

PA2) 생활용 나프탈렌의 환기율 변화에 따른 시간별 농도분석

이종효*, 신승호, 양창희, 김종태, 김모건¹, 권기동², 조완근
경북대학교 환경공학과, ¹경상북도 보건환경연구원, ²국립환경과학원 실내 환경과

1. 서 론

현대 사회에서 대부분의 사람들은 하루(24h) 중 90%이상의 시간을 실내에서 보낸다고 보고되었으며(Dockery and Spengler, 1981, 1972 : NAS, 1981, Samet et al., 1987), 미국 거주자의 하루 평균 생활시간 조사에서 88%를 건물내부에서 시간을 보내고, 7%를 자동차에서 시간을 보내며 단지 5%만이 실외에서 보낸다고 조사 되었다.(Robinon and Nelson, 1995). 이처럼 많은 시간을 실내에서 생활하기 때문에 실내 공기오염에 직·간접 적으로 장시간 동안 노출될 위험성이 높기 때문에 일반 대기오염 보다 더욱더 심각한 영향을 초래할 가능성이 큰 것으로 보고되고 있다(Lee and Chung, 2004). 이처럼 장시간 오염된 실내 공기에 노출되었을 경우 두통, 현기증, 집중력 감퇴, 피부질환 등 많은 질병을 유발시킨다(환경부, 2004). 실내에서 생활하는 사람들의 이 같은 증상들을 유발시키는 주요 노출 경로중 하나가 생활용품의 구성성분 자체에서 나오는 물질들이다.

생활용품에 대한 오염물질 방출에 대한 특성 평가가 체계적인 연구수행이 아직까지 극히 미흡한 상황이며, 따라서 생활용품에 대한 오염물질의 방출특성을 평가하는 것이 매우 시급한 실정이다. 이렇게 실내공기 중의 오염도의 심각성을 알았기에 생활용품에 대한 연구를 수행하게 되는 동기 부여가 되었다(권기동, 2006).

그중 우리가 일상적으로 가정, 건물, 공장 등에서 널리 사용되고 있는 나프탈렌의 경우 광범위한 인체 노출로 인한 인체독성의 잠재성을 가지고 발암물질을 가지고 있어 독성에 대한 상당한 관심을 가지게 되었다(Sidney J. Dtohs, 2002). 그러므로 나프탈렌은 특징적인 환경오염물질로 간주되었다((Kulisch and Vilker, 1991). Naphthalene 독성은 아이들(Zuelzer and Apt, 1949; Dawson et al., 1958; Zinkham and Childs, 1958; Santhanakrishnan et al., 1973)과 성인(Taylor and Russell, 1932; Konar et al., 1939)들에게 용혈성 빈혈을 포함하여 각종 기능장애(Anon, 1992)의 결과를 일으킬 수 있다. 또한 Naphthalene 화학 공장에 종사하는 근로자들이 백내장(Ghetti and Mariani, 1956) 및 후두 종양(Wolf, 1976, 1978)과 같은 인체장애가 더 높은 것으로 나타났다.

따라서 본 연구는 실내 환경조건 과 유사한 환경 챔버 시험법(권기동, 2006)을 이용하여 환기율 변화에 따른 시간별 나프탈렌의 배출 농도를 분석하고 생활용품(나프탈렌)으로 인한 건강 위해성의 경각심을 일깨워 주기 위해서 실시되었다.

2. 본 론

2.1. 실험장치

본 실험에서 사용한 실험장치(환경챔버시험법)의 개략도를 Fig. 1에서 나타냈다.

Fig. 1과 같은 실험 장치를 이용하여 실험이 이루어 졌다. ⑥ flow controller(dry air)를 이용하여 챔버내의 환기율(air changes per hour, ACH)을 변화시켜 가면서 시간에 따른 챔버내의 나프탈렌의 농도를 알아보기 위해서 ⑫ sampling port에서 디지털 유량계가 연결된 Tenax 흡착제를 함유하는 Trap을 통하여 채취하였다. 채취한 Trap은 기체 크로마토그래피(gas chromatography, GC; Agilent 4890, Walnut, Creek, USA)와 열 탈착 장치(thermal desorber, TD; SPIS-TDTM, Donam, Korea)를 이용하여 분석하였다.

