

# 覆土住宅의 實例를 통한 에너지 測定 研究

## A Study on the Measurement of Energy in a case of the Earth Bermed Housing

孫 章 烈\*    李 時 雄\*\*  
(Shon, Jang Yeul) (Lee, Shi Woong)

### ABSTRACT

The purpose of this paper is to research the performance of the energy in a case of the earth bermed House designed to be suitable for Korean situation in comparison with a conventional housing. The result of this study can be summerized as follows; 1) Heating energy of the earth bermed house is saved 40.1% than that of the conventional housing in Korea. 2) The time-lag of the earth bermed house is 57 minutes longer than that of a conventional housing on account of the thermal capacity, so the earth bermed house has much more satisfactory thermostatic mitigation effect rather than the conventional housing.

### I. 序 論

우리 人間은 自然을 떠나서 生存할 수 없다. 現代都市建築의 發展은 自然과 人間을 隔離시키고 人間性的의 喪失을 深化시키므로 覆土住宅은 이러한 生態學的인 面에서 出現하게 된다. 1973年 에너지 波動이래 地熱을 利用한 覆土住宅은 에너지 節約이라는 側面에서도 깊이있게 研究되고 있다. 覆土住宅은 山地가 많고 日較差가 심한 우리나라의 物理的 環境要件에 適合하고, 南北이 對峙하고 있는 우리 實情에서 볼 때 良好한 防空호가 될 수도 있어서 우리 住宅의 型式으로 發展시킬 수 있는 價値性을 지니고 있다고 思科된다.

本 研究는 都市 속에 自然을 導入하는 한편 에너지를 節減시키고자 施工한 覆土住宅의 實例를 통하여 그 住宅에서 生活하면서 에너지 保存에 關한 測定을 實施하고 一般住宅과 比較

分析하여 覆土住宅의 에너지 特性을 抽出하는 데 있다.

### II. 모델住宅의 測定

모델 覆土住宅과 一般住宅의 冬季 室內外溫度, 表面溫度, 溫房에너지 使用量 및 日射量을 測定期間 동안 다음과 같이 實測하였다.

#### 1) 測定期間

1986年 1月 25日부터 1月 31日까지 滿 6日間の 典型的인 冬季期間을 選定했다.

#### 2) 測定方法

外氣溫의 測定은 建物の 中間 높이에서 東西 南北 4方向의 壁體로부터 1.5 m 떨어진 위치 에 c·c 熱電帶를 設置하고 Sensor 部分의 輻射 熱을 防止키 위하여 은박지로 감싼후 Data Logger 로 1時間 間隔으로 記錄하여 平均値를 求하였다.

室內溫度는 測定時에 溫度를 一定하게 維持 하기 위하여 覆土住宅과 一般住宅의 안방에 自

\* 正會員 : 漢陽大 工大

\* 正會員 : 大田開放大

動溫度調節裝置(Thermostat)를 設置하여 20℃에 固定시켰으며, 1時間 間隔으로 測定하여 平均값을 구하였다. 暖房에 所要된 에너지 量 測定은 供給管과 還水管의 파이프內에 Sensor를 設置하고 流量計와 積算熱量計(Calorimeter)를 連結시켜 測定하였다. 兩住宅의 안방만을 暖房하고 나머지 空間은 非暖房空間으로 하여 暖房時와 非暖房時로 區分, 測定하였

다. 非暖房空間中 覆土住宅과 一般住宅의 건너방은 暖房을 測定 24時間前에 中止하고 窓門을 열어 換氣시킨후 다시 窓門을 닫아놓은 非暖房狀態에서 住居하면서 室內溫度를 測定하였다. 室內空間의 垂直溫度는 바닥판과 바닥으로부터 10cm, 20cm, 70cm, 120cm, 230cm, 높이를 室內의 中央에서 測定하였으며, 測定項目은 표1과 같다.

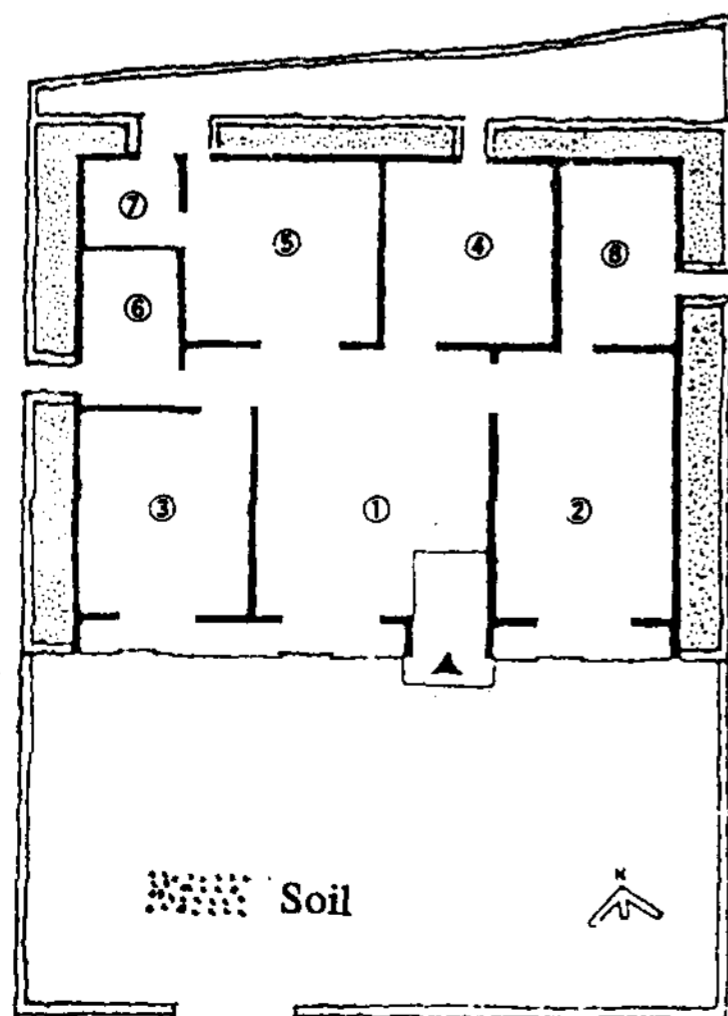
Table 1. Items of Measurement

Items of Measurement		Measuring Apparatus	Recording	Measuring Interval
Temperature		Assmann Wet and Dry Bulb Thermometer + C.C Thermocouple	Data Logger (Yodac-855)	1 Hour
		Porcelain	Recording Paper	1 Hour
Humidity		Assmann Wet and Dry Bulb Thermometer + C.C Thermocouple	Data Logger	1 Hour
		Hygrometer	Recording Paper	1 Hour
Radiant Heat	Surface Temperature	C.C Thermocouple	Data Logger	1 Hour
	Glove Temperature	Glove + C.C Thermocouple	Data Logger	1 Hour
Air Current	Inside	Heat Transfer Anemometer	Recording Paper	1 Hour
	Outside	Draft Anemometer	Recording Paper	1 Hour
Solar Radiation		Eppley Solar Radiation Meter	Recording Paper	1 Hour

