



동계 이중외피와 내부식재에 의한 실내 온도 특성에 관한 연구

The Characteristics of the winter season window and indoor temperature due to the indoor plant

윤영일* · 조주영**

Yun, Young-Il* · Cho, Ju-Young**

* School of Architecture, Chonnam National Univ., South Korea (smlxlyun@nate.com)

** Corresponding author, BHT Architects & Engineers Co., Ltd., South Korea (raumdodo@gmail.com)

ABSTRACT

Purpose: This study desires to investigate an effect of indoor temperature, humidity, and illuminance targeting a planting system of double-skin facade and cavity space adjacent to the outside within a certain period of winter. Through this, the study suggests a basic material about an energy conservation effect of double window system using planting to reduce heating load of a building in winter, so desires to contribute to indoor thermal comfort effect and illuminance correction study of double window and indoor plant. **Method:** Considering effects such as day and night climatic elements and air conditions in winter, illuminance measurement was conducted through a double-skin facade of space, a subject of the measurement, on the basis of practical residence time of a resident, and this study analyzed characteristics of indoor illuminance about this. The study measured and compared a change of insolation, dry-bulb temperature, and relative humidity at each indoor-outdoor measuring point, so measured and compared characteristics of an indoor temperature effect by elements of double-skin facade and indoor plant. **Result:** Through this study, the researcher could determine that indoor plant within double window in winter not only blocks solar radiation but also photosynthesizes, so is somewhat disadvantageous to winter thermal comfort reducing heating load. In addition, solar radiation going through interior plays a role to bring down somewhat high humidity to about 50% of reasonable humidity, so plays a direct role of maintenance of comfortable indoor space. Although there are effects such as blocking of solar radiation and temperature reduction, this has a positive influence on humidity control and proper illuminance distribution. The researcher could determine that illuminance, temperature, and humidity by solar radiation penetration for the whole measuring time play a role to supplement indoor environment mutually.

KEYWORD

이중외피시스템
이중창호시스템
실내 온열환경
열쾌적
실내식물

Double Skin Facade
Double Window System
Indoor Thermal Environment
Thermal Comfort
Indoor Plant

ACCEPTANCE INFO

Received September 24, 2015

Final revision received October 12, 2015

Accepted October 14, 2015

© 2015 KIEAE Journal

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

친환경 건축물과 관련한 대부분의 건축물의 계획 시 냉·난방 부하를 줄이기 위한 설계와 기술들이 선택되고 있으며, 이러한 건축적인 방법들은 그 계획분야에 따라 패시브 디자인(Passive Design)과 액티브디자인(Active Design)으로 대표될 수 있다. 패시브 디자인 계획은 건축물의 기계적 설비(액티브디자인)인 냉·난방 설비와 공조 시스템에 영향을 미치게 되므로 에너지 소비부분에서 큰 영향을 미치게 된다. 이와 같이 건축물의 규모와 에너지 소비에 큰 영향을 미치게 되는 패시브 디자인의 가장 기초적인 요소는 건축물 방위의 최적화, 외피의 단열성능 강화, 일조와 일사를 조정하는 채광계획, 에너지 절감형 창호 적용 등이 있다. 건축물의 에너지 성능에 가장 영향을 많이 주는 요소로는

창호 시스템이 있으며, 창호시스템 중 이중외피 시스템은 에너지 사용량 저감 효과가 있다는 것을 다수의 선행연구에 의해 검증되어 있다. 이러한 이중외피 시스템의 외부 또는 내부에 식물을 식재하는 것은 외부에서 들어오는 일사에 영향을 주어 실내부의 에너지 손실 절감과 실내 공기질(AQ)에 긍정적 영향을 주는 것이 가능하다.

하지만, 건물 외부에 식물 식생을 적용하는 것은 용이하지 않을 뿐 아니라 외관 훼손의 우려 때문에 계획상 기피하는 단점이 있다. 이러한 방법과는 대조적으로 건물 이중창호 중간에 배치된 식물은 배치가 용이하고 건물외관 가치를 훼손시키지 않는 장점이 있다. 이러한 방법은 실내조도 저감 및 열쾌적 개선효과는 저감되겠지만 일정한 에너지 보호 효과가 있을 것으로 판단된다. 선행연구로부터 건물 외부 식물의 일사획득 저감 및 외주부 열쾌적 개선효과에 관한 연구결과가 보고되고 있지만, 내부 식물의 효과에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 실내 환경개선을 위하여 실내 화분 식물로 많이 이용되고 있는 식물 중 창가에서 가장 일사를 보존할 수 있는 종을 이중외피 내부에 함께 식재한다

면 효과적인 일사 획득을 통한 일정한 실내조도 유지와 에너지 보호 효과에 도움이 될 수 있을 것이다.

