

아파트 평면형에 따른 여름철 맞통풍 효과 비교^{**}

A Comparative Study on the Cross-Ventilation Effect by the Floor Plan Type of Apartment House during Summer

김정민* 최윤정**
Kim, Jeong-Min Choi, Yoon-jung

Abstract

The purpose of this study is to make clear the cross-ventilation effect by floor plan type in apartment house during summer. The questionnaire survey was carried out during the 26th of August~the 4th of September 2004. The respondents were 174 residents living in two subject apartment estates. One subject estate (we call A estate) was consisted apartment houses having cross-ventilation floor plan. The other subject estate (we call B estate) was constructed apartment houses having ordinary floor plan. The field measurements of indoor thermal elements reflecting natural cooling effect by cross-ventilation were carried out at A house in A estate and at B house in B estate. The measurements in two subject houses were taken on simultaneously the 27th of August. The residents living in A apartment estate planed cross-ventilation type show positive responses on thermal sensation and airflow sensation. The averages indoor temperature and air velocity in the A house were 0.9 °C lower and 0.29 m/s higher than the B house. Therefore, it was found that indoor thermal environment during summer in the house having cross-ventilation floor plan maintained more comfortable than the house having ordinary floor plan by natural cooling effect of cross-ventilation.

키워드 : 맞통풍효과, 아파트 평면형

Keywords : Cross-Ventilation Effect, Floor Plan Type of Apartment House

1. 서론

최근 도시화에 따른 도심부의 기온상승과 열대야 현상이 심각한 수준이다. 이러한 상황에서 여름철 냉방기기인 에어컨은 점차 생활의 필수요소에 이르게 되었으며, 서울 및 5대 광역시를 대상으로 조사한 2004년 에어컨 보급률은 55%에 이르렀다(한겨레신문, 2004.7.25). 이는 1998년 약 40%(이정일, 2000)에 비해 불과 6년 사이에 15%나 증가한 것이며, 이같은 추세로 나간다면 에어컨 사용량은 앞으로도 증가될 전망이다.

그러나 에어컨을 이용한 기계냉방은 냉방기 작동으로 인한 주변 온도상승, 냉방기기 사용을 위한 전력생산과정에서 발생하는 CO₂의 방출과 냉매로 인한 오존층의 파괴가 지구 환경오염에 문제를 일으키게 되었다. 또한 냉방 효율을 위해 실외의 더운 공기의 유입을 막기 위해 대개의 경우 기밀한 상태로 유지되므로 실내공기의 질이 악화되어 인간에게 '두통과 현기증', '콧물, 코막힘, 컨태감, 졸음', '배탈, 설사', '소화불량' 등의 냉방병과 호흡기 질환, 천식을 유발하는 등의 영향을 준다. 한국소비자보호

원이 서울 및 수도권 49가구를 조사한 결과 가정용 에어컨의 38.8%에서 먼역이 약한 노약자에게 질병을 유발할 수 있는 기회감염균이 발견되었고, 알레르기과 천식을 유발시키는 알레르기 유발균은 89.8%에서 발견되었다(연합뉴스 보도자료, 2005.7.19).

따라서 환경보존 및 환경친화적 관점에서 냉방설비의 이용보다는 자연냉방 기법에 의해 건물의 실내환경을 조절하는 것이 도시환경을 위해서나 에너지 절약, 그리고 거주자의 건강을 위해서 바람직하다. 또한 자연냉방은 90년대 이후 관심과 필요성이 증대되고 있는 친환경건축 설계기법의 기본 요소이고, 2002년부터 시행된 '친환경건축물인증제도'에서도 평가기준에 '자연환기 설계정도'가 포함되는 등 그 필요성에 대한 인식은 정착되는 경향이 다. 실제로 최근 주택건설업체들에서 현관전실에 의한 맞통풍 평면이 나타나기 시작하였으나, 이는 공간요소로 현관전실을 계획한 결과로서, 맞통풍을 위해 창문의 위치나 크기를 설계하는 경우는 일반적이지 못한 실정이다.

한편, 자연통풍(natural ventilation), 열용량이 큰 축열체(high thermal mass), 야간천공복사(radiative night sky cooling), 증발냉각(evaporative cooling) 등의 자연냉방기법(G.Z. Brown, 1997) 중 다른 기법들에 비해 맞통풍 설계에 의한 자연통풍량 증대는 현재 우리나라 아파트

*이 논문은 2003년도 한국학술진흥재단의 지원에 의한 연구의 일부임 (2003-002-C00316).

**정회원, 충북대학교 대학원 주거환경학전공 석사과정

***정회원, 충북대학교 주거환경·소비자학과 부교수

구조에서 현실적으로 용이하게 도입 가능한 기법이라고 생각된다.

따라서 거주자가 생활하고 있는 주택에서 아파트 평면형에 따라 맞통풍 효과에 의해 실내온도변화의 조절이 실제로 어느정도 이루어지는지에 대한 실증적 연구는 의미가 있다고 본다. 이에, 본 연구는 실제주택에서의 측정 및 거주자 설문조사를 통하여 아파트 평면형에 따른 맞통풍 효과 비교를 목적으로 한다.

