

# 浴室内の 곰팡이 發生防止에 有效한 換氣設備의 考案

建築設備と配管工事 '95. 7  
千葉工業대학 山峯 裕己  
五洋建設株 小座野貴弘

## 1. 서론

근년에 건축구법(構法)의 개량에 따르는 건물  
의 기밀성능이나 단열성능의 향상과 거주자의  
건강에 대한 의식의 향상, 주택에 대한 요구의  
명확화 등에 따라서 주택실내 공기질에 관련되  
는 각종 문제가 등장하기 시작하였으며 건강주  
택, Sick House Syndrome 등이 주택산업에서  
의 연구과제로 되고 있다.

특히, 단열·기밀성능이 우수한 주택에서는 곰  
팡이·진드기 등의 미생물오염이 급후의 큰 문제  
로 될 것이 예상된다.

미생물오염에 대한 대책의 하나로서 최근에는  
곰팡이 방지효과가 있는 제품의 개발·보고도 자  
주 이루어지고 있으나, 그것들의 대부분은 약제  
등의 효과를 활용한 사후대책적인 것이거나 약  
제의 저농도장기(曝露)에 의한 인체영향의 유무  
가 미검토이거나 한 것이다. 건축환경공학적인  
관점에서 곰팡이 방지대책을 책정하는 것이라면  
예방적인 대책으로 할 것이며 곰팡이가 생육하

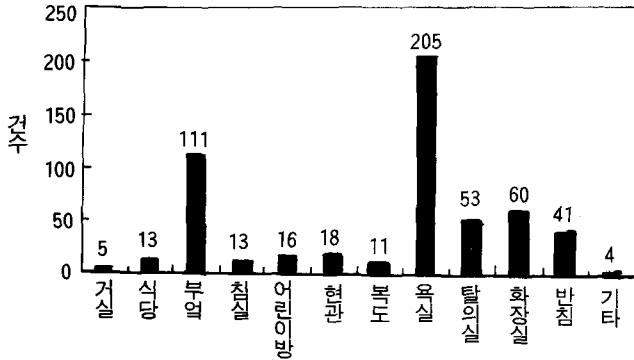
기 어려운 환경을 구현하기 위한 構法的·설비적  
방책을 검토해야 한다고 생각한다.

## 2. 욕실내의 온열환경과 곰팡이오염의 발생빈도

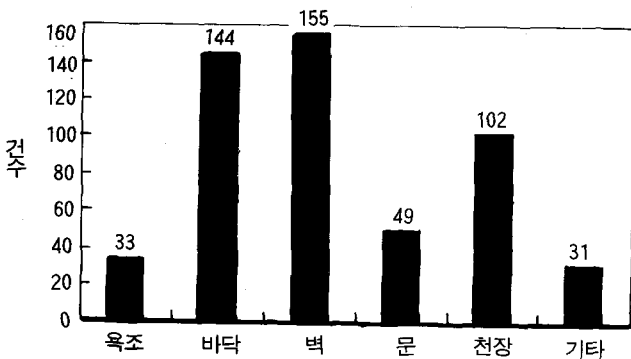
필자 등은 2백수십의 주택에 대해서 곰팡이  
오염의 실태에 관한 앙케트조사를 작년에 실시  
하였다.

[그림-1]은 곰팡이가 발생하기 쉬운 장소에  
대한 회답이며 욕실이라고 하는 회답이 특히 많  
고 다음이 부엌·화장실 등 물을 다루는 부분이  
었다. [그림-2]는 욕실내에서 곰팡이가 발생되고  
있는 부위에 관한 회답이며, 벽·바닥·천장이라  
고 하는 회답이 많았다. 많은 주택에 있어서 입  
욕후 장시간 환기가 이루어 졌는데 환기시간의  
長短에 불구하고 곰팡이가 발생되고 있었다. 현  
상태의 욕실에 설치되어 있는 환기설비의 일부  
는 그 설치위치 풍량·운전시간수에 문제가 있으  
므로 입욕에 따라서 발생하는 수증기의 배출이  
충분하지 않고 곰팡이 오염방지에 유효하지 않  
다고 예상된다.

