도 당당하게 조리용으로 사용되고 있습니다.



(중남미 대형 식당 주방에서 사용되는 조리용 로켓스토브 화덕)

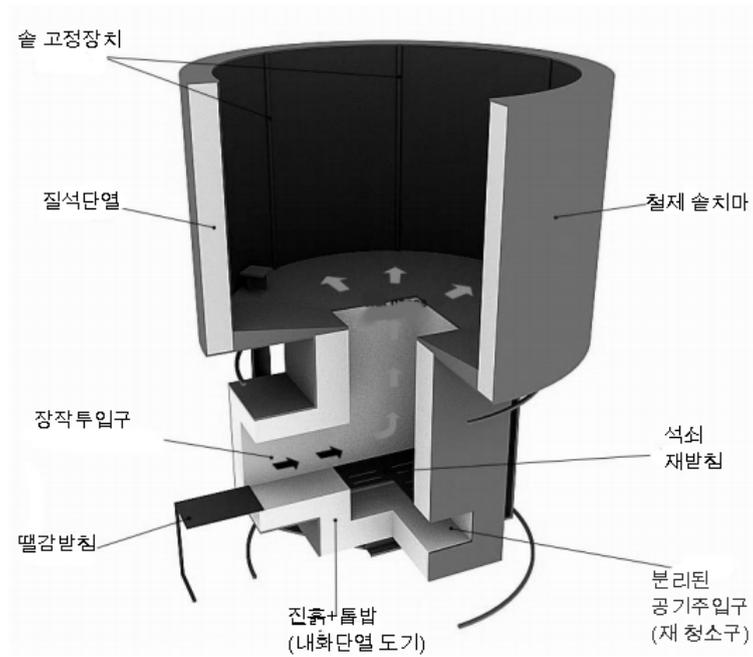


(오븐, 요리용 철판, 온수관 등이 달려있는 조리용 로켓스토브)





(야외 주방용 벽돌조적 로켓스토브)



(대형 가마솥용 조리용 로켓스토브)



## 허울뿐인 생태사찰, 에너지전환으로 거듭나야 합니다

박 승 옥 (한겨레두레공제조합연합회[준] 대표)

언제부터인가 불교계 안에서도 친환경, 생태 등등의 용어가 그야말로 약방의 감초처럼 등장하고 있습니다. 그런데 그런 말이 말 그대로 생색내기나 허명에 지나지 않는다면 이는 부처님 말씀처럼 진리를 더럽히는 행위가 아닐 수 없습니다. 아무리 환경 5계를 발표하고, 물아끼기, 음식물남기지 않기, 대중교통 이용하기, 모피 안입기, 화장하기 등을 실천한다고 하면 무엇합니까. 정작 가장 중요한 의식주 일상생활의 근본에서부터 환경파괴 행위를 일삼고 있다면 이는 주춧돌을 부수면서 집을 수리하고 있다고 강변하는 것이나 마찬가지입니다.

어떤 사회이건 사회를 유지시키는 핵심 원천은 에너지와 식량입니다. 이것이 없으면 바로 그 사회는 붕괴되고 맙니다.

인류 최초의 문명이라고 알려진 수메르의 흥망성쇠가 이를 극명하게 보여줍니다. 지금의 이라크 지역은 황폐한 사막이지만, 수메르 도시국가가 출현할 그 당시에는 울창한 숲 지대였습니다. 수메르인들은 그 밀림의 나무들을 베어 농토를 만들고 집을 짓고 밥을 지어먹고 그릇을 굽고 연장을 만들고 그리고 땀감으로 썼습니다. 그렇게 마구잡이로 나무를 베어낸 결과 숲은 이윽고 사막이 되었고 결국 에너지인 나무를 구할 수 없게 되자 수메르 도시는 붕괴되고 말았습니다.

수메르에 이어 우르, 라가시 등등의 도시국가들도 차례로 숲에서 태어나 숲의 파괴하고 이윽고는 붕괴되는 흥망성쇠를 되풀이했습니다. 아메리카의 마야문명도, 캄보디아의 앙코

르와트 문명도 마찬가지로 숲의 파괴와 문명 붕괴 역사의 사례입니다. 라파누이 섬 사람들도 울창한 숲을 에너지로 거대한 모아이 석상문명을 일으켰지만 마지막 남은 나무를 베고는 석상을 무너뜨리고 말았습니다. 그들은 탈출할 수 있는 배도 만들 수 없었습니다. 결국 그들은 좁은 섬 안에 갇혀 드디어는 전쟁과 아사(餓死)와 끔찍한 카니발리즘(식인풍습)으로 치닫고야 만 황무지의 생지옥도를 스스로 만들고 말았던 것입니다.

오늘날 현대 자본주의 산업문명의 에너지는 석유입니다. 원자력도 있고, 석탄도 있고, 가스도 있지만 자동차, 비행기, 배를 비롯한 수송에너지와 의식주 모든 부분에 걸쳐 있는 석유화학 제품을 생각하면 단연 석유의 세상이라고 하지 않을 수 없습니다. 19세기 중반 석유를 땅 속에서 캐내 쓰기 시작하면서 산업혁명은 그 양상과 속도가 바뀌었습니다. 그리고 제2차 세계대전 이후로 석유는 대량생산 대량소비의 풍요사회를 가능하게 만든 원동력이 되었습니다.

그런데 그런 석유가 지금 고갈되어 가고 있습니다. 지금까지 인류는 대략 전체 석유매장량의 절반 정도를 태워버린 것으로 얘기되고 있습니다. 석유 생산이 정점에 도달하는 이른바 석유정점(Peak Oil) 시기를 놓고 치열한 논쟁이 계속되고 있습니다. 대체로 2010년에서 2020년 사이에 석유정점이 닥친다는 것이 정설입니다.

석유정점이 되면 석유 가격이 2백 달러, 3백 달러로 치솟는 것이 문제가 아닙니다. 석유 확보 자체가 어렵게 됩니다. 그리고 석유 위에 세워진 산업문명 자체가 붕괴됩니다. 석유가 없는 세상을 한 번 생각해 보십시오. 칫솔도 치약도 휴대폰도 옷도 신발도 장판도 가전제품들도 모두 석유화학 제품이거나 일부 들어가 있습니다. 우리가 보는 세상에서 자연물 빼고 모든 상품의 색깔은, 충전연색으로 울긋불긋한 옷부터 자동차와 집과 하다못해 아스팔트의 차선 색깔도 모두 석유입니다. 석유가 없다면 칼라 텔레비전은 불가능하고 패션도 불가능하고 대중미술도 불가능합니다.

무엇보다 식량위기가 닥치게 됩니다. 우리가 먹는 한 끼의 식사에는 석유가 90% 들어 있습니다. 우리는 밥을 먹는 게 아니라 석유를 먹고 있습니다.

때문에 지금과 같은 대량생산 대량소비의 삶은 인류 역사상 지극히 짧은 시간만 가능한, 전혀 지속불가능한 생활방식입니다. 석유는 자연이 준 기적의 물질입니다. 부처님이 특별히 20세기에서 21세기에 걸쳐 태어난 사람들에게 자비를 베풀어 너희들만 이 석유를 쓰라고 선심을 베푸신 것도 전혀 아닙니다. 때문에 지금 우리의 풍요는 사실 미래세대의 저금통장을 강탈해 꺼내 쓰는 강도질의 풍요입니다.

지금의 자본주의 산업체제는 지속불가능하며 급속하게 녹아내리고 있는 북극 빙하처럼 급속하게 붕괴될 수밖에 없습니다. 문제는 이런 붕괴는 끔찍한 전쟁과 집단 학살, 참혹한 아사로 귀결된다는 데 있습니다. 우리는 지금 삼풍백화점 5분 전의 사회에 살고 있으며, 우리의 눈 바로 앞에는 광기의 파시즘이 어른거리고 있음을 깨달아야 합니다.

이런 붕괴를 피하고 지속가능한 사회로 전환하기 위해서는 무엇보다 지금의 에너지 소비를 혁명의 수준으로 줄여야 합니다. 그리고 재생가능 에너지 체제로, 분산형의 지역자립 에너지 체제로 빠르게 전환해야 합니다.

한국의 사찰에 전기가 들어오기 시작한 것은 그리 오래 되지 않습니다. 그런데 지금 어지간한 규모의 사찰에는 대부분 고압선이 들어와 있고, 연간 에너지 비용은 억 대를 훌쩍 넘어서고 있습니다. 주지 소임을 맡고 계신 스님들이 가장 걱정하는 것이 겨울철 난방비를 비롯한 에너지 비용입니다.

한국의 사찰은 지금 전기에너지를 너무나 과도하고도 흔하게 낭비하고 있습니다. 한국의 사찰은 지금 한 달에 수백 수천 명의 수퍼맨을 일꾼으로 부리는 전혀 지속불가능한 수행생활을 하고 있습니다. 한달 전기소비량이 수백 수천 킬로와트시에 이르기 때문입니다.

1kWh의 전기에너지란 320미터 높이의 파리 에펠탑에서 땅에 있는 소형 승용차를 맨손으로 꼭대기까지 들어 올리는 힘과 같습니다. 실로 어마어마한 에너지가 아닐 수 없습니다. 이렇게 들어올릴 수 있는 사람은 수퍼맨밖에 없습니다. 아무리 스님의 원력이 크다 해도 이것만은 불가능합니다.

이 1kWh의 전기에너지를 만들기 위해서는 약 3배의 에너지를 불태워야 합니다. 나머지 3분의 2는 그냥 대기 중에 연기로 사라지고, 이것이 또한 지구온난화의 주범이 됩니다. 지난 2백년 간 땅 속에 있던 화석연료가 지상으로 뿜쳐나온 결과는 다름아닌 기후변화입니다. 이제 기후변화는 임계턱을 넘어 어떻게 어디로 향할 지 아무도 모릅니다.

에너지를 과다하게 낭비하고 있는 한국의 사찰들은 지금 기후변화에 열심히 동참하고 있는 셈입니다.

물론 지금 이 시각에도 전국의 사찰에서 불법승 3보를 지키기 위한 스님과 대중들의 수행과 정진이 계속되고 있습니다. 또한 청정사찰을 지키기 위해 탐진치 3독에 기인하는 생태계 파괴와 개발에 맞서 전국 방방곡곡에서 수많은 투쟁이 벌어지고 있습니다. 케이블카니, 골프장이니, 송전탑이니 각종의 개발과 환경파괴 사업이 왜그리도 많은지 전국 방방곡곡

마다 스님들과 지역 대중들의 사찰환경을 지키기 위한 힘든 싸움은 끊이지 않고 이어지고 있습니다.

지난 11월 9일 영남 알프스 천황산 아래 알프스 목장 부지에서는 얼음골 케이블카 백지화와 영남알프스 바람발전 단지 조성사업을 반대하는 시민산행과 기자회견이 있었습니다. 울산-밀양 지역민들과 시민사회단체, 불교계 연석회의 주체로 열린 이날 기자회견은 아마도 역대 기자회견 가운데 가장 높은(!) 기자회견이 아닌가 싶었습니다. 간간히 비를 뿌리는 날씨였음에도 정말 알프스라는 이름이 허명이 아니었음을 확인하는 산행이었습니다. 운문사, 석남사 등을 대표해서 통도사 스님도 함께 나와 불다의 가르침에 따라 영남알프스의 생태계와 사찰 환경을 지키는 투쟁에 앞장서겠노라는 다짐의 말씀도 있었습니다.

그렇게 빼어나게 아름다운 산에다 케이블카 건설과 대규모 바람발전 단지 조성이라니! 산이 산으로 보이기보다 그저 돈으로만 보이는 인간들의 그 말기에 이른 개발과 성장 중독증이 참으로 두려울 뿐이었습니다.

지난 시절 한국의 사찰들은 개발과 자연생태계 파괴에 맞서 정부 당국과 개발업자를 상대로 사자후를 토해냈습니다. 가야산 해인사 골프장 반대투쟁은 10년에 걸쳐 결국 골프장을 백지화시켜냈습니다. 고속철 경주 통과 반대운동도 결국 경주 도심 통과를 철회시키고 우회노선을 관철시켰습니다. 2000년 지리산 댐 건설 계획도 불교계와 지역주민, 시민사회단체의 결집된 힘으로 막아낼 수 있었습니다. 천성산과 사패산, 새만금에서도 자연생태계를 지키기 위한 처절한 싸움의 맨 선두에는 스님들과 대중들이 있었습니다.

이제 그같은 반대와 보존의 수행 투쟁을 넘어서서 사찰이 생태사찰의 이름에 걸맞게 생태계의 지킴이로서 에너지전환과 에너지자립의 모범을 만들어 내야 할 시점에 이르렀습니다. 그 첫 번째 과제가 에너지 소비 혁명입니다.

무엇보다도 사찰 건축에 단열 개념을 도입해야 합니다. 이른바 패시브하우스를 지향하는 가람이 되어야 합니다. 원래 나무는 가장 우수한 단열재입니다. 문제는 나무와 벽체 사이에 틈이 너무나 많아 에너지가 그냥 솔솔 샌다는 데 있습니다. 이 틈을 단열테이프 등으로 막아주어야 합니다. 특히 절집의 창은 단열이 거의 되지 않아, 거칠게 말하면 돈을 그냥 마구 밖으로 뿌려대는 것이나 마찬가지입니다. 이 창을 이중삼중 창으로 해야 하며 그 틈을 잘 메꾸어 주어야 합니다. 이미 독일은 패시브하우스를 법으로 강제하고 있는 형편입니다.