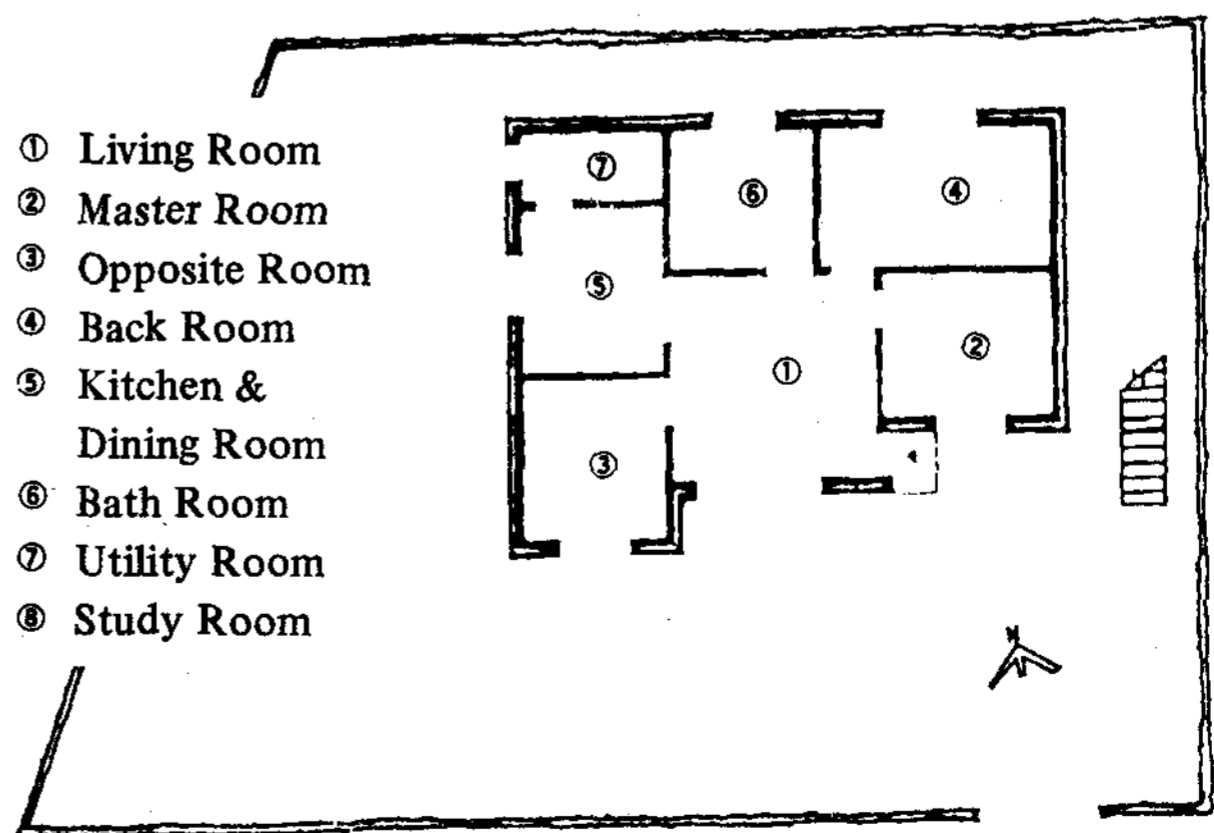
3) 모델住宅의 概要

選定된 兩모델住宅은 大田市 加吾洞 식장산 남쪽 기슭의 住居地域에 位置한 앞뒷집으로 覆

土住宅은 우리나라의 都心地 實情에 맞도록 設計되어 있고, 一般住宅은 近來에 建築된 2層建物を 이용하였다. 모델住宅의 概要는 표2와 같으며 그림1은 平面圖이다.



Earth Bermed House



Conventional Residence

Fig. 1. Floor Plans of the Both Model Residence

Table 2. Outline of Both Model Residences

Classification	Earth Bermed House	Conventional Residence
Construction Time	December 1984	July 1982
Building Location	344-6 Gaodong Daejeon City Choongnam	344-5 Gaodong Daejeon City Choongnam
Building Structure	Earth Bermed House, 1 Story House	Masonry, 2 Story House
Roof Structure	Soil (50cm) & Planting Sod above Slope Roof	Roof Tiling above Slope Slab Roof
Wall Structure	Cement Brick (1B) + Dry Soil (50cm) + Cement Brick (1B)	Cement Brick (1B) + Insulation (50mm) + Cement Brick (0.5B) + Stone Tiling
Floor Structure	Floor Concrete (15cm) + Ondol + Vinyl Board	Floor Concrete (15cm) + Ondol + Vinyl Board
Architectural Area	99 m <sup>2</sup>	94.2 m <sup>2</sup>
Master Room Area	18.4 m <sup>2</sup>	10.5 m <sup>2</sup>
Opposite Room Area	12.9 m <sup>2</sup>	10.5 m <sup>2</sup>
Building Orientation	SW 18°	SW 40°
Ceiling Height & Family	240cm, 4 persons	240cm, 4 persons
Type of Heating	Ondol (L.P.G. Gas Boiler) + Passive Solar System	Ondol (Petroleum Boiler)

III. 測定結果 및 分析

1) 對象地域의 外氣溫 特性

測定期間의 平均外氣溫은 그림 2와 표 3에서와 같이 -3°C이고 各方向別 平均 外氣溫度差

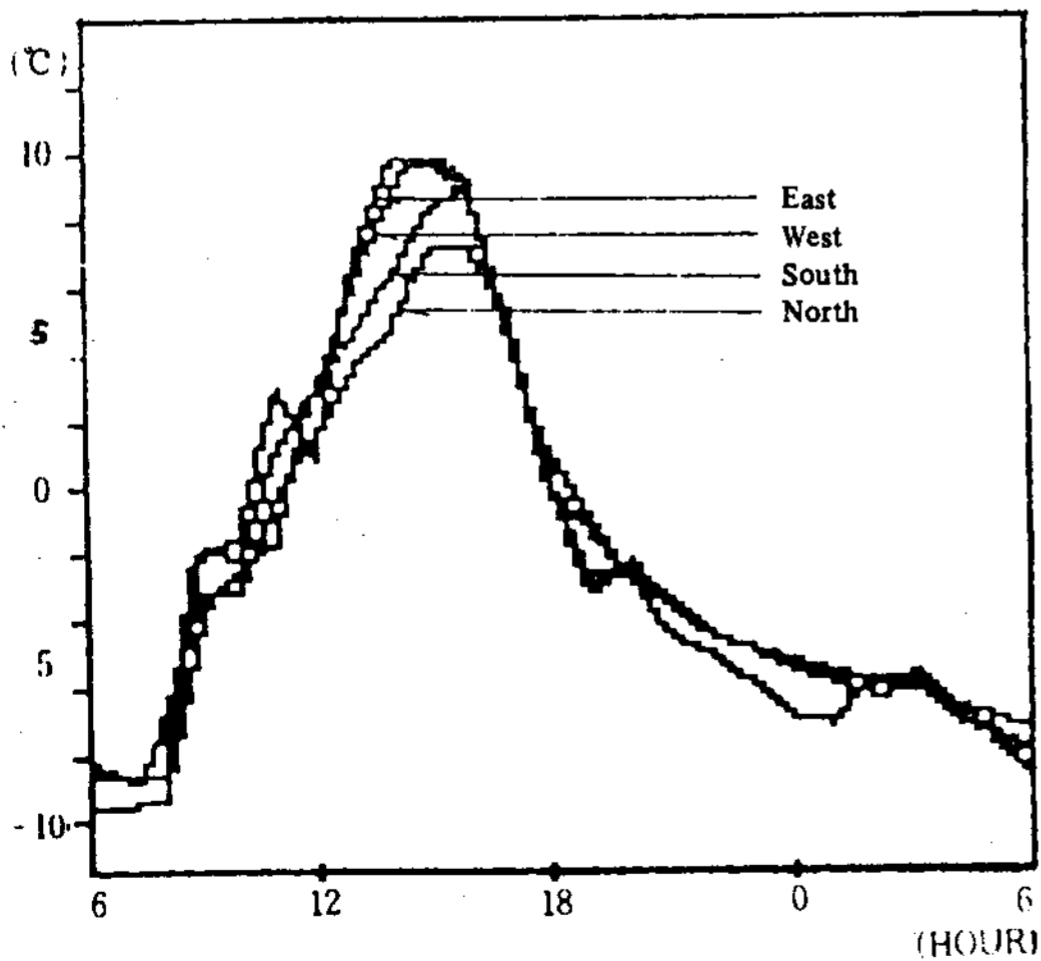


Fig. 2. Directional Outside Temperature

는 0.8°C이며, 最高氣溫度는 午後 2時에 4.4

Table 3. Directional Outside Temperature & Diurnal Range

Orientation	East	West	South	North	Mean Temperature
Outside Temperature	-2.7	-2.9	-3.0	-3.4	-3.0
Diurnal Range	18.6	19.2	17.6	15.8	17.6

°C이고, 北測이 가장 낮다. 平均氣溫은 東測이 가장 높고, 北測이 가장 낮으며, 南測이 平均氣溫에 가장 가깝다. 例年의 大田地方 1月달 平均氣溫이 -2°C인데 1°C가 낮으므로 典型的인 大田地方의 한겨울에 속한다.

2) 暖房空間의 室內溫度 特性

暖房空間인 안방의 平均室內溫度는 그림 3에서와 같이 一般住宅이 19.2°C, 覆土住宅은 21.2°C로 나타나 覆土住宅이 2.0°C 높고, 一般住宅의 室內溫度 變化幅이 6.5°C인 데 비하여 覆土住宅은 3.3°C로 3.2°C나 적다. 覆土住宅의 溫度變化는 日出後 3時間부터 室內溫度가 서서히 上昇하여 最多日射後 3時間에 最高溫度