[그림-1] 주택내에서 곰팡이가 발생하기 쉬운 장소에 관한 앙케트조사 결과



[그림-2] 욕실내에서 곰팡이가 생긴 부위에 관한 앙케트조사



[그림-3]은 어떤 주택의 욕실내외의 온습도의 經時변화의 측정결과이다. 이 주택의 욕실은 외기에 면하는 창을 개방하여 자연환기를 하고 있었다. 입욕후는 필히 환기를 하고 있었음에도 불구하고 욕실내의 상대습도는 항상 높으며 특히 입욕시라고 생각되는 시간대의 습도는 100% RH에 달하고 있었다. 장마 때나 여름철 등 외기의 상대습도가 높을 때는 창을 개방하여도 욕실내의 습도는 거의 저하되지 않고 습기가 가득한 상태가 계속되었다고 보여진다. 욕실 온도도 겨울철의 최저치가 18℃ 전후를 유지하고 있었다.

[그림-4]에서 주택에서의 검출 빈도가 높은 곰팡이 4속(4屬)이 建材上에 생육하기 쉬운 온습도 범위와 비교해서 욕실내의 온습도가 곰팡이의 발육하기 쉬운 범위를 유지하는 위험성이 높은 것으로 보여진다.

그리고 곰팡이 포자가 발아하기 위해서는 自由水 양분이 필요하게 된다.

[그림-5]는 욕실내에서 검출빈도가 높다고 하는 곰팡이를 대상으로 타일표면의 습윤·건조상태의 차이에 의한 곰팡이 발육상태를 확인한 일대비교폭로 실험의 결과이다.

최초로 곰팡이의 발생을 인지한 것은 표면을 습윤하게한 타일상에서 실험개시 5일째였다. 11일간 관찰을 계속하였는데 표면이 습윤한 타일은 매일 발생면적이 늘어나고 표면을 건조하게 유지한 타일은 최후까지 곰팡이가 생기지 않았다.

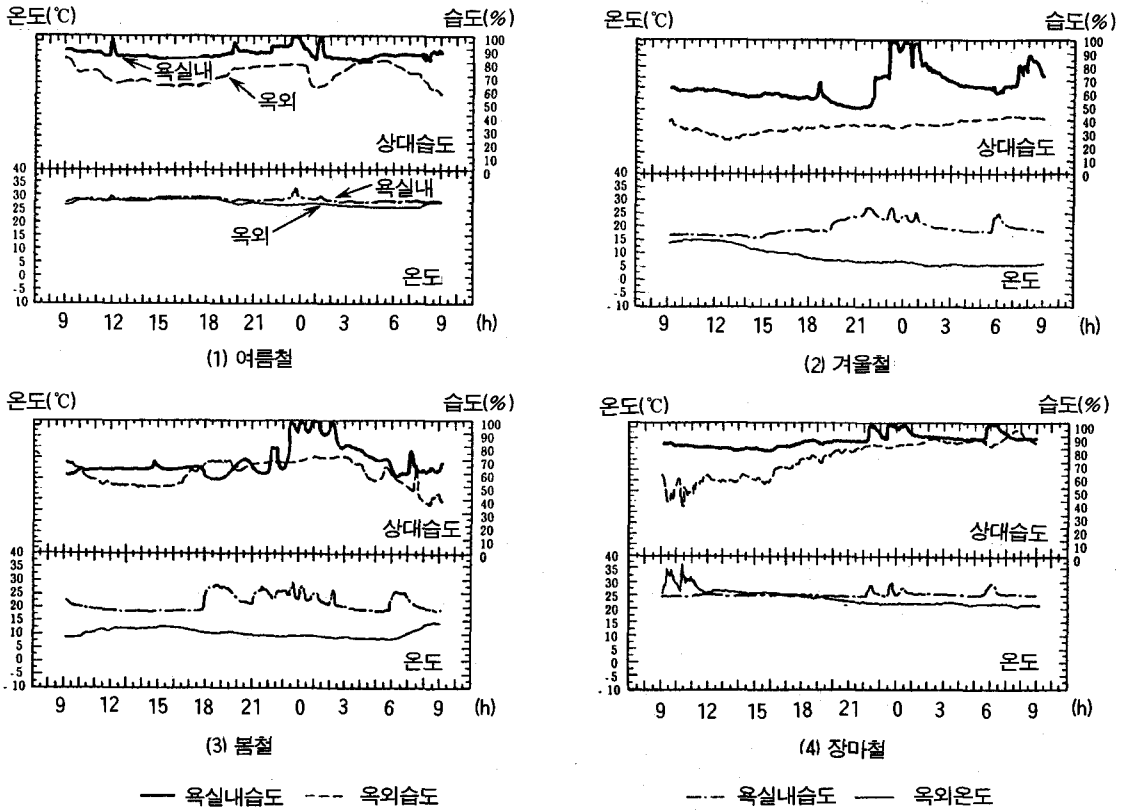
타일 표면에 존재하는 자유수가 곰팡이 번식을 조장한다고 할 수 있다.