그런 연후에 해, 바람, 물, 바이오가스를 이용한 재생가능에너지를 가능한 설치해서 깨끗한 에너지를 써야 합니다.

절집에서 가장 논란이 되는 것이 수세식 화장실입니다. 사실 수세식 화장실이란 근대 서구 산업사회가 만들어낸 가장 멍청한 발명품입니다. 에너지를 낭비하고 골짜기를 오염시키는 주범이 수세식 화장실입니다.

똥은 에너지입니다. 우리 몸은 먹은 음식의 30%만 소화하고 나머지는 그대로 배설합니다. 때문에 우리의 조상들은 똥에 짚과 음식찌꺼기와 재를 넣어 발효시켜 질 좋은 거름으로 사용했던 것입니다. 서양에는 이 거름이 없어서 휴경을 통한 지력 회복 방식을 사용했고, 심지어는 농부들이 전쟁터를 누비면서 인골을 수집해 비료로 쓰기도 했습니다. 미국 농무부 토양관리국장을 지냈던 프랭클린 히람 킹 박사는 20세기 초 동양 3국을 방문하고 나서는 4천년 동안 생태순환의 농업을 이어온 동양의 농법이야말로 미국과 서구 농업의 대안이라고 단언하기까지 했습니다. 우리는 그런 생태순환의 농사법을 포기하고 거꾸로 화학비료와 농약을 대량 살포하는 서구의 석유농업을 선택했던 것입니다.

거름은 산소를 좋아하는 미생물들이 일꾼으로 일하는 호기성 발효입니다. 그런데 똥을 다른 음식물 쓰레기나 각종의 식물성 찌꺼기들과 함께 밀폐된 공간에 넣으면 산소를 싫어하는 혐기성 발효가 일어납니다. 그리고 메탄가스가 발생합니다. 이 메탄가스를 모아 사찰에서 취사와 난방용 연료로 쓰면 됩니다. 물론 혐기성 발효 이후에 생기는 양질의 액비와 고형 비료는 사찰의 논과 밭에 질 좋은 유기농 비료로 쓰일 것입니다.

이미 많은 사찰에서 해우소 문화를 바꾸기 위한 실천을 해왔습니다. 석남사 해우소는 과감하게 수세식 화장실을 걷어내고 똥을 액비화하는 시설을 갖추었습니다. 송광사 해우소도 거름만드는 공장입니다. 그러나 좀 더 나아가 똥을 에너지로 사용하고 거름도 만드는 바이오가스 플랜트를 설치해야 합니다. 흔히 사찰에서 설치한 복잡하고도 비용이 많이 드는 미생물 똥 분해 처리방식은 대안이 아닙니다.

일찍이 부처님이야말로 생태주의를 실천한 선각자였습니다. 부처님은 나무와 숲을 우리와 같은 생명체라고 설파하셨고, 생태순환의 삶을 직접 실천하셨습니다. 부처님의 가르침대로 산다는 것은 문명 붕괴의 삶이 아니라 지속가능한 문명의 삶을 사는 것이었습니다. 서구의 생태주의가 불다의 가르침에 귀기울이는 것은 너무나 당연합니다. 흔히 말하는 생태근본주의야말로 불다의 중도에 부합하는 생각과 실천들입니다.

이제 한국 사찰은 수행 환경을 지키기 위한 반대와 보존을 뛰어넘어 대안의 에너지전환 실천에 앞장서야 하는 전환점에 와 있습니다. 단순 소박하기만 했던 부처님의 삶 그대로 에너지-기후변화 시대에 우리 사회를 생태 순환의 사회로 바꾸는 운동의 맨 앞에 한국 사찰이 서 있습니다. 끝

## 똥은 에너지다

수세식 화장실과 화학비료: 가장 멍청한 근대의 일란성 쌍둥이 발명품

박 승 옥

### 수세식 화장실에 중독된 청소년들

얼마 전 겪었던 일이다. 요즘에는 시골집도 대부분 수세식 화장실을 설치해 생활하고 있다. 그런데 몇 가족이 놀러간 시골 어느 조그만 절집 해우소(解憂所: 절집 뒷간을 이르는 말)가 지금은 거의 골동품에 가까운 보기 드문 푸세식이었다. 절집 안에는 수세식 화장실이 아예 없었다. 일행 가운데 하나인 중학생 여자 아이 하나가 냄새 진동하는 그 해우소를 조심조심 얼굴 찡그리며 들어가더니 곧바로 찢어지는 비명소리가 터져 나왔다. 얼굴이 새하얗게 질려 뛰쳐나온 아이는 곧바로 엄마 품으로 돌진해 그만 울음을 터트리는데 아이도 화장실에 들어가서는 서양변기, 즉 앉아서 볼 일을 보는 좌식 양변기도 없는데다 부 돌도 없이 쭈그리고 앉아 볼 일 볼 수 있게 그냥 구멍만 뚫어놓은 그 네모난 구멍 안으로 똥똥 바다에서 우글우글 꾸물럭대는 구데기를 본 모양이었다. 결국 제 엄마가 가장 가까운 주유소까지 차를 몰고 나가서야 그 아이는 간신히 뒤를 볼 수 있었다.

지금 자라나는 청소년들은 거의 모두 수세식 화장실이 아닌 재래식 화장실에서는 볼 일을 잘 못본다고 한다. 심지어는 학교 화장실도 더럽다고 가지 않고 마냥 참고 있다가 집에 와서 똥도 싸고 오줌도 싣다는 얘기를 심심찮게 듣는다. 가히 정신병 수준으로까지 치닫는 기이한 위생관념이 아닐 수 없다.

문제는 똥 자체를 혐오하고 더러운 쓰레기이자 불결하고 또 병원균이 득시글거리는 오염 물질로 여기는 우리 사회의 인식이다. 도대체 자신의 몸에서 나온 똥과 오줌을 무슨 예일리언이라도 되는 것처럼 기겁을 하고는 군사작전 하듯이 눈에 필세라 재빨리 학살(!?)해버리

는 이런 말도 안되는 가학적 히스테리 의식과 문화가 언제부터 우리 사회에 정착되었을까. 도대체 에너지이자 비료로서 아주 훌륭한 유기물질인 사람 똥을 애써 엄청난 돈을 들여 폐기물로 처리하는 이런 멍청한 짓이 어떻게 왜 당연한 것처럼 여겨질 뿐만 아니라 도시 문명생활의 필수 요소가 되어 버리고 말았을까.

### 복합오염의 주범 수세식 화장실

두말할 필요도 없이 수세식 화장실은 근대화의 산물이다. 근 한 세기 동안 우리나라의 목표는 근대화, 현대화, 서구화였다. 경제발전이란 곧 서양식 생활양식의 채택을 뜻했다. 서양의 산업문명, 석유문명을 지고지선의 모범으로 삼아 허리띠 졸라매고 모든 것을 오직 서양의 것을 본받아 서양의학, 서양과학, 서양 인문학, 서양 사회과학, 서양식 생활양식을 몽땅 통째로 흉내내는 것이 우리의 목표였다. 그리고 한국전쟁이 끝난 뒤 경제개발계획이 본격 시행되면서 대략 삼십년 만에 우리는 마침내 꿈에도 그리던 산업화와 서구화를 이루어냈다. 피부 색깔과 언어, 습관, 문화 등이 다를 뿐이지 지금 한국인들의 일상생활 모습과 미국이나 유럽 사람들의 일상생활 모습은 거의 차이가 없다. 매연으로 가득찬 대도시에서 화석연료를 태워 움직이는 자동차를 타고 출퇴근하고 비슷한 육식 위주의 음식을 먹고 비슷한 술을 마신다. 비슷한 텔레비전을 보고, 비슷한 휴대전화로 설새없이 누군가와 중얼중얼 얘기하고 그리고 비슷한 침대에서 잠을 잔다. 물론 비슷한 수세식 화장실을 사용하는 것도 똑같다.

그러나 근대화가 어느 정도 달성된 이 시점에서 우리는 우리의 삶이 뭔가 잘못돼도 엄청나게 잘못되었다는 것을 점차 깨닫기 시작하고 있다. 첨단 디지털 산업문명의 혜택을 고스란히 입으면서 살고 있는 우리의 삶 자체가 자연과는 철저히 떨어진, 사람이 단순히 로봇과 같은 기계가 되어버리고 만 이상한 세상이 되어버렸다는 끔찍한 현실에 직면하게 된 것이다. 산업문명은 자연과 괴리된 삶을 강요할 뿐만 아니라 자연의 순환을 철저히 조각조각 깨뜨려버리고 나아가 자연을 아예 파괴하고 있다는 자각이 들기 시작한 것이다.

화석연료를 태워 에너지를 얻고 지구자원을 파내 현대문명의 그 수많은 고층 빌딩과 공장을 짓고, 자동차와 컴퓨터 등 술한 물건들을 만들어 사용하지만 그 댓가로 유독성 화학물질들로 인해 사람들은 암과 아토피와 같은 문명 질병으로 죽어간다. 그리고 이제는 돌이킬 수조차 없는 기후변화를 일으켜 언제 어느때 멸종으로 치닫게 될지 알 수 없는 신세가 되어 버리고 말았다. 현대 산업문명은 일종의 자살 문명, 멸종의 문명임이 확인해지고 있다. 자연의 순환을 깬 업보이다.

그 업보의 상징이 다름 아닌 수세식 화장실이다.

### 똥은 쌀과 채소, 고기로 다시 우리 입으로 돌아왔다

불과 삼사십 년 전인 1960년대 이전만 해도 우리는 똥을 훌륭한 거름으로 사용했다. 서울 근교 농촌 지방에서는 돈을 주고 서울 시내 똥을 퍼가 퇴비를 만들었다. 이미 오래전인 조선시대 이전부터 사람 똥이나 가축 똥은 재나 왕겨, 각종의 음식쓰레기, 벧집이나 풀 등과 함께 섞여 퇴비로 변해 논밭의 주요한 영양 공급원 역할을 톡톡히 해내고 있었다. 그때는 똥을 자기 집이 아닌 다른 집에 가서 누면 어른들의 불호령이 떨어지곤 했다. 심지어 제주도에서는 통시라 하여 뒷간이 바로 돼지집으로 사람 똥이 돼지의 주요한 음식이었다. 때문에 20세기 초 천주교에 대항해 벌어진 농민항쟁 당시에 농민군들은 관군과 전투 중에도 뒤를 볼 때는 어김없이 돼지에게 밥을 주기 위해 집까지 뛰어가 통시에서 일을 보았다고 한다.

사람은 끊임없이 무언가를 먹어야 생명을 유지한다. 이 음식물은 물론 지구상 모든 생명의 원천인 햇빛 에너지의 산물이다. 식물과 동물 모두를 먹는 잡식성인 사람은 밥통과 배알에서 이 음식물을 태워(우리는 이것을 점잖게 소화작용이라고 말한다) 사람 몸에 필요한 에너지를 얻는다. 그런데 사람은 이 음식물 에너지의 약 30% 정도만을 불태워 쓰고 나머지 70%는 똥과 오줌으로 배출된다. 똥은 이렇게 불타고 남은 생명의 여분으로 유기물질이 풍부한 에너지원이다.

전통 농업사회에서 이 똥은 대부분 논이나 밭으로 돌아가 쌀과 같은 곡식이나 채소로 다시 우리 몸 속으로 돌아왔다. 또는 개나 돼지의 영양 만점 식사로 제공되었다가 다시 양질의 개고기나 돼지고기로 돌아왔다. 자연에는 폐기물이란 없다. 농업사회에서는 폐기물이란 개념은 없었다. 어떤 쓰레기라도 다 재활용되었고 생태계는 순환되었다.

그런데 산업사회가 시작되면서 사람은 폐기물을 만드는 이상한 종으로 변신해 버렸다. 그것도 엄청난 양을 만들어내 이제는 지구 밖 우주에서까지 폐기물을 만들어 버리고 있다. 일찍이 지구상에 이런 생물체가 없었다는 점에서 인류라는 종은 특별하다. 만물의 영장이라기보다는 만물의 학살자이자 자살자인 정신이 온전치 못한 포유류라는 점에서 슬기로운 종(호모 사피엔스)이 아니라 폐기물을 만드는 특이한 종임에 틀림이 없다. 더구나 이 종은 또 그 개체수가 순식간에 기하급수로 늘어나 온 지구에 뻘뻘하게 포화상태로 들어차 있다는 점에서 어떤 면에서 보면 지구 생태계의 입장에서는 가히 재앙이라고까지 말할 수도 있다면 지나친 말일까.

## 똥을 정화(!)하는 미친 현대인들

오늘날 사람들은 유용한 에너지이자 거름인 똥을 일부러 돈을 들여 먹는 물로 씻어내 강과 바다를 오염시키고, 그 오염된 물을 또 엄청난 돈을 들여 정화해서 다시 먹는 물로 사용한다. 그리고 그 찌꺼기는 또 돈을 들여 (작은) 유조선 같은 배에다 싣고 바다로 나가 바다에다 버린다. 우리나라에서는 군산에서 서쪽으로 200km 지점, 울산 남동쪽 63km 지점, 포항 동쪽 125km 지점 등 세 군데가 해양투기 지점이다.

