

수도권 매립지 주변 하천의 독성물질 오염실태 조사

강 창 민^{*} · 이 인 현^{**} · 장 원^{***}
^{*}초당산업대학교 환경공학과 · ^{**}시민환경연구소 · ^{***}대전대학교 환경공학과
(1998년 2월 20일 접수)

The Survey about Toxic Material Contamination at the Streamwater around the Sudokwon Landfill Area

Chang-Min Kang^{*}, In-Hyun Lee^{**}, and Won Jang^{***}
^{*}Dept. of Environment, Cho-Dang University, Chonnam, Korea
^{**}Environmental Institute for Citizen's, Seoul, Korea
^{***}Dept. of Environment, Tae-jon University, Taejon, Korea
(Manuscript received 20 February 1998)

This study estimate the degree of contamination in the streamwater around the Sudokwon landfill site. It was sampled at 10 sites in Jan., Apr., Jul. and Oct., 1996. There were analyzed five kinds of toxic chemical material-CN, ABS, PCB, As, Org-P, and four kinds of heavy metal-Pb, Hg, Cd, C_r⁶.

The result are 1)The COD was generally increased to compare before landfill, 2)The Org-P and PCB were not detected at all points, 3)The concentrations of Pb, C_r⁶ and As were lower than the environmental criteria values, 4)The CN, Hg and Cd were over environmental criteria values, and so emergent regulation is needed, 5)The effects of the streamwater contamination were not only the leachate of the landfill, but also the small factories and agricultural land around the landfill.

Key words : leachate, toxic chemical material, heavy metal, criteria

1. 서 론

폐기물 문제는 우리의 일상생활과 가장 밀접한 환경 문제의 하나로서 주목되고 있다. 특히 매립결과 발생하는 침출수는 주변하천 및 지하수오염의 주원인이 되고 있다. 침출수의 경우, 일반도시하수와는 달리 유기오염 물질을 비롯한 유해성 화학물질, 중금속물질이 다량 포함되어 그 효율적처리가 어려울 뿐만아니라, 하천으로 유입되면 수질생태계에 심각한 영향을 미치게 된다. 본 연구의 대상인 수도권매립지는 우리나라의 대표적 매립지로서, 발생하는 침출수량은 평균 1796~2217m³/일이며, 우기에는 최대 3900m³/일이 발생하는 것으로 보고되고 있다(수도권매립지 운영조합, 1995b). 한편 침출수처리장의 경우 처리용량을 3000m³/일로 설계되어, 우기에 시설용량을 초과하는 침출수에 대해 무처리 방류하여, 시천천의 중금속오염의 원인이 된다는 비난을 받아왔다. 그러나 수도권매립지 주변에는 공장, 축사, 농경지 등의 점 및 비점오염원이 다수 산재되어 있어, 이들 오염원의 영향을 무시할 수 없는 실정이다. 따라서 수도권매립지 및 주변오염원에 대한 포괄적인 연구가 절실하게 요구되고 있다. 이러한 상황에서 최근 수도권매립지 주변하천의 유기오염물질 특성에 관한 연구가 일부 이루어져 있으나(이 인현 등, 1998), 독성 및 중금

속물질에 대한 연구는 아직 부족한 실정이다.

본 연구의 목적은 중금속 및 독성화학물질에 대한 각 지점별 하천수질을 검토함으로써, 하천오염현황 및 오염원을 예측하고, 나아가 하천의 효과적 관리를 위한 기초자료를 제공하는 것이다.

2. 실험방법

2.1 시료채취

Fig. 1은 수계별 시료채취지점을 나타내고 있다. 시료채취는 크게 매립지 침출수의 영향이 없다고 판단되는 수계 I와 침출수의 영향이 예상되는 수계 II(시천천)로 나누어 총 10개지점을 선정하였다. 수계 I은 수도권매립지 1공구로부터 4km 이상 떨어져 있으며, 안암도 유수지로 유입되는 수계로 3개지점(WS1, WS2, WS3)이 속한다. WS1과 WS2는 상류지점이며, WS3은 하류지점으로써 서해로 유입되는 배수갑문이 있는 곳이다.