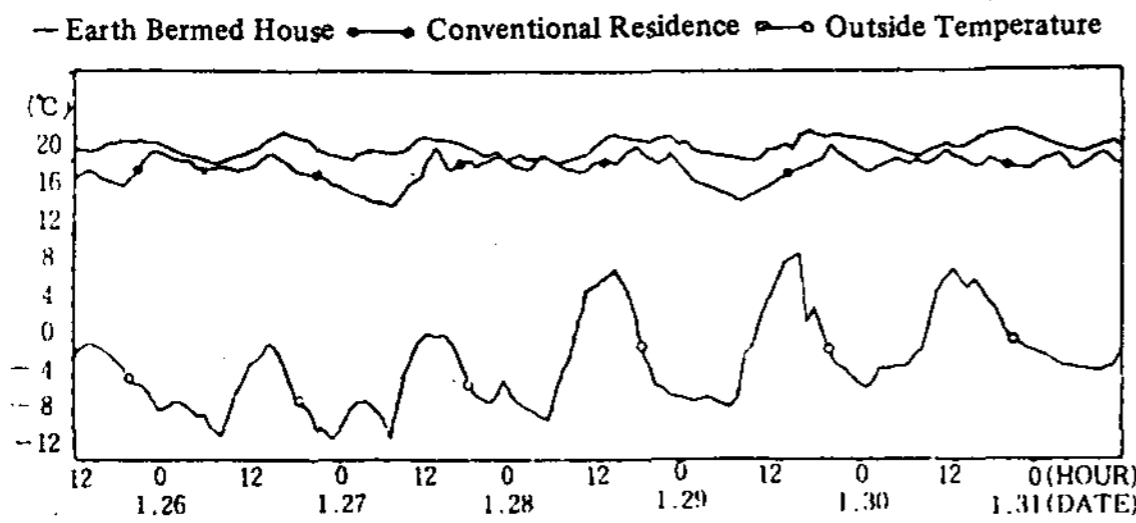


Fig. 3. Variations of Inside Temperature in the Heating Room with Outside Temperature

에 오르며, 日沒後에 서서히 下降하여 夜間에 一定한 溫度를 維持하다가 日出後에 最低溫度를 나타내고 있으나, 一般住宅은 不規則적으로 變化한다. 이는 覆土住宅의 構造體가 一般住宅보다 熱容量(Heat Capacity)<sup>1)</sup>이 크기 때문에 溫度緩和 特性이 잘 나타나고 있음을 보여준다.

熱容量(J/°C) = 質量(kg) × 比熱(J/kg·°C)에서 兩住宅을 計算하여 比較하면 표 4와 같고 定常狀態(Steady State)에서 熱容量의 大小에 따른 室內溫度의 變化는 그림 4와 같다.

Table 4. Comparison with Heat Capacity for each Parts

Classification	Wall	Roof
Conventional Residence	0.1339 J/°C·m <sup>2</sup>	0.1010 J/°C·m <sup>2</sup>
Earth Bermed House	0.3518 J/°C·m <sup>2</sup>	0.4766 J/°C·m <sup>2</sup>

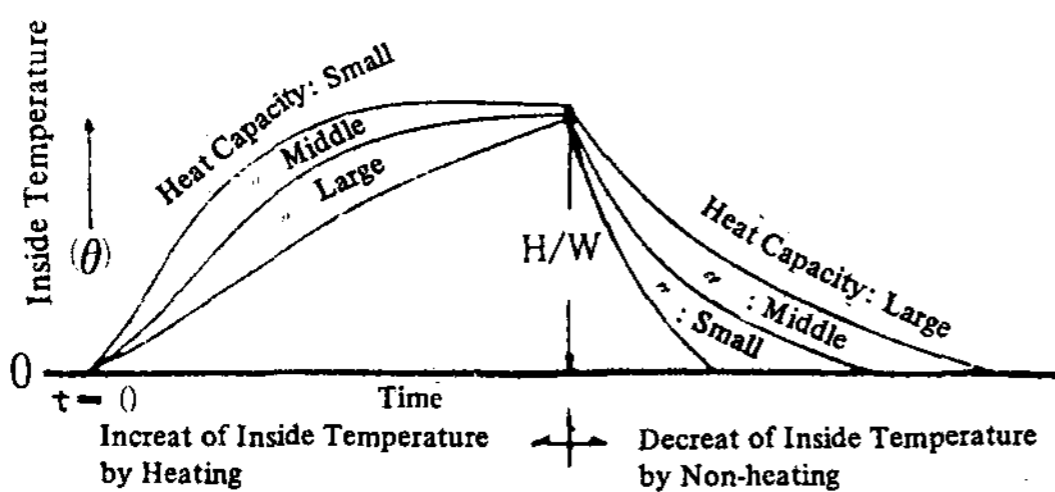


Fig. 4. Variation of Inside Temperature by Heat Capacities.

3) 非暖房空間의 室內溫度 特性

非暖房時 室內의 平均溫度는 그림 5에서와 같이 一般住宅은 3.7°C, 覆土住宅이 11.5°C이며, 溫度變化幅은 一般住宅이 12.8°C, 覆土住宅이 4°C로 나타나 覆土住宅의 경우 一般住宅보다 室溫이 7.8°C나 높는데 溫度變化幅은 8.8°C나 적다. 一般住宅의 室溫은 外氣溫에 銳敏한 反應을 보이거나 覆土住宅은 매우 鈍減한 變化를 보인다. 이는 覆土住宅의 熱容量이 커서 溫度緩和作用이 크고, 蓄熱效果에 의한 Time-Lag이 길고, 斷熱性能이 優秀하며, 自然型 太陽熱 시스템 導入으로 인하여 室溫이 높은 것으로 判斷된다.

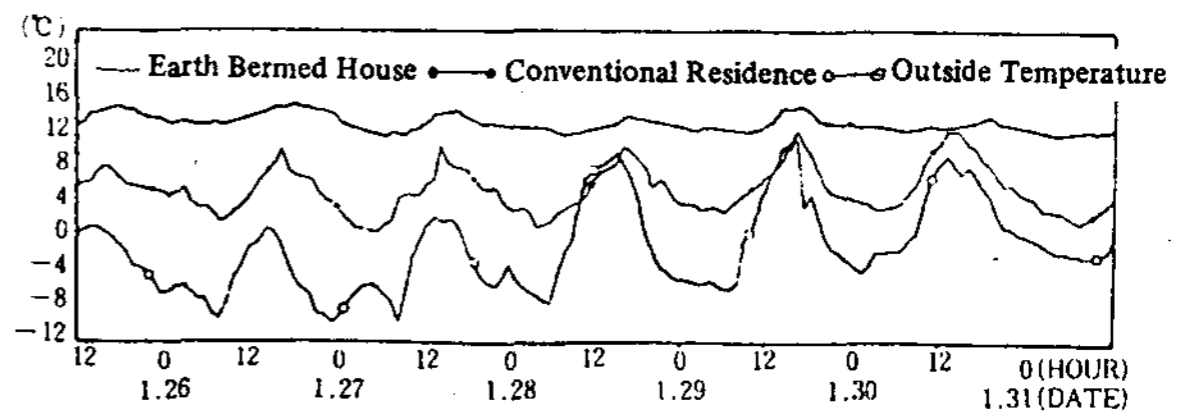


Fig. 5. Variation of Inside Temperature in the Non-heating Room.

宅이 4°C로 나타나 覆土住宅의 경우 一般住宅보다 室溫이 7.8°C나 높는데 溫度變化幅은 8.8°C나 적다. 一般住宅의 室溫은 外氣溫에 銳敏한 反應을 보이거나 覆土住宅은 매우 鈍減한 變化를 보인다. 이는 覆土住宅의 熱容量이 커서 溫度緩和作用이 크고, 蓄熱效果에 의한 Time-Lag이 길고, 斷熱性能이 優秀하며, 自然型 太陽熱 시스템 導入으로 인하여 室溫이 높은 것으로 判斷된다.

