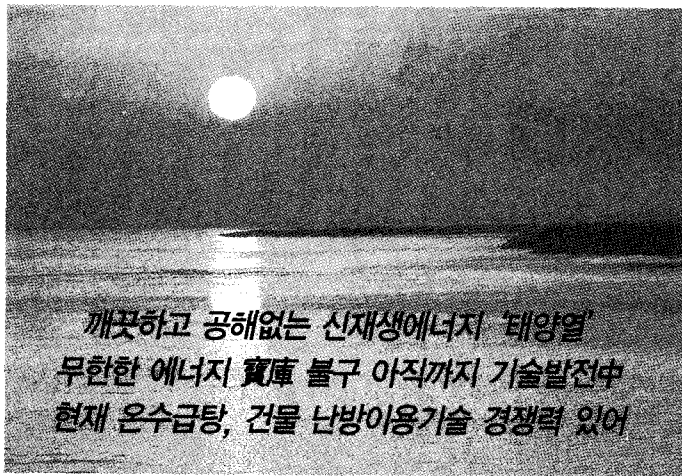




특집

미래의 에너지 대체에너지-태양열편



깨끗하고 공해없는 신재생에너지 '태양열'
무한한 에너지 寶庫 불구 아직까지 기술발전中
현재 온수급탕, 건물 난방이용기술 경쟁력 있어

우리는 지구상에 존재하는 석탄, 석유 그리고 천연가스 등 화석에너지 자원이 언제쯤이면 바닥이 나게 될지 아무도 쉽게 예측할 수 없는 시대에 살고 있다.

우리나라와 같이 에너지 부존 자원이 부족하여 대부분을 수입에 의존해야 하는 나라들은 무한할 뿐 아니라, 깨끗하고 공해가 발생하지 않는 신재생에너지로 관심을 돌리게 된 것이다.

그 중 지구상의 모든 구석구석에 고르게 분배되기 때문에 개발하기에 따라서는 매우 다양한 용도로 활용할 수 있는 가능성을 가지고 있는 태양에너지에 대해 먼저 알아본다.

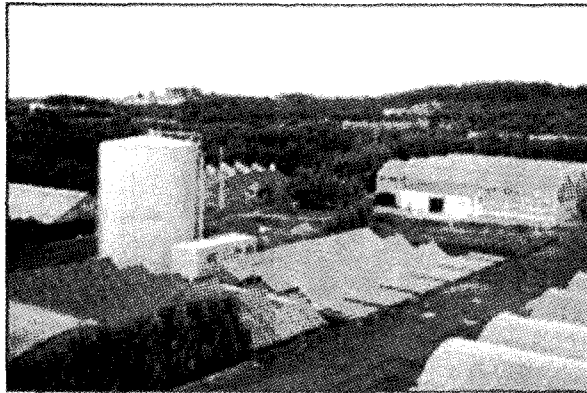


역사적배경

기원전 212년 아르키메데스가 태양반사경을 사용하면서 태양열의 역사는 시작돼 19세기 들어 오구스프 무쇼 교수에 의해 태양펌프원동기를 제작하여 전시됐다.

1878년에는 파리 산업박람회에 태양 냉동장치를 출품하여 얼음덩어리 제조에 성공했다고 한국 신문화초기의 종합지인 "개벽" 제1호에 태양열의 연구라는 논문이 게재됐다.

1954년 뉴델리, 1차 태양 및 풍력에너지에 관한 국제 발표회 이후 태양에너지 학회(International Solar Energy Society)가 발족됐다.



태양열 설치사례
〈태양열 계간축열시스템(제주도 농촌진흥원)〉

미국 MIT대학에서 태양열 주택 1호를 필두로 태양열 난방이용 기술 개발됐으며 1973년 OPEC의 석유가격 상승으로 에너지파동과 1978년 제2의 석유파동에 의해 다시 태양에너지가 활기를 찾는 듯 하였으나 80년대 이후 저유가 시대가 지속되면서 일반인들의 관심밖으로 사라졌다.

90년대 이후 지구 온난화에 따른 위기의식이 전세계적으로 고조되고, 온난화의 주범이 곧 화석에너지인 석유, 석탄이라는 점에서 무공해 에너지인 태양에너지는 이제 인류가 갖고있는 청정 연료로 21세기 가장 유용한 에너지원임을 인식하고 있다.

