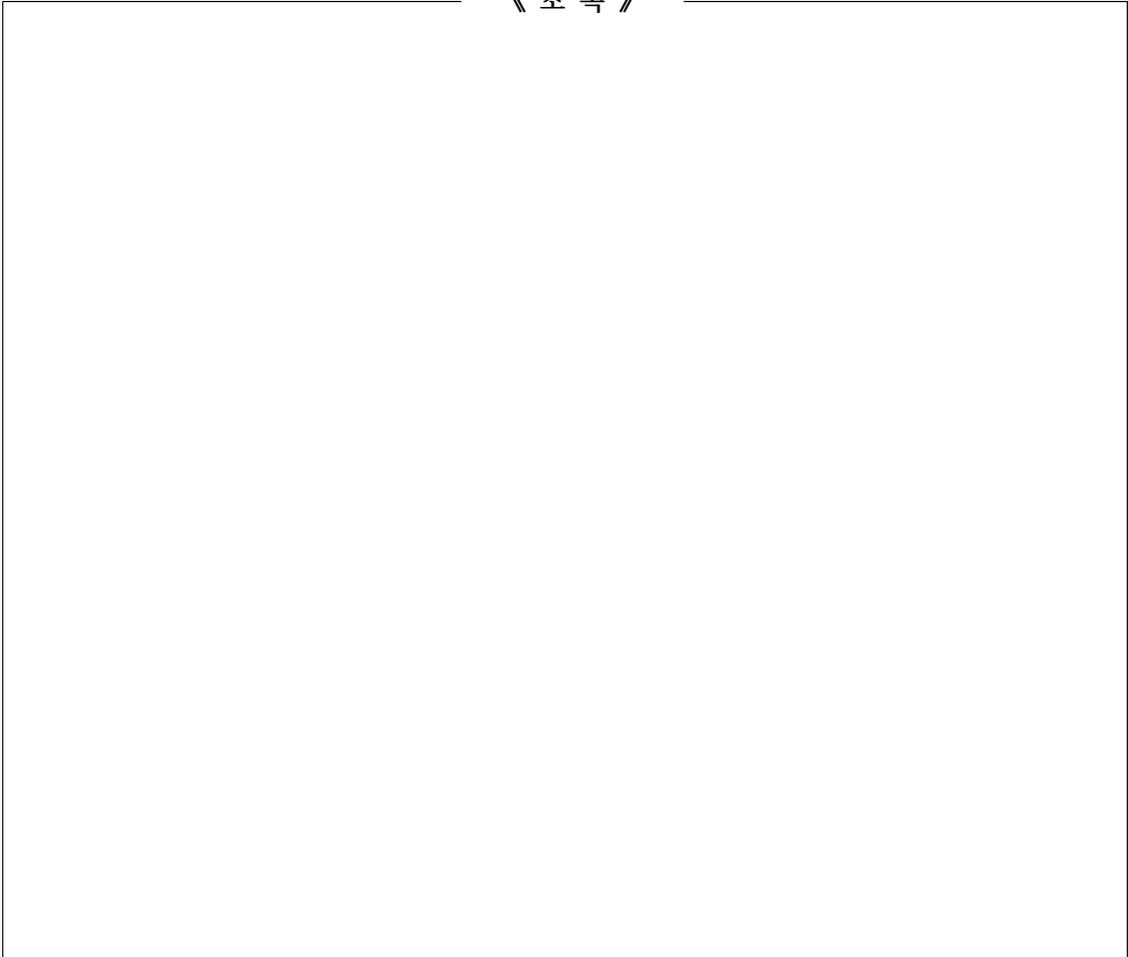


은평한옥마을과 기존한옥마을의 건폐율 차이에 따른 통풍성 연구

연구자: 21039 김예빈, 21042 김은조, 21083 배재영, 21107 안우현
21108 양지안, 21175 정승현, 21181 정지원, 21200 최지우

《 초 록 》



목 차

I. 서론	03
1. 연구 동기	03
2. 연구 목적	03
II. 이론적 배경	03
1. 선행 연구: ‘CFD 모델링을 이용한 아파트 단지에서의 바람장 및 대기오염 분포 특성에 관한 연구’	03
2. 한옥	03
3. AQI	04
4. 디컨 식	04
III. 연구 방법	05
1. 연구내용 및 방법	05
IV. 결과 및 고찰	05
1. 실험 결과	05
2. 결과 해석	06
V. 결론 및 제언	06
1. 결론 및 제언	06
VI. 참고 문헌	07

