

## 불량매립지의 분자생태학적 모니터링 연구: 수리지질학적 특성화

이진용, 천정용, 권형표, 유희성\*, 이성순\*, 박정구\*\*, 김종호\*\*

지오그린21

\*서울대학교 지구환경과학부

\*\*환경관리공단 토양복원진단팀

hydrolee@empal.com

### 요약문

Uncontrolled landfills have been a threat to surrounding environment and human health. To examine the effect of hydrogeological properties on plume migration caused by landfill leachate, two representative landfills in Cheonan and Wonju were selected. In these landfills, seven and eight groundwater wells were installed respectively to monitor water quality and waterlevel, and to perform hydraulic and tracer tests. This study reports preliminary evaluation results including site characteristics, waterlevel measurement and slug tests.

**key word :** landfill, leachate, groundwater, hydraulic conductivity, waterlevel fluctuation.

### 1. 서론

적절한 차수시설을 갖지 않은 불량매립지는 주변 생태계 및 인간의 건강에 위협이 될 수 있다. 최근에는 대부분의 매립시설이 위생적으로 설치되어 침출수에 의한 지하수오염의 가능성성이 줄었다. 그러나 과거에 무계획적으로 설치된 주로 지방의 매립시설 등은 차수시설들이 불량하다. 이로 인하여 매립지 침출수가 누출되어 인근의 지하수를 오염시키고 있다. 본 연구는 불량매립지의 침출수로 인해 발생한 오염운의 거동을 지배하는 수리지질학적 인자가 무엇인지 또 그러한 인자들이 어떤 영향을 미치는지 평가하는 것이다. 궁극적으로는 그 동안 수리지구화학적 혹은 수질적 측면에서 접근해 오던 모니터링 방법 대신에 분자생태학적 모니터링 가능성을 평가한다.

