

관엽식물 파키라가 실내 온·습도 변화에 미치는 영향

손기철* · 김미경 · 박소홍 · 장명갑
건국대학교 원예과학과

Effect of Foliage Plant *Pachira aquatica* on the Change of Indoor Temperature and Humidity

Son, Ki-Cheol* · Kim, Mi-Kyoung · Park, So-Hong · Chang, Myoung-Kap

Dept. of Hort. Sci., Kon-kuk University, Seoul 143-701, Korea

*corresponding author

ABSTRACT In order to investigate the effects of foliage plants on the changes of indoor thermal- and hygro- environments, experiments were carried out in two rooms with similar physical factors. Changes of indoor environmental parameters according to the existence of plants, their arrangement methods, and the existence of wrapseal for protecting the loss of water from the pot soil were measured during certain periods in winter and summer season, using *Pachira aquatica* which is widely used as indoor plant and has higher photosynthetic and transpiration rate than other foliage plants. The data suggested that the existence of plants didn't affect directly on the indoor thermal environment, while relative humidity increased about 3~5%, regardless of season, by putting plants which had volume equivalent to 2.4% of room volume. In summer, there was no difference in increasing effect of relative humidity between parallel arrangement with window and spread arrangement in the room, but in winter the former arrangement was more effective than the later.

Additional key words: horticultural therapy, indoor plants, indoor environment, photosynthesis, transpiration

서 언

도시인의 생활이 주로 실내에서 이루어지게 됨에 따라 사무실, 아파트, 가정 등의 실내공간에 쾌적공간의 창출을 목적으로 식물을 배치하는 것이 일반화되고 있다(Snyder, 1990). 이와 같이 식물에 의한 쾌적성의 창출(green amenity)은 새로운 분야로서 주목을 받아 식물의 실내 온열환경에 미치는 영향에 관한 연구(Harazono와 Ikeda, 1990; Asaumi 등, 1993; Ishino 등, 1994; Nishina 등, 1995), 식물에 의한 실내공기의 정화에 관한 연구(Kiyota 등, 1992; Lee, 1994; Chae 등, 1997; Park과 Lee, 1997), 식물로부터의 음이온 및 피톤치드의 발생에 관한 연구(Ueda, 1989; Yamazaki와 Tobioka, 1991; Agisi, 1996, Park 등, 1998) 등이 보고되고 있다. 이 가운데 Ishino 등(1994)은 관엽식물의 증산작용이 실내 습도 환경에 미치는 영향의 기본적 데이터를 얻기 위해 실험을 행하여 온도, 상대습도, 조도, 음, 풍속의 5가지 요인이 증산량에 미치는 영향을 측정하였다. 실내에 적절한 식물종의 배치는 계절에 관계없이 실내온도를 2.6-2.7C 정도 변화시킬 수 있는 것으로 보고되었으며(Asaumi 등, 1991), 또 Asaumi 등(1993)은 대표적인 8종류의 관엽식물의 증산량과 차광율을 측정하여

이용한 실내 온·습도 환경의 조절에 대한 연구는 거의 행해지지 않고 있다.

그러므로 본 연구에서는 실내에 관엽식물을 배치시 배치유무와 방법에 따른 실내의 온·습도환경의 변화를 조사·검토하기 위해서 실시되었다.

재료 및 방법

실험은 농학부 별관 3층에 나란히 위치한 309호(room 1; room2에 비해 서쪽에 위치)와 310호(room 2; room1에 비해 동쪽에 위치)에서 수행하였다. 각 방의 크기는 4.0×7.3×2.5m이고, 각 방에는 남측의 바닥으로부터 0.95m위에 있는 크기 6.00m²의 창이 1개씩 있으며, 방의 출입은 북측벽의 목재문(2.10×0.91m)만으로 하였다.

공시재료로는 관엽식물 중 이용도가 높고, 광합성과 증산작용이 다른 관엽식물에 비해 활발하다고 알려져 있는 파키라(*Pachira aquatica* Aubl.) 3년생을 크기가 비슷한 것으로 4주 선발하여 이용하였다. 식물에 의한 환경변화를 측정하기 위해 온도와 습도가 자동으로 기록되는 datalogger (Kiwi-LTH, USA)를 각 방에 7개씩 설치하였다. 즉, 1번 센서는 동측벽의 지상에서 부터 1.5m 높이에, 2번 센서는 북측벽의 1.5m 높이에, 3번 센서는 서측벽의 1.5m 높이에 부착하였다. 4번과 5번 센서는 남측창문으로부터 각각 1.0m와 2.8m 떨어진 지상 1.5m 높이에 매달아 놓았고, 6번과 7번은 각각 창측으로부터 2.4m, 문으로부터 2.4m 떨어진 바닥에 위치시켰으며, 10분마다 공간내의 위치별 환경변화를 측정하였다(Fig. 1).