욕실은 입욕시에 발생하는 벽면 등의 표면결로가 자유수로서 또는 몸뚱이를 함유하는 비수거품이 양분으로서 기능하므로 곰팡이 포자가 발아하기 쉬운 환경이기도 하다 욕실에서의 곰팡이 오염 방지를 위해서는 상기중 어느 한 가지 또는 두 가지 모두를 배제하면 좋을 것이다. 후자에 관해서는 입욕직후의 소제 등 가사노동의 증대에 관련되는 대책이다. 전자에 관해서는 환기설비의 고기능화로서 충분히 대응할 수 있다고 본다. 근년 준공된 많은 주택에서의 욕실환기설비의 고보급율을 고려한다면 실용화가능한 대책의 하나라고 할 수 있을 것이다.

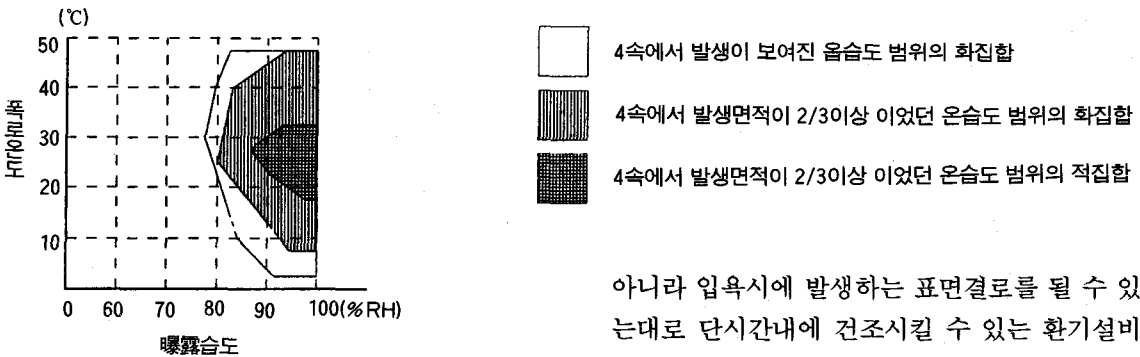
### 3. 욕실의 곰팡이 오염방지를 위한 환기설비의 기본적인 안

—표면결로를 단시간에 건조가능한 동시급배기형 환기설비의 제안—

[그림-3] 욕실내의 온습도의 經時변화에 관한 실험결과의 일예



[그림-3] 건재상에 곰팡이가 발생하기 쉬운 온습도 범위 (주택에서 출현 빈도가 높은 곰팡이 4속을 대상으로 한 경우)

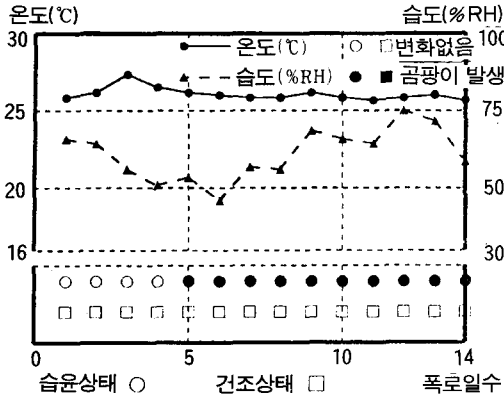


상술한 사항에 따르면 욕실의 곰팡이 오염을 방지하는데는 욕실내 상대습도를 저감시킬 뿐

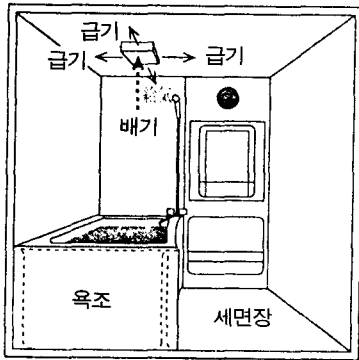
아니라 입욕시에 발생하는 표면결로를 될 수 있는대로 단시간내에 건조시킬 수 있는 환기설비의 설치가 바람직하다. 벽면 등의 표면근방의 기류를 빠르게 하면 열전달률과 습기전달률이 높게되므로 건조가 촉진된다고 예상된다. 그래서 천장면이나 벽면상부에 따라서 기류가 형성