본 연구는 겨울철 일정한 기간 동안 실외와 접하는 이중외피시스템과 중공공간의 식재 시스템을 대상으로 실내의 온·습도와 조도 영향에 대해 조사하고자 한다.

이를 통하여 본 연구는 겨울철 건물의 난방부하 저감을 위한 식재 및 이중외피시스템을 적용한 이중창호 시스템의 에너지 보호 효과에 대한 기초적 자료를 제시하여 이중외피 구조인 이중창호와 실내화분의 실내 열쾌적 효과와 조도 보정 연구에 기여하고자 한다.

1.2. 연구의 방법 및 범위

1) 연구의 방법

최근 친환경건축 요소들이 건축의 기본적인 요소로 자리 잡고 있으므로, 실내 환경 개선을 위하여 일반적으로 널리 보급되고 있는 이중창호를 개선하여 이중외피시스템의 기능을 갖는 구조로 계획하였으며, 실내 식물들의 경우 선행 연구조사를 통해 실내 식물을 선택하였다. 본 연구 장소의 경우 아파트의 필로티 부분 공공공간을 주민센터로 전환하는 리모델링 공사를 통해 이중외피시스템과 내부 식재 식물을 계획 및 설치하여 실험을 진행하였다. 리모델링한 주민센터는 창문의 위치가 전면 개방된 남향으로 위치되어 있으며, 1층 필로티 오픈 공간에 계획하였다.

겨울철 주·야간의 기후요소 및 외기조건 등의 영향을 고려하여 실제 이용하는 재실 시간을 기준으로 측정 대상 공간의 이중외피를 통한 조도측정을 실시하였으며, 이에 대한 실 내부의 조도 특성을 분석하도록 하였다. 이에 따른 실 내부의 각 측정 지점에서의 일사량, 건구온도, 상대습도의 변화량을 측정비교하여 이중외피와 내부식재의 요소에 의한 실내 온도 영향 특성을 측정 비교하였다.

2) 연구의 범위

본 연구는 실제 건축공간에서 실험을 수행한 것으로, 본 연구에서 이중창호의 투과율, 반사율에 관한 창호 자체의 성능에 대해서는 다루지 않았으며, 창을 투과한 일사량과 내부 식재 영향에 의한 온·습도와 조도만을 측정하였다.

2. 실험 및 분석방법

2.1. 실험대상 이중외피 공간

실험대상인 주민센터에 적용한 부분은 남측 창호를 에너지 효율을 위하여 이중외피구조인 이중창으로 계획되었다. 이중창의 간격은 70cm의 넓이로 계획 및 설치하였으며, 전면 창 상부와 하부는 외부의 기류를 순환하기 위한 환기구가 장착되어 있어 하절기의 이중창 내부의 환기의 순환을 통하여 실 내부의 온도를 조절하는 기능을 하게 되며, 동절기는 환기구를 밀폐하여 내부의 기류를 차단해 내부의 보온 효과가 나타나게 된다. 전면 창의 창 내부 블라인드를 통하여 외부의 일조, 일사를 조절하는 기능

을 하게 되며, 창 내부에 식재를 계획하여 중공층 내부의 공기 질 및 온도조절 기능이 추가된다.

후면 이중창은 일조, 일사의 영향을 받지 않기 때문에 일사조절을 위한 장치를 하지 않았으며, 단열을 위한 이중창호와 내부 환기를 위한 프로젝트 창호를 설치하여 창호의 기밀성과 환기 기능을 확보하도록 설치되었다.