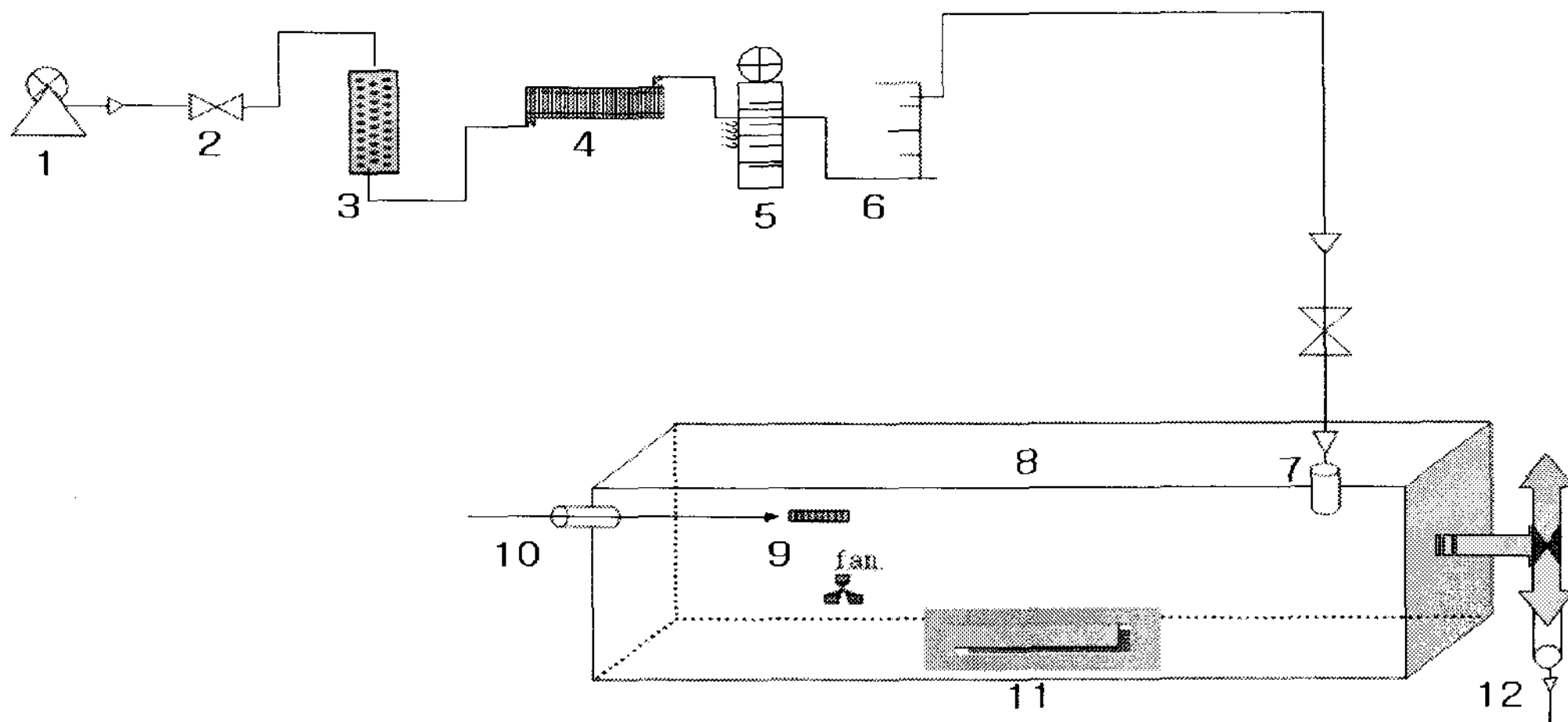


Fig. 1. Diagram of environmental chamber experiment.

1) Compressed air; 2) Valve; 3) active charcoal; 4) fine filter; 5) mass flow controller; 6) flow controller(dry air); 7) inlet port; 8) stainless steel chamber; 9) outlet sampling port; 10) temp.&RH monitoring; 11) test specimen and sample; 12) sampling port

2.2. 실험방법

환경챔버의 고안은 챔버 표면에 흡착 및 반응성을 줄이거나 저감할 수 있는 것으로 본 연구에서는 제작되었으며, 크기는 50ℓ의 부피를 가진다. 시료 채취시간과 간격에 대한 권고기준은 다양하게 제시되고 있다(ASTM, 1992; Nordtest, 1995). 대부분의 권고기준은 실험시작 후 24시간정도로 농도를 측정하고 있다. 하지만 본 연구에서는 좀 더 정확한 정보를 얻기 위해서 챔버 내부에 시료를 주입하고 챔버를 완전 밀폐하는 챔버내의 환기율을 각각 0.5, 2, 4h⁻¹(air changes per hour, ACH)로 변화를 주고 각각의 환기율에서 초기시간을 3min으로 설정한 후 48h, 즉 2883min동안 연속적으로 채취 하였으며, 초기에는 15min간격으로 시료를 채취하였으며, 점진적으로 시료채취시간을 증가시켰다. 시료채취는 실험 장치에서 설명 하였듯이 Tenax 흡착제를 함유하는 Trap을 이용하여 GC/FID장치로 분석하였다.