II. 연구방법

2.1. 연구방법의 개요

본 연구는 설문조사와 현장측정을 병행하였다<표 1>.

표 1. 연구방법의 개요

	설문조사	현장측정
조사목적	아파트 평면형에 따른 실내온도변화 조절실태와 주관적 반응 비교	아파트 평면형에 따른 맞통풍에 의한 실내온도변화 비교 파악
조사대상	맞통풍이 원활한 평면형의 아파트 1개 단지과 인접한 일반 평면형의 아파트 1개 단지 거주자 174명	설문조사 대상 단지에서 각 1개 주택씩
조사내용	· 기초항목 · 거실의 실내온도변화 조절특성 · 거실의 실내온도변화에 대한 주관적 반응	· 실내온도변화와 관련된 주택특성 및 생활적 요인 · 실내온도변화 측정
분석방법	Spss Win 통계처리	단순통계, 그래프 분석

2.2. 설문조사

조사대상은 평면형에 따른 '맞통풍' 효과 비교를 위해, 현관 전실에 창이 있고 북쪽 베란다 출입문의 크기가 커서 전면 베란다와 2개의 남-북 맞통풍 통로가 형성될 것으로 판단되는 평면형A 단지과, 현관에 창이 없고 북쪽 베란다 출입문의 크기가 작아 전면 베란다와의 남-북 맞통풍량이 상대적으로 크지 못할 것으로 생각되는 평면형B 단지 거주자로 하였다. 부천시에 위치한 두 단지는 동일 건설업체에서 시공하였으며 바로 인접한 곳으로서, A 단지는 38평형, 44평형으로 구성되어있으나 38평형만을 대상으로 하였고, B 단지는 34평형으로 구성된 단지였다.

자료의 수집은 2004년 8월 26일~9월 4일에 실시하였으며, 총 595부를 배부하여 174부를 회수(회수율 29.24%), 분석하였다.

2.3. 현장측정

측정대상은 설문조사 대상 2개 아파트 단지에서 평면형 이외의 건축적 요인이나 생활적 요인에 큰 차이가 없도록 고려하여 단지당 각 1주택씩을 선정하였다<표 2>.

평면형에 따른 맞통풍 효과를 비교 파악하기 위하여, 2004년 8월 27일에 두 주택에서 동시에 실시하였으며, 두 주택에서 생활적 조건을 동일하게하기 위하여, 냉방기(에어콘)는 가동하지 않았으며 거실과 통하는 창호는 모두

열려둔 상태로 거주자의 생활이 이루어지는 상태에서 주간에 측정하면서 기타 실내온도변화와 관련된 생활적 요인을 관찰기록하는 방법으로 진행하였다.

측정위치는 거실 중앙, 바닥 위 110cm 높이로 하였다. 실내온도변화 측정요소로 실내온도, 상대습도, 기류속도를 9시부터 18시까지 자동기록 하였으며, 분석시 20분 간격의 측정치를 이용하였다. 외부의 기온 및 습도, 풍속은 기상청 자료(인천시)를 활용하였다.

표 2. 측정주택의 특성

특성	주 택	평면형A 주택	평면형B 주택
건축적 요인	면적	38평	34평
	층수	15층/ 25층	7층/ 20층
	주 택 모두 철근콘크리트조, 남향, LDK+3B 평면구성이었으며, 건축시기는 2002년 10월, 통풍장애요인은 없음.		
생활적 요인	가족구성	부부+자녀3명	부부+자녀2명
	측정시 재실자수	1~5명	1~4명
	주부의 착의량	속옷, 철부면바지, 민소매 면T, 양말(0.38clo)	속옷, 얇은 반T,반바지(0.40clo)
	냉난방 가동실태	가동하지 않음	
창호 개방상태	거실과 관련한 모든 창호는 열려둔 상태		
평면도 및 측정위치			
	<p>■ 측정위치</p>		
창호 관련 특성	현관	· 현관이 전실형으로서 창(5)에 의해 통풍가능	· 일반적인 현관 형태로 통풍이 불가능
	북쪽 베란다 출입문	· 북쪽 베란다 출입문(3)의 크기가 평면형B 단지의 (3)에 비해 큼	· 북쪽 베란다 출입문(3)의 크기가 평면형A 단지의 (3)에 비해 작음
	맞통풍 가능성	· 전면 베란다의 창(1), (2)와 북쪽편의 창(5)와 (3), (4)간에 남-북 맞통풍이 가능함.	· 전면 베란다의 창(1), (2)와 북쪽편의 창(3), (4)간에만 남-북 맞통풍이 가능하며 통풍량은 평면형A 단지에 비해 작을 것으로 보임.

III. 설문조사결과 및 논의

3.1. 실내온도변화 조절특성

1) 냉방기기 이용실태

에어컨 가동정도는 <표 3>과 같이 한여름의 오전과 낮(유의차는 없음), 그리고 8월말의 모든 시간대에서(유의차 있음) 평면형A 단지가 평면형B 단지보다 '가동하지 않음'의 비율이 더 높은 것으로 나타났다. 즉 평면형A 단지가 평면형B 단지보다 냉방기기를 가동하지 않는 비율이 높아, 맞통풍 평면에 의한 실내온도변화 조절효과가 있을 것으로 추측된다.

