

주유소 인근 토양의 유류 오염도 조사

이주광 · 강희만 · 이용은 · 권수열* · 고석오**

한국도로공사

*한국방송대, **경희대학교

high@freeway.co.kr

요 약 문

지하저장탱크가 설치된 지 20년 이상 경과된 D주유소를 대상으로 14개의 지점에 대한 토양 및 지하수 오염도 조사를 실시하였다. 현장의 토양이나 지하수는 저장탱크나 주유기로부터 거리에 따라 다소 차이가 있었으나 불포화 층에 Free Liquid 상태의 유류가 존재할 정도로 상당히 오염되어 있다는 것을 확인하였으며, 본 대상지역의 오염원은 가솔린보다는 디젤에 의해 더 심하게 오염된 것으로 조사되었다.

1. 서론

현재 국내 지하저장탱크의 현황을 보면 유류 및 유독 화학물질 저장시설 탱크수는 54,461개소(1996년 기준)이며 이중 5년이 지난 저장 탱크 수는 26,038개소로 48%를 차지하며 지하 유류 저장탱크 중 누유가 예상되는 탱크 수는 5,600개소로 추정되고 있다. 또한 전국적으로 8,300여 개소의 주유소가 있고 고속도로변에만도 90개(99년 기준)의 주유소가 설치되어 있다. 이중 3,000여 개 정도의 주유소 저장탱크에서 누유가 발생하는 것으로 추정되어 토양과 지하수의 오염을 가중시키는 실정이다.

따라서 본 연구는 오염된 주유소 토양의 오염정도, 토양의 물리·화학적 특징을 조사하여 오염도양 복원을 위한 기초자료로 사용하고자 한다.

2. 대상지역

본 연구지역에는 6개의 지하저장탱크가 설치되어 있으며 이로부터 5개의 휘발유 주유기 및 1개의 경유 주유기까지 연결된 관로가 지하에 매설되어 있다. 또한 관리 사무실에서 서남방향으로 약 8° 정도의 경사를 가지는 지역이 오염예상 지역으로, 이 경사지역의 가로 10m, 세로 12m 지역을 연구대상으로 하였다. 주유소와 도로 경계면에는 유수 분리를 위한 trap 및 유수분리기가 설치되어 있다. 또한 관리사무소의 왼편에는 경사도가 3~15° 이고 부지면적이 1,300m²인 초지가 위치하고 있으며, 그 옆에는 북쪽에서 서남쪽 방향으로 소하천이 흐르고 있다. 본 연구를 위하여 연구현장에 14개의 모니터링 well과 6개의 주입정(또는 추출정)을 설치하였다.

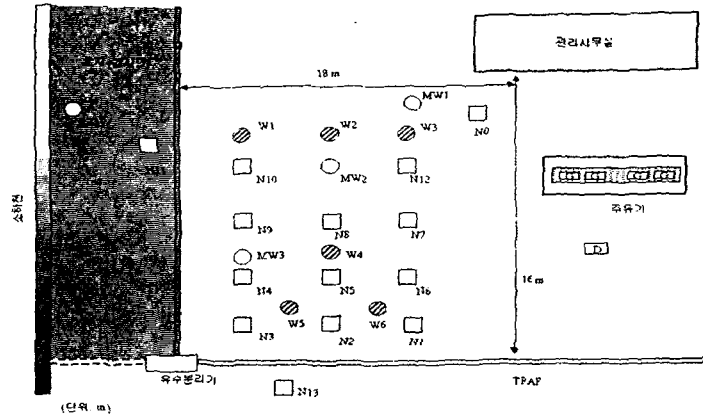


그림 1. D주유소 현장도

3. 대상지역 지질주상도

지질주상도는 모니터링 well 설치시 직경 6 cm, 길이 80 cm인 시료 채취기 (sampler)를 이용하여 깊이별로 시료를 채취하면서 시료 채취지점, 수분함량, 냄새, 색깔 그리고 토양의 종류를 관찰하여 작성하였다.

그림 2와 3은 지층구조를 파악하기 위하여 가장 오염이 우려되는 지역을 중심으로 종축 및 횡축 단면을 깊이에 따른 토양의 종류로 나타낸 것이다.

