

제주 「신재생에너지」행사 성료

제 10회 신재생에너지 워크샵 및 한국태양에너지학회 창립 20주년 기념학술대회 통해 약 90편 논문 발표

지난 8월 20일부터 3일간 제주에서 신재생에너지 워크샵 및 태양에너지 학술대회가 잇달아 열려 약 90편에 달하는 연구논문이 발표됐다. 연구기관 및 학계, 산업계 관계자 180여명이 참석한 이번 행사는 신재생에너지 기술동향을 모처럼 한자리에서 살펴볼 수 있는 정보교류의 장으로서 관계 전문가들의 관심을 모았다.

최근 국제적으로는 UN기후변화협약과 관련 온실가스 배출 규제에 대한 근본적인 대처와 함께 IMF체제하에서 97% 이상의 에너지를 수입에 의존하고 있는 등 당면 에너지현안에 대한 대안의 하나로 주목받고 있는 신재생에너지의 이용확대의 중요성 만큼 각 회의장은 토론의 열기로 가득했다.





「에너지와 지구환경」이라는 주제로 제10회 신재생에너지 워크샵이 지난 8월 20일 제주에서 관계 전문가 180여명이 모인 가운데 개최됐다. 이날 워크샵과 연계하여 21일, 22일 양일간에는 한국태양에너지 학회 창립 20주년 기념학술대회가 열리는 등 이번 행사기간 동안 90여편의 신재생에너지 연구논문이 발표됐다. 사진은 각 분과회의장의 논문발표 장면 중 하나.

단지 현장견학 등으로 이어져, 클린에너지포아를 추구하는 이곳 제주도의 지역에너지를 돌아보며 오늘의 대체에너지 현주소를 확인해볼 수 있는 계기가 되기도 했다.

이번 행사기간 중 발표된 논문 가운데 일부내용만 그 요지를 간추려 보았다.

자연에너지 활용 주거단지 설계기법

- 조경설계를 중심으로 -

양병이/서울대 환경대학원장

그동안의 많은 연구들이 건물자체의 에너지절약기술에 초점이 맞추어 연구되었으며 주거단지 자체의 설계 특히 단지자체의 조경이나 건물대지 내의 조경설계에서의 에너지절약기법에 대해서는 거의 연구되지 않았다. 이는 조경설계를 통해서는 에너지절약효과가 미흡하다는 인식때문인 것으로 생각된다. 그러나 조경설계에서 에너지절약을 도모하는 것은 주로 신·재생에너지인 태양열이나 바람 등을 활용하는 설계라는 점에서 더욱 관심을 가져야 하리라 본다.

- 도시주거지의 에너지소비 -

우리나라에서 건축물에 소비되는 에너지의 총비용은 연간 약 4조2천억원(1988년 기준)으로 용도별로는 주거용이 87%, 상업용이 13%를 점유하고 있다.

건물에서 에너지가 소비되는 패턴은 건물의 유형에 따라 차이가 나는데 주택의 경우 75%가 난방, 조명 및 가전 10%, 취사 및 급탕 15% 등으로 주로 건물난방에 에너지가 사용되고 있다. 현재 사용되고 있는 627만호의 전국 주택 중에서 55%에 해당하는 비단 열주택은 단열 개수시공을 했

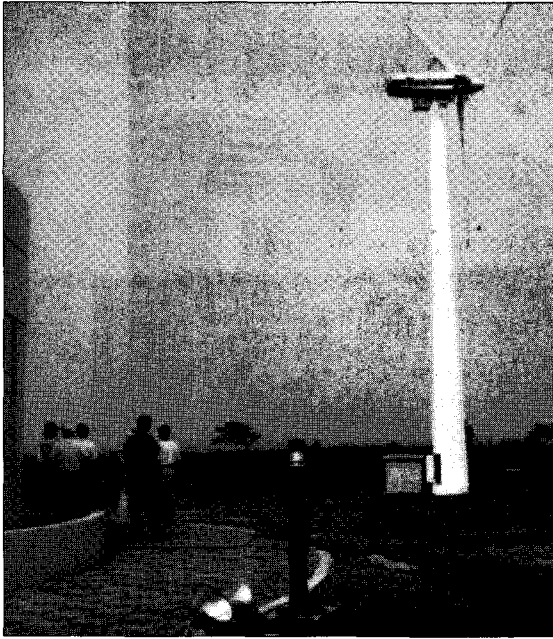
제10회 신재생에너지 기술개발 및 동향에 관한 워크샵은 지난 8월 20일 제주 오리엔탈호텔에서 한국에너지기술연구소 주최로 개최돼 18편의 연구논문이 발표됐다.

이날 개막식에서 최수현 연구소장은 개회사를 통해 “우리나라는 3%미만의 에너지자급도, 과도한 에너지소비증가에 따른 경제적 부담 등으로 매우 어려운 에너지문제를 안고 있다”고 전제하고 “이러한 문제들은 당면 외화난 극복에도 저해요인으로 작용함은 물론 세계기후변화협약에의 대응에도 매우 난감한 요인으로 작용될 것”이라고 밝혔다.

또한 “현재의 기술수준에서는 화석에너지의 사용에서 이산화탄소의 배출을 근본적으로 배제시키거나 처리할 수 있는 뚜렷한 기술대안이 없다”고 말하고 “결국 에너지의 이용효율을 높혀 화석에너지 소비를 절감하고, 원자력이나 신재생에너지와 같은 대체에너지의 이용을 확대하는 길 밖에 특별한 대안이 없다”고 피력하며 이번 행사의 중요성을 강조했다.

이날 워크샵에 연계하여 8월 21일, 22일 양일간 한국태양에너지학회(회장 임장순)가 주관한 창립 20주년 기념학술대회에서는 총 70여편의 연구논문이 소개됐다.

이번 행사의 마무리는 월령 신재생에너지시범



제주월령 신재생에너지 시범단지 - 100kW급 풍력발전기가 힘차게 돌아가고 있다. 하단에 보이는 모니터링 하우스에서는 국내의 대체에너지 기술개발 실태를 체험해 볼 수 있는 시설을 갖추고 있어 관광객들의 발길이 잦은 대체에너지 명소다. 풍력4기를 비롯 태양광, 태양열 등 시설이 고루 설치되어 있다.

- 주거지의 에너지절약을 위해 고려해야 할 요소 -

주택의 에너지 소비에 영향을 주는 요소로는 주택이 위치하는 대지의 지역기후 및 미기후, 건축되는 대지의 지형, 주택의 형태, 배치 및 외피구성, 설비, 주택내 거주인원수, 설계 및 시공방법, 주택내 에너지원 등을 들 수 있다.

에너지절약을 위한 분석요소로서는 지역기후(macro-climate)와 미기후(micro-climate)는 물론 인접대지의 상황, 지형, 배수, 토질, 식생 등의 기존조건과 이의 활용방안이 포함된다.

대지의 부정적인 요소, 즉 겨울철의 일사획득을 방해하는 수목, 지형, 인공구조물과 차가운 북서풍을 유도하는 구조물 및 대지의 형상, 주변교통 및 인접건물로부터의 소음 등은 극소화해야 하며 긍정적인 요소, 즉 겨울철 일사획득에 도움이 되는 요소, 여름철의 식재 및 맞통풍을 유도하는 상풍향 등은 적극 활용하여야 한다.

▶ 향과 경사

에너지 절약에 가장 유리한 대지는 남남동 방향을 향하여 경사진 대지이며 이때 북쪽의 경사는 북서풍을 최대한 차단할 수 있기 때문에 효과적이다. 일사량의 획득을 위한 이상적인 건물의 대지는 정남향에서 동남쪽으로 12도 기울어져 있는 위치이며 전면도로가 일반적으로 동서측으로 향하고 남쪽 수평면에는 다른 장애물이 없는 지형이 유리하다.