이처럼 태양열에너지는 많은 장점을 갖고 있지만, 단위면적당 공급받을 수 있는 에너지량이 적고, 흐린 날이나 비 오는 날처럼 항상 태양에너지를 사용할 수 없다는 점에서 태양에너지를 이용한 기술의 어려움이 있으며, 현재 석유값에 비해 비경제적이라는 문제점을 가지고 있는 상태이다.

그러나 현재 이러한 제반의 문제점을 해결하는 연구가 계속되고 있으며, 그 결과 비교적 온도가 낮은 100℃미만의 온수 급탕이나 건물의 난방이용 기술은 기술력에 힘입어 상당한 경쟁력을 갖고 있다.



특징

태양으로부터 나오는 에너지는 무한할 뿐만 아니라 깨끗하고 공해가 발생하지 않는 에너지의 보고다. 또한 태양에너지는 지구상의 모든 구석구석에 고르게 분배되기 때문에 개발하기에 따라서는 매우 다양한 용도로 활용할 수 있는 가능성을 가지고 있다.

태양열 에너지란

태양으로부터 방사되는 복사에너지가 대기층을 투과하여 지표면에 도달되는 열 및 광 에너지를 모아 필요한 곳에 사용하는 에너지를 말한다.





태양열에너지를 얻는 원리

어떻게 태양열을 우리가 사용할 수 있는 에너지로 바꿀 수 있을까? 주변에서 많이 볼 수 있는 태양열 온수기를 예로 들어 알아본다.

태양열을 모으는 기구인 집열기로 열을 모은다. 집열기는 햇빛을 받아 뜨거워진다. 집열기는 태양열을 잘 받기 위해 검은색의 집열판을 이용하고 태양과 각도를 이루도록 경사지게 세워야 한다.

그 다음 그 열로 찬물을 데운다. 집열기 밑에는 열전달관에 물이 담겨있기 때문에 열을 받은 열전달관은 파이프의 물을 따뜻하게 데우게 된다.

데워진 물은 펌프에 의해 온수 저장탱크로 이동한다.

태양열로 데워진 온수는 탱크에 가득 채워져 있으므로 수도꼭지를 틀면 온수를 사용할 수 있다.

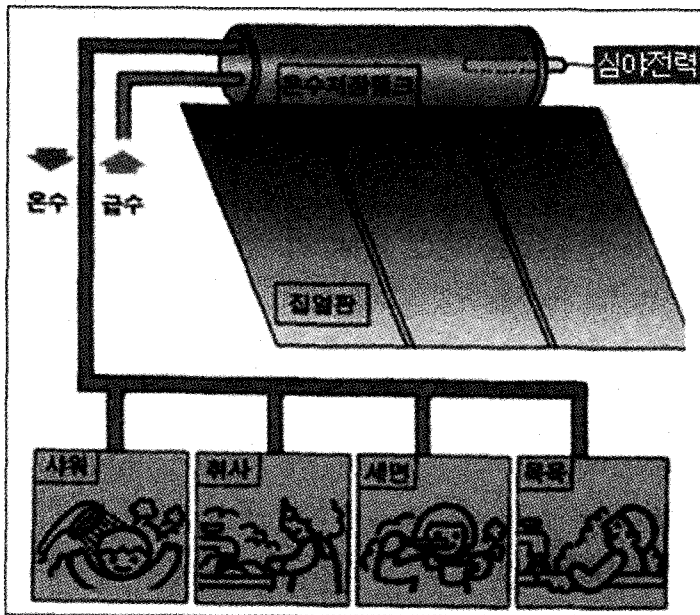
태양열 주택에서 태양열을 에너지화하는 원리는 남측으로 향해 있는 곳의 바깥쪽을 유리창으로 만들고 그 안에 집열벽을 두어 낮동안의 태양열을 모은다.

이 열로 데워진 공기가 순환이 되어 난방이 되고, 밤에는 집열벽에 모아진 열이 벽체를 통해 방안으로 전달됨으로써 난방이 된다.