Table 1. Front and Rear details in Double-Skin Facade

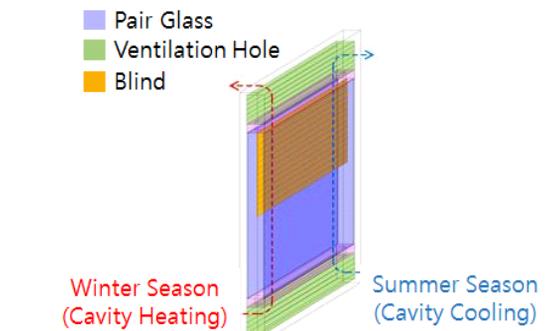
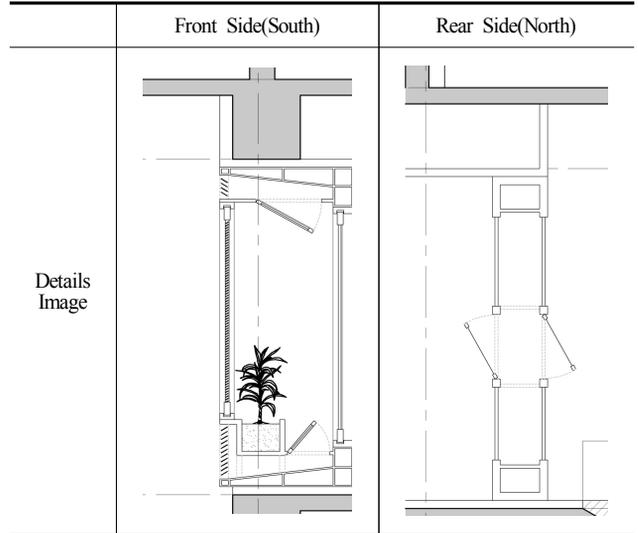


Fig 1. The Concept of the Double Window Systems

2.2. 실험대상 식물 선정

실험 식물은 선행연구를 기반으로 하여 아래 내용을 바탕으로 선택하였다. 임영빈 외 3인(2010)의 연구에서는 실내 식재 식물로 이용되고 있는 세 가지 종류를 채택하여 각 식물의 투과한 파장별 일사강도 특성에 관한 연구결과를 진행하였으며, 각 식물 투과한 파장별 일사강도(상대) 특성을 예비적으로 측정되어 있는 결과로 3종의 식물을 투과한 파장별 일사강도(일사스펙트럼)은 유사한 형태를 보인 것으로 나타났다¹⁾. 3종의 식물 중 오근석 외 2인의 연구(2010)에서 실내 화분 식물의 이산화탄소 농도 관련 선행 연구결과 Areca Palm의 이산화탄소 저감 성능이 양호한 것으로 나타났으며, 식물의 단위 부피당 잎 밀도도 이 식

1) 임영빈 외 3인, 여름철 창문 내측 화분에 의한 실내 일사 및 온도 영향 특성, 대한건축학회 논문집 12권 4호, 2010. 12, pp.245-pp255

물이 높다는 결과를 도출하였다²⁾.

본 연구에서 실제 주민센터에 적용한 식물은 위 선행연구결과를 기반으로 Areca Palm으로 선택하였으며, 이중외피 내 중공층에 식재하여 실험을 진행하였다.

2.3. 실험대상의 공간선정

본 연구는 광주시 각화동 ○○ 영구임대 아파트의 1층에 위치한 공간으로서 기존의 필터리 부분을 리모델링하여 주민센터로 전환한 장소를 실험대상으로 선정하였다. 주민센터의 남측에는 일사에 지장을 주는 시설이 없으므로 일중 일사가 풍부하게 입사되고 있다. 대상 공간은 실내 온도조절이 되지 않으며, 창문은 이중외피 구조로 일반 페어글라스 이중창, 창틀은 스테인레스 스틸로 설치하였다.

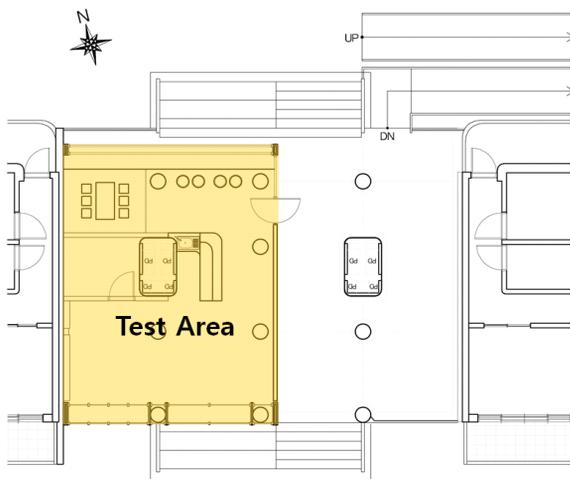


Fig 2. A plan of the Test subjects (None Scale)

Fig 2.는 필터리 주민 센터의 평면도이며, Fig 3.은 실험대상 공간의 식물배치 입면으로 실내식재 Areca Palm의 배치는 이중창호의 하부에 선반을 이용하여 10개의 화분을 1열로 배치하였으며, Fig 4.는 실험대상 외부 모습과 실내 식재 현황이다.