I. 서론

1. 연구 목적

한옥은 대한민국의 전통 가옥으로, 서양 가옥과는 많은 차이를 보이고 있다. 이러한 한옥은 과거 일본의 건축사학자 및 민예학자들에 의해 아름다운 선과 소박한 정감이 미학적으로 정의되기 시작하였다. 1960년대 이후로 급격한 쇠락을 겪은 한옥 건축은 현대적 삶과 동떨어진 과거의 유물로 여겨졌지만, 20세기 말 한류 문화가 세계적으로 확산되기 시작하며 세계적인 건축가 뿐만 아니라 외국 관광객들의 관심을 끌기 시작해 다시금 하나의 건축 형태로 자리잡기 시작했다. 국내외 한옥 양식에 대한 수요와 관광 요소로서의 이점이 증가하며 다양한 형태로 설계되는 한옥 마을이 생겨났다. 학교 앞에 위치한 은평 한옥 마을 또한 최근에 설계된 한옥 마을로, 전통적인 한옥과는 차이점을 지닌 현대 한옥이 건축되었다. 전통 한옥의 집 면적 대비 마당 넓이에 비해 새롭게 설계된 은평 한옥 마을의 집 면 대비 마당 넓이는 굉장히 좁다. 한옥의 대표적 특징 중 하나인 자연 통풍이 넓은 마당에서 발생하는 대류에 기인한다는 점을 고려하였을 때, 은평 한옥 마을의 한옥에서는 통풍의 특징이 드러날지에 대한 의문이 생겼고, 두 한옥 모델을 직접 제작하여 진행하는 실험을 통해 이를 확인해보고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 한옥의 기능

가. 단열 및 한옥의 재료

쾌적한 집을 위해 원활한 통풍이 우선적이고 필수적이거나 적합한 온도가 유지되는 것도 중요하다. 현대의 아파트 등에서는 난방, 보일러를 통해 사계절에 알맞는 실내온도를 조절하지만 한옥의 전통난방은 구들이다. 실내 난방을 하는 방식으로는 공기를 가열하는 가열식, 증기식, 온풍식 등이 존재하는데 우리나라에서는 특히 온돌을 이용한 방식이 많이 사용된다. 단순히 실내바닥을 가열한 복사난방은 즉각적인 온도변화는 어려워도 다른 방식에 비해 지속적이고 쾌적성이 뛰어나다. 또한, 마루 바닥에 설치한 공간 막은 추운 겨울에는 외부로부터 냉기와 냉풍을 막고 실내의 보온 효과를 높이고 이와 반대로 더운 여름에는 창호 문을 개방하여 통풍과 환기의 효과를 유도하였다.

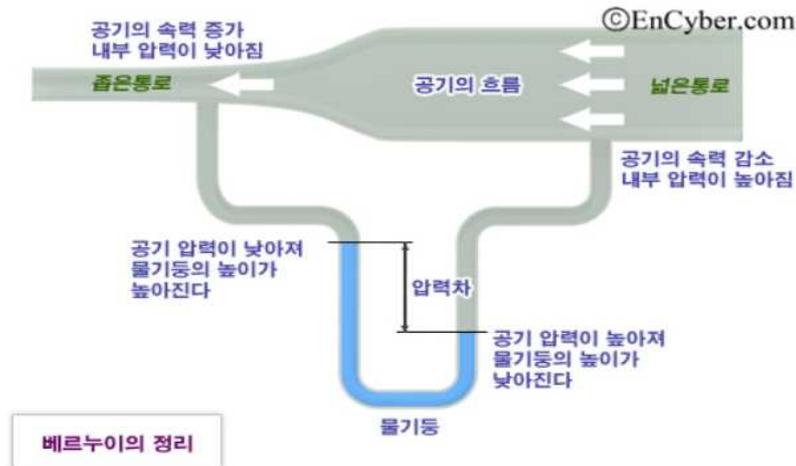
Materials	Compositional materials
Roof Tiles	Finishing for roof tile house
Chaff	Finishing for wall and the roof of thatched house
Earth	wall, floor, roof
Wood	crossbeam, pillar, rafters, floor, door and door frames and other main elements of the structure
Stone	cornerstone, wall, styhlobate
Hanji	window, wall and floor finish
Plaster	roof and wall, finishing for crack

<표1> 전통건축의 대표적 재료 (출처: KIEAE Journal)

나. 통풍

한옥은 통풍과 환기가 잘 되도록 지어졌다는 특징이 있다. 한옥 자체가 통풍과 환기를 고려해서 설계된다. 통풍은 바람의 대류현상에 의해 가능하고 대류현상은 기압차에 의해 발생한다. 한옥에 존재하는 기단은 지면의 습기를 차단하고 집을 높여주어 원활한 통풍에 도움을 준다. 즉, 습기를 차단시키고 통풍을 위해선 일차적으로 지면으로부터 높이를 띄우게 된다. 그러나 이것만으로는 지속적인 통풍과 대류를 유도하지 못한다. 대류현상의 원리에 따라 기압차를 발생시키기 위해 한옥 내 공간을 확보하고 발생한 바람이 원하는 방향으로 원활하게 유도될 수 있도록 평면 등 실내, 실외의 구조를 계획하게 된다. 이 과정에서 지형선택과 외부공간계획이 중요하게 여겨진다.