태양열 기술의 종류

태양열 기술은 태양열을 자연순환하여 사용하는 자연형 시스템과 외부 동력을 사용하여 강제로 열전달을 시키는 설비형 시스템으로 나눌 수 있다.



◇ 자연형 태양열 시스템

자연형 태양열 시스템은 에너지 전달 방법이 자연순환, 즉 열전도, 대류 및 복사 현상에 의한 것이므로 특별한 기계 장치없이 태양열 에너지를 자연적인 방법으로 열을 모으고, 열을 저장하여 이용할 수 있도록 한 장치다.

자연형 태양열 시스템은 경제성이 높은 것은 물론이고 고장이 잘 안나고 오래 쓸 수 있으며 관리가 쉽다는 장점이 있다. 그러나 열의 순환을 원하는 대로 조절하기가 어렵다. 즉, 원하는 만큼의 열만 공급 받을 수 있도록 제어하기 어렵다.

태양에너지를 건물에 이용하는 방법에 따라 직접 획득형, 분리 획득형, 축열벽형으로 구분된다.

◇ 직접 획득형

남향면의 집열창을 통하여 겨울철에 많은 양의 태양 에너지가 실내로 들어오게 설계한 형태로 실내 바닥이나 벽에 열에너지로 태양 에너지를 저장하여 야간이나 흐린 날에 난방에 이용한다. 실내의 난방이 태양의 직사광에 의하여 직접 이루어지는 방식이다.

◇ 분리 획득형

이 방식은 실내로부터 떨어져 있거나 단열된 집열부를 두고 난방이 필요할 때 독립된 대류 작용에 의하여 그 효과를 얻도록 한 것이다.

태양의 열에너지를 별도의 구조물 벽이나 물벽

에 축열한 다음 자연 순환에 의해 실내의 난방 효과를 얻도록 한 방식이다.

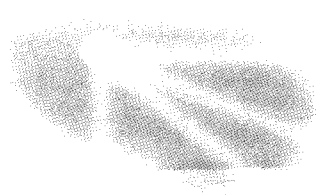
즉 태양과 실내 공간 사이에 집열창을 바로 앞에 둔 축열벽을 설치하여 주간에 집열된 태양열이 서서히 방출되도록 설계한 것으로 실내 난방은 태양 에너지의 간접 이용으로 이루어진다.


◇ 설비형 태양열 시스템

설비형 태양열 시스템은 동력을 이용하여 태양열 전달을 임의로 조절할 수 있도록 만든 장치다.

설비형 태양열 시스템은 집열 계통, 축열 계통, 보조 열원, 순환 제어 계통으로 되고 경우에 따라 아래와 같이 작동되도록 설계한다. 난방이 필요하지 않을 때 얻어지는 태양열은 축열조에 보내어 저장한다.

태양이 비추고 난방이 필요한 때에는 집열기에서 얻는 열을 건물로 공급한다. 태양이 비추지 않고 난방이 필요한데 축열조에 저장된 열이 있으면 축열조의 열이 건물에 공급된다. 태양이 비추지 않고 축열조에 열이 없으면 보조 열원을 작동시켜 건물을 난방한다.



 **응용사례**
◇ 가정용

가정에서는 태양열을 온수, 난방, 냉방에 이용할 수 있다.

[Batch형 태양열 온수기]

배치(batch)형 태양열온수기는 집열과 축열기능을 동시에 만족하는 설계 및 제작이 가장 간단한 구조로 각광을 받고 있는 시스템으로 태양에 직접적으로 노출된 축열탱크를 사용한다.

이 탱크는 보온이 되어 있지 않으며, 무광택 흑색 페인트나 선택 흡수막으로 처리되어 집열 기능을 갖는다. 이 시스템은 항상 2중창을 설치하지만, 보다 추운 지방에서는 필름창을 하나 더 설치하여 3중창으로 열 손실을 방지하여 효과를 높인다. 또한 야간 열 손실을 줄이기 위해 단열 덮개를 야간에 덮거나 별도의 축열탱크에 저장하는 방법 등이 있고, 야간 덮개의 안쪽에는 반사광을 부착하여 주간에 집열효과를 더욱 높이기도 한다.