· 바람의 영향 : 일반적인 대지에서는 여름철에 동서방향을 개방함으로써 자연통풍과 환기효과를 극대화할 수 있고 겨울철에는 북서풍을 가능한 차단함으로써 열손실을 줄일 수 있게 된다. 바람에 대하여 가장 효과적인 대지는 남쪽으로 향한 경사지이다.

· 식생의 영향 : 미국 국립과학아카데미의 연구에 의하면 식재를 해주고 도시표면의 색채를 열

을 경우 벽체를 통한 열손실을 50%이상 줄일 수 있게 된다. 도시의 인구밀도와 토지이용은 도시의 에너지이용에 큰 영향을 주며 도시밀도가 증가함에 따라 교통에너지수요가 줄어드는 것으로 나타났다. 도시토지의 고밀도 이용에너지의 효율적 주거형태와 맥락을 같이 하여 인적, 물적 정보의 이동을 감소시켜 이에 따른 에너지자원의 소비를 감소시키며 결과적으로 온실가스 발생량을 감소시킨다. 많은 연구에서 에너지효율적인 도시개발형태로 집중된 개발 즉 '압축도시(Compact City)'라는 개념의 도시를 제안하고 있다.

건물형태는 내부공간의 냉난방을 위한 에너지 소비에 많은 영향을 준다. 한 연구에 의하면 에너지 소비에 있어서 단독주택지의 개발은 동일한 수용인구의 연립주택보다 3배나 높은 것으로 나타났다.

영국 신도시 밀튼 케인즈의 시범사업에 따르면 이상적인 상황에서 태양에너지의 사용은 연료소비를 11~12%나 감소시킬 수 있다고 조사되고 있다. 또 다른 연구에 의하면 정상적으로 건립된 밀도에서 단독주택의 100%, 연립주택의 50%, 아파트의 25%가 자연형 태양열 설계에 의해 완전한 에너지절약 잠재력을 달성할 수 있다고 보고하고 있다.

게 해 줌으로써 미국이 에어컨을 위해 매년 소비하는 전력량의 25%를 절약할 수 있다고 제시하고 있다. 도로나 건물, 기타 표면에 짙은 색의 물질을 이용함으로써 태양열을 반사하기보다는 흡수하는 도시로 만들고 있다.

수목은 증산작용을 통해 수목주위의 대기를 냉각시켜 건물을 차게 한다. 땀을 흘리는 과정과 유사하게 수목은 대기를 덥게 할 수 있기 전에 나뭇잎으로부터 물을 증산하기 위해 열을 활용한다. 이렇게 함으로써 나뭇잎 주변의 공기를 차게 한다. 많은 나무와 잎의 누적적인 효과가 광역의 공기를 차게 할 수 있다.

· 색채의 영향 : 일반적으로 물체의 표면이 짙은 색채일 때는 열을 흡수하며 옅은 색채일 때는 열을 반사하여 서늘해진다. 이러한 물체표면의 반사도를 알비도(albedo)라 부른다. 많은 연구에서 표면의 알비도가 높으면 높을수록 표면의 온도가 낮아지는 것으로 나타났다.

- 에너지절약을 위한 조경설계기법 -

에너지절약형 식재 : 식생이 기후조절에 미치는 효과는 네가지 측면에서 고찰할 수 있겠는데 첫째는 태양열일조절효과이고 둘째는 바람조절효과이며 셋째는 강우조절효과이고 넷째는 기온조절효과이다.

태양열 일조를 식생재료 즉 수목으로 조절하는 데는 네가지 방식으로 이루어진다. 첫째는 태양열을 흡수하는 것이고 둘째는 태양열을 반사하는 것이며 셋째는 태양열을 방사하는 것이고 넷째는 태양열을 전도시키는 방식이다.

에너지절약효과를 거두기 위해서는 다음과 같은 식재지침(Planting Guidelines)에 의해 조경을 하면 효과가 높을 것이다.

- 여름철의 그늘효과와 겨울철의 태양열의 침투를 위해서 낙엽수를 이용한다.

- 침엽수는 그늘을 제공하기는 하나 일반적으로 녹음수나 캐노피만큼 좋은 그늘을 제공하지는 않는다.

- 구조물의 남측은 가능한 한 반사되는 표면을 갖는 포장을 감소시키고 포장의 과도한 열과 반사를 줄이기 위해 그늘이 지게 해야한다.

- 건물의 남측과 서측벽의 그늘지게 하는 벽면 위로 자라는 덩쿨식물과 시렁, 캐노피는 매우 효과적이다.

침엽수의 방풍식재는 최소한 2열 혹은 3열이 되어야 하며 지그재그식의 배열을 하여 식재하여야 한다.

- 식재나 담장이나 벽을 이용해 찬공기의 흐름을 가두어 두도록 하지 말고 흘러나가도록 하라.

- 남측이나 남서측은 상록교목을 피하라.

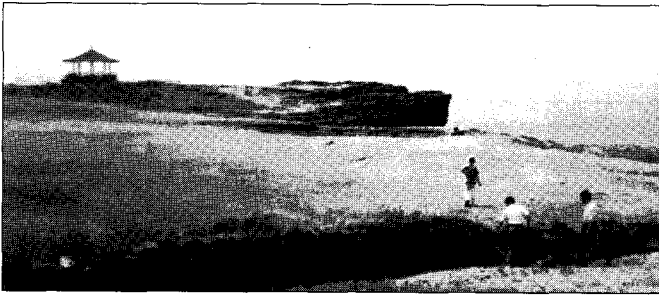
- 방풍식재는 겨울바람을 막도록 하고 보호해야 할 구조물이나 지역에 가까이 위치해야 한다.

- 거주용 구조물의 인접지역에는 잔디나 초화류가 하루종일 비교적 동일한 온도를 유지하므로 이를 이용하라.

- 침엽수나 상록캐노피는 흐린 겨울철에 너무 차고 음산한 효과를 주기 때문에 이를 과도하게 식재하는 것을 피하라.

- 에어컨에 그늘을 제공하라. 에어컨 성수기 전력소비 수요의 주된 요인이다. 온도가 올라가면 갈수록 에어컨의 효율성은 점점 떨어진다. 에어컨 주변을 덩쿨식물로 덮거나 trellis를 세우거나 수목을 식재함으로써 주변의 대기온도를 화씨 6~7도 감소시키는 것으로 나타났다. 이렇게 함으로써 성수기 때 에어컨의 성능을 약 10% 증가시킬 수 있다.

- 건물과 주변지면을 그늘지게 하라. 건물벽과 창문을 그늘지게 함으로써 에어컨 에너지 소비를 40~50% 감소시킬 수 있다. 건물벽을 통한 열전도로 에어컨에 영향을 주기 때문에 수목을 식재



국토 최남단 마라도 - 동경 120도 16분 3초, 북위 33도 66분 81초로 마라도는 우리나라 최남단에 위치한 섬. 이 섬에는 나무가 자라지 않는다. 태풍이 불면 염분이 섞인 파도의 비말들이 섬을 덮어 나무가 자랄 수 없다.

시행하는 것이 필요하리라 생각된다.

〈자료 : 신재생에너지 워크샵〉

하여 동쪽과 서쪽, 남쪽벽에 그늘을 제공하면 성수기의 에너지소비를 감소시킬 수 있다.

신재생 에너지를 이용해 에너지절약형 주거단지를 설계하기 위해서는 다양한 방법을 사용할 수 있으나 가장 일반적인 방법은 태양열과 바람을 이용하는 방법이다. 그동안 건축분야에서는 태양열주택을 건설한다든지 태양열을 적극적으로 활용하기 위해 다양한 기법을 활용해 왔으나 조경분야에서는 연구마저도 별로 이루어지지 못해 왔던 게 사실이다.

