

# 공동주택에 건강개념인 통기시스템에 관한 연구

- 공기순환과 필로티를 중심으로 -

## A Study on the Air Ventilation System in Apartment Houses as a Health Concept - focused on the air ventilation and pilotis -

조 철 희\*      이 특 구\*\*  
Cho, Cheul Hee    Lee, Teuk Koo

### Abstract

The purpose of this study is to analyze the air ventilation system in apartment houses focused on the air circulation and pilotis. The air ventilation system is used with the data which were obtained by the environmental health, urban climate, air pollution, ventilation path. The architectural element was pilotis concept connected with piloti ratio, piloti position and piloti type. The summaries of this study were as follows; 1) the well-being apartment concept, 2) the heat island phenomenon, 3) the oxygen density of air, 4) the definition of ventilation path, 5) the pilotis connected with residential environment improvement. In addition, the detailed case study to the air ventilation system in apartment houses be needed.

키워드 : 필로티, 공기순환, 바람길, 도시기후

Keywords : Pilotis, Air Circulation, Ventilation Path, Urban Climate

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경과 목적

현재의 부족한 주택문제의 정책적 해결 및 경제원리에 의해 일정규모 이상의 공동주택 단지가 택지개발, 재건축, 재개발 형식 등으로 고밀·고층화되고 있어 질적으로 쾌적한 주거환경의 창출에 대한 배려가 미흡한 실정이다.

그러나 최근 일반주거지역의 세분화(1~3종)와 지구단위계획의 시행, 건축심의 기준 강화 등으로 인하여 용적률의 차등 적용과 층수의 조정 등을 통해 과밀한 주거환경을 일정수준으로 향상시킴으로서 주거환경개선의 여지가 보여지고 있다. 주거문화 및 국민생활수준의 향상으로 쾌적한 주거단지에 대한 욕구가 증가함으로서 아파트에도 건강을 테마로 서비스를 제공하는 등 건강 관련 서비스나 건강을 고려한 차별화된 설계를 도입해 반영하고 있다.

그러나 고밀·고층화로 유도된 폐쇄적인 주거단지는 획일화된 판상형 위주의 주동형태, 환경보건 및 도시미기후에 대한 고려없이 진행됨으로서 오염된 공기가 수일간 단지내에 머물면서 공기의 농도가 낮아지고 이로 인해 단지환경이 악화되는 현상이 발생하여 입주자들의 건강에 직

접적으로 영향을 미치고 있다. 최근 연구에 의하면 경기도 성남시 판교신도시가 지형적 특성으로 저풍속 지역이고 택지개발 예정지구중 30% 가량이 바람이 불지 않아 대기오염 물질 유입시 이를 자연적으로 순화할 능력이 부족하다는 지적이다.<sup>1)</sup>

고밀도·고층화된 아파트 단지에서 주민을 위한 보건적 환경조성을 위해 단지내의 원활한 공기순환이 고려되어야 한다. 이를 위한 하나의 방법으로 아파트 주동 하부 1층에 필로티를 설치하는 것이다.

그러나 필로티에 대한 기존의 연구는 보행공간의 확보, 시각적 개방감 및 옥외공간개선 연구 등의 내용 위주로 진행되었고, 주거환경개선 방향으로서 공기순환과 관련된 연구사례가 없기 때문에 필로티 개념에 대한 새로운 측면에서의 접근과 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 아파트 단지내에서 공기순환의 필요성과 관련된 요소들을 살펴보고, 아파트 단지에서 필로티가 통기시스템에 어떤 영향을 미치는지 검증하고 이에 따른 계획적 요소들을 모색하는데 그 목적이 있다.

\* 정회원, 서울시립대학교 대학원 박사과정 수료  
\*\* 회장, 서울시립대학교 건축학과 교수, 공학박사

1) 송영배, 성남 판교택지개발예정지구 바람통로 예측 모델링, 한국토지공사, 2003.

## 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 아파트 단지내에서의 통기시스템에 대하여 공기순환과 필로티를 대상으로 환경보건과 공기의 순환, 도시의 기후, 필로티에 대하여 살펴보았다.

우선 이론적으로 환경보건의 일반적인 해석과 공기순환에 관련된 공기의 질 및 대기오염이 인체에 미치는 영향 그리고 도시의 기후요소중 바람길에 대하여 고찰하였다. 건축계획 요소로 필로티에 대한 건축적 유형분류와 필로티율을 필로티 설치 사례를 통해 분석하였고, 필로티가 공기순환에 미치는 영향을 파악하여 앞으로 적용될 아파트 설계에서 그 환경적 기준과 개선안을 제시하는데 있다.

## 2. 건강과 환경보건

### 2.1 건강의 개념

세계보건기구(WHO)가 정의한 건강개념이란 “건강이란 단순히 질병과 허약함이 없는 상태가 아니라 신체적·정신적 및 사회적으로 완전한 안녕의 수준에 있는 상태”라고 정의하고 있다.<sup>2)</sup> 즉, 과거에는 건강이란 육체적·정신적으로 질병이나 이상이 없고, 개인적으로 정상적인 생활을 영위할 수 있는 신체상태를 말하였으나, 오늘날에는 개인이 사회생활에 의존하는 경향이 커짐에 따라서 사회가 각 개인의 건강에 기대하는 것도 많아졌기 때문에 사회적 건강이란 면에서 이와 같은 정의가 생겨난 것으로 보인다. 이처럼 세계보건기구가 규정한 건강하고 행복한 삶 이외에 친환경적 개념이 바로 웰빙(well-being)이다.

이에 따라 아파트 분양시장에 건강개념을 도입한 ‘웰빙(well-being) 아파트’가 확산되고 있다. 마케팅 전략차원으로서의 웰빙아파트는 건강과 직결되는 친환경적 마감재 사용, 자동 환기장치, 입주자의 취미생활을 할 수 있는 휘트니스센터, 지상에 차가 없는 건강한 아파트에 이르기까지 다양한 요소에 초점을 맞추고 있다.

그러나 웰빙아파트의 대부분은 아파트 내부공간에 국한해 건강개념으로 접근하고 있지만, 실내 활동 뿐 만 아니라 실외활동 공간에 대해서도 단지내의 공기순환, 공기오염 및 산소농도 등에 대해서도 다각적인 연구 및 접근이 필요하다.

