담장허물기로 인한 주택지 외부공간의 열환경 평가

Evaluation of Thermal Environment of External Space following the Fence Demolition Campaign in Detached Housing Area

류지 원*

Ryu, Ji-Won

정응호**

Jung, Eung-Ho

시미즈 아키***

Shimizu, Aki

오상학***

Oh, Sang-Hak

호야노 아키라****

Hoyano, Akira

Abstract

This study examines how fence demolition may change the thermal environments of external spaces of houses and suggests what factors need to be considered when a fence is demolished. The results of the research are summarized as follows. In terms of the surface temperature, there was no significant difference in all time plots after the removal of all materials. However, applying greening methods (changing the surface materials, planting trees, and building a green roof following fence demolition) could lower the surface temperatures, calling for proper plans for various greening methods. The MRT results indicates that walls block solar radiation and provide shade, reducing radiant heat from roads and surrounding structures during the daytime when solar radiation directly effects surface temperatures. Also, the application of greening methods such as planting vegetation and trees could have shading and evapotranspiration effects, leading to a lower temperature distribution. The HIP results were similar to the MRT results. They indicated that walls block solar radiation within the residential sections and provide shade, resulting in a lower temperature distribution during the daytime. However, areas where greening methods such as a green roof or tree planting were applied showed 1~2°C difference in temperature distribution.

Keywords : Fence Demolition Campaign, Thermal Simulation, Urban Heat Island, Surface Temperature, HIP

주요어 : 담장허물기운동, 열수지시뮬레이션, 도시열섬현상, 표면온도, 열섬잠재성

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

삭막한 도시공간을 변화시키기 위해서 한 사회운동가의 실천으로 시작된 담장허물기 운동은 도시주택지 내 부족한 녹지공간을 확보하고 이웃 간의 커뮤니티를 활성화는 등 일상생활의 주거공간에 많은 변화를 보여 왔으며, 최근에는 삶의 질에 대한 요구의 증대로 거주민들의 쾌적성과 질적 향상을 도모할 수 있는 공간형태로 변화하고 있다(Oliveira & Andrade, 2007; Nikolopoulou & Steemers, 2003).

하지만, 지금까지 진행되어온 주택개발은 한정된 토지의 개발을 최우선으로 함으로써 지역의 생태계나 주거지 내의 자연환경적인 특성을 충분히 고려하지 못하고 있다

(Ryu et al., 2004). 또한, 주거공간내의 기온상승으로 인한 생활환경의 악화는 거주민들의 쾌적성과 질적 향상을 저해하는 원인으로 작용하고 있다. 이러한 주거공간의 쾌적성을 높이려는 방안의 하나인 열환경을 개선하기 위한 노력은 거주민의 생활환경의 질을 향상하는데 매우 중요한 역할을 한다.

주택지 내 열환경에 대한 쾌적성을 높이기 위해서는 폐열을 축소화시키기 위한 노력이 필요하며, 동시에 녹지의 증발산 기능을 상대적으로 활성화하고 건물과 포장도로의 열 축적을 최소화시키는 방안에 대한 고려도 필요하다(Yoon et al., 2008). 또한, 주거공간의 열환경은 온도뿐만 아니라 바람, 습도 등 인간의 감각과 행동에 영향을 미치는 여러 기후인자들에 의해 형성되며, 이러한 기후인자들을 고려하여 쾌적한 열환경을 만드는 것은 주거공간의 설계에서 매우 중요한 사항이다(Nikolopoulou & Lykoudis, 2007; Mayer et al., 2008). 특히, 실제 주거공간에는 건물이나 지면 등 공간을 구성하는 요소의 표면온도가 옥외 공간형태나 구성재료 등 공간디자인과 밀접하게 관련되어 있어서 열환경을 고려한 옥외의 공간설계를 실현하는 것이 중요하다(Hayano, Asawa, & Nakaohkubo, 2004).

