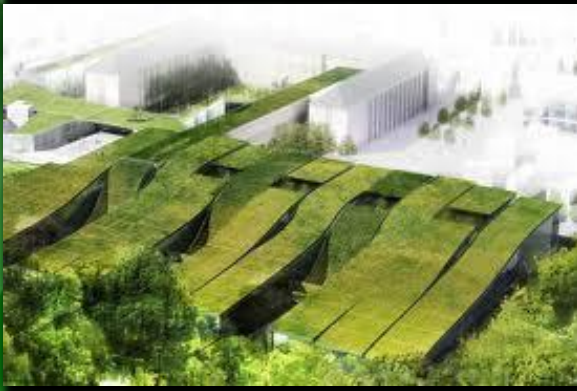


지붕을 활용한 열섬 현상의 완화

1조 구성원 : 김영욱, 이회건, 이정연

Contents



01. Heat Island

02. Previous Study

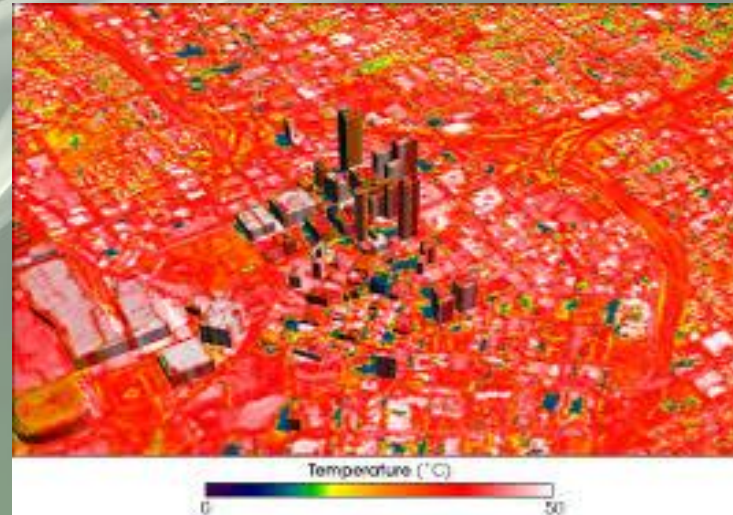
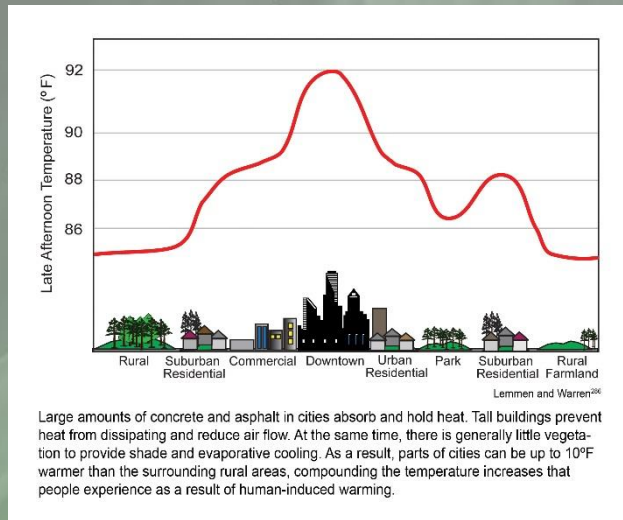
03. Green Roof

04. Assumption & Calculating

05. Conclusion

Heat Island

1. 열섬 현상?