### 2.2 환경보건

인간을 둘러싸고 있는 환경은 크게 물리적 환경과 사회·문화적 환경으로 구별할 수 있다. 환경보건과 관련된

물리적 환경은 다시 자연환경과 인조환경으로 나누어진다. 인조환경은 인간이 만들어내는 생물학적, 물리학적 또는 화학적 환경이다. 인간은 자연환경속에 인조환경을 만들어 살고 있는데, 이것이 인간의 정주공간으로서 아파트는 실내공간의 쾌적성에만 치중하여 왔다. 관련 연구도 실내의 공기오염 및 환기에는 많은 연구가 진행되었지만, 아파트 단지내의 각종 대기오염이나 공기순환에 대하여는 명확한 자료나 연구사례가 부족한 실정이다. 이러한 인조환경에서 건강과 관련된 단지내 공기순환이 적절하게 이루어지지 않기 때문에 인간에게 물리적 위해를 일으켜 인간의 건강에 손상을 입히게 된다.

환경권이 제시하는 환경이란 인간이 건강하고 쾌적한 생활을 유지할 수 있는 외적 조건을 갖추는 것이다. 주택은 인간의 신체적, 정신적 건강에 영향을 미칠 수 있는 환경조건인 온도, 습도, 환기, 채광, 일조, 통풍 등의 조건에 따라 인체에 영향을 미치는데, 그중 인간의 건강 및 호흡과 관련하여 공기의 순환은 중요하다. 원활한 공기순환을 위한 통풍계획시 바람자체의 조건(풍향, 풍속)이나 건축물 주변조건(지형, 식생, 밀집도 등)이 고려되어짐도 바람에 의한 건축물에의 영향정도가 달라지기 때문이다.



그림 1. 전통건축의 맞통풍계획

특히 여름철 고온다습에 대응하는 방법으로 통풍의 효과를 유도하는 경우도 있다. 이 경우 그 지역에 있어서 계절풍의 평균적인 풍향, 풍속이나 해륙풍, 산곡풍 등과 같은 기본적인 지리적 조건의 이해가 필요하다.

전통건축의 경우 여름철 흡입구 역할을 하는 대청의 개구부는 들어열개로 되어 있어 인체의 수분증발에 의한 냉각효과를 증대시키고 있다.

따라서 고밀도의 초고층 아파트 단지에서 환경권 확보는 인간의 건강차원에서 단지내 공기순환에 관한 연구는 중요한 의미를 갖는다.

## 3. 공기의 순환

### 3.1 단지내 공기순환의 필요성

도심지내에서 고밀의 초고층 아파트로 인한 열섬현상, 아파트 주동 입면적의 증가에 따른 공기흐름의 차단으로

2) 남철현 외 3, 환경보건학연구, 계축문화사, 2003, p.21.

인하여 오염된 공기의 단지내 유입, 유입된 공기의 정체, 이로 인한 공기 농도의 저하, 이러한 공기가 아파트 실내로 유입됨으로서 입주민의 건강에 영향을 미치고 있다. 그 영향인자로는 오염된 공기의 종류, 산소농도의 비율, 지형 및 기상조건, 생활환경과 생활조건이며, 여기에 아파트 단지 및 건축계획적인 요소 등이 가미되어 발생되고 있다. 또한 도시지역 대기오염의 자연정화는 도시의 녹지로 대표되는 공원과 주변의 산지 및 그린벨트에서 형성된 차고 신선한 공기를 동적 공기교환(Dynamic Air Exchange)과 구조적 바람의 순환(Structural Wind Circulation)이라는 국지적인 대류 메카니즘을 통해 도시지역에 신선한 공기를 유입시키고 대기오염물질을 도시외곽으로 배출하여 도시 대기환경의 질을 개선하는 것을 의미한다.<sup>3)</sup>

그러나 도심지내의 열섬현상(Heat Island)은 도시 주변 지역의 녹지에서 형성된 차고 신선한 공기가 도시지역으로의 유입과 대기오염물질의 확산을 방해하며, 그 원천적인 대류기능을 차단시킨다. 이로 인한 공기농도의 저하로서 호흡기 계통에 문제가 발생되고 있다.

최근 주거양식의 변화와 생활수준의 향상은 밀폐된 공간에서의 생활시간을 증가시켜 도시인이 하루 생활중에서 80%이상을 가정이나 사무실, 작업장 등의 실내공간에서 생활하고 있어 현대인에게 실내공기의 오염 뿐 아니라 실외공기도 건강유지에 심각한 위협요소로 부각되고 있다.

환경부에 따르면 서울의 공기에서 각종 호흡기 질환의 원인이 되는 지름 $10\mu\text{m}$ (마이크로미터=1천분의 1mm) 이하의 미세먼지는 2001년에는  $\text{m}^3$ 당  $71\mu\text{g}$ (마이크로그램=1천분의 1mg), 2003년에는  $\text{m}^3$ 당  $76\mu\text{g}$ 으로 OECD 국가의 주요도시 중 가장 나쁜 것으로 나타났다고 발표하였다.<sup>4)</sup>

또한 서울지역의 아파트 생활공간의 공기 오염정도가 일본 도쿄의 10배에 이를 정도로 심각한 것으로 나타났다.<sup>5)</sup> 연구팀은 이번 조사에서 기존의 연구와는 달리 공동주택의 실내뿐 아니라 출입구 및 현관밖의 실외공간까지 조사하여 실외공간에서의 공기오염정도를 측정하였다. 따라서 정부차원에서 실내·외 공간에 대한 대기오염기준을 정하는 것이 시급하다.

이처럼 실내공기의 오염은 궁극적으로 실내 자체의 오염과 오염된 실외공기의 실내유입으로부터 발생할 수 있다. 즉 도심지내의 열섬현상 등으로 인한 오염물질이 단지내에 수일간 정체됨에 따라 일부 오염물질이 실내로 유

입되어 실내에서의 자체 오염에 추가로 오염정도를 배가시키고 있다.

이에 따라 환경부는 '다중이용시설등의 실내공기질관리법'<sup>6)</sup>을 공포하였다. 앞으로 대통령령이 정하는 규모 이상으로 신축되는 아파트는 이 법에 따라 아파트 실내에 깨끗한 공기를 공급하기 위한 대책을 마련해야 한다. 공포된 법의 제9조에 의하면 신축된 공동주택의 실내공기질 관리로서, 시공자는 시공이 완료된 공동주택의 실내공기질을 측정하여 그 측정결과를 시장, 군수, 구청장에게 제출하고, 아파트 입주 개시전에 입주민들이 잘 볼 수 있는 장소에 공고하여야 한다. 따라서 관련업계에서는 아파트 실내의 깨끗한 공기를 유지시킬 수 있는 설계나 환기시설, 환기시스템 개발 등을 추진하고 있다.