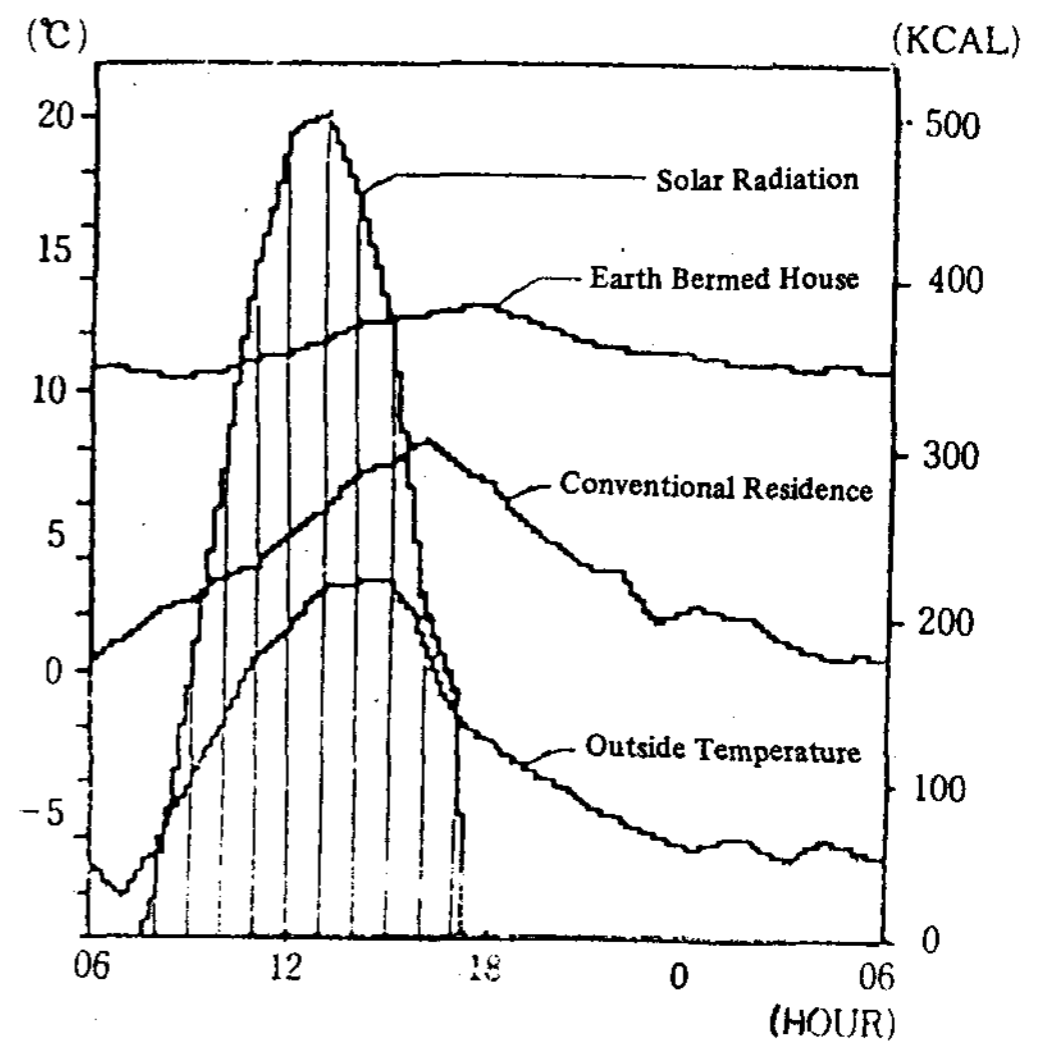


Fig. 6. Variations of Inside and Outside Temperature by Solar Radiation.

그림 6은 日射量에 따른 外氣溫과 兩모델住宅의 非暖房室內 溫度의 變化를 나타낸 그림이다. 이와 같이 外氣溫이나 室內溫度는 1日 周期의 Sine 曲線 變動을 하게 되므로 一般적으로  $\theta = a_0 + A_0 \sin(\sigma t + \epsilon)$ 의 正弦函數로 表現된다. 그림 7에서와 같이 非暖房時 兩住宅의 室內溫度와 外氣溫을 正弦函數式으로 나타내

1) Clifford Strock, Richard L. Kora] : Handbook of Air Conditioning Heating and Ventilation, Industrial Press Inc., 1982, pp. 2-199

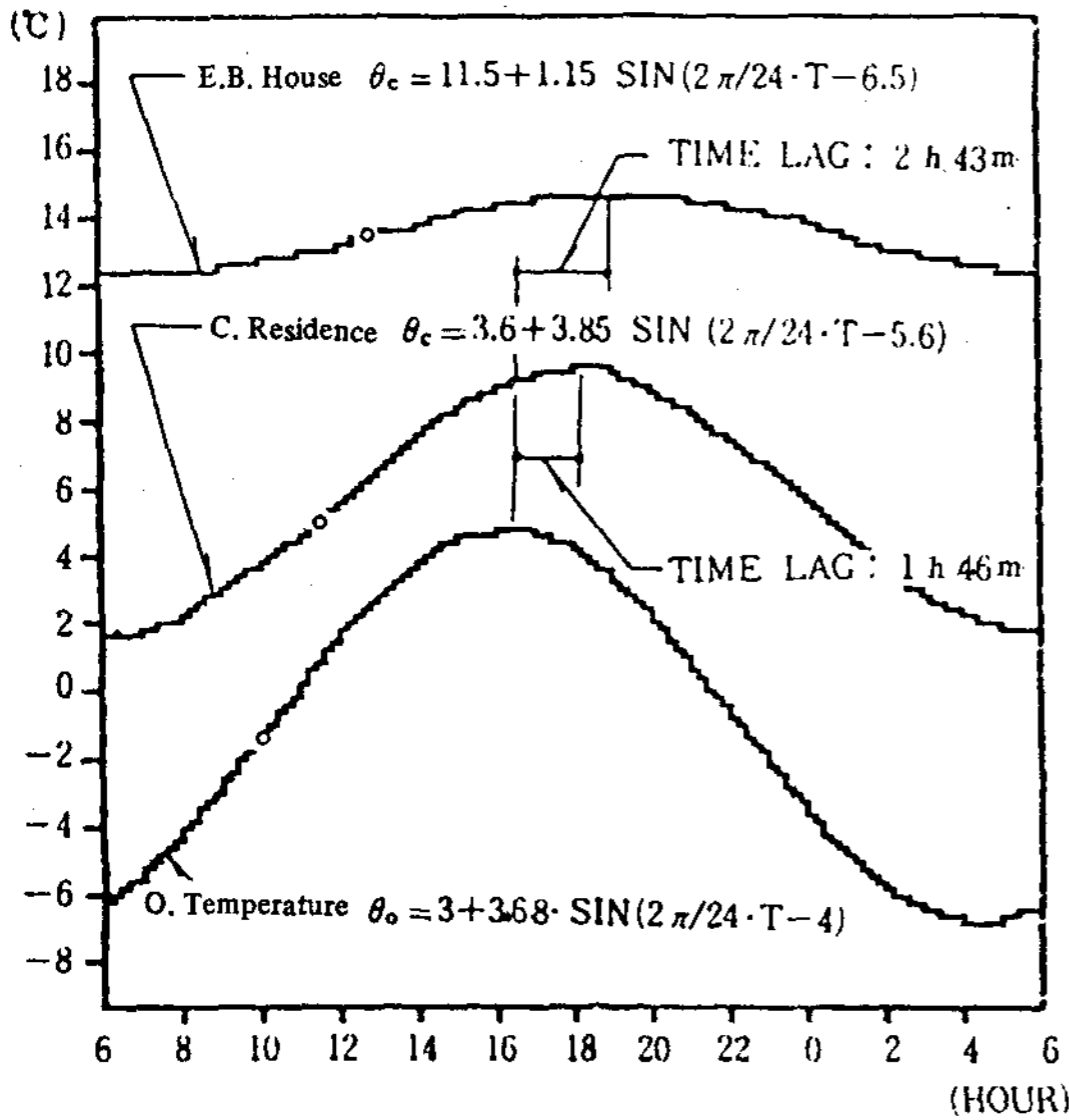


Fig. 7. Sine Function of Inside and Outside Temperature.

一般化시키면 一般住宅의  $\theta_c = 3.6 + 3.85 \sin\left(\frac{2\pi}{24} \cdot T - 5.6\right)$  이고, 覆土住宅의  $\theta_c = 11.5$