이 온수기의 성능은 온수 소비의 적절한 시간대를 설정하여 사용함에 따라 보다 크게 개선될 수 있다. 그리고 탱크 내에 층이 이루어져 성능에 보다 큰 변수로 작용한다.

[자연대류형 온수급탕기]

자연대류를 작동원리로 하는 전형적인 자연형 시스템. 이 시스템의 구조는 평판형 집열기와 그

위에 설치된 축열탱크, 그리고 이 둘을 연결하는 관으로 구성된다.

태양열에 의한 집열기에서의 온도 상승으로 더워진 물은 비중차에 의해 집열기 위의 축열탱크로 상승관을 통해 올라가고, 이 온수는 탱크 하부로 내려가면서 자연스럽게 층이 이루어진다. 탱크 하부로 내려오면서 수온이 낮아진 물은 다시 집열기 하부로 들어가 가열되기 시작하는 자연순환을 반복한다. 순환은 일사가 시작됨과 동시에 시작하여 일사량이 0이 되면 정확하게 정지하며, 이와 같은 외부의 동력 및 제어장치가 없더라도 순환의 정확성을 갖는 것이 이 시스템의 장점이다.

이 시스템은 온도차에 의한 작은 압력차로 순환되므로 집열기와 축열탱크의 위치관계, 연결관의 구경, 배치 등의 설계상 세심한 주의가 필요하다. 탱크의 설치모양은 수직형태에서 실용화 단계에서는 상업상의 미적, 안정상 고려 뿐 아니라 열적 성능에서도 뒤떨어지지 않는 수평형태로 보급되고 있다.

[상변화형 태양열온수기]

이 온수기는 열전달 매체로 상변화 물질을 사용하여 집열판과 축열조 사이의 상변화 열교환을 통해 온수를 얻는다. 상변화 물질은 배관 내에서 부식을 일으키지 않는 물질이며 일사되는 동안 집열기에서 액체 상태에서 증기 상태로 바뀌어 보다 높은 열전달을 한다.

집열기가 태양열에 의해 가열되기 시작하면 액체상태의 상변화 물질은 증기상태로 바뀌고 이것은 비중차에 의해 상승하고, 집열기 위에 설치된 축열탱크 내의 열교환기를 통과하면서 상변화 물질의 잠열이 물을 데우는 열교환이 일어나며, 이 증기 상태의 상변화 물질은 응축되기 시작한다. 그런 다음 응축된 상변화 물질은 중력에 의해 집열기 하부로 다시 돌아가 순환을 계속한다.

실제 상변화형 온수급탕기의 열 성능 및 순환량은 계산상으로 정확히 예측하기는 어려우나, 그 기본 원리는 자연대류형의 이론과 열교환 시스템의 첨가 외에는 별반 차이가 없다.

그리고 상변화 물질의 선택이 열전달에 크게 영향을 미치므로 보다 신중한 선택이 요구된다.

[건물복합응용기술 개요 및 특징]

태양에너지 건물 복합응용 기술은 태양으로부터 직접 전달되는 에너지를 통해 건물에 복합응용 할 수 있는 분야다. 이 기술은 기존의 자연에너지를 이용한 냉난방 설계전략의 방향을 완전히 바꾸어 버릴 수도 있는 첨단기술 및 신재료를 이용하여 요소기술 분야의 연구개발과 이들의 실용시스템화 및 표준화 작업에도 상당한 투자가 이루어져야 할 것이다.

모든 건물의 냉난방, 급탕, 조명에너지로 소비되는 화석에너지를 거의 수입에 의존하고 있는 국내실정을 볼 때 태양에너지를 비롯한 청정 자연에너지의 건물 용융복합 응용기술의 연구개발은 국민경제향상과 대체에너지자원의 안정적 확보란 관점뿐 아니라 지구환경보전이라는 측면에서 시급한 문제라 할 수 있다.

◇ 산업용

태양열은 우리 생활에 필요한 것을 만드는 공장이나 발전소를 움직이는데 필요한 산업에너지로도 사용된다.

[산업용 태양열 시스템 개요 및 특징]

국내 에너지소비의 절반 이상을 차지하는 산업에너지부문에서의 태양열이용은 중고온이용기술과 더불어 산업용태양열시스템의 개발이 필수적이다.

