

## 자연에너지와 건축조경계획

조 균 형

수원대학교 건축공학과

### 요 약

건물의 실내 온열환경과 에너지 소비량은 건물 주변에 형성되는 미기후에 의해 일차적인 영향을 받게 된다. 따라서 미기후의 조건을 완화 혹은 순화시켜 가능한 건물 실내조건과의 차이를 줄이는 것이 건물의 에너지절약효과를 향상시키는 첫단계이며 자연에너지를 이용한 쾌적한 거주 환경조성에 기여하는 방법이 된다. 이와같은 관점에서, 본고에서는 대지내 경관을 아름답게 해주면서 또한 미기후 형성에 그 영향도가 매우 높은 조경요소들에 대해 그 종류 및 기후조절기능을 분석하고 조경계획의 주안점을 건물 열부하에 영향을 주는 항목별로 나누어 조사, 정리하여 바람직한 조경계획을 수립하는데 기초자료를 제시하였다.

### ABSTRACT

Indoor thermal environment and energy consumption of buildings are preferentially affected by the microclimate around buildings. It is the first method to improve energy conservation effect of buildings and the ways to utilize natural energy for the comfortable residential environment that the difference between the microclimate condition and the indoor thermal condition is made in minimum as far as possible. There are many factors to control and minimize the difference, but landscape element is the major one among the factors. In this respect, the report analyzes landscape elements and their function to control microclimate and presents basic data for the desirable landscape planning methods to improve energy conservation effect of buildings and to attain the comfortable residential environment

## I. 서론

최근에 이르러 화석연료 사용에 따른 문제점 이른바 환경오염, 지구 기후조건의 변화, 자연생태계의 파괴 그리고 화석연료 자원의 매장량 고갈 등이 세인의 주목을 끌기 시작하면서, 자연에너지 이용에 대한 관심과 요구가 각 분야에 걸쳐 점점 높아지고 있다. 특히 건축 분야에 있어서 일찌기 에스키모의 Igloo, 파키스탄의 Hyderbad시 주택, 미국 뉴멕시코의 전통적인 어도비 주거, 우리나라의 전통가옥 등 이른바 토속건축(vernacular architecture)에서 보여주듯이 우리 인간은 자연환경의 악조건을 극복하면서 동시에 자연에 순응하고 그 자연이 주는 혜택을 최대한 이용할 수 있는 지혜와 건축술을 발전 시켰던 경험이 있었기에, 이에 대한 관심은 현실적으로 기타 어느 분야에 비해 높을 수 밖에 없다.

이와 같은 관점에서, 인공환경(건축환경)이 자연환경과 서로 생태적 조화를 이루어야 하며 이를위해 자연에너지 이용을 통한 부드럽고 쾌적한 거주환경의 조성은 에너지절약이라는 당면 과제와 함께 우리 건축인들이 노력을 경주하여 달성해야할 소명이라 하겠다.

건물의 실내 온열환경과 에너지소비량의 많고 적음은 지역기후(macroclimate)보다는 건축물이 들어서는 대지 주변에 형성되는 기후(미기후)의 상태에 따라 직접적으로 영향을 받는다. 이 미기후(microclimate)는 주위의 건물 및 도로 등과 같은 인공구조물, 주위의 자연환경물, 조경요소 등과 같은 요인들에 따라 달라진다. 특히 조경요소들은 대지내 경관을 아름답게 해준다는 측면과 함께 건축물에 가장 인접한 주위 기후상태를 조절해 주는 역할을 한다는 측면에서 매우 조심스럽게 다루어야 할 건축디자인 요소라 하겠다.

따라서 이와 관련된 조경요소의 종류와 그들의 기후조절기능을 분석하고 건축물에 보다 쾌적하고 에너지절약적인 환경을 제공할 수

있는 바람직한 조경계획에 대해 살펴보고저 한다.

## II. 조경요소와 기후조절기능

대지 지표면 근처의 기후는 태양광선과 바람의 상태 그리고 이를 흡수, 반사, 차단하는 지표면 상태에 따라 좌우된다. 이들 자연에너지의 흐름을 조절하는 조경요소에는 토양, 지형, 식생, 물 등이 있다.

### 1. 토양(soil type)

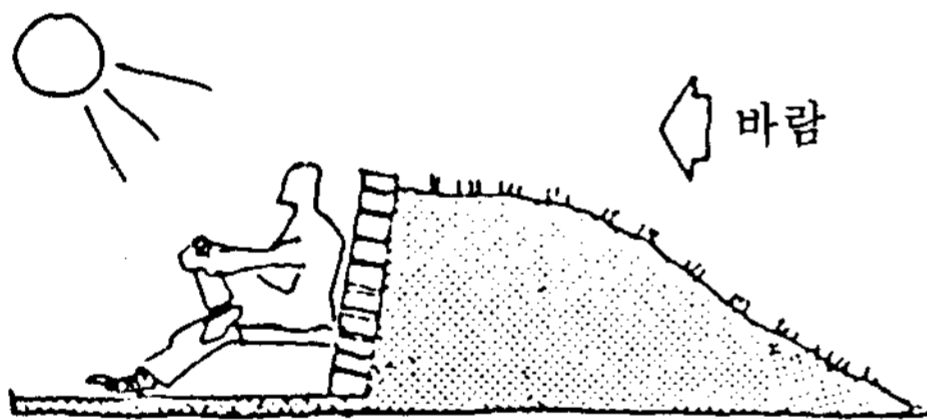
토양의 열용량, 색, 함수량, 반사율은 미기후에 커다란 영향을 미친다. 특히 토양의 열용량은 지중온도의 형성을 크게 좌우하며 이 지중온도는 건물 주위의 기온에 영향을 준다. 밝은 색의 모래는 많은 양의 태양복사선을 반사시킴으로서 대지를 가열하는 힘이 감소되고 따라서 지표면 근처의 공기도 따뜻해지지 못한다. 반면에 높은 열용량을 갖는 암석은 주간에 태양열을 흡수, 저장하였다가 야간에 지표면 근처공기로 방출시킨다.

〈표 1〉 지표면 유형에 따른 입사 태양복사선의 반사율

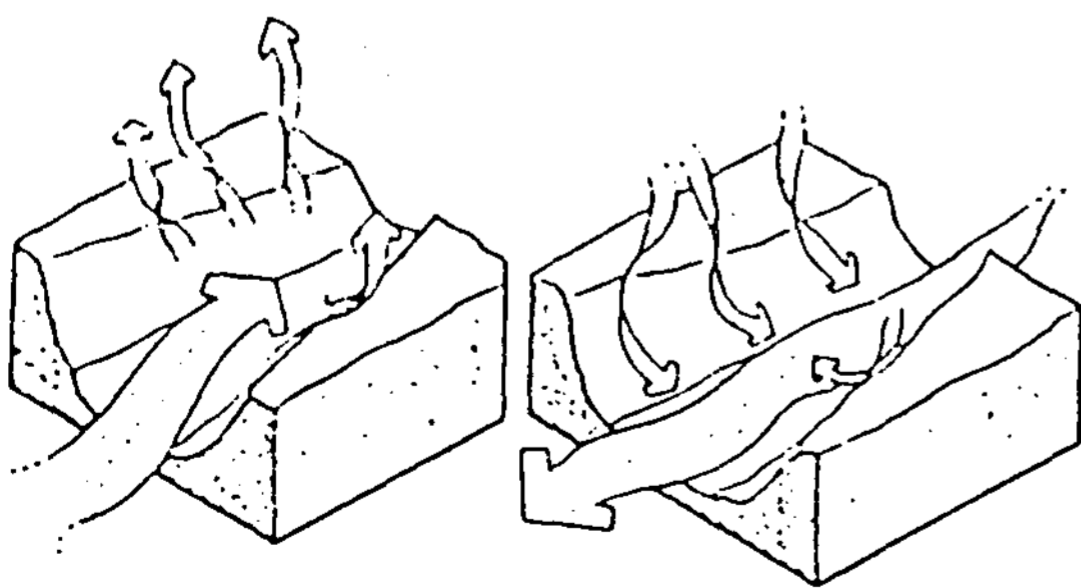
지표면 유형	반사율 (%)	지표면 유형	반사율 (%)
노출 흙, 건조 모래, 건조	10-25	노출 흙, 습윤 모래, 습윤	8-9
경토, 흑색, 건조	14	경토, 흑색, 습윤	8
암석	12-15	건조한 풀	32
초원	3-15	푸른 잎	25-32
질푸른 숲	5	사막	24-28
염습 모래톱	42	벽돌	23-48
아스팔트	15	도시	10