[그림-5] 타일 표면의 습윤·건조 상태에 따른 곰팡이 발육상황의 차이

(필자등의 연구실에서 실시한 일대 비교폭로실험의 결과)



[그림-6] 표면 결로를 단시간에 건조할 수 있는 욕실용 동시급배기형 환기팬의 시작품



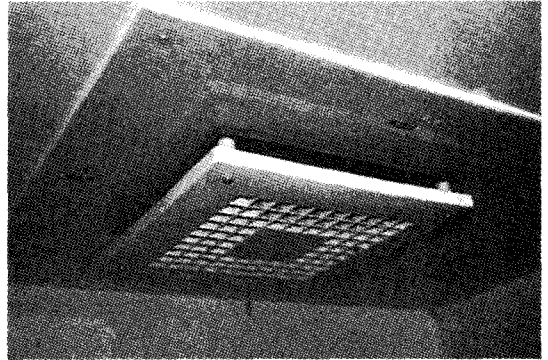
되게끔 동시급배기형 환기설비를 고안한 것이다. 주지하는 바와 같이 흡입기류와 비교해서 취출기류가 실내기류분포에 미치는 영향이 크므로 급기를 수반하는 환기로 하였다.

[그림-6], [사진-1]이 현재 시판할 목적으로 검토하고 있는 시작품이다.

#### 4. 시작품과 종래의 환기팬의 건조성능 비교

試作한 동시급배기형 환기설비와 종래의 배기만의 환기팬(이하 종래형이라고 함)의 욕실유닛

[사진-1] 욕실용 동시 급배기형 환기팬의 試作品 외관



벽면 등에서의 표면결로의 건조성능우열을 실제 크기 실험으로 확인하였다.

실험개요 등의 詳細에 관해서는 필자 등이 발표한 논문 (2) (3)을 참조바란다.

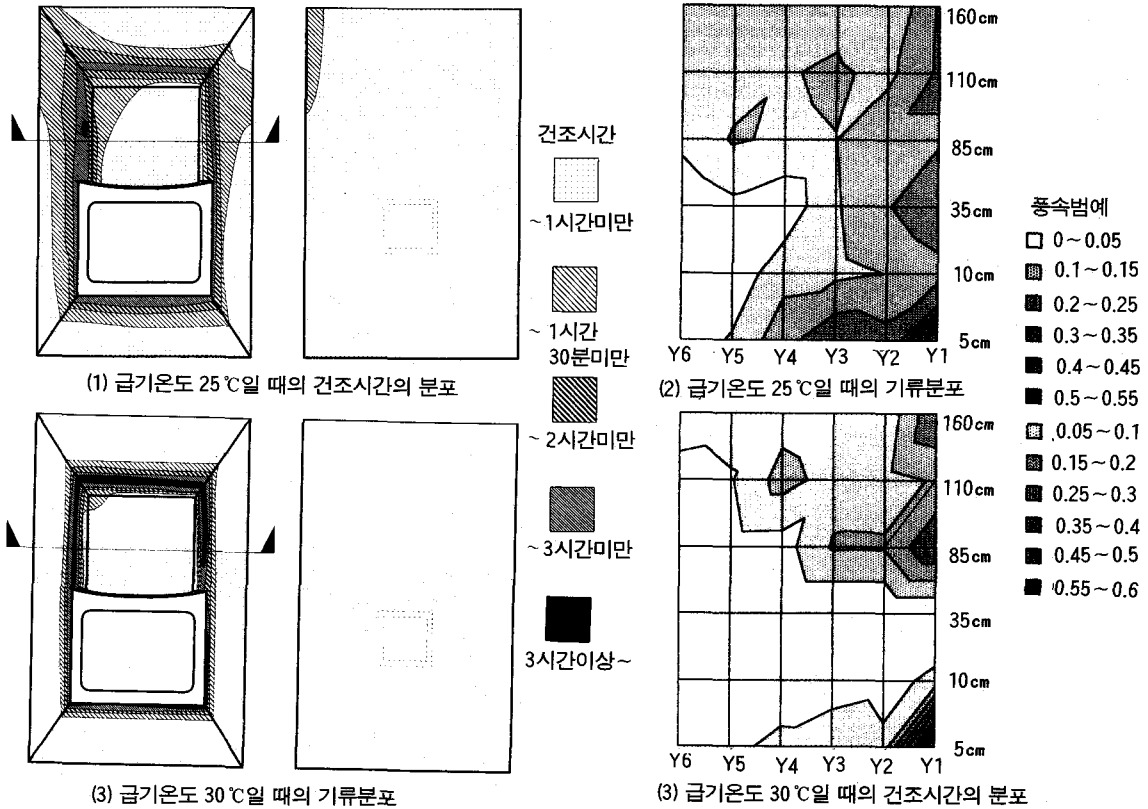
입욕시와 同量정도의 표면결로를 특수한 미스트헤드로부터 취출하는 미스트로서 재현한후 각각의 환기설비를 운전해서 각벽면·천장면의 건조시간을 측정하였다. 簿型 微小한 형상으로서 신뢰성이 높은 비디오테이프레코더결로경고용 감습저항피막형결로센서를 바닥면, 벽면, 천장면에 150개소 설치해서 실험을 하였다.