3. 결 론

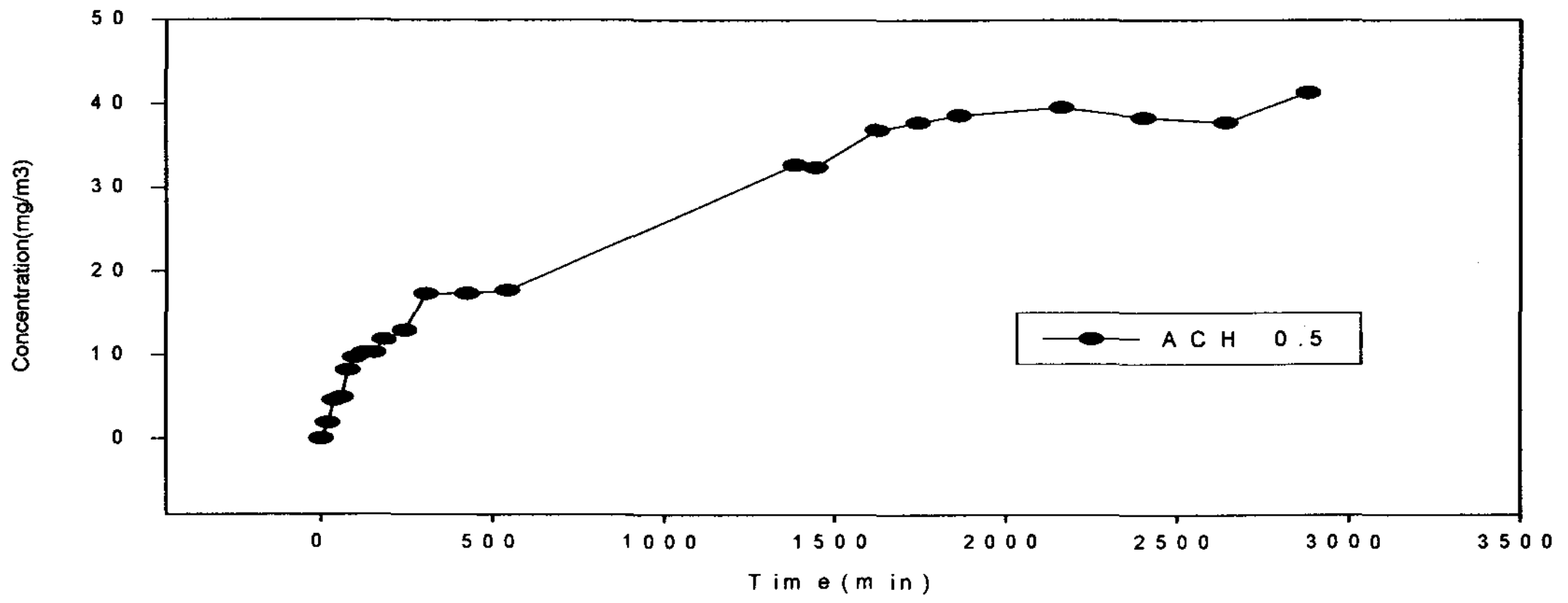


Fig. 2. Naphthalene emission concentration in chamber at ACH of 0.5 according to time.