한편, 지금까지 담장허물기 운동과 관련한 연구로는 주거만족도, 지역공동체 삶의 활성화, 거주민의 안전의식 및

*정회원(주저자), 동경공업대학(東京工業大學) 총합이공학과 박사과정

**정회원(교신저자), 계명대학교 환경대학 환경계획학과 교수, tuerp21@kmu.ac.kr

***정회원, 계명대학교 환경대학 대학원

****정회원, 동경공업대학(東京工業大學) 총합이공학과 교수

이 연구는 2011년 대구경북연구원의 지원을 받아 수행되었으며, 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2010-0026738)

주차환경 개선방안 등 여러 방면에서 진행됐으나 도시기후 및 열환경 측면에서의 검토는 전혀 없는 실정이다. 다만, 열환경과 관련한 기존 연구로는 광역규모의 도시공간이나 도시를 대상으로 위성이나 항공기를 이용하여 촬영한 영상을 GIS와 연계해서 도시표면온도 등을 분석한 열환경 연구가 활발히 진행되어 왔다(Ryu et al., 2011).

하지만, 본 연구에서는 도시의 전 표면으로부터 현열량을 규정하는 전 표면온도와 기온 등으로부터 산출한 지표인 열섬 잠재성(HIP)을 활용해서 담장허물기로 인해 주택지 내 외부공간의 열환경이 어떻게 변화하였는가를 살펴보고, 앞으로 지속적인 담장허물기 운동의 추진을 위하여 외부공간의 기온저감을 위한 방안으로 녹화수법에 주목하여, 그에 따른 주택지 내 외부공간의 열환경을 평가한다. 이러한 연구결과는 앞으로 담장허물기로 인한 외부공간 조성 때 고려해야 할 사항을 검토하고, 담장허물기 운동을 추진할 때 도시기후적 관점에서 열환경을 고려한 친환경수법의 계획적용을 지원하는 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

II. 이론적 고찰

1. 담장허물기 개요

담장허물기 운동은 대구광역시에서 처음 시작된 시민운동으로 1996년 서구청과 경북대학교 병원의 담장을 허물고 가로공원을 조성한 것에서 출발하였다. 이는 답답하고 삭막한 도시를 이웃 간에 서로 터놓고 지내는 사회분위기를 조성하고 권위주의적인 관청의 문턱을 제거하여 도심의 부족한 녹지와 시민휴식공간을 확충하기 위해 추진되었다.

한편, 1998년 한 시민운동가 개인주택의 담장을 허물면서 동네골목공원 꾸미기로 확대되었는데 이러한 골목공원에 대한 관심과 파장이 점차 증대되어 범시민운동으로 전개되었고, 1999년 5월 시민단체와 대구광역시가 공동으로 전개하는 대구사랑운동의 중점과제로 채택되면서 범시민운동으로 확산되었다.

담장허물기 운동은 공적주체에서 발단하여 시민운동주

체(대구사랑운동시민회)와 연계, 전문가, 조경업체, 일반시민이 자발적으로 참여하면서 본격적으로 다양한 형태로 전개되고 있으며, 대구시의 행정기관들과 학계, 종교계, 언론계, 시민단체, 개개인까지 대구를 사랑하는 사람들과 단체들로 조직된 단체가 관과 함께하면서 담장허물기의 목적인 마을의 녹지화와 공동체 회복에 앞장서고 있다.

2. 선행연구

최근 공동주택을 대상으로 한 열환경 연구(Jang, 2005; Oh, Seo, & Jung 2009; Yoon & Jung 2009; Jeon et al., 2010)는 활발히 진행되고 있으나, 단독주택지를 대상으로 한 연구는 부족한 실정이다. 여름철 열섬현상에서 공동주택지보다는 주거지가 밀집된 단독주택지에서 열환경의 개선 노력이 필요하다. 이웃 간의 커뮤니티를 활성화하고 부족한 녹지공간을 확충하고자 시작된 담장허물기 운동은 주거공간의 쾌적성과 거주민들의 삶의 질을 향상하며, 주택지 외부공간의 열환경을 개선할 수 있는 대안으로 생각된다.

하지만, 그간의 연구는 주민만족과 관련한 시민의식조사(Kwon, 2003; Lee, 2006; Noh, 2007), 지역공동체 삶의 활성화(Son, 2001; Kim, 2004; Choi, 2005), 거주민의 안전의식(Baek, Kim, & Lee 2010; Park & Park 2010) 등의 형태로 연구가 진행됐으며, 최근 Jun(2010)은 서울시의 녹색주차마일로 추진되고 있는 담장허물기 운동에 의한 도시환경 변화특성을 분석하고 앞으로 담장허물기 운동의 개선방안을 제시한 연구 외에는 도시 열환경 측면에서의 연구는 전혀 없는 실정이다.