#### 4-1. 벽면등의 건조시간 분포차이

[그림-7]에 배기풍량 90CMH이고, 겨울철을 가정한 실험조건에서의 욕실유닛 각면의 건조시간분포와 부엌의 문을 포함하는 수직단면내에서의 풍속분포를 표시한다. 겨울철 외에 여름철 장미시기의 온습도를 가정한 실험을 하였는데 여기서는 실험결과의 일례로서 급기온도가 낮아서 14℃이고 건조가 가장 느린 겨울철의 실험조건에서의 결과를 표시하였다.

종래형일 때 환기운전개시 1시간후까지 건조된 장소는 바닥면과 천장의 환기팬 근방에 한정되었다. 욕조에 가까운 구석진 부분 벽면, 천장면 등은 3시간도 걸렸다. 전반적으로 건조가 느리다고 할 수 있다. 그리고 바닥면의 건조가 빠

[그림-7] 환기팬 운전시의 욕실유닛의 각벽면등의 건조시간의 분포·세장의 기류분포  
(겨울철을 가정할 배기 풍량 90CMH의 실험결과)



큰 것은 풍속분포로서 판단할 때 도어 그릴의 漏入공기가 형성하는 비교적 속도가 빠른 기류에 의한 것으로 예상된다.

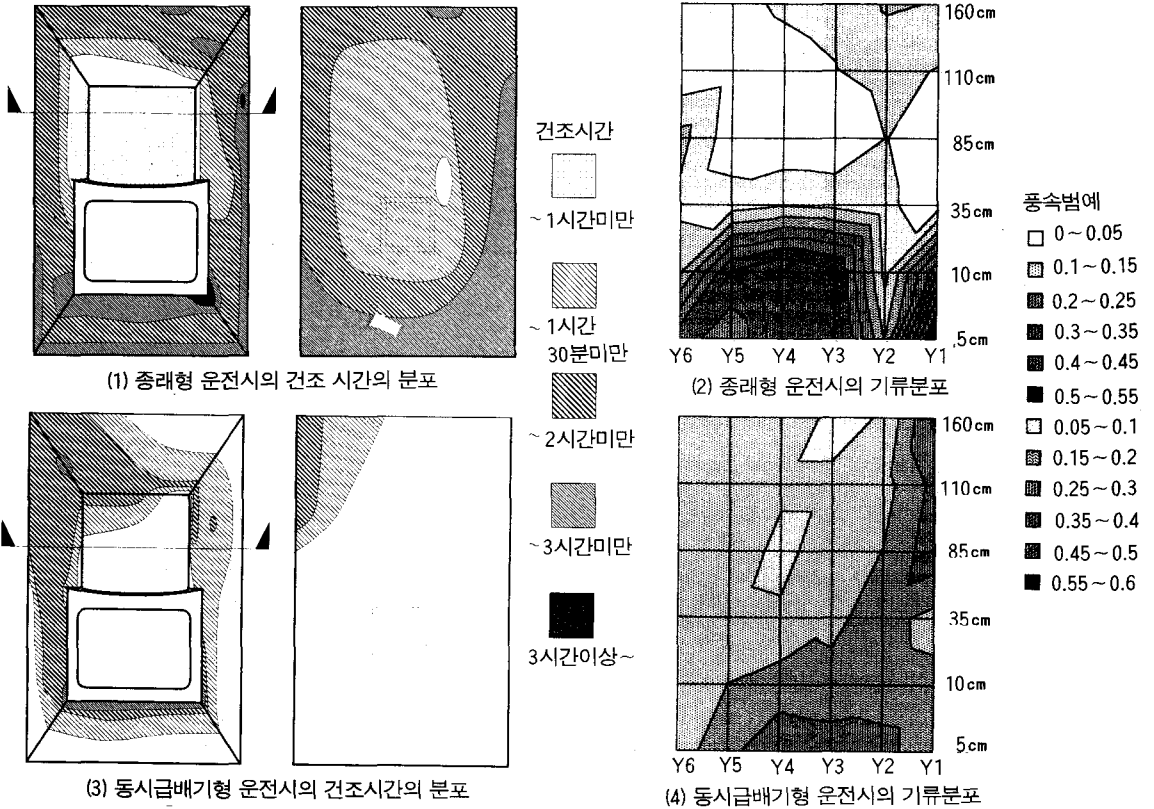
동시급배기형일 때는 욕조 바로 위의 한정된 벽면에서는 건조하는데 3시간정도 요하였으나 대부분의 면은 운전개시후 2시간미만에 건조하였다. 특히 천장면의 건조가 빠르게 되었다. 급기를 함으로써 도어그릴의 누입공기량이 감소되고 바닥면부근의 기류속도가 저하함으로 일부 바닥면건조시간이 종래형에 비하여 느리게 되었다. 그러나 유닛내의 기류분포는 비교적 균등하게 높게 됨으로 전반적으로 건조가 빠르게 되었다고 할 수 있다.