본 연구에서는 에너지절약형 주거단지설계방법을 논의하면서 조경설계에서의 에너지절약기법을 중점적으로 제시하고 있다. 에너지절약을 위해 조경설계에서 특히 관심을 가져야 할 설계요소로서 첫째, 여름철에 태양열을 차단하기 위해 그늘을 제공하는 기법과 겨울철에는 태양열을 더 많이 흡수하기 위한 식재기법을 들 수 있으며 둘째로는 바람을 활용하기 위해 여름철에는 바람을 유도하고 겨울철에는 바람을 차단하는 식재기법을 제시하고 있다.

셋째로는 건물의 표면색채가 태양열의 흡수 및 반사에 영향을 주는 정도가 차이가 있음에 착안하여 이를 주거단지설계에서 활용하는 기법을 제시하고 있다.

앞으로 기후변화협약이 발효되면 에너지절약문제가 가장 시급한 과제로 부각될 가능성이 높기 때문에 특히 신, 재생에너지를 적극적으로 활용하는 에너지절약형 주거단지가 조성되어야 할 것이다. 이를 위해서는 건축분야에서의 노력 못지 않게 조경분야에서의 노력이 병행되어야 하리라 판단된다.

이미 선진국에서 시행하고 있는 에너지절약조경조례를 우리나라 지방자치단체에서도 제정하여

태양광발전기술의 이용보급 확대방안

송진수/한국에너지기술연구소 태양광발전연구팀

태양광발전은 햇빛을 직접 전기로 바꿀 수 있는 첨단기술이다. 따라서 햇빛이 비치는 곳에서는 어디서나 전기를 얻을 수 있으며, 다른 발전방식과는 달리 대기오염, 소음, 발열, 진동 등의 공해가 전혀 없는 깨끗한 에너지원이다. 또한 연료의 수송과 발전설비의 유지관리가 거의 불필요하며, 수명이 길고, 설비규모의 변화와 설치공사가 쉬운 장점이 있다. 그러나 태양에너지의 밀도와 태양광발전시스템의 변환효율이 낮아 넓은 설치면적이 필요하고, 발전단가가 상대적으로 높은 단점이 있기 때문에, 태양광발전기술의 궁극적인 실용화를 위해서는 기존발전방식과 경쟁가능한 가격수준의 저가 고효율 기술개발 및 대규모 시장개척이 선행되어야 한다.

이러한 태양광발전기술은 1954년 미국의 Bell Lab에서 단결정 Si를 사용한 태양전지가 개발되어 1958년 인공위성 Vanguard I 호의 보조전원으로 사용됨으로써, 1990년대의 미·소 냉전시대에 우주용 전원으로 실용화되었다.

최근에는 기후변화협약(FCCC)에 따른 환경문제가 범세계적으로 심각하게 대두됨에 따라 삶의 질을 향상시킬 수 있는 환경친화적 에너지기술로서 새로운 각광을 받게 되었으며, 그 동안의 저가·고효율 기술개발의 성과와 사회·환경비용의 정량적 평가기법에 의한 경제적 상승효과 때문에 급격한 시장증가 추세를 나타내고 있다.

특히 최근에 불어닥친 IMF체제 이후의 경제적

위기와 기후변화협약추진에 따른 CO₂ 배출량 규제에도 불구하고, '97년말 현재 에너지해외의존도가 97.5%, 에너지 수입액이 271억불에 달하고 있는 국내실정을 감안하면, 태양광발전기술의 실용화 기술개발 및 이용보급확대는 가장 시급한 당면과제이다.

- 실용화기술의 개발현황 -

태양전지는 필요에 따라 직·병렬로 연결하여 내후성과 신뢰성을 가진 재료와 구조의 용기 내에 봉입함으로써 단위 용량의 태양전지 모듈(solar cell module)로 제품화된다. 그러나 태양전지는 비·눈 또는 구름에 의해 태양광이 비치지 않는 날과 밤에는 전기를 발생하지 않을 뿐만 아니라 일사량의 강도에 따라 불균일한 직류전기가 발생되므로, 독립형 태양광발전시스템은 모듈을 직·병렬로 연결한 태양전지어레이(solar cell array)와 안정된 전기공급을 위한 전력조정기(power controller) 또는 직·교류변환장치(inverter)와 전력저장용 축전지(storage battery) 등의 주변장치(balance of system)로 구성된다.

그러나 계통연계형시스템은 전력저장용 축전지 대신에 상용전원과 연결하여 부하변동에 따라 계통선과 전력을 상호 교류할 수 있도록 구성된다.

기술개발정책 : 미국의 경우 연방에너지부(DOE)의 주관 하에 5년 주기의 National PV Program을 수립하고, 국립연구소인 NREL과 SLN을 중심으로 대학, 산업체 및 전력회사의 협력체제를 구축하여 기술개발사업을 추진하고 있다.

한편 일본은 1974년에 태양광발전기술을 개발하기 위한 국가주도의 Sunshine Project를 수립하였으며, 1980년에는 신에너지 산업기술 총합개발기구(NEDO)를 설립함으로써 본격적인 기술개발에 착수하였다. 이와 함께 1987년 관련 기업과 연구기관 등으로 태양광발전간사회(JPEA)를 구성하



여 기술 및 시장에 관한 정보 교환과 공동 연구를 추진하였으며, 1990년에는 24개 회사와 2개 단체로써 태양광발전 기술연구조합(PVTEC)을 결성하여 정부와 기업 및 연구소의 정보교환, 대민 홍보와 연구개발의 기능을 수행하고 있다.

특히 1993년에는 경제 성장, 에너지, 환경 보존에 대한 균형있는 대책과 종합적인 기술개발을 위하여 Sunshine Project, Moonlight Project 및 지구환경 기술개발을 위한 New Sunshine Program을 수립하여 체계화하였으며, 또한 유럽의 태양광발전 기술개발은 1975년 이후 EC를 중심으로 DGXⅡ(과학연구개발)이 주관하는 연구개발을 위한 JOULE 프로그램과, DGXⅦ(에너지)이 주관하는 시범실증을 위한 THERMIE 프로그램 및 보급지원하는 ALTENER를 꾸준히 추진하고 있다.

국내현황 : 국내 기술개발은 1987년 12월에 제정된 대체에너지기술개발촉진법을 근거로 1988년부터 대체에너지 기술개발 기본계획이 수립됨으로써 본격적인 기술개발이 추진되었다.

태양광발전기술은 개발 필요성과 중요도에 따라 범국가적 연구사업으로 수행되었으며, 1단계('89~'91) 기간동안 결정질 실리콘 태양전기 및 주변장치의 국산화와 이용기술을 개발하고, 2단계('92~'96) 기간은 저가·고효율 박막 태양전지의 기초기술 및 주변장치의 저가화와 신뢰도를 확립함으로써 실용화 기반을 구축하며, 3단계('97~2001) 기간은 박막 태양전지의 상품화와 응용제품 개발에 의한 태양전지의 보급확대 및 태양광발전시스템의 실용화를 목표로 설정하고 있다.

- 보급확대 방안 -

최근 우리나라가 당면하고 있는 에너지·환경 여건은 IMF사태를 극복하기 위한 에너지 해외의 존도의 감소와 기후변화협약에 대비한 CO₂ 규제 강화이다. 그러므로 에너지절약과 더불어 대체에너지의 보급을 확대하여야 하며, 특히 부하평준화 효과와 CO₂ 저감효과가 기대되는 태양광발전기술의 적극적인 보급시책이 필요하다.