이와 같은 산업용태양열시스템 기술분야는 집광시스템개발을 제외하면 태양열복합축열기술, 태양열냉난방시스템 기술 그리고 태양에너지 유독처리기술로 대별된다.

태양열복합축열기술은 저온은 물론 중고온 축열을 포함하며 축열방법으로 현열, 잠열 및 화학축열등을 타열원과의 복합으로 경제성을 확보하는 것이 필요하다. 현재 개발중인 복합축열시스템은 심야전기 및 지중열 복합 태양열 축열시스템과 태양열냉난방용 캡슐PCM 요소화 및 축열시스템 등이 있다.

태양열냉난방시스템의 개발분야는 태양열 고체-수착식 및 흡수식 냉난방 시스템 개발, 태양열 Desiccant 및 Rankine엔진구동 냉방시스템 개발 및 태양열 열전(TEC) Cogeneration시스템 개발등이 있으나, 실용화를 위한 경제성 확보를 위해 첨단요소 개발은 물론 타열원과의 복합화 연구가 병행되어야 한다.

태양에너지 유독처리기술은 광에너지를 이용하여 유독성 폐기물을 무해한 물질로 완전 분해하는 기술을 말한다. 그러나 산업폐수, 지하수 등을 오염시키는 대부분의 유독성 물질들은 태양광을 흡수하지 못하여 분해되지 않으므로 이들을



분해하기 위하여는 필요한 파장대의 태양광을 흡수하여 광 에너지에 의한 화학적 반응을 유도할 수 있는 보조물이 필요하다. 이렇게 반응의 초기 유발을 도와주는 반도체성 보조 물질을 광촉매라고 한다.

광촉매의 효율 향상을 위하여 졸-겔법, dialysis법 등 다양한 제조 기술 개발과 함께 광반응기 설계 및 구성 기술이 조화를 이루어야 고효율의 광반응기 개발이 이루어 질 수 있다.

◇ 농수산업

농촌과 어촌에서도 작물의 재배나 관리 등에 태양열을 이용하고 있다. 재배용, 건조용, 비닐하우스, 시설하우스, 지중난방 건조용시스템 등이 있다.

◇ 발전용

발전용으로 이용되는 태양열은 석탄이나 석유 등을 사용하는 발전에 비해 공해가 없는 깨끗한 에너지다.

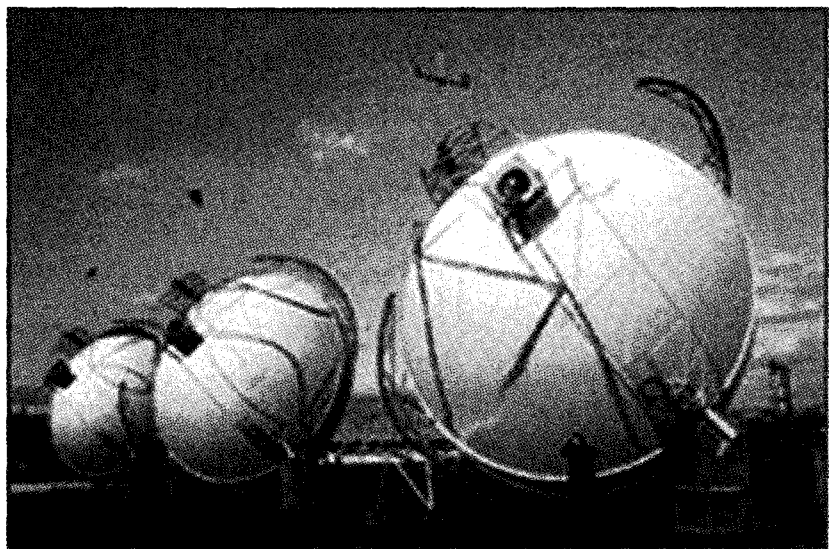
☀ 태양열 증고온 이용 및 발전기술 [포물면경 집열기]

포물면의 축에 평행하게 들어오는 빛은 모두 초점에 모이는 광학 원리를 이용한 것으로 방향 조절기를 써서 집열기 전체를 태양의 움직임에 따라 이동시켜 포물면경의 축을 태양빛과 평행하게 유지시켜야 효과적인 집광을 할 수 있다.