이처럼 아파트 실내의 공기오염에 대한 다양한 연구와 규제사항이 실내 주거환경 개선위주로 진행되고 있지만, 단지내 공기오염 및 공기순환에 관한 지침, 규제사항 및 연구에 대해서는 소홀한 측면이 있다. 특히 아파트의 경우 높은 용적률의 고밀도, 고층 아파트가 증가하고 밀폐된 주동형태, 창호의 커튼월 및 개폐방식 등 주거방식으로 인하여 단지내에서의 공기순환 및 공기오염의 문제는 실내의 공기오염과도 직접적인 연관이 있다.

단지내의 공기순환 및 공기오염은 입주민 모두에게 유해하지만 어린이에게 특히 많은 영향을 미친다. 오염물질에 대한 영향은 유아, 노인, 임산부, 병약자들이 건강한 성인과 비해 크다. 어린이는 어른보다 빨리 호흡하고 체중과 폐의 표면적에 비해 어린이의 호흡율이 매우 크기 때문에 많은 오염물질을 흡입하고, 초고층의 아파트로 구성된 단지내의 어린이놀이터 및 운동시설에서 활동적인 옥외활동이 많기 때문에 공기오염 물질에 많이 노출되기 쉽다. 대기오염에 의한 장애양상은 노출되어지는 물질의 양, 개개인의 건강상태에 따라 다르다.

실상 의사들에 의해 밝혀진 고층주거와 질병에 관한보고는 고층주거에 있어서 각종 알레르기성 질환과 감기 등의 기관지 계통 질병에 있어서 저층에 비하여 2~3배의 높은 발병율을 보이고 있다.<sup>7)</sup> 따라서 아파트내의 공기순환 및 공기오염이 어린이의 건강에도 영향을 미치므로 이에 대한 연구 및 실험적 접근이 필요하다.

### 3.2 공기의 질

공기란 지구를 둘러싸고 있는 대기의 하부층을 구성하

3) 송영배, 신도시 개발이 도시열섬 형성에 미치는 영향, 한국조경학회지 30권 4호, 2002, p.39.

4) 중앙일보, 2003년 3월 31일 보도자료.

5) 한국경제신문, 2003년 11월 18일 보도자료.

6) 법률 제06911호, 2003. 5. 29일 공포하여 1년이 경과한 2004년 5월 30일부터 시행.

7) 대한건축학회, 주거론, 기문당, 2000, p.546.

고 있는 기체로서, 주로 해발 10km 내의 정상공기에 수증기가 4%정도 포함된 경우의 공기조성은 산소 20.93%, 질소 78.10%, 이산화탄소 0.03% 기타 0.07% 전후이므로 수분의 증감이나 공기오염물의 양에 따라서 그 조성은 다를 수 있다.<sup>8)</sup>

표 1. 정상공기의 화학적 성분

성분	화학기호	체적백분율(%)	중량백분율(%)
산소	O <sub>2</sub>	20.93	23.01
질소	N <sub>2</sub>	78.10	75.51
아르곤	Ar	0.93	1.286
이산화탄소	CO <sub>2</sub>	0.03	0.04
네온	Ne	0.0018	0.0012
헬륨	He	0.0005	0.0007
크립톤	Kr	0.0001	0.0003
크세논	Xe	미량	미량
오존	O <sub>3</sub>	미량	미량
수소	H <sub>2</sub>	미량	미량

이중 산소는 생명체가 에너지를 얻는데 필수 불가결한 물질로서, 공기를 통해 폐로 들어온 산소는 혈액을 타고 세포로 들어가 인체에 필요한 에너지를 만들어낸다. 지금까지 인체를 비롯한 생물이 존재하는 동안 산소농도가 21%에 맞게 적응, 진화되어 왔다.

표 2. 흡기와 호기의 공기조성

구분	산소(%)	이산화탄소(%)	질소(%)	수증기
흡기	20.93	0.03	78.10	대기와 동일
호기	16.00	4.00	79.00	포화

따라서 아파트 단지에서도 공기중에 산소농도가 21%로 유지되어야 인체의 건강 및 호흡에 지장이 없게 된다.

그러나 최근 아파트 단지에서 판상형 위주의 주동배치로 인한 폐쇄적인 단지계획, 높은 용적율과 초고층화된 단지로 인한 바람길의 차단, 열섬현상에 의한 단지내 오염된 공기의 정체, 이로 인하여 공기중 산소의 농도가 기준치 21%에서 점점 낮아지는 경향이 발생한다. 만일 공기중에 산소농도가 21%에서 4%만 내려가도 신체는 이상반응을 보이기 시작한다. 산소농도가 18% 이하로 떨어지게 되면 맥박이 빨라지고 두통, 구토, 야간시력 저하 등의 증세가 나타날 수 있다. 산소농도가 10% 이하이면 호흡이 곤란해지고, 7% 이하면 질식사하는 경우도 발생한다.<sup>9)</sup>

8) 남철현 외 3, 환경보건학연구, 계축문화사, 2003, p.91.

9) 상계서, p.92.

표 3. 산소에 의한 생체반응

농도(%)	증상
14~15	호흡수 증가, 맥박 증가, 중노동 곤란
10~11	호흡 곤란, 취면, 작업동작 지장
7	안면 창백, 정신착란, 감각둔화, 질식, 혼수
6	근육 반응실조, 지각 손실
4	1분 이내에 졸도

또한 이산화탄소의 경우 농도가 7% 이상에서는 호흡수가 현저히 증가하여 호흡곤란을 초래하고, 10% 이상에서는 의식을 상실, 사망할 수 있다. 일산화탄소의 급성중독은 뇌조직과 신경계통에 가장 많은 피해를 준다. 청력과 시력이 극히 약화되고 뇌혈관이 확장되고 삼투압이 증가되고 뇌에 압박을 가하여 뇌척추액압을 상승시킨다.<sup>10)</sup>

따라서 도심지내의 아파트단지에서 공기오염은 공기의 농도를 저하시켜 직접적으로 인체에 영향을 미치게 됨으로 도시 및 단지계획과 건축계획시 이에 대한 고려가 필요하다.