예로부터 터는 풍수지리에 입각해 배산임수의 남향구조를 가장 으뜸으로 쳐 사람이 살기에 가장 알맞은 조건으로 강조했다. 후원 쪽의 산은 겨울에 북풍을 막아주고 연료를 공급해주는 중요한 역할을 한다. 우리나라 대부분의 전통건축이 남쪽을 전면으로 하는 산등성이에 위치하게 되는 이유다. 이러한 구조에서 한옥의 앞마당은 태양빛의 복사열을 발생시키고 이렇게 발생한 높은 온도의 공기가 위로 올라간다. 보통 한옥의 뒷부분이 산과 나무에 의해 시원한 공기가 머물러 있어 기압차가 발생하여 후원의 공기는 앞마당 쪽으로 넘어오게 된다. 보통 후원의 공기가 앞쪽으로 넘어오면서 통과하게 되는 뒷문을 작게 내는데 이는 풍속을 빨라지게 하기 위함이다. 이와 관련된 과학적 원리가 바로 '베르누이의 원리'이다. 유체가 흐르는 속도와 압력, 높이의 관계를 수량적으로 나타낸 법칙으로 여기서 유체가 좁은 통로를 흐를 때 속도가 빨라지고 넓은 통로를 흐를 때 속도가 감소한다는 원리를 이용한다. 기류 속도가 빨라져 대청에 있는 사람에게 쾌적함을 느끼게 한다. 이렇게 대류와 통풍의 원리를 응용하는 것이 한옥건축의 특징이다.



<그림1> 베르누이의 원리 (출처: 두산백과 doopedia)



<그림2> 한옥의 대류와 통풍 (출처: 한국디자인 DNA 심화연구)

마당과 관련하여 통풍에 영향을 주는 ‘찬 공기 주머니’ 원리가 존재하는데 이는 미세먼지를 활용해 만들어진다. 여기서 미세먼지 기후란 숲과 산세, 지세와 물길 등 집의 주변을 둘러싼 개별적 상황에 따라 나타나는 기후 현상이다. 이 원리를 이용하기 위해서 대개 한옥의 마당을 비우게 된다. 바람의 순환을 효과적으로 하기 위함이다. 통풍에 영향을 주는 또 다른 요소로는 한옥의 담이 있다. 과거의 선비들은 담이 높고 낮은 것을 중요하게 생각했으며 현재에도 담은 한옥의 외부공간을 구성하는 시각적인 요소로써 중요하다. 하지만 이 담의 주 목적으로는 공기의 기류 즉, 바람길에 대한 고려라고 할 수 있다.

2. 은평한옥마을과 기존 한옥마을의 대조 : 건폐율과 통풍을 중심으로

(1) 은평 한옥마을과 전통 한옥의 건폐율 대조

국토 교통부 고시 “한옥 건축 기준”에서는 한옥의 주요 구조부, 지붕, 외벽 및 창호, 설비, 마당 및 담장에 대하여 고시하고 있으나 건폐율에 대해서는 따로 규정하고 있지 않다. 본 연구에서는 대한민국 한옥 공모전 수상작 중 상대적으로 전통한옥의 구조와 유사할 것으로 예상되는 대도시에 위치하지 않은 한옥주택을 ‘전통한옥’으로 상정하여 대조했으며, 은평 한옥마을 단독주택 또한 수상작을 모집단으로 하였다. 대한민국 한옥 공모전은 국토 교통부, 건축도시공간 연구소 국가한옥센터가 우리의 건축자산인 한옥이 유산적 가치를 뛰어넘어 현대 건축·도시문화로서 자리매김할 수 있도록 다양한 창조적 계승 및 발전가능성을 모색하기 위하여 2011년부터 시행된 것이다. 따라서 수상작들은 현대한옥의 전통 계승 방식 및 변화 양상을 압축적으로 보여준다고 판단하여 자료로 선택하였다.

대한민국 한옥 공모전 수상한 은평한옥마을 단독주택 여섯 채의 건폐율과 용적률은 다음과 같다.

주택명	건폐율(%)	용적률(%)
청인당	22.5	31.6
비자인 한옥	48.8	70.2
목경헌	31.79	43.5391
일루와유	41.5	59.24
월문가	37.07	48.69
함경루	41.77	61.37
평균(%)	37.24	52.44

<표2> 대한민국 한옥 공모전 수상 은평한옥마을 단독주택의 건폐율 및 용적률

대한민국 한옥 공모전 수상작 중 대도시에 위치하지 않은 사례는 3개이며, 각 주택들의 건폐율과 용적률은 다음과 같다.

주택명	위치	건폐율(%)	용적률(%)
산청울수원	경남 산청군	18.47	18.47
자선당	경기 광주시	18.4	18.4
두가헌	전남 곡성군	13.07	13.07
평균(%)		16.65	16.65

<표3> 대한민국 한옥 공모전 수상 비도시지역 단독주택의 건폐율 및 용적률

은평한옥마을과 같이 도시에 조성된 한옥마을에 속한 한옥의 경우, 부지가 좁아 전통한옥과 같은 구조를 취하지 못한다. 따라서 상대적으로 높은 건폐율과 용적률을 나타낸다.