식물에 의한 온열환경 변화를 측정하기 전에 먼저 두 공간의 환경차이를 조사하기 위하여 Fig. 1과 같이 설치된 datalogger를 이용하여 data가 자동 측정·기록되도록 하였다. 각 방의 기본환경 조사는 여름에는 8/3~8/14, 겨울에는 2/8~2/19까지 실시하였고(Fig. 2, 3), 식물에

Schefflera arboricola 'Hong Kong'과 *Ficus retusa*는 증산이 활발한 것으로, *Dracaena fragrans* 'Massangeana'는 거의 증산하지 않는 것으로 구분하였다. 이와 같이 최근들어 식물이 실내환경 조절에 미치는 여러가지 효과에 관한 연구가 진행되고 있는 것은 현대인들의 관심이 삶의 질을 추구하는 방향 즉, 식물이 풍성한 쾌적공간에 대한 관심으로 옮겨졌기 때문이다. 그러나 국내에서는 실내식물의 이용이 크게 증가했음에도 불구하고, 아직까지 실내식물을

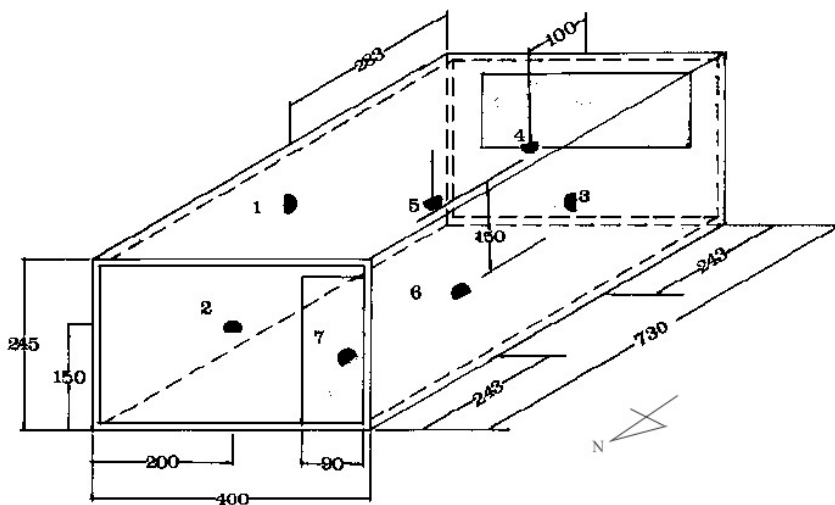


Fig. 1. Positions of sensors set in room used for measurement of environmental changes (unit: cm). Sensor 1, 2, and 3 were attached on the east, north, and west wall, respectively. Sensor 4 and 5 was pendulous on the ceil. Sensor 6 and 7 was placed on the floor (For more information, see the text).

* This study is supported by Korea Ministry of Education through research fund, 1996.

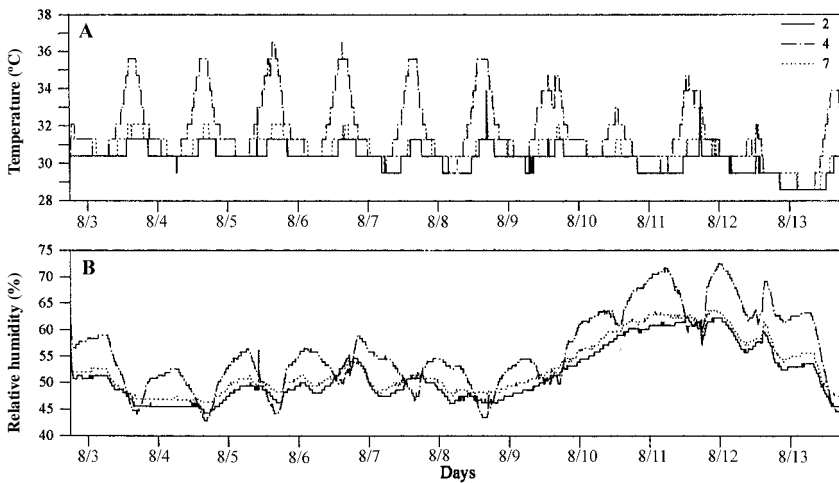


Fig. 2. Changes of temperature and relative humidity according to the positions in room 1 during summer season. Sensor 2, 4, and 7 were attached on the north wall, pendulous on the ceil, and placed on the floor, respectively.