자신의 똥을 황금빛 곡식과 채소로 보지 않고 폐기물로 버리는 순간 사람은 자기 자신을 폐기물로 비하시키는 결과를 빚게 된다. 실제 현대 사회는 현대사회의 밥통과 배알에서 소화되고 있는 노동력 제공자를 빼고는 모두 쓸모없는 폐기물로 인식한다. 노인이나 노숙자, 장애인들, 실업자들은 사회가 비용을 들여 처리해야만 하는 군더더기의 잉여인간, 귀찮은 폐기물에 지나지 않는다. 우리는 언제부터인가 이런 인식과 이런 인식 아래 행해지고 있는 각종의 사회제도에 대해 그냥 무덤덤하게 반응하는 무감각의 생활에 갇혀 있다. 끔찍한 일이 아닐 수 없다.

우리나라에서 수세식 화장실이 설치되기 시작한 것은 그리 오래 되지 않았다. 1962년 마포 아파트에 세면기, 욕조, 좌변기가 있는 수세식 화장실이 설치된 것이 아마도 아파트에 수세식 화장실이 본격 보급되는 신호탄이었던 것으로 추정된다. 1970년대 이후 아파트가 도시주거 공간으로 급속하게 보급되기 시작하면서 수세식 화장실은 아파트의 필수 시설이 되었다. 그러면서 일반 주택에도 빠르게 수세식 화장실이 보급되었다. 1977년부터는 수세식 화장실을 설치해야만 음식점과 유흥업소 허가가 나왔다. 수세식 화장실은 단연 깨끗한 위생시설을 갖춘 근대화, 도시화의 상징이었다.

사실 1970년대까지만 해도 서울에서는 분노차나 똥지계를 볼 수 있었다. 그때만 해도 일반 서민들은 푸세식 화장실을 사용했다. 수세식 화장실의 역사는 기껏해야 근대화의 역사와 마찬가지로 삼사십 년밖에 되지 않는다. 그 짧은 기간 동안에 똥이란 불결한 것이며 각종 질병의 온상체라는 우리의 위생관념은 이제는 흔들릴 수 없는 신념으로 확립되었다.

## 똥의 동무, 청소부 박테리아

그러나 똥은 음식물쓰레기나 왕겨, 톱밥, 풀 등과 함께 푹 썩으면, 즉 박테리아에 의한 분해과정을 거치면 오염물질이 아니라 똥과는 전혀 다른 물질인 훌륭한 거름이 된다. 그리고 이같은 분해 과정에서 각종 병원균과 기생충은 모두 죽어버리고 만다. 물론 심지어는 독성 화학물질까지도 분해되어 버린다. 이런 분해에는 두 가지가 있는데, 산소가 있는 곳에

서 번식하는 박테리아에 의해 영양소가 분해되는 호기성 분해(好氣性, aerobic process)와 산소가 없는 곳에서 번식하는 박테리아에 의해 영양소가 분해되는 혐기성 분해(嫌氣性, anaerobic process)가 그것이다. 쉽게 말해 호기성 분해는 부패이고 혐기성 분해는 발효라고 보면 된다. 박테리아라는 청소부는 산소가 있건 없건 부지런히 똥을 분해해서 분자 구조가 전혀 다른 물질을 생산해내는 것이다. 물론 박테리아는 월급도 받지 않고 밤낮을 가리지 않고 그같은 청소부 일을 자청해서 한다.

호기성 분해는 거의 냄새도 나지 않는다. 따라서 똥을 왕겨나 톱밥, 기타 다른 식물들과 섞을 때 호기성 박테리아가 일할 수 있게끔 공기가 통하는 충분한 공간만 켜켜이 만들어주면 아무런 냄새도 없이 양질의 거름을 만들어 낼 수 있다. 냄새가 나는 것은 공기가 잘 통하지 않아 혐기성 박테리아가 왕성하게 활동하기 때문이다. 혐기성 발효가 일어나면 고약한 냄새가 나는 메탄가스나 이산화탄소, 이산화황 같은 가스가 발생한다. 그러나 나중에 설명하겠지만 이 메탄가스가 또한 바로 전기와 열을 생산해 낼 수 있는 에너지이다.

호기성 박테리아는 섭씨 15도 부근에서 잘 자라는 저온성과 20도에서 45도의 중간 온도에서 잘 자라는 중온성, 그리고 45도 이상에서 잘 자라는 고온성으로 나눈다. 물론 80도 이상에서 잘 자라는 초고온성 박테리아도 있다. 우리 몸에서 나온 똥 속에는 이런 박테리아가 1g에 1조 개나 있다. 그러니 시간이 좀 더 걸려서 그렇지 겨울에도 퇴비 더미 속에서는 겨울잠도 없이 땀흘려 열심히 일하는 정규직 청소부 박테리아가 있음을 알아야 한다. 그렇게 열심히 일하는데 열이 안날 수가 없다. 맹추위가 기승을 부리는 한겨울에도 유독 거름자리에서만 모락모락 피어오르는 김은 바로 이런 산소 좋아하는 박테리아의 땀이다.

물론 저온 분해 과정에서도 조금 더디긴 하지만 고온 분해와 마찬가지로 각종 병원균과 각종 기생충 알 모두가 분해되어 버린다. 그리고 이렇게 곰팡은 퇴거를 화학비료로 망가진 논밭을 다시 살려내기도 한다. 논밭에 남은 잔류 농약 성분 또한 거름을 뿌리면 분해되어 버리는 것이다. 질병의 온상체가 아니라 똥은 죽어가는 땅을 살리는 치료제의 재료이다.

### 최악의 똥처리 방식, 수세식 화장실

똥은 제대로 사용하지 못하면 메탄가스 냄새도 나고 각종 전염병을 옮길 수도 있다. 서양에서 18세기와 19세기에 걸쳐 수세식 화장실이 등장한 것은 똥을 제대로 사용하지 못한 바로 그 결과물이었다. 산업화와 함께 도시화가 진전되면서 영국 런던을 비롯한 유럽의 도시들은 똥을 하수구나 길거리에 마구잡이로 버리는 문제 때문에 심각한 위생문제가 발생하지 않을 수 없었다. 중세 유럽의 페스트 창궐도 이처럼 마구잡이로 버린 똥이 한몫을

했다고 알려져 있다. 길거리가 워낙 똥오줌으로 뒤범벅된 상태인지라 여성들이 정장을 하고 외출하면서 옷에 똥이 묻지 않도록 고안된 것이 오늘날의 하이힐이다. 이층집에서 창 밖으로 던지는 요강의 똥과 오줌을 피하기 위해 머리에 쓴 것이 바로 신사 숙녀의 창이 넓고 높은 모자이다. 똥이 패션과 유행을 창조해낸 셈이다. 그리하여 19세기 말에 이르러 도시 하수구 체계가 대폭 정비되는 것과 함께 오늘날과 같은 위시다운형 변기가 보급되기 시작했던 것이다. 그러나 이런 수세식 화장실은 똥을 더욱더 제대로 사용하지 못하는, 최악의 똥처리 방식이었다.

20세기 초 미국 농무부의 토지관리국장을 지낸 위스콘신 대학의 킹 박사나 동경대학에 와 있던 에드워드 모스, 포르투갈의 선교사 프로이스 등 일부의 서양인들은 수세식 화장실과는 전혀 다른 동양의 똥 이용 방식을 직접 와서 보고는 놀라움을 표시하지 않을 수 없었다. 그들은 한국, 중국, 일본 등 동양 사람들은 서양과 달리 똥을 돈주고 사서 거름을 만든다고 찬탄해마지 않았다. 이렇듯 서양인들이 그렇게 부러워해 마지 않던 자연순환형 농업이 불과 몇 십 년만에 사라져 버리고 만 것은 비극이 아닐 수 없다.

### 똥오줌 씻어내는 데만 한 해에 댐 몇 개라니!

사람 한 명이 하루에 몸 밖으로 내보내는 똥은 대략 하루 한 번에 1kg 정도이다. 오줌은 사람마다 다르지만 약 여섯 번에 1.5~2.5리터 수준이다. 그런데 이 똥과 오줌을 씻어내는데 필요한 수세식 변기의 먹는물 양은 한 번에 보통 일반 변기의 경우 13리터(절수형 변기는 6리터 정도)나 된다. 1.8리터짜리 음료수 페트병 7개에 해당하는 양이다. 하루 일곱 번만 화장실에 간다 해도 한 사람이 자신의 똥과 오줌을 씻어내는 데 드는 먹는물 양은 자그마치 최소 90리터가 넘고 페트병으로는 자그마치 50병이나 된다. 수도권 2천만 명이 하루에 똥오줌을 내보내기 위해 수세식 화장실에서 쓰는 수돗물 양만해도 180만 톤이라는 계산이 나온다. 1년이면 약 6억 6천만 톤이다. 수자원공사의 계산대로라면 수많은 인민들이 반대해서 무산된 동강댐 공사에 1조원이 들고 거기서 만드는 물의 양이 3억 6천만 톤이라고 하니, 수도권 주민들은 오로지 똥오줌을 씻어내는 데만 1년에 동강댐 2개 정도의 물을 쓰고 있는 셈이다.

우리나라 인민 한 사람이 하루에 쓰는 물은 409리터로 독일, 프랑스, 영국, 일본 등 대부분의 잘사는 나라보다도 40% 이상 훨씬 더 많다. 그야말로 물을 ‘물쓰듯’ 한다. 때문에 매년 조 단위 돈을 들여 댐과 광역 상수도를 건설한다. 수돗물은 대개 먹는 물로 쓰는 경우는 극히 드물고 대부분 수세식 변기를 비롯해서 세탁이나 목욕, 음식물 조리과 세척 등 생활용

수로 쓰인다. 우리나라 수도요금은 톤당 316원으로 미국의 2,310원에 견주면 9분의 1수준에 지나지 않는다. 전국 상수도의 1년간 요금 부과액(2003년)은 총 2조 3924억 원에 이른다. 그리고 대개 먹는 샘물은 수돗물보다 5백배에서 1천배의 가격에 팔리는데, 먹는 샘물 판매금액(2003년)은 1903억 원 정도이다.

1993년부터 5년 동안 맑은물 공급 종합대책에 총 15조 9천억 원을 투자하였다. 1년에 평균 3조 2천억 원, 하루 87억 원이라는 돈이 맑은 물을 만드는 데 쓰인 셈이다. 그리고 1996년부터는 그 후속대책으로 물관리 종합대책이 세워져 2005년까지 10년 동안 자그마치 26조 9천억 원을 투자하였다. 이렇게 어마어마한 돈을 들였는데, 수돗물이 좋아졌다거나 강물이 맑아졌다고 생각하는 인민들은 거의 없는 것 같다. 자, 숫자에 도무지 밝지 못해 늘상 사기만 당하고 사는 어수룩이들도 이런 수치 정도는 그냥 쓱 쳐다만 봐도 무엇인가 잘못돼 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 우리가 얼마나 어처구니없는 수세식 화장실 문명에 중독되어 이상한 짓을 벌이고 있는지를 말이다.

#### 땅, 강, 바다를 살해하는 쌍둥이: 수세식 화장실과 화학비료

일반 시민들이 정화조를 설치하는 데 비용이 들어가는 것은 그렇다 치고 분뇨처리 시설과 오수처리 시설을 설치 운영하는 데, 그리고 하수도 시설을 확충하는 데 들어가는 돈만 해도 엄청나다. 그렇게 정화조를 통과해서 하수종말처리장까지 간 똥오줌을 씻어낸 물이 아주 깨끗한 물로 정화되었다고 생각하는 사람은 또한 아무도 없다. 법에 정해진 산소요구량(BOD) 기준에 맞다고 해서 위생정화된 물이라고 볼 수가 없기 때문이다. 정화조에서 희석된 물은 사실 똥오줌을 분해하는 박테리아가 죽어버린 상태에서 오히려 수인성 질병 병원균의 서식처가 되어 버리고 만다. 그야말로 병원균의 온상이 되는 오수로 변하는 것이다. 정화조에 남겨진 찌꺼기는 더 말할 나위가 없다.

게다가 법으로 정해서 집을 지을 때는 반드시 정화조를 설치하게 되어 있다. 사람 똥과 가축의 똥으로 아주 양질의 퇴비를 만들거나 전기와 열을 생산하는 발전소를 짓기 때문에 정화조를 설치하지 않겠다고 하면 그건 위법이라고 고발당하고 만다. 이것이야말로 오히려 이상한 위생관념에 도착되어 미래를 학살하는 정신이상자들의 범죄행위가 아닐 수 없다. 똥에서 나오는 메탄가스는 오존층을 파괴하는 가장 강력한 물질이기 때문이다.