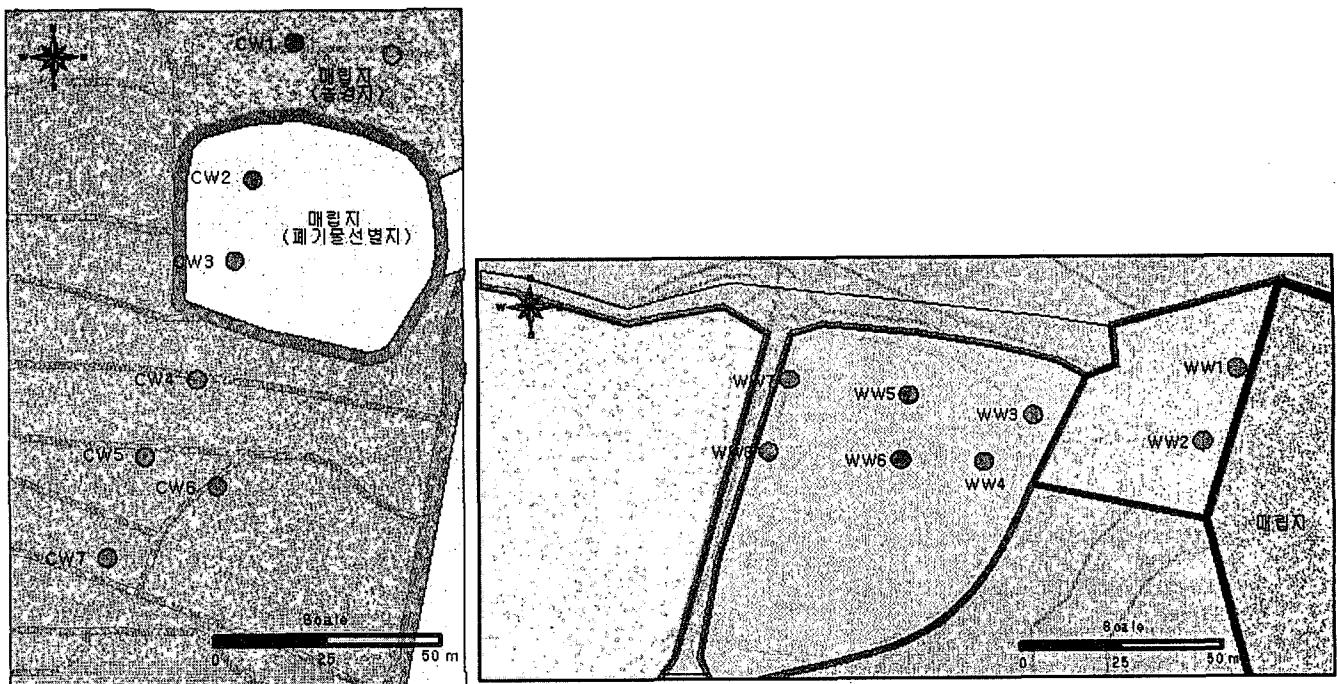
### 2. 본론

#### 2.1 연구 지역

연구대상 매립지는 천안시 J매립지와 원주 T매립지이다. 천안매립지는 오염의 개연성이 큰 것으로 확인되었다. 침출수질 중 유기물질 농도는 천안매립지가 5,676 mg/L(COD<sub>cr</sub>)로 높았다. 침출수 유기물질(COD<sub>cr</sub>)의 농도가 침출수 배출허용기준(800 mg/L)을 초과하여 누출 침출수로 인한 인근 지역의 지하수 오염 가능성이 큰 것으로 판단되었다. 천안매립지 인근 지하수 수질 측정결과 염소이온 농도가 지하수관정 3지점에서 각각 146, 44, 23 mg/L로 나타났다.

원주지역에 위치하고 있는 매립지의 침출수 중 유기물질(COD<sub>cr</sub>)은 136 mg/L로 그리고 BOD/COD<sub>cr</sub>은 0.32로 나타났다. 매립지가 침출수 안정화기준을 만족하고 있었다. 매립지의 인근 지하수 수질역시

지하수 수질기준에는 만족하지만 염소이온 물질이 검출되어 침출수에 의한 지하수 오염이 진행된 것으로 확인되었다. 원주매립지의 경우 인근 지하수의 염소이온농도가  $148\text{-}186 \text{ mg/l}$ 의 범위로 높았으며 강원도 지역의 타 매립지와 비교하여 상대적으로 침출수에 의한 지하수의 오염이 높은 것으로 판단된다. 아래 Fig. 1에서 보는 바와 같이 지하수모니터링을 위해 천안 및 원주매립지에 각각 7 및 8개의 지하수관측정을 신설하였다.

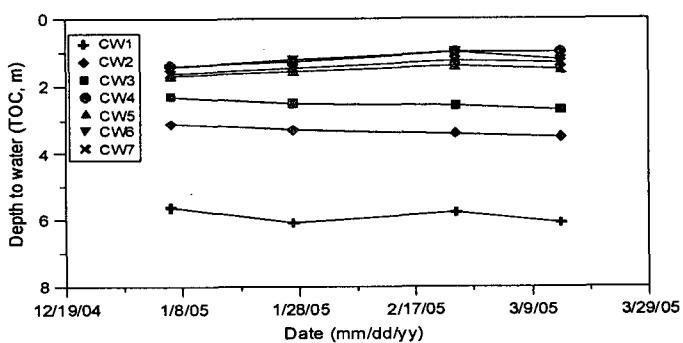


[Fig. 1] 천안 직산매립지 및 원주 태장매립지 주변의 지하수관측정 위치

## 2.2 수위 변동

### 1) 천안 매립지

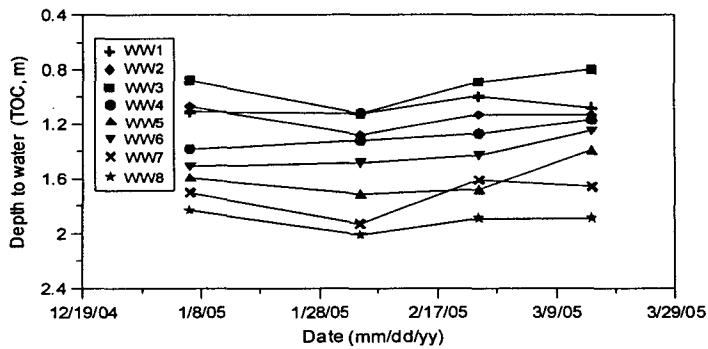
매립지의 내부에 위치한 관측정의 경우, 견기인 1월에서 3월로 가며 일부 수위가 강하하는 양상을 보인다. 반면 매립지 외부의 수위는 서서히 증가하는 양상을 보인다(Fig. 2).