## 4. 도시의 기후

### 4.1 도시의 대기환경

산업, 경제 정치 등 다양한 기술과 교통망의 발달, 주택 단지의 증가 등 도시화가 진행됨에 따라 다양한 도시환경 문제가 발생하고 있다. 이러한 발생으로 도시 건축물의 구성이나 배치에 의해 통풍의 악화, 열수지의 변화, 도시화에 따른 열섬현상 등이 나타나고, 대기오염의 악화로 인하여 도시내 오염물질이 일정기간 동안 체류되는 현상이 발생된다. 열섬현상이란 도심지의 기온이 주변지역에 비해 높아서 도심부의 온도분포도가 섬모양처럼 형성되는 것을 말한다.

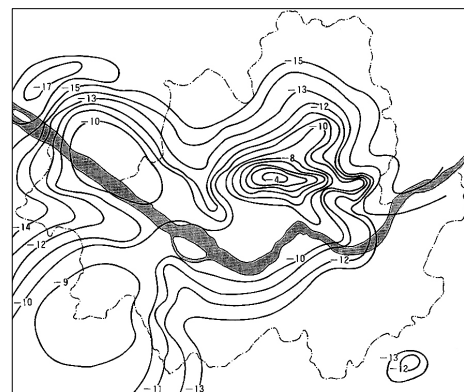


그림 2. 서울의 열섬

등고선의 간격은 100m이고 등온선의 단위는 °C임.

10) 윤성탁, 생활기상 이야기, 단국대학교 출판부, 2001, p.212.

열섬현상에 의하여 도심부에서는 상승기류가 발생하고 주변으로부터 차가운 공기가 유입된다. 이때 도심부의 대기가 상승하면 인접지의 오염물질이 도심지로 유입되는데, 고밀도의 고층 건물로 인한 밀집된 도심지에는 풍속이 감소되기 때문에 열이나 오염물질의 확산이 어려워져 오염물질이 도심지내에 체류하게 되어 도시주거환경이 악화된다.

일반적으로 대기 중 어느 공간에서의 오염농도는 오염물질의 생성, 소멸과 배출원으로 부터의 이동 확산에 의존하고 있다. 농도의 시간변화율<sup>11)</sup>은 ‘생성 — 소멸 — 이류와 확산’이라는 식으로 표현된다. 이류와 확산은 대기의 운동에 의해 오염물질의 변화농도가 일어남을 나타낸다. 특히, 약한 바람이 여러 날 지속시에는 도심지로 유입된 오염물질의 이류, 확산이 약해져서 대기오염 물질의 정체가 발생하여 도시 자체의 신진대사 과정에 영향을 미쳐 도시의 점진적 지속성(Incremental Sustainability)이 확보되지 못하게 된다.<sup>12)</sup>

따라서 도시환경의 쾌적성(Amenity)을 유지하기 위하여 일사, 바람, 온도 등의 기후적 인자를 도시계획에 반영시킬 필요성이 증대하고 있다.

#### 4.2 바람길 계획

바람길(Ventilation Path)<sup>13)</sup>이란 도시주변의 산과 같은 자연적인 요소로부터 신선한 공기를 이용하여 도심부로 오염된 공기를 교체해 주어 원활한 공기흐름이 되도록 만드는 것을 의미하는 것으로 도시계획 또는 조경학적으로 정의된 용어이다.

본 논문에서는 바람길의 정의를 아파트 단지내로 신선한 공기를 받아들이고, 정체된 공기를 확산시켜 단지내에서 공기의 원활한 흐름과 적절한 공기농도를 유지시키는 것으로 해석한다. 일반적으로 풍속이 초속 1m에서 초속 2m로 2배 강해지면 연기의 내뿜기는 2배 확산되어 오염농도는 절반으로 감소된다.<sup>14)</sup>

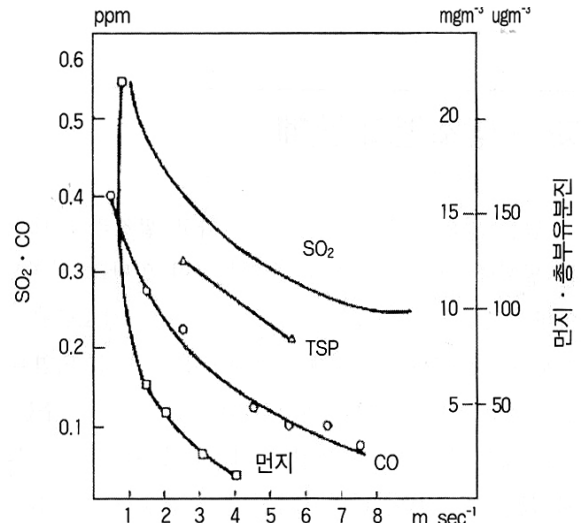


그림 3. 풍속과 오염물질 농도의 관계

왼쪽 Y축은 SO<sub>2</sub>와 CO와 관련된 값(ppm)이고, 오른쪽 y축은 먼지(mgm-3)와 총부유분진 값(ugm-3)임

따라서 아파트 단지에서 정체된 공기를 주변으로 확산시켜 공기의 기준농도 21%를 유지하려면 원활한 바람길이 유지되어야 한다. 아파트 단지에 환경계획적 요소로 활용하기 위해서는 주된 바람흐름을 다년간에 걸친 기상자료를 통해 분석, 파악하고 그것을 기초로 주동 입면적이 작은 탑상형 위주의 주동배치, 주동하부 1층의 필로티 설치, 아파트의 적절한 인동거리 확보, 도시기후를 파악하여 바람흐름의 주된 방향으로 주동을 배치하는 것 등이 고려되어 단지내에서 공기의 순환이 원활하도록 한다.

그러나 도심부의 열섬현상과 고밀도의 초고층 등으로 인하여 도시내의 풍속은 시외보다 약해지는 경향이 있다.<sup>15)</sup>

표 4. 계절별 뉴욕시 내외의 풍속(1952~1953년)

계절	시외 (LaGuardia)	시내(Central Park)	차이
봄	12.5(miles/hr)	9.9(miles/hr)	2.6
여름	10.5	8.0	2.5
가을	11.2	8.4	2.8
겨울	14.4	11.1	3.3

이는 대체로 연평균 풍속이 약 20~30%가 감소되고 있다. 서울의 풍계를 보면 사계절에 따라 조금씩 차이가 있지만 주로 서풍이 많이 부는 것으로 나타났다.