똥이 양질의 거름으로 변신하는 것을 중단하고 오염물로 강과 바다로 흘러나가면서 대신에 논과 밭은 화학비료로 뒤범벅되기 시작했다. 화학비료는 이미 잘 알려진 것처럼 처음에는 작물 생장을 촉진하는 기적의 비료로 인식되었다. 그러나 1956년 충주비료가 가동되기

시작하면서 남한에 본격 공급되기 시작한 화학비료는 이제 땅을 죽이는 토양 산성화의 주범으로 밝혀졌다. 흙이 산성화되면 거기서 자라는 작물도 산성화되고 그것을 먹는 사람도 산성화된다. 또 흙이 딱딱하게 굳어 공기 유통이 되지 않고 미생물이 줄어들면서 식물 뿌리가 잘 자랄 수 없게 된다. 한 손가락의 흙 속에는 약 1억 마리의 박테리아와 방선균 2천만 마리, 원생동물 1백만 마리, 조류와 균류 약 20만 마리가 살고 있다. 가히 미생물 덩어리라고 할 수 있다. 그런데 화학비료는 그런 미생물이 사라진 죽은 흙을 만드는 것이다. 게다가 자연계에 존재하는 미생물 가운데 병원균들은 대개 산성에서 잘 번식하기 때문에 산성화된 토양은 끊임없이 병해충이 발생하게 되고 그래서 농민들은 또 농약중독과 잔류농약 공포에도 어쩔 수 없이 농약을 살포하지 않을 수 없게 된다. 화학농법의 악순환이다. 화학비료 또한 질소는 70%, 인산 가리는 80% 정도나 흡수되지 못하고 빗물에 씻겨 강을 오염시킨다.

똥을 살해하는 범죄자들이 땅을 살해하는 화학비료도 만들어냈다. 한마디로 수세식 화장실과 화학비료는 산업화와 근대의 성격을 가장 잘 보여주는 일란성 쌍둥이의 발명품이다. 그리고 물론 가장 멍청한 범죄를 저지르는 발명품이다.

### 똥이 전기를 생산한다

중국의 후진타오 주석이 2005년 독일을 방문했을 때 가장 먼저 들른 곳이 독일 바이오가스 협회 회장인 조세프 펠마이어의 바이오가스 생산시설이었다. 펠마이어는 자신이 직접 150여 마리의 젖소를 기르면서 1996년부터 여기서 나오는 소똥을 주연료로 바이오가스 전기를 생산한다. 연간 소똥 9천톤에다 음식물쓰레기 6천 톤, 농산물시장에서 나온 야채나 과일쓰레기 2천 톤, 도축장 기름덩어리 1천 톤을 섞어 하루 약 1만 2천kWh의 전기를 생산한다. 전기 판매 수익은 우리 돈으로 환산하면 하루 약 150만원이 넘는다. 독일은 개정된 전력매입법에 따라 바이오가스로 전기를 생산할 경우 연간 전력 생산량이 15만 kWh 이하이면 17.5유로센트, 그 이상이면 16유로센트, 그리고 자기 집이 아닌 다른 지역에서 나오는 음식물쓰레기 등을 이용할 때는 10.23유로센트 가격으로 전기를 사준다.

이처럼 똥은 전기를 생산한다. 산소를 싫어하는 혐기성 박테리아들은 똥을 청소하면서 열심히 방귀를 뀌어내고 바로 이 메탄가스를 태워 발전기를 돌리면 전기가 생산되는 것이다. 이 전기 생산과정에서는 열도 발생한다. 똥오줌을 발효시켜 전기와 열을 생산하는 이런 발전 방식이 다름아닌 바이오가스 열병합 발전이다. 메탄가스 1톤은 1리터의 석유에 해당하고 9.94kwh의 에너지를 생산한다. 그리고 최후로 더 이상 메탄가스를 발생시키지 않는

발효가 다된 똥은 쓰레기가 아니라 질 좋은 비료로 새롭게 태어난다.

바이오가스 발전 시설 설치도 그렇게 복잡하지 않다. 똥오줌과 각종 음식물 쓰레기, 풀 등을 함께 집어 넣어 발효시키는 발효조 탱크와 메탄가스 저장소, 그리고 발전기만 있으면 된다. 축산 분뇨의 양에 따라 발효조나 가스포집소의 크기가 다르고 발전기의 용량이 다를 뿐이다. 발전소 주인은 똥과 풀과 기타 다른 유기물질을 넣어만 주고 발전기를 점검하기만 하면 된다. 다른 모든 것은 박테리아가 알아서 자원봉사를 해준다. 발전기 소리가 시끄럽긴 하지만 거대한 화력발전소에 견주면 아무 것도 아니다. 그리고 지구온난화 가스를 줄이고 자원을 순환시키면서 동시에 수질오염도 방지하고, 무엇보다도 돈을 버는 일에 그만한 소음 쯤이야 봐줄만 한 것이다.

발효에도 청소부 박테리아의 기호에 따라 저온발효와 고온발효가 있는데 고온발효 때 메탄가스의 발생량이 더 많다. 그래서 대개 겨울에는 발생하는 전체 메탄가스 발생량의 약 30% 정도를 발효조에 열로서 공급해준다.

#### 똥이 원자력발전소를 없앤다!

유럽의 바이오가스 시설은 해마다 급증하고 있다. 독일의 경우 바이오가스 발전소를 설치한 농가수는 2005년에 1만 가구에 이를 전망이다. 이는 민간에서 바이오가스로 전기를 생산하면 이를 전력회사가 사주는 전력매입법이 시행되고 있기 때문이다. 독일, 벨기에, 덴마크, 핀란드, 프랑스, 그리스, 영국, 아일랜드, 이탈리아, 네덜란드, 포르투갈, 스페인, 스웨덴, 스위스, 오스트리아 등등 거의 모든 유럽 국가가 나라별로 가격은 다르지만 10년에서 20년 정도까지 바이오가스 전기를 사준다. 독일, 프랑스, 오스트리아처럼 발전량과 성격에 따라 차등 지불하는 곳도 있고, 벨기에나 영국, 스웨덴처럼 시장가격에다 시장가격의 두 배나 되는 보너스를 덧붙여서 사주는 곳도 있다. 그리고 기존의 시설보다 새로 설치한 바이오가스 전기에 대해 조금 더 비싸게 사주는 곳도 있다. 이 때문에 바이오가스 발전소는 축산농가를 중심으로 급속하게 보급이 확대되어 가고 있는 중이다. 햇빛발전, 바람발전과 더불어 이미 바이오가스 발전은 기존의 원자력과 화석연료를 대체하는 세대교체의 주역 가운데 하나로서 확고히 자리잡고 있다. 유럽의 농부들은 이제 농사일뿐만 아니라 햇빛발전소, 바람발전소, 바이오가스 발전소를 운영하는 투잡스 족으로 변신 중인 것이다.

짐승들마다 하루 똥오줌 배출량은 차이가 난다. 다 큰 짐승을 기준으로 한우는 하루 30리터, 젖소는 40리터, 돼지는 5리터, 닭은 0.2리터 정도의 전기 에너지 자원을 몸 밖으로 내보낸다. 2004년 기준으로 우리나라에서 기르고 있는 가축은 1억 9157만 9천 마리에 이른

다. 환경부에서는 해마다 환경백서를 발간하는데, 2005년 환경백서를 보면 이들이 배출해내는 축산폐수(환경부의 공식 용어)는 2004년에 하루 총 15만 483톤 정도나 된다. 이걸 전부 전기와 열로 바꾼다면 원자력발전소는 더 이상 짓지 않아도 된다. 아니 사람 똥까지 바이오가스 발전을 하고 바람발전, 햇빛발전을 더 확대한다면 원자력 발전소를 전부 폐기처분해도 아무 문제가 없다.

그런데 사람 똥과 오줌에 대해서는 아예 통계도 없다. 환경부의 통계방식을 원용하면 한 사람이 하루 약 62만 톤의 폐수(!)를 배출해내는 점오염원(point source)이 다름아닌 4천 8백만 인민들이다. 빗물이나 눈물 등 불특정하게 배출되는 비점오염원(non-point source)과 달리 일정한 배출경로를 가진 오염원을 점오염원이라고 하는데, 환경부 입장에서 인민들이란 그저 점오염원(!?)인 셈이다.

이런 점오염원일 뿐인 사람과 가축 똥오줌을 이제는 발상을 바꿔 전기와 열, 퇴비로 바꾸어야만 한다. 전기와 열이 생산되지, 발효 후 찌꺼기는 훌륭한 퇴비가 되지, 수질 오염 방지하지, 똥오줌을 오염원으로 처리하는 정화비용과 각종 폐수처리 비용 사라지지, 정화조 비용 사라지지, 음식물 쓰레기 처리 비용 사라지지, 게다가 지구온난화와 오존층 파괴도 줄이지 일석십조의 똥오줌 해결책을 주저할 까닭이 없다.

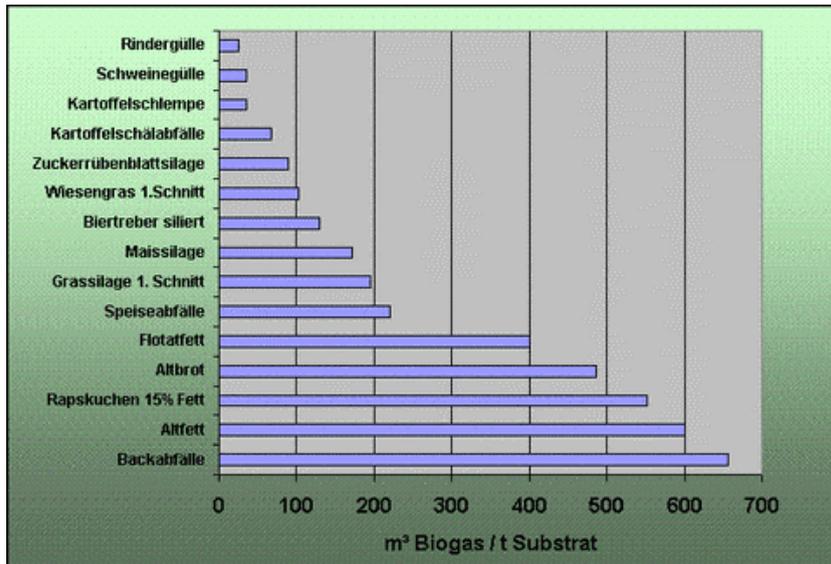
### 시급한 바이오가스 전력 생산 시설 지원

똥이 복합오염의 주범이라는 사실을 모르는 사람은 별로 없다. 그래서 최근 농림부와 환경부는 축산분뇨를 전량 퇴비와 액비로 사용하자는 「축산분뇨의 관리 및 이용에 관한 법」을 입법예고하였다. 이는 한 걸음 나아간 매우 바람직한 일일 수 없다. 그러나 이 법은 가축의 똥만 생각했지 사람 똥에 대해서는 전혀 고려하지 않고 있다는 점에서, 그리고 똥으로 전기를 생산하는 바이오가스 시설에 대한 조항이 아예 없다는 점에서 근본에서부터 문제가 있다. 사람 똥에 대한 대안을 별도로 한다 하더라도 앞으로 국회의 입법과정에서는 적어도 똥으로 바이오가스 전기를 생산하고 판매하는 시설이 들어설 수 있도록 적극 지원하는 내용으로 법이 개정되어야만 할 것이다. 똥과 음식물 쓰레기를 비싼 돈 들여 폐기물로 매립하거나 바다에 버리면서 환경을 오염시키는 게 아니라 우리 생활에 꼭 필요한 전기와 열과 자연비료로 만드는 방식을 외면해야 할 까닭이 하나도 없다.

아래표는 각각의 물질들이 발효과정에서 발생시키는 메탄가스의 양이다. 지방이나 빵찌꺼기, 음식물 찌꺼기가 똥보다 훨씬 더 많이 메탄가스를 발생시킨다는 것을 알 수 있다. 똥오줌에다가 음식물 쓰레기나 기타 유기물질이면 무엇이든지 발효조에 함께 넣어두면

혐기성 박테리아들이 이들을 먹어치우면서 메탄가스를 만들어 내는 것이다. [\* 제가 파워포인트를 잘 못해 그냥 표를 복사해서 붙여넣었습니다. 죄송하지만 독일어를 한글로 바꾸어 주시면 고맙겠습니다. 참 별별 주문 다하네요!?! 위로부터 소, 돼지, 감자찌꺼기, 감자껍질, 사탕무우 잎, 초지풀(wiesengras), 그 밑에 첫 생략하고 옥수수(maissilage), 그 밑에 첫 생략하고 음식찌꺼기(speiseabfalle), 그 밑에 첫 생략하고 오래된 빵(altbrot), 15% 지방 콩깻묵, 오래된 지방깻묵, 빵찌꺼기. 제일 밑 세로로 세제곱미터 바이오가스 이하는 삭제. 대신 맨 위에 제목으로 1톤당 바이오가스 생산량(단위 세제곱미터)]

이미 우리나라에서는 1970년대에 농촌에서 똥을 발효시켜 연료로 사용하는 가정용 메탄가스 플랜트가 시도된 적이 있었다. 제주도의 송당목장에서는 많은 돈 들이지 않고서도 소와 말똥을 이용해서 메탄가스로 가정용 난방과 취사를 해결할 수 있었다. 그러나 에너지에 대한 장기 정책도 없었던데다 다국적 석유기업에 종속되어 버린 정부가 값싼 화석연료를 공급하기 시작하면서 이 메탄가스 연료는 흐지부지 사라지고 말았다. 부업에서 검댕이 때문에 고초를 겪던 주부들도 처음에는 대환영이었지만 시간이 지나면서 똥통에서 부엌까지 길게 이어진 가스관이 연상시키는, 똥불을 태워 밥을 지어먹는다는 편견을 극복하지 못하고 말았던 것이다.