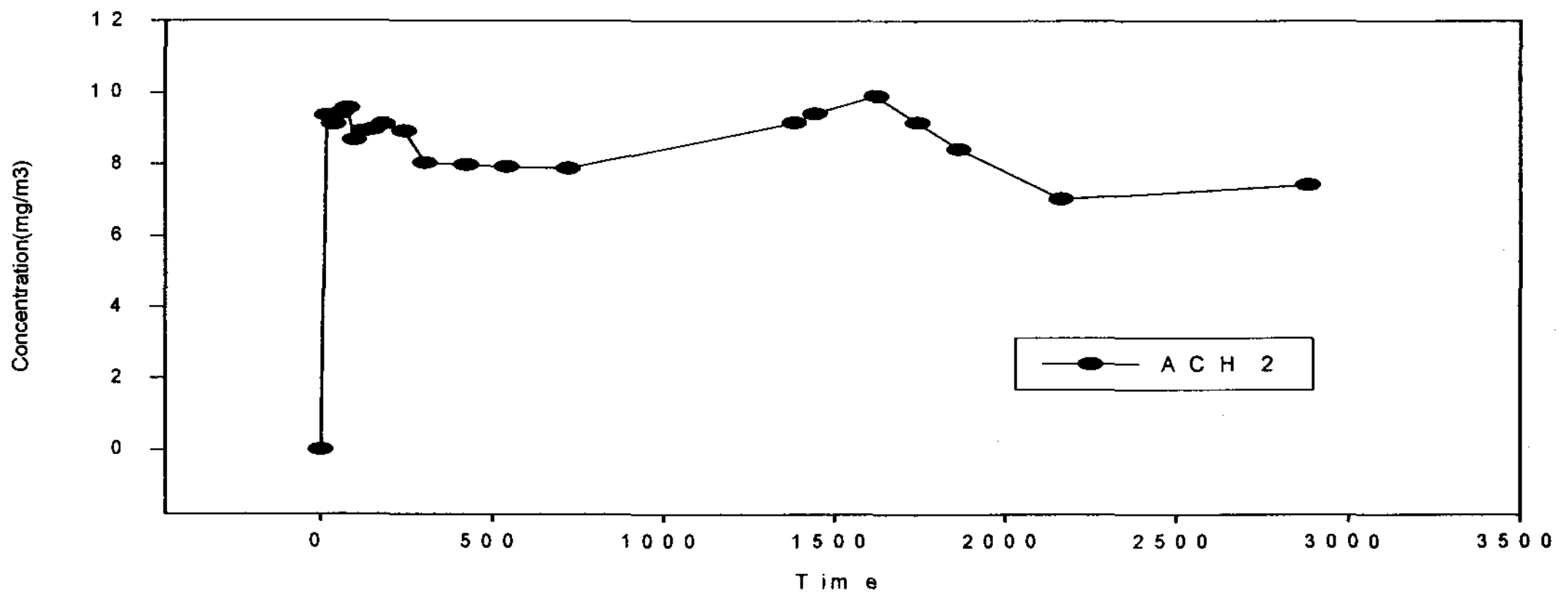


Fig. 3. Naphthalene emission concentration in chamber at ACH of 2 according to time.