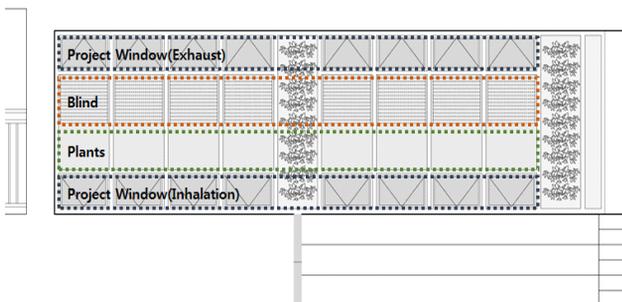


Fig 3. Installation of parts and components of the double window Systems



Fig 4. Status on Double windows installation and plant layout

2.4. 온·습도 및 주광률 측정

실험대상 공간에서 일사 취득이 적은 겨울철에 본 연구의 측정을 실시하였다. 2014년 12월 20일~23일의 동지일을 기준으로 쾌청한 날을 선정하여 4일 연속 측정을 실시하였다.

1회 측정시간은 일반적인 재실자의 평균 재실 시간(오전 9시~ 오후 6시)를 포함하여 측정하였으며, 12월 20일부터 21일까지는 이중외피를 기준으로 측정하였으며 22일부터 23일까지는 이중외피의 내부 창호를 개방한 단일외피 기능으로 총 72시간 동안 주·야간으로 이중외피와 단일외피일 때를 30분 간격으로 측정하였다.

실내 화분 식물의 영향평가를 위해 식재의 배치의 경우 이중창호의 중공공간 하부 창틀을 기준으로 선반을 이용하여 창문모듈별 화분으로 4모듈을 기준으로 측정위치를 잡았으며, Fig 5.는 실험대상 공간 내에 각종 변수 측정 위치를 나타낸 것이다.

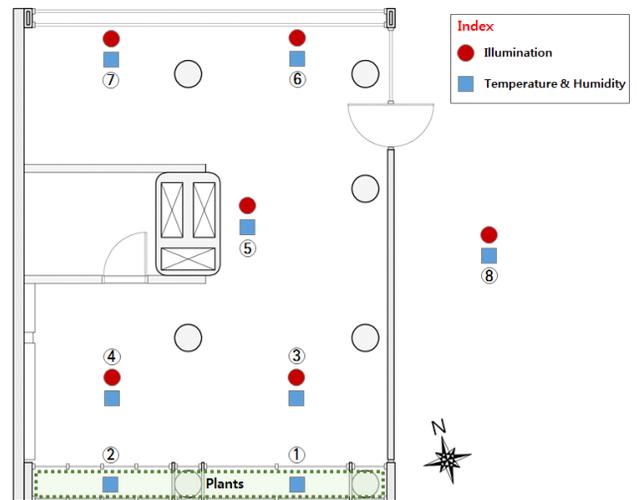


Fig 5. The measuring element and the measuring points of the internal variable

1) 온도 및 습도 측정

이중외피와 식재 식물의 배치에 따른 이중외피 창문 측 온도차 변화를 살펴보고자 측정 공간의 외기 온도와 실내 온도에 대해 건구온도를 시간대 별로 측정하였다.

습도의 변화량 측정은 상대습도로써 실외 습도와 실내 창문 측 및 이중외피 내의 식재식물 부분의 각 지점별로 8개의 위치를 지점별로 측정을 실시하였다.

2) 오근석, 정근주, 임영빈, 사무실 조도조건에서 실내식물의 CO2농도 저감효과 실험, 대한건축학회연합 논문집 11권 4호, 2010. 04, pp.233~pp.240

2) 조도 및 주광률 측정

사용자의 일상적인 재실 시간인 09시~18시 사이에 실험대상 공간의 수평면 일조량(조도)를 측정하였다. 이중외피가 설치된 실 내부의 총 5개 지점에서 조도를 측정하였으며, 식재된 이중외피 내부에서도 가까운 지점에서 조도를 측정하였다.

Table 2. Used equipment

Division	equipment	EA
Hygrometer	DAta Logger TH-101	8 EA
Illuminometer	TES Data Logger Light Meter Pro.	1 EA

3. 측정 결과 및 비교분석

3.1. 이중외피 공간의 실내 온·습도 특성

1) 실내 공간의 건구온도

측정 대상 공간은 난방설비가 없는 상태로서 각 지점별 실내 7 지점과 실외 1지점의 온도를 측정 비교하였다. 건구 온도에서의 외기 온도는 측정 기간 동안 최고 7.8℃에서 최저 -0.2℃의 온도 분포를 가지며, 온도 측정 기간 동안 14시부터 16시까지의 시간대에 가장 높은 온도 분포가 나타나고 있다.