하지만, 국외에서는 특히 일본에서의 연구가 활발히 진행되고 있는데 Hoayno(2004)는 THERMORender 프로그램을 이용하여 공간형태와 구성재료에 따른 열환경을 평

Table 1. Performances According to Year

Divide	Participant site	Distance (m)	Landscape area (m ²)
2001	179	6,753	194,131
2002	63	2,849	14,962
2003	52	1,942	18,932
2004	35	1,439	8,860
2005	33	1,495	61,858
2006	33	1,199	5,019
2007	36	2,570	15,770
2008	64	2,913	14,112
2009	65	1,850	5,897
2010	52	1,731	6,727
Total	612	24,741	346,268

Figure 1. Sensible Heat Load to Atmosphere

가할 수 있고 열환경을 고려한 식재계획의 적용도 가능하다고 제시하였으며, 다른 연구에서는 실제 시가지지를 대상으로 열섬 잠재성(HIP)을 산출한 결과, 동일한 토지이용이라도 토지피복의 차이에 따라 HIP에 큰 차이가 있다는 것을 밝혔다. 또한, Sato et al.(2004)는 시가지의 전 표면온도 분포를 평가하고 녹지의 열환경 조정효과에 대하여 건물높이나 형상, 위치에 따라 표면온도 분포에 큰 차이가 나타나, HIP를 저감하기 위해서는 건물형태에 관한 검토와 녹지의 현열부하억제 효과가 필요하다고 제시하였다.

이에 본 연구에서는 앞으로 도시 열환경을 고려한 효과적인 담장허물기 운동을 위하여 <Figure 1>과 같이 가구 내 전 표면(지면, 건물의 표면 등)으로부터 대기에 방출되는 현열에 주목하여 실제 담장허물기 운동이 전개된 단독주택지를 대상으로 담장허물기로 인한 주택지 외부공간의 열환경 평가를 하고자 한다.

3. 열환경 프로그램 개요

본 연구의 열환경 평가를 위한 분석은 3D-CAD 기반 열환경 시뮬레이션 프로그램인 THERMORender 3.0을 이용하였다. 본 프로그램은 도시열섬현상이나 생활환경에 영향을 미치는 건물 및 지표면의 표면온도를 산출하고 그것을 가시화하는 열환경 분석 도구로서 건물재료의 차이, 수목, 차양 등 상세한 공간디자인의 차이에 따라 그 공간에서 형성되는 열환경이 크게 달라지는 점에 주목하고 있다. 또한, 건물이나 지면 등 100여 종류 이상의 구성재료의 열물성치 데이터 이외에도 재료를 자유롭게 구성하여 새로운 재료를 작성할 수 있게끔 되어 있어 열환경을 고려한 공간계획의 실현 및 평가를 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 공간재현이 가능한 3D-CAD 기반 프로그램인 THERMORender를 이용하여 3차원 전표면 온

도와 열환경 쾌적성(MRT) 및 열섬 잠재성(HIP)을 평가한다.

1) 3차원 전 표면온도

3차원 전 표면온도는 옥외의 전 표면온도를 시각화하여 나타내는 것으로서 측정대상지의 건물이나 지면의 표면온도를 Thermography로 표시하여 나타낸 것이다. <Table 2>에서와 같이 표면온도를 산출하기 위해서는

먼저 대상지를 3D-CAD 형태로 수치화하고 표면의 열수지 계산을 해야 한다. 열수지 계산은 건축물의 3D 모델을 일정 간격(0.2 m)으로 질점(質點)메시화한 후에 건물 위치정보, 태양위치정보, 기상조건, 건축재료의 열물성치를 고려하여 건물과 옥외공간의 전표면 열수지를 계산한다. 본 연구에서는 선행연구(Park & Kang 2007)의 값을 기준으로 <Table 3>과 같이 구성재료의 열물성치를 설정하였다. 열수지 계산항목은 직달일사, 천공일사, 반사일사, 대기일사, 주변지물과의 장파장일사, 대류열전달, 열전달 등이다.