11) 김유근 외 1, 대기오염개론, 시그마프레스, 1999, p.46.  
 12) 김학영 외 4, 기후특성을 고려한 도시계획제도의 도입과 적용 가능성에 관한 연구, 서울도시연구 제2권 1호, 2001, p.1.  
 13) 정창원 외 3, 건축환경계획, 도서출판 서우, 2002, p.300.  
 14) 이현영, 한국의 기후, 법문사, 2000, p.158.

15) 윤성탁, 생활기상 이야기, 단국대학교 출판부, 2001, p.180.

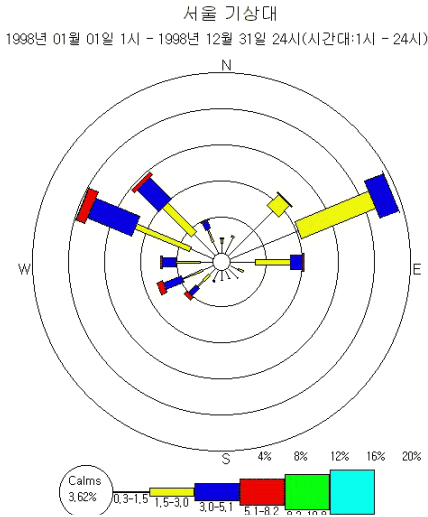


그림 4. 서울의 바람장미

1998년 1월 1일부터 12월 31일까지 측정된 서울의 풍계는 그림 4와 같이 서풍의 빈도가 매우 높음을 알 수 있다.<sup>16)</sup> 서울의 경우 이처럼 서쪽에서 한강을 따라 들어온 바람은 대부분 도심을 거쳐 서울 동부지역으로 이동하게 된다. 그러나 도심의 고층건물군에 의해 공기순환이 차단되어 공기흐름이 초속 2m에서 초속 0.5m로 감속하였다. 1998·1999년에 서울시 전체에 내려진 오존주의보 34건 중 18건이 서울 동북부 지역인 방학동, 쌍문동 일대에 내려졌다.<sup>17)</sup> 서울 동북부 지역에 오존주의보가 자주 내려지는 것은 공기의 흐름이 서울 도심을 통과하면서 오염된 서울의 공기가 이곳으로 집중되기 때문이다.

또한 주거지역에서는 도시의 외곽으로부터 약하게 흐르는 공기를 스며들게 하고, 유입된 공기의 원활한 공기흐름을 위하여 대규모 개발 및 고밀 주거지역의 개발을 지양해야 한다. 특히 교외주변의 개발은 바람길을 차단하므로 가능한 한 신축건축을 억제하도록 한다. 전통마을 건축에서 각 주호의 배치는 마을 입지선정 및 배치계획, 단위 건축물의 배치, 건물 상호간의 연계등을 고려하여 결정한다.

이와 같이 도시 및 단지계획 단계에서 바람통로를 비롯한 기상요소의 고려가 도시환경 및 아파트 단지내 공기순환의 개선에 중요한 역할을 할 수 있음을 인식하고, 보다 환경친화적이고 지속가능한 도시 및 단지계획에 도움이 되도록 보다 많은 연구가 필요하다.

## 5. 건축적 요소로서 필로티

### 5.1 필로티 설치

아파트 주거동에 있어서 필로티는 주동형태의 획일화 및 단지의 폐쇄감에서 탈피하기 위한 건축계획적 접근방법으로서, 주거동 하부 1층을 전체 또는 일부를 주동의 지반층에 단위세대를 설치하지 않고 적극적으로 옥외공간화 하는 개념이다. 이를 통해 주동형태의 변화, 충분한 오픈 스페이스와 보행공간의 확보, 커뮤니티 공간형성 등을 도모하고 있다. 싱가포르나 홍콩의 경우, 고층아파트의 1층은 필로티를 설치하여 공공 공간화함으로써 단지의 개방감을 높이고 있다. 또한 필로티를 설치함으로써 건축물의 높이를 법규적으로 완화받는데, 이것은 건축법에 의하면<sup>18)</sup> 건축물의 1층 전체에 필로티가 설치되어 있는 경우에는 필로티의 층고를 제외한 높이로 건축물의 높이를 규정한다.

필로티(Pilotis)는 불어로서 “물속에 잠긴 바닥, 늪 또는 적은 면적의 땅위에 건축물을 구축하기 위하여 깊숙이 만든 말뚝과 비슷한 것”으로 정의되며, 펠스너는 “건물을 2층 레벨까지 들어올려서 지상층을 개방하기 위하여 설치되는 기둥을 일컫는 프랑스 용어”라고 설명하고 있다.<sup>19)</sup>

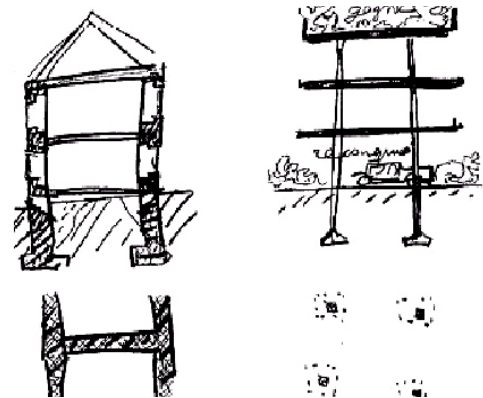


그림 5. 르 꼬르뷔제의 필로티 개념

Le Corbusier, Precisions, MIT Press, p.39, 1991.

이러한 필로티는 원래 지면의 습기를 피하거나 동물로부터 보호하기 위한 건축형태였다. 이를 근대적 건축요소로서 차용한 사람이 르 꼬르뷔제이다.<sup>20)</sup> 르 꼬르뷔제의 필로티 개념은 필로티에 의해 건축과 토지가 분리됨으로써 토지는 개방되고 1층 필로티는 자유로운 공간이 만들

16) www.Enitech.com

17) 동아일보, 2000년 2월 18일 보도자료

18) 건축법 제73조, 시행령 제119조 1항.

19) 조영태·양동양, 공동주택 필로티공간의 유형화와 계획특성에 관한 연구, 대한건축학회논문집 18권 9호, 2002, p.178.

20) 조영태, 양동양, 전개 논문, p.178.

어진다는 것이다. 현재 고밀도·고층아파트에서 공기순환의 측면으로 보면 르 꼬르뷔제의 필로티 개념은 주거환경 개선 및 그 환경적 의미는 크다 하겠다.