수계 II는 시천천으로 수도권매립지 상류에서 매립지 인근을 통과하여, 서해로 유입된다. WS4, WS5 및 WS7은 3공구 계획부지(현 1공구의 매립종료후 사용될 예정지) 및 그 주변지점을 나타낸다. WS4는 3공구지점의 상류부로부터 침출수의 직접영향은 없을 것으로 예상되며, WS5는 1공구에 인접해 있으며, 침출수에 의한 오염가

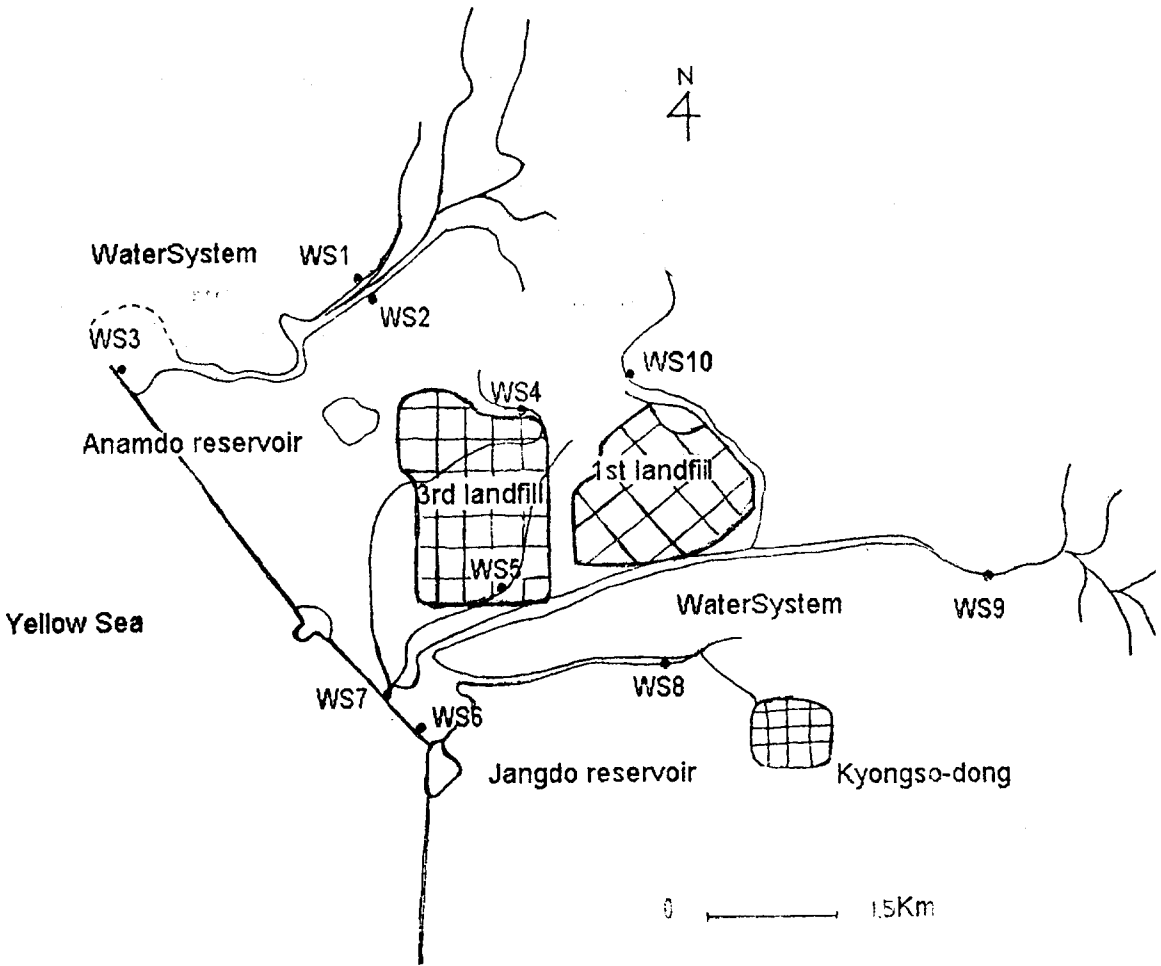


Fig. 1. Sampling sites of streamwater.