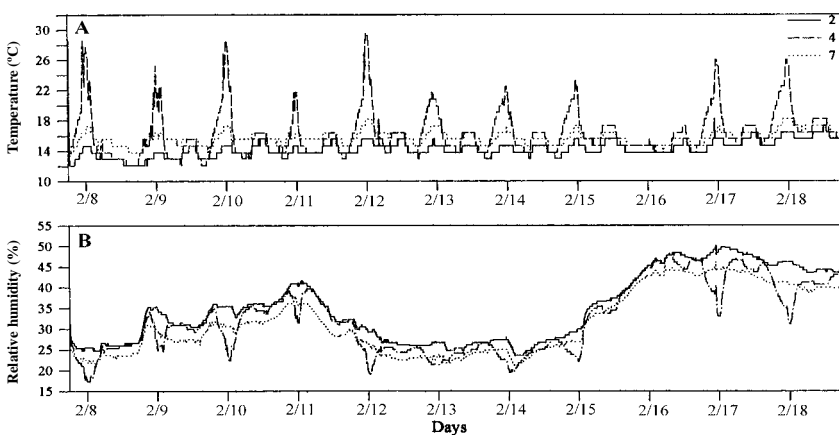


Fig. 3. Changes of temperature and humidity according to the positions in room 1 during winter season. Sensor 2, 4, and 7 were attached on the north wall, pendulous on the ceil, and placed on the floor, respectively.

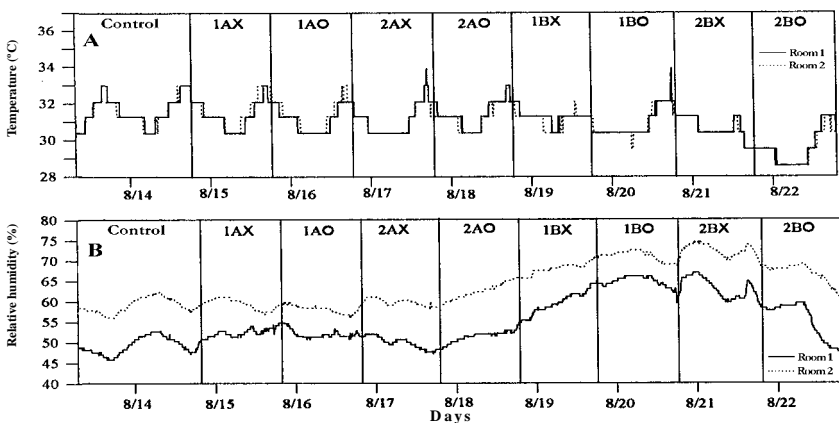


Fig. 4. Changes of temperature and relative humidity at room 1 and room 2 in summer. Vertical lines indicate the time when plants were transferred from one room to another room or when plant pots were sealed or not with wrap. Number 1 and 2 represent the room number. A and B represent the arrangement of plants which are parallel with window or spread in the room, respectively. Finally, O and X represent the condition of plant pots which are sealed with and without wrap, respectively.

의한 처리효과의 측정은 여름과 겨울 각각 8/15~8/22, 2/20~3/1에 행하였다(Fig. 4, 5). Fig. 4와 5에는 식물에 의한 온·습도환경 변화를 쉽게 구분하기 위해 8/14과 2/19일의 무처

리구를 함께 나타내었다. 실험시 가능한 한 모든 조건을 동일하게 하기 위해 인공조명이나 가습기, 커튼 등은 사용하지 않았고, 창문은 실험 기간 내내 열지 않았다. 이외 관엽식물의 저온

Table 1. Arrangement combinations for the experiment.