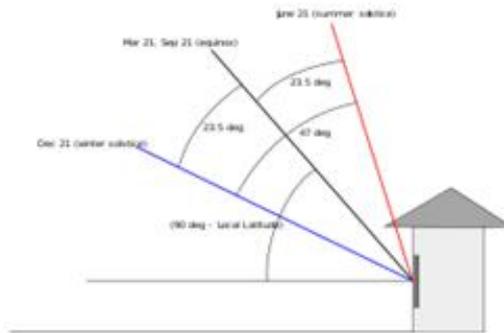
(2) 은평한옥마을의 높은 건폐율이 통풍에 미치는 영향

가. 짧은 처마로 인한 일조량에 따른 영향

처마는 일반적으로 전통 한옥에서 빗물과 직사광선을 막으며, 여름철 통풍에 영향을 준다고 알려져 있다. 태양의 남중고도가 높은 여름, 강한 햇빛에 데워진 마당의 공기가 상승기류를 형성하고, 마당의 공기가 상승해 빈 공간을 처마 아래와 건물 후원의 시원해진 공기가 뚫린 대청을 통해 앞마당으로 흘러, 자연스러운 대류현상을 일으키는 것이다. 이는 바람없어도 일어날 수 있어, 더운 여름날 한옥의 더위를 식히는 데 도움이 된다. 반대로 겨울에는 태양의 남중고도가 낮아, 낮시간의 햇빛이 처마 밑의 공기를 데운다. 경사진 처마는 이 따뜻한 공기가 쉽게 흩어지는 것을 막는 효과가 있다.



<그림3> 햇볕의 양을 조절해주는 처마 (출처: 문화재청)



<그림4> Seasonal differences of Sun's declination viewed from the mid-northern city of New York (출처: 위키피디아)

은평한옥마을의 경우, 거주 공간으로 사용할 부지 면적을 최대화하기 위하여 건물을 대지 경계선 쪽에 바짝 붙여 짓게 되면서, 전통 한옥과 같은 처마 깊이를 갖추지 못한다. 또한, 마당을 넓게 조성하기 위해 마당 쪽 처마의 길이도 짧아졌다. 2015년 국토교통부가 고시한 ‘한옥 건축 기준’ 제 5조(지붕)는 ‘한옥 정체성 제고, 목재 부식 방지 및 일사 조절 등을 위해 처마 깊이는 최소 90센티미터 이상으로 한다’라고 규정한다. 전통 한옥의 경우 1.2~1.5m, 혹은 그 이상의 처마 깊이를 가지는 경우도 많다. 한옥 처마 깊이의 기준은 수립되어있지만, 지방자치단체별로 차이가 커 유일한 규정을 특정하기는 어렵다.

▣ 지방자치단체별 한옥의 처마깊이 기준

(2015.11. 기준)

구분	지역	처마깊이 규정
한옥밀집지역 지구단위계획	전주시 전통문화구역	90cm 이상(규제)
	북촌	60cm 이상(규제) 120cm 이상(권장)
		경복궁 서측
	돈화문로	-
	인사동	-
한옥 수선 및 신축 가이드라인	서울특별시	최대한 확보(권장)
	성북구	120cm 이상(권장)
지자체 한옥관련 자원조례	경주시 교촌한옥마을	130cm 이상(규제)
	서울특별시 외 46개 지역	-

<그림5> 지방자치단체별 한옥의 처마깊이 수준
(출처: 한옥건축기준안내서-국가한옥센터)

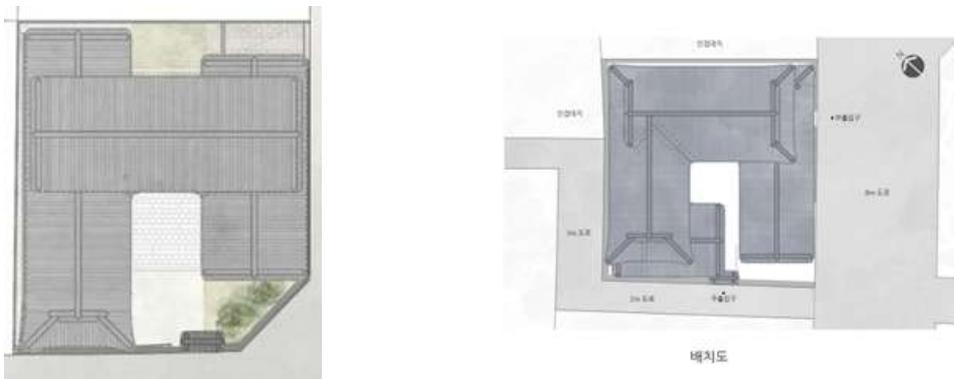


<그림6> 국토교통부 고시 한옥 건축기준(2015년)을 설명하는 그래픽 (출처: 경향신문)