2) MRT(Mean Radiant Temperature)

흔히 여름철 외부공간에서 인간이 체감하는 더위는 기온뿐만 아니라 주변에 존재하는 물체로부터의 열복사도 크게 영향을 받는다. MRT는 인간이 주변으로부터 체감하는 열복사의 영향을 전방위로 평균화하여 온도로 환산한 것으로서 MRT 수치가 크다는 것은 복사열이 많다는 것을 의미하므로 인간이 실제 기온보다 더 높은 기온을 체감하게 되는 것으로 해석된다.

$$MRT [^{\circ}C] = \sqrt[4]{\sum_{i=1}^N F_i \cdot T_{s_i}^4} - 273.2$$

Fi: Microplane configuration factors [-]

N: Total number of microplane

Tsi: Surface temperature of microplane [K]

3) HIP(Heat Island Potential)

열섬 잠재성 지표인 HIP는 건축물이나 지면 등 전 표면으로부터 발생하는 현열의 면적에 대한 비율을 나타내며 측정대상지의 열섬현상으로의 영향도를 지표면 온도로 환산한 온열지표이다. 즉, HIP가 클수록 표면온도와 기온의 차가 크다는 것을 의미하고 열섬현상의 원인이 되는 대기방출 현열이 많다는 것은 나타낸다.

$$HIP [^{\circ}C] = \frac{\int (T_s - T_a) dS}{A}$$

Ts: Surface temperature (°C)

Ta: Temperature (°C)

A: projected surface of horizontal plane (m²)

dS: Area (m²)

Table 2. Process of Simulation

Separate	Fence demolition before	Fence demolition after
Case study
3d-cad model
Surface temperature

Table 3. Thermal Properties of Materials

Part	Exterior materials	Composition of materials	Thickness (mm)	Insolation reflectance (%)	Radiation emissivity (%)	Specific heat of capacity (KJ/m ³ K)	Heat conductivity (W/mK)
Roof	Concrete	Concrete	180	0.3	0.9	1896	1.6
		Condensation guard plate no.2	Side wall: 65 Outer wall: 65			25	0.034
		Gypsum board	9.5			904	0.22
Wall	Concrete	Concrete overlay	20	0.3	0.9	1896	1.6
		Condensation guard plate no.2	110			25	0.034
		Exposed concrete	30			1896	1.6
		Concrete	135			1896	1.6
		Gypsum board	9.5			904	0.22
		Concrete	150			1900	1.6
Balcony	Fllor Concrete	Air layer	100	0.6	0.8	1.3	0.09
		Concrete	180			1900	1.6
	Railing Aluminum	Aluminum	3			3800	53
Window	Double glass	Glass	3	0.08 (mirror plane)	0.94	1900	1
		Air layer	6			1.3	0.12
		Glass	3			1900	1

III. 대상지 선정 및 연구방법

1. 대상지 선정

연구대상 지역은 <Figure 2>와 같이 대구시 남구 대명동에 있으며 시민의 자발적인 참여로 담장허물기 운동에 동참한 가구를 선정하였다. 담장허물기 운동은 시민의 자발적인 참여를 우선함으로 블록 전체가 담장을 제거한 지역은 없는 실정이다.

본 연구결과의 극대화를 위해서는 블록 전체가 담장허물기 운동에 참여하여야 하나, 현실적으로는 그러하지 못

하다. 따라서 본 연구에서는 담장제거로 인한 주택지 외부공간의 열환경 효과검증을 위하여 가능한 한 담장이 연속적으로 제거된 가구가 있는 지역을 선정하였다. 본 연구대상 지역은 전체 16가구 중 8가구가 담장허물기 운동에 참여하고 있다.

2. 연구방법

대상지 열환경 분석을 위하여 먼저 <Figure 3>과 같이 1:1,000 수치지도와 대상지 주변 지적도를 토대로 하여 3D 기반 건물정보(층수, 면적) 및 지표면 정보(차도, 보도)를 추출하였으며, 고해상도 위성영상과 현지조사를 통하여 벽면·옥상의 표면재료, 개구부 및 녹지 정보를 추출하였다. 추출된 정보를 바탕으로 3D-CAD 프로그램인 Vector Works를 이용하여 지표면 기반 3D 데이터를 작성한 후, THERMORender를 이용해서 열환경 분석을 진행하였다.