Room No.	Arrange ment	Use of wrap seal	Representa tion
1	Ara ^z	× ^y	1A×
1	Ara	○	1A○
2	Ara	×	2A×
2	Ara	○	2A○
1	Arb	×	1B×
1	Arb	○	1B○
2	Arb	×	2B×
2	Arb	○	2B○

^zAra; Parallel arrangement to window, Arb; Spread arrangement in the room. ^y×: Pot was not sealed with wrap; ○: Pot was sealed with wrap.

장해를 막기 위해 겨울철 실험에서는 두 방 모두 24:00-05:00까지 전기히터를 이용하여 최소한의 난방을 하였다. 또한 관수나 난방을 위한 출입이외에는 일체의 출입을 금하였다.

식물을 배치함에 따라서 실내의 온·습도환경에 영향이 있는지를 검토하고자 한방에 식물을 배치하면 다른 한방은 식물을 배치하지 않았다. 또 식물배치방법에 따른 환경변화의 측정을 위해 창측 일렬배치(parallel arrangement to window)는 4번 센서로부터 30cm 뒤에 창과 나란히 파키라를 4주 일렬로 배치하였고, 점재 배치(spread arrangement in the room)는 4주의 파키라를 4, 6, 5, 7, 2번 센서의 중간에 배치하였다.

이외 식물의 잎과 화분토양의 증발산량에 의한 온열환경변화와 순수한 식물잎의 증산량만에 의한 환경변화를 비교하기 위해 화분전체를 비닐로 완전히 밀폐시킨 것(wrap seal)과 wrap seal하지 않은 것으로 대별하여 환경변화를 측정하였다. 각 실험순서와 방법 및 표기방법은 table 1에 나타내었다. 모든 실험시 관수상태에 따른 증산량의 오차를 줄이기 위해 이틀마다 1회씩 충분히 관수하여 화분 밑으로 물이 완전히 빠져 나온 상태에서 측정하였다.

파키라의 광합성결과 증산율은 광합성 측정기를 이용하였고 이때 온도와 광조건은 잎을 물린 leaf chamber내의 온도와 광도 조절로 하였다. 온도는 10, 20, 30℃로 설정하였고, 광도는 각 온도마다 0, 5, 10, 25, 50, 100 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 변화시키면서 광합성결과와 증산율을 측정하였다. 온도를 변화시킬 때는 잎을 leaf chamber에 물린 후 잎이 온도에 순화되도록 하기 위해 30분이 경과한 다음 측정하였다.

결과 및 고찰

식물이 배치되지 않은 두 공간의 온·습도는 동일한 실내공간이라도 위치에 따라 큰 차이가 있었고, 이것은 계절에 따라서도 다르게 나타났다. 그러나 위치에 따른 온·습도의 격차는 두 room이 동일한 경향을 보여, fig. 2, 3에는 room 1의 데이터 가운데 가장 큰 차이를 보인 2, 4, 7번 센서의 측정치를 나타냈다. 여름철 온

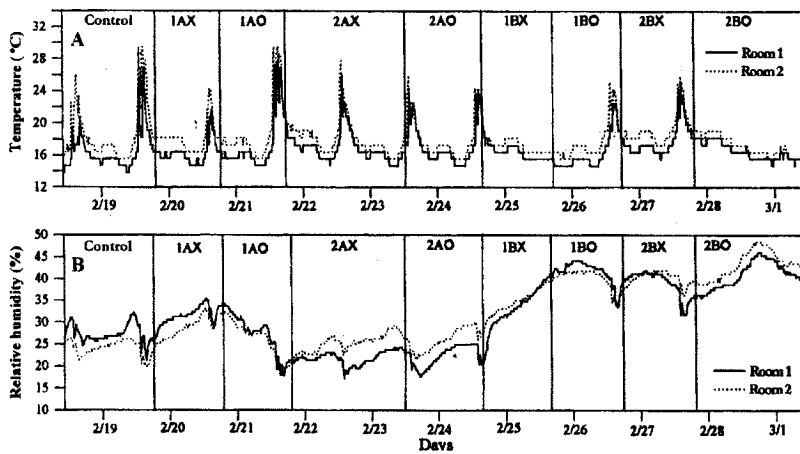


Fig. 5. Changes of temperature and humidity at room 1 and room 2 in winter (See the Fig. 4 for the explanation of legends).