표 3. 에어컨 가동정도 N=174 (%)

시간	구분	한여름(삼복 더위)		늦여름(8월 말)	
		평면형A	평면형B	평면형A	평면형B
오전	에어컨 없음	21 (22.1)	24 (34.3)	21 (22.1)	24 (34.3)
	가동하지 않음	54 (56.8)	28 (40.0)	71 (74.7)	36 (51.4)
	잠깐씩 가동함	16 (16.8)	16 (22.9)	3 (3.2)	8 (11.4)
	연속적으로 가동함	4 (4.2)	2 (2.9)	0 (0.0)	2 (2.9)
	계	95 (100.0)	70 (100.0)	95 (100.0)	70 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2 = 5.448$	n.s.	$\chi^2 = 12.419$	p<.01
낮	에어컨 없음	20 (20.0)	24 (34.3)	20 (20.6)	24 (34.3)
	가동하지 않음	22 (22.0)	8 (11.4)	63 (64.9)	26 (37.1)
	잠깐씩 가동함	47 (47.0)	33 (47.1)	13 (13.4)	17 (24.3)
	연속적으로 가동함	11 (11.0)	5 (7.1)	1 (1.0)	3 (4.3)
	계	100(100.0)	70 (100.0)	97 (100.0)	70 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2 = 6.505$	n.s.	$\chi^2 = 13.26$	p<.01
저녁	에어컨 없음	20 (19.6)	24 (34.8)	20 (20.6)	24 (34.8)
	가동하지 않음	16 (15.7)	15 (21.7)	64 (66.0)	31 (44.9)
	잠깐씩 가동함	53 (52.0)	25 (36.2)	13 (13.4)	12 (17.4)
	연속적으로 가동함	13 (12.7)	5 (7.2)	0 (0.0)	2 (2.9)
	계	102(100.0)	69 (100.0)	97 (100.0)	69 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2 = 7.930$	p<.05	$\chi^2 = 9.412$	p<.05
밤	에어컨 없음	20 (20.2)	24 (34.3)	20 (20.6)	24 (34.3)
	가동하지 않음	24 (24.2)	19 (27.1)	69 (71.1)	32 (45.7)
	잠깐씩 가동함	45 (45.5)	23 (32.9)	8 (8.2)	12 (17.1)
	연속적으로 가동함	10 (10.1)	4 (5.7)	0 (0.0)	2 (2.9)
	계	99 (100.0)	70 (100.0)	97 (100.0)	70 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2 = 5.829$	n.s.	$\chi^2 = 12.684$	p<.01

무응답 제외, n.s. not significant

2) 창문개방실태

창문개방실태를 살펴본 결과<표 4>, 두 집단간 유의차가 있는 항목은 한여름의 경우 뒷베란다출입문의 '낮', 뒷베란다샤시창의 '낮, 저녁, 밤'시간, 늦여름의 경우 거실전면창의 '낮', 뒷베란다샤시창의 '오전, 낮'시간이었다. 이들 항목 중 '거실전면창 낮'을 제외한 모든 항목에서 평면형 B 단지가 평면형A 단지보다 '최대로 열어둠'의 비율이 높았다.

따라서 두 집단에서 같은 통풍효과를 얻기 위해서는 평면형B 단지가 평면형A 단지보다 다소 창을 많이 개방해야하는 것으로 해석된다. 이러한 해석을 뒷받침하는 결과로서 늦여름 창문을 닫아둔 경우의 이유<표 5>에 대한 응답으로 '창을 열지 않아도 충분히 시원해서'에 대해 평면형A 단지에서 더 높은 비율로 응답하였다.

표 5. 창문을 닫아둔 경우의 이유 N=174 (%)

구분	한여름(삼복 더위)		늦여름(8월 말)	
	평면형A	평면형B	평면형A	평면형B
주로 외출했기 때문	15 (14.4)	9 (12.9)	16 (15.4)	8 (11.4)
주로 에어컨을 가동해서	15 (14.4)	7 (10.0)	3 (2.9)	1 (1.4)
외부먼지가 들어와서	28 (26.9)	13 (18.6)	49 (47.1)	23 (32.9)
밖에서 들여다 보일까봐	1 (1.0)	3 (4.3)	0 (0.0)	2 (2.9)
외부소음이 들어와서	18 (17.3)	12 (17.1)	29 (27.9)	22 (31.4)
창을 열어도 시원하지 않아서	4 (3.8)	1 (1.4)	2 (1.9)	3 (4.3)
창을 열지 않아도 충분히 시원해서	4 (3.8)	2 (2.9)	30 (28.8)	10 (14.3)
기타 (보안상의 이유, 일사차단을 위해)	14 (13.5)	2 (2.9)	4 (3.8)	1 (1.4)

복수응답

표 4. 창문개방정도 N=174 (%)