$+ 1.15 \sin\left(\frac{2\pi}{24} \cdot T - 6.5\right)$  이며, 外氣溫의

$\theta_o = -3 + 3.68 \sin\left(\frac{2\pi}{24} \cdot T - 4\right)$  이므로 Ti-

me Lag 을 구해보면 一般住宅이 1時間 46分

이고, 覆土住宅은 2時間 43分으로 覆土住宅

의 Time Lag이 57分이나 길다. 이와 같이

構造體의 熱容量이 다르기 때문에 Time Lag

에 의한 室溫緩和 程度의 特性이 잘 나타나고

있다. 그림 8은 非暖房時 兩住宅에서 外氣溫과

室內溫度와의 相關關係를 나타낸다. 一般住宅의

相關係數는  $r_c = 0.911$  이고, 回歸直線式은  $Y_c$

$= -8.4308 + 1.46 X$  이며, 覆土住宅의 相關係數는

$r_e = 0.7403$ , 回歸直線式은  $Y_e = -49.9133 + 4.637 X$

이므로 一般住宅보다 覆土住宅이 外氣溫의 影響을 덜 받으므로 높고도 一定한

室內溫度를 維持한다. 또한 室內溫度의 分布를

比較해 보면 그림 9와 같이 外氣溫의 標準偏差

$\sigma_o = 4.0829$ , 一般住宅의  $\sigma_c = 4.7082$ , 覆土住宅의

$\sigma_e = 0.9902$ 로 나타나 一般住宅보다

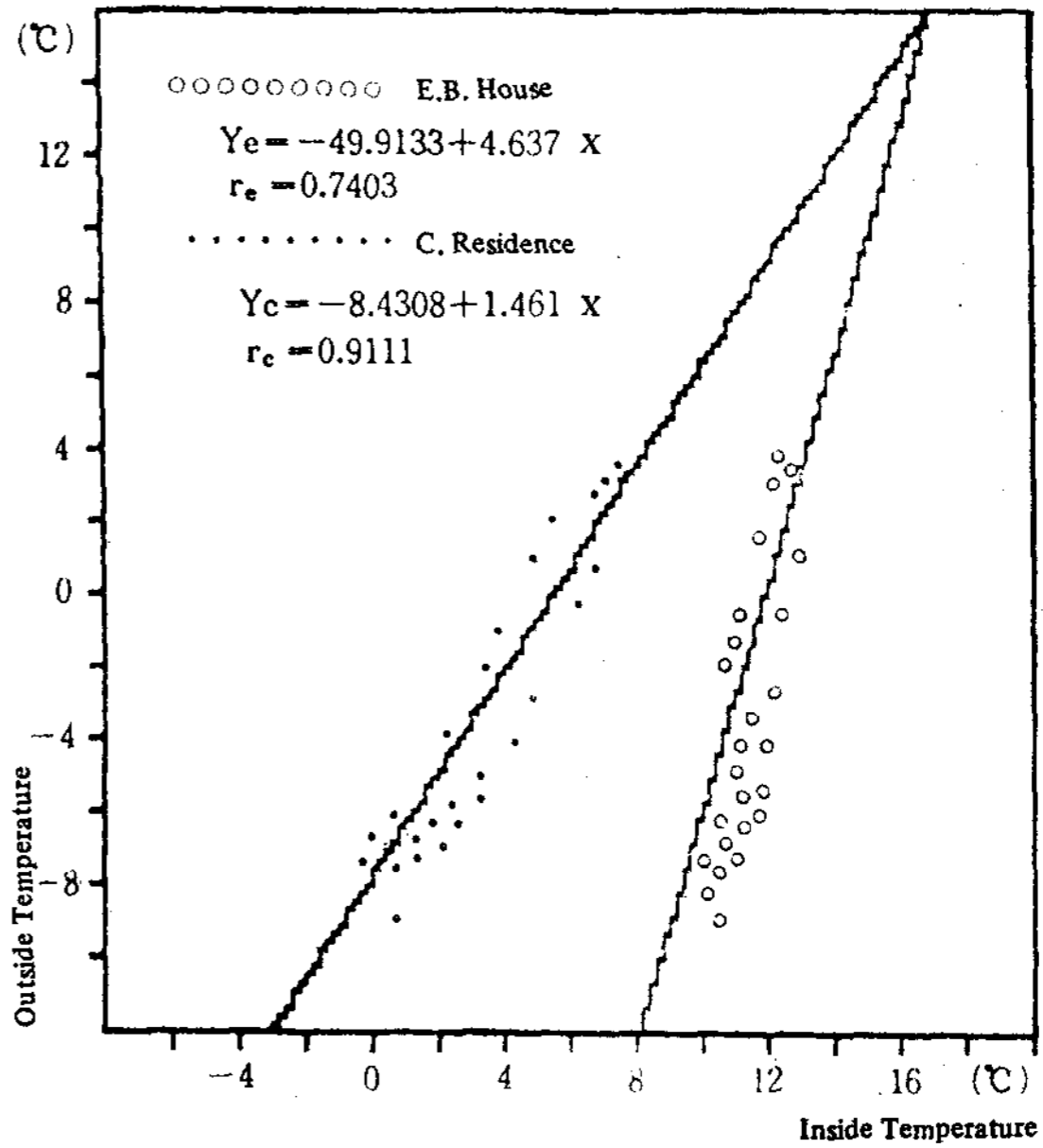


Fig. 8. Interrelationship of Outside and Inside Temperature.

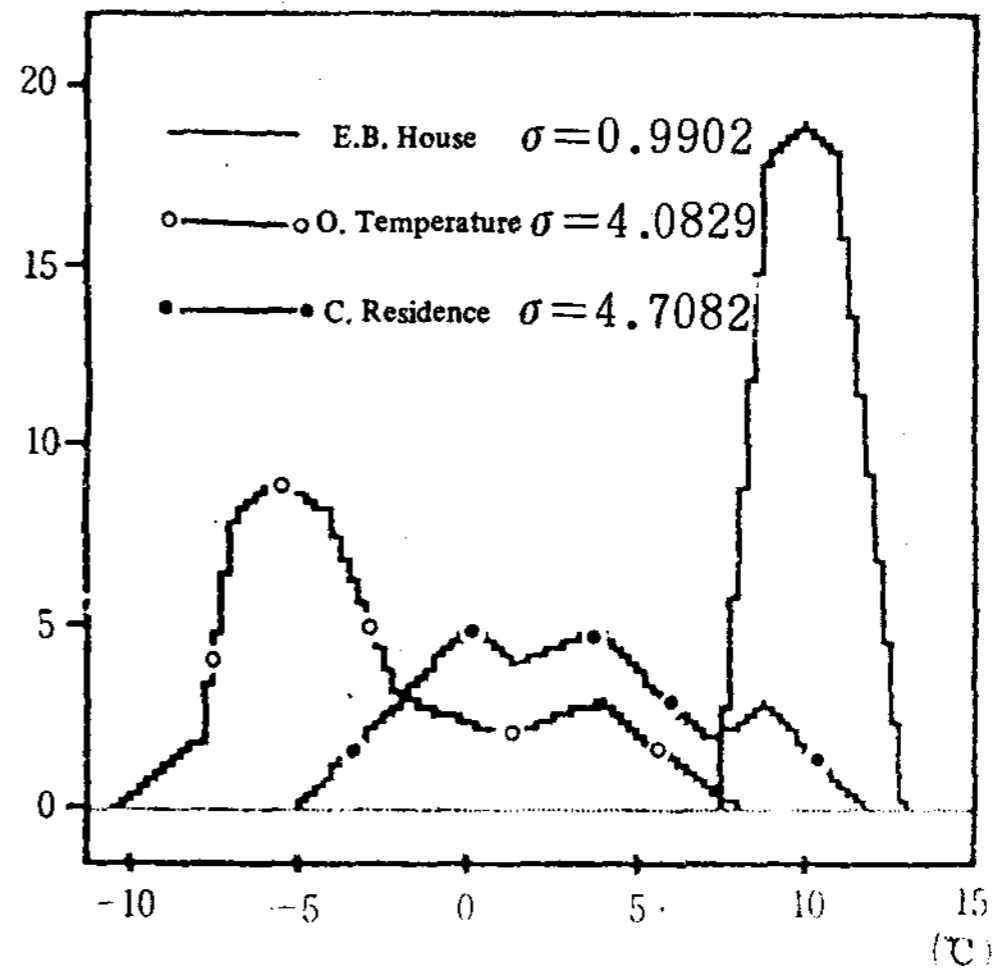


Fig. 9. Distribution Diagram of Inside Temperature for Non-Heating Room.

覆土住宅의 室溫이 높은 同時에 一定하며, 外氣溫의 平均日較差가  $17.6^{\circ}\text{C}$  일때에 室內溫度 平均日較差는 一般住宅이  $9.2^{\circ}\text{C}$ , 覆土住宅이  $2.5^{\circ}\text{C}$  이어서 覆土住宅의 溫熱環境이 보다 快適하게 造成되고 있음을 알 수 있다. 一般的으로 建物の 熱容量이 크고 保溫性이 클수록 外氣溫日較差와 室溫變動率과의 相關性은 낮게 된다. 즉 外氣溫 日較差와 室溫變動率과의 相關

손장열, 이시용

성을 調査해 봄으로써 어떤 空間의 平均的인 保溫性 程度를 表示하는 指標로 삼게 된다. 그림 10과 표 5는 非暖房時 兩住宅 건너방의 室溫變動率과 外氣溫日較差와의 相關性을 나타낸 것이다. 覆土住宅은 一般住宅보다 그 값이 外氣溫日較差에 關係없이 恒常 一般住宅보다 낮게 維持되고 있으며, 日較差가 심할수록 室溫變動率이 減小하는 傾向을 보이는데 一般住宅은 그 값이 높고 變化의 幅이 크므로 覆土住宅의 保溫性이 優秀함을 確認할 수 있다.

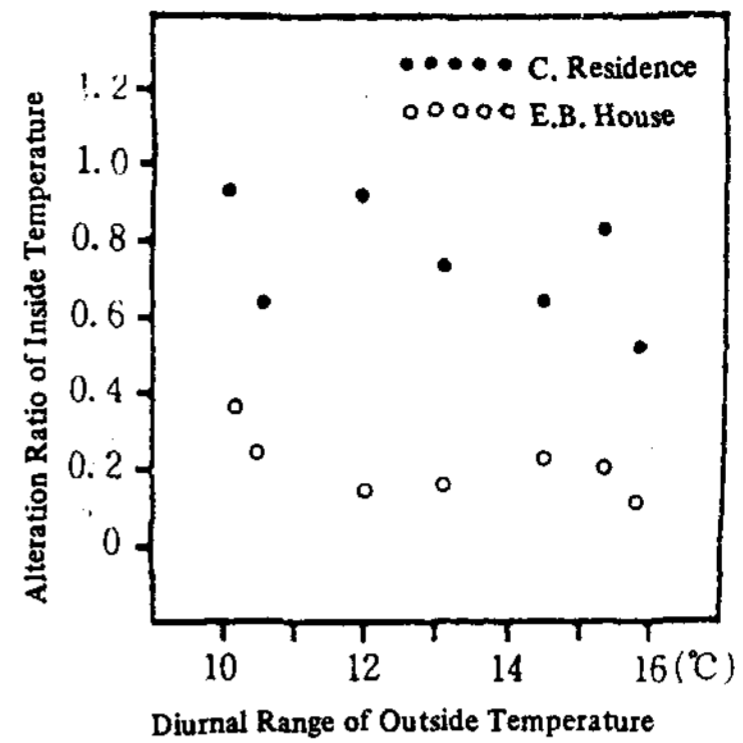


Fig. 10. Interrelationship to Alteration Ratio of Inside Temperature and Diurnal Range of Outside Temperature.