처마의 길이는 햇빛의 양을 조절해 한옥 구조에서의 통풍에 영향을 미친다. 그러나 넓은 주거 면적 확보는 건축주를 불러모으는 유인책으로 작용하기 때문에, 긴 처마 길이를 도시 한옥마을의 건축주에게 강요하는 데에는 현실적 어려움이 있다. 또한 은평한옥마을과 같은 현대 계획형 한옥 마을의 경우 많은 가옥이 2층 구조이기 때문에, 국토교통부가 제시한 전통 한옥 구조를 기준으로 수립한 한옥 건축 기준 기본 매뉴얼이 적용될 수 없다는 견해가 있다. 은평한옥마을 지구 단위 계획에 명시된 건폐율은 50%, 용적률은 100%이므로, 건축주들 대부분이 전통한옥에 비하여 건폐율을 높인 2층 구조의 건물을 짓는다.

나. 후원의 부재에 따른 영향

한옥 구조에서 일어나는 통풍은 건물 앞과 뒤의 온도차이에 의한 대류 현상을 기반으로 한다. 대류 현상이 원활하게 일어나기 위해서는 앞마당과 후원을 채우는 공기가 있어야 하며, 이들의 온도차이가 충분해야 한다. 그러나 은평한옥마을의 대부분의 주택의 경우, 건폐율을 증가시키기 위하여 담장과 벽 사이의 거리가 전통가옥에 비하여 짧다. 이로 인해 집 뒷편의 차가운 공기가 충분하지 않아 통풍의 효과가 감소된다.



<그림7> 함경루/비자인한옥의 평면도, 담장과 벽면이 거의 맞닿아 있다. (출처: 건축도시정책정보센터)

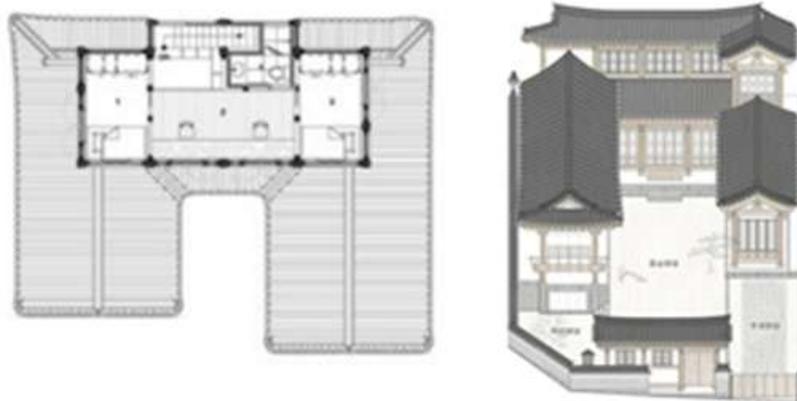
이는 은평한옥마을의 규정과 건축주들의 성향으로 인하여 은평한옥마을 주택 대부분이 가지고 있는 특성이다.

3. 한옥마을의 구조 (ㄱ, ㄷ)와 구조의 차이에 따른 통풍 정도 선행 연구

도시형 한옥의 전반적인 평면 구조는 ‘ㄱ’, ‘ㄷ’, ‘ㄷ’, ‘—’ 자 구조를 형성하고 있으며, 이 중 은평한옥마을에서 가장 흔히 보이는 구조는 ‘ㄷ’, ‘ㄷ’자 한옥이다.

‘ㄷ’자 한옥은 ‘ㄱ’자 기본단위 (주로 안채의 구조)에 ‘—’자형(주로 사랑채의 구조)의 문간채가 추가된 형태이다. 또한, ‘ㄷ’자형 평면을 가진 한옥은 여름철에는 그림자를 형성해 햇빛을 차단시키며 겨울철에는 열용량이 큰 흙벽의 중첩으로 인해 열손실을 방지할 수 있는 우수한 건물 열시스템을 형성한다. 주로 건물의 중심부에 거실과 부엌을 두고, 양 날개 부분에 방을 배치한 구조를 띤다.

‘ㄷ’자 한옥은 사각형 모양으로 단절된 부분이 없으며 연결되어 있는 구조를 형성하기 때문에 ‘ㄷ’자 한옥이나 ‘ㄱ’자 한옥보다 평수가 넓은 편이다. 이러한 형태의 한옥은 공기를 데우는 데 시간이 비교적 오래 걸리지만 열이 지속적으로 발산되어 열 효율이 높다. ‘ㄷ’자 한옥은 튼 ㄷ자형으로 기본단위인 ㄱ자형 한옥에 ㄴ자의 사랑채 및 문간채가 추가되면서 튼 ‘ㄷ’자형이 만들어진다. 한옥의 공간구성의 기본은 집에서 주요한 기능을 하는 부엌, 마루, 방 등이 질적인 공간이 결합해 한옥의 기본적인 틀을 구성한 후 부수적인 기능을 하는 방을 통해 공간이 확장되는 양식을 취한다. 다양한 평면유형을 취하는 한옥도 위와 같은 양식을 통해 건축된다. 추가적으로, 튼 ‘ㄷ’자형 한옥을 구성하기 위해서는 필지가 적정규모 이상이어야 하며, 필지의 비례 또한 한옥을 건축할 때 고려해야 할 중요한 사항이다.