높은 집광비를 얻을 수 있으므로 고온을 얻고자 할 때는 거의 이 형태를 택하게 된다. 포물면경은 얻어지는 열을 직접 집의 냉난방으로 쓰이기도 하고 수증기를 만들어 발전을 할 수도 있다.

[솔라 타워]

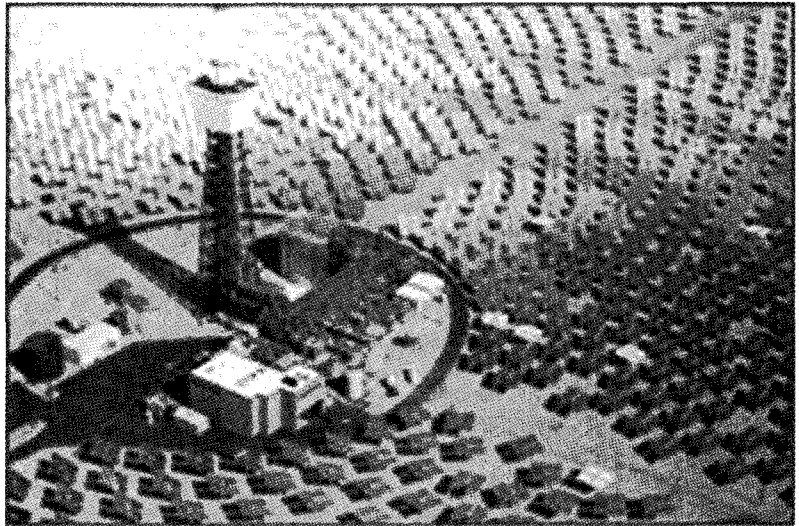
솔라타워란 지면에 여러 개의 평면경을 놓아 태양의 빛을 반사시켜 중앙에 설치된 탑의 꼭대기에 있는 흡열기에 집광시키는 장치다. 이때 탑



포물면경 집열기

의 높이는 지상에서 100~300m나 된다. 1000℃ 정도의 고온증기(수증기)를 발생시켜 터빈발전기를 돌릴 수 있다.

각각의 평면경은 태양빛을 중앙의 탑 꼭대기에 있는 흡열기에 보내기 위해 태양의 위치에 따라 하나하나 따로 자동 조절이 되어야 한다.



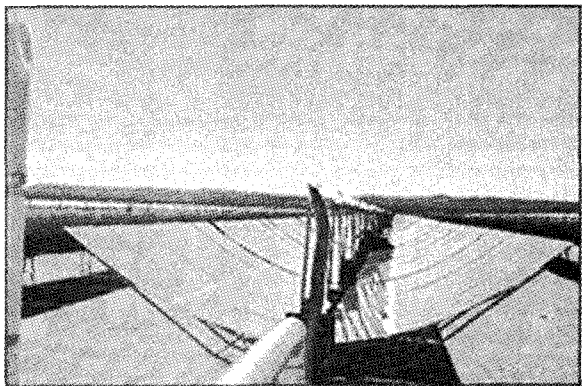
솔라타워

[Power Towers]

Power Towers 시스템에서는 heliostat가 중앙타워에 설치된 집열기에 태양 일사량을 반사하고 모으는 역할을 한다. 집열기의 열전달 매체로는 molten salt, 공기 또는 액체금속등이 사용된다. 가열된 열매체는 축열소를 거쳐 전력 변환장치에서 전기를 생산한다. 이 시스템의 집광비는 300 ~ 1500sun정도이며 1500℃이상에서도 작동이 가능하다.

[원통형 포물면경 집열기]

이 집열기의 태양열을 모으기 위한 거울은 둥근 원통형의 포물면경 모양으로 늘어서 있다. 이 거울의 가운데 열을 흡수하는 흡열기인 파이프가 놓여 있다. 파이프는 둥근 원통형 포물면의 초점이 되는 곳에 동서로 설치되어 있다. 태양열을 모으는 면은 계절의 변화에 따라 태양의 고도에 맞춰 그 위치가 조정된다.



원통형 포물면경 집열기