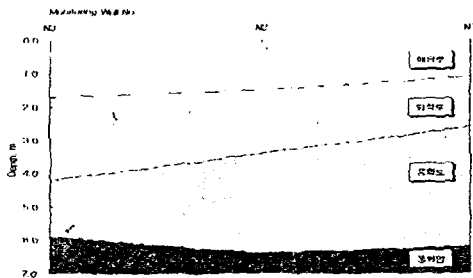


그림 2. 종축 지질 주상도

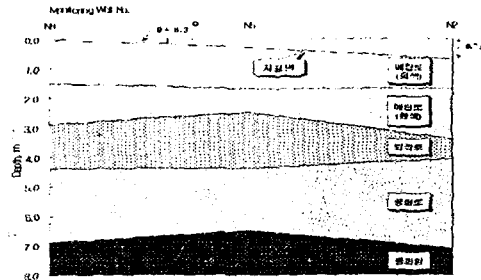


그림 3. 횡축 지질 주상도

그림 2에서 나타난 바와 같이 지표면에서 2 m 깊이까지는 불균일한 모래 재질의 매립토로 구성되어 있으며 2 ~ 4 m 깊이에서는 퇴적토, 4 m 이하에서는 단단한 구조의 풍화토와 풍화암으로 조정되는 있는 것으로 나타났다. 그림 3은 모니터링 well N2, N5 및 N8의 지질 주상도를 나타낸 것으로 지표면은 N8에서 N2 쪽으로 약 8° 정도의 경사를 가지는 것으로 나타났다. 지표면에서 3 m까지는 매립토로 구성되어 있는데 이중 지표면에서 1 m 깊이의 토양의 경우 색깔이 회색을 띠며 냄새가 많이 발생하는 것으로 봐서 오염도가 심할 것으로 추정되었으며 4 m 이하에서는 단단한 구조의 풍화토와 풍화암으로 조정되는 있는 것으로 나타났다.

4. 토양오염도 결과

토양 내 BTEX 및 TPH농도는 지하저장 탱크에서 먼 지점에서 높게 났으며 지하저장탱크에 가까운 지점일수록 낮아지는 경향을 나타내고 있다(그림 4, 그림 5). 이는 지하저장탱크로부터의 유류누출이 상당히 오래 전에 발생했다는 것을 의미한다. 지중 깊이별 오염분포에서는 대부분의 토양에서 지표면에서 약 1m 깊이에서 높았고 지하수위 바로 위에 위치한 토양이 오염되어 있다는 것을 알 수 있었다. 한편 토양가스 내 산소농도는 2-4% 내외, 탄산가스농도는 10-15% 내외였다.