Fig 6.에서 나타나듯이 이중외피의 내부 창호 폐쇄를 적용한 측정일의 온도 분포는 각각의 측정 위치에 따라 남측 지점에서 북측 지점으로 온도의 분포가 높아지는 것으로 나타났으며, 이는 난방설비를 하지 않는 상태에서 내부로 들어오는 일사의 양과 실 내부로 들어오는 깊이에 따라서 일정한 온도 분포를 보이고 있다.

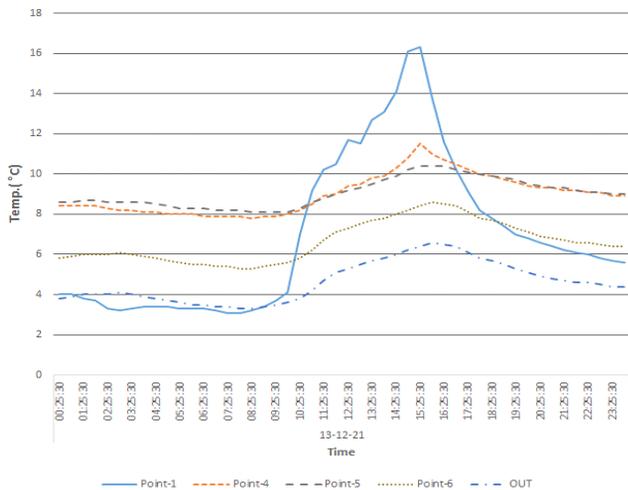


Fig 6. The distribution of the daily indoor dry bulb temperature - Closed(Double Window Systems)

이중외피 내부에서 측정된 지점은 실 내부의 지점보다는 최고 +10℃정도의 차이를 나타내고 있으며, 각각의 측정지점에서 동 반적으로 온도가 상승하는 현상이 나타났다. 이는 이중창호 내

3) 실제 외기 온도 측정에서 바람의 영향을 최소화하기 위해 바람이 들지 않는 곳에 측정 하였기 때문에 실제 측정과 당일 온도와의 차이가 있음.

부에서 덥혀진 공기층이 온도의 상승과 외기의 온도를 차단하는 단열효과로 인한 현상으로 판단할 수 있으며, 야간 측정치에서도 각 지점에서 2℃의 차이를 나타내는 것은 이중외피 내부의 식 물이 야간에 실내 각 지점에 온도의 변화에 영향을 주고 있다는 것으로 판단된다.

Fig 7.의 측정결과는 이중외피의 내부 창호를 개방한 측정일의 온도 분포는 내부창호를 폐쇄한 Fig 6.과 유사한 형태로 분포하지만 최고온도는 4℃ 이상 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 이중외피의 안쪽 창호를 개방하는 상태가 단일 외피와 같은 상태로 판단되며, 이중외피의 상태보다 열효율이 떨어진다는 것을 알 수 있다.

실 내부 각 지점은 측정 위치에 따라 바깥쪽에서 안쪽 지점으로 온도의 분포가 높아지는 것으로 나타나며, 야간 측정치에서도 각 지점에서 2℃의 차이를 나타내는 것은 이중외피 내부의 식 물이 야간에 실내 각 지점에 온도의 변화에 영향을 주고 있다고 판단된다.

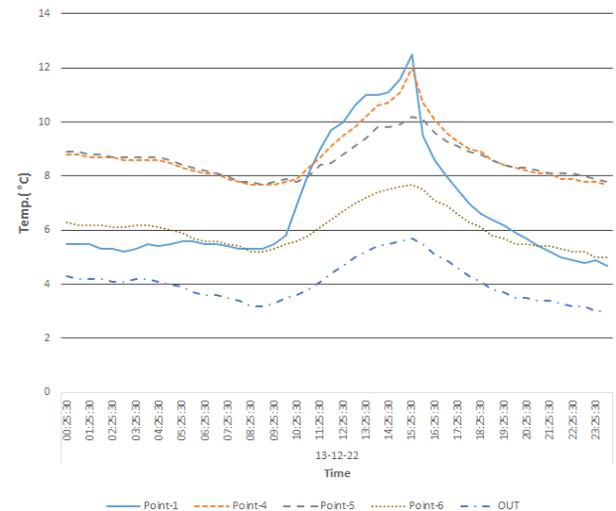


Fig 7. The distribution of the daily indoor dry bulb temperature - Open (Double Window Systems)

