

개방동굴의 조명설비와 환경변화 (1)

소 대 화*

Environmental Changes and Lighting Fixtures in the Caves (1)

Dea-Wha Soh

Abstract : In the cave, there are three kinds of CO₂ gas from the human body and humidity or H₂O from the underground water and also light from illumination fixture creating plants by photosynthesis. For this reason, the green plants of moss created and lived on the rock in the cave, but sometimes there would be the dry season to be killed the green mosses and hence, it could be dried and blackish. When the dried mosses were taken off from the surface of the rock like as laminated dried one, the moss lamination could be taken off together with the skin of the formed stalactite in the cave. Therefore, cave environment should be changed and degenerated. So it is useful and necessary to get selective wave lighting to have photosynthesis in the cave or not to have it in there by using of the LED lamps.

1. 서론

지구의 역사를 통하여 수많은 지하 동굴이 만들어지고 또 사라져갔다. 동굴은 크게 자연동굴과 인공동굴로 구분되며, 자연동굴은 석회동굴과 용암동굴로 대별되어 그 형태와 위치에 따라서 여러 가지 종류와 유형으로 나뉘어 보존되고 개발되어 왔다. 동굴은 일반적으로 산악지방에 주로 분포되어 있으나, 바다에서 생성된 해안동굴과 해저동굴 그리고 해저분화구 형태의 특이한 동굴도 있다.

지표의 지질성분이 석회질을 함유하여 탄산칼슘이 주성분으로 된 수성암 즉, 석회암이 빗물이나 그 지하수로 인하여 석회성분이 녹아서 그 자리에 공동(cavity)이 형성되면서 그것이 긴 세월에 걸쳐 동굴로 발전하고, 다시 석회수 중의 칼슘성분이 재결정되어 석출되면서 여러 가지

형태의 아름다운 종유석이나 석순, 석주, 종유커튼 등으로 발전하여 석회동굴의 진기한 형태를 이루게 된다. 이러한 과정을 거쳐서 규모 있는 동굴이 되기 위해서는 적어도 수천 년에서 수억 년의 오랜 시간이 요구됨으로 지하에 생긴 동굴들은 중요한 천연자원이며 소중하게 보존해야 할 지하 매장문화재로 취급된다.

그뿐만 아니라, 오랜 기간에 걸쳐 형성되는 석회동굴 외에 비교적 짧은 시간에 이루어지는 용암동굴은 지하의 고온 마그마(magma)가 화산활동에 의하여 분출되면서 용암(화산암)이 지표를 따라 흘러내려서 이뤄지는 공동이 동굴로 발전되어 만들어지는데, 장시간을 요하는 석회동굴에 비하여 매우 짧은 시간에 만들어지면서 일단 만들어진 후에는 동굴이 쇠퇴해가는 대조적인 면을 보인다.

이와 같은 천연동굴 외에 인공적으로 만들

* 명지대학교 교수

어진 인공동굴은 광산의 광굴(갱)이나 지하철도와 같은 지하산업시설물을 들 수 있으며, 과거 중국대륙을 최초로 통일하여 통일국가를 건설한 진나라의 황제 즉, 진시황제(秦始皇帝)의 사후를 지켜줄 병마군단(兵馬軍團)을 실물 크기로 구어 만들어 황릉 근처에 매장했던 병마용갱(兵馬俑坑)은 그림1과 같은 특수한 인공동굴 중의 하나로 오늘날 세계 8대 불가사의 중의 하나로 꼽히는 걸작으로써, 세계문화유산으로 등재된 소중한 문화재로 세인의 관심 하에 특별히 관리, 보존되고 있다.



그림1. 인공동굴 兵馬俑坑에 묻혔던 兵馬軍團의 대열 모습(인터넷자료)

이렇듯 천연 또는 인공 동굴들은 그 생성과정이나 생성된 후의 가치에 있어서 어느 다른 유형의 재화보다도 소중할 뿐만 아니라, 온 인류가 공동으로 보존해야 할 책임과 가치를 지닌 대상물들이다.

이렇게 소중한 유형문화재의 보존과 관리 및 개발에 있어서 더욱 중요한 일은, 동굴문화재를 본래의 모습대로 안전하게 지켜나가는 것이며, 이를 위해서는 보다 완벽한 보존환경을 유지해 주는 것이 필요하다. 많은 일 가운데, 지하매장문화재를 관람하고 관광하기 위해서 필요한 조명시설과 이들 조명시설로 인하여 발생하는 2

차적 문제 즉, 생태환경 변화와의 관계는 동굴관리와 환경변화에서 서로 뗄 수 없는 유/불리함이 동시에 상존하는 동전의 양면과 같은 현상으로 공존한다.