도와 습도의 변화를 보면, 가장 창측에 위치한 4번과 가장 내부에 위치한 7번의 온도차가 5°C 정도였고(Fig. 2-a), 습도 역시 창측과 내측의 차이가 20% 정도 나타났다(Fig. 2-b). 겨울철 각 위치에서의 온도도 가장 창측에 위치한 4번과 가장 내부에 위치한 7번의 온도가 적게는 6°C에서 크게는 12°C까지 차이가 났고, 야간동안에는 반대로 창측이 2°C정도 낮았다(Fig. 3-a). 습도는 주간이나 야간에 관계없이 공중의 4번 위치가 바닥의 7번 위치보다 5%정도 높게 유지되었으나, 그 변화경향은 거의 비슷하고 큰 차이가 없었다(Fig. 3-b).

식물에 의한 온열환경 변화치를 계절별로 비교하여 fig. 4와 5에는 전체 데이터 중 가장 확실한 차이를 나타낸 6번 센서의 온·습도 변화치를 나타냈다. 여름철에는 기본적으로 room 2의 습도가 room 1보다 10% 더 높았다(Fig. 4-b, control). 습도가 낮은 room 1에 식물체를 두면 room 1의 습도가 거의 3-5% 정도 상승하여 두 공간간의 차이가 5-7%로 감소하여 식물에 의한 습도의 상승효과를 볼 수 있었다(Fig. 4-b, 1A×, 1A○, 1B×, 1B○). 그러나 room 2에 식물체를 배치하면 습도 차가 10%를 약간 상회하여 무처리구와 거의 차이가 없음을 알 수 있었다(Fig. 4-b 2A×, 2A○, 2B×, 2B○). 이의 배치방법이나 wrap seal 유무에 따른 차이는 나타나지 않았다(Fig. 4).

겨울철 room 1과 room 2간의 기본적인 온도와 습도를 비교해보면, 온도는 모든 위치에서 room 2가 2~4°C(Fig. 5-a control), 습도는 여름철과 반대로 room 1의 습도가 room 2보다 3~5% 습도가 높았다(Fig. 5-b control). Room 1에 식물체를 배치하면 습도변화에 영향이 없으나(Fig. 5-b, 1A×, 1A○, 1B×, 1B○), 습도가 낮은 room 2에 식물체를 배치하면 room 2가 room 1보다 3~5% 더 높은 습도를 나타내 약 5% 이상의 습도 상승효과를 볼 수 있었다(Fig. 5-b, 2A×, 2A○, 2B×, 2B○). 또한 여름과는 달리 wrap seal 유무에 따른 차이는 없었으나, 배치방법 면에서는 일렬배치가 점재배치 보다 습도상승 효과가 더 크게 나타났다.

본 실험에서 사용된 파키라 4주의 부피는 1.72m³로 실험에 이용된 실내공간(71.54m³)의 2.4%에 해당하며, 이 정도로 3~5%의 습도조절이 가능했다. 이상의 결과 실내에 식물체를 배치한 경우 여름에는 room 1에서, 겨울에는 room 2에서

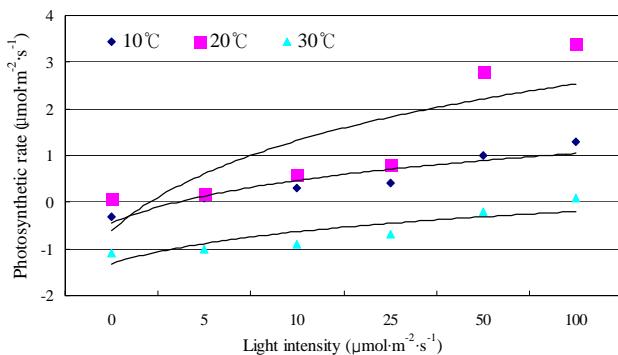


Fig. 6. Response curves of photosynthetic rate as a function of photon flux densities in *Pachira aquatica*. Room temperature was measured at 10°C, 20°C, and 30°C.

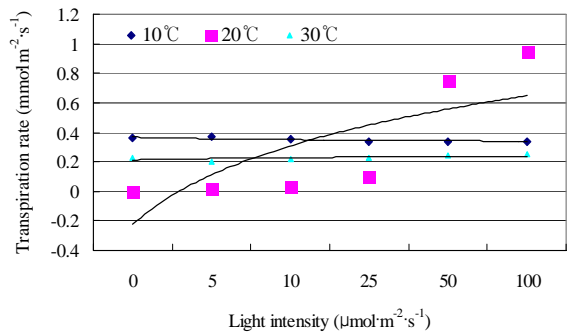


Fig. 7. Response curves of transpiration rate as a function of photon flux densities in *Pachira aquatica*. Room temperature was measured at 10°C, 20°C, and 30°C.

