

공업지역에서의 다환방향족탄화수소화합물(PAHs)의 농도 수준 및 분포 특성

정종현*, 피영규*, 조상원**, 옥곤***, 임기혁****, 손병현****, 이관****, 임현술****

*대구한의대학교 보건학부

**한국폴리텍VII대학 에너지환경학과

***부경대학교 환경대기과학과

****한서대학교 환경공학과

****동국대학교 의과대학 의학과

e-mail:airgas@dhu.ac.kr

Concentration Level and Distribution Characteristics of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons(PAHs) in Industrial Areas

Jong-Hyeon Jung*, Young-Gyu Phee*, Sang-Won Cho**, Con Ok***, Ki-Hyuk Lim***, Byung-Hyun Shon****, Kwan Lee****, Hyun-Sul Lim****

*Faculty of Health Science, Daegu Haany University

**Department of Energy & Environment, Korea PolyTechnic VII College

***Department of Environmental Engineering, Pukyong National University

****Department of Environmental Engineering, Hanseo University

****Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Dongguk University

요 약

본 논문에서는 보건환경적 영향 및 환경오염수준을 평가할 수 있는 공단지역의 대기 시료를 이용하여 다환방향족탄화수소화합물(PAHs)의 농도수준과 인체 영향 및 분포특성에 관하여 조사하였다. 산업 공정 및 공단 주변지역 오염물질의 저감 및 개선을 위한 방안을 마련할 수 있는 기초자료를 확보하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다. 공단지역의 대기시료 중에 다환방향족탄화수소화합물(PAHs) profile은 Pyrene, Naphthalene과 Anthracene 같은 저분자량 화합물은 주요 인자로 나타났고, Phenanthrene의 농도가 지배인자로 나타났다. 향후 보다 과학적이고 체계적인 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다.

1. 서론

다환방향족탄화수소(polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs)는 다양한 경로를 통하여 배출되고 있으며, 화석연료 연소, 자동차 배출가스, 보일러, 쓰레기 소각공정, 알루미늄 제조업, 산불, 소각장, 철강산업 공정중의 코오크스와 아스팔트 제조공정, 식품의 조리, 담배연기 등에서 발생된다.(Jung, 1999; Jung, 2008, Westerholm et al., 1991; C. J. Halsall et al., 1997 ; Diane M. Wagrowski et al., 1997).¹⁻⁸⁾ 본 연구에서는 보건환경적 영향 및 환경오염수준을 평가할 수 있는 공단지역의 대기 시료를 이용하여 다환방향족탄화수소화합물(PAHs)의 농도수준과 인체 영향 및 분포특성에 관하여 조사하였다. 산업공정 및 공단 주변지역 오염물질의 저감 및 개선을 위한 방안을 마련할 수 있는 기초자료를 확보하고자 한다.

2. 연구방법

본 연구는 공단 및 주변지역의 대기 중 다환방향족탄화수소(PAHs)의 농도수준, 인체영향 및 분포특성을 조사하기 위하여 대기질 모니터링 작업을 수행하였다. 시료채취는 두 차례에 걸쳐 각각 24시간 연속 측정을 통하여 시료를 확보하였다. 공단지역 시료는 A1, A2, A3, A4 4개의 지역을 2번씩 채취하여 총 8개의 시료를 채취하였으며, 오염물질의 조사지점은 직접노출지역과 간접노출지역으로 구분하였다. 대기시료는 입자상물질과 가스상물질을 동시에 포집하기 위하여 유리섬유여과지(quartz fiber filter: QFF, Whatman International Ltd.)를 사용하였으며, 가스상 성분을 채취하기 위해서 폴리 우레탄폼(Polyurethane foam, PUF) 플러그가 장착된 고용량 공기시료채취기(High volume air sampler: HVAS, SIBATA, JAPAN)를 이용하여 각각의 지점에서 일