따라서 동굴관리를 강조하면 환경변화의 열악함이 나타나고, 역으로 동굴환경을 강조하면 동굴관리의 취약함이 나타나는 일반적 사회현상의 양면성을 지니고 있기 때문에, 이를 적절한 수준에서 평형상태를 유지하는 문제는 좀처럼 쉬운 문제가 아니다. 특히 빛에 의한 광합성으로 녹색 식물체가 쉽게 번식하는 일은 아주 예민한 반응의 하나이며, 1)지하공간의 수분과, 2)관람객으로부터 옮겨지는 탄산가스(CO₂), 그리고 3)내부관람을 위한 조명광은 녹색식물의 광합성에 필요한 3위(요소)로부터 녹색식물체가 생성되는 새로운 개체의 1체를 구성하는 3위1체의 본질적인 환경생태의 변화를 초래한다.

그러므로 가장 자연스럽게 용이하게 발생하는 생태환경의 기초적 변화의 문제로부터 동굴을 지키고 보호하는 일은 가장 힘들고 어려운 일이며, 또한 가장 우선적으로 해결되어야 할 과제으로써 광전자공학(optoelectronics eng.) 정보지식의 기초응용대상 기술의 하나이다. 따라서 이들의 역학관계를 분석하고 규명하여 최적의 대처 방안을 구축하는 일도 동굴을 사랑하고 지키는 바로 우리들 동굴인의 몫임으로, 최선의 노력을 경주하여 이룩해야 할 것이다.

2. 동굴 조명설비

1) 동굴관리와 조명설비

동굴관리와 관련된 여러 사항들은 전기설비 연관된다. 비상전력시설(자가발전시설)과 조명시설 및 정보통신 시설 등이 그것이다. 그 중에서 비상전력시설은 외부전력이 중단될 경우에

비상수단으로 사용되어야 할 가장 중요한 시설 중의 하나이며, 조명시설은 동굴관람을 포함한 내부 활동을 위하여 필수적인 항목이다. 특히 자가 발전설비는 내부 조명설비의 전력용량을 포함한 모든 전기설비를 가동하는데 충분하게 공급할 수 있는 용량이어야 함으로, 그 중 비중이 큰 동력설비와 조명설비의 수전용량에 따라서 크기가 결정된다. 그러므로 조명설비의 수전용량이 작아지면 발전설비 용량도 감소될 수 있으므로 매우 중요하며, 기존의 백열전등이나 형광램프와 같이 전력소모가 비교적 큰 조명기구에 대하여 소비전력이 상대적으로 작은 발광조명기구의 필요성은 지극히 당연한 일이다. 이에 대하여 최근에 간편하고 소비전력이 작은 이점 때문에 그의 사용이 현저한 증가추세에 있는 LED 조명기구는 대표적인 반도체발광소자로서 지속적 각광을 받아오고 있는 차세대 유망 조명기구로써, optoelectronics lighting 설비의 대표주자로 새롭게 등장한 조명기구이다. 이와 함께, 태양전지패널 발전설비는 비 화석연료 발전설비로써, 더욱이 태양으로부터 지상에서 받아 쓸 수 있는 유일한 무한자원의 비 연소성에너지인 태양광의 자연채광에너지를 사용하는 완벽한 친환경발전 방식으로 지구촌 탄소가스증가문제를 가장 확실하게 해결해 줄 수 있는 저탄소녹색에너지의 원조이다.

지하의 암흑공간을 밝혀주는 조명설비는 단순히 조명의 역할뿐만 아니라, 조명 빛으로 인한 녹색광합성의 환경변화를 억제할 수 있는 부가적 기능이 요구된다. 왜냐하면, 이미 조명등 부근에서 발생하는 광합성의 녹색식물로 인하여 동굴환경의 치명적 손상의 심각성 때문이다.

2) 조명설비 현황과 분석

동굴조명이란 외부로부터의 불빛 유입이

차단된 동굴공간에서 탐사, 발굴 또는 관람 등의 목적으로 공간을 개방하고 그 신비를 밝히는데 안전하게 그곳에 형성된 지형지물들을 관찰하는데 필요한 충분한 인공적 불빛 광원의 시설물을 총칭한다. 따라서 수천 년 또는 수억 년 이상의 오랜 세월을 자연의 상태에서 동굴의 환경과 생태를 지녀온 신비의 공간이 인간의 필요에 따라서 공개하여 개발되는 과정에서 그곳에는 전혀 필요치 않았던 인공조명으로 암흑공간을 밝힘에 있어서, 기존의 동굴 환경과 생태계를 보존하고 유지하는 본래의 개발 목적을 동시에 충족시킬 수 있음이 최대의 관건이다.