## 2. 지형(form of land)

대지의 경사도와 향은 태양일사의 수열량과 바람의 흐름 양상에 영향을 주어 미기후에 변화를 준다. 일반적으로 남쪽 경사면은 겨울철에 기타 향의 경사면 보다 많은 일사량을 받으며 또한 차거운 겨울바람으로부터 보호되기 때문에 따뜻한 공기층을 형성한다. 작은 둔덕이라도 바람의 방향과 속도에 변화를 주어 대지의 기온 특성에 변화를 준다. 한편 음풍 들어간 지형은 차갑과 무거운 공기가 모여들어 고이게 되며 특히 습기가 많은 공기일 경우에는 오전 중 발생하는 안개에 의해 태양복사선을 반사시킴으로서 더욱 긴 시간동안 추운 공간으로 남게 된다.



(그림 1) 작은 둔덕을 이용한 양지조성의 예



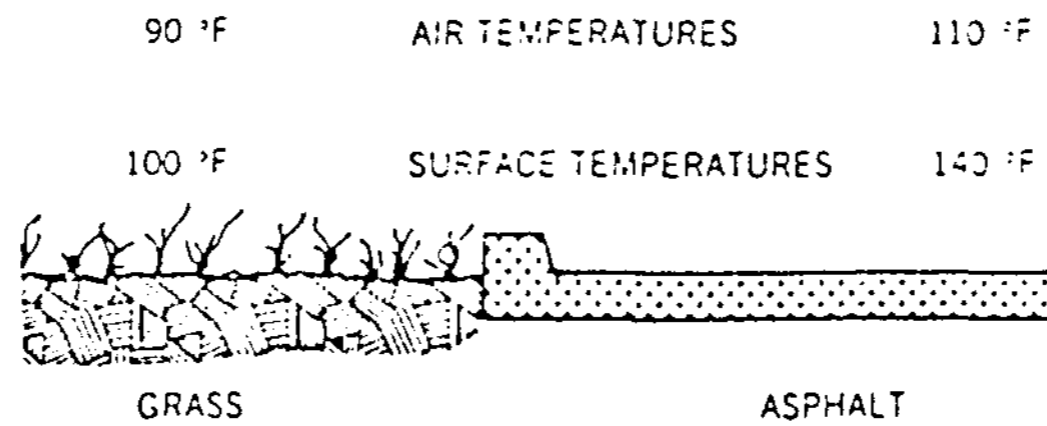
(그림 2) 지형에 따른 국지풍 형성

## 3. 식생(plants and vegetation)

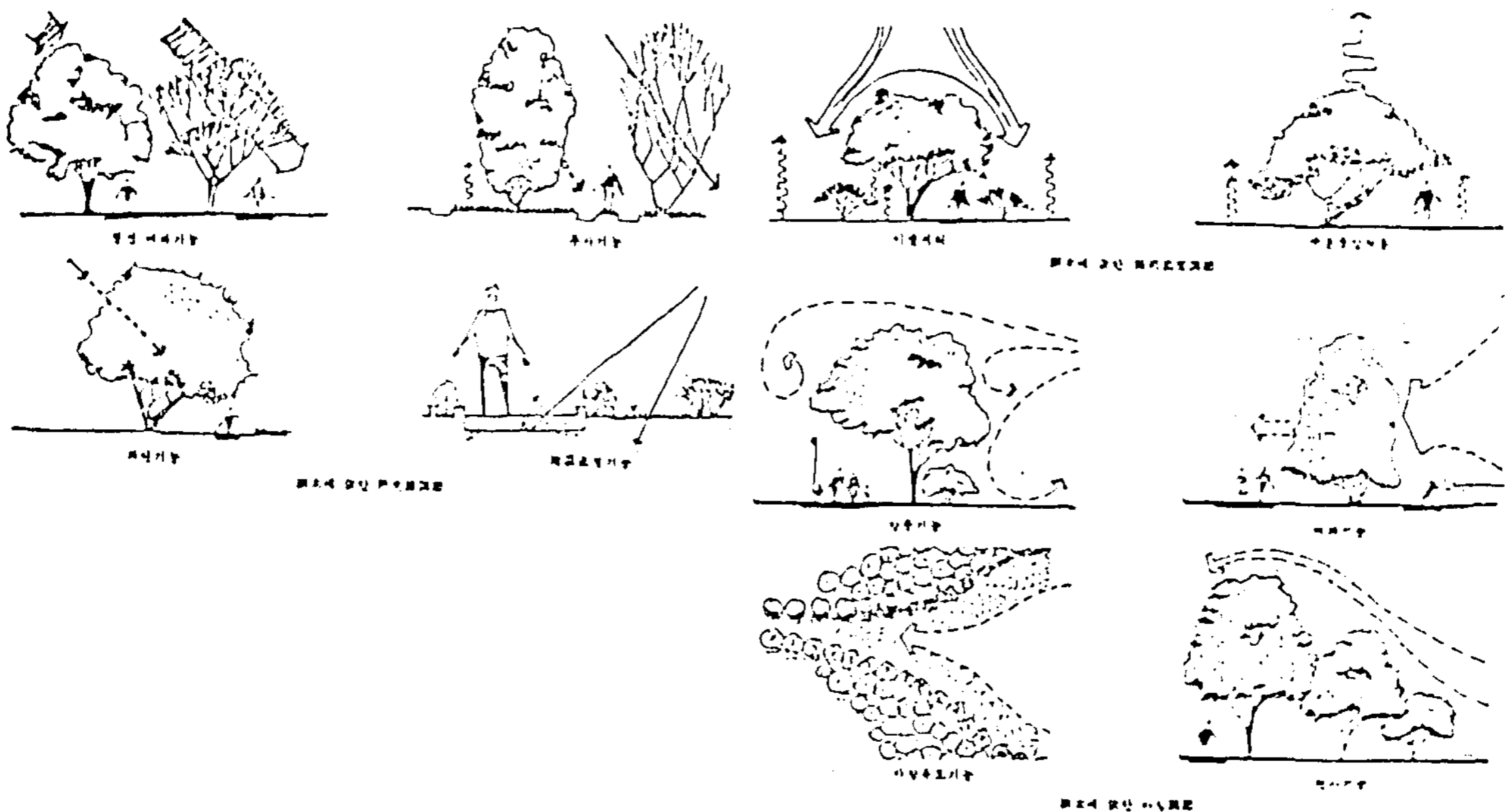
지표면을 덮고 있는 지피식물이나 수목은 그 자체가 갖는 생태적 특성으로 태양복사선의 여과, 투과, 흡수, 반사 등의 작용을 통해 그리고 바람의 조건을 변화시킴으로서 외기의 온도와 습도에 많은 영향을 준다. 즉 식생은 대지내 태양광조절기능, 강수량 조절기능, 습도 조절기능, 바람 조절기능을 수행함으로써 건물 주위의 미기후에 커다란 영향을 미친다. 예를들어 여름철에 이들은 태양복사선의 반사내지는 차단으로 지표면에 그늘을 드리워서 또한 김내기 작용에 의한 수분방출 및 증발로 지표 부근 공기온도의 급작스러운 상승을 방지한다. 실제로 실험자료에 의하면 수목은 태양광선의 90%를 흡수 또는 반사시키며 식재 밀집도가 높은 경우 부는 바람의 속도를 75%에서 85%까지 감소시킬 수 있고 주간이 그늘없이 태양에 노출된 대지위의 외기온에 비해 약 10°F 이상을 낮출 수 있고 잔디와 같은 지피식물을 심으므로써 여름철 맑은 날에 대지의 온도를 노출 흙표면 위의 대기온도에 비해 약 10°F에서 14°F까지 낮출 수 있는 것으로 보고하고 있다. 일반적으로 짙은 색을 띠며 거친 질감의 잎을 갖는 수목이 옅은 색, 부드러운 질감의 잎을 갖는 수목에 비해 그리고 상록수 보다는 활엽수가 태양광 조절효과가 높다. 또한 이밖에도 식생은 대지 주변의 소음 차단 기능과 공기정화 기능도 갖는다.