구분	한여름(삼복 더위)		늦여름(8월 말)		
	평면형A	평면형B	평면형A	평면형B	
오전	닫아둠	7 (7.1)	5 (7.1)	13 (13.5)	8 (11.8)
	반 정도 열어둠	35 (35.7)	27 (38.6)	45 (46.9)	35 (51.5)
	최대로 열어둠	56 (57.1)	38 (54.3)	38 (39.6)	25 (36.8)
	계	98 (100.0)	70 (100.0)	96 (100.0)	68 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2 = 0.150$	n.s.	$\chi^2 = 0.353$	n.s.
낮	닫아둠	6 (6.0)	5 (7.1)	4 (4.0)	11 (15.9)
	반 정도 열어둠	34 (34.0)	25 (35.7)	48 (48.5)	29 (42.0)
	최대로 열어둠	60 (60.0)	40 (57.1)	47 (47.5)	29 (42.0)
	계	100(100.0)	70 (100.0)	99 (100.0)	69 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2 = 0.175$	n.s.	$\chi^2 = 7.087$	p<.05
저녁	닫아둠	5 (5.1)	8 (11.4)	11 (11.6)	11 (16.2)
	반 정도 열어둠	32 (32.3)	26 (37.1)	48 (50.5)	33 (48.5)
	최대로 열어둠	62 (62.6)	36 (51.4)	36 (37.9)	24 (35.3)
	계	99 (100.0)	70 (100.0)	95 (100.0)	68 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2 = 3.333$	n.s.	$\chi^2 = 0.725$	n.s.
밤	닫아둠	14 (14.4)	12 (17.4)	38 (40.0)	29 (42.0)
	반 정도 열어둠	34 (35.1)	27 (39.1)	29 (30.5)	27 (39.1)
	최대로 열어둠	49 (50.5)	30 (43.5)	28 (29.5)	13 (18.8)
	계	97 (100.0)	69 (100.0)	95 (100.0)	69 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2 = 0.827$	n.s.	$\chi^2 = 2.714$	n.s.
오전	닫아둠	7 (7.1)	8 (11.6)	18 (18.8)	10 (15.2)
	반 정도 열어둠	47 (48.0)	25 (36.2)	56 (58.3)	34 (51.5)
	최대로 열어둠	44 (44.9)	36 (52.2)	22 (22.9)	22 (33.3)
	계	98 (100.0)	69 (100.0)	96 (100.0)	66 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2 = 2.632$	n.s.	$\chi^2 = 2.183$	n.s.
낮	닫아둠	8 (7.9)	4 (5.9)	7 (7.1)	8 (11.8)
	반 정도 열어둠	45 (44.6)	23 (33.8)	63 (64.3)	33 (48.5)
	최대로 열어둠	48 (47.5)	41 (60.3)	28 (28.6)	27 (39.7)
	계	101(100.0)	68 (100.0)	98 (100.0)	68 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2 = 2.659$	n.s.	$\chi^2 = 4.175$	n.s.
저녁	닫아둠	6 (6.1)	7 (10.3)	14 (14.7)	12 (18.2)
	반 정도 열어둠	45 (45.9)	25 (36.8)	58 (61.1)	35 (53.0)
	최대로 열어둠	47 (48.0)	36 (52.9)	23 (24.2)	19 (28.8)
	계	98 (100.0)	68 (100.0)	95 (100.0)	66 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2 = 1.889$	n.s.	$\chi^2 = 1.033$	n.s.
밤	닫아둠	16 (16.7)	14 (20.3)	50 (52.1)	30 (44.1)
	반 정도 열어둠	46 (47.9)	27 (39.1)	35 (36.5)	26 (38.2)
	최대로 열어둠	34 (35.4)	28 (40.6)	11 (11.5)	12 (17.6)
	계	96 (100.0)	69 (100.0)	96 (100.0)	68 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2 = 1.275$	n.s.	$\chi^2 = 1.639$	n.s.
오전	닫아둠	5 (5.3)	9 (12.9)	11 (12.0)	12 (17.9)
	반 정도 열어둠	34 (35.8)	17 (24.3)	41 (44.6)	23 (34.3)
	최대로 열어둠	56 (58.9)	44 (62.9)	40 (43.5)	32 (47.8)
	계	95 (100.0)	70 (100.0)	92 (100.0)	67 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2 = 4.566$	n.s.	$\chi^2 = 2.116$	n.s.
낮	닫아둠	6 (6.1)	10 (14.3)	7 (7.3)	10 (14.9)
	반 정도 열어둠	37 (37.4)	13 (18.6)	47 (49.0)	21 (31.3)
	최대로 열어둠	56 (56.6)	47 (67.1)	42 (43.8)	36 (53.7)
	계	99 (100.0)	70 (100.0)	96 (100.0)	67 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2 = 8.583$	p<.05	$\chi^2 = 5.961$	n.s.
저녁	닫아둠	7 (7.2)	11 (15.7)	14 (14.7)	14 (20.9)
	반 정도 열어둠	34 (35.1)	16 (22.9)	43 (45.3)	20 (29.9)
	최대로 열어둠	56 (57.7)	43 (61.4)	38 (40.0)	33 (49.3)
	계	97 (100.0)	70 (100.0)	95 (100.0)	67 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2 = 4.837$	n.s.	$\chi^2 = 4.030$	n.s.
밤	닫아둠	20 (21.1)	16 (23.2)	33 (35.9)	23 (33.8)
	반 정도 열어둠	32 (33.7)	17 (24.6)	29 (31.5)	20 (29.4)
	최대로 열어둠	43 (45.3)	36 (52.2)	30 (32.6)	25 (36.8)
	계	95 (100.0)	69 (100.0)	92 (100.0)	68 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2 = 1.574$	n.s.	$\chi^2 = 0.300$	n.s.