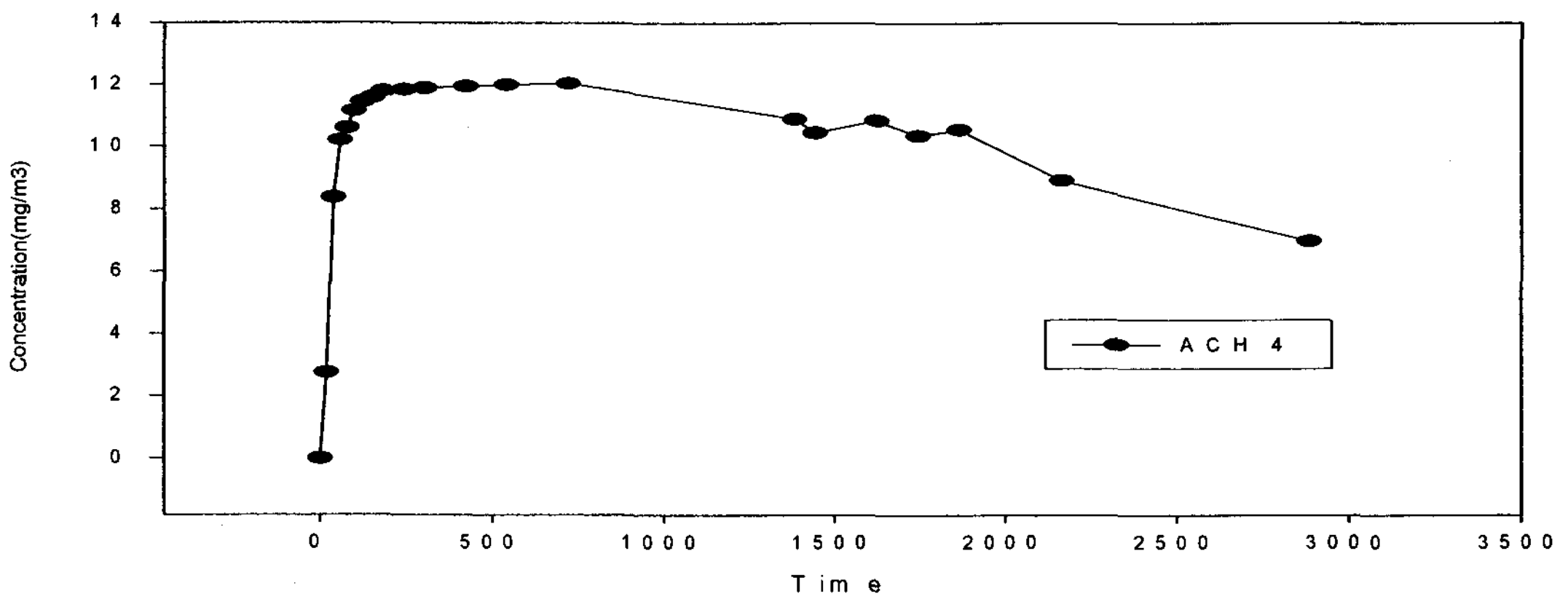


Fig. 4. Naphthalene emission concentration in chamber at ACH of 4 according to time.

본 연구에서는 각각의 환기율(ACH 0.5, 2, 4)변화에 따른 시간별 농도 분석을 위해 실험한 결과 이와 같은 결과를 얻을 수가 있었다. Fig. 2는 실내의 비교적 낮은 환기율(ACH 0.5)에서 승화된 나프탈렌 농도는 시간이 지날수록 다른 환기율과 비교하여 고농도의 결과를 보였다. 이는 비교적 낮은 환기율 에서 승화된 나프탈렌이 시간이 지나더라도 외부로 배출이 잘 되지 않아 실내에서 축적되는 것으로 사료된다.

Fig. 3은 환기율(ACH 2)에서 시간에 따른 나프탈렌의 농도변화를 보여 주고 있다. 이는 전체적인 농도 면에서 Fig. 2(ACH 0.5) 보다 낮은 실내농도를 보여 주고 있으며 단시간에 실내에서 승화한 나프탈렌의 농도가 축적되며 시간이 지남에 따라 나프탈렌이 승화하는 농도와 외부로 배출되는 농도가 평형에 도달 하는 것으로 사료된다.

Fig. 4는 환기율(ACH 4)에서 시간에 따른 나프탈렌의 농도변화를 보여 주고 있다.

이는 Fig. 3와 같이 빠른 시간 안에 실내에서 승화한 나프탈렌 농도가 축적되어 농도 평형에 도달하였다가 시간이 지남에 따라 환기율(ACH 4)이 비교적 높을 때는 나프탈렌이 승화 하는 농도보다 외부로 배출되는 농도가 커서 실내 나프탈렌의 농도는 시간이 지남에 따라 낮아지는 것으로 사료된다.

다시 말하자면 ACH 0.5일 때와 ACH 2, 4일 때를 비교하면 ACH 0.5일 때는 승화된 나프탈렌의 농도가 실내에 축적이 되어 시간이 지나면서 최고 40mg/m³까지 높아지면서 농도 평형에 도달하는 것과는 달리 ACH 2, 4에서는 최고 농도가 10-12mg/m³까지 높아지면서 8mg/m³이하에서 농도 평형이 이루어지는 것으로 보아 환기율이 커지면서 나프탈렌이 실내에 축적되는 현상을 제거해 주는 것으로 평가되어 진다.

이 연구에서 환기율이 비교적 낮은 곳에서의 실내오염이 심각하다는 것을 각각의 환기율에서 나프탈렌의 시간별 농도 변화를 알 수 있었다. 이를 근거로 하여 건물의 지하나 극장 등 외부 공기와 차단되어 환기율이 낮은 곳에서 실내오염의 심각성에 대한 경각심을 다시 한 번 일깨워 주는 개기가 되었으며 건물 실내에 대한 규격화된 환기방식에 있어서 제도적 장치의 마련이 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 권기동, 2006. 실내 생활용품과 건축마감재로부터 배출되는 환경독성물질의 정략적 및 정 성적 분석과 거동평가, 경북대학교 공학박사학위논문, 1-3, 23-25
- Sidney J. Stohs, Sunny Ohia, Debasis Bagchi, 2002. Naphthalene toxicity and anti-oxidant nutrients, Toxicology 180 (2002) 97-105
- Andrew S. Wilson, Carl D. Davis, Dominic P. Williams, Alan R. Buckpittb, Munir P, B. Kevin Parkb, 1996. Characterisation of the toxic metabolites of naphthalene, Toxicology 114, 233-242.