## 4. 물(size, shape, and proximity of bodies of water)

크게는 바다를 비롯하여 강, 호수, 연못은 물이 갖는 높은 열용량에 의해 지표면 보다는 그 주위의 공기온도 변화폭을 크게 감소시킨다. 실제로 지표 부근의 주야간 일교차가 18°C를 나타낼 때 수중의 온도 변화는 1°C에 지나지 않는 것으로 조사되고 있다. 또한 이들은



(그림 3) 지피식물에 의한 대기온도 조절



주위 공기의 습화(濕化)에 의해 공기온도를 올리는데 그 만큼 많은 열을 필요케 함으로서 극단적인 기온 상승을 막아주며, 물표면을 스쳐 부는 바람의 열을 빼앗아 건물 주위를 흐르는 공기의 온도를 낮춰 주기도 한다.

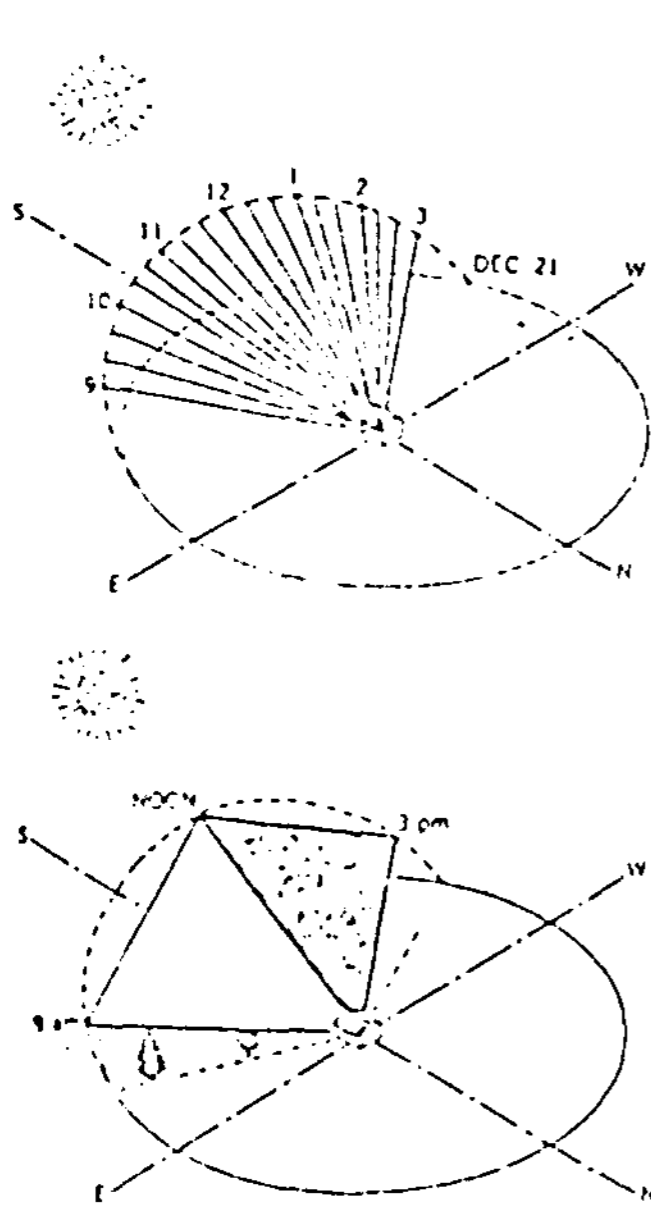
조경계획의 주안점에 대해 건물 열부하에 영향을 주는 항목별로 나누어 살펴보면 다음과 같다.

### 1. 건물에 직접 입사되는 일사조절을 위한 조경계획

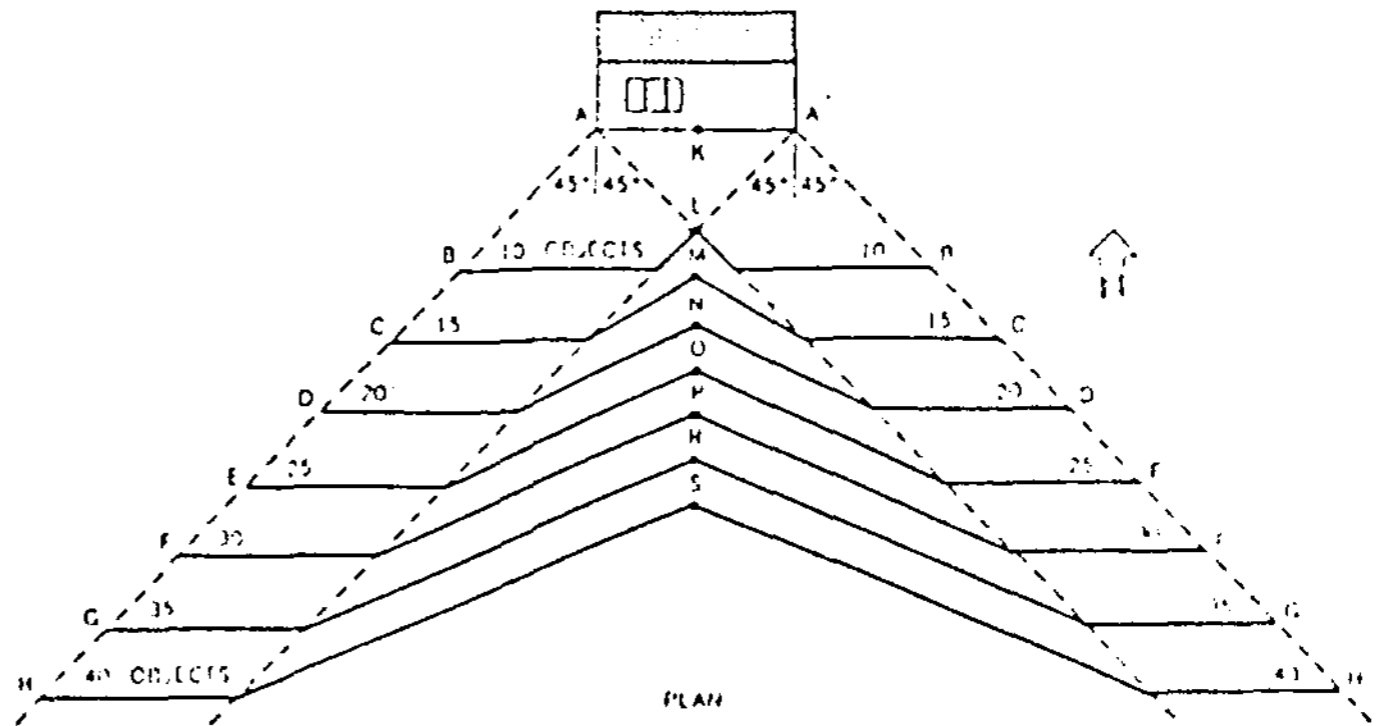
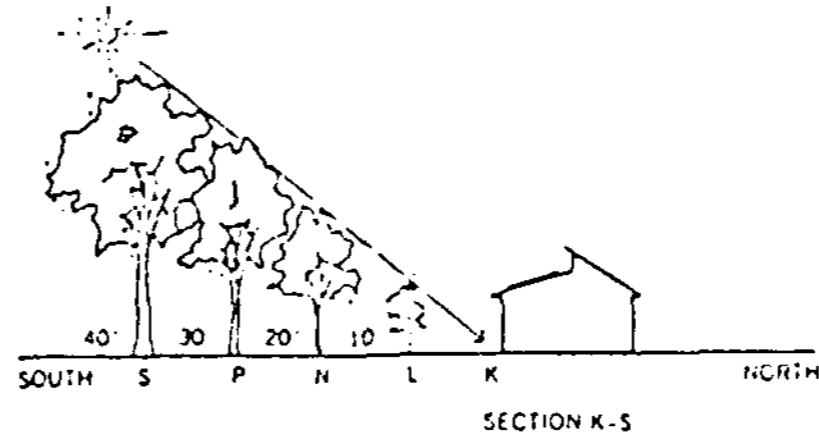
### III. 조경계획