그렇다면 개발과 보존이라는 두 가지 목적을 동시에 달성할 수 있는 방법적 모색이 강구되어야 하고 기술적 방안을 도출하는 것이 최선의 해결책이다. 이런 조건 속에서 조명 빛에 의한 내부 환경의 변화를 억제하고 지속적으로 보존할 수 있도록 하려면 빛 에너지에 의한 영향을 최소화하여 그에 의한 변화가 발생하지 않도록 해야 함으로, 아주 약한 미광이나 극히 짧은 시간 동안의 조명을 밝히는 것과 같은 방법으로는 물체의 인식과 관찰에 필요한 조명 본래의 목적을 이룰 수가 없다. 그러므로 필요한 목적에 충족되면서 변화를 억제하는 방안이어야 하기 때문에 밝은 조명하에서 환경과 생태의 변화를 최소화하는 방안이 요구된다.

이에 대하여 저자 또는 타인의 기존 발표는 문에서 제안한 방안으로는 가시광의 짧은 파장 범위에 있는 냉광원을 사용하는 방안이나, 소모 전력을 절감하면서 조명광의 조사시간을 줄일 수 있는 부분점멸방식 또는 이동물체인식의 자동점멸방식, 원격제어에 의한 원격제어조명기법, 유도점등조명방식, EL 면상냉광원의 활용 등 다양한 방안들이 제안되었다.

그러나 이들의 경우에도 특히 조명 빛을 강

하게 많이 받을 수밖에 없는 조명등 근처에는 수분(H₂O)과 탄산가스(CO₂) 및 빛(light)에 의한 광합성녹색식물의 발생과 번식을 피할 길이 없으며, 그렇지 않으면 암흑동굴로써 조명의 역할과 필요조건을 충족할 수 없는 것이 현재 사용되고 있는 조명설비의 현실이다.

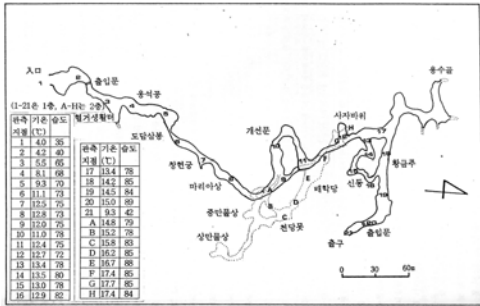


그림2. 고수동굴의 기온 및 습도 분포(동굴학회 '08수집자료)

그림2는 고수동굴의 기온 및 습도 분포를 측정된 자료(동굴학회 '08측정수집)로써 내부의 깊숙한 쪽일수록 기온과 습도가 높게 분포되어 전형적인 지하 동굴의 분포를 이루고 있다. 그림3은 현재 설치되어 사용하고 있는 고수동굴과 온달동굴의 대표적인 조명등설비를 보여주는 사진으로, 동굴의 내부 관리와 관람 측면만을 고려한 조명시설은 결국 그림4와 같이 주위에 녹색식물의 자생과 번식, 건조와 흑화 및 동굴생성물의 박리 현상으로 이어지는 동굴환경의 훼손을 피할 길이 없게 된다.

따라서 녹색식물의 광합성 작용이 억제될 수 있는 선택과장채광조명 기법의 필요성이 대두되며, 다음에 제시하는 환경보존과 선택과장채광조명 기술의 타당성을 제안한다.



그림3. 동굴조명등(고수동굴/좌, 온달동굴/우)