한편, 열환경 분석을 위한 시뮬레이션 입력조건에는 <Table 4>와 같이 담장허물기 전(Case 1)과 담장허물기 운동에 참여하고 있는 현재 상태(Case 2)의 열환경을 비교하였으며, 보다 많은 주택지 내 외부공간의 열환경 변화의 상태를 살펴보고자 Cases 3·4와 같이 녹화수법을 적용하였다.

한편, Case 5는 담장허물기 전(Case 1)의 상태에서 담장만 제거한 경우로, 담장이 주택지 외부공간에 미치는 열환경의 변화를 살펴보고자 하였다.

열환경분석을 위한 기상조건은 대구 북위 37°34", 동경 127°58"로 대표일은 2009년 하계 최서일 8월 19일을 기준으로 하였다. 또한, 실내온도는 평균 26°C로 냉방조건을 설정하고 실외조건은 <Figure 4>의 대구표준 기상데이터(24시간의 온도, 습도, 법선면 직달일사량, 수평면천공일사량, 야간 복사량, 풍향, 풍속)를 이용하였다.

Figure 2. Case Study Area

Figure 3. Working Process of DB

Table 4. Content of Simulation

Separate	Content
Fence demolition before	Case1 Surface: con. Road: asp. Parking: barren ground Fence: r.c, brick Roof: con. Tree: 72
Fence demolition after	Case2 Fence demolition(8house) Surface: grass. Tree: 159
	Case3 Fence demolition(16house) Surface: grass. Tree: 219
	Case4 Green roof in terms case 3
	Case5 Demolition the fence in terms case 1

IV. 연구결과

1. 3차원 전 표면온도

<Figure 5>의 3차원 전 표면온도 시뮬레이션 결과¹⁾ 담장허물기 전(Case 1)과 Case 1의 조건에서 담장만 제거

1) 표면온도 시뮬레이션 계산결과와 타당성에 관해서는 선행연구(참고문헌 19)에서 나타났듯이, 실제 시가지 및 주택지를 대상으로 표면온도를 실측한 결과와 차이가 없는 것으로 나타났다.

Figure 4. Temperature & Humidity

(Case 5)한 경우, 모든 시간대에서 담장 제거로 인한 표면온도 차는 거의 나타나지 않으나, Case 1에서 낮 시간대에 담장 주변지역을 중심으로 그늘을 형성하여 그늘로 인한 낮은 표면온도를 나타내고 있다.

한편, 일부 담장을 제거하고 지표면 변화 및 수목을 추가 식재한 Case 2의 경우에서는 일사의 직접적인 영향을 받는 낮 시간대를 중심으로 Case 1보다 수목을 추가 식재한 영역에서 4~5°C 낮은 표면온도를 나타내고 있으며, 대상지 내 건축물 담장을 모두 제거하고 잔디와 수목을 추가 식재한 Case 3에서도 낮 시간대에 수목을 적용한 지역을 중심으로 4~5°C 낮은 표면온도를 나타내고 있다.

Figure 5. Surface Temperature of Case Study

특히 Case 3의 조건에서 옥상녹화를 적용한 Case 4의 경우, 다른 Case보다도 옥상부분에서 10°C 이상의 낮은 표면온도의 결과가 나타났다. 이는 기존 연구결과(Givoni et al. 2003; Hoyano, 2004, 2008; Sahto et al. 2004, 2008)에서도 나타났듯이 밝은색과 반사율이 높은 지표면 마감 재료를 사용하며 녹지비율을 늘리고 수목을 적절히 배치 함으로써 주위의 공기온도와 표면온도를 낮추어 외부공간의 열환경을 개선할 수 있다.