무응답 제외, n.s. not significant

표 4. 참문개방정도 - 계속 N=174 ():%

시간 대별	구분	한여름(삼복 더위)		늦여름(8월 말)	
		평면형A	평면형B	평면형A	평면형B
오전	답아들	15 (14.7)	11 (16.2)	32 (33.0)	17 (25.4)
	반 정도 열어둠	51 (50.0)	23 (33.8)	51 (52.6)	29 (43.3)
	최대로 열어둠	36 (35.3)	34 (50.0)	14 (14.4)	21 (31.3)
	계	102(100.0)	68 (100.0)	97 (100.0)	67 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2= 4.653$	n.s	$\chi^2= 6.781$	p<.05
낮	답아들	12 (11.9)	11 (16.2)	21 (21.2)	15 (22.4)
	반 정도 열어둠	52 (51.5)	17 (25.0)	61 (61.6)	26 (38.8)
	최대로 열어둠	37 (36.6)	40 (58.8)	17 (17.2)	26 (38.8)
	계	101(100.0)	68 (100.0)	99 (100.0)	67 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2= 11.925$	p<.01	$\chi^2= 11.212$	p<.01
저녁	답아들	13 (12.7)	13 (19.1)	25 (25.5)	19 (28.4)
	반 정도 열어둠	51 (50.0)	19 (27.9)	55 (56.1)	28 (41.8)
	최대로 열어둠	38 (37.3)	36 (52.9)	18 (18.4)	20 (29.9)
	계	102(100.0)	68 (100.0)	98 (100.0)	67 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2= 8.211$	p<.05	$\chi^2= 4.024$	n.s
밤	답아들	30 (31.3)	23 (33.8)	52 (54.2)	32 (47.1)
	반 정도 열어둠	43 (44.8)	17 (25.0)	35 (36.5)	23 (33.8)
	최대로 열어둠	23 (24.0)	28 (41.2)	9 (9.4)	13 (19.1)
	계	96 (100.0)	68 (100.0)	96 (100.0)	68 (100.0)
	χ^2 -test	$\chi^2= 8.138$	p<.05	$\chi^2= 3.287$	n.s

무응답 제외, n.s. not significant

3.2. 실내온열환경에 대한 주관적 반응

온열감 반응<표 6>은 두 집단간 유의차가 있는 늦여름의 밤 시간을 비롯하여, t-test결과 유의차는 없었어도 대체적으로 '매우 덥다'의 비율이 평면형B 단지가 A단지보다 높았고 '서늘하다'는 비율은 평면형A 단지가 높았는데 한여름보다는 늦여름에서 차이가 컸다. 따라서 온열감 반응 측면에서 볼 때, 평면형A 단지 거주자가 맞춤형에 의한 실내온열환경 조절효과를 느끼는 것으로 생각된다.

기류감은 바람(공기의 움직임)이 느껴지는 정도에 대해 질문하였으며, 결과는 <표 7>과 같다. 두 집단간 기류감에 유의적인 차이가 나타난 시간대는 한여름의 오전과 늦여름의 모든 시간대였다. 그러나 거의 모든 시간대에서 '바람이 거의 느껴지지 않는다'의 비율은 평면형A 단지보다 평면형B 단지에서 높게 나타났으며 '바람에 의해 시원해지는 정도'의 비율은 평면형A 단지가 평면형B 단지보다 높게 나타났다. 따라서 기류감 반응 측면에서 볼 때 평면형A 단지 거주자가 평면형B 단지 거주자보다 통풍 성능을 양호하게 느끼는 것으로 해석된다.

표 7. 기류감 N=174 ():%

시간 대별	구분 기류감	한여름(삼복 더위)		늦여름(8월 말)	
		평면형A	평면형B	평면형A	평면형B
오전	1	23 (25.6)	17 (25.0)	2 (2.2)	10 (14.7)
	2	40 (44.4)	42 (61.8)	22 (24.4)	28 (41.2)
	3	23 (25.6)	9 (13.2)	48 (53.3)	25 (36.8)
	4	4 (4.4)	0 (0.0)	18 (20.0)	5 (7.4)
	계	90 (100.0)	68 (100.0)	90 (100.0)	68 (100.0)
χ^2 -test	$\chi^2= 8.169$	p<.05	$\chi^2= 17.932$	p<.001	
낮	1	46 (49.5)	40 (58.0)	4 (4.4)	12 (17.4)
	2	29 (31.2)	21 (30.4)	35 (38.9)	32 (46.4)
	3	17 (18.3)	8 (11.6)	38 (42.2)	22 (31.9)
	4	1 (1.1)	0 (0.0)	13 (14.4)	3 (4.3)
	계	93 (100.0)	69 (100.0)	90 (100.0)	69 (100.0)
χ^2 -test	$\chi^2= 2.437$	n.s.	$\chi^2= 12.088$	p<.01	