## 엄연한 현실이 되어버린 기후변화

### 파괴와 오염인가 에너지와 비료인가

21세기 초입인 오늘날 기후변화는 이미 임계점을 넘었다고 보는 사람들이 많다. 임계점을 넘었는지 안 넘었는지 확인할 수 있는 과학자는 없다. 그만큼 기후변화에 대해서 인간의 조사연구, 인간의 과학은 무력하다. 그러나 명백한 것은 이전의 기후변화와 달리 산업화 이후의 지구온난화는 사람이란 종의 짓이며 극지방의 얼음이 녹고 멕시코난류의 흐름이 달라지게 되면서 이제 지구는 이전과는 전혀 다른 기후변화를 겪지 않을 수 없게 되었다는 사실이다. 이미 기후변화는 가설이 아닌 엄연한 현실이다.

그럼에도 여전히 사람들은 끊임없이 엄청난 독가스를 대기로 뿜어낸다. 여전히 '아기가 타고 있어요'라는 스티커를 붙이고 자동차를 몰고 시장을 본다. 그 자동차 배기가스가 자신의 아기를 살해하고 있음에도 말이다. 지금 이 순간에만도 무려 300만 명의 사람들이 자동차와 비교할 수 없을 정도로 많은 가스를 배출하는 비행기를 타고 공중에 떠있다. 그리고 또한 여전히 에어컨을 틀어대고 여전히 한겨울에도 반팔을 입으면서 난방을 해댄다.

전세계에서 배출되는 온난화가스 양을 계산하면 한 사람 당 평균 1톤 정도가 된다고 한다. 그러나 이런 평균치는 의미가 없다. 선진국 인민 한 사람이 내뿜는 온실가스는 아프리카나 아시아 인민의 수십 수백 배나 더 많기 때문이다. 더구나 산업화 이래 이미 뿜어낸 이산화탄소 양을 감안하면 더더욱 그렇다. 지구의 이산화탄소 농도는 1750년 이래 3분이 1이나 증가했다. 메탄가스 농도는 2.5배나 증가했다. 1957년 스크립스 해양연구소가 바다가 대기 중으로 방출된 이산화탄소를 흡수하지 않는다고 지적한 이래 이산화탄소 배출을 줄여야 한다는 소리가 갈수록 커졌음에도 이런 증가 추세는 멈추지 않고 있다. 간신히 교토의정서가 발효되었다고는 하지만 최대배출국인 미국은 참여조차 하지 않고 있다.

우리는 지금 모두 함께 지옥으로의 행진을 하고 있는지도 모른다. 숲속으로 가서 생태공동체를 건설한다고 해서 이런 행진과 기후변화를 피할 수 있을지 모른다고 생각한다면 이는 환상이다. 이제 우리에게는 도피처로서의 자연도 없다. 아마도 자동차를 몰면 벌금을 물린다거나 수세식 화장실을 쓰면 감옥에 보낸다거나 하지 않는다면 이런 행진이 멈춰진다는 것은 불가능할지도 모른다.

그럼에도 우리는 생태적 전환을 모색해야 한다. 아무리 늦었다 하더라도 노력을 포기할 수는 없는 노릇이다. 그 가운데 가장 주요한 것이 에너지와 농업이다. 재생가능 에너지로의 전환과 자연순환 농업으로의 전환이야말로 무력하지만 촛불 하나 정도는 들 수 있는 인민들이 그나마 최선을 다해 할 수 있는 의미있는 행동일 것이다. 그러기 위해서는 무엇보다

다도 현재의 삶의 방식에 대한, 현재의 도시생활에 대한 성찰과 의식 전환이 필요하다.

### 똥에 대한 인식의 혁명이 있어야

생태적 전환이라는 인식의 혁명에서 똥에 대한 인식의 전환이야말로 핵심이 아닐까 싶다. 똥이야말로 에너지 전환과 자연순환 농업으로의 전환에 가장 적합한 재료이기 때문이다. 오존층 파괴와 지구온난화의 공범인 메탄가스를 줄이기 위해서라도 우리는 사람 똥에 대한 인식을 다시 바꾸어야만 할 현실에 직면해 있다. 기후변화를 이야기 하면 사람들은 기후변화로 야기되는 암울한 미래는 자신이 죽은 뒤의 머나먼 일로 생각하는 경향이 있다. 그리고 지금의 광기에 가까운 낭비와 파괴의 문명, 생활방식을 포기할 수는 없다고 생각한다. 당장 사람 똥으로 바이오가스 발전을 하자고 말하면 별 미친 놈이 있나 멀끔히 쳐다보다 외면하기 십상이다. 조금 상냥한 사람이라면 아파트나 밀집된 주거지역에서는 불가능하지 않냐는 현실론을 들먹인다. 이런 반응은 어쩌면 당연하다.

그러나 사람 똥을 이렇게 파괴하고 물을 오염시키고 그로 인해 땅을 죽이는 짓을 더 이상 하지 않겠다는 인식만 있다면 얼마든지 극복가능한 현실의 대안이 마련될 수 있다. 왕겨나 톱밥, 짚만 있으면 냄새도 얼마 나지 않는 상태로 얼마든지 대규모 밀집 주거단지에서도 사람 똥오줌의 수집 씨시스템을 가동할 수 있기 때문이다. 그리고 여기에서 나오는 비료를 농토에 뿌리는 씨시스템을 갖추면 화학비료로 죽어버린 땅도 다시 살려낼 수가 있다.

우리나라에서도 에너지전환 시민운동이 활발하게 펼쳐진 결과 2003년 「대체에너지 개발 및 이용보급 촉진법」이 개정되어 민간에서 재생가능에너지로 전기를 생산하면 국가가 높은 가격으로 15년 동안 매입해주는 전력매입 제도가 도입되었다. 그러나 법이 개정되고 시행되기까지는 3년이라는 세월이 걸려야 했다. 시행령과 시행규칙을 고치고 고시를 만들고 한전과 계통연결을 하고 등등의 행정 절차를 거치는 데 그만큼의 시간이 지나가 버렸다. 가히 행정에 의한, 행정을 위한, 행정의 나라라고 할 만큼 이 나라의 행정은 절망감만 불러 일으킨다.

그럼에도 아직도 전력매입법은 제대로 시행되지 못하고 있다. 발전소 허가권을 갖고 있는 지방정부는 국토이용법에 따라 대도시와 신도시에서는 발전소 시설이 들어서는 것이 원천금지되고 있다고 허가를 내주지 않고 있다. 놓고 있는 공장 지붕에 햇빛발전소를 지으려고 하면 공장법에 따라 공장에는 다른 사업을 할 수 없다고 허가를 내주지 않는다. 10kW 이상의 햇빛발전소를 지으려 하면 전기법에 따라 전기안전관리인을 상주시켜야 한다고 제동을 건다. 전기판매액이 전기안전관리인의 1년 인건비에도 못미치는데도 말이다. 이처

럼 아직도 우리나라의 재생가능 에너지 보급 확대 제도는 아직도 말잔치에 그치고 있을 따름이다. 산자부 관료와 에너지관리공단의 고위 임직원들조차 재생가능에너지에 대해 인식이나 신념이 한심한 수준이기 때문에 생기는 현상이다. 물론 점차 바뀌고 있다는 긍정의 증거가 그나마 희망을 주고 있기는 하지만 말이다.

### 파멸로의 눈먼 행진을 멈춰야

우리도 뒤늦었지만 바이오가스 발전이 시작되고 있다. 이미 파주시에서는 음식물 쓰레기와 돼지 똥을 재료로 바이오가스 발전 시설을 시범 운영하고 있다. 시행착오를 겪긴 하겠지만 이런 의미있는 시작을 생태적 전환의 기회로 삼을 필요가 있다. 더 나아가 사람 똥을 이용한 바이오가스 전기 생산도 시도되어야 한다. 유럽의 바이오가스 시설은 가축의 똥오줌을 이용하는 데 초점이 맞추어져 있지 뿌리깊은 수세식 화장실 문명의 원조 지역답게 사람 똥을 바이오가스 발전 재료로 쓰는 것은 생각조차 하지 않고 있다.

기후변화는 곧바로 식량 재앙과 에너지 재앙을 예고하고 있다. 거대한 식량과 에너지 쓰나미, 그리고 끔찍한 식량-자원 전쟁과 기아가 우리 앞으로 소리없이 다가오고 있는데도 우리는 이를 전혀 눈치채지 못한 채 한가하게 오염된 바닷가에서 해돋이를 구경하네마네 사학법을 거부하네마네 장외투쟁을 하네마네 장관 임명이 옳으네마네 하며 우물안 개구리의 다툼으로 날을 지새우고 있는지도 모른다.

이제 사람의 삶과 이 사회와 현대문명의 운명을 생각한다면, 불가피하게 자신의 삶의 방식에 대한 반성과 발상의 혁명이 있어야 한다. 이제 인류는 산업혁명의 매캐한 연기를 없애기 위해, 석유와 석탄을 없애고 생태적 전환을 이룩하기 위해, 급격한 기후변화에 대처하기 위해 급격하고도 새로운 혁명을 준비해야 할지 모른다. 그리고 그 혁명은 무엇보다도 나 자신부터 스스로 먼저 시작하는 혁명이 되지 않을 수 없다. 나 자신부터 자동차를 타지 않고 걸거나 자전거를 타는, 아주 작은 실천에서부터 시작하는 혁명 말이다. 박테리아와 동무가 되어 내 가족 똥과 짐승 똥, 음식물 쓰레기로 퇴비나 전기를 만드는 일도 이런 실천에 속할 것이다. 그리고 똥비료로 텃밭을 가꾸는 일도 이런 혁명의 시작이 될 수 있을 것이다. 끝



**GOOD HABITS** 지구온난화 알아보기!

시원한 지구만들기 프로젝트!  
CO<sub>2</sub> 10% 줄이기, 우리가족 7가지 좋은 습관

# 1 CO<sub>2</sub>는 누구인가요?

지구 표면의 온도를 일정하게 유지하는 역할을 하는 기체를 온실가스라고 합니다.

그중 CO<sub>2</sub>(이산화탄소)가 가장 대표적인 온실 가스로, CO<sub>2</sub>는 전체 온실가스 중 75%를 차지하고 있습니다. 온실가스가 대기 중에 많을수록, 지구의 온도가 올라가게 됩니다.



에너지시민연대  
Korea NGO's Energy Network

- 2 -

## 2 기후변화는 왜 일어나나요?

에너지를 과다하게 쓰는 인류문명의 생활방식은 온실가스를 과도하게 배출하여 지구온난화를 심화시키고 지구촌 재난을 일으킵니다.



인간활동으로 인한 온실가스 증가



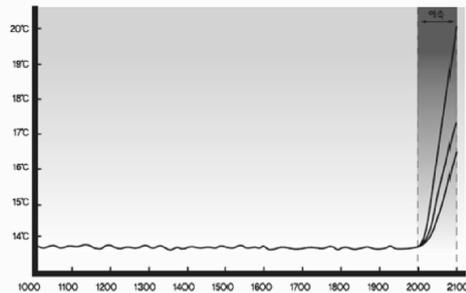
지구온난화



기후변화, 지구촌 재난

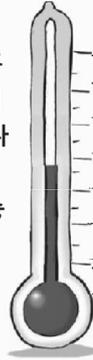
## 3 지구의 온도는 얼마나 올라갔나요?

지난 천 년간의 지구 평균 온도는 13.7 °C 였지만, 20세기 들어 평균 온도가 0.74°C 상승하였습니다. 앞으로는 지구의 온도가 1990년의 온도를 기준으로 1.4~5.8 °C 까지 상승할 것이며, 이로 인하여 해수면은 8~88cm 상승할 것으로 예측됩니다.



# 4 기후변화는 왜 문제인가요?

기후변화로 해수면 상승, 가뭄과 홍수, 자연재해의 증가, 식량 부족, 기아 및 빈곤의 악화와 같은 문제가 나타나고 있습니다.  
스텐보고서에서는 지구온도의 상승에 의한 영향을 다음과 같이 예측하고 있습니다.