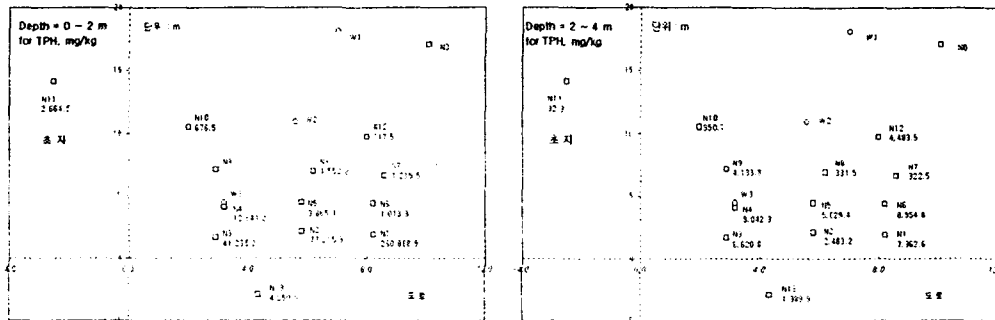


그림 4. TPH 농도 분포도

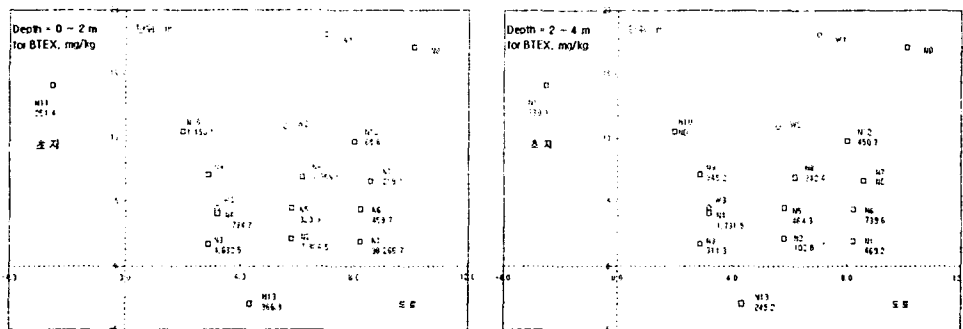


그림 5. BTEX 농도 분포도

그림 6은 N1 모니터링 well의 깊이에 따른 BTEX와 TPH 농도를 나타낸 것으로 가솔린과 디젤의 표준용액을 GC로 분석하여 나타낸 chromatogram과 비교하여 볼 때에 본 연구지역은 가솔린보다는 디젤에 의해 오염이 유발된 것으로 판단된다.

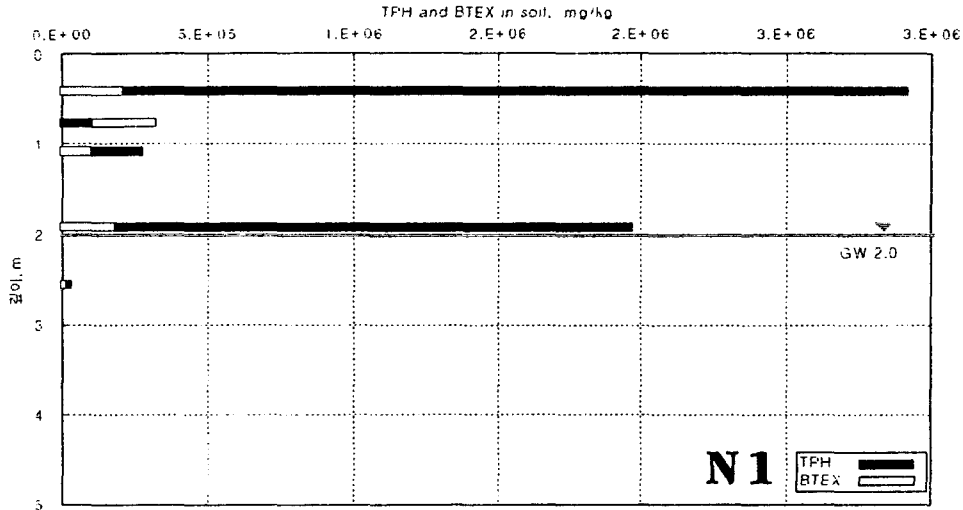


그림 6. 깊이에 따른 BTEX와 TPH 농도(Well N1)

아래 표 1은 monitoring well 설치 후 지하수위가 형성된 지 2주일 후에 측정된 자료이다. TPH 농도는 80~750 mg/l 내외 였으며 pH는 6.2~7.1, 온도는 14~19℃ 범위 였다.

표 1. 주유소 오염토양 기초자료

MW No.	Depth, m	TPH, mg/L	DO, mg/L	pH	ORP, mV	Temp., C
N0	4.9	471.3	4.4	6.2	47.0	18.1
N2	1.8	750.4	4.0	6.8	40.2	13.8
N3	2.1	654.7	6.2	7.1	22.2	13.8
N7	3.8	80.6	6.6	6.9	21.2	18.6
N8	1.1	199.0	1.0	6.8	14.2	14.5
N9	4.3	443.9	4.8	6.6	47.6	17.4
N12	3.2	400.2	3.8	6.4	27.4	18.7
	5.2	462.3	3.6	6.3	36.9	17.6

참고문헌

1. 신호상, "유류 오염 문제와 대책방안", 국회환경포럼, 토양환경문제 워크샵, pp15-24, 1995
2. Neal Wilson, Soil Waster and Ground Water Sampling, Lewis Publishers, 1995.
3. 표희수 외, "오염 토양중의 유류 분석법", 한국토양학회지, Vol. 3, No. 2, pp 3-12, 1998.
4. 토양오염공정시험법, 환경부, 1997.