자연에너지를 최대 한도로 이용하여 에너지 절약 측면과 함께 쾌적 온열환경 조성 측면에서 조경계획의 본질은 주어진 불쾌한 외부 기후조건을 조절하여 건축물의 에너지 사용량에 일차적으로 영향을 미치는 미기후 조건을 완화시키는데 있다고 할 수 있다. 이를 위한

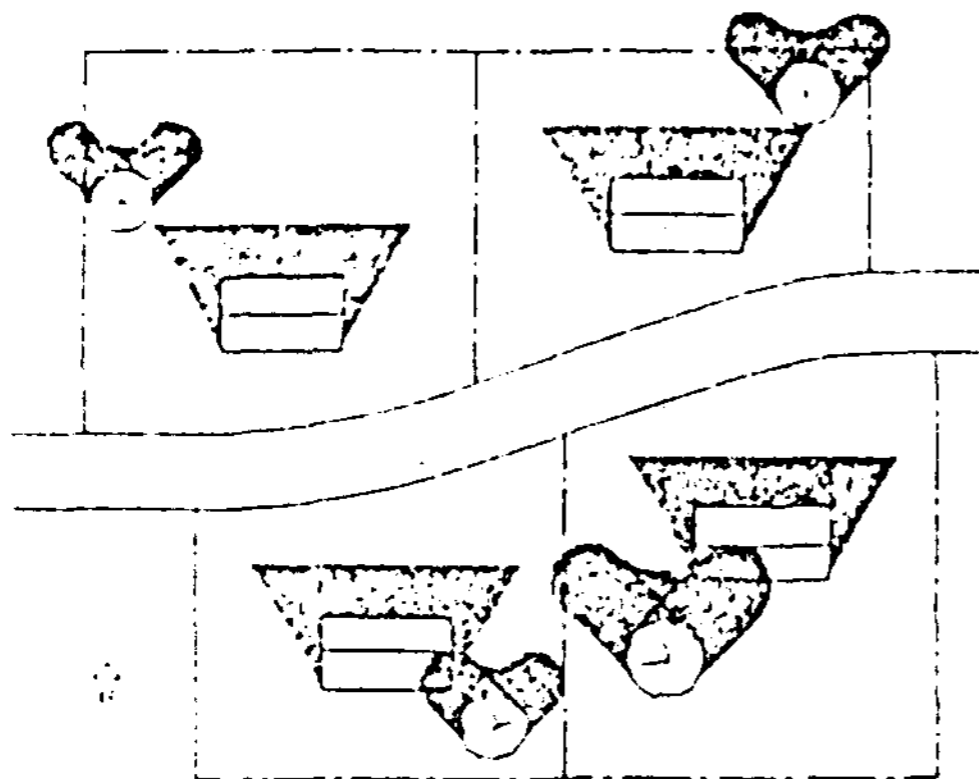
대지가 비교적 넓은 경우에 일사 수열에 대한 조절계획을 수립하기 위해서는 먼저 계절별로 태양궤적을 분석하여, (그림 5)와 같은 해당 지역별 일사 접근로(solar access boundary) 분석도나 (그림 6)과 같은 음영 양상도(shadow patterns)의 작성이 수목의 위치별 적정높이를 결정하는데 유용하게 활용될 수



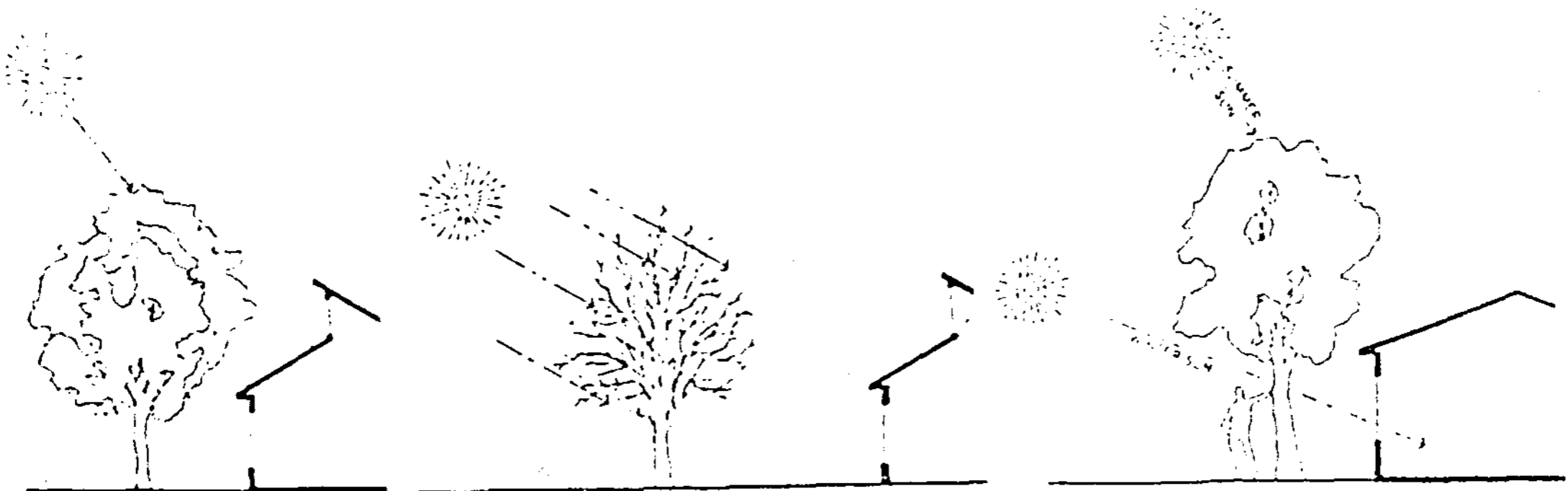
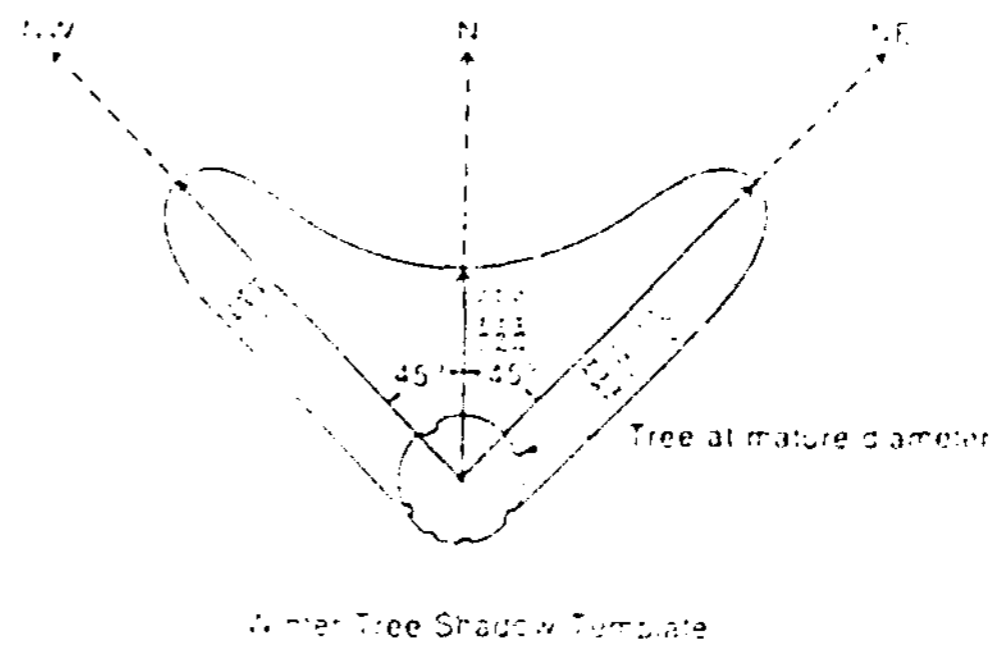
(그림 5) 태양계적 분석