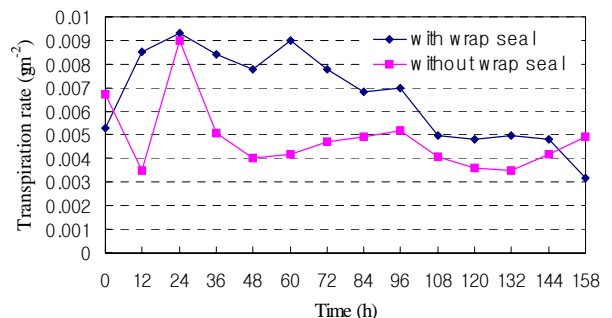


Fig. 8. Comparison of transpiration rate of *Pachira aquatica* according to the existence of wrap seal.

습도 상승효과가 있음을 알 수 있었는데, 이는 방의 위치와 태양의 고저나 위치에 따른 상관관계적 환경의 영향 때문으로 생각되어진다.

또한, 본 실험에서는 실내식물의 이용이 실내의 습도환경에는 효과가 있었으나 온도환경에는 효과가 별로 없는 것으로 나타났다. 그러나 Asaumi 등(1991)은 실내에 식물체를 배치하면 12월과 7월 온도를 각각 2.6, 2.7°C 낮추는 효과가 있다고 보고하였으며, Won(1997)은 식물체의 증산작용이 주변의 기화열을 흡수함으로써 여름철 도시내 녹지내부의 기온이 주변지역보다 2~3°C 낮게 유지된다고 하였다. 따라서 폐쇄공간인 실내에 도입된 식물체도 실내의 열을 흡수하여 실온을 저하시킬 수 있다고 하였으나, 본 실험에서는 온도저하 효과를 얻지 못하였다.

파키라의 광합성율과 증산율을 측정해 본 결과, 파키라는 광도에 상관없이 실온이 20°C 일 때는 벤자민 고무나무, 스펠레라 그리고 신답서스에 비해 높은 광합성율과 증산율을 나타내었으나(Park과 Lee, 1997), 30°C일 때는 광합성율과 증산율 모두 급격히 감소하였다(Fig. 6, 7). 즉 여름 고온시에 온도저하효과를 보기에는 파키라가 부적당한 것으로 나타났다.

Eckstein과 Robinson(1995)은 계절에 따른 바나나식물의 증산량 반응을 하루종일 조사하였는데, 계절에 따라서는 여름철 오전에 증산량이 가장 높았고, 겨울철 야간에 증산량이 가장 낮았으며, 하루중에는 정오 또는 오후에 최고치

를 나타냈다. 이러한 결과에 의하면, 증산량이 가장 많은 시기에 식물체에 의한 높은 습도상승의 효과가 기대되었지만 본 실험에서는 큰 차이를 얻지 못했다. 또한 화분토양과 잎에 의한 증발산량과 잎에 의한 순수한 증산량을 비교하기 위해 실시한 wrap seal 여부에 따른 실험 결과에서 그 차이를 얻지 못했다(Fig. 8). Ishino 등(1994)은 온도, 습도, 광도의 주변환경이 항상 일정한 경우라도 식물체의 증산작용에 일주기성이 나타났다고 보고하였고, wrap seal 여부에 따라서도 분명한 수분방출의 차가 있을 것으로 생각되었지만 본 실험에서는 일주기성이 아닌 고저감소의 현상이 나타나는 정도로 wrap seal 유무에 따른 수분 증발산량의 뚜렷한 차이는 볼 수 없었다. 이와 같이 큰 차이를 얻지 못한 것은 실험에 사용된 식물의 양이 실험이 실시된 공간내의 습도변화에 영향을 미치기에는 부족했던 것으로 판단된다. 따라서, 차후 소규모의 밀폐된 환경조절상에서 식물당 증산량의 일변화 및 wrap seal 유무에 따른 증산량 차이를 보다 세밀히 조사하여, 방 규모에 따른 상관관계를 도출해 볼 필요성이 있는 것으로 생각된다.