또한 아파트의 경우 필로티는 1층의 벽식구조체를 통해 시각적으로 단절되었던 공간에 옥외공간의 확보 및 단지내 공간간의 상호작용 및 관입을 통해 친환경적 공간을 조성하고, 공공영역 확보를 위한 방안으로 공간적 의미를 부여한다.

## 5.2 필로티의 건축적 분류

필로티의 계획요소에 의한 유형분류<sup>21)</sup>는 평면상 분류, 입면상 분류, 단면상 분류의 3가지로 구분한다. 본 논문에서는 3가지 분류의 근거를 단지내 공기순환과 관련하여 설정하였다.

### 5.2.1 평면상 분류

주동하부의 1층 필로티를 구성하는 평면은 일반적으로 기준층의 벽식구조체를 지반층에서 기둥으로 치환하여 구성된 평면, 기준층의 벽식구조체를 그대로 유지하여 구성된 평면, 조합식으로 기둥과 벽으로 조합된 평면으로 대별된다. 현재 아파트 단지내에서 선호되는 필로티 평면은 기준층의 벽식구조체를 기둥으로 치환하여 구성된 평면으로 공기순환 및 시각적 개방감에 부응하는 필로티 형식으로, 단지내의 공기순환 및 바람길 형성 등 환경적 측면에서 유리한 평면유형이다. 그러나 벽체로서 구성된 필로티 형식은 평면구성상 기둥으로 구성된 평면보다 입면적이 많아 공기순환 및 주바람 통로를 벽체가 차단하여 공기순환의 저하 및 시각적 개방감의 축소를 초래한다.

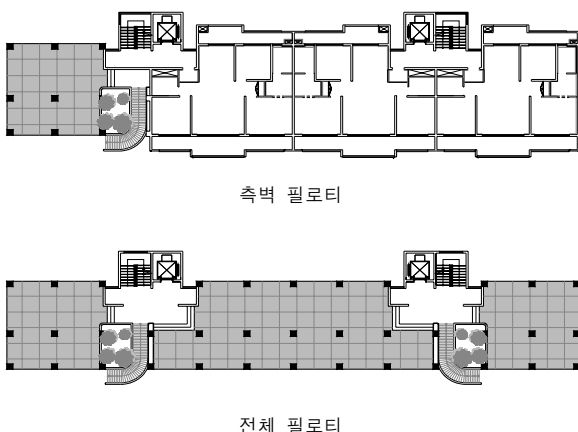


그림 6. 필로티 평면유형(4호 조합)

### 5.2.2 입면상 분류

주동하부 1층에 필로티의 설치는 지반층 주동 전체 또는 주동 일부분에 설치할 수 있다. 예로서 주동조합 4호 기준으로 주동 전체에 필로티를 적용할 경우 1층의 아파트 주호는 설치되지 않는다. 반면 부분적 설치의 주동 중앙 또는 측벽면에 1호 내지 2호에 한해 필로티를 설치한 경우이다.

따라서 단지내 공기순환의 차원으로 보면 전체적 적용이 필로티율(%)의 증가로 인하여 공기순환에 유리한 측면이 있다. 이 경우 주동 전체를 필로티로 할 경우 건축물의 높이 완화 등 인센티브를 받을 수 있어 유리한 측면이 있다. 이때 필로티를 주동 중앙 또는 측벽면에 설치할 것인가는 후보행측 설정, 시각적 조망, 주동출입 여부, 공기의 흐름 등 필로티의 주된 기능에 맞게 고려하여 선정한다.

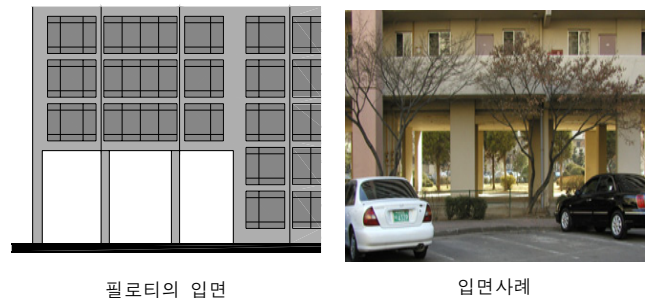


그림 7. 필로티 입면유형

### 5.2.3 단면상 분류

국내에서 적용되는 대부분의 필로티는 1개층으로 설치되나, 단지의 특성 및 계획의도에 따라 2~3개층 필로티가 설치되는 예도 있다. 현재 국내에 설치된 1개층 필로티의 층고는 지면과의 레벨차가 있는 경우는 층고 기준 2.7m이나 레벨차가 없는 경우는 3.5m이다. 그러나 단지 공기순환의 기능을 충분히 발휘하기 위해서는 3.5m~5.2m 이상 확보해야 가능하다.

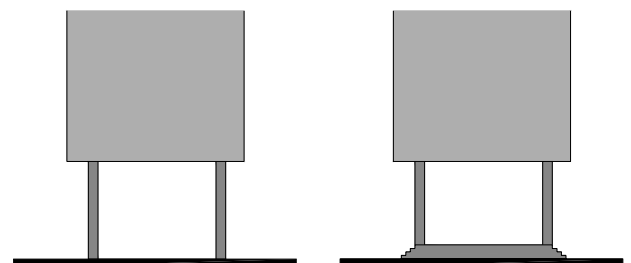


그림 8. 필로티 단면유형

필로티의 구조방식에서 기둥구조가 공기의 순환 및 시각적 개방감을 확보하는데 유리한 방식인데 반해, 아파트

21) 박찬규 외 3, 고층 아파트 단지내 필로티에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표논문집 22권 2호, 2002, p.228.

의 기준층이 벽식구조가 상당수를 차지하므로 아파트의 벽식구조를 기둥식 구조로 전환하는데 따른 구조적 제약과 시공상의 어려움이 따른다.

### 5.3 필로티의 위치선정

필로티의 위치선정은 보통 단지내의 주보행축 또는 시각축 선상에 위치하여 보행 및 조망을 위주로 고려하여 선정한다. 특별한 경우로서 단위세대의 3-Bay 평면구성시 주동코어가 후면에 위치함에 따라 주동출입을 위해 불가피하게 필로티를 설치하는 경우가 생긴다.