	건강	생태계	자연재해	식량생산·기근
5°C 이상	대규모 인구 이동과 재앙			
5°C		비대 산성화로 해양 생태계 손상	중국 4분의 1과 인도 수역결 결 부족	
4°C		북극 툰드라 절반 감소	7백만~3억명 연안 주민 홍수 피해	
3°C		아마존 열대우림 붕괴	남유럽 심년마다 극심한 가뭄	1억 5천만명~6억 5천만명 기근
2°C	아프리카 4~6천만명 말라리아 감염	생물 15~40% 멸종(북극곰 등)	해안 주민 1천만명 홍수 피해	열대 농작물 생산 급감
1°C	30만명 이상 사망(말라리아, 영양부족, 심사)	생물 10% 멸종	인텍스 산맥 빙하 소멸로 5천만명 물부족	

※자료 : 나폴라스 스텐 '기후변화의 경제학' 보고서(2006)

# 5 한반도에는 어떤 영향이 있나요?

- 현재의 온대성 식생 외에 아열대성 식생이 증가하는 등 생태계에 혼란이 옵니다.
- 변화된 온도와 습도로 병충해가 늘어나게 되고 토양이나 수질 오염이 심각해집니다.
- 경사가 완만한 서해안과 남해안이 침수될 가능성이 높아집니다.
- 말라리아와 같은 열대성 질병이 발생할 수 있습니다.



## CO<sub>2</sub> 10% 줄이기, 우리 가족 7가지 좋은습관

SEVEN HABITS

- 습관 ① → 온도계를 걸어주세요
- 습관 ② → 에너지 효율을 따져요
- 습관 ③ → 플러그를 뽑아요
- 습관 ④ → 물 사용량을 확인해요
- 습관 ⑤ → 건강한 교통수단을 선택해요
- 습관 ⑥ → 지구를 살리는 현명한 쇼핑을 해요
- 습관 ⑦ → 한 단계 작은 용량의 쓰레기봉투를 사용해요



① 온도계를 걸어주세요



## 1. 온도계를 걸어주세요

온도계를 눈에 잘 띄는 곳에 걸어 둡시다.

겨울철 적정 실내온도는 18~20℃, 온도를 1℃ 낮추면?

- 약 4%의 에너지가 절감되고, CO<sub>2</sub>는 연간 230kg 감소합니다.

여름철 적정 실내온도 26~28℃, 온도를 1℃ 높이면?

- 월 7.7kWh 전기가 절감되고, CO<sub>2</sub>는 약 3.3kg 감소합니다.

(환경운동연합, 유쾌한 CO<sub>2</sub> 다이어트 생활 십계명, 2008)





① 온도계를 걸어주세요

사람은 지구인물이 호르몬이다!  
CO<sub>2</sub> 10% 줄이기, 우리가족 7가지 좋은습관



## 겨울철 난방

### 난방기구

- 장기간 사용하는 보일러, 열효율 점검은 필수, 단열이 잘된 집은 3.3㎡ 당 약 500kcal, 잘 안된 집은 600kcal 정도가 소모됩니다.
- 체감온도에만 의존해 너무 따뜻한 것은 아닐까요? 온도계를 걸어두고 적정온도를 유지해 봅시다.
- 계절에 맞는 현명한 옷차림이라면 새는 에너지도 막고 온실가스도 줄일 수 있어요.

### 그 외 난방기구

- 전력소모량이 많은 전열기구(전기장판, 전기난로, 전기온돌 등) 사용 줄이기, 전열기구를 창측, 사람이 앉은 높이에 두면, 체감온도가 높아져 에너지 절감효과가 있어요.

### 알아두세요!

- ❖ 보일러 열효율을 유지하려면?  
- 간단한 점검은 수시로(보일러 설치 시 간편 점검사항을 알아둡니다.)



① 온도계를 걸어주세요

사람은 지구인물이 호르몬이다!  
CO<sub>2</sub> 10% 줄이기, 우리가족 7가지 좋은습관



## Quiz. 우리집에 필요한 보일러 용량과 한달 CO<sub>2</sub>배출량을 알아볼까요 ? (보일러 적정용량 : 집 내부면적의 70~80%)

· 난방 사용량으로 알아보는 온실가스 배출량 계산하기

도시가스의 경우 : CO<sub>2</sub> 배출량(kg) = 사용량(m<sup>3</sup>) × 22  
[            ] kg = [            ] m<sup>3</sup> × 22

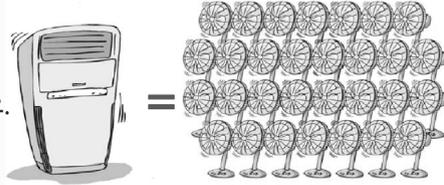
## Check, 우리집 단열 점검! 난방을 충분히 해도 금방 집안이 추워진다면 집안에 새는 열을 점검해 보세요 ■

- |     |   |                          |                          |
|-----|---|--------------------------|--------------------------|
|     |   | 예                        | 아니오                      |
| Q1. | 창문은 이중창이나 복층유리로 되어 있다.                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Q2. | 커튼이나 블라인드를 설치했다. (열 흡수 20~30%, 열 배출 10% 감소) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Q3. | 창과 문에 바람막이를 설치했다.                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

여름철 냉방

에어컨

- 실내외 온도차가 5℃ 이상이면 건강에 해로워요.
- 에어컨을 사용할 때 선풍기를 함께 쓰면 냉방 효과가 더 좋아요.



-에어컨 1대에 소모되는 전력 18kWh로 30대의 선풍기(60W)를 켤 수 있어요.-

알아두세요!

- ❖ 지구도 나도 시원해지려면?
  - 매년 1회 냉매 점검 : 전기는 월 18.7kWh 절감, CO<sub>2</sub>는 약 7.9kg 감소.
  - 필터 2주일에 한번 청소하기 : 전기는 월 3.3kWh 절감, CO<sub>2</sub>는 약 1.4kg 감소.
  - 사용기간 외 플러그 뽑기 : 전기는 월 5.2kWh 절감, CO<sub>2</sub>는 약 2.2kg 감소.



선풍기

자연풍과 같은 방향으로 설치하고, 약한 바람으로 조절하세요. 강, 중, 약 조절에 따라 전력소모는 10W 정도씩 차이가 납니다.

Quiz. 우리집 에어컨에서는 얼마나 많은 CO<sub>2</sub>가 나올까요 ?

· 여름철 에어컨 CO<sub>2</sub> 배출량 계산하기

: CO<sub>2</sub> 배출량(kg)=소모전력(W) X 사용시간 X 0.424  
 [      ] kg = [      ] w X [      ] 시간 X 0.424

Check, 우리집 에어컨 사용습관은 ?!

- |                               |                          |                          |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                               | 예                        | 아니오                      |
| Q1. 창문, 문을 닫고 사용한다.           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Q2. 여름철 적정온도 26~28℃로 설정하고 있다. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Q3. 2주일에 1회 필터를 청소한다.         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

· 전기사용량으로 알아보는 온실가스 배출량 계산하기

CO<sub>2</sub> 배출량(kg)=사용량(kWh) X 사용시간 X 0.424  
 [      ] kg = [      ] kWh X [      ] 시간 X 0.424

## 2. 에너지효율을 따져요

모든 가전기구와 조명기구의 효율을 따져봐요.

고효율 기기를 사면 초기 구입비는 비싸도 수명이 길고, 전기가 적게 소모되므로 장기적으로 더욱 이익입니다.



### 고효율전구(안정기 내장램프)

종류	1등급 고효율 전구	1등급 형광등	1등급 백열전구
소비전력	26kWh	36kWh	97kWh

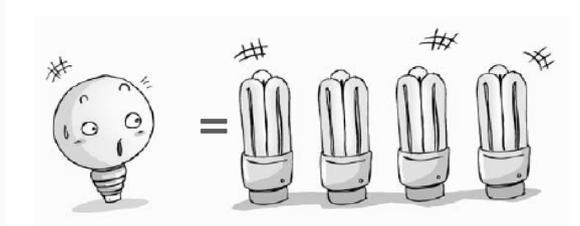
고효율전구는 백열전구에 비해 수명은 8배, 소비전력은 1/3 이하, 1등급 백열전구(97kWh)를 고효율전구로 바꾸면 개당 연간 7,100원이 절약되고, CO2는 개당 30kg의 절감효과가 있어요.(1kWh 당 연간가계비 절감액 100원 가량)

### 형광등

26mm 32W 형광램프는 32mm 40W 보다 수명이 길고 절전에 좋아요. 기존 형광등을 고효율 형광등으로 교체하면 20~35% 절전효과가 있어요.

#### 알아두세요!

❖ 고조도 반사각 조명등은 빛의 90%를 반사하여 일반 조명기구에 비해 20%의 절전효과가 있어요.



- 60W 전구 하나면 15W 짜리 고효율전구 4개를 켤 수 있다.

## Quiz. 우리집 조명기구가 배출하는 CO<sub>2</sub>는 얼마일까요 ?

$$\cdot \text{CO}_2 \text{ 배출량(kg)} = \{ (\text{형광등}36\text{kWh} \times \text{개수}) + (\text{백열등}97\text{kWh} \times \text{개수}) + (\text{고효율전구}26\text{kWh} \times \text{개수}) \} \times 0,424$$

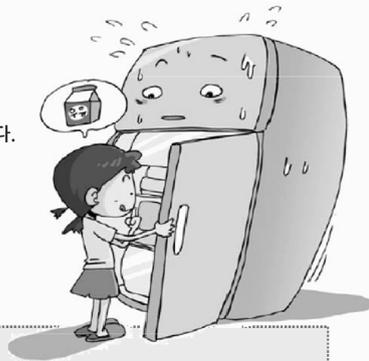
$$\text{[ ] kg} = \{ (\text{형광등}36\text{kWh} \times \text{[ ]}) + (\text{백열등}97\text{kWh} \times \text{[ ]}) + (\text{고효율전구}26\text{kWh} \times \text{[ ]}) \} \times 0,424$$

## Check, 적은 에너지로 집안을 환하게 하는 방법은 무엇일까요 ?

	예	아니오
Q1. 필요 없는 등 끄기	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q2. 고효율 확인 후 구매하기	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q3. 반사각 조명등 사용하기	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q4. 밝은 색 벽지 사용하기(창과 마주보는 벽을 밝게 하면 실내가 더욱 밝아집니다.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q5. 자연광을 최대한 활용하기	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 냉장고

늘 켜져 있는 냉장고, 냉장고를 비우면 CO<sub>2</sub>가 줄어요.  
냉장고의 용량이 10% 증가하면 전기소비량은 3.6% 증가합니다.  
냉장고를 60% 정도만 채우면 월 7.2kWh이 절감되고, CO<sub>2</sub>는 약 3.1kg 감소해요.



#### 알아두세요!

- ❖ 에너지 먹는 하마, 냉장고 현명하게 쓰기
  - 냉장고의 적절한 규모는 1인당 40~50ℓ
  - 문 여는 시간을 10초 줄이면 전기 매월 0.5kWh 절감, CO<sub>2</sub> 약 0.2kg 감소.
  - 냉각코일 먼지를 주기적으로 제거하면 전기 매월 2.5kWh 절감, CO<sub>2</sub> 약 1.1kg 감소.
  - 통풍이 잘되는 곳에 설치하면 전기 매월 3.8kWh 절감, CO<sub>2</sub> 약 1.6kg 감소.
  - 온도를 강에서 중으로 낮추면 전기 매월 5.1kWh 절감, CO<sub>2</sub> 약 2.2kg 감소.

# Quiz. 우리집 냉장고가 배출하는 CO<sub>2</sub>는 얼마일까요 ?

: CO<sub>2</sub> 배출량(kg) = 사용량(kWh) X 배출계수  
 kg =  kWh X 0.424

# Check, 우리집 냉장고를 들여다 볼까요 ?

남은 음식은 다 먹었나요? 먹지 않고 둔 오래된 음식물이 있는지 확인해 볼까요? 이면지를 활용해 점검표를 만들어봅시다. (단, 냉장고 문을 오랫동안 열어두지는 마세요.)



★ 점검표 ★

식품명	구입날짜	일주일 후	이주일 후	비린 이유

일정한 시간을 두고 다시 조사하여 결과를 아래와 같이 기록해 보세요. 특히 비린 식품 이름은 빨간색으로 표시하세요. 얼마동안 냉장고 안에 있었는지, 왜 버렸는지 가족과 이야기 해봅시다.

자기도 있다...△ 다 먹었다...○ 버렸다...X

# 3. 플러그를 뽑아요

가전기기 현명하게 사용하는 방법, 플러그를 뽑아요.

사용하지 않는 가전기기도 플러그가 꽂혀 있다면 전기를 소비하는 중, 플러그를 일일이 뽑는 것이 힘들다면 전원조절장치가 달린 멀티탭을 이용해보세요.

★ 주방에서 쓰이는 것 ★

전열기기 전기커피포트는 소비전력 2,200W(노트북 60W의 약37배), 전열기구보다 가스 불로 조리하는 것이 효율이 높고 CO<sub>2</sub> 배출량도 적어요.

★ 다용도실에서 쓰이는 것 ★

세탁은 한꺼번에 10분 이내로, 안 쓸 때는 플러그를 뽑아요. 건조와 살균은 태양과 바람에 맡겨요.

★ 거실에서 쓰이는 것 ★

텔레비전, 비디오, 오디오, DVD플레이어 등 리모컨을 사용하면 나도 모르게 대기전력이 소비되고 있어요.

★ 공부방에 쓰이는 것 ★

컴퓨터 모니터는 전기 먹는 하마, 무심히 꽂아둔 핸드폰충전기를 뽑는 것만으로 월 2.3kWh를 절감할 수 있어요.

알아두세요!