개발정책 : 국내의 기술개발은 '98년 12월 산업자원부에서 수립한 「에너지기술개발 10개년 계획」을 토대로 대체에너지기술개발사업이 추진되고 있다. 또한 이용보급을 위한 대체에너지시범보급사업 및 지역에너지사업관, 신재생에너지의 보급 촉진을 위한 시설 및 운전자금의 지원제도를 시행하고 있다.

기술개발 : 대체에너지기술개발사업에 의한 1, 2단계 기간('88~'96) 동안의

- 단결정 실리콘 태양전지의 상용화
- 태양광발전용 연축전지 및 직교류 변환장치의 국산화
- 도서전원용 독립형 태양광발전시스템의 실용화 등은 대표적인 성공사례로써 이미 적용되어 국내에 보급되고 있다.

이용보급 : 대체에너지기술개발사업의 목표인 2006년까지 총에너지수요의 2.0%를 대체에너지로 공급하기 위해서는, 태양광발전의 경우만 하더라도 2006년까지 약 140MW의 누적설치량이 보급되어야 한다. 그러나 지금까지의 누적설치량 25MW를 감안하면, 목표달성을 위한 구체적·정량적 보급계획의 수립과 아울러 막대한 예산의 지속적 확보방안이 반드시 마련되어야 한다. 그러므로 정확한 산출근거에 의해 실현가능한 연도별 보급량을 설정하고, 이에 따른 국내의 생산계획과 필요간 기술개발 및 응용분야의 다변화가 지원되어야 한다.

(자료 : 신재생에너지 워크샵)

신개념 에너지장치 개발 현황

박병운/한국정신과학연구소장

오늘날 화석연료의 공기오염으로 인한 환경 파괴 때문에 새로운 무공해 에너지를 찾고자 전세계적으로 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재 무공해 에너지로서 가장 각광받고 있는 것은 태양 에너지이지만 다른 한편으로 전혀 다른 관점에서 무공해 에너지를 개발하려는 노력들이 있다. 이 에너지는 무공해일 뿐만 아니라 무한 에너지이기 때문에 열역학법칙에 위배되는 것으로 대부분의 과학자들이 무시하거나 외면하고 있다. 하지만 이들 무공해 무한 에너지 장치들의 특징을 살펴보면 결코 무시할 수만 있는 것이 아니다.

자연 속에서 무한 운동의 형태는 많이 찾아볼 수 있다. 전자의 회전 운동, 분자들의 운동, 천체의 운행 등 자연계는 오히려 무한 운동체로 구성되어 있다고 볼 수 있다. 이들의 근원적인 운동 에너지원들은 어디에 있는가? 무한 에너지장치들을 개발하는 과학자들은 공간에너지라는 새로운 에너지원을 가정한다. 공간에 무한한 에너지가 숨어 있다는 것이다. 이 에너지를 우리가 사용할 수 있는 형태의 에너지로 전환하는 것이기 때문에 결코 무한 에너지가 아니라고 주장한다. 다만 공간 에너지를 추출하기 위해서는 기존 과학적 접근방법이 아닌 전혀 새로운 방법이 필요하다고 한다. 지금까지 자연 운동의 가장 기본적인 형태를 직선운동으로 이해하고 있는 기존 과학적 인식과는 상당히 다르다. 따라서 이러한 무한 에너지 장치들을 신개념에너지 장치라고 부르기로 한다.

이 장치들을 사용하는 원리나 재료에 따라 분류하면 1)정전기를 응용한 것, 2)영구자석을 이용한

마라도의 풍력·태양광 복합발전시스템 - 섬이 하도 험한 파도와 바람속에 묻혀 있었기에 「오지도 가지도 마라」는 데서 이름이 정해 졌다는 이야기가 있을 정도지만, 오늘따라 바람이 없어 풍차는 잠자고 있다. 이럴 때를 위해 태양광시설을 복합으로 설치해 유용성을 높였다. 풍력은 50KW, 태양광은 30KW급으로 이곳 주민들에 전원을 공급하고 있다.

것, 3)물질변환을 이용한 것, 4)고체소자를 이요한 것, 5)물을 이용한 것 등으로 구분할 수 있다. 여기서 물질변환을 이용한 것이란 소위 상온핵융합(Cold Fusion)을 의미하는 최근의 연구결과들을 보면 핵융합이란 단어가 잘못 사용되었다는 증거들을 제시하고 있다. 영구자석을 이용한 장치들은 기존의 전자기 유도 발전기와 유사하나 출력이 입력보다 높은 장치(즉, 초효율 장치)를 의미한다.

- 신개념 에너지장치들 -

① M-L Converter

일명 Testatika라고도 한다. 이 장치는 1970년경 스위스 베른 근교에 위치한 기독교 신앙공동체 마을인 Methernitha의 정신적 지도자인 Paul Baumann에 의해 만들어져 그 마을의 에너지원으로 사용되고 있다고 한다. 지금까지 가장 완벽한 무한 에너지 장치라고 알려져 있지만, 그 원리나 실험장치는 정전기 유도 장치가 사용되고 있다는 것 외에 그다지 잘 알려져 있지 않다.

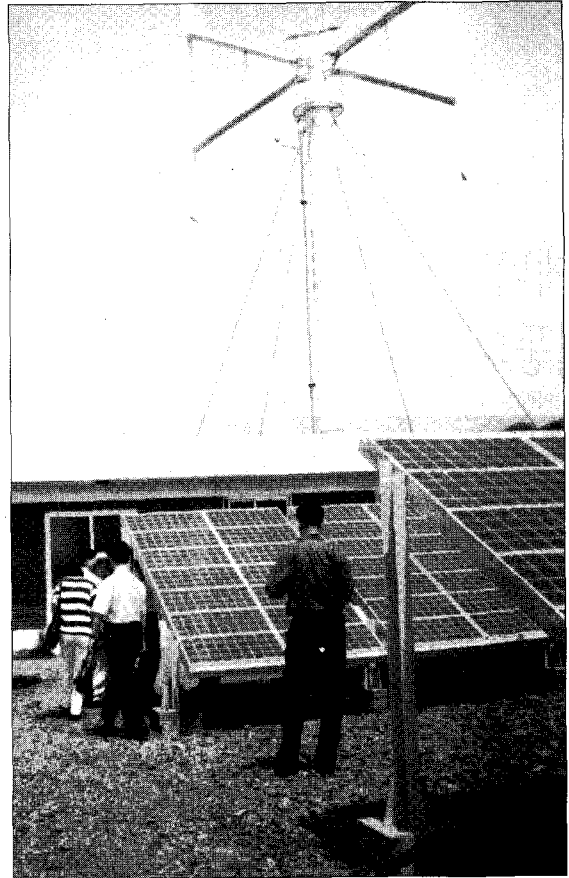
② N-Machine

이 장치의 기본적인 원리는 1831년에 M. Faraday에 의해 발명된 단극유도발전기(Homopolar electrical generator)로서 완전히 새로운 것은 아니지만 최근에 미국의 Bruce De Palma에 의해 N-effect가 발견됨으로써 우주에너지 장치로서 새롭게 관심이 집중되고 있다.

③ 영구자석 모터 및 발전기

· Reidar Finsrud 영구 운동장치

노르웨이의 Finsrud에 의해 발명된 이 장치는 3개의 영구자석을 원형의 레일주변에 배치하고 그 레일위로 쇠구슬을 회전시키는 것이다. 쇠구슬은 한번 회전하기 시작하면 영구히 회전하게 되는데 1960년 봄에 노르웨이 TV2에 방영되었다. 영구자석을 이용한 영구 운동장치의 가장 표본적인 장치라 할 수 있다.



