

초록

## Benzene in Gasoline and Crude oil : Occupational and Environmental Implications

저자 : Dave K. Verma and Karen des Tombe

출처 : AIHA Journal March/April 63: pp225-230, 2002

서론

이 연구는 가솔린과 원유에 함유된 벤젠에 관해 실시한 것으로, 여러 기관들이 기술 자료형태로 이미 저널이나 기사들로 발간한 연구들을 검토한 것이다. 이번에 요약된 자료는 역학적 연구에서 과거 노출량 평가에 유용하게 사용될 것이다. 과거에는 가솔린에 함유된 벤젠이 상당량 존재하고 있었으나 지금은 북아메리카와 유럽에서 가솔린에 함유된 벤젠의 농도를 줄여 대략 1%로 유지하려는 뚜렷한 경향이 있다. 가솔린에 함유된 벤젠의 농도를 줄인 결과 근로자들의 직업적 노출량도 줄어들었을 뿐 아니라, 일반 국민들이 환경 중 벤젠에 노출되는 일이 급격하게 줄어들었는데 지대한 영향을 주었다.

벤젠은 급성과 만성중독을 일으킬 수 있는데, 만성 중독은 주로 조혈기관에 영향을 주며 가장 큰 문제는 백혈병으로 유도될 수 있다는 점이다. 벤젠은 원유 속에 자연적으로 함유되어 있고, 가솔린과 같은 정제된 산물에도 발견된다. 가솔린내 벤젠은 원유내에 벤젠이 있기 때문에 있으며 원유 정제과정에서 부산물로 생기기도 한다. 과거에는 자동차 노킹 현상 방지제로 납이 첨가된 물질을 사용하였으나 이것을 줄이거나 제거하는 대신, 벤젠과 같은 방향제를 첨가하였다. 현재는 공정들도 많이 변했고 주요 관점은 벤젠 함유량을 줄이는 것이다. 벤젠 작업자들이 개인적으로는 가장 높은 농도에 노출되지만, 노출되는 숫자로는 가솔린 주유, 자동차 배기가스, 그리고 흡연에 의해 담배에서 생성되는 벤젠에 노출되는 수가 가장 많다. 석유산업 근로자들의 벤젠의 직업적 노출량을 평가하거나 가솔린과 같은 석유생산물질을 사용하는 다른 부서에서 벤젠 노출량을 평가하려면 벤젠 함유량 백분율을 알아야 할 필요가 있다.

가솔린과 원유에 함유된 벤젠에 관한 자료는 모아져 있지 않아 산업위생 분야에서 쉽게 이용할 수가 없다. 예를 들면, 가솔린내 벤젠 함유량이 미량에서부터 어떤 나라든 30%에 이르는 것으로 보고되었고, 또한 세부사항을 아는 것이 쉽지 않다. 벤젠의 TLV-TWA 시간가중평균치는 0.5ppm으로 크게 줄었기 때문에, 벤젠 함유량을 요약한

자료에 관한 정보는 산업위생에 종사하는 사람들에게 유용할 것으로 보인다. 이 연구의 목적은 원유와 가솔린내 벤젠 함유량에 대한 정보를 요약하고 환경과 산업에 대한 영향을 논의 하는데 있다.

## 연구방법

본 연구를 위하여 방대한 자료를 검토하였는데, NIOSH-TIC, CISILO, SCI 등 데이터베이스에서 벤젠 함유량과 같은 주요단어를 검색어로 사용하여 검색하였다. 주요 산업 위생 분야 저널인 American Industrial Hygiene Association Journal, the Annals of Occupational Hygiene, the Applied Occupational and the Environmental Hygiene는 직접 수작업으로 찾았다. 미국석유연구소, 캐나다 석유제품연구소 그리고 석유회사의 환경 및 건강보호 유럽기구와 같은 여러 조직에서 발간한 기술 보고서 역시 검토하였다. 캐나다의 환경부와 미국의 EPA로부터 수집이 가능한 정부 문서 역시 포함되었다.

## 결과

원유에 함유된 벤젠은 상대적으로 낮는데 중량비로는 1.0% 이하로서 평균치는 중량비로 0.16%~0.33% 정도이었다. 반면에 가솔린내 벤젠 함유량은 상당히 높게 나타났다. 유럽에서는 1989년 연구에서 벤젠의 부피비가 최고 8.6% 정도로 높았고, 평균값은 1~4% 정도가 일반적이었다. 1969년에 수집된 자료에서는 벤젠 값이 부피비로 최고 33%였다는 파킨슨의 보고도 있었다.

가솔린내 벤젠 함유량은 일반적으로 유럽보다 북아메리카에서 낮다. 미국에서 보고된 최고값은 부피비로 5.18%이고 대부분 평균값은 약 2% 정도이었다. 캐나다산 가솔린에는 부피비로 최고 6.9% 정도를 차지하고 있다. 그러나 평균값은 약 2%의 비슷한 수준이었다. 다른 나라에서는 자료가 많지 않았지만 최대 3.7%, 평균 2%의 수준이었다.