(그림 6) 대지내 일사접근로 분석도



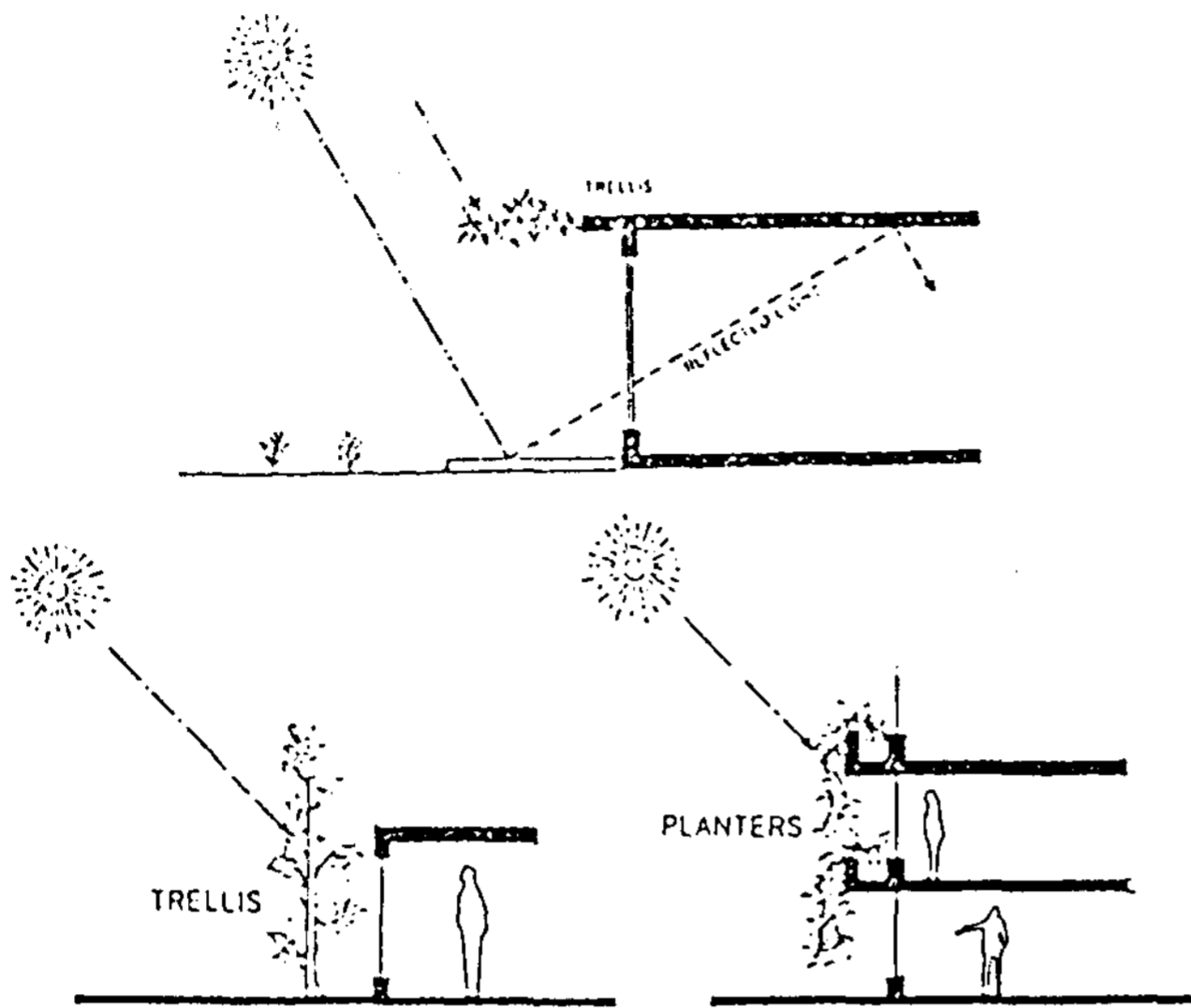
(그림 7) 대지내 음영 양상도



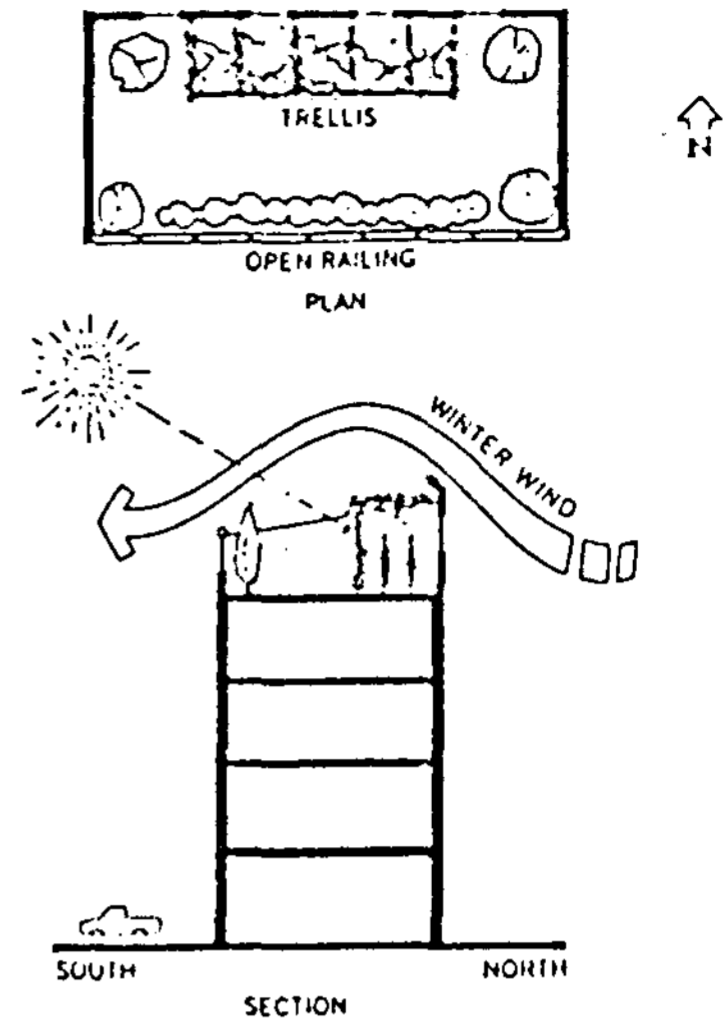
(a) 건물 남측 낙엽수

(b) 건물 동, 서측 교목

(그림 8) 수목에 의한 동, 하계 일사조절



(그림 9) 넝쿨식물과 트렐리스에 의한 일사조절



(그림 10) 옥상 정원의 설계

있다. 반면에 전면의 공기 확보가 어려운 경우에는 수목의 종류에 의한 일사 조절방법이 효과적이다. (그림 8)과 같이 건물 남측에는 잎이 크고 거치른 낙엽수를 이용하고 건물의 동측이나 서측에는 키가 크되 낮은 부분의 가지를 잘라낸 교목을 식재하여 여름철의 그늘 제공과 겨울철의 낮은 고도의 일사 수열을 차단하지 않게 한다. 이러한 방법외에 트렐리스(trellis) 혹은 파골라(pergola) 등의 적용을 들 수 있다. 일반적으로 건물의 동측이나 서측면에는 수직의 포도넝쿨 트렐리스가 매우 효과적이고 수평의 트렐리스는 어느 방위에서나 효과적으로 이용 가능하다. 한편 (그림 10)과 같이 지붕 위에 설치하는 옥상 정원은 여름철 지붕 표면에 흡수되는 일사량을 크게 감소시켜 지붕 구조체로부터의 실내 발산 복사열에 의한 실온 상승을 방지하는데 효과적으로 이용될 수 있다.