초 록

실내에 관엽식물을 배치하였을 때 실내 온도나 습도에 미치는 영향을 조사하기 위해서 물리적 환경이 유사한 두 공간을 설정하여 식물체의 유무, 배치방법, 화분의 wrap seal 유무에 따른 환경변화를 조사하였다. 계절에 따른 효과도 비교하기 위해 동일한 실험을 여름과 겨울철 2회에 걸쳐 행하였다. 실내에서의 이용도가 높고, 광합성과 증산작용이 다른 관엽식물에 비해 활발한 *Pachira aquatica*를 사용한 실험 결과에 따르면 식물체의 배치여부는 실내의 온도환경에 거의 영향을 미치지 못하였다. 그러나 습도환경에는 방에 따라 약간의 차이가 있으나 평균적으로 실험에 이용된 실내공간의 2.4%에 해당하는 용적의 식물체 배치로 3~5%의 습도조절이 가

능했으며, 이러한 효과는 계절에 상관없이 동일하게 나타났다. 또한 여름에는 창측 일렬배치와 점재배치간의 습도상승 효과의 차이가 나타나지 않았으나, 겨울에는 일렬배치가 점재배치에 비해 습도상승의 효과가 큰 것으로 나타났다.

주요 첨가어: 실내식물, 실내환경, 원에치료, 광합성, 증산

참고문헌

Agisi, Y. 1996. Forest aromatic bath and medical science of health resort. *Green age* 265:31-37.

Asaumi, H., H. Nishina, T. Fukuyama, and Y. Hashimoto. 1991. Simulative estimation for the environment inside room from the green amenity aspect. *SHITA JOURNAL* 3(1):31-38.

Asaumi, H., H. Nishina, N. Masui, and Y. Hashimoto. 1993. Measurement of transpiration rate, stomatal resistance and shading ratio of 'amenity plants'. *shita journal* 4(2):131-138.

Chae, E.S., Y.B. Lee, S.H. Park, and G.Y. Bae. 1997. Injury symptoms and air purification ability of foliage plants exposed to SO₂ and NO₂. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38(6):761-765.

Eckstein, K. and J.C. Robinson. 1995. Physiological response of *Banana* in the subtropics: Influence of climatic conditions on seasonal and diurnal-variations in gas exchange of *Banana* leaves. *J. Hort. Sci.* 70(1):157-167.

Harazono, Y. and H. Ikeda. 1990. The effects on an indoor thermal environment with simple hydroponic cultivation on rooftops. *J. Agr. Met.* 46(1):9-17.

Ishino, H., J. Tanimoto, and M. Yanagi. 1994. Study on the evaporation from foliage plant in indoor environment. *J. Archit. Plann. Environ. Engng.* 457:9-17.

Kiyota, M., T. Hirano, T. Ishiguro, T. Miwa, and I. Aiga. 1992. The effective use of ornamental plants for improvement of indoor air quality. *Environ. Inform in Sci.* 21(2):107-111.

Lee, J.H. 1994. A study on air purification of sulfate dioxide, visual preference for indoor space and the effect of recovery from psychological stress by interior landscape plants. PhD diss., Korea University.

Nishina, H., H. Nakamura, H. Asaumi, Y. Masui, and Y. Hashimoto. 1995. Simulation model of thermal environment and comfort in rooms where plants are placed. *Environ. Control in Biol.* 33(4):277-284.

Park, S.H. and Y.B. Lee. 1997. Indoor CO₂ and NO₂ fixation in light-acclimatized foliage plants. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38(5):551-555.

Park, S.H., Y.B. Lee, G.Y. Bae, and M. Kondo. 1998. Anion evolution in plants and its involved factors. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39(1):115-118.

Snyder, S.D. 1990. *Building interiors, plants and automation*, p.1-29. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Son, K.C., S.K. Park, H.O. Boo, G.H. Bae, K.Y. Paek, S.H. Lee, and B.G. Hu. 1997. *Horticultural therapy*, p. 63-93. Suwon, Seoul.

Ueda, M. 1989. Climatotherapy and Forest aromatic bath. *Public health* 53(10):20-23.

Won, J.H. 1997. *Interior landscape design*, p.5. Jokyong, Seoul.

Yamazaki, T. and J. Tobioka. 1991. Studies on the evaluation of recreational functions of forests(II). *J. Jap. For. Soc.* 102: 679-682.