3) 환경보존과 선택과장채광조명

동굴 내의 여러 가지 환경 요인과 위와 같은 그러한 연유로 동굴 내에는 주로 조명 빛이 닿는 공간과 그 주변에 여지없이 녹색식물이 발생하고 번식하여 그로 인한 동굴환경 변화를 초래하고 만다. 이러한 현상은 개방동굴의 어느 경우에서도 찾아 볼 수 있으며, 그 결과는 동굴 생성물의 박리현상을 초래하여 심각한 훼손을 불러온다. 특히 습한 곳에 설치된 조명설비 주변에서 녹색식물의 번식이 심하게 나타남을 확인할 수 있다. 아래의 그림4는 단양의 천동동굴 내부의 조명등 근처에서 번식한 녹색식물의 현장을 촬영한 것으로 상당히 심한 상태의 결과를 보여주고 있다. 동굴 내부의 녹색식물뿐만 아니라, 일반적으로 식물체의 생존과 성장에 필요한 유기물질은 결코 녹색광합성을 통해서 공급되며, 이미 언급한 바와 같이 물(H₂O)과 공기(CO₂) 및 빛(light)이 필수 요소이며 그 밖에 질소, 인산, 칼리 등의 유기질미네랄과 같은 영양소가 요구된다. 여기서 필수 요소 중의 하나인 빛이 동굴 내에서는 조명등으로부터 공급되는 것이며, 바로 이 조명등 빛이 어떻게 설계되느냐에 따라서

동굴내의 녹색식물과 관련된 환경변화의 요인이 결정된다.

그런데 녹색식물의 광합성에서 필요하며 식물체의 엽록소에서 흡수되는 빛 에너지의 파장성분은 중심파장이 450nm인 청색 성분과 중심파장이 660nm인 적색 성분이 요구되며, 그 외의 파장성분은 흡수되지 않으므로 필요치 않게 된다. 이것은 가시광중에서 청색과 적색 파장의 빛에너지만 요구될 뿐, 그 외의 빛은 조사되어도 사용되지 않는다는 것을 의미하며, 따라서 사용되지 않는 빛은 공급할 필요가 없으므로 그만큼 에너지를 줄일 수 있다는 것이므로 인공조명을 사용하는 경우에는 그만큼 절약할 수 있게 된다.



그림4. 조명 빛에 의한 녹색식물의 광합성생성(천동동굴)

동굴 내부의 조명 설비를 포함한 모든 전기 설비는 전문가[전기기술자]에 의하여 설계되고 반드시 시공전문가를 통한 시공이 요망된다. 동굴은 지하공간의 특성에 따라 습기가 많은 장소

이므로 내습에 적합한 설계시공이 필수적이다. 또한, 작업으로 인한 동굴 내부의 훼손을 최대한 방지해야 하며, 도관(conduit)이나 전선접합상자(cable junction box), 패널보드(panel board), 조명 기구지지대(lamp support), 조명등(lamp) 등은 동굴내부의 색깔과 조화를 이루는 색상을 선택하는 등 세심한 주위가 필요하다.

최근, 고휘도화 및 저가격화 등에 따라 일반화되고 있는 반도체 발광다이오드가 옥내외의 새로운 조명소자로 각광 받고 있다. 발광다이오드는 소형이면서 여러 가지의 광색으로 발광하며 냉광원인 점에서 광신호원, 전광판 디스플레이, 자동차전조등, 휴대용전등, 교통신호등 등으로 이용이 폭발적으로 확대되고 있지만, 그 외에도 식물재배용 인공광원에까지 주목을 받고 있다. 그 까닭은, 소형의 콤팩트한 고체구조의 첨단 반도체소자로서, 기존광원에 비하여 절반 수준 이하의 저 전력소모량의 고 휘도 발광체, 백열전구(방사열 ~90%)나 형광등(방사열 ~70%)에 비하여 방사열이 거의 없이 전기에너지의 대부분을 발광에너지로 변환하는 반영구적 수명의 냉광원, 단색광은 아니지만 특정 파장영역의 광색과 광질 선택의 가능성뿐만 아니라 식물의 광합성 및 생장에 필요한 파장영역만을 발광하는 단색 성 발광이 가능하여 불필요한 발광파장으로 인한 에너지 소비를 최소화할 수 있는 효율적 광 이용성과 콤팩트한 패널과 챔버 구성이 용이한 점 등 많은 이점을 지닌다. 이와 같은 LED 소자는 이미 오래 전에 빨강색과 초록색 계통의 발광소자가 개발되었고, 색의 조합에 필수적인 파랑색 계통의 발광이 1990년에 일본의 니치아화학공업의 나카무라 슈지 교수에 의해 개발됨에 따라서 그의 용도와 수요는 광범위에서 폭발적으로 증대되고 있다.

바로 이런 점에서 많은 응용성을 창출할 수

있으며, 본 논문의 동굴조명응용기술 관련 내용이나 식물생장 및 농작물야간휴지 조명기술 등의 응용개발기술 핵심 포인트를 지닌다.