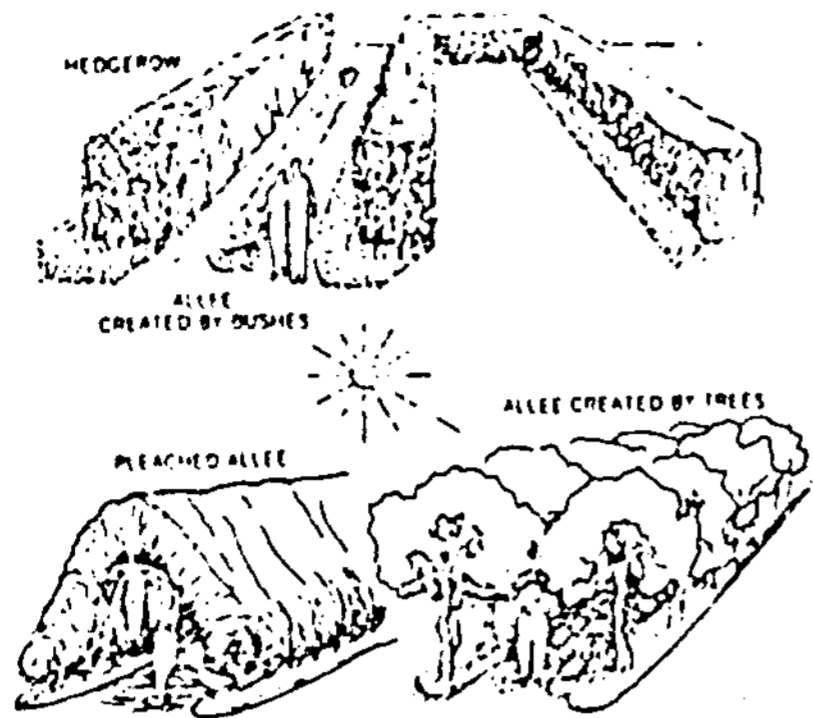
## 2. 건물 주위공기의 온습도 조절을 위한 조경계획

전술한 일사조절을 위한 조경술과 함께 아

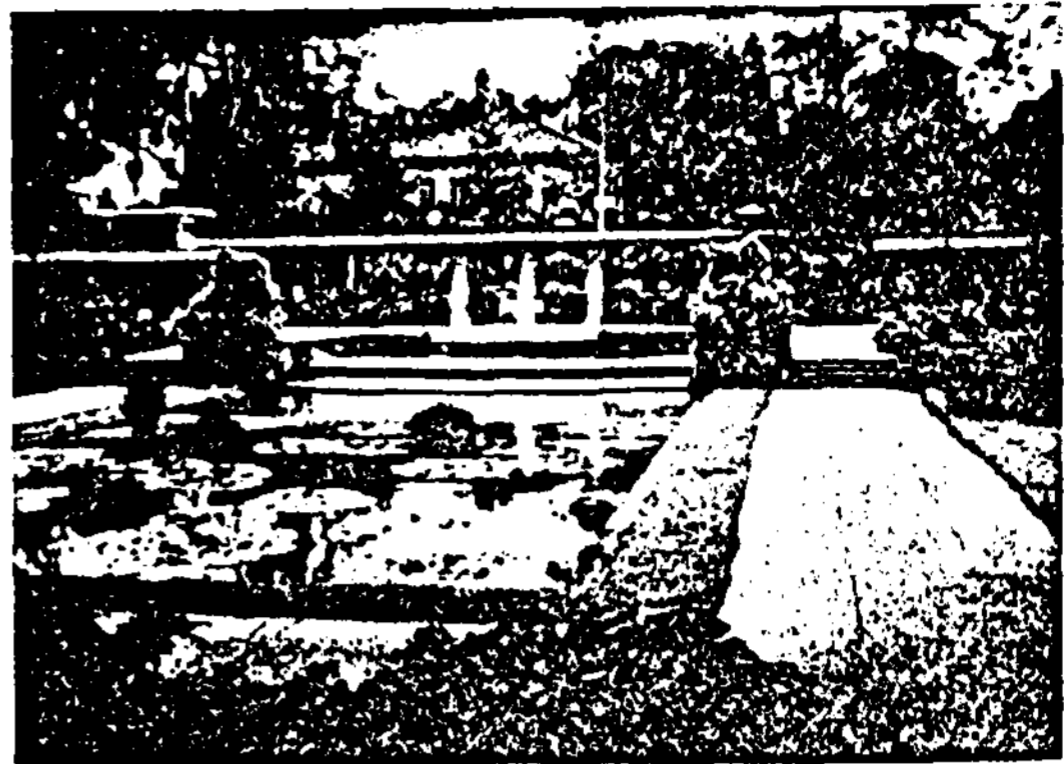
스팔트나 콘크리트 대신에 잔디와 같은 지피 식물로 옥외대지 공간의 표면을 덮거나 관목(bush)이나 기타 나무를 울타리 혹은 터널형상(pleached allees, hedgerow, arbor)으로 식재함으로써 지표면으로부터의 복사열을 감소시키거나 많은 면적의 지면에 그늘을 만들어 여름철 건물에 작용하는 주위 공기의 온도를 낮추는데 효과적이 된다(그림 11 참조) 또한 해당 지역의 여름철 주풍향 경로 상에(그림 12)와 같은 연못이나 분수를 설치함으로써 여기를 스치는 공기를 냉각시켜 건물 실내의 통풍 냉각효과를 높혀 주며, 그 표면에서의 증발작용에 의해 주위 공기로부터 열을 빼앗거나 공기의 수분 함유량에 영향을 주어 건물 주위 공기의 온습도 조건을 완화시킨다.