그러나 고밀·고층의 ㄷ자, ㄱ자 주동배치로 인한 폐쇄적인 단지에서 공기순환을 촉진하기 위한 필로티의 위치선정은 기상조건, 지형 및 지세, 바람통로, 주변환경 등의 제반조건들을 고려하여 선정한다. 따라서 이러한 조건들에 부합되도록 세밀한 단지계획 및 건축계획이 요구된다. 특히 주동내의 필로티 위치선정은 필로티의 위치 및 개수에 따라 단지내 공기순환에 영향을 미치므로 관련된 풍향과 풍속 등의 기상자료나 모형 시뮬레이션 분석이 필요하다. 예로서 아파트 단지의 사계절 주풍향이 서풍이면 서쪽에서 동쪽으로의 공기흐름이 원활하도록 단지내 동서축 선상의 주동하부 1층에 필로티를 설치해야 한다.

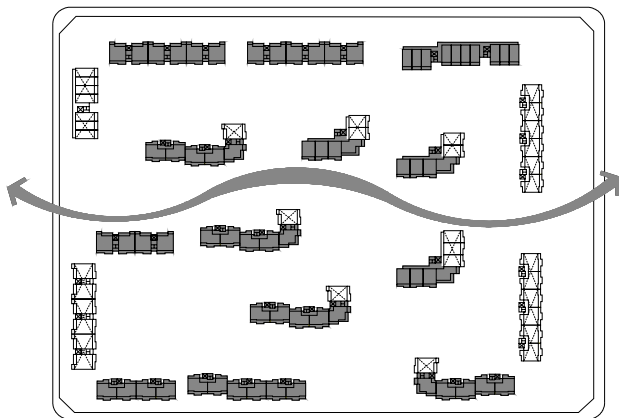


그림 9. 단지내 필로티의 위치선정

이것은 건물내의 맞통풍과 같은 개념이다. 맞통풍<sup>22)</sup>은 실의 유입구 및 유출구가 외부에 면하고 그 위치가 각각 풍향측과 풍배측에 있을 때의 실내기류현상을 의미한다. 즉 1개 이상의 개구부가 바람이 불어오는 쪽의 벽이나 지붕이 있고, 1개 이상의 개구부가 바람이 불어가는 쪽의 벽이나 지붕에 배치된 경우에 맞통풍 현상이 일어난다. 그림 10에서와 같이 유입구와 유출구가 서로 마주보고 있을 때 유입구와 유출구의 폭을 동시에 증가하면 실내평균

22) 이경희, 건축환경계획, 문운당, 1994, p.148.

유속은 증가한다. 그러나 유입구와 유출구 중에서 어느 한쪽의 폭을 고정시키고 다른 한쪽의 폭을 늘리면 실내유속의 증가는 완만하다.

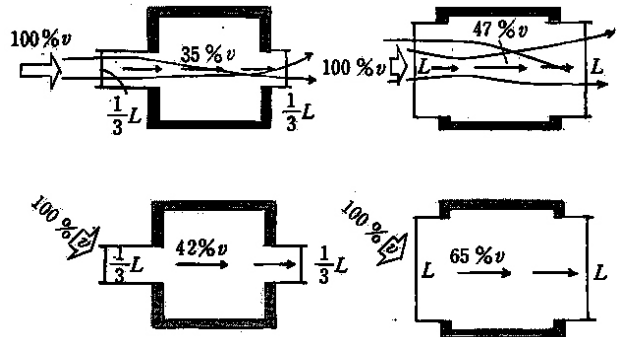


그림 10. 개구부가 서로 마주보고 있는 맞통풍의 경우 바람의 방향과 개구부의 크기에 따른 실내기류

### 5.4 필로티율(%)

아파트의 1층은 일조 및 시각적 프라이버시, 안전성, 위생상 문제가 발생되고 주동간 커뮤니티 형성을 위한 공공성을 향상시키기 위해서 그 필요성이 요구된다. 따라서 주동하부의 1층 필로티 설치는 다용도의 의미로서 해석된다. 최근 1층을 휴식공간이나 통행로로 사용할 수 있도록 비워두는 필로티 방식의 아파트가 유행하고 있다. 건설사로서는 그만큼 분양 가구수가 줄어 분양수익이 감소함에도 불구하고 필로티를 설치하는 것은 1층 세대의 분양이 저조하고 냉난방의 효율이 떨어지고, 소음이나 환경면에서 기준층보다 주거성능이 불량하기 때문이다. 이런 추세에 따라 아파트 분양시 1층 없는 아파트의 청약경쟁율은 상대적으로 높았다.<sup>23)</sup>

표 5. 올 상반기 서울 동시분양 물량 중 필로티 구조현황

위 치	아파트명(시기)	평형	해당평형 경쟁율	전체 경쟁율
강서 등촌	월드메르디앙(2차)	22	6.2	3.6
성동 옥수	이테크빌(2차)	32	4.5	4.5
구로 구로	신도림 LG빌리지(2차)	35	1.9	2.7
성동 옥수	롯데 캐슬파크(3차)	31	23.0	9.8
성동 옥수	현대 아이파크(3차)	32	23.8	9.3
동대문 회경	롯데 낙천대(4차)	32	3.6	1.5
서초 서초	월드메르디앙(6차)	49	1.8	1.5

이러한 이유로 필로티 부분을 3층 높이까지 확장하여 설치하고 있으며, 건설사의 가치와 이미지의 동반 상승으로 앞으로 분양예정인 아파트에도 필로티 구조를 도입하는 사례가 늘어날 것으로 예상된다.

23) 조선일보 2001년 9월 7일 보도자료.



여기서 필로티올<sup>24)</sup>이란(필로티 면적÷건축면적)×100으로 단지내 옥외공간의 개방감 및 경관성 향상을 위해 제안된 것으로, 이를 공동주택의 거주성 확보를 위한 질 지표의 보조적 지표로 활용할 수 있다. 이에 따라 필로티의 설치 개수가 많으면 건축면적당 필로티율이 증가하여 단지의 주거환경 개선, 옥외공간 확장, 시각적 폐쇄감 해소뿐 만 아니라, 원활한 공기흐름을 유도하여 단지내 공기순환의 향상이라는 측면에서 유용한 환경적 요소가 될 수 있다. 특히 재건축의 경우 허용연한을 건축연도에 따라 차등 적용하는 방안이 도시 주거환경 정비법에 의해 확정돼 시행에 들어간다. 예로서, 서울시 조례에 따르면 5층 이상 공동주택의 경우 92년 1월1일 이후 준공된 아파트는 40년, 81년 12월 31일 이전에 지어진 아파트는 20년이 지나야 각각 재건축을 할 수 있다. 82년에서 91년에 준공된 아파트는 1년이 지날 때마다 대상 연한이 2년씩 늘어난다. 향후 신축되는 아파트의 경우 최소 40년이 경과한 후 재건축이 시행된다.