· Howard Johnson 모터

미국에서 개발된 것으로 영구자석을 이용한 모터이다. 1979년 미국 특허를 획득하였으며 최근까지 실용화를 위해 꾸준히 연구 개선되고 있다고 한다.

· Troy Reed 모터

1990년 12월 15일 미국 미국 TV에 보도되면서 일반에게 공개된 영구자석 모터이다. 첫번째 모델은 크기가 약 5피트 가량되고 무게가 500파운드 가량 되었다. 이 모터에 기존의 발전기를 부착하면 약 500W(67V)정도의 출력이 나온다. 최근의 장치는 보다 작고 가볍게 개량되었는데 약 7KW의 출력이 나온다고 한다.

· Joseph Newman

전자석 모터/발전기로서 1995년 8월 10일에 입력 에너지의 소모없이 12시간 동안 지하수를 퍼올리는 공개시범으로 유명해진 장치다. 하지만 그 진위에 대한 논란이 많으며 목격자마다 다른 증



언을 하고 있다.

· Barbara Hickox

전자식 모터/발전기로서 미국 특허를 획득하였다. 효율이 100% 이상이라고 주장하고 있으나 실제로 확인된 바는 없다.

· Robert Adams

전자식 모터/발전기로서 가장 주목받고 있는 장치다. 설계 도면과 원리가 대부분 공개되어 호주의 B.McMurty와 뉴질랜드의 Group Research Inc. 등을 비롯한 많은 사람들에 의해 재현실험이 진행되고 있다.

· 타카하시 야스노리

영구자석 모터엔진으로 오토바이용으로 개발되었다. 시동을 걸 때 12V의 전기بات데리를 사용할 뿐 일단 시동이 걸려서 자석모터 엔진이 가동되면 더 이상 연료가 필요없는 장치이다.

④ WIN Converter

현재 76세인 Lambertson 박사에 의해 개발된 것으로 불꽃방전과 특수 소자를 사용하여 공간에너지를 전기에너지로 변환하는 장치라고 한다. WIN이란 World Into Nutrino의 약자로서 Nutrino는 공간에너지의 또 다른 표현이다. 이 장치는 현재 입력의 3~8배 가량의 출력이 나온다고 한다.

⑤ Shoulders의 방전관 장치

Kenneth R. Shoulders가 1991년에 출원한 미국 특허 'Energy Conversion Using High Charge Density'는 공간에너지 장치로서 미국특허당국이 공식적으로 인정한 최초의 장치다. 이 특허에서 밝히고 있는 바에 따르면, high density electron cluster를 발생시키는 방전관 주위에 코일을 감아주면, 고밀도 전자군의 방전시에 코일에 전류가

유도되는데 이때 유도되는 기전력이 방전에 필요한 에너지보다 30배 많은 출력으로서 얻어진다고 밝히고 있다.

⑥ VTA(Vacuum Triode Amplifier) 장치

1991년에 Floyd Sweet은 Vacuum Triode Amplifier라고 알려진 그의 공간 에너지 장치에 대한 정보를 공개하였다. 그로부터 현재까지 많은 과학자들에 의해 확인되고 또 개발되고 있는 이 장치는, 15년 동안 광범위하게 사용되어진 Transductor 또는 Magnetic Amplifier의 변형된 형태에 불과한 것이지만 이것으로부터 우주에너지를 집적시킬 수 있는, 따라서 Space E. Transductor라고 불릴 수 있는 장치이다.

⑦ Patterson Power Cell

이것은 상온 핵융합장치로서 현재 가장 주목받고 있는 것이다. 미국의 패턴슨 박사가 개발한 것으로 물을 전기분해하기 위한 금속전극으로서 니켈과 파라듐 전극시스템을 사용하고 있는데 물이 파라듐 전극사이로 확산분산되도록 특수한 장치 시스템을 고안하여 최대 100배 가량의 초효율 열에너지가 발생되고 있다. 이상적인 혼합비인 2대 1로 얻는 장치다.

⑧ 브라운 가스

호주의 올 브라운 박사에 의해 개발된 기술로서 물을 전기분해하여 발생하는 수소와 산소를 적당히 혼합하여 만든 가스로 훨씬 안정된 연소상태를 보여준다. 브라운 가스 발생장치는 일반적인 전기분해장치와 근본적으로 동일하나 발생된 수소와 산소를 분리하지 않고 혼합상태로 얻는다는 점이 다르다.

이상에서 살펴본 바와 같이 세계적인 많은 연구들이 무공해 무한 에너지장치의 개발에서 이루어지고 있다. 인류 역사를 살펴보면 태양열을 이용하는 것부터 자석을 이용한 장치까지 수천년전부



터 계속 개발되어 왔다. 그러한 연구의 결실이 최근에 조금씩 맺어지고 있는 것이다.

연구자석을 사용한 장치들은 오래 사용할 경우 자석의 자력이 상실된다는 사실이 관찰되면서 보다 강한 자석의 개발이 주요 과제가 되고 있다. 또한 전자석을 이용하는 장치들은 입력보다 출력이 높은 초효율(100%이상) 장치라고 하지만 실제로 그 진위가 분명하지 않다. 대부분 초효율이 아니고 고효율(80%이상)로 생각된다.

이들 신개념 에너지 장치들에서 눈에 띄는 것은 정전기와 자석, 방전 등을 이용한다는 것이다. 사실 엄밀한 의미에서 전기에 대해 완벽하게 이해하고 있다고 말할 수는 없을 것이다. 정전현상이나 방전은 고전압 저전류의 전형적인 형태로서 공간에너지의 유도에 가장 중요한 수단으로 생각되어진다.

(자료 : 신재생에너지 워크샵)

농촌생활에서의 태양열이용사업 지도사례

심순자/충남농촌진흥원 생활개선과장

충남의 경지면적은 267천ha, 농가인구는 602천명의 전통적인 농업도시로서 농촌진흥원은 농가소득 증대와 농가생활 향상에 주력하고 있다. 그 중 생활개선과에서는 삶의 질 향상을 위하여 농촌여성이 필요로 하는 다양한 과제를 개발하고 이를 실천하도록 뒷받침하고 있다. 주요 사업은 농가 및 마을 환경개선, 농업인 건강증진, 여성소득원 개발사업, 농촌여성교육, 노년생활지도, 식생활개선, 생활개선회 육성 등으로 농촌생활 전반에 관해 지도하고 있다. 태양열온수기는 연중 온수를 농가에 보급한다는 목표아래 농가 주거환경개선

차원에서, 태양열 지중난방은 시설재배난방비 절감을 위해 실시한 과제로 충남농촌진흥원에서 '91년부터 추진해 온 농촌에서의 태양열을 이용한 사업 지도사례를 소개하고자 한다.

- 농촌에서의 태양열 이용사업 추진현황 -

① 태양열온수기

농촌 생활수준이 높아지면서 쾌적한 주거생활 욕구도 증가하고 있어 농가 부엌, 목욕실, 화장실 개량비율은 계속 증가하고 있다. 충남의 경우 목욕실 개량실태는 '88년 12%에서 '96년 65%로 급속히 증가하고 있고 미개량 농가중의 80%도 목욕실 설치를 희망하고 있다. 이런 현황에 비추어 온수사용량은 늘어날 전망이다. 아직도 우리 농촌은 목욕실을 설치하고도 경제적 여건으로 온수를 마음껏 쓰지 못하는 안타까운 실정이다. 특히 축산농가의 경우 착유라인 기기 등의 세척에 온수가 꼭 필요하다.

또한 농촌은 비닐하우스의 혁명으로 농한기가 없어진지 오래이며 연중 고온 다습하고 불리한 환경에서 작업을 하고 있어 고된 농작업 후의 피로회복이 필수적이다.