2) MRT 분포

MRT는 인간이 주변으로부터 체감하는 열복사의 영향을 전방위로 평균화하여 온도로 환산한 것으로서 <Figure 6>의 MRT 결과 낮 시간대 담장허물기 전(Case 1)과 Case 1의 조건에서 담장만 제거한(Case 5) 경우, Case 1에서 4~5°C의 낮은 온도분포 차이를 나타내고 있다. 이는 주택지 내에서 담장이 일사를 차단하거나 그늘을 형성하여 도로 및 주변 건축물로부터의 복사열을 완화하는 역할을 하는 것으로 생각한다. 또한, Cases 1·2의 시뮬레이션 결과에서도 담장으로 인한 도로와 건축물 주변으로부터의 온도분포 차이가 있는 것으로 나타났다.

한편, 담장을 완전히 제거하고 지표면 재질변화, 추가 수목식재, 옥상녹화 등의 녹화수법을 적용한 Cases 3·4

Figure 6. MRT of Case Study

의 경우도 주택지 내 도로 및 건물 주변에서 Case 1보다도 2~3°C 높은 온도분포를 나타내고 있다. 하지만, 녹화수법을 적용한 주변에서는 낮은 온도분포를 나타내고 있어 앞으로 주택지 내 외부공간 조성 시 일사를 차단하는 방법과 녹화수법을 활용한 계획을 고려해야 할 것이다.

3) HIP 분포

<Figure 7>의 담장허물기전·후(Cases 1·2) 시뮬레이션 결과, 거의 유사한 온도분포를 보이고 있으며 잔디와 수목을 추가 식재한 Case 3의 경우에서도 모든 시간대에서 0.5°C 전후의 온도분포 차이가 났을 뿐, 거의 비슷한 경향을 나타내고 있다.

하지만 <Table 5>의 HIP 결과 값을 보면 옥상녹화를 적용한 Case 4의 경우, 13시를 중심으로 1~2°C 차이가 나타났다. 이는 건축 및 건축 외부공간을 식생과 수목 등에 의한 차양효과와 증발산작용을 통한 주변의 현열을 완화한 결과로 생각된다. 한편, Cases 2·3·4의 경우 담장을 제거하고 지표면 재질변화 및 추가 수목 등의 녹화수법을 적용하여 열섬 잠재성(HIP)을 살펴본 결과, 거의 미세한 온도분포 차이를 나타내고 있다.

이는 앞서 MRT 분포의 결과와 같이 담장이 주택지 내부에서 온도분포에 어떠한 역할을 하는 요소가 아닌가 생

Figure 7. HIP of Case Study

Table 5. HIP of Case Study

Time (H)	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	Time (H)	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5
0	2.29	2.02	1.61	1.61	2.01	12	15.31	15.31	15.05	13.49	15.51
1	1.96	1.71	1.34	1.21	1.7	13	18.02	17.95	17.58	15.97	18.24
2	1.21	1.01	0.71	0.58	1.02	14	14.64	14.49	14.05	12.73	14.86
3	1.07	0.87	0.58	0.46	0.89	15	11.88	11.66	11.17	10.23	11.95
4	1.86	1.6	1.2	1.09	1.56	16	8.39	8.22	7.83	7.11	8.48
5	1.96	1.69	1.27	1.19	1.65	17	5.09	4.98	4.75	4.12	5.31
6	3.87	3.5	2.89	2.8	3.32	18	3.63	3.47	3.22	2.74	3.77
7	5.24	4.96	4.44	4.07	4.8	19	3.32	3.06	2.67	2.4	3.25
8	6.08	5.89	5.46	4.96	5.77	20	3.65	3.34	2.86	2.67	3.42
9	6.59	6.5	6.22	5.51	6.46	21	3.27	2.97	2.51	2.34	3.02
10	9.89	9.87	9.63	8.51	9.9	22	2.8	2.52	2.08	1.94	2.54
11	12.76	12.71	12.41	11.19	12.76	23	2.96	2.65	2.18	2.04	2.63

각되어 담장허물기전(Case 1)과 Case 1의 조건에서 담장만 제거(Case 5)한 상태로 시뮬레이션 결과, 미세한 차이지만 Case 5에서 Case 1보다 높은 온도를 보이는 것으로 나타났다. 이는 낮 시간대에 담장이 주택지 내 일사를 차단하고 그늘을 형성하여 주위의 열환경을 완화하는 역할을 하는 것으로 생각한다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 담장허물기 운동의 본질인 담장 제거로 인하여 주택지 내 외부공간의 열환경이 어떻게 변화했는가를 살펴보고, 앞으로 지속적인 담장허물기 운동의 추진을 위해 고려해야 할 사항을 검토하였다.