일반적인 다른 지역보다 도심지의 온도가 높게 나타나는 현상

인구와 건물의 밀집으로 인해 발생하는 복합적인 현상

Heat Island

2. 형성 원인

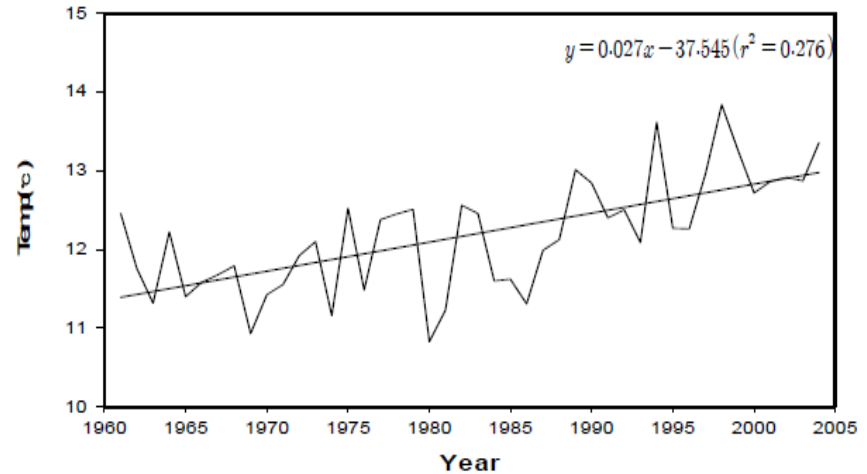
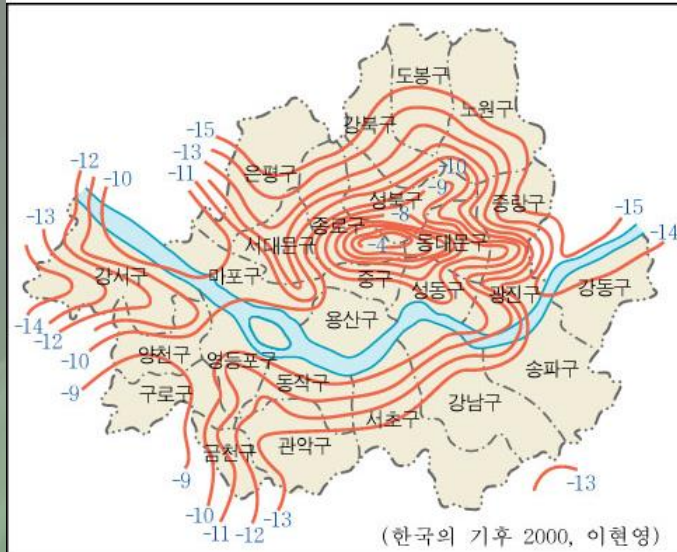


건물과 포장도로로 인한 지표 열수지 변화

고층 건물로 인해 공기순환 저해

Heat Island :

3. 서울의 현황



<그림 4> 서울 지역 평균 기온의 경년 변화(1961년~2004년).

중심부를 중심으로 두드러지는 열섬현상

매년 상승하고 있는 서울도심의 기온

Previous Study

1. 도시의 열섬 효과와 시뮬레이션(09년 6조)

I. 열섬 현상이란?

II. 태양복사, 지구복사에 의한 열적 평형

III. 다양한 변수를 고려한 열섬현상

i. 자동차 배기열

ii. 인공구조물

iii. 에어컨

iv. 종합

IV. 결론 및 본 연구의 한계




V. 참고

주요 원인 : 인공구조물, 자동차 배기열, 에어컨

Previous Study

2. 열섬 효과 시뮬레이션 결과

하루 동안 23도씨 -> 28.7도씨
세 변수에 의한 온도변화는 거의 같다.