'91년 부여군 세도면 이중화 씨 축사에 '92년에는 농촌진흥원 훈련조리실에 온수기를 설치하여 온수온도, 온수량, 심야전기요금, 기타 문제점을 점검하였는데 효과가 있는 것으로 평가되었다. '93년도에 도내 50개소에 개소당 160만원씩 총 8천

만원을 지원하여 시범사업을 실시했고 농민들의 반응이 기대보다 높아서 '94, '95년에는 각각 100개소씩 개소당 200만원을 지원하여 온수기를 보급 태양열온수기에 대한 인식전환의 계기가 되었다. '96년부터 중앙에서 추진하는 농림사업 농가주거환경개선사업에 포함되어 용자사업으로 확산 총 1,360개소가 보급되었고 계속 증가하고 있는 실정이다.

② 태양열 지중난방

충남의 경우 시설하우스 재배면적은 '97년말 현재 9,820ha이며 연중무휴 고품질 생산을 위하여 '94년부터 지중가온 난방시설이 도입되었고 경유 보일러 가동으로 연료비가 상승함에 따라 태양열에 의한 지중난방 가능성을 모색해보고자 본 사업을 추진하게 되었다.

'94년에 3개소에 이어 '95-3, '96-5, '97-10, '98-5 개소 등 총 26개소에 2,000만원을 지원 설치하였으며 주로 오이, 풋고추, 방울토마토, 파리고추 등을 재배, 환경보존과 생산비 절감에 기틀을 마련하였다.

- 농민반응 및 효과 -

· 태양열온수기 : 온수를 연중 돈격정 안하고 어느 때고 사용할 수 있어 좋고, 유아나 노부모가 있는 가정의 경우 더욱 편리하다고 호응이 높으며, 축산농가도 큰 도움이 된다고 한다. 특히 마을 경로당, 회관 등 공동으로 사용하는 시설에 설치, 농작업 및 운동 후에 간단히 샤워도 하고 마을행사시 활용 인기가 좋다.

태양열 지중난방 : 시공회사와 설치기술이 일정하지 않아 정확한 대비가 어려우나 대량 수량은 21%, 상품을 5%가 향상되었고 10a당 소득은 9백만원으로 인근 농가보다 27%가 향상되는 결과를 가져왔다. 난방연료비용도 난방기만 사용했을 때를 100으로 보았을 때 보일러 지중난방 96, 태양열

지중난방 71의 연료비 절감 효과를 보이고 있다.

- 문제점 -

① 태양열온수기, 태양열지중난방 설치가격이 너무 높다.

태양열 온수기와 같은 목표로 보급중인 심야전기 보일러를 설치한 경우 대략 20평 기준에 500~600만원이 소요되고, 월난방비가 10만원 내외인 점과 비교하면 온수만 사용하는 태양열온수기가격 350~450만원은 농가보급에 부담이 과중하다.

태양열 지중난방의 경우도 '98년 현재 시설비가 10a에 2,500만원으로 연료 절감률이 30~40%가 된다고 해도 겨울 한철만을 위한 시설로는 농촌현실에서 투자효율 논란이 많다.

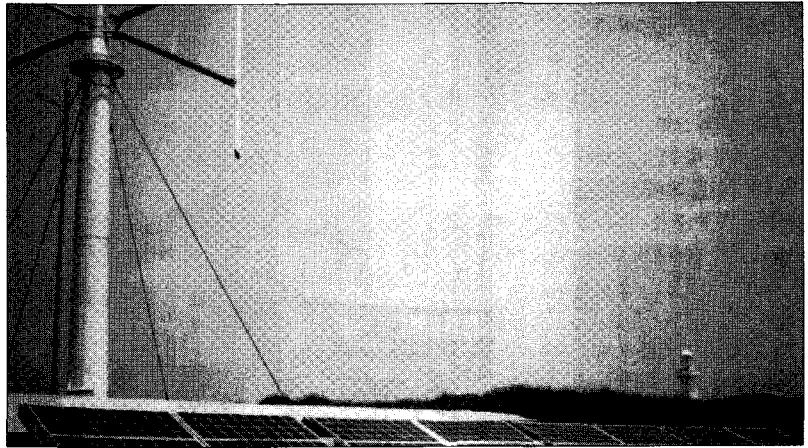
② 온수기 성능에 대한 공인기관의 정확한 분석 자료가 없어 각 회사 홍보자료에 의존해야 하고 제품안내에서의 내용은 확인할 길이 없다. 전문지식이 없는 농민들은 판매업자의 말에 현혹되고 지연, 학연에 의해 제품을 선정하고 있다.

③ 무조건 대형을 선호하는 농가와 대형 설치를 유도하는 관측활동으로 대용량을 설치해 시설비만 증가하고 비효율적이다. 우리 진흥원에서 '95년 여름과 겨울 두차례에 걸친 태양열온수기 설치대상농가 온수기사용 실태조사에서 농가 1일 온수 사용량은 160l로 나타났다.

④ 업체 대리점간 과열경쟁이 심하고 농촌지도기관을 통한 판매에 편중하여 민원을 야기하고 있다.

⑤ 사후관리의 문제이다. 영세업체가 도산하여 사후관리를 못하는 것도 큰 문제려니와 같은 업체 제품이라도 대리점간의 개·폐업시 인계 인수 개념이 전혀 없어 사후 하자발생시 어려움이 많다. 사후보증기간 중이어도 하자가 발생한 경우 설치업자가 다르다고 서비스가 안되어 농민은 울며 겨자먹기로 사소한 부품을 터무니없는 가격에

등대가 보이는 풍경 - 마라도 등대는 세계적으로 유명해 각국 해도에도 반드시 표기되어 있게 마련이다. 1915년에 세워진 등대 역시 태양광을 이용하고 있다.



수리를 받고 있는 실정이다.

- 제언 -

① 소용량 저가격의 태양열온수기 생산이 절실하다. 앞서 지적한 대로 충남의 경우 가구원 1~4인 가구는 증가하는 반면 5인 이상 가구는 감소하는 경향이며 농촌지역은 이러한 경향이 더 심하게 나타나고 있다. 현재 400~500l 대의 온수기 보급은 국가적으로도 큰 낭비라고 생각한다. 가족 구성원수에 맞는 용량을 근거로 만들어야 하며 그 이상이 요구되는 농가의 경우 별도 추가설치가 가능하도록 한다.

② 태양열 제품에 대한 성능분석을 공신력 있는 기관에서 실시 공개하여 소비자의 제품 선택시에 도움을 주어야 한다.

③ A/S 기간을 정확하게 표시하여 서비스기간에 발생하는 모든 하자에 대하여 본사 차원에서 '리콜' 제도를 실시해 주어야 한다.

④ 태양열에 대한 소비자 교육이 선행되어야 한다. 태양열에 대한 전문지식이 없는 농민들은 일단 온수기를 설치하기만 하면 일년내내 온수가 나오는 것으로 알고 있으며 이것은 판매에 치중한 업체의 잘못도 크다. 이런 요구에 부합하다보니 용량이 큰 온수기를 만들어내게 되고 심야전기 사용량도 증가한다.

농가에서도 정보를 수집하여 확신있는 태양열 온수기를 선택하는 것이 필요하다.

⑤ 태양열온수기 사업은 용자사업을 종결하고 농가자담 설치에 맡겨야 한다.

용자사업의 취지는 말 그대로 태양열을 잘 모르는 농촌지역에 태양열온수기를 안내 홍보하는 시범사업이며 태양열온수기에 대한 농민들의 인식이 충분하다고 보여지는 현시점에서는 자담설치로 지도방향을 전환하여야 한다.