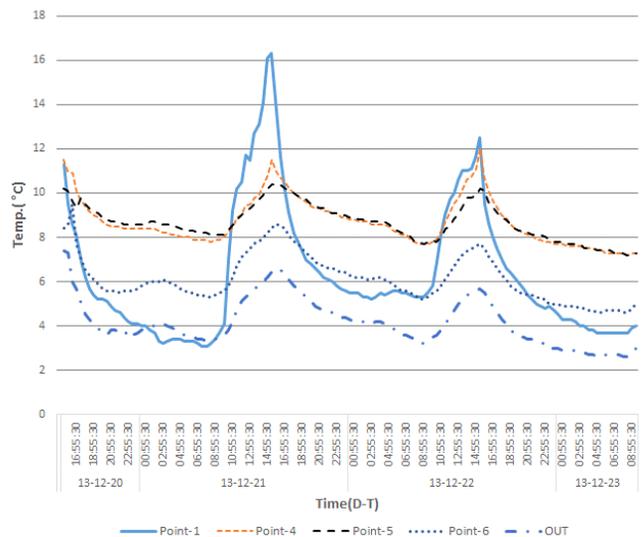


Fig 8. Distribution of indoor and outdoor dry-bulb temperature

측정 시간을 20일부터 23일까지 72시간으로 측정하였을 경우는 상위 두 가지 이중외피와 같이 내측창문의 폐쇄와 개방의 두 가지 경우를 비교하여 측정 하였다.(Fig 8.) 21일의 이중외피의 경우와 22일 단일외피의 경우 최고 온도는 이중외피의 경우가 각각 16°C와 12.5°C로 4°C 정도의 차이로 나타났다. 이중외피의 내부를 측정한 Point-1의 경우 다른 측정 지점보다 높은 온도 측정치를 나타내고 있다. Point-1은 주간의 일정한 시간대 동안 이중외피의 경우 매우 높은 온도 분포를 보이고 있지만 실 내부는 단일 외피일 때와 비교하여 약간의 높은 온도 분포를 보이고 있다. 이는 겨울철의 낮은 태양고도로 실 내부의 일정한 지점까지 입사되는 다량의 일사량이 Point-5 지점까지 입사되어 나타나는 현상으로 판단된다.

하지만 Point-6 지점의 경우 일사량의 부족으로 다른 지점에 비해 현격하게 내부 온도가 낮게 나타나는 것을 알 수 있다. 일사의 영향이 없는 야간의 경우 각 지점의 온도별 차이점은 외기에 면한 Point-1,6의 경우 다른 지점에 비해 다소 낮아지는 것을 알 수 있으며, 중간 지점인 Point-4,5의 경우 외기와 면한 지점에 비해 다소 높으며 일정한 온도 분포를 유지한다는 것을 알 수 있다.

2) 실내 공간의 상대습도

이중외피의 창문 측 이중외피와 식재의 배치에 따른 실내 상대습도의 변화량을 알아보려고 측정을 실시하고 분석하였다.(Fig 9.)

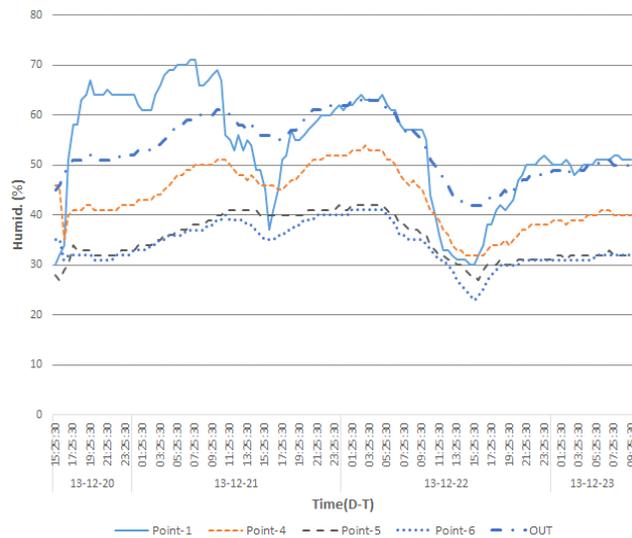


Fig 9 Distribution of indoor humidity

전체 측정 시간 중 외기의 상대습도는 42~64%의 변화량을 나타냈으며, 실내부의 평균 상대습도 내부는 30~42%의 변화량으로 실내와 실외의 평균 습도는 내부가 다소 낮게 나타나고 있다. 이중외피의 내부 창호를 폐쇄했을 경우 실 내부의 평균 상대습도는 32~42%로 실내부의 평균 상대습도와 비슷한 변화량을 보이고 있지만 외피의 내부 창호를 개방 했을 때는 26~53%로 야간과 주간에 따라 상대습도의 차이를 보이고 있다.