2) 자연채광 태양광발전

자연채광 태양광발전이란, 무한자원의 태양광 발전으로써 소위 무-탄소발전(unlimited carbonless perfect environment-friendly energy)의 대표적인 경우로써 저탄소녹색성장 정책과 그 에너지정책에 걸 맞는 방식으로 탄소저감성 그린에너지 발전이 아닌 완전무결한 무 탄소에너지 발전 방식을 의미한다.

최근 화석에너지의 고갈 현상과 유가인상의 여파 등으로 태양광, 풍력, 수소연료전지 등 성장가능성이 높은 신재생에너지가 신 성장 동력과 수출산업의 집중육성 대상이 될 전망이다. 이를 위해, 정부는 금년도 신재생에너지 기술개발에 전년대비 60% 증액한 1,944억 원을 투자할 계획으로서, 2008년 8월말까지 기술개발계획을 접수한다고 밝힌 바 있다. 정부가 중점 지원할 기술개발 대상 분야는 미래시장 선점을 위한 차세대 전략기술개발, 신재생에너지 경제성확보를 위한 고효율·저비용 혁신기술개발, 그리고 핵심 부품·소재 및 장비·설비 국산화개발 사업 등이 있다.

태양광 발전은 무한정, 무공해의 태양에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 기술이다. 그 에너지를 반도체 p-n 접합으로 구성된 태양전지(solar cell)를 이용하여 전기에너지로 변환하는 기본 원리는, 태양광이 셀에 조사되면 광 에너지에 의한 전자-정공 쌍이 생성되고, 생성된 전자와 정공이 이동하여 n형과 p형 영역을 가로질러 전류가 흐르게 되는 광기전력효과(photovoltaic effect: PV 효과)에 의해 기전력이 발생하여 외부 접속된 부하에 전류를 공급한다.

이러한 태양전지는 필요한 단위 용량으로 직·병렬 연결하여 기후에 내성이 있는 재료와 구조로 생산된 태양전지 모듈(solar-cell module)로 상품화된다.

표1. 고정식과 회전식의 전압 값 [단위:W]

| 시간대 | 고정방식 | 추적방식 |
|-----|-------|-------|
| 8시 | 0.340 | 0.756 |
| 9시 | 0.545 | 0.855 |
| 10시 | 0.774 | 0.966 |
| 11시 | 1.068 | 1.080 |
| 12시 | 1.113 | 1.113 |
| 13시 | 1.101 | 1.101 |
| 14시 | 0.980 | 1.059 |
| 15시 | 0.697 | 0.907 |
| 16시 | 0.466 | 0.796 |

그러나 태양전지는 비, 눈 또는 구름에 의해 햇빛이 조사되지 않는 날과 밤에는 전기가 발생하지 않을 뿐만 아니라, 일사량의 강도에 따라 전류의 발생이 변화된다. 따라서 일반적인 태양광발전 시스템은 수요자에게 항상 필요한 전기를 공급하기 위하여 모듈을 직·병렬로 연결한 태양전지 어레이와 전력저장용 축전지, 전력조정기 및 직·교류 변환장치(inverter) 등의 주변장치로 구성된다. 태양전지간의 특성 차이로 인한 모듈의 출력이 저하될 수가 있으며, 따라서 태양전지의 정확한 특성해석이 요구된다. 또한, 태양은 시간과 계절에 따라 위치가 항상 변하고 태양에너지를 직접 전기에너지로 변환하는 고정식 태양전지의 출력은 저밀도 에너지형인 관계로 위치추적 장치를 사용하여 지속적인 최적의 태양추적을 수행함으로써 이미 적용되고 있는 고정방식의 태양전지 모듈 시스템에 대하여 높은

출력을 얻을 수 있으므로, 이에 대한 비교 고찰을 통하여 일반적으로 고립원격지에 소재한 동굴의 특성상 개별(비상) 독립전원장치의 필요에 부응하는 적절성에 대하여 고찰하였다.

따라서 태양전지어레이를 고정방식과 추적 방식으로 나누어 전압특성을 측정하였고, 일조량에 따른 발전량을 비교 조사하였다.