- 맺는 말 -

태양열사업이 효율적으로 추진되기 위해서는 사업을 주관해야 할 지도사들에 대한 전문적인 교육이 필요하며 생산업체에서도 품질관리에 더 힘을 기울여야 할 것이다.

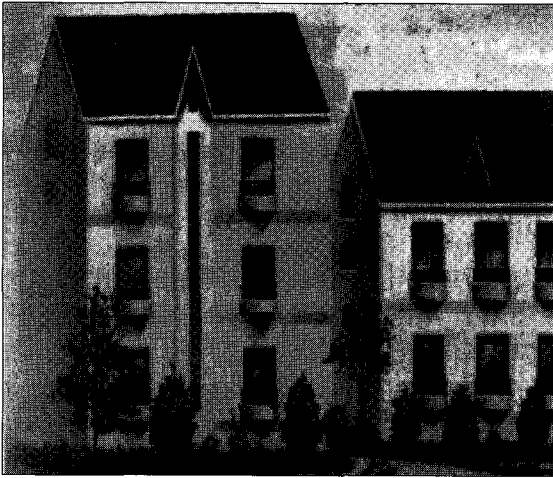
금후 소용량 고품질의 태양열 제품이 더 많이 농가에 확산되어 풍요로운 농가생활을 하는데 도움이 되기를 기대한다.

(자료 : 한국에너지학회 학술대회)

**자연재광을 이용한 지하업무공간의
시환경 개선에 관한 연구**

이경희/연세대학교 건축공학과 교수 외 6명

2000년에 이르면 세계 인구의 약 70 정도가 도시권내에 집중적으로 주거할 것으로 추정되며 국토의 75%가 산악지역인 국내에서의 국토 이용 경향도 이에 예외일 수는 없다. 이와 같은 집중된 도시화는 地價의 극단적 상승을 초래했고 이로 말미암아 도시공간의 효율적인 이용은 더 중요시되고 있다. 이에 따라 근대에 이르기까지 군사, 방호적인 목적만 그 가치를 한계적으로 인정받아왔던 지하공간은 오늘날에 이르러 도시 공간창조의 새로운 해결책으로 새로이 인식되기 시작하여 경제적, 에너지 절약적인 장점을 필두로 이제는 도심지에 있어 지하공간의 개발여부는 필수적인 사



향이 되었다.

그러나 지하공간 개발에 있어 고려해야 할 중요한 사항중의 하나인 거주환경의 문제는 주로 자연광의 부족과 외부와의 시각적, 심리적 연계성의 결여에서 기인한다. 본 연구는 지하공간의 거주자의 질적인 향상을 위한 가장 핵심적인 디자인 요소로써 지하공간에서의 자연광의 도입방안과 그에 따른 실제 효과의 평가에 그 목적을 두고 있다. 이에 대한 기술적 방안은 그간 여러 기관에서 연구되어져 왔으나, 본 연구는 특히, 지하 거주에 따른 만족도 평가, 실제적으로 적용될 수 있는 지하업무공간용 자연채광 시스템의 설계 및 그 성능 예측에 중점을 두고 있다.

- 지하공간과 자연광 -

① 지하공간의 특성

지하의 이용과 거주역사는 인류의 역사와 맥을 같이할 정도로 유구하지만 실제로 지하공간에 있어서 인간에 대한 제반 연구는 체계적으로 수행된 바가 없다. 그러나 지하공간과 연관된 디자인 쟁점과 거주자의 반응은 대부분의 경우 동일한 형태로 나타나는 바, 즉 지하공간에 대한 부정적이고 한계적인 원인이 시간적으로 외부와 격리되어 있는 지하공간의 물리적인 특성에 기인한다는 사실이 그것이다. 예상대로 창의 부재는 제한된 느낌을 유발하며 자극의 부족, 외부와의 관계 부족, 자연광의 부족을 느끼게 하며, 방향감각의 상실로 말미암아 비상시 탈출에 대한 불안감을

유발한다.

② 지하공간의 조명설계

빛은 공간과 재실자의 활동수행을 가능케 하는 단순한 양적인 역할뿐만 아니라 공간의 질과 성격을 부여하는 공간성의 개념창조를 돕는다. 빛이 건물의 내부 디자인에 있어 많은 고려사항 중 하나인 반면 지하공간 디자인에서는 가장 중요한 고려요소로 대두된다. 즉, 지하공간이 거주자의 질적 차원에서 긍정적으로 디자인되기 위해서는 자연광과 인공광이 모두 중요한 역할을 하게 될 것이다.

무창 지하공간과 관련된 빈번한 문제 중의 하나는 자극이나 다양성의 결여이다. 이는 비거주 공간에 주로 사용되는 획일적인 형광등에 의해 강조되며 공간의 차별성, 빛과 어둠의 패턴이 없다. 대조적으로 자연광은 전형적으로 측면에서 방으로 유입되어 대상을 놀라울 정도로 극적이고 명쾌하게 만든다. 따라서 양적으로는 미비하다 하더라도 가능한 한 자연광이 도입될 수 있도록 설계되어야 하며 이 교화를 극대화시킬 수 있도록 인공조명이 부가적으로 설계되어야 한다.

③ 지하공간의 주광

고밀도 도심지 건물을 설계함에 있어 요구되는 조명을 주광만을 사용하여 제공하는 것이 점점 더 어려워지고 있지만, 조명 및 냉방부하의 감소, 시각적 안도감 그리고 주광의 즐거운 효과 등이 동시에 고려되어야 한다. 기존 연구에 기초할 때 생리적, 심리적, 환경적인 모든 면에서 자연광이 인공조명보다 우수하고 선호된다고 말할 수 있다. 비록 주광이 양적으로 미비하더라도 주광에 대한 거주자의 생리적·심리적 선호는 일반 지상건물에 있어서도 자연광의 중요성을 인식하기에 충분하다.

태양의 지속적인 움직임과 구름의 주기적 영향을 통해 태양광은 하루의 날씨와 시간의 정보를 그

[표 1] 대상건물 및 대상공간

건물명	측정대상 공간용도	연면적 (㎡)	층수 지상/지하	준공년도	조명원
Y빌딩	관리	108,900	24/6	1994	인공광
SA빌딩	관리	39,600	20/6	1994	인공광
P빌딩	관리	82,500	30/6	1995	인공광
L빌딩	주차관리 건축통제	13,560	20/6	1995	인공광
S빌딩	일반사무	72,600	30/7	1995	자연광·인공광

리고 실외와의 접촉에 관한 정보를 통해 단조로 움으로부터 탈피한 안정을 준다. 창이나 하늘빛이 보일 수는 없더라도 태양광은 내부공간에 생명을 불어넣는 역할을 한다.

- 지하공간의 시환경 실태평가 -

① 실측조사

지하공간이 비교적 적극적으로 개발되어 이용되고 있는 5개의 고층사무소 건물을 선정하여 조도 및 휘도를 중심으로 한 정량적인 측정과 지하재실자를 대상으로 한 만족도 설문조사를 실시하여 기존 지하공간의 시환경 실태를 평가하였다.

대부분의 건물이 업무시설이 아닌 설비실, 관리공간 또는 주차장으로 쓰이는 지하공간의 조명을 위해 인공적인 방법에 의존하고 있었던 반면, S빌딩은 지하업무공간에 자연광을 도입하기 위하여 대형 천창이 구비되어 있었다. 설문조사에서 재실자 만족도 항목은 자연광이 도입된 S빌딩에서만 높은 값을 보였다. 측정시간은 대표적인 업무시간대인 오전 10시에서 오후 2시, 작업면 높이는 0.9m로 하였으며, 측정점은 9개로 하여 가장 밝은 곳과 가장 어두운 곳, 천정, 벽, 바다, 광원의 조도를 측정하였다.