#### 4-2. 급기온습도의 변화에 따르는 건조시간의 분포변화

근년에 물기가 있는 부분등 비거실공간에 대한 난방방의 요구가 많아진 것을 고려하면 세면·탈의실을 난방하는것이 예상된다. 이런 경우 세면·탈의실의 난방공기를 급기로 하는것이 고려된다. 또 욕실건조기의 대체설비로서 동시급배기환기설비를 설치하는 것도 충분히 고려되는데 이런 때는 급기덕트의 도중에 열교환코일을 설치해서 급기온도를 상승시키는 것도 고려된다. 그래서 겨울철에 급기를 가온할 때를 가정한 실제크기실험을 하였다.

[그림-8]은 급기온도를 25°C, 35°C로 했을 때

[그림-8] 급기를 가온했을 때의 동시급배기형 환기팬 운전시의 욕실 유닛의 각 벽면등의 건조시간의 분포·세장의 기류 분포 (겨울철을 가정한 배기풍량 90CMH·급기풍량 60CMH의 실험결과)



의 욕실유닛 각면의 건조시간분포, 수직단면내의 풍속분포이다.

[그림-8]은 급기온도를 25℃, 35℃로 했을 때의 욕실유닛각면의 건조시간분포, 수직단면내의 풍속분포이다.

급기온습도 25℃, 30%RH일 때 [그림-7]에 표시된 급기온도14℃일 때에 비하여 건조시간 2시간 미만의 영역이 감소되고 전반적으로 건조가 빨라졌다. 그러나 바닥면부터 50cm~130cm의 높이(중층부라고 부른다)에서의 벽면의 건조시간은 3시간미만으로 오히려 늦게 되어 있다. 풍속분포도 급기온도 14℃일 때와 비교해서 중층부의 기류속도가 늦어져 있다. 무력효과에 따라

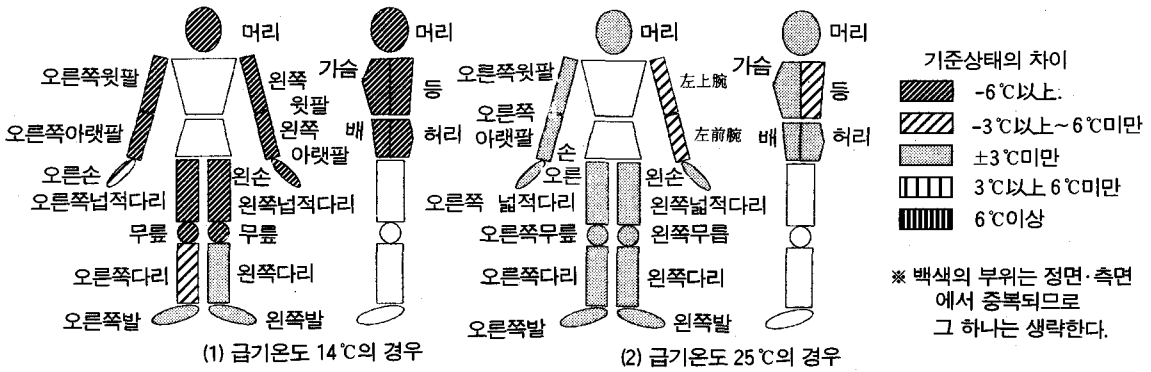
서 급기가 중층부에 도달하기 어렵게 되어서 건조가 늦어진 것으로 고려된다.