[Fig. 2] 천안 매립지 주변의 지하수위 변화

### 2) 원주매립지

관측정이 모두 매립지 외부에 설치되어 있는데 전반적으로 지하수위가 서서히 상승하는 양상을 보여주고 있다(Fig. 3).



[Fig. 3] 원주 매립지 주변 지하수위 변화

### 2.3 수리전도도

순간수위변화시험은 베일러를 사용하여 순간적으로 물어 덜어냄으로써 수위변화를 일으키는 기작(withdrawal test)을 이용하였다. 천안매립지의 경우 매립지 내부는 투수성이 우수하여 수리전도도가  $10^{-2}$  cm/sec의 범위를 보였다. 이와 같이 투수성이 큰 이유는 선별장 내부는 모래 등의 복토로 이루어져 있기 때문이다. 매립지 외부는 모두  $10^{-5}$  cm/sec 범위로 매우 낮은 투수성을 보였다. 이 부분은 모두 논지역으로 하부지층이 대부분 점토질 실트로 구성되어 있다. 그러므로 매립지 내부에서 외부로 침출수가 유출되더라도 이를 저투수성 지층으로 인해 상당히 저감될 것으로 보인다. 원주매립지의 경우 거의 대부분의 관정에서  $10^{-4}$  cm/sec의 투수성을 보였다. 이들 관정들은 천안 직산매립지와 달리 모두 매립지 옹벽 바깥에 위치한다. WW1과 WW2를 제외한 모든 관정은 현재 텃밭으로 이용되고 있는 지역으로 상대적으로 투수성이 우수하다.

[표 1] 순간수위변화시험 해석결과

매립지	관정	수리전도도(cm/sec)	
		B & R	Cooper et al.
천안	CW2	$9.07 \times 10^{-2}$	$8.94 \times 10^{-2}$
	CW3	$7.87 \times 10^{-2}$	$7.87 \times 10^{-2}$
	CW4	$2.70 \times 10^{-5}$	$1.29 \times 10^{-4}$
	CW5	$3.89 \times 10^{-5}$	$2.88 \times 10^{-4}$
	CW6	$1.41 \times 10^{-5}$	$2.89 \times 10^{-4}$
원주	WW1	$1.15 \times 10^{-4}$	$2.99 \times 10^{-4}$
	WW2	$1.93 \times 10^{-4}$	$1.12 \times 10^{-3}$
	WW3	$4.15 \times 10^{-4}$	$3.68 \times 10^{-3}$
	WW4	$4.81 \times 10^{-4}$	$3.63 \times 10^{-3}$
	WW5	$1.68 \times 10^{-3}$	$6.57 \times 10^{-3}$
	WW6	$3.03 \times 10^{-2}$	$4.69 \times 10^{-2}$
	WW7	$5.78 \times 10^{-4}$	$3.43 \times 10^{-3}$
	WW8	$7.92 \times 10^{-4}$	$5.64 \times 10^{-3}$

### 3. 정리

본 연구의 목적은 불량매립지에 대한 분자생태학적 모니터링 가능성을 평가하는 것이다. 이를 위한 1차년도 기초조사로서 수리지질학적 특성화를 수행하였다. 또한 본 매립지에서 양수시험, 추적자시험 및 지표투수시험, 비저항 탐사 등이 계획되어 있다. 2005년도에는 다수의 관측정을 추가로 설치하여 모니터링을 수행하고 오염물질의 거동을 평가하는 지하수전문 모델링을 수행할 계획이다.

#### 4. 참고문헌

- Lee, J.Y. and Lee, K.K., 1999. Analysis of the quality of parameter estimates from repeated pumping and slug tests in a fractured aquifer system in Wonju, Korea, *Ground Water*, Vol. 37, No. 5, p.1531-1537.
- 이진용, 황대규, 이명재, 최예권, 김정우, 이강근, 2002. 해안매립지에서의 추적자 시험 및 수위변동연구, *지질학회지* 38(4): 621-629.
- 박정구, 서창일, 전권호, 김종호, 이진용, 권형표, 윤희성, 2005. 불량매립지의 분자생태학적 모니터링 연구: 매립지 선정 및 기초조사 결과, *대한환경공학회 춘계학술대회*, 2005/04/28-29, 아주대학교.

사사: 본 연구는 환경부의 “차세대핵심환경기술개발사업(Eco-technopia 21 project)”으로 지원받은 과제입니다.