가솔린은 휘발성이 있는 탄화수소의 혼합물로 250개 정도의 탄화수소를 포함하고 있고, 원유의 생성원, 정제 과정 등에 따라 매우 변이가 많다. 요즘 나오는 가솔린의 전형적인 구성을 보면 파라핀이 80%, 방향족 14%, 올레핀(에틸렌계 탄화수소)이 6%로 이루어져 있다. 가솔린내 벤젠 함유량은 중량비 또는 부피비로 보고되고 있다. 중량비로 0.75%(w/w)는 부피비로 측정했을 때 0.67%(v/v)정도 된다고 한다. 일반적으로 중량비로 나타난 가솔린내 벤젠 함유량이 부피비로 보고된 수치보다 더 높게 보고되어 있으므로 이 점을 주의해서 보아야 한다.

EPA에 의하면 중량을 기준으로 보면 전체 가스상 독성물질의 70% 정도를 벤젠이

차지한다고 한다. 따라서 이동 배출원을 관리하므로서 독성 물질 방출관리를 하려면, 벤젠 함유된 가솔린은 분명히 우선적으로 고려되어야 한다.

현재 미국의 가솔린 성분 재구성 프로그램에는 벤젠 함유량과 독성물질 방출에 대한 규정이 제정되어 있으며, 이 법은 미국 내에서 판매되는 모든 가솔린의 약 3분의 1에 영향을 미친다. 이 프로그램에서는 벤젠 함유량이 부피비로 1% 이내로 되도록 하고 있다. 유럽에서는 법적으로 가솔린내 벤젠 함유량을 5% 이내로 규제하였으나, 2000년 1월 1일부터 부피비로 최고 1%로 명시하였다. 이 규정은 일부 국가에서는 이미 시행되었다(Italy, Finland).

## 결론

과거에는 가솔린내 벤젠 함유량이 높았다. 본 자료는 과거 노출량을 평가하는 역학적 연구에 유용할 것으로 본다. 지금 북아메리카와 유럽에서는 가솔린내 벤젠 함유량을 대략 1% 이내로 낮추려는 뚜렷한 경향을 보이고 있다. 이렇게 줄이면 벤젠 작업자의 직업적 노출량도 줄이고 일반 대중이 환경중에 벤젠에 노출되는 양도 크게 줄이는 효과도 있을 것이다.☞

## 목록

American Conference of Governmental Industrial Hygienists(ACGIH) : Documentation of TLV for benzene. In chemical Substance TLVs and BEIs - 2000. Cincinnati, Ohio : ACGIH, 2000.

Drummond, I. : Industrial Hygiene Survey Report : Benzene Content of Crude Oil and Condensate Streams. Calgary, Alberta : Esso Resources Canada Ltd., 1991.

Parkinson, G. : Benzene in motor gasoline - an investigation into possible health hazards in and around filling stations and in normal transport operations. Ann. Occup. Hyg. 14: 145-153(1971)

Environment Canada : Survey of Benzene, Aromatics and olefins in Canadian Gasoline - 1998. Ottawa, Ontario : M. Tushingham, Oil, Gas & Energy Branch, Environment Canada, 1999.

Motor Vehicles Manufacturers Association of the United States : MVMA National Gasoline Survey, Summer and Winter(1987-1990). Cited in "Compliance with the OSHA benzene permissible exposure limit at the gasoline PEL" by G. Tironi and D.G. Hodgkins. Appl. Occup. Environ. Hyg. 6 : 881-884(1991)

Poole, S.K., K.G Furton, and C.F. Poole :

Determination of benzene and toluene by gas chromatography using a liquid organic salt column, J. Chromatogr. Sci. 26 : 67-73(1988)

Tironi, G., and D.G. Hodgkins : Compliance with the OSHA benzene permissible exposure limit at the gasoline PEL. Appl. Occup. Environ. Hyg. 6 : 881-884(1991).

National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH) : Occupational Exposure to Benzene at Service Stations(NIOSH progress report, June 9, 1975). Cited in Benzene, Basic and Hazardous Properties(pp. 117-160) by P.N. Cheremisinoff and A.C. Morresi. New York : M. Dekker, 1979.


Runion, H. E : Benzene in Gasoline. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 36 : 338-350 (1975).

CONCAWE : A Survey of European Gasoline Qualities - Summer 1990

(CONCAWE Report no. 5/98). Brussels : CONCAWE, 1998.

U. S. Environmental Protection Agency (EPA) : Cost of Benzene Reduction in Gasoline to the Petroleum Refining Industry, A. D. Little, Inc. Report to EPA (EPA publication no. 450/3-78-021), 1978. Cited in Evaluation of Air Pollution Regulatory Strategies for gasoline marketing industry (EPA publication no. 450/3-84-012a : pp. 2-3) by EPA, Washington, D.c. : EPA, 1984

Finkelstein, M.M. : Leukemia after exposure to benzene. Am. J. Ind. med. 38 : 1-7 (2000).

Sherwood, R.J : Evaluation of exposure to benzene vapour during the loading of petrol. Brit. J. Ind. Med. 29: 65-69 (1972). 

〈제공 : 편집위원 김현욱〉