자동차	인공구조물	에어컨
1.53도 	2.09도 	3.16도 

세 요인 중 가장 현실가능성이 있는 인공구조물 선택

Green Roof

1. Green Roof?



표현 그대로 지붕 위에 토양과 식물을 위치시키는 것

태양빛을 가려주고 증발산을 통해서 열을 제거하는 역할

Green Roof

2. 효과 분석



설치를 통해서 얻어진 명백한 표면온도 감소효과

적게는 20도에서 많게는 30도 이상 온도감소 발생

Assumption & Calculating

1. 다룰 문제들

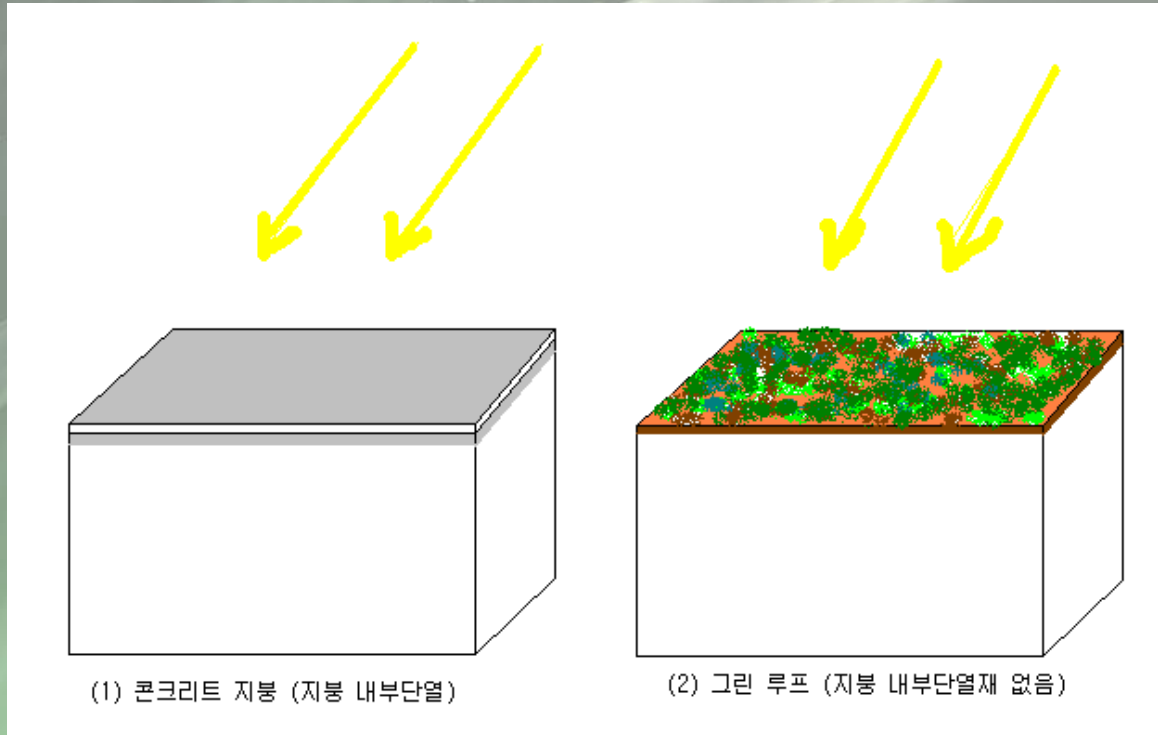
Q1. 태양복사에너지에 의한 지붕온도변화

Q2. 전도를 통한 외부와 실내와의 열교환

Q3. 지붕에 따른 외부 방출 열에너지 차이

Assumption & Calculating

2. 주요 가정



콘크리트 건물 VS 그린루프 설치된 건물

복사에너지 도달은 $0.9\text{cal/cm}^2\text{min}$, 하루 10시간

Assumption & Calculating

2. 주요 가정

1. 콘크리트 지붕 30cm, 그린 루프의 토양 두께 30cm
2. 콘크리트의 열전도율은 1.2W/mK , 알베도는 20%
3. 그린루프의 식물 알베도는 20%, 토양의 열전도율은 0.7W/mK
4. 콘크리트 건물은 지붕을 통한 내부와의 열교환X
그린루프 건물은 지붕을 통한 내부와의 열교환O
(토양을 제외한 건물의 지붕은 50% 정도의 단열효과)
5. 계절은 여름. 낮 동안 (일조시간 동안) 32도로 일정
초기 실내 기온은 26도로 고정, 냉방을 통해 20도로 유지
6. 가로 15m 세로 10m 높이 4m의 건물(주택) 규모 설정

Assumption & Calculating

3. Q1 : 태양복사에너지에 의한 지붕온도변화

	보통 콘크리트	적당히 습한토양
비열	0.22kcal/kg°C	0.5kcal/kg°C
밀도	2240kg/m³	1450kg/m³
열전도율	1.2W/mK	0.7W/mK
알베도	0.2	0.2(but SRI : 0.8)

(1) 콘크리트 지붕의 온도변화

콘크리트 지붕의 부피 : 45m³ → 콘크리트 지붕의 열용량 약 **22000kcal/°C**

평균 복사에너지 0.9cal/cm²min, 10시간 동안 일조시 받는 총 열에너지

$$150\text{m}^2 \times 600\text{min} \times 0.9\text{cal/cm}^2\text{min} \times 0.8 = \mathbf{648000 \text{ kcal}}$$

콘크리트 지붕의 가열 10시간 후 온도변화는 **+29.45 °C**

Assumption & Calculating

3. Q1 : 태양복사에너지에 의한 지붕온도변화

(2) 그린루프의 온도변화

토양 지붕의 부피 : $45\text{m}^3 \rightarrow$ 열용량 약 **$33000\text{kcal}/^\circ\text{C}$**

평균 복사에너지 $0.9\text{cal}/\text{cm}^2\text{min}$, 10시간 동안 일조시 받는 총 열에너지

$$150\text{m}^2 \times 600\text{min} \times 0.9\text{cal}/\text{cm}^2\text{min} \times 0.2 = \mathbf{162000 \text{ kcal}}$$