<그림8> 은평한옥마을의 대표적인 ‘ㄷ’자, ‘ㄷ’자 건축물.
왼쪽은 성목의 평면도, 오른쪽은 일루와유의 구조도.

Ⅲ. 실험 과정

1. 가설 설정 및 변인 통제

이론적 배경에 의하여, 한옥의 통풍은 한옥의 구조 및 마당의 크기에 큰 영향을 받음을 확인할 수 있었으며, 은평한옥마을의 주택들이 공통적으로 가지는 특성을 확인할 수 있었다. 이를 바탕으로 다음의 두 가설을 수립하였다.

[가설1]

한옥의 마당이 넓고 건폐율이 낮으면 통풍이 잘 일어나 마당이 좁고 건폐율이 낮은 경우보다 가열 했을 때의 온도 변화가 적을 것이다.

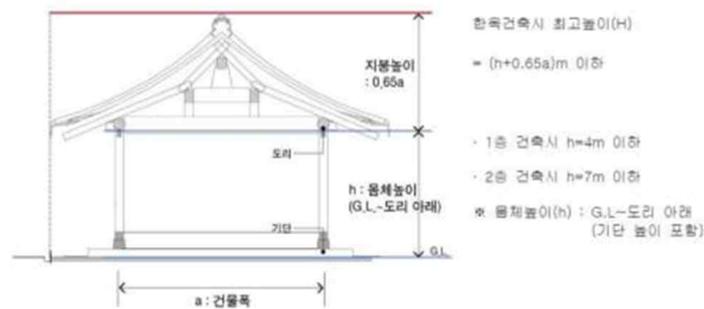
[가설2]

3면에서 대류가 나타나는 ㄷ자 형 주택에 비하여 4면에서 대류가 나타날 수 있는 ㅁ자 형 주택이 가열 했을 때 온도 변화가 적을 것이다.

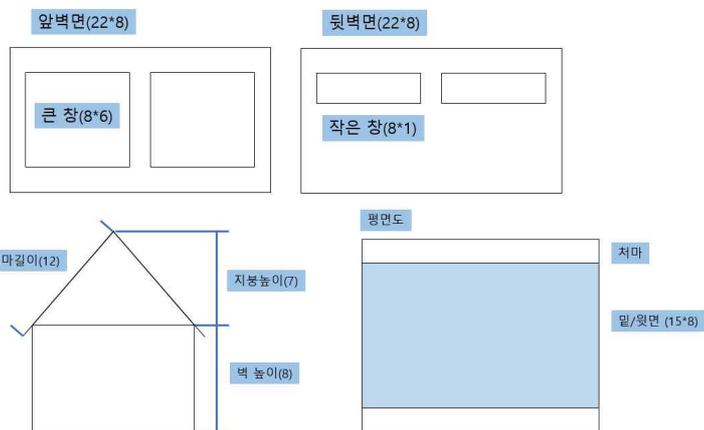
<표4> 조작 변인은 주택의 형태 (ㄷ자형/ㅁ자형)와 마당의 크기이며, 통제 변인은 열원의 온도, 가열 시간, 실험실 온도, 백열등의 거리와 각도 이다.

2. 실험 과정

은평한옥마을의 한옥은 큰 창이 마당을 보고 있고, 건물 뒷편 가까이 담장이 위치하여 있다. 이러한 은평 한옥 마을 주택들의 공통적인 특성과 한옥에서의 대류가 일어나는 원리를 반영하여, 마당을 보는 면에 큰 창이, 뒷편에 작은 창이 있는 주택의 기본 유닛 형태를 구상하였다. 모형에서, 앞마당의 공기가 가열되어 상승하면, 집 뒷편의 서늘한 공기가 작은창과 큰 창을 차례로 통과하여 그 빈공간을 채움으로서 대류가 일어난다.

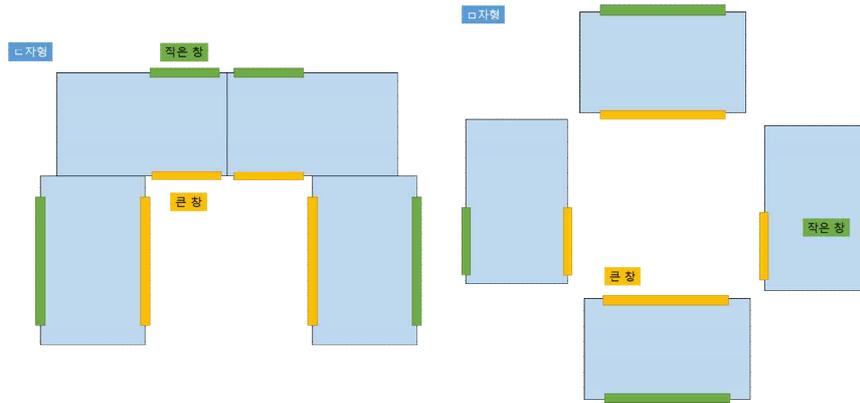


<그림9> 은평한옥마을 지구단위계획 높이지침 적용기준 - 모형 제작 시 참고하였다. (출처: 서울시, 2014, “3단계 은평뉴타운 지구단위계획시행지침”, p.47)