## 3. 건물 주위의 기류조절을 위한 조경계획

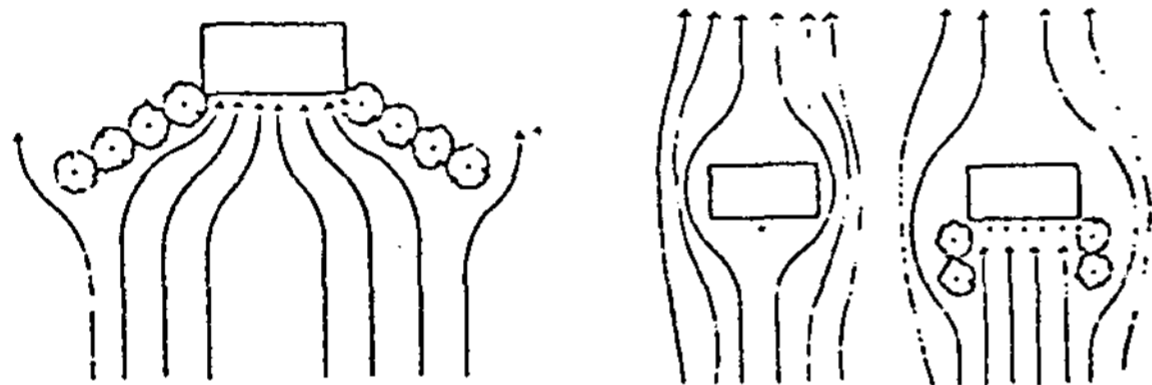
건물 주위의 기류조절은 결국 건물 실내의 여름철 통풍냉각효과와 겨울철 방풍보온효과를 극대화하여 건물의 냉방부하와 난방부하량을 감소시키는데 기여한다. 이를 위해 해당