Table 5. Diurnal Range of Inside Temperature and Alteration Ratio of Outside Temperature

Date		1.25	1.26	1.27	1.28	1.29	1.30	Average
Classification								
Diurnal Range of Outside Temperature ( $\Delta t_o$ )		10.5	10.4	14.7	15.9	15.3	12.0	13.1
Conventional Residence	Diurnal Range of Inside Temperature ( $\Delta t_{ie}$ )	6.5	9.7	9.2	7.7	12.5	10.9	9.4
	Alteration Ratio of Inside Temperature ( $\frac{\Delta t_{ie}}{\Delta t_o}$ )	0.62	0.93	0.63	0.48	0.82	0.91	0.72
Earth Bermed House	Diurnal Range of Inside Temperature ( $\Delta t_{ie}$ )	2.3	3.6	3.0	1.8	2.9	1.9	2.6
	Alteration Ratio of Inside Temperature ( $\frac{\Delta t_{ie}}{\Delta t_o}$ )	0.22	0.35	0.20	0.11	0.19	0.16	0.19

#### 4) 暖房空間의 垂直溫度 分布特性

暖房空間의 垂直溫度 分布는 溫熱環境에 커다란 影響을 미친다. 그림 11은 兩住宅 輻射暖房의 特性을 잘 나타내고 있다. 一般住宅의 온돌안방 室內平均溫度는 19.2°C 방바닥의 平均溫度는 28.7°C이며, 上下의 分布는 18.80 ~ 19.80°C로 1.0°C의 變化를 갖으나 覆土住宅에서는 室內平均溫度가 21.2°C, 방바닥 平均溫度는 26.7°C, 上下分布는 21.00°C ~ 21.29°C로 0.29°C의 均一한 分布를 갖는다. 이는 覆土住宅의 室內 垂直溫度 上下變化幅이 一般住宅의 1/3 밖에 되지 않아 溫熱環境感이 快適함을 알 수 있다.

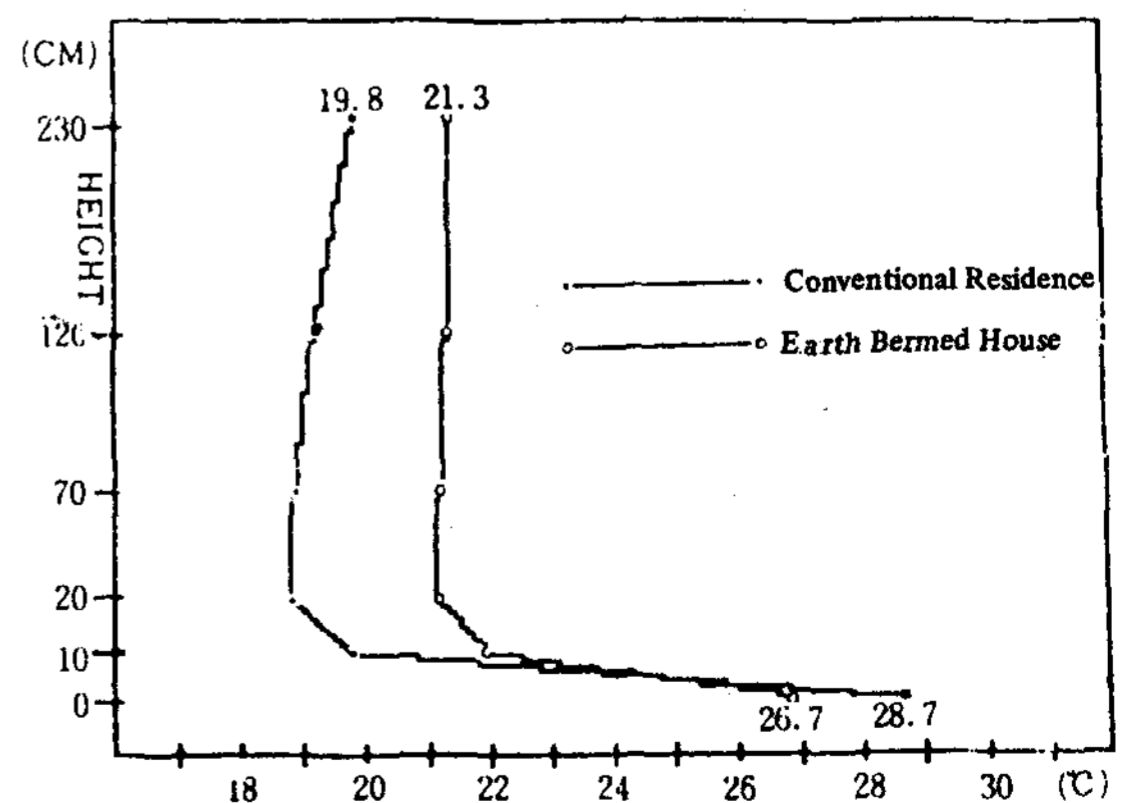


Fig. 11. Comparison with Distribution of Inside Temperature by Height in the Ondol Rooms.

5) 바닥溫도의 特性

그림 12는 暖房時 兩住宅 溫突안방의 바닥온도와 室內溫度를 比較한 것으로 一般住宅의 平均바닥溫度는 28.7°C이고, 覆土住宅은 26.7°C이나 一般住宅의 平均室內溫度는 19.2°C 覆土住宅은 21.2°C이다. 표 6에서와 같이 一般住宅의 바닥온도 平均日較差는 11.1°C로 覆土住宅의 3.5배나 된다.

바닥온도의 分布는 그림 13에서와 같이 一般住宅의 標準偏差  $\sigma_c = 3.671$ , 覆土住宅의 標準偏差  $\sigma_e = 0.951$ 로 나타나 一般住宅의 分布가 3.5배나 넓다. 注目할 事項은 覆土住宅의 平均바닥溫度가 2.0°C나 낮으면서도 平均室內溫度가 一般住宅보다 2.0°C나 높다는 事實이다. 이는 覆土住宅이 小量의 에너지를 供給받으면서도 一般住宅보다 더욱 높은 室內溫度를 維持하고 있어 에너지 節減과 溫熱環境이

良好하다는 特性을 端的으로 指摘해 준다.