<그림10> 주택 모형 유닛 구상도

위의 구상도에 맞추어 4개의 직육각형 주택 모형 유닛을 제작한 뒤, 아래와 같은 구조로 ㄷ자형, ㄱ자형 주택의 구조를 구현하였다. 제작한 유닛을 두 가지 크기의 마당 위에 놓아 건폐율 50%의 ㄷ자형/ㄱ자형 주택 모형과 그 반인 건폐율 25%의 ㄷ자형/ㄱ자형 주택 모형을 제작하였다.



<그림11> ㄷ자형, ㄱ자형 주택 모형 구상도

마당은 우드락을 이용하여 90cm*60cm 크기, 그 반인 45cm*60cm 크기의 두 가지로 제작하고, 흙과 마사토 순서대로 깔아 제작하였으며, 마당의 주위에는 4cm 높이의 담장을 세웠다.

실험 진행 전, 마당의 처음 온도를 재고, 10분 간 백열등을 이용하여 마당을 가열한다. 이때 백열등의 거리와 각도는 일정하게 유지하였다. 대류의 흐름을 확인하기 위하여, 향을 뒷창문 부근에 위치시켜 가열 중 향연기의 이동을 관찰하고 촬영하였다. ㄷ, ㄱ 모양의 집으로 큰 마당과 작은 마당에 위의 과정을 반복해서 실험하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 실험 결과

주택 모양	처음 온도 (°C)	나중 온도(°C)
ㄷ자형	16	17
ㄱ자형	18	19

<표5> 건폐율이 높은 주택 모형의 가열 전후 온도

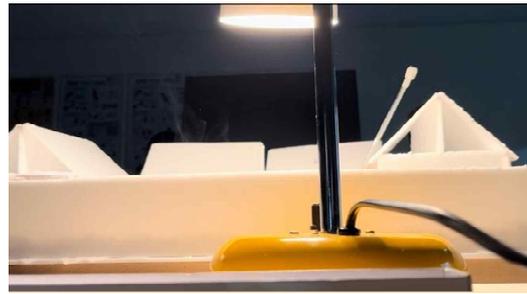
주택 모양	처음 온도 (°C)	나중 온도(°C)
ㄷ자형	17	18
ㄱ자형	19	19

<표6> 건폐율이 낮은 주택 모형의 가열 전후 온도

은평 한옥 마을에서 ㄷ형 한옥 모델의 경우 처음에 16°C 였지만, 20분 동안 백열등을 켜
 후에는 1°C가 올라 17°C가 되었다. 그리고 ㄹ형에서는 처음에 18°C였으나 20분간 백열등을
 켜 후에 19°C가 되었다. 넓은 마당을 가진 일반 한옥 마을의 ㄷ형 한옥에서는 처음에 18°C
 였으나 20분 동안 백열등에 노출된 이후 19°C로 상승했다. 또한 ㄹ형의 경우 처음에 19°C였
 고 백열등을 켜 이후에도 19°C로 유지되어 온도의 상승이 보이지 않았다.



<그림12> ㄷ자 작은 마당



<그림13> ㄷ자 큰 마당



<그림14> ㄹ자 작은 마당



<그림15> ㄹ자 큰 마당



<그림16> ㄹ자 큰 마당(위에서 본 사진)

V. 결론 및 제언

실험 결과에 입각하여 볼 때 가설이 옳았음을 입증할 수 있었다. 한옥에서 일어나는 대류는 대청으로부터 들어온 공기가 마당에서 데워져 한옥 위로 올라가며 대신 찬 공기가 들어와 생기는데, ㄷ형의 경우 이러한 대류가 일어날만한 공간이 3개의 면인 것에 비해 ㄹ형의 경우에는 4개의 면 모두에서 대류가 일어날 수 있으므로 온도 변화의 정도가 ㄷ형에 비해 크지 않을 것이라고 생각했고 실험 결과 또한 이와 같이 나왔다. 이것은 건폐율이 낮은 ㄷ자와 ㄹ자 모형 실험을 비교함으로써 알 수 있다. 건폐율이 낮은 ㄷ자 모형은 온도가 변화했는데, 건폐율이 낮은 ㄹ자 모형은 온도가 변화하지 않았다. 위 실험 결과를 비교함으로써 가설을 입증할 수 있다.