<우리나라 가전제품의 평균 대기전력>

제품명	대기전력	제품명	대기전력
텔레비전	4.33W	컴퓨터	3.26W
오디오	9.12W	모니터	2.53W
DVD 플레이어	12.2W	프린터	3.07W
전자렌지	2.77W	셋톱박스	7.85W

Quiz. 우리집 냉장고가 배출하는 CO<sub>2</sub>는 얼마일까요 ?

예 - 텔레비전의 하루 1시간 시청에 약 4.2kWh/월 X 0.424

Check, 우리가 일상생활에서 배출하는 CO<sub>2</sub>의 양은 얼마나 될까요 ?



기기명	소비전력 (W)	하루평균 사용시간	월간사용량 (kWh)	CO <sub>2</sub> 배출량 (kg)
칼라TV (25인치)	105	5시간	16	6.7
컴퓨터 본체	250	4시간	30	12.7
컴퓨터 모니터	75	4시간	9	3.8
냉장고 (대형·양쪽문)	385	24시간	277	117.5
김치냉장고	388	24시간	279	118.4
전자렌지	250	30분	4	1.6
다리미	600	30분	2	1.0
전기밥솥 (5인용)	500	3시간	45	19.1
세탁기 (10Kg)	550	1시간	4	1.9
청소기	500	30분	8	3.2
에어컨	1,300	4시간	156	66.1
선풍기 (14인치·Fan크기)	55	6시간	10	4.2



기기명	소비전력 (W)	하루평균 사용시간	일간사용량 (kWh)	CO <sub>2</sub> 배출량 (kg)
전기장판 (2인용)	240	10시간	72	30.5
전기난로	850	4시간	102	43.2
전기후라이팬	800	1시간	24	10.2
가습기	42	10시간	13	5.3
오디오	80	4시간	10	4.1
공기청정기	120	15시간	54	22.9
냉온정수기	430	24시간	310	131.3
할로겐 렌지	3,000	3시간	270	114.5
핫프레이트	1,200	2시간	72	30.5
백열등	60	5시간	9	3.8
형광등	25	5시간	4	1.6
1개월 합계			1,779	754.2

※우리 집에서 사용하는 가전기기의 사용시간을 확인해서 CO<sub>2</sub>배출량을 계산해 보세요.

## 4. 물 사용량을 확인해요

샤워시간 1분만 줄여도 CO<sub>2</sub>가 7g 감소!

수도요금에는 수돗물을 만들기 위해 든 여러 에너지 비용이 포함되어 있습니다. 수돗물을 많이 쓰는 것은 그만큼 전기를 쓰는 것으로, 결국 CO<sub>2</sub>를 배출하는 것이다. 물 사용량을 확인하세요. 세탁기를 1회 덜 사용하면 CO<sub>2</sub>는 88g이 줄어듭니다.



# Quiz. 하루 종일 쓰는 물, CO<sub>2</sub>를 얼마나 배출할까요?



세탁기(1회)  
150-200ℓ = CO<sub>2</sub> 88-117g



주방 수도꼭지(1인)  
45ℓ = CO<sub>2</sub> 26g



화장실(양변기 총량)  
13-14ℓ = CO<sub>2</sub> 76-82g



샤는 물  
55-75ℓ = CO<sub>2</sub> 32-44g



욕실 샤워기(10분)  
130-140ℓ = CO<sub>2</sub> 76-82g



세차(수도꼭지 10분)  
100ℓ = CO<sub>2</sub> 58g



정원, 화분 물주기(수도꼭지 5분)  
50ℓ = CO<sub>2</sub> 29g

## 알아두세요!

- ★ 세차: 무더운 날씨에는 물을 더 많이 쓰게 되므로, 세차는 서늘할 때 하는 것이 좋아요.
- ★ 정원이나 화분에 물주기: 수돗물 대신 허드렛물 사용, 한번에 충분히 주어야 물이 빨리 증발하는 것을 막을 수 있어요.

• 물 사용량으로 알아보는 온실가스 배출량 계산하기

: CO<sub>2</sub> 배출량(kg)=사용량(m) × 0.587  
※ 1m=1,000ℓ

## 먹는 샘물

- ★ 500ml 생수 한 병이 만들어져서 없어질 때까지 약 10.6g의 CO<sub>2</sub>가 발생.
- ★ 대용량 1.8ℓ 생수 한 병을 사서 마시면 CO<sub>2</sub>가 24.7g 발생.  
(KBS 환경스페셜 2008. 6. 18 방송내용 중에서)



## 알아두세요!

- ★ 여름휴가, 누수를 잡으세요
- 휴가 떠나 여행을 갈 때 수도꼭지를 다 잠근 후 다녀와서 계량기의 변화를 살펴봅시다. 수치가 변했으면 새는 곳이 있다는 것, 누수되는 부분을 찾아 수리해야 합니다. 찾기 어렵다면 수도누수탐지 전문가에게 물어보는 것도 좋습니다.



# Check, 물 쓰는 습관을 살펴봅시다.

	예(10점)	가끔(5점)	아니오(0점)
Q1. 적당한 음식 준비, 쓰레기 절감	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q2. 수세식변기 절수장치 설치	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q3. 샤워기는 쉼 때만 틀기	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q4. 목욕 후 남은 물은 허드렛물로 사용	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q5. 욕조에 물 가득 받지 않기	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q6. 절수용 기구 사용	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q7. 기름때 천이나 종이로 닦기	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q8. 폐유, 음식물 쓰레기 그냥 버리지 않기	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q9. 세탁시 세제 조금만 사용하기	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q10. 양치질, 세수, 설거지 시 물 받아 쓰기	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

계 : \_\_\_\_\_ 점

**★종합평가**  
 80~100점 : 지구를 생각하는 좋은 생활습관입니다.  
 60~79점 : 지구를 생각하는 좋은 생활습관에 가까우십니다.  
 40~59점 : 지구를 생각하는 생활습관에 보다 관심을 가지주세요.  
 0~39점 : 지구를 힘들게 하는 자원낭비형 생활습관입니다.

# 5. 건강한 교통수단을 선택해요

내가 탈 교통수단을 선택해요.

늘 자동차만 타기를 강요하는 도시 속에서 탈 것을 선택할 수 있는 권리를 포기하지 마세요. 교통부문에서 발생하는 CO<sub>2</sub>량이 전체의 4분의 1에 이릅니다.

10km를 자전거로 간다면	항 목	10km를 자동차로 간다면
20분쯤	걸리는 시간	약 4분쯤(시내의 제한속도 40km)
210cal(자전거 15kg 내외)	들어간 에너지	8000cal(차의 무게는 1450kg)
내 근육	에너지원	휘발유 1리터
땀속에 포함된 극소량의 메탄 등	오 염	약 2000cc 이산화탄소, 200cc 일산화탄소, 탄화수소, 이산화질소 등 온실가스 배출
짧은 거리일 경우 자전거 전용도로가 자동차보다 2배~6배 많은 사람들이 이동 가능	도 로	30cm 정도 두께의 아스팔트 도로 (석유계 원료 CO <sub>2</sub> 배출)

**알아두세요!**

★ 서울시내 25km를 출퇴근 했을 때 CO<sub>2</sub> 발생량 : 승용차 1인 평균 4.875kg, 버스 0.39kg, 지하철 0.0096kg (KBS 환경스페셜 2008. 6. 18 방송 내용 중에서)





좋은 활동에 동참해 볼까요.  
자동차공유, 책임여행 등 많은 사람들이  
교통수단에 가치와 생각을 담기 시작했습니다.  
여행을 계획하고 있다면 착한 여행을 해보면  
어떨까요?



### 난 자동차 공유할거야

자동차를 꼭 써야 하는 상황이라면 자동차 공유  
(카 셰어링)을 활용해 보세요.  
차량을 공동으로 소유하고, 관리하는 새로운 교통문화,  
필요한 때만 차를 이용하고, 유지비는  
함께 부담하는 현명한 소비가 세계 곳곳에서  
시작되고 있습니다.

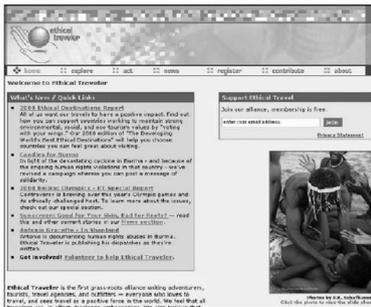


★ 서울시 마포구 성미산마을에는 자동차를 공유하는 자동차두레가 있습니다.



### 난 비행기 안 탈거야

항공기가 배출하는 CO2는 전세계 CO2배출량의 3.5% 정도입니다.



미국에 있는 「윤리적 여행자, 라는 시민단체는  
비행기가 배출하는 막대한 양의 CO2가 지구 온난화를 가속화  
시킨다는 것 때문에 비행기를 타지 않는 여행을 추천하고 있어요.



「책임감 있는 여행자모임」에서는 「난 비행기 안 탈거야  
(I don't want to fly)」라는 프로그램을 만들고 프랑스 남부  
자전거 투어, 스코틀랜드 카약 여행 등을 소개하고 있어요.

## 6. 지구를 살리는 현명한 쇼핑을 해요

가까운 지역에서 생산된 건강한 재료로 만들어진 것을 소비해요.

이동에 들어가는 에너지를 획기적으로 줄여 온실가스를 줄일 수 있고, 내 이웃 주민들의 살림살이에 도움을 줄 수도 있습니다.



### 현명한 쇼핑이란?

냉장고를 사거나 과자를 사거나 본인이나 가족을 위해서 결정하는 사람은 다름 아닌 바로 우리.

품질, 안전, 가격을 꼼꼼히 따져보고 사는 것뿐만 아니라

어디서 누가 만든 것인지 확인하는 것 또한 지구를 살리는 현명한 쇼핑이 됩니다.

### 알아두세요!

#### ★ 소비자의 힘!

2008년 5월, '클라이미트 카운츠'(Climate Counts)는 소비자들이 기업의 기후변화대응 노력을 평가할 수 있도록 60개 기업의 기후변화점수를 카드로 작성해 배포했다. 점수는 이들 기업이 제품을 생산하면서 CO<sub>2</sub>를 얼마나 배출하는지 또 줄이기 위해 어떤 계획을 세우고 실천하는지, CO<sub>2</sub>배출관련 자료를 얼마나 투명하게 공개하는지를 평가한 것이다. 전자제품 중에서는 100점 만점에 77점을 받은 IBM이 1등을 했고, 다음이 캐논, 도시바, 삼성은 8등을 했다.

클라이미트 카운츠는 "세계 100대 기업이 배출하는 온실가스를 5%만 줄여도, 2천5백만 대의 차가 뿜어내는 CO<sub>2</sub>를 줄이는 것과 같은" 엄청난 양이라고 말한다. 기업이 기후변화에 대해 긍정적인 영향을 미칠 영향력을 갖고 있고, 그런 영향력을 실제로 행동에 옮기게 하는 것은 소비자의 선택이라는 것이다.

(이유진, "지구온난화, 소비자의 선택", 2008)

# Check, 내가 산 물건들을 살펴보세요. (최근 한달 안에 구입한 물건들 살펴보기) ■

산물건, 종류	제조지역 및 회사	유통거리	제품의 질 (환경마크, 유기농인증제품 등)	규모와 포장 상태 (적절하기)	앞으로의 변화 계획
(예) OO과자(식품)	우리집에서 먼 작은도시의 공장	원재료 밀가루는 미국에서 옴	해당사항 없음	1kg 날개 비닐소포장	소포장이 많이 된 과자 소비 자체, 건강한 먹을 거리를 위해 생협 이용



★ 지역의 생산자와 소비자를 건강하게 지키는 생활협동조합단체를 찾아볼까요?

# Check, 냉장고에 들어 있는 세계를 만나볼까요 ■

세계지도를 그리고, 냉장고에 있는 식품의 원산지를 찾아 지도에 써 넣으세요. 그리고 가족과 함께 왜 이렇게 많은 식품이 세계를 여행하는지에 대해 이야기 나눠보세요.



**알아두세요!**

★ 먹는 것만으로 지구온난화에 기여한다.  
2006년 UN이 발표한 “가축의 긴 그림자 : Livestock’s Long Shadow”라는 보고서는 축산업이 전 세계 온실가스 배출량의 18%를 차지해 자동차에서 배출하는 14% 보다 더 큰 영향을 미친다고 밝혔다. 목축과 콩, 옥수수, 보리와 같은 사료작물 재배를 위해 숲이 사라지기 때문이다. 세계 농지의 70%가 사료작물 재배를 위해 개간된다. (이유진, “지구온난화, 소비자의 선택”, 2008)

## 7. 한 단계 작은 쓰레기봉투를 사용해요

쓰레기 봉투의 용량을 한 단계 줄여봅시다.

재활용품을 담아 버리는 용량도 줄여봐요. 지구 온도를 낮추는 가장 현명한 방법은 쓰레기를 만들지 않는 일임을 잊지마세요.

### 3R 운동

줄이기 > 재사용 > 재활용  
(Reduce) (Reuse) (Recycle)



### 줄이기(Reduce)

쓰레기를 줄여 봅시다. 일주일 동안 버리는 쓰레기의 양을 적어보고 매일 조금씩 줄여나가요.