먼저, 3차원 전 표면온도 결과 모든 시간대에서 담장 제거로 인한 표면온도 차는 거의 나타나지 않았으나, 낮

시간대에 담장으로 인한 일사 차단으로 담장주변에 있어서는 낮은 표면온도를 보이고 있다. 또한, 지표면 재질변화, 추가 수목식재 및 옥상녹화 등의 녹화수법을 적용한 경우에서도 낮은 표면온도를 나타내고 있다.

따라서 현재 진행되고 있는 담장허물기 운동은 도시기후 및 열환경적 측면에서의 검토보다는 부족한 녹지공간 확보와 주차공간 개선 등으로 많이 활용되고 있어 현재의 조성방법으로는 가구 내 표면온도를 낮추기가 어려울 것으로 판단된다. 담장허물기 운동으로 인한 외부공간 조성 시 직달일사를 차단할 수 있는 식재와 지표면의 재질변화 및 다양한 녹화수법을 적용한 계획이 요구되어 진다.

MRT 결과 일출 전에서 일몰 후까지 직달일사의 영향을 받는 낮 시간대에 담장으로 인한 일사의 차단과 그늘형성으로 도로 및 주변 건축물로부터의 복사열이 차단되고 있는 것으로 나타났다. 또한, 식생 및 수목식재의 녹화수법을 적용한 주변지역에서도 차양효과와 증발산작용으로 낮은 온도분포를 나타내고 있다. HIP 결과에서도 표면온도, MRT와 같은 유사한 경향을 보이고 있는 것으로 나타났다. 담장으로 인한 주택지 내 일사의 차단과 그늘형성으로 낮 시간대에 온도분포가 낮게 나타나고 있으며, 추가 수목식재 및 옥상녹화 등의 녹화수법을 적용한 경우에는 2°C 낮은 온도분포를 나타내고 있다.

이상의 결과에서 담장은 주택지 내 미기후에 영향을 미치고 있는 것으로 판단된다. 도로 폭이 좁은 단독주택지 내에서 일사를 차단하고 그늘을 형성하여 도로나 주변 건물로부터 복사열을 차단하고 있는 것으로 나타났다. 또한, 지표면 재질변화, 수목식재 및 옥상녹화 등의 녹화수법을 적용한 경우에서도 주변 지역보다 낮은 온도분포를 보이고 있는 것으로 나타났다.

지금까지 담장허물기 운동은 주거지 내 거주민들의 주거만족, 지역공동체 삶의 활성화, 거주민의 안전의식 및 주차환경 개선방안 등 여러 방면에서 긍정적인 변화를 보여 왔으며, 또 다른 변화의 형태를 준비하고 있다.

본 연구도 담장허물기 운동의 또 다른 변화의 하나로 도시 기후적 측면의 열환경 개선을 위한 노력을 담고 있다. 특히 주거공간의 열환경은 온도뿐만 아니라 바람, 습도 등 인간의 감각과 행동에 영향을 미치는 주요한 기후 인자들이며, 주거지 내 거주하는 주민의 쾌적성 향상 측면에서도 매우 중요한 사항이다.

담장 제거로 인하여 만족할 만한 기온의 변화는 없었지만, 앞으로 연구에서는 실제 가구 내 거주민 삶의 쾌적성을 향상할 수 있는 열환경 개선을 위한 공간형태나 구성재료 등의 공간디자인과 밀접하게 관련되는 연구가 계속되어야 할 것이다.