표 6. 온열감 N=174 ():%

시간 대별	구분 온열감	한여름(삼복 더위)		늦여름(8월 말)	
		평면형A	평면형B	평면형A	평면형B
오전	매우 춥다	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
	춥다	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (2.2)	3 (5.1)
	서늘하다	8 (9.1)	5 (8.3)	38 (42.7)	16 (27.1)
	약간 서늘하다	9 (10.2)	11 (18.3)	30 (33.7)	19 (32.2)
	어느쪽도아니다	7 (8.0)	2 (3.3)	4 (4.5)	6 (10.2)
	약간 따뜻하다	7 (8.0)	5 (8.3)	4 (4.5)	4 (6.8)
	따뜻하다	8 (9.1)	5 (8.3)	4 (4.5)	0 (0.0)
	덥다	40 (45.5)	24 (40.0)	7 (7.9)	11 (18.6)
	매우 덥다	9 (10.2)	8 (13.3)	0 (0.0)	0 (0.0)
	계	88 (100.0)	60 (100.0)	89 (100.0)	59 (100.0)
낮	매우 춥다	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
	춥다	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (1.7)
	서늘하다	4 (4.3)	1 (1.7)	16 (18.0)	8 (13.6)
	약간 서늘하다	6 (6.5)	9 (15.0)	18 (20.2)	12 (20.3)
	어느쪽도아니다	3 (3.3)	2 (3.3)	11 (12.4)	6 (10.2)
	약간 따뜻하다	5 (5.4)	3 (5.0)	14 (15.7)	7 (11.9)
	따뜻하다	8 (8.7)	2 (3.3)	10 (11.2)	6 (10.2)
	덥다	35 (38.0)	23 (38.3)	18 (20.2)	14 (23.7)
	매우 덥다	31 (33.7)	20 (33.3)	2 (2.2)	5 (8.5)
	계	92 (100.0)	60 (100.0)	89 (100.0)	59 (100.0)
저녁	매우 춥다	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (1.7)
	춥다	0 (0.0)	0 (0.0)	7 (7.9)	2 (3.4)
	서늘하다	8 (8.8)	3 (5.0)	24 (27.0)	14 (23.7)
	약간 서늘하다	9 (9.9)	9 (15.0)	31 (34.8)	18 (30.5)
	어느쪽도아니다	4 (4.4)	2 (3.3)	8 (9.0)	5 (8.5)
	약간 따뜻하다	3 (3.3)	4 (6.7)	3 (3.4)	5 (8.5)
	따뜻하다	6 (6.6)	4 (6.7)	5 (5.6)	3 (5.1)
	덥다	35 (38.5)	19 (31.7)	9 (10.1)	8 (13.6)
	매우 덥다	26 (28.6)	19 (31.7)	2 (2.2)	3 (5.1)
	계	91 (100.0)	60 (100.0)	89 (100.0)	59 (100.0)
밤	매우 춥다	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (1.1)	1 (1.7)
	춥다	1 (1.1)	1 (1.7)	21 (23.3)	8 (13.6)
	서늘하다	8 (8.8)	3 (5.0)	34 (37.8)	14 (23.7)
	약간 서늘하다	12 (13.2)	12 (20.0)	23 (25.6)	20 (33.9)
	어느쪽도아니다	2 (2.2)	4 (6.7)	2 (2.2)	4 (6.8)
	약간 따뜻하다	5 (5.5)	3 (5.0)	0 (0.0)	4 (6.8)
	따뜻하다	6 (6.6)	5 (8.3)	2 (2.2)	0 (0.0)
	덥다	42 (46.2)	19 (31.7)	7 (7.8)	6 (10.2)
	매우 덥다	15 (16.5)	13 (21.7)	0 (0.0)	2 (3.4)
	계	91 (100.0)	60 (100.0)	90 (100.0)	59 (100.0)

무응답 제외
t-test 결과 늦여름(8월 말) 밤의 경우만 .05수준에서 두 집단간 유의가 있음

표 7. 기류감 - 계속 N=174 ():%

시간 대별	구분 기류감	한여름(삼복 더위)		늦여름(8월 말)	
		평면형A	평면형B	평면형A	평면형B
저녁	1	30 (32.6)	22 (32.4)	1 (1.1)	5 (7.4)
	2	36 (39.1)	35 (51.5)	14 (15.7)	27 (39.7)
	3	22 (23.9)	10 (14.7)	55 (61.8)	30 (44.1)
	4	4 (4.3)	1 (1.5)	19 (21.3)	6 (8.8)
	계	92 (100.0)	68 (100.0)	89 (100.0)	68 (100.0)
χ^2 -test	$\chi^2= 4.036$	n.s.	$\chi^2= 18.422$	p<.001	
밤	1	21 (22.8)	12 (17.6)	0 (0.0)	5 (7.4)
	2	36 (39.1)	40 (58.8)	12 (13.3)	21 (30.9)
	3	29 (31.5)	12 (17.6)	54 (60.0)	30 (44.1)
	4	6 (6.5)	4 (5.9)	24 (26.7)	12 (17.6)
	계	92 (100.0)	68 (100.0)	90 (100.0)	68 (100.0)
χ^2 -test	$\chi^2= 6.664$	n.s.	$\chi^2= 15.550$	p<.01	