콘크리트 지붕의 가열 10시간 후 온도변화는 약 **$+4.90^\circ\text{C}$**

Assumption & Calculating

3. Q2 : 전도를 통한 외부와 실내의 열교환

(1) 콘크리트 지붕

콘크리트 건물은 내부와 외부가 단열된 구조로 설정

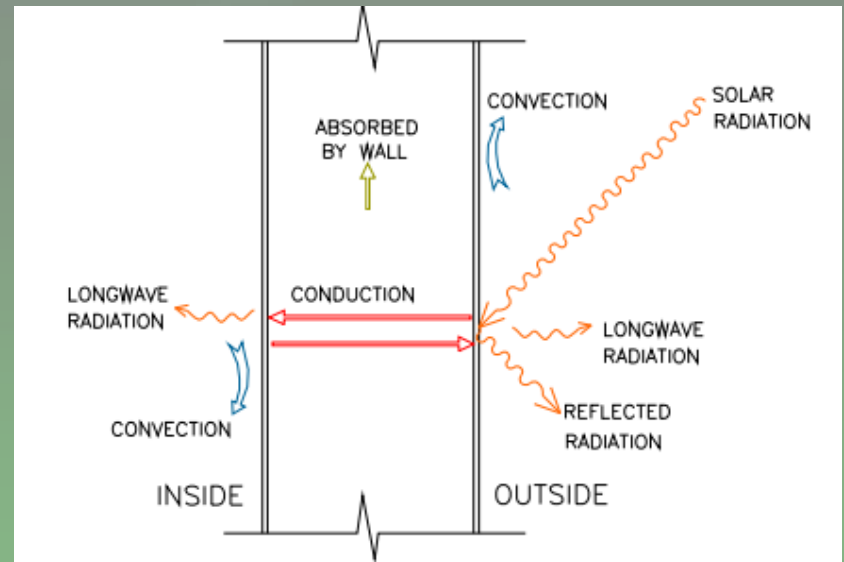
흡수한 열 그대로 방출

(2) 그린루프

열교환만 이루어지는 닫힌계

전도와 복사만 고려

대류는 없다고 가정



Assumption & Calculating

3. Q2 : 전도를 통한 외부와 실내의 열교환

첫번째 시도

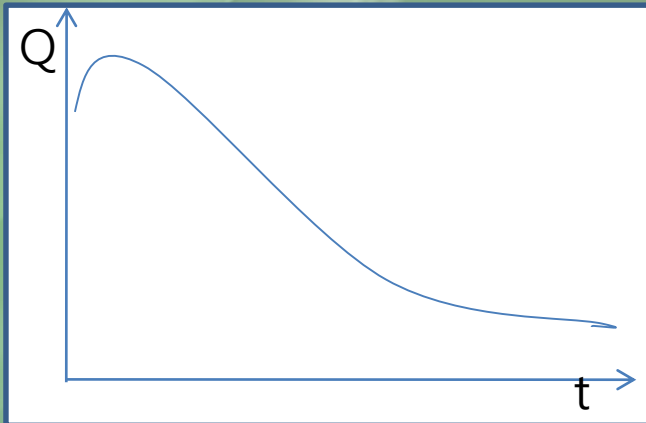
토양지붕은 처음 1-2시간 동안 내부, 외부 온도 차이에 의해 전도발생

내부 천장이 제법 데워지기 시작하면 주변으로 열을 복사방출

전도에 의한 열교환은 $(T_o - T_i)$ 가 낮아짐에 따라 감소

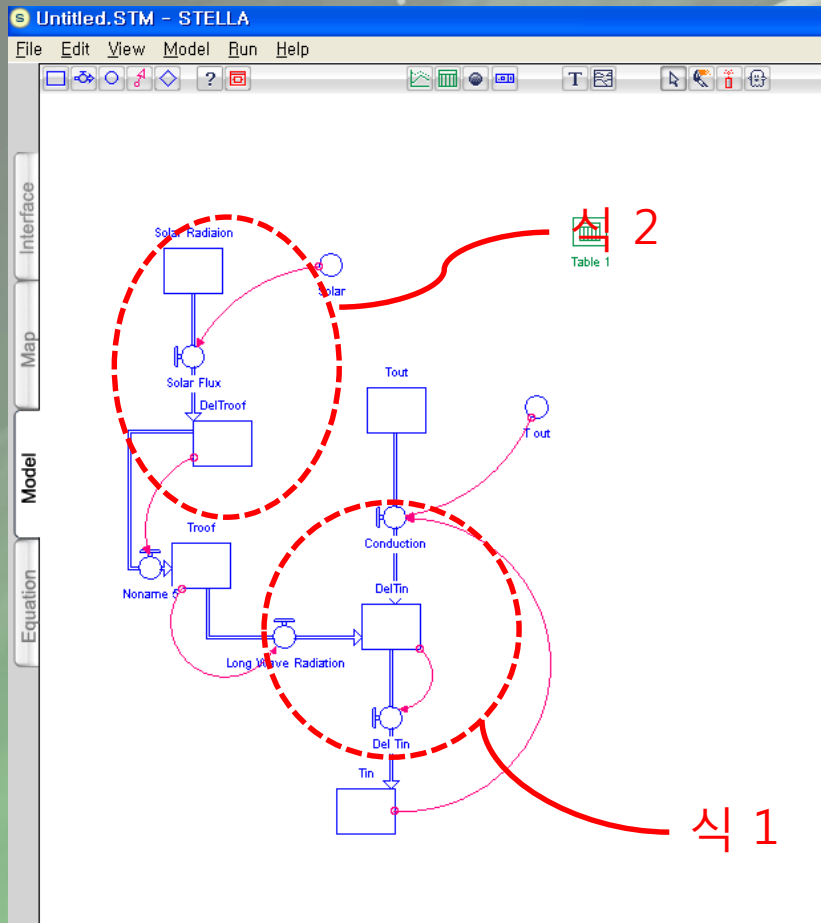
$$T_{so} = T_o + \alpha S_t / h_o - \epsilon \Delta R / h_o$$