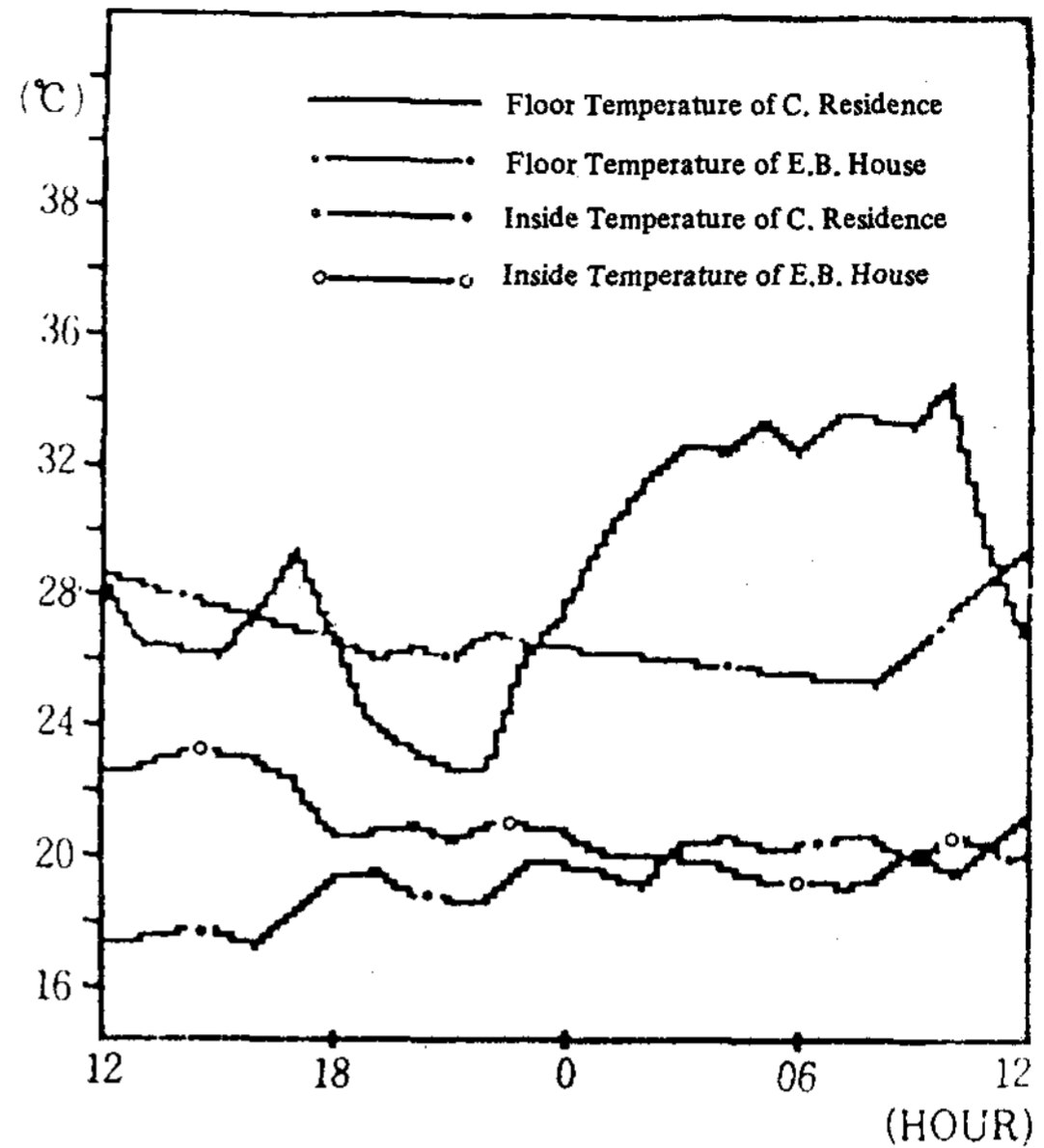


Fig. 12. Comparison with Floor Temperature and Inside Temperature in the Ondol Rooms.

Table 6. Comparison with Floor Temperature and Inside Temperature in the Ondol Rooms

Classification	Floor Temperature					Inside Temperature				
	Maximum Temperature	Minimum Temperature	Mean Temperature	Mean Diurnal Range	Standard Deviation	Maximum Temperature	Minimum Temperature	Mean Temperature	Mean Diurnal Range	Standard Deviation
Conventional Residence	33.4°C	22.3°C	28.6°C	11.1°C	3,671	20.7°C	17.4°C	19.2°C	3.7°C	1,105
Earth Bermed House	28.8°C	25.6°C	26.9°C	3.2°C	0.951	22.9°C	19.4°C	21.2°C	3.5°C	1,121

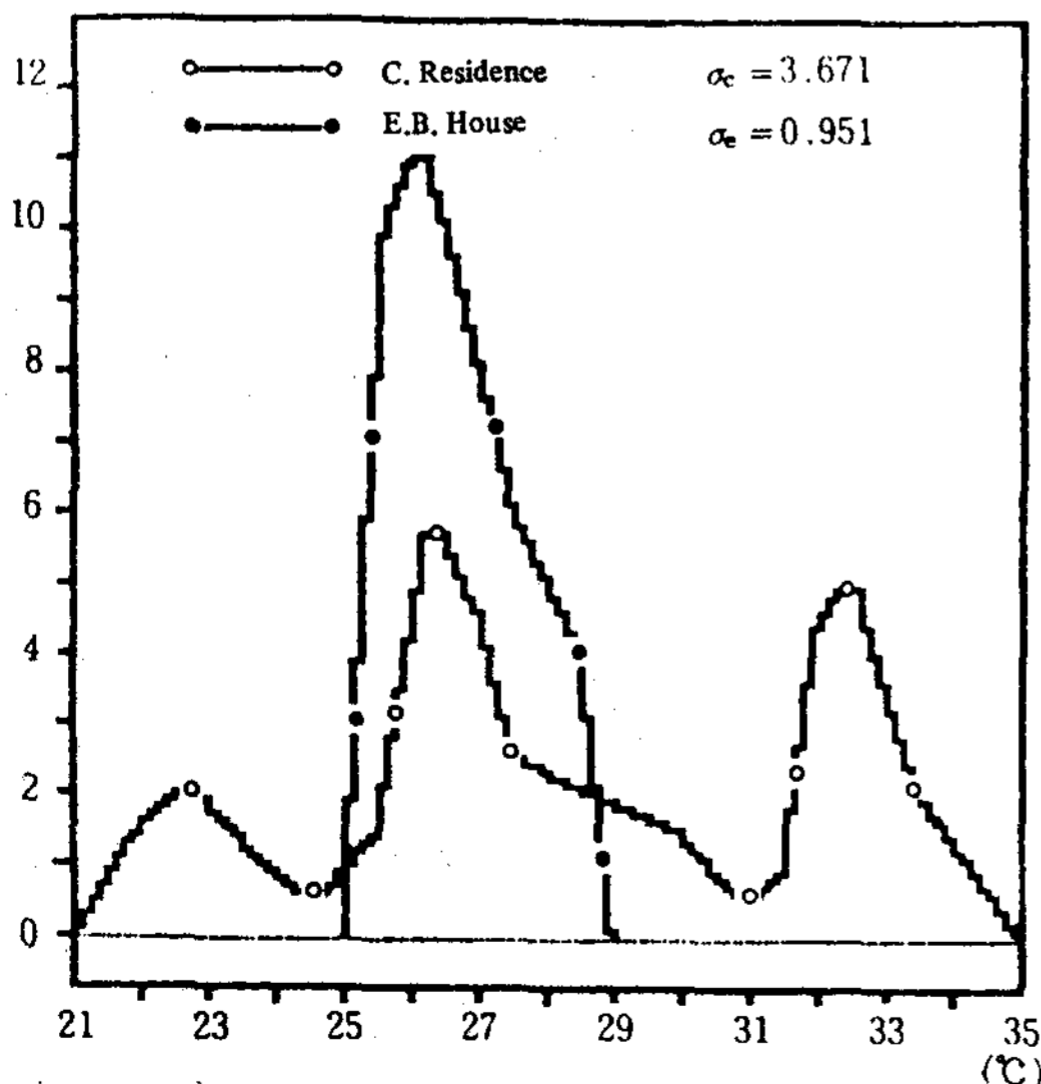


Fig. 13. Distribution Diagram of Floor Temperature in the Ondol Rooms.

6) 日射量과 室溫과의 關係

室溫에 影響을 주는 外部環境因子는 氣溫 以外에 日射, 溫度, 風速, 降水, 地形과 壁體, 바닥, 天井, 지붕 등의 建物構造材料에 依한 傳熱, 熱容量, 透氣, 透濕, 構造體의 氣密性, 建物의 方位, 平面形, 室配置, 開口部의 位置 및 크기, 室容積, 設備方式, 電燈, 機械類, 在室者 등이 있으나 그중에서 氣溫을 除外하고 큰 影響을 미치는 日射量에만 局限시켜 室溫과의 關係를 把握코져 한다. 그림 6은 測定期間 동안 平均日射量을 時刻別로 나타낸 測定値와 非暖房時 兩住宅에서의 건너방 室溫을 比較하였다. 日射量은 午後1시에 最多量을 記錄하나 外氣溫은 2時間後인 午後3시에 最高溫度에 달한

다. 一般住宅의 室溫은 最高外氣溫으로부터 1 時間後인 午後 4 時에 最高室溫에 달하는데 日射와 더불어 急激히 上昇하였다가 急激히 降下하여 日射量과의 높은 相關性을 보이니, 覆土住宅은 日出前最低室溫이 되어 日射量과 더불어 暖慢한 上昇曲線을 그리며 午後 5 時에 最高室溫이 된후 서서히 降下하여 그림 4 와 같이 熱容量에 의한 效果로 溫度緩和作用의 特性이 잘 나타난다.

7) 暖房에너지 使用量 測定 分析

測定期間 동안 兩모델住宅의 暖房空間인 안방을 選定하여 暖房에너지 使用量을 測定하였다. 測定結果는 표 7 과 같다. 一般住宅은 室內平均溫度를 19.2°C 로 올리는데 138,800 Kcal 가 所要되었고, 覆土住宅은 室內平均溫度를 21.2°C 로 올리는데 158,713 Kcal 가 所要되었다. 그런데 一般住宅의 안방面積은 10.5m<sup>2</sup> 이고 覆土住宅은 18.4m<sup>2</sup> 이어서 一般住宅의 안방面積을 覆土住宅과 같이 18.4m<sup>2</sup> 로, 一般住宅의 안

Table 7. Consumptive Energy for Heating

Classification	Measured Space	Experimental Period	Room Area (m <sup>2</sup> )	Fuel	Setting Temperature	Mean Inside Temperature	Consumptive Energy (Kcal)
Conventional Residence	Master Room	1. 25, 86 - 1. 31, 86	10.5	Petroleum	20°C	19.2°C	138,800
Earth Bermed House	Master Room	1. 25, 86 - 1. 31, 86	18.4	L.P.G. Gas	20°C	21.2°C	158,713

방 室內平均溫度를 覆土住宅과 같이 21.2°C 로 換算하여 에너지 消費量을 計算하면 표 8 과 같다. 이와 같이 面積과 室溫을 同一하게 맞추었

을 때에 換算에너지 消費量比率는 1 : 0.599 가 되어 覆土住宅은 一般住宅보다 40.1%의 에너지를 節減시킬 수 있음을 알 수 있다.