외기의 온도 분포 변화에 따른 실외 및 실내의 상대습도는 실의 깊이에 따라 변화가 있지만 동일한 패턴으로 변화하고 있

며, 식재가 설치된 이중외피의 내부의 상대 습도는 그 변화의 폭이 특정 시간에 급격하게 변하고 있다는 것을 알 수 있다. 외기 온도가 높은 11시에서 13시 사이의 측정 시간대에는 실외와 실내 창문 측의 온도 상승에 따른 상대 습도의 변화량이 크게 감소하고 있다는 것을 알 수 있다.

이중외피의 내측창의 폐쇄와 개방에 따른 상대습도량의 변화를 살펴보면, 내측창 폐쇄의 경우 식재 대상 식물의 측정 지점에 있어서 실내 이중외피 측과 50cm의 이격거리와 식물을 심은 개별 화분의 배양토와 관수의 양을 감안하여도 이중외피에 따른 실내의 일정한 습도가 발생됨을 측정 결과 수치를 통해 알 수 있다. 또한, 이중창호의 개폐와 상관없이 실내의 습도 분포는 이중창호와의 측정거리에 따라 일정하게 감소하는 것을 알 수 있으며, 이중창호의 폐쇄 시에 높은 습도와 급격한 습도변화를 보인다.

내부 식재는 증산작용에 의해 습도를 일정하게 실내에 방출시키게 되며, 이는 겨울철 실내의 열성능 향상에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단되었다.

3.2. 이중외피 공간의 조도 특성



Fig 10. Distribution of indoor illumination(Compared to the temperature and humidity)

실내 이중창호 측 유리를 통하여 외기에서 직접적으로 입사된 일사 투과에 의한 조도는 실내의 온도의 변화에 따라 조도 측정치가 함께 변화한다는 것을 알 수 있다. 외기와 실내 온도가 가장 높은 15시 측정 시간대에서 2000 lux의 값이 나타난다.

각 측정 지점에 따라 이중외피가 가장 가까운 지점에서는 주간 시간 동안 1000 lux 이상의 조도가 측정되며 이는 창호 근처에서는 실내 활동 중에 방해가 되는 환경으로 판단된다. 창호에서 50 cm 떨어진 두 번째 측정지점은 식재 식물의 일사투과 차단과 반사로 인하여 500~1000 lux 의 조도로서 권장 조도인 500 lux에 가까운 측정치로 사용자의 생활에 무난한 조도를 나타내고 있다. 식재 화분으로 인해 조도를 낮출 수는 있지만 일사광선의 차단으로 실내온도를 일부분 낮추는 요소로서 판단할 수 있다.

실내로 투과되는 일사량은 실내의 다소 높은 습도를 적정 습도인 50%대로 낮춰주는 역할을 하여 쾌적한 실내공간에 직접적인 역할을 하고 있으며, 전체 측정시간에 대한 일사투과에 의한 조도, 온도, 습도는 상호간에 실내 환경을 보완하는 역할을 하고 있다는 것을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구는 실내 환경 개선을 위하여 많이 사용되고 있는 이중창호와 실내 식재를 대상으로, 이중창호와 실내 식물의 겨울철 실내공간에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 기초자료를 제공하고자 수행하였으며, 그 결론은 다음과 같다.

첫째, 겨울철 이중외피 내부에서 측정된 지점은 실 내부의 지점보다는 최고 +10℃ 정도의 차이를 나타내고 있으며, 각각의 측정지점에서 동반으로 온도가 상승하는 현상이 나타났다. 이는 이중창호 내부에서 덥혀진 공기층이 온도의 상승과 외기를 차단하는 단열효과로 인한 현상으로 판단할 수 있으며, 야간 측정지에서도 이중외피 내부의 식물이 야간에 실내 각 지점에 온도 변화에 영향을 주고 있다는 것을 가시적으로 알 수 있었다.

둘째, 이중외피의 내측창문의 폐쇄와 개방 두 가지 경우를 비교하였을 때, 이중외피 내부의 경우 온도가 크게 비교가 될 만큼 차이를 보이고 있다. 하지만 실의 내부 적정 위치에 다다르면 두 경우의 온도차이가 크지 않다는 것을 알 수 있으며 내측창 개방의 경우 내측 온도 변화와 유사하다는 것을 알 수 있다. 이는 이중외피를 폐쇄했을 때 식재한 식물의 일사량 차단으로 인하여 일정한 거리까지의 실내부의 온도는 많은 변화가 없다는 것을 알 수 있으며, 이는 겨울철의 실내 온도상승에 크게 영향이 없다는 것을 알 수 있다.