급기온습도 35℃·15%RH일 때 급기의 부력효과가 증가하므로 중층부의 건조가 늦어짐이 뚜렷하게 되어, 타영역과의 건조시간의 격차가 현저하게 되었다. 풍속분포도, 기류속도가 거의 0m/s로 되어 있는 영역이 중층부에 펼쳐져 있다.

#### 4-3. 급기가온에 의하는 입욕중의 환기설비운전의 가능성

종래형일 때 전예의 풍속분포로서 알 수 있는 바와 같이 도어그릴의 누입공기가 서장에 강한 기류를 형성하므로 입욕자의 온냉감을 해치게 된다. 村上·田中 등은 이점을 고려해서 겨울철

[그림-9] 환기팬 운전시의 입욕자 신체의 냉각부위  
(서말 마네킨에 의한 측정결과에 따름)



의 욕실 배기풍량을 20CMH로 할 것을 제안하고 있다(4). 대개의 거주자는 겨울철 입욕중에는 환기팬을 운전하지 않는다.

동시급배기형일 때 급기와 배기의 차에 상당하는 누기가 도어그릴에서 유입할 뿐이므로 세면장에 형성되는 기류는 강한 것은 아니다. 단, 취출급기가 입욕자의 몸에 도달하여 온냉감을 해칠 염려가 있다. 온냉감에 관한 문제가 생기지 않는다면 입욕중에도 동시급배기형의 환기설비를 운전할 수 있다. 이와같은 경우 입욕하여 발생하는 수증기를 발생과 동시에 배출하므로 벽면등에 생기는 표면결로량을 감소할 수 있다. 이런점을 포함하여 고려한다면 동시급배기형의 건조성능은 종래형보다 훨씬 향상될 것으로 본다.

그래서 서말마네킨을 사용하는 실험으로서 환기설비운전에 의하여 신체의 냉각부위를 구명하였다. 또 피험자 실험을 하여 입욕중의 호나기설비운전시의 온냉감을 신고받게 하였다.

[그림-9]는 급기온도 14℃와 25℃의 서말마네킨의 측정결과이다. 환기설비를 정지한 상태를 기준으로해서 운전시의 온도차를 표시한 것이다. 종래형 운전시와 비교하여 동시급배기형 운전시에는 냉각되는 부위가 대폭 감소되어 있다.

[그림-10]에 표시된바와 같이 피험자의 신고

도 서말마네킨의 측정결과와 부합하고 있으며 「춡다」, 「불쾌」 등의 신고는 대폭 감소되어 있다.

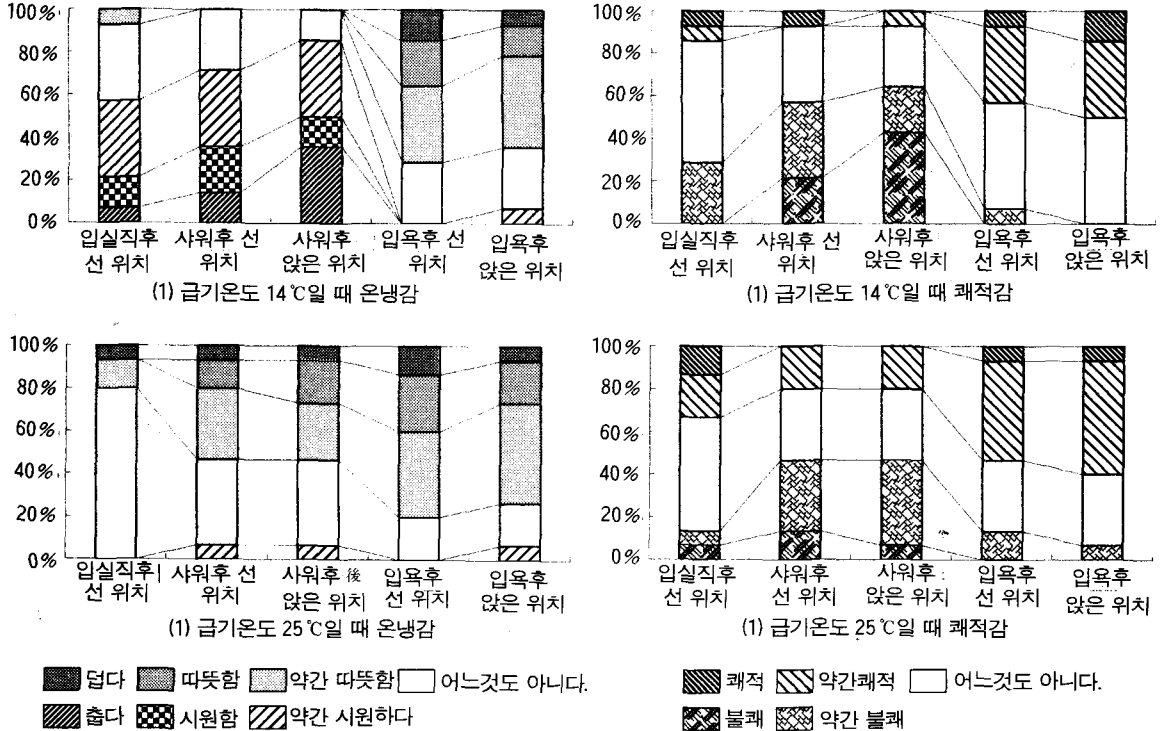
이상의 결과에 따르면 급기를 25℃ 전후로 가온하면 입욕자의 온냉감을 해침이 없이 동시급배기형의 환기설비를 입욕중에도 운전가능하다고 할 수 있다.