Table 8. Energy Saving Ratio by Equivalent Condition of Inside Temperature and Area

Classification	Inside Area	Inside Temperature	Consumptive Energy by Equivalent Condition	Consumptive Energy per Unit Area	Consumptive Ratio	Energy Saving Ratio
Conventional Residence	18.4m <sup>2</sup>	21.2°C	264,700 Kcal	100.1 Kcal/m <sup>2</sup>	1	
Earth Bermed House	18.4 m <sup>2</sup>	21.2°C	158,713 Kcal	60.0 Kcal/m <sup>2</sup>	0.599	40.1%

Table 9. Heating Load for both Master Rooms by Theoretical Expression

Classification	Heating Space	Inside Area	Minimum Outside Temperature	Designed Temperature	Heating Load	Heating Load Per Unit Area	Heating Load Energy Ratio	Energy Saving Ratio
Conventional Residence	Master Room	10.5m <sup>2</sup>	-12.9°C	21.0°C	181,504 Kcal	102.6 Kcal/m <sup>2</sup> h	1	
Earth Bermed House	Master Room	18.4m <sup>2</sup>	-12.9°C	21.0°C	231,027 Kcal	74.6 Kcal/m <sup>2</sup> h	0.73	27%

理論式에 의한 暖房負荷量과 太陽熱節減率을 計算하면 표 9 에서와 같이 自然型太陽熱 시스템을 考慮하지 않은 覆土住宅의 單位面積當 暖房負荷熱量은 74.9Kcal / m<sup>2</sup> h 이고 一般住宅은

102.6 Kcal / m<sup>2</sup> h 이어서 覆土住宅은 一般住宅보다 27%의 에너지를 節減시킬 수 있고, 표 10 에서와 같이 自然型太陽熱시스템 導入에 의한 覆土住宅의 太陽熱節減率(SSF)을 計算하



면 1月中 26.2%를 節減시킬 수 있다. 고로  
 1月中 節減率  $\left( \frac{(102.6-74.9)+(74.9+0.262)}{102.6} \right)$   
 $= 0.46$  )은 46.0%로 算出된다. 그런데 實際

測定結果에서 40.1%가 節減되는 것으로 나타  
 난 理由는 Trombe 壁體와 Sun Space의 夜間  
 斷熱施工이 제대로 되지 못하여 理論值와의 差  
 異가 5.9% 생기는 것으로 思料된다.

Table 10. Solar Savings Fraction for Passive Solar System of Earth Bermed House <sup>2)</sup>

Month	Solar Radiation (S) (BTU/ft <sup>2</sup> Mon)	Degree Days for Passive Solar House (DDs)(°F·Day)	S/DDs	Latitude-Ecliptic Tilt (X)	Solar Savings Fraction (SSF) (%)	Auxiliary Heating Energy (10 <sup>6</sup> BTU/Mon)
January	17,671	1,002.9	17.62	0.619	26.2	3.5250
February	14,005	805	17.39	0.926	40.6	2.2773
March	12,875	651.3	19.77	1.053	46.5	1.6595
April	8,008	214.5	37.33	1.988	90.3	0.0990
May	7,133	0			100	
June	6,456	0			100	
July	5,899	0			100	
August	6,198	0			100	
September	9,625	0			100	
October	14,501	137.9	105.16		100	
November	15,920	538.5	29.56		70.7	0.7514
December	17,427	885.7	19.68		46.4	2.2610
Yearly SSF					44.3	10.5732

IV. 結 論

本 研究는 覆土住宅의 에너지 特性을 把握하  
 기 위하여 모델覆土住宅과 一般住宅의 에너지  
 要素를 測定하여 比較, 分析하여 다음과 같은  
 結論을 얻었다.

- 1) 暖房時 覆土住宅은 一般住宅보다 40.1  
 %의 에너지를 節減시킬 수 있다.
- 2) 溫突暖房時 覆土住宅의 室內垂直溫度差  
 는 一般住宅의 1/3이다.
- 3) 非暖房時 覆土住宅의 平均室溫은 一般住  
 宅보다 7.8℃ 높고, 室溫變化幅은 8.8℃나 적  
 다.

4) 覆土住宅은 一般住宅보다 熱容量이 많아  
 Time-Lag이 57分길어, 良好한 室內溫度緩  
 和作用을 갖는다.

參 考 文 獻

- 1. 李時雄 : 覆土住宅의 에너지 保存에 關한 研  
 究, 1984.1月, 大韓建築學會誌
- 2. 李時雄 : 覆土住宅의 防水에 關한 研究, 19  
 85.6月, 大田開放大論文集, 第1輯
- 3. 孫章烈, 李時雄 : 覆土住宅의 溫熱環境에 關  
 한 研究, 1986.10月, 大韓建築學會誌

2) Douglas Balcomb: Passive Solar Design Vol. 2, U.S. Department of Energy, Washington, 1980, pp. 4-191.

4. 孫章烈：黒塗り球および 黒塗り圓筒の 熱交換量による温熱環境の 評價に 關する研究，東京工業大學 博士學位論文，1980
5. 孫章烈，許正浩，金興植：朝鮮時代 傳統民家の 温熱環境에 關한 測定研究，1986. 8 月，大韓建築學會誌
6. 孫章烈，李璟會譯：建築環境科學，技文堂，1985
7. 李璟會：建築環境計劃，文運堂，1986
8. 金光文，朴敬浩：建築環境計劃原論，改訂增補完，兄弟社，1981
9. 金光愚：蓄熱體가 建物 에너지에 미치는 影響，1986.5 月，韓國太陽 에너지學會誌
10. 朴相東，洪性喜：住宅의 室內環境實測・分析研究，에너지 節約을 위한 建物の 設計基準에 關한 Workshop 發表資料，韓國動力資源研究所，1984
11. 朴相東外 8 名：에너지 節約型住宅研究 및 建設，研究報告書，韓國動力資源研究所，1986
12. 朴相東外 3 名：新築住宅의 에너지 節約研究，研究報告書，韓國動力資源研究所，1982
13. 白容圭，許正浩，孫章烈：傳統民家の 温熱環境에 關한 測定研究，一現代住宅과의 比較를 통한 겨울철 室內垂直溫度 分布에 關하여—1986 年度 春季學術發表會，大韓建築學會
14. 尹龍鎮：輻射暖房空間의 快適 範圍 設定에 關한 研究，漢陽大學院，1984
15. 花岡利昌：日本民家の 微氣候學的 研究—生態學的にみた民家の 温熱環境—，空氣調和・衛生工學 第 54 卷 第 10 號，1980
16. 花岡利昌：民家の 室內氣候，建築雜誌 Vol 97, 1982
17. 福材貴司外 3 名：住宅の 温熱環境 について，空氣調和・衛生工學會學術講演會論文集 1979
18. 中原信生，高井健慈：日本の傳統的 民家の熱環境調査 研究，空氣調和・衛生工學會學術論文集，1982
19. 井上宇市：建築設備 ポケットブック，相模書房，1982
20. Houghton, F.C. and Yaglou, C.P.: Determining Lines of Equal Comfort, ASHVE Transactions, 1923.
21. Heung Gon Kim: A Study of House Design Combining Earth Sheltering and Traditional Korean Architecture, Underground Space V. 5-6, Minneapolis Minnesota, 1983.
22. The Underground Space Center Univ. of Minnesota: Earth Sheltered Housing Design, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1981.
23. Ray G. Scott: How to Build your own Underground Home, Tab Books, New York, 1979.
24. Clifford Strock, Richard L. Koral: Handbook of Air Conditioning Heating and Ventilation, Industrial Press Inc., 1982.
25. Underground Space Center Univ. of Minnesota: Earth Sheltered Residential Design Manual, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1981.
26. Stu Camobell: The Underground House Book, Garden Way Publishing, Charlotte, 1981.
27. Herb Wade: Building Underground, Rodale Press, 1983.
28. James W. Scalise: Earth Integrated Architecture, College of Architecture Arizona State Univ., Tempe, 1979.
29. John Carmody: Underground Building Design, Van Nostrand Reinhold Company, New York, Underground Space Center Univ. of Minnesota, 1983.
30. The Underground Space Center: Earth Sheltered Housing Design Guidelines, Examples, and References, University of Minnesota, Minneapolis, 1978.
31. Donna Ahrens & Tom Ellison: Earth Sheltered Homes, Underground Space Center Univ. of Minnesota, Van Nostrand Company, New York, 1981.
32. Douglas Balcomb: Passive Solar Design Handbook Vol. 2; U.S. Department of Energy, Washington, 1980.