셋째, 이중창호의 개폐와 상관없이 실내의 습도 분포는 이중창호와 측정거리에 따라 일정하게 감소하는 것을 알 수 있으며, 이중창호의 폐쇄 시에 높은 습도와 급격한 습도변화를 보인다는 것을 알 수 있다. 이는 내부 식재는 증산작용에 의해 습도를 일정하게 실내에 방출시키게 되며, 이는 겨울철 실내의 열성능 향상에 도움을 주지만 내부 습도는 적정습도 이상을 내 보내어 쾌적한 실내 환경에 저해되는 조건으로 판단된다.

넷째, 실내로 투과되는 일사량은 실내의 다소 높은 습도를 적정 습도인 50%대로 낮춰주는 역할을 하여 쾌적한 실내공간에 직접적인 역할을 하고 있으며, 전체 측정시간에 대한 일사투과에 의한 조도, 온도, 습도는 상호간에 실내 환경을 보완하는 역할을 하고 있다는 것을 알 수 있다.

다섯째, 본 연구를 통하여 겨울철 이중창호 내부에 설치된 화분식물이 일사를 차단하고 광합성 작용을 일으켜 열손실, 즉 난방부하를 발생시킨다는 것을 알 수 있었다. 이는 이중창호 내부에 설치된 화분식물이 겨울철 열적 쾌적에 다소 불리한 영향을 미치는 것을 의미한다. 이처럼 겨울철 화분식물에 의한 일사의 차단은 실내 온도를 저감시키는 부정적 측면을 가지고 있었다. 반면, 습도의 조절과 적절한 조도 분배의 긍정적 측면 또한 가지고 있음을 확인하였다. 전체 측정시간에 대한 일사투과에 의한 조도, 온도, 습도는 상호간에 실내 환경을 보완하는 역할을 하고 있다는 것을 알 수 있다.

끝으로 향후 본 연구의 결과를 바탕으로 여름철 이중외피의 유사 조사를 통하여 이중외피 내부의 식물 식재의 영향에 대하여 후속 연구가 필요하다고 생각된다.

Acknowledgement

This research was supported by a grant (14CHUD-C063302-04-000000) from Regional Development Research Program funded by Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Korean government.

This work was supported by Innopolis Research Institute Spin-Off Company Development Project of Innopolis Foundation, granted financial resource from the Ministry of Science, ICT and Future Planning, Republic of Korea.(No. 14GJI395)

Reference

- [1] 임영빈, 정근주, 서민호, 오근숙, 여름철 창문 내측 화분에 의한 실내 일사 및 온도 영향 특성, 대한건축학회연합논문집 12권 4호, 2010 // (Im,Young-Bin, Jung,Gun-Joo, Seo,Min-Ho, Oh,Geun-Sug, "Characteristics of Indoor Solar Irradiance and Temperature with Potted Plants Positioned Nearby Window in Room during Summer day", Journal of The Regional Association of Architectural Institute of Korea, Vol.12, No.4, 2010)
- [2] 오근석, 정근주, 임영빈, 사무실 조도조건에서 실내식물의 CO2농도 저감효과 실험, 대한건축학회연합 논문집 11권 4호, 2009 // (Oh,Geun-Sug, Jung,Gun-Joo, Im,Young-Bin, "Experiment on Reduction Effect of CO2 Concentration with Indoor Plants under Illuminance Condition in Office", Journal of The Regional Association of Architectural Institute of Korea, Vol.11, No.4, 2009)
- [3] Navil A. and Mardajevic, J. "Useful daylight Illuminance: A new paradigm for assessing daylight in buildings", Light Res. Technol. Vol.37, No.1, 2005
- [4] 박성득, 공동주택의 주동형식 및 창면적비에 따른 건물에너지 효율등급에 관한 연구, 한양대학교 석사학위, 2010 // (Park,Sung-Deuk, "A study on the building energy efficiency rating for apartment buildings with different building forms and window area ratios", a Master's Thesis, Han-Yang Univ., 2010)
- [5] 고동환, 기상데이터 기반 동적 자연채광 시뮬레이션을 이용한 유용조도 분석에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 26권 6호, 2010 // (Ko, Dong-Hwan, "Analysis of Useful Daylight Illuminance(UDI) by Dynamic Daylight Simulation Using Weather Data", Journal of The Architectural Institute of Korea, Vol.26, No.6, 2010)