따라서 공동주택의 지표적 심의기준 내용인 입면적(m<sup>2</sup>)이나 입면차폐도(m)의 기준처럼 일정규모 이상의 아파트 신축시 필로티율을 건축법, 주택건설촉진법 및 건축조례 등으로 정하여 쾌적한 주거단지를 조성할 수 있도록 규정할 필요가 있다.

예로서 그림 6에서와 같이 주동 4호조합인 경우 표 6에 따라 1층 주동 전체에 필로티를 설치할 경우 필로티율은 계산식에 의해 88.70%이고, 4호조합 중 1세대만 필로티를 설치할 경우는 22.17%로 나타났다. 1층 주동 전체 필로티 설치시와 1세대 필로티 설치시의 필로티율 비교는 66.53%의 차이가 발생하였다.

표 6. 필로티율 비교

구 분	필로티 면적(m <sup>2</sup> )	건축면적(m <sup>2</sup> )	필로티율(%)
전체 필로티	504.52	568.76	88.70
1세대 필로티	126.13	568.76	22.17

따라서 그림 10에서와 같이 단지내에서 필로티율의 증가에 따라 필로티를 통과하는 유속은 증가하게 되어 아파트의 주거환경성능 향상 측면에서 주동 전체 필로티 설치시 유리함을 보여준다.

## 6. 결론

고밀도·고층 아파트 단지내에서 획일화된 주동형태 및

통기시스템에 대한 고려 부족으로 인하여 오염된 공기가 수일간 단지내에 머물면서 공기의 농도가 낮아지고 이로 인해 단지환경이 악화되는 현상이 발생하여 입주자들의 건강에 직접적으로 영향을 미치고 있다. 이에 대한 주거환경개선 방안으로 아파트 1층 주동하부에 필로티를 설치하는 것이다. 그러나 필로티에 대한 기존의 연구는 보행공간의 확보, 시각적 개방감 및 옥외공간과 연관성 등 건축적 요소로서 진행되었고, 주거환경의 개선 방향으로서 공기순환과 관련된 연구사례가 없었다. 따라서 필로티 공간에 대한 새로운 측면에서의 접근과 연구가 필요하다. 분석결과로는 다음과 같다.

1) 웰빙(well-being) 아파트는 건강과 직결되는 친환경적 마감재 사용, 자동 환기장치, 입주자의 취미생활을 할 수 있는 휘트니스센터, 지상에 차가 없는 건강한 아파트, 단지내의 공기순환과 관련된 다양한 접근이 시도되고 있다.

2) 도심지내의 열섬현상은 도시 주변지역의 녹지에서 형성된 차고 신선한 공기가 도시지역으로의 유입과 대기오염물질의 확산을 방해하며, 그 원천적인 대류기능을 차단시킨다. 이로 인한 공기농도의 저하로서 호흡기 계통에 문제가 발생되고 있다.

3) 최근 아파트 단지에서 판상형 위주의 주동배치로 인한 폐쇄적인 단지계획, 높은 용적률과 초고층화된 단지로 인한 바람길의 차단, 열섬현상에 의한 단지내 오염된 공기의 정체, 이로 인하여 공기중 산소의 농도가 기준치 21%에서 점점 낮아지는 경향이 발생하고 있다. 따라서 통기시스템에 대한 이해와 단지내 공기순환을 통해 적정 공기 농도를 유지해야 한다.

4) 바람길이란 아파트 단지내로 신선한 공기를 받아들이고, 정체된 공기를 확산시켜 단지내에서 공기의 원활한 흐름과 적절한 공기농도를 유지시켜 입주민의 건강증진에 이바지하는 요소로서 해석한다.

5) 르 꼬르뷔제가 제안할 당시의 필로티 개념은 현재 고밀도·고층 아파트 단지에서 공기순환의 관점에서 볼 때 주거환경개선에 큰 의미를 갖는다. 단지내 공기순환과 관련하여 필로티의 건축적 분류는 평면상 분류, 입면상 분류, 단면상 분류로 구분하여 살펴보았다.

향후 아파트 단지내 통기시스템 대한 필로티의 세부적 사례조사 및 분석, 주동 하부 1층에 필로티 설치시와 미설치시를 구분하여 필로티 설치가 단지내 공기순환에 어떤 영향을 주는지에 대한 컴퓨터 시뮬레이션 연구작업이 요구된다.

24) 최찬환 외, 공동주택 단지의 환경지표 개발에 관한 연구, 서울특별시, 1997, p.66.

참고문헌

1. 이현영, 한국의 기후, 법문사, 2000.
2. 윤성탁, 생활기상 이야기, 단국대학교 출판부, 2001.
3. 대한건축학회편, 건축환경계획, 대한건축학회, 2003.
4. 남철현 외 3, 환경보건학연구, 계축문화사, 2003.
5. 김유근 외 1, 대기오염개론, 시그마프레스, 1999.
6. 정창원 외 3, 건축환경계획, 도서출판 서우, 2002.
7. 최찬환 외, 공동주택 단지의 환경지표 개발에 관한 연구, 서울특별시, 1997.
8. 대한건축학회, 주거론, 기문당, 2000.
9. 이정형 · 김주석, 친환경 도시만들기, 구미서관, 2003.
10. 이경희, 건축환경계획, 문운당, 1994.
11. 민경덕 역, 대기환경과학, 시그마프레스, 2002.
12. 박찬규 · 전수현 · 김형진 · 권소연, 고층 아파트 단지 내 필로티에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제22권 제2호, 2002.
13. 김학열 외 4, 기후특성을 고려한 도시계획제도의 도입과 적용 가능성에 관한 연구, 서울도시연구, 제2권 1호, 2001.
14. 조영태 · 양동양, 공동주택 필로티공간의 유형화와 계획특성에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제18권 9호. 2002.
15. David Rudlin & Nicholas Falk, Building the 21ST. Century Home, Architectural Press, 1999.
16. Le Corbusier, Precisions, MIT Press, 1991.
17. Dominique Gauzin-Muller, Sustainable Architecture & Urbanism, Birkhauser, 2002.