일 24시간 동안 채취하였다. 총 채취용량은 1000 m³/day 이상으로 하였다. 대기 중의 총 부유분진을 채취하기 위해서 유리섬유 여지는 사용 전에 600℃ 5시간 이상 고온, 가열하여 불순물을 제거 후 사용하였으며, PUF는 아세톤(JT. baker)을 용매로 하여 속실렛 추출기로 14~18시간 이상 추출하여 건조시킨 후 사용하였다. 대기시료를 추출하여 용매 전환한 시료는 600℃에서 2시간 활성화된 활성 실리카겔 칼럼 크로마토그래피 (Activated silica gel column chromatography: 70-230 mesh, 중성, Merck)이 용하여 정제하였다. 시료용액은 정제 전에 정제용 내부 표준물질 labeled standard(ES 2528)를 5ng을 첨가하였다. 시료의 정제과정의 용출은 첫 번째 분획으로 n-헥산 10 mL, 두 번째 분획은 10% CH₂Cl₂/n-헥산 80 mL로 용출시켰다. 본 연구에 사용된 기기는 기체크로마토그래피/질량분석계 (Agilent 6890N/5973MSD)이며, 분리를 위해 사용된 모세관 칼럼은 HP-5MS (30 m × 0.32 mm × 0.25 μm)를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 연구팀의 이전연구²⁾를 바탕으로 공단지역의 대기오염물질 분석특성을 조사하고자 한다. 휘발성 유기화합물질(Volatile Organic Compounds, VOCs)은 각종 공정에서 발생하며, Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene 등이 있다. VOCs의 대표적인 물질인 Benzene은 국제 암협회, 미국 환경보호청 등에서 이미 인체 발암물질로 분류 및 관리하고 있으며, 이 외에도 VOCs에는 다수의 발암성 물질과 독성 물질이 포함되어 있다. 다환방향족탄화수소류(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs)으로는 Pyrene, Benzo(a)pyrene, Naphthalene 등이 있으며, 철강공정상 가장 많이 발생하는 오염물질 중 하나로 인체 발암물질로 분류되어 있다. 유해성 대기오염물질(Hazardous Air Pollutants, HAPs)로는 Vinylchloride, Chloroform, Trichloroethylene, 1,3-Butadiene 등이 있고, HAPs는 철강공정상 발생 가능한 오염물질이다. 폴리염화비페닐(Polychlorinated biphenyls, PCBs)은 congener별로 총 209종이 존재하며, 제철소 소결공정에서 발생이 가능하므로 선행 조사자료를 취합할 경우 공단지역 및 산업공정에서의 환경오염정도 파악이 가능할 것으로 판단된다. 본 연구결과 공단 주변지역의 대기시료 중에 다환방향족탄화수소화합물(PAHs) profile은 Pyrene,

Naphthalene과 Anthracene 같은 저분자량 화합물은 주요 인자로 나타났고, Phenanthrene의 농도가 지배인자로 나타났으며, 향후 해당지역에 보다 과학적이고 체계적인 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 국립환경과학원의 2010년도 지원사업 [지역주민 환경오염 노출수준 및 생체지표 모니터링 (포항, 5차년도)]으로 수행되었고, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] Jung, J. H. : A study on reaction characteristic of SO₂/NO_x simultaneous removal for alkali absorbent/additive in FGD and waste incinerator process. *Pusan National University*, Ph.D Dissertation, 1999.
- [2] Jung, J. H. : Effects of air pollutants on the health/environmental risk assessment and weathering of stone cultural properties in Gyeongju and its vicinities. Daegu Haany University, Ph,D Dissertation, 2008.
- [3] More, M. R., Dimitroulopoulou, C. : Personal exposure of children to air pollution. *Atmospheric Environment*, 43, 128-141, 2009.
- [4] World Health Organization : Effects of air pollution on children's health and development—a review of the evidence. Geneva; WHO, 2005.
- [5] Stolwijk, J. A. : Risk assessment of acute health and comfort effects of indoor air pollution. *Annals of the New York Academy of Science*, 641, 56-62. 1992.
- [6] Franklin, P. J. : Indoor air quality and respiratory health of children. *Pediatric Respiratory Reviews*, 8. 281-286, 2007.
- [7] 김동환, 비의도적 잔류성 유기오염물질(UPOPs: PCDDs/DFs, PCBs, PAHs, HCB)의 자동차 배출 특성 및 대기오염영향, 국립부경대학교 대학원 공학박사학위논문, 2005.
- [8] 김동욱, 연탄의 연소에 의한 다이옥신류(PCDD/DFs and dioxin-like PCBs)와 PAHs의 배출특성에 관한 연구, 국립부경대학교 대학원 공학석사학위논문, 2007.