② 지하의 조명환경

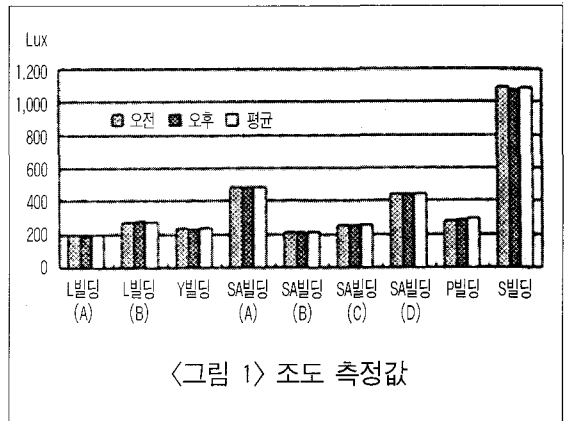
실측결과 자연광이 도입된 지하공간의 조도가 다른 경우에 비해 높았다. 전기조명하의 지하 업무공간의 조도는 평균 299lux인 반면, 천창을 통해 주광을 도입하는 S빌딩의 경우는 1,113lux를 보였다. 균제도를 평가하기 위하여 측정값의 편차를 계산한 결과, 주광이 도입된 지하공간의 편차

는 그렇지 않은 곳에 비해 매우 컸다.

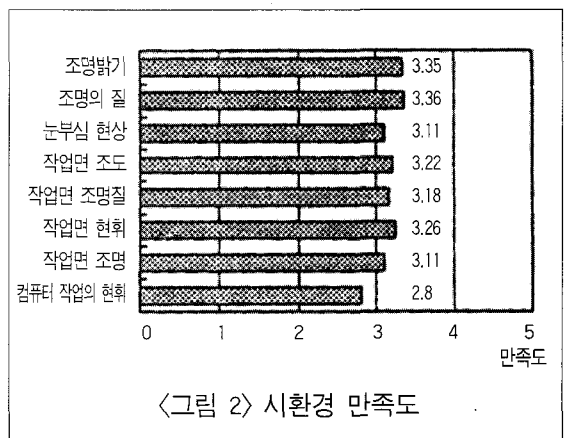
예상했던 것처럼 인공조명 시스템은 비교적 균일한 조도레벨을 제공하고 있다.

이론적으로 조도분포는 1:3의 비율이 적정하며, 조도로 말미암은 표면의 밝기와 관련하여 휘도분포비를 언급할 때, 1:20을 초과하는 것은 바람직하지 않다. 지하공간의 이용 행태상 많은 고려와 노력이 수반되지 않았던 대부분의 대상 공간에서 그 비율은 훨씬 초과되었음이 조사되었다.

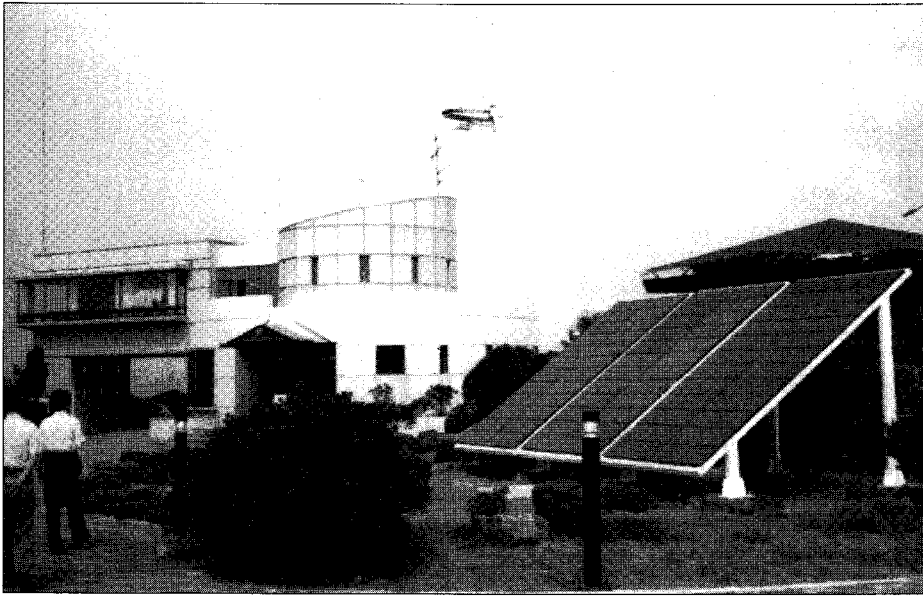
③ 재실자 만족도



<그림 1> 조도 측정값



<그림 2> 시환경 만족도



적인 기여도와는 관계없이 매우 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 지하에서 실외로 나왔을 때 발생하는 현회는 자연광의 도입이 없는 지하공간에 머무는

자연광 조명 하에서 작업하는 21명의 작업자와 인공조명하의 34명의 작업자에 대하여 설문조사를 실시하였다. 설문대상자는 남성 43명, 여성 12명, 평균 연령은 32세였으며, 지하에서의 작업시간은 1일 평균 9시간이었다. 지하공간에서 전반조명의 질에 대한 만족도는 작업면의 국부조명에 대한 만족도보다 높았다. 특히 광막반사와 현회는 컴퓨터 작업에 있어서 불만족의 중요한 요인이 되었다.

설문결과는 재실자가 지하공간에서 작업을 함으로써 시각적 피로도가 증대되고 있음과 그들이 실외로 나갔을 때 눈부심 현상이 있음을 보여준다. t-test결과 신뢰도 95% 구간에서 p-값 0.0001로 주광을 받음으로써 현회가 발생한다는 결론을 얻을 수 있었다.

주광하의 작업자와 인공조명하의 작업자간의 만족도 비교는 주광이 지하공간 환경의 재실자 만족도와 질을 향상시키는데 공헌하고 있음을 알 수 있으나 주광하의 작업면 현회는 제어되어야 할 것으로 판단되었다.

- 맺는말 -

· 대상지하공간의 실태측정 결과 주광하의 조도는 인공조명보다 높았으며, 지하공간 재실자의 만족도에 대한 자연광의 기여도는 조도개념의 양

경우 더 심각함을 보여준다. 지하건물에서 더 중요한 공간의 인지도와 시적응을 얻는 능력 역시 자연광의 도입을 통하여 증대된다.

· Dry Area를 도심지 지하공간의 자연채광 시스템의 성능 평가결과, 채광원으로써 매우 효율적임이 밝혀졌다. 지하 심도에 따라 차이는 있겠으나 전반적으로 지하공간이 유발하는 폐쇄성 및 심리적 불안감을 상쇄하기 위한 질적인 역할뿐만 아니라 개구부 주변의 인공조명을 대체하기 위한 양적이 역할수행이 부분적으로 가능한 것으로 나타났다.

· Dry Area가 가지고 있는 채광 잠재력을 증대시키기 위하여 보다 높은 표면반사를 선정, 적절한 지하 내부공간의 반사율 채택, 기타 설비적 광학장치의 고려 등을 고려할 수 있다. 그러나 Dry Area의 밝은 표면이 현회의 부정적 효과를 초래할 수 있으므로 전체 시환경의 질이 떨어지지 않고 조화를 이룰 수 있도록 하는 적절한 조절·여과가 필요하다. Dry Area의 벽면이 지상건물 내에서 개구부를 통하여 밝은 실외를 바라보는 느낌이 나도록 또는 시각적 흥미가 유발되도록 디자인된다면, 심리적으로 시환경적으로 많은 기대효과를 얻을 수 있을 것이다.

(자료 : 한국태양에너지학회 학술대회)