$$Q = 0.7 \text{ W/m}^2\text{K} \times 150 \text{ m}^2 \times (32 + 0.49h - 26 + \Delta T_i) = \text{약 } 630 \text{ W}$$



Assumption & Calculating

3. Q2 : 전도를 통한 외부와 실내의 열교환



두번째 시도

스텔라를 이용한 모델링

식 1. 실내에서 받은 총 열량
= 실내온도와 실외온도 차이에 의한 전도열
+ 태양에너지 흡수 후 장파복사에 의한 복사열

식 2. 태양복사에너지
= 지붕에서 방출하는 복사 에너지
(흑체복사 가정)

Assumption & Calculating

3. Q3 : 지붕에 따른 외부 방출 열에너지 차이

토양지붕의 건물의 온도 변화 양상은 일조시간 동안 2°C 정도의 온도상승을 겪는다는 결과
(계산에 어려움이 많아 적당한 수준의 단열을 가진 천장을 설정)

콘크리트 건물이 높은 온도까지 가열되고 그 열을 내부로 보내지 않고 밤 시간 동안, 주변온도로 떨어질 때 까지 계속 복사방출

약 60만 kcal에서 추가로 더 많은 열에너지를 잃어 일교차를 높이고 도시 열섬 현상을 극대화시킴

그러나 토양지붕 건물은 식생의 증산 작용을 통한 열의 변환과 함께, 내부 열교환 등을 병행하여 열을 분산시켜 흡수하였던 열 중 **5%** 에 미치는 열을 내부로, 열 용량이 크고 온도변화에 덜 민감한 만큼 적은 양의 열에너지를 외부로 방출하여 보다 적은 열을 방출하고 일교차를 완화하는 양상이 보였다. **20만 kcal**

Conclusion

정리 & 평가

- Q1에서 다른 모델에서 측정한 값과 각 지붕의 온도변화값은 유사
- Q2에서 전도와 대류, 복사의 복잡한 메커니즘을 단순화하는 과정에서 계산에 어려움이 있었고 예측보다 큰 값이 산출
- Q3에서 그린루프는 표면온도를 낮추는데 효과적이며, 결과적으로 열섬현상을 완화함
- 현실적 상황에 맞는 복잡한 모델링을 구현하기에는 한계
- 그린루프를 이용한 건축물은 실내온도를 1-2도정도 올리지만 도시의 열섬 현상을 완화시키는데 중요한 역할을 수행가능
- 경제적인 요소를 고려하지 않아서 효율적인 측면분석 부족
- 도심에 인구가 집중된 한국의 상황에서 환경적인 측면에서는 효과가 있을 것으로 보이며, '그린루프'라는 용어가 국내에서는 아직 생소하지만 해외에서는 이미 상당한 연구가 이루어지고 있는 중

Reference

Environmental Benefits of Green Roof, Michael Wong, 2007

Green Roof Establishment in Extrmeme Conditions, Roger Grothe, 2008

An Introduction to Atmospheric thermodynamics, Tsonis, 2007

Introduction to Atmospheric Chemistry, Daniel Jacob, 2004

지붕색에 따른 옥상층의 여름철 실내온도 비교, 류택형, 2010



The background features a dark green gradient with flowing, ethereal waves of lighter green and yellow. Numerous small, bright yellow and white particles, resembling sparks or dust, are scattered across the upper portion of the image, creating a sense of movement and light.

Thank you