REFERENCES

1. Baek, S., Kim, Y., & Lee, J. (2010). Analyzing the effects of the wall removal project on the sense of community and safety in residential area. *Journal of the Korean Regional*

- Development Association*, 22(1), 181-199.
2. Choi, J. (2005). A study on affecting factors of the opening of fence movement. *Journal of Korea Planners Association*, 40(7), 25-41.
 3. Jang, E. (2005). A numerical simulation of heat flow field for heat island effect analysis to air pollutants dispersion in apartment complex. *Journal of the Environmental Sciences*, 14(6), 577-582.
 4. Jeon, M. et al. (2010). Evaluation of the thermal environment and comfort in apartment complex using unsteady-state CFD simulation. *Journal of the KIEAE*, 10(4), 67-73.
 5. Jun, H. (2010). *A study on urban environmnet change and improvement method of the fence demolition campaign in detached housing area*. Unpublished mater's thesis. University of Seoul, Korea.
 6. Kim, S. (2004). An evaluation of the collaborative urban environment improvement initiative in South Korea. *Journal of the Environmental Sciences*, 13(10), 863-870.
 7. Kwon, Y. (2003). *A study on civil attitudes on fence removal*. Unpublished mater's thesis. University of Keimyung, Daegu.
 8. Lee, J. (2006). *The influence of demolish a wall at houses upon the inhabitants' satisfaction*. Unpublished mater's thesis. University of Chungju, Chungju.
 9. Noh, Y. (2007). *A study on the post evaluation of the residents in the wallless housing*. Unpublished mater's thesis. University of Hanyang, Seoul.
 10. Oh, K., Seo, A., & Jung, S. (2009). Planning apartment complexes to enhance thermal environment. *The Korea Society For Environmental Restoration And Revegetation Technology*, 12(2), 83-94.
 11. Park, E., & Kang, E. (2007). A research on analysis of sunlight environment impact of certified green building apartment complexes. *Journal of Architectural Institute of Korea*, 23(9), 3-13.
 12. Park, K., & Park, M. (2010). The policy effects of crime prevention through environmental design in local government. *The Korean Association for Local Government Studies*, 14(1), 203-223.
 13. Ryu, J., Kim, J., Jung, E., & Kim, S. (2004). A study on the analysis of environmental-friendly planning characteristics of apartment housing complex. *Journal of the Korean Housing Association*, 15(5), 97-105.
 14. Ryu, J. et al. (2011). Study on evaluation of thermal environment following alleviation of limit on number of floors of apartment complex. *Preceeding of REAL CORP 2011* (p. 923-933). Essen, Germany.
 15. Ryu, J., Jung, E., & Hoyano, A. (2011). A study on evaluation of thermal environment following the alleviation of the limit on number of floors or apartment complex. *Journal of the Korean Housing Association*, 22(3), 93-100.
 16. Son, S. (2001). A study on the implementation strategy of community development wall removal campaign in Daegu. *Journal of Korean-International Society of Community Development*, 26(1), 7-27.
 17. Yoon, S., & Jung, S. (2009). Predictive evaluation of outdoor thermal environment in summer of apartment housing according to building types and site planning types. *Journal of Architectural Institute of Korea*, 25(9), 321-328.
 18. Yoon, Y. et al. (2008). Factor analysis of the relation between land cover ratio of green spaces and temperature. *Journal of the Environmental Sciences*, 17(5), 485-491.
 19. Hoyano, A., Asawa, T., & Nakaohkubo, K. (2004). Environmental design tool by combining outdoor thermal environment simulation with 3D-CAD. *Journal of Architecture and Building Science*, 20, 195-199.
 20. Givoni, B. et al. (2003). Outdoor comfort research issue. *Energy & Buildings*, 35(1), 77-86.
 21. Mayer, H. et al. (2008). Human thermal comfort in summer within an urban street canyon in Central Europe. *Meteorologische Zeitschrift*, 17(3), 241-250.
 22. Nikolopoulou, M., & Lykoudis, S. (2007) Use of outdoor spaces and microclimate in a mediterranean urban area. *Building & Environment*, 42(10), 3691-3707.
 23. Nikolopoulou, M., & Steemers, K. (2003). Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces, *Energy & Buildings*, 35(1), 95-101.
 24. Oliveira, s., & Andrade, H. (2007). An initial assessment of the bioclimatic comfort in an outdoor public space in Lisbon. *Int J of Biometeorol*, 52(1), 69-84.
 25. Sato, R., Hoyano, A., Murakami, A., Asawa, T., & Handa, M. (2004). Evaluation of thermal control effect of vegetation in substantial urban area using numerical simulation. 4. *Architectural Institute of Japan*, 723-724.

접수일(2011. 11. 17)

수정일(1차: 2012. 1. 4)

게재확정일자(2012. 1. 17)