또 입욕전 욕실건조기와 같이 배기만을 정지시키고 가온공기를 급기·순환시키면, 천장면이나 벽면상부의 표면온도가 상승하므로 욕실의 난방도 가능하게 되어 입욕자의 욕실입실직후의 온냉감이 개선될 것으로 보여진다.

### 5. 결론

주택선택 성능의 향상에 따라서 주택실내환경의 개선이 진행되어 온열적으로는 살기 쉬운 환경이 제공되게 되었는데 그 일면 실내공기질에 관련되는 거주자의 건강장해가 염려되고 있다. 특히 미생물에 의한 오염이 급일 사회적 관심을 모으고 있다. 주거환경에서의 방지대책으로는 오염의 기구를 근거로해서, 주거환경의 특성·실태를 알고 환경에 적합한 대책을 강구하는 것이 중요하다고 본다. 금번 주택내에서 특히 곰팡이 오염이 발생하기 쉬운 욕실에 착안해서, 곰팡이가 발생하기 쉬운 환경요인을 검토 하고서 예방적 관점에서 방지대책을 제안하였다.

[그림-10] 피험자 실험에 따른 환기팬 운전시의 입욕자의 온냉감 등에 관한 신고



필자 등의 견해로서는 입욕에 따라서 발생하는 표면결로를 될 수 있는 대로 단시간내에 건조시키는 것이 유효한 대책이라고 보고 있으며, 이와같은 기능을 갖는 동시급배기형 환기설비를 제안·시작하고 그 실제크기실험으로서 건조성능을 검증 하였다.

단 모의적인 표면결로를 대상으로한 실험에 불과하며, 실생활 현장에서의 성능은 확실하지 않다. 급후 시작작품을 사용한 모니터조사 등을 근거로해서 실현장에서의 성능을 확인할 예정이다.

그리고, 본 환기설비에 관련되는 기술요소에 관해서는 이미 특허신청중이며, 松下精工·東京 가스·日立化成·日立製作所 등에 의해서 상품화가 진행되고 있음을 첨언 한다.

<參考文獻>

- (1) 小峯, 小座野, 末永, 長谷川: 住宅室内のカビ汚染と防止に関する研究  
 その1 建材上へカビが発生しにくい温湿度範囲の特定, 日本建築學會計劃系論文報告集 (投稿中)
- (2) 小座野, 小峯, 末永: 住宅における微生物汚染防止に関する研究(その4)  
 同時給排氣型換氣設備による浴室内における防カビ対策, 日本建築學會大會學術梗概集, 1994. 9
- (3) 小座野, 小峯, 末永: 同時給排氣型換氣設備による浴室内の防カビ対策, 空氣調和·衛生工學會大會學術梗概集, 1994. 11
- (4) 田中, 村上, 吉野: 浴室の必要換氣量に関する實物實驗 集合住宅における換氣設備に関する研究 第3報, 日本建築學會論文報告集, 第314號, 1982. 4

筆者連絡先

小峯裕己  
 千葉工業大學 建築學科 助教授  
 TEL : (0474) 78-0486

小座野貴弘  
 五洋建設(株)