1: 거의 느껴지지 않는다 2: 약간 느껴지는 정도
3: 시원해지는 정도 4: 가벼운 물건들이 날리는 정도
무응답 제외 n.s. not significant

IV. 현장측정결과 및 논의

표 8. 현장측정결과 최소~최대(평균)

측정요소	평면형A 주택	평면형B 주택
실내온도(°C)	25.0~27.7 (26.6)	25.7~28.5 (27.5)
상대습도(%)	58.0~75.0 (61.9)	58.6~70.3 (62.0)
기류속도(m/s)	0.07~0.92 (0.32)	0.00~0.15 (0.03)
외기온도(°C)	24.8~30.0 (27.4)	
외기습도(%)	49~71(58.5)	
외부속도(m/s)	1.2~2.9(1.82)	

4.1. 실내온도

실내온도 측정결과, 평면형A 주택은 25.0~27.7(평균 26.6)°C, 평면형B 주택은 25.7~28.5(평균 27.5)°C로, 평면형A 주택이 평면형B 주택보다 실내온도의 평균이 0.9°C 낮은 것으로 나타났다. 실내온도 변동폭은 평면형A 주택이 2.7°C, 평면형B 주택이 2.8°C로 나타나 두 주택이 비슷했으며 그 양상도 유사했다<그림 1>.

<그림 1>에서 실내온도 측정치를 여름철 실내온열환경 평가기준¹⁾(23~26°C, 중성점 24.5°C)과 비교해보면 두 주택 모두 기준치의 상한선을 벗어나고 있으나, 평면형A 주택이 평가범위에 해당되는 시간대가 평면형B 주택보다 다소 길었다.

따라서 여름철 실내온도 측정결과를 보면, 평면형A 주택이 평면형B 주택보다 실내온도의 평균이 다소 낮고, 오전 중에는 쾌적한 상태로 유지되고 있는데, 이는 맞통풍에 의한 자연냉방효과로 생각된다.

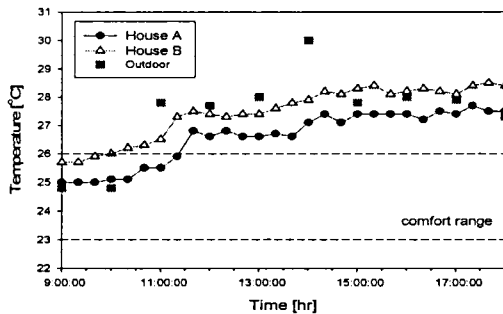


그림 1. 실내온도 측정결과

4.2. 상대습도

상대습도 측정결과, 평면형A 주택은 58.0~75.0(평균 61.9)%, 평면형B 주택은 58.6~70.3(평균 62.0)%로, 두 주택의 상대습도의 측정치가 비슷한 것으로 나타났으며, 변동양상도 거의 같았다<그림 2>.

<그림 2>에서 측정결과를 평가기준(40~60%, 중성점

50%)과 비교해보면, 두 주택 모두 오전에는 평가기준의 상한선보다 높다가 낮 12시를 넘긴 시간부터 평가기준 내에 포함되고 있었으며, 두 주택간에 큰 차이는 없었다.

따라서 여름철 상대습도 측정결과를 보면, 두 주택간에 거의 차이가 없어, 맞통풍에 의해 습도가 저하되는 효과는 거의 없는 것으로 생각된다.

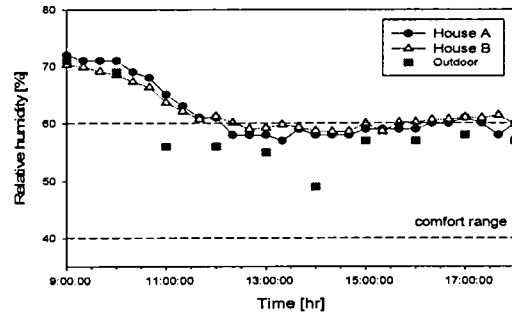


그림 2. 상대습도 측정결과

4.3. 기류속도

기류속도 측정결과, 평면형A 주택은 0.07~0.92(평균 0.32)m/s이고, 평면형B 주택은 0.00~0.15(평균 0.03)m/s로서, 평면형A 주택에서 평면형B 주택보다 기류속도의 평균이 0.29m/s 높게 나타났다.

기류속도 측정치를 쾌적범위²⁾(0.25~0.5m/s)와 비교해보면, 평면형B 주택의 경우 모든 측정치가 쾌적범위의 하한치보다 낮았다. 그러나 평면형A 주택의 경우 대부분의 측정값들이 쾌적범위에 속하며 쾌적범위의 상한선보다 높은 경우가 5회 측정되었다. 이 쾌적범위보다 높은 측정치는 0.5~1.0m/s상태이므로 여름철에는 이른상 더 쾌적할 수 있다.

따라서 여름철 기류속도 측정결과에서 보면, 평면형A 주택이 평면형B 주택에 비해 기류속도의 평균이 높고 쾌적범위에 해당됨을 알 수 있고, 이는 맞통풍의 직접적인 효과로 생각된다.