또한 건폐율이 낮은 한옥 모형에 비해 건폐율이 높은 한옥 모형이 데워질 공간이 넓어서 대류가 더 많이 일어나고 마당의 온도가 변화가 작을 것으로 예상한 가설 또한 옳았다. 이것은 ㄹ자 모형과 건폐율이 높은 ㄷ자 모형 실험 결과를 비교함으로써 알 수 있다.

실험을 설계하면서 통풍이 잘 되는가를 측정하는 두 가지 척도를 마련했었다. 하나는 위의 결과를 해석하는데 쓴 '온도 변화'이고 다른 하나는 향 연기가 얼마나 많이 상승하는지였다. 향 연기는 백열등과 마주보고 있는 집 뒷쪽 창문에 걸쳐놓고 향 연기가 앞 창문으로 빠져나가 마당으로 가도록 설계해 두었다. 위의 그림9,10,11,12 는 실험 과정 촬영본을 보고 가장 연기가 높았던 순간을 캡처한 사진이다. 그러나 영상은 해상도가 떨어져서 결과 해석에 사용할 수는 없었다. 실제 실험에서는 모든 실험에서 향 연기가 상승하는 것을 확인했다. 그러나 네 가지 마당 간의 차이는 눈으로 확인할 수 없었다.

은평 한옥 마을의 근본적인 문제점은 마당이 좁다는 것이다. 은평 한옥 마을의 경우 한옥의 수가 많기 때문에 물리적으로 마당의 크기를 넓히기에는 한계가 있다. 그렇다면 대류가 잘 일어나기 위한 조건을 만들어줘야 한다. 대류가 잘 일어나기 위해선 온도차가 커야하는데, 한옥에서는 뒷마당과 앞마당 사이의 온도 차이로 인해 대류가 일어나게 된다. 따라서 뒷마당과 앞마당의 온도 차이를 높여야 하는데, 구체적으로는 뒷마당에 나무를 심거나, 연못을 만들어 뒷마당의 온도를 낮추게 하는 방안이 있다. 또한 ㄷ자에 비해 ㄹ자 모형이 대류가 더 잘 일어난다는 사실을 참고해, 대류가 최대한 잘 일어나는 한옥 구조를 사용하는 방향으로 위 문제점을 해결할 수 있다.

실험 준비 과정에서 개선한 점은 흙의 상태이다. 처음에 실험을 진행할 때, 아래층에는 흙, 위층에는 마사토를 깔았었다. 하지만 흙이 비에 젖어있었기 때문에 온도의 변화가 보이지 않았었다. 약 일주일동안 흙을 말리는 시간을 가졌고, 그 결과 흙이 굳어 실험 진행이 되지 않았다. 그래서 흙을 부시는 과정에서 흙과 마사토 층이 섞였고, 정확한 마당을 만들지 못했다. 실험 진행 과정에서 개선할 점은 실험 진행 후 충분한 시간을 두어 마당의 초기 온도를 일정하게 했어야 했다. 여기서 백열등에 의해 마당과 함께 가열된 온도계 또한 각 실험에서 같은 초기 온도로 맞춰야 했다. 이 부분은 실험 시간을 길게 잡아야 했다. 또한, 스탠드의 각도와 한옥모형과 스탠드 사이의 거리를 일정하게 하는 과정이 필요했다.

결과를 도출하는 과정에서 향 연기가 얼마나 올라갔는지 볼 때 카메라로 촬영한 것을 다시 눈으로 보고 향 연기가 가장 높이 올라갔던 순간을 선정하였다. 향 연기를 잘 관찰하기 위해

검은 판을 배경으로 했고 백열등을 제외한 불도 모두 꺼두었다. 그러나 카메라에 찍힌 것은 해상도가 떨어진다는 점과 눈으로 보고 향 연기의 높이를 판단했다는 점에서 오차가 있을 수 있다. 그렇기에 뒤에 자를 두고 실험을 진행해서 정확도를 높여야 한다.

VI. 참고 문헌

1. 권영상. (2010). 신한옥마을 조성을 위한 수요자 인식조사 연구. *대한건축학회 논문집-계획계*, 26(11), 97-106.
2. 송지한 & 이희관. (2005). CFD 모델링을 이용한 아파트단지에서의 바람장 및 대기오염 분포특성에 대한 연구. *대한환경공학회 학술발표논문집*, 480-485.
3. 김한준, 이경재, 한봉호, 최진우, & 심정근. (2011). 서울시 개발제한구역 내 택지개발이 습지 잠재성에 미치는 영향 연구. *한국환경생태학회 학술발표논문집*, 150-154.
4. 안의종. (2014). 한옥의 친환경 특성의 인간에게 미치는 영향요소 분석. *KIEAE Journal*, 14(5), 97-102.
5. Air Quality Index (AQI) Basics. (2022년 11월 5일). <https://www.airnow.gov/aqi/aqi-basics/>.
6. 정의현, 문채주, 정문선, 조규판, 박귀열. (2010). 국내풍속보정에 적합한 Deacon 방정식의 기하평균높이 산정방법에 대한 연구. *한국태양에너지학회 논문집*. 10