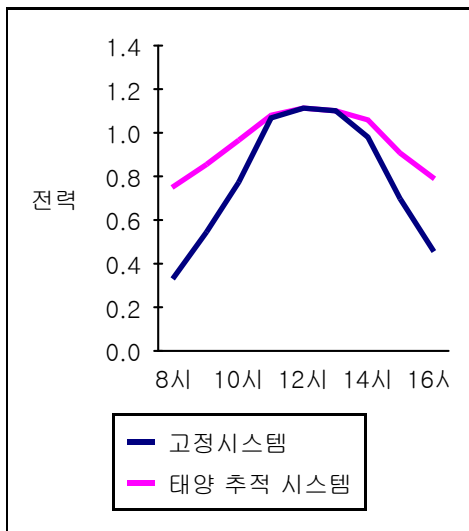


그림5. 고정식(청)과 추적식(적)의 태양광발전 출력 비교

표1의 값을 그림으로 나타낸 그림5와 같이 태양광어레이의 전압을 확인하면 태양광 위치추적 방식이 고정방식에 비해 고른 전압으로 더 큰 값을 출력함을 알 수 있다.

위 와 같은 실험을 통하여 태양광위치추적 장치가 고정방식에 비해 동일한 일조량 하에서 더욱 많은 조사 광량을 집광할 수 있게 되어 입사광의 증가에 따른 전압 및 전류의 증가로 전체 발전출력은 전압변화 이상으로 증가하여 발전량에 현저한 개선효과(계산상 약 25%)를 얻을 수 있음을 확인함으로써, 동굴개별비상전원의

적절성을 확인하였다.

4. 결론

지하 동굴에서 암흑공간을 밝혀주는 조명 설비는 단순히 조명의 역할뿐만 아니라, 조명 빛으로 인한 반대급부 즉, 조명으로 인한 녹색광합성 작용과 그에 따른 동굴환경 변화를 억제할 수 있는 부가적 기능이 요구된다. 왜냐하면, 이미 조명등 부근에서 발생한 광합성 녹색식물로 인하여 동굴생성물에 대한 치명적 손상이 발생하는 동굴환경의 심각성 때문이다.

그것은 광합성의 요건이 충족될 때 발생한 녹색식물이 건조기에 말라서 흑화현상을 유발하고 다시 동굴생성물이나 석벽의 박리(薄離)현상을 일으켜 동굴 내부의 지형지물과 그 형상외관 및 경관에 치명적 손상을 일으키는 환경변화의 문제로 이어지기 때문이다.

따라서 본 논문의 검토와 고찰 및 논리적, 실험적 분석을 통한 제안 사항으로부터 다음과 같은 결론을 조명한다.

- ✓ 조명설비의 역할에서 조명과 환경훼손 양면성의 근본적 문제점 해결
- ✓ 광합성의 필수적 광-에너지 흡수과장의 분석과 응용기술 개발
- ✓ 선택과장채광조명 기술의 필요성과 대응 기술 제안
- ✓ 녹색식물 광합성의 억제 방안 및 녹색식물 건사로 인한 흑화현상, 흑화현상과 병행하는 박리현상의 근본적 제거 방안 제시
- ✓ 광합성녹색식물 발생으로 인한 환경변화 요인 제거
- ✓ 동굴의 주요 생태환경변화 및 동굴생성물

박리현상의 치유

- ✓ 동굴조명과 관련된 핵심 동굴환경문제의 해소
- ✓ 자연채광 태양광발전의 실험적 비교 분석에서 추적식의 개선효과를 확인하고, 동굴개별 비상전원의 적절성을 검토 제시하였다.

참고문헌

- 소대화, 동굴조명에 의한 생태환경 변화의 억제 방안, 한국동굴학회지 동굴 제77호, 2007
- Dea-Wha Soh, Application of Optoelectronics for Cave Management in Widely Separated Place, ismi'08, Shenyang, China, Oct.13-16, 2008
- 소대화, 단양지역 동굴의 조명시설 현황과 환경변화 분석, 한국동굴학회 후반기학술대회, 충북 단양, 2008
- 안창범, 이동현, 정선규, 조완희, 식물성장챔버용 LED패널 혼합 선택과장광원의 마이크로 프로세서 제어, 한국동굴학회 2007 전반기 학술대회 논문집, 2007.6.
- (주)이룩스 코퍼레이션, 코엑스전시자료, May 19-22. 2004
- 소대화, 변길호, 한상엽, 동굴관리를 위한 친환경 솔라-셀 전원장치와 면광원 전자발광태이프 동굴조명, 한국동굴학회 2004 전반기 학술대회 논문집, 2004.6.
- 이양규, 강신영, 오영복, 손경중, 김광현, 태양광 위치 추적기를 이용한 태양광 가로등 연구, 전력전자학술대회 논문집
- 이준신, 태양전지공학, 그린출판사
- 이재형, 태양전지원론, 홍릉출판사.
- 김덕수, 시스템응용, 남목출판사.
- 이응혁, 8051마이크로 컨트롤러, ITC