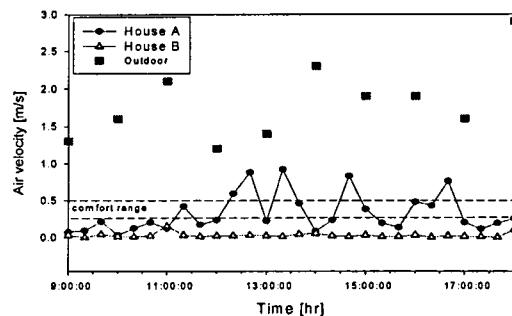


그림 3. 기류속도 측정결과

1) 본 연구에서 측정주택 거주자(주부)의 착의량이 0.4clo 정도이므로ASHRAE(1992)와 ISO 7730(1994)의 standard인 OT 23.0~26.0(24.5)°C를 평가기준으로 정하였고, 측정결과 실내온도와 후구온도 간에 거의 차이가 없었으므로, 실내온도와 후구온도를 OT로 변환하지 않고 그대로 비교하였다.

2) '기류속도에 따른 인간의 일반적 반응'(S. V. Szokolay 저. 이경희·손장열 역, 1984. p275)에 의하면 0.25%이하에서는 기류를 느끼지 못하여 답답함, 0.25~0.5 m/s는 쾌적함, 0.5~1.0%에서는 공기의 움직임을 느끼는 쾌적한 상태이다.

5. 결론

본 연구는 아파트 평면형에 따른 여름철 맞통풍 효과를 비교하기 위하여 설문조사와 현장측정을 실시하였으며, 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 설문조사결과, 냉방기기 이용실태는 늦여름(8월말)의 모든 시간대에서 평면형A 단지가 평면형B 단지보다 '가동하지 않음'의 비율이 유의적으로 더 높았다. 창문 개방실태는 평면형B 단지가 평면형A 단지보다 '열어둠'의 비율이 높게 나타나, 두 집단에서 같은 통풍효과를 얻기 위해서는 평면형B 단지가 평면형A 단지보다 창을 다소 많이 개방해야하는 것으로 해석된다.

2) 온열감 조사결과, t-test에서 두 단지간에 유의적인 차이가 있는 것으로 나타난 늦여름의 밤 시간을 비롯하여, 유의차는 없었어도 대체적으로 '매우 덥다'의 비율이 B단지가 높았고 '서늘하다'는 비율은 평면형A 단지가 높았는데 한여름보다는 늦여름에서 차이가 컸다. 기류감 분석 결과, t-test에서 두 집단간 유의차가 나타난 시간대는 한여름의 오전과 늦여름의 모든 시간대였다. 그러나 거의 모든 시간대에서 '바람이 거의 느껴지지 않는다'의 비율은 평면형A 단지보다 평면형B 단지에서 높게 나타났으며 '바람에 의해 시원해지는 정도'의 비율은 평면형A 단지가 평면형B 단지보다 높게 나타났다. 즉, 온열감과 기류감 반응 측면에서 볼 때, 평면형A 단지에서 맞통풍에 의한 실내환경 조절효과가 있을 것으로 생각된다.

3) 현장측정 결과, 실내온도는 평면형A 주택(25.0~27.2℃, 평균 26.6℃)이 평면형B 주택(25.7~28.5℃, 평균 27.5℃)에 비해 평균 0.9℃ 낮고, 기류속도는 평면형A 주택(0.07~0.92, 평균 0.32%)이 평면형B 주택(0.00~0.15, 평균 0.03%)보다 평균 0.29m/s 높아, 평면형에 따른 맞통풍 효과의 차이를 확인할 수 있었다. 그러나 상대습도는 두 주택간에 거의 차이가 없어, 맞통풍에 의한 습도저하 효과는 거의 없는 것으로 나타났다.

이상의 현장측정 결과에 의해, 맞통풍이 가능한 아파트 평면은 실내기류속도 상승으로 인한 여름철 실내온도 하락에 실제로 기여할 수 있다고 판단되며, 설문조사 결과 두 집단간에 에어컨 가동정도, 창문개방정도와 그 이유, 온열감, 기류감 반응에서 의미있는 차이가 있어, 맞통풍이 가능한 아파트 거주자가 통풍성능에 양호하게 반응하고 있는 것으로 해석된다. 따라서 맞통풍 평면은 아파트 계획시 실내온열환경의 쾌적성에 도움을 주는 친환경건축물의 자연냉방 계획요소로서 적극적인 도입이 바람직하다고 생각된다.

참고문헌

1. S. V. Szokolay 저, 이경희, 손장열 역, 「건축환경과학」, 기문당, 1984
2. 이정일, 자연통풍 활용을 위한 공동주택 배치형태에 따른 풍속분포에 관한 연구, 수원대학교 석사학위논문, 2000
3. 연합뉴스 보도자료 2005년 7월 19일자
4. 한겨레신문 2004년 7월 25일자

5. ASHRAE, *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*, ANSI/ASHRAE Standard 55-1992, 1992
6. ASHRAE, *ASHRAE Handbook Fundamentals*, ASHRAE, Atlanta, 1993
7. G. Z. Brown, *Which Passive Cooling Strategy Is Right for You?*, Energy Source Builder, Vol. 51, 1997
8. ISO, *Moderate Thermal Environments-Determination of the PMV and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort*, ISO Standard 7730, 1994