분별	음식쓰레기		캔류·병류		종이류		플라스틱류	
	첫째주	다음주	첫째주	다음주	첫째주	다음주	첫째주	다음주
월요일								
화요일								
수요일								
목요일								
금요일								
토요일								
일요일								



## Check,

### 일주일 간의 쓰레기 배출량을 조사해 볼까요?

- 쓰레기 봉투를 준비한다. 쓰고 있는 분리수거용 용기가 있다면 그대로 사용한다.
- 매일 쓰레기를 분리하여 각각의 봉투에 담는다.
- 매주 무게를 잰다. (용기 무게 제외)
- 기록한다.
- 다음 일주일 동안 쓰레기를 줄이도록 노력한 후 다시 무게를 잰다.
- 얼마나 줄었나요?

※ 음식쓰레기를 줄여 봅시다. - 냉장고에 남아있는 식재료로 볶음밥을 만들어 먹어요.

★ **냉장고 털기 대작전** (쓰레기를 만들지 않는 요리) ★

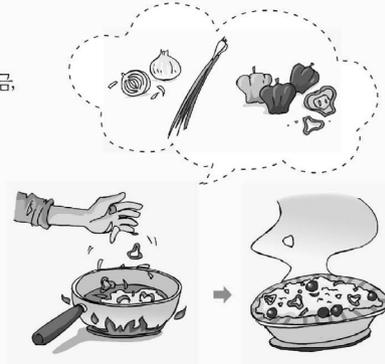
[퓨전 모듬채소볶음밥]

<재료>

양파 1개, 피망 2개, 당근 반개, 계란 1개, 찬밥(2인분), 후추, 소금, 참기름, 튀김가루, 현미유, 방울토마토 약간

<만드는 법>

1. 양파 반개, 피망 1개, 당근을 잘게 썰어서 볶는다.
2. 볶은 채소에 소금, 후춧가루, 찬밥을 넣어 볶은 후 참기름을 약간 넣어 식힌다.
3. 남은 양파와 피망을 둥글게 썰어 그 속에 2번을 넣어 보기 좋게 빛낸다.
4. 빛은 3번은 계란을 섞워 가루에 묻힌 다음 프라이팬에 노릇노릇 구워낸다.
5. 접시에 예쁘게 담고, 방울토마토로 장식한다.



**재사용(Reuse)**

다시 쓸 수 있는 물건을 찾아요.

책상서랍이나, 장롱 속을 정리하면 나에게 필요하지 않지만 쓸 만한 물건들이 꼭 있어요. 내가 다시 쓸 수 있는 것과 새 주인을 찾아주어야 할 것을 나눠 봅시다.



©김은주



©김은주



★ 알뜰장터(벼룩시장)를 열고, 옷, 가구, 인형 등 쓰지 않는 물건 새 주인 찾아주기 : 이웃, 학교친구, 회사동료 등과 함께 해보세요.

**재활용(Recycle)**

재활용품 어떻게 분류할까요?



# Check, 쓰레기 줄이기 점검 !

	예(10점)	가끔(5점)	아니오(0점)
Q1. 과잉포장상품은 사지 않는다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q2. 불필요한 물건을 사지 않도록 계획적으로 구입한다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q3. 종이봉지, 비닐봉지는 몇 번이고 다시 쓴다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q4. 일회용 용기는 사용하지 않는다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q5. 알루미늄 캔, 병, 패트병, 종이팩 등은 분리수거한다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q6. 의류와 전자제품은 수리해서 오래 쓴다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q7. 식료품은 남기지 않고 다 먹는다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q8. 신문, 잡지 등은 분리해서 수거한다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q9. 종이, 화장지는 재활용제품을 구입한다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q10. 사용한 종이는 이면지, 봉투로 재사용한다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

평가점수 소계			
종합평가점(합계)			

★ 종합평가

- 80~100점 : 지구를 생각하는 좋은 생활습관입니다.
- 60~79점 : 지구를 생각하는 좋은 생활습관에 가깝습니다.
- 40~59점 : 지구를 생각하는 생활습관에 보다 관심을 가져주세요
- 0~39점 : 지구를 힘들게 하는 자원낭비형 생활습관입니다.

· 쓰레기량으로 알아보는 온실가스 배출량 계산하기  
CO<sub>2</sub> 배출량(kg) = 쓰레기배출량(t) × 0.2

부록

## “우리집은 기후안전지대, 탄소 더하기 빼기, 제로를 만들자”



기후변화를 방지하기 위해서는 온실가스 발생을 줄여야 할 뿐 아니라 현재 발생한 탄소를 흡수하는 산림을 보호하고 확대하는 것이 매우 중요합니다. 화석연료에 의존하던 에너지를 풍력, 태양력 등과 같은 재생가능 에너지로 전환해가는 것도 반드시 함께 이루어져야 합니다. 국립산림과학원에서는 탄소나무계산기를 만들어 자신이 발생시킨 온실가스의 양을 측정하고, 이를 상쇄할 나무의 수를 알려주고 있습니다. (우리나라 삼림 1ha 당 7.3톤 CO<sub>2</sub> 흡수)

1t의 CO<sub>2</sub> 를 흡수하기 위해서는 몇 그루의 나무, 얼마나 넓은 숲이 필요할까요?(소나무 묘목 기준)

배출 유형	삼림조성면적 주)①	식재 그루수 주)②
연간 1t CO <sub>2</sub> 일상적 배출 (가정, 승용차 등)	1,200㎡	360그루
한번 1t CO <sub>2</sub> 일회성 배출 (결혼식, 여행 등)	30㎡	9그루

주)① 1,200㎡ = 농구코트(28m X 15m, 410㎡) 약 3면의 크기

주)② 1ha(10,000㎡)당 어린 나무 3,000그루 식재 기준

※ 탄소나무계산기 [http://carbon.forest.go.kr/tree\\_carbon\\_calculator/](http://carbon.forest.go.kr/tree_carbon_calculator/)

에너지 절약에 의한 나무심기 효과



분야	비고	절약유형		나무심기효과		
		변경전	변경후	면적(m <sup>2</sup> )	그루 수	
승용차	크기	휘발유, 15,000km/년	대형	소형	2,900	870
	연료	중형, 15,000km/년	중형	소형	1,040	213
가정	에어컨	온도 조절(2℃)	26℃	28℃	117	35
		냉장고	3등급	1등급	38	11
	냉장고	에너지 등급	3등급	1등급	83	25
	컴퓨터	모니터	일반	절전형	121	36
		조명	일반	절전형	75	23
	TV	일반	절전형	43	13	
	세탁기	에너지 등급	3등급	1등급	7	2
	조명	종류 변경	백열등	형광등	30	9
		에너지 등급(형광등)	3등급	1등급	7	2
		에너지 등급(백열등)	3등급	1등급	9	3
TV	-	일반	절전형	11	3	
사무실	팩시밀리	-	일반	절전형	166	50
	복사기	-	일반	절전형	216	65

예) 우리가 에어컨 온도를 26℃에서 28℃로 올렸을 때의 에너지 절감효과는 나무 35그루를 심은 효과와 같습니다.  
※ '기후변화와 산림' <http://carbon.forest.go.kr>

CO<sub>2</sub>를 흡수하는 우리 마을 보물을 찾아라  
마을 생태를 담은 기후 지도를 그려봅시다. 스치고 지나쳤던  
주변의 나무 한 그루, 풀밭 한 뼘이 사실을 우리를 건강하게 지키고 있다는 것을 알 수 있어요.



조사내용을 지도에 그리고,  
CO<sub>2</sub> 흡수 양을 계산해 기입하면 완성.



1 방위와 축척을 고려하여 마을 전체를 관통하는 길이나 도로,  
주요 건물 등이 표현된 기본 지도를 간단히 그린다.  
(CO<sub>2</sub> 흡수원을 조사하여 그려넣을 기본 지도)



2 <준비물>  
포장지, 광고 포스터 등  
뒷면이 하얀 이면지,  
필기구, 색연필, 자 등



3 지도와 수첩을 들고 나가 나무의 수, 풀밭의 넓이,  
흙길의 길이 등 자연 그대로의 모습으로  
있는 모든 보물을 찾아서 조사한다.



4 조사한 내용을 기본 지도에 간단히 기록한다.



❖ 더 많은 보물이 필요해요

우리 마을의 CO<sub>2</sub> 흡수원을 파악했다면, 이제 기후보호를 위한 작은 변화를 시작해 봅시다.

탄소 더하기 빼기 제로를 만들기 위해 우리가 할 수 있는 일은 무엇일까요?

작은 산을 지키기, 쌈지공원 만들기, 옥상정원 꾸미기, 담장 녹화하기,

나무 심기, 텃밭 가꾸기 등 당신의 아이디어로

우리 마을과 지구를 시원하게 하는, 소중한 보물을 만들어가요.



❖ 표 우리집 CO<sub>2</sub> 배출량 점검 - CO<sub>2</sub>를 줄이는 가장 첫 번째 단계는 요금고지서 체크입니다.

Check. 우리 가족이 배출하는 CO<sub>2</sub>의 양이 얼마인지 체크해 봅시다.

월 사용량	( )월	( )월	( )월	계
전기	kWh	kWh	kWh	kWh
	CO <sub>2</sub> (kg)	kg	kg	kg
가스	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
	CO <sub>2</sub> (kg)	kg	kg	kg
수도	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
	CO <sub>2</sub> (kg)	kg	kg	kg
자동차	주행거리(km)	km	km	km
	CO <sub>2</sub> (kg)	kg	kg	kg
쓰레기	ℓ	ℓ	ℓ	ℓ
	CO <sub>2</sub> (kg)	kg	kg	kg
CO <sub>2</sub> (kg) 배출량 총계	kg	kg	kg	kg

- ★ 전기, 가스, 수도 사용량은 고지서에서 확인합니다.      ★ 자동차 사용량은 한달의 주행거리를 체크하여 적어주세요.
- ★ 쓰레기는 한 달에 사용하는 종량제 봉투의 크기와 배출횟수를 체크하여 적어주세요. (예 : 10리터×5회=50리터)

- CO<sub>2</sub>(kg) 배출량은 어떻게 계산하나요?

- 전 기 CO<sub>2</sub> 배출량(kg) = 사용량(kWh)×0.424      자동차 CO<sub>2</sub> 배출량(kg) = 주행거리(km)×0.174
- 가 스 CO<sub>2</sub> 배출량(kg) = 사용량(m<sup>3</sup>)×2.2      쓰레기 CO<sub>2</sub> 배출량(kg) = 배출량(ℓ)×0.2
- 수 도 CO<sub>2</sub> 배출량(kg) = 사용량(m<sup>3</sup>)×0.587

❖ 우리 집 CO<sub>2</sub> 배출량 점검 - CO<sub>2</sub>를 줄이는 가장 첫 번째 단계는 요금고지서 체크입니다.



Check, 고지서를 보며 우리 집에서 CO<sub>2</sub>를 작년보다 얼마나 감축했는지 체크해봅시다.

감축량		( )월		( )월		( )월		CO <sub>2</sub> 총감축량
		작년	올해	작년	올해	작년	올해	
전기	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kg
	CO <sub>2</sub> (kg)	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
	CO <sub>2</sub> 감축량 (작년-올해)	kg		kg		kg		
가스	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	kg
	CO <sub>2</sub> (kg)	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
	CO <sub>2</sub> 감축량 (작년-올해)	kg		kg		kg		
CO <sub>2</sub> (kg) 총 감축량								kg

★ 전기요금, 가스요금 고지서의 '사용량 비교란' 에서 올해와 작년의 사용량을 비교할 수 있습니다. '전년동월' 사용량을 확인해 보세요!

※ 각 가정의 3개월간의 CO<sub>2</sub> 배출량 점검표를 CO<sub>2</sub> 감축 수기와 함께 작성하여 에너지시민연대로 보내주세요.  
우수 사례를 선정하여 경품을 보내드립니다.  
- 보내실 곳 : 서울시 종로구 신문로 2가 89-27 피어선빌딩 708호 에너지시민연대 CO<sub>2</sub> 사업 담당자 앞 (우편번호 110-761)

## “우리 집은 CO<sub>2</sub>를 이렇게 줄였다!”

CO<sub>2</sub>를 줄이면서 느낀 점이나 재미있었던 에피소드를 적어주세요.  
CO<sub>2</sub>를 줄이기 위한 우리 집만의 창의적인 노하우도 알려주세요!

---



---



---



---



---

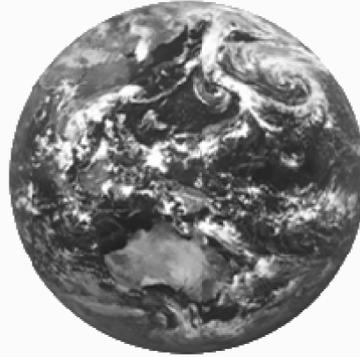


---



---

사람은 자라남을 포기하면!  
CO<sub>2</sub> 10% 줄이기, 우리가족 7가지 좋은습관



기후변화에 브레이크를 걸자!

- 감사합니다 -

**에너지시민연대**  
Korea 2012's Energy Network

서울시 종로구 신광로 2가 피어선빌딩 708호 에너지시민연대  
Tel, 02)733-2022 Fax, 02)733-2044 www.enet.or.kr