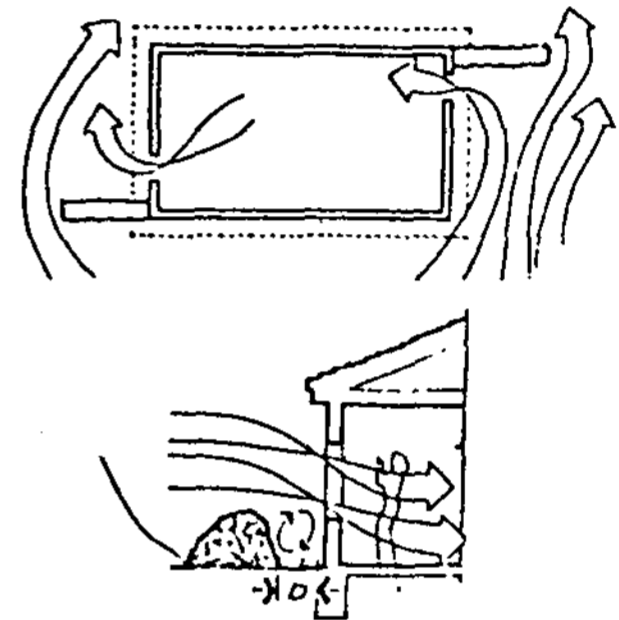
(그림 11) 나무 울타리 및 터널



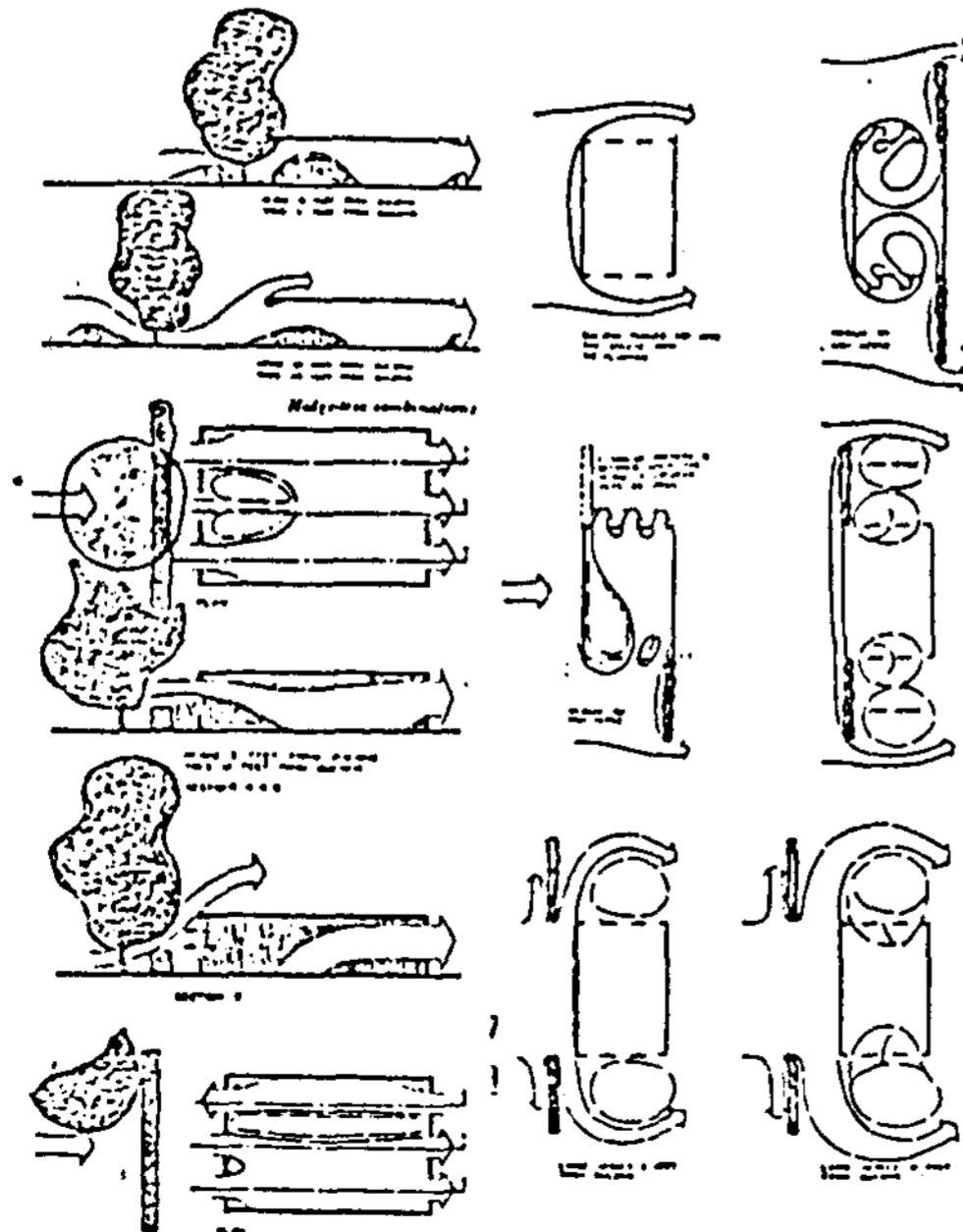
(그림 12) 연못과 분수



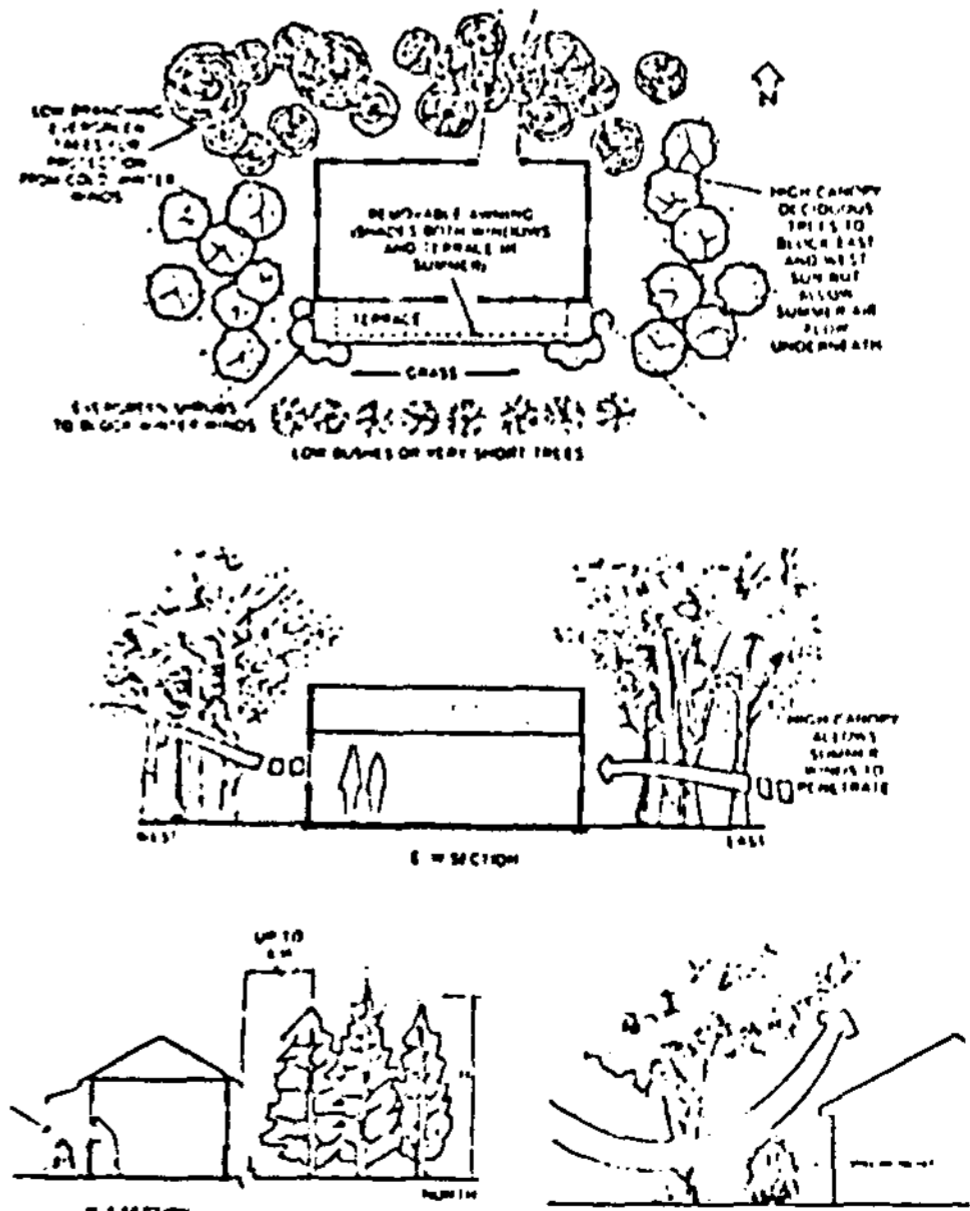
(그림 13) 건물로의 바람유도를 위한 식재설계



(그림 14) 관목에 의한 건물실내 통풍유도계획



(그림 15) 관목과 교목에 의한 건물 실내 통풍유도계획



(그림 16) 온대지역의 조경설계 예

지역의 계절별 常風向을 조사하여 여름철 바람을 적극적으로 건물전면에 받을 수 있도록 바람을 유도하고(그림 13 참조), 유도된 바람이 냉각되어 실내를 골고루 통할 수 있도록 앞에서 서술한 바와같이 주풍향 경로상에 분수등을 배치하고 (그림 14)와 (그림 15) 같이 건물에 설치하는 창 위치와의 관계를 고려하여 식재하는 것이 바람직하다. 한편 겨울철 차거운 바람이 건물 면에 직접 와닿는 것을 피하기 위하여 주풍향 측에 상록성 교목과 키 작은 관목을 이용하거나 일정 높이의 교목의 밀집도를 조절하여 (그림 16)과 같이 식재하거나 담과 같은 인공구조물을 높게 쌓는 것이 효과적인 방법이 된다.

#### IV. 결론

환경오염 방지문제 및 에너지절약 측면에서 특히 우리나라의 경우, 에너지 부존자원이 부족하여 에너지 해외 의존율이 지난 '89년 기준으로 86.2%이고 2010년에는 93.2%로 예상되는 시점에서 화석연료의 대체에너지원으로 자연에너지의 활용 방안이 절실히 요구된다고 하겠다. 이러한 점에서 미적기능 이외에 공기정화 기능 및 차음기능과 함께 건물의 실내외 공간의 온열환경 조절기능을 갖는 조경계획은 자연에너지를 건축에 적용하는 첫번째 단계로

다루어져야 할 중요한 과제이며 앞으로 개론적으로 언급된 전술한 내용들에 대한 보다 정밀한 연구가 우리나라의 기후 및 자연환경과 건축적 특성을 고려하여 이루어져야 하겠다.

#### 참고문헌

1. 조동범 역, 조경설계의 기본요소, 대우출판사, 1987
2. 손일, 최정권 역, 인간과 자연환경, 명보문화사, 1987
3. 이상우 외, 건축환경계획론, 태림문화사, 1993
4. Charles McClenon, Landscape Planning for Energy Conservation, Environmental Design Press, 1977
5. IAN L. McHARG, Design with Nature, Doubleday & Company, Inc., 1969
6. Victor Olgyay, Design with Climate, Princeton Univ. Press, 1963
7. Donald Watson, et al., Climate, McGraw-Hill Book Co., 1983
8. Brian Heckett, Planting Design, E.& F.N. Spon Ltd., 1979
9. Philip L. Carpenter, et al., Plants in the Landscape, WH. H. Freeman & Company, 1975
10. Norbert Lechner, Heating, Cooling, Lighting, John Wiley & Sons, 1991



## **The Effect of Atrium on Energy Conservation and Environmental Control of a Building**

The study, considering the fact that most of the recently built atrium buildings do not fulfill their capacity of energy conservation and environmental control, aims to develop design strategies for architects in designing atrium buildings in terms of energy/environment standpoint.

The research includes case studies of existing atrium buildings, quantitative analysis of energy performance for atrium buildings and systematic investigation of various aspects of atrium regarding its function of thermal, luminous and acoustical control of a building. The result of the study may contribute to the considerable reduction of energy consumption as well as to improvement of overall building environment.

## **The Concept of Daylighting**

**Kwang-Woo Kim**

*Korea Institute of Energy Research*

For the proper utilization of daylight in a building, an architect should be able to utilize the building enveloped as a filter to admit daylight into the building. The daylighting concepts commonly used in buildings are categorized as sidelighting, toplighting and atrium, and their lighting concepts and characteristics are discussed. The decision of the daylighting concepts for a building should be based on the analysis of the quantity, characteristics and directionality of daylight, and resulting contrast effect.

## **자연에너지와 건축조경계획**

**조 균 형**

수원대학교 건축공학과

Indoor thermal environment and energy consumption of buildings are preferentially affected

by the microclimate around buildings. It is the first method to improve energy conservation effect of buildings and the ways to utilize natural energy for the comfortable residential environment that the difference between the microclimate condition and the indoor thermal condition is made in minimum as far as possible. There are many factors to control and minimize the difference, but landscape element is the major one among the factors. In this respect, the report analyzes landscape elements and their function to control microclimate and presents basic data for the desirable landscape planning methods to improve energy conservation effect of buildings and to attain the comfortable residential environment

## **Trends of International Daylight Measurement Programme**

**Hway-Suh Kim**

*Dept. of Architecture, Dan-Kook Univ.*

In recent year in many countries with various climatic conditions are becoming very widely used with daylighting system based on maximum used of the Sunlight. This paper will present on trend of International Daylight Measurement program which has already organized by CIE technical committee called TC307.

The International Daylight Measurement Year(IDMY) has been decided to be initiated at the beginning of 1991 to collect various kind of daylight and solar radiation data all over the world.

## **ShadowAnalysis : A Visual Analysis Model for the Performance of External Shading Devices**

**Won Jin Tae**

Assistant Professor New College of Architecture and Planning University of Colorado at Denver Campus

건물의 외부에 차양을 설치하는 것은 건물이 갖는 냉방부하를 줄일 수 있는 중요한 요인이 된다. 외부차양의 효율성은 차양의 형태, 크기, 태양의 경로, 건물의 방향등과 같은 요소에 의해 결정 지어진다.

그러나, 이러한 요소들이 서로 동적으로 상호 관련 되어 있기 때문에 외부차양에 의한 그림자 투영은 예측하기 힘들고, 따라서 냉방부하가 얼마만큼 감소되는지는 더욱더 예측이 어려워진다. 이 논문은 디자이너가 직접 외부차양을 컴퓨터 그래픽으로 디자인 함과 동시에 그림자 투영을 시각화 할 수 있는 프로그램 개발을 위한 연구이다.