능성이 있는 지점이다. WS7은 WS4에서 수계Ⅱ의 본류에 흘러드는 지천의 하류에 위치한 지점이다. WS6는 장도유수지 지점으로 수계Ⅱ의 가장 하류쪽이며, 배수갑문이 있는 곳이다. WS8은 경서동매립지의 하류수계에 위치한 지점으로 경서매립지의 침출수가 유입될 가능성이 있는 지점으로 수계Ⅱ의 하류지점과 연결된다. WS9은 수계Ⅱ의 상류지점으로 수도권매립지 침출수의 영향이 없는 지점이다. WS10은 수도권매립지 인근을 통과하는 수계Ⅱ의 지천으로 침출수에 의한 오염의 가능성이 있는 지점이다.

측정기간은 우기를 피하여 계절별로 1회씩 측정하였고, 측정일수는 각 1주일간으로 하였다.

측정시기는 1차 1996년 1월 23일~1996년 1월 29일(겨울), 2차 1996년 4월 11일~1996년 4월 17일(봄), 3차 1996년 7월 22일~1996년 7월 28일(여름), 4차 1996년 10월 21일~1996년 10월 27일(가을)에 걸쳐 실시하였다. 시료채취는 고밀도 폴리에틸렌 시료병으로 채수하여 4℃에서 보존하였다.

2.2 분석항목 및 분석방법

조사지점의 하천수질은 유해화학 물질 5개항목(CN, ABS, PCB, As, Org-P), 중금속류 4개항목(Pb, Hg, Cd, Cr⁶⁺) 및 COD_{Mn}으로 총 10개 항목에 대해 측정하였다. 분석방법은 환경오염 공정 시험법(환경부, 1996) 및 Standard Methods(APHA, 1989)에 준하여 실시하였다. 채취한 시료는 질산-과염소산분해법으로 전처리 후, As, Hg, Pb, Cd 및 Cr⁶⁺은 원자흡광광도계(Atomic Absorption Spectrophotometer, Spectra AA-300 VARIAN Co., USA), CN은 분광광도계(UV-1201 Spectrophotometer, Shimadzu Co., Japan)로 분석하였다. PCB, Org-P은 미국 환경청 공정시험법(EPA method 525.1)에 근거하여 Empore Extraction Disk(USA)를 이용하여 시료를 추출한 후 가스크로마토그래피(Gas Chromatography, GC 3400CX, VARIAN Co., USA)로 분석하였다. PCB, Org-P의 표준물질은 SUPELCO Co.(USA)의 Stock solution(1000 µg/ml)을 희석하여 이용하였고, 그외 항목은 일본 昭和化學(株)의 특급시약과 초순수(18.3 MΩ)를 이용하여 직접 조제하였다. ABS는 메틸렌블루우법으로 추출하여 흡광도 650nm에서 측정하였다. TCOD_{Mn}은 COD환류장치(해동화학)로

수도권 매립지 주변 하천의 독성물질 오염실태 조사

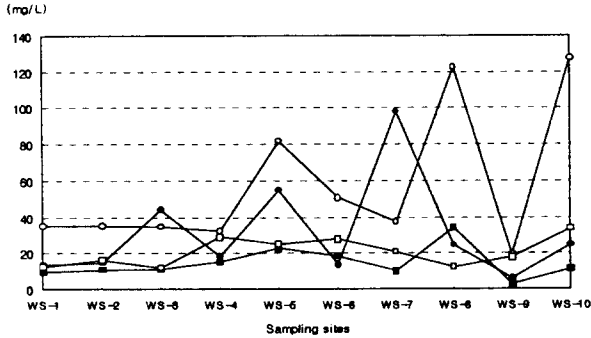


Fig. 2. The seasonal variations of COD_{Mn} at each sampling site. ●:Winter, ○:Spring, ■: Summer, □:Fall

Water bathB-09를 이용하였다.

3. 결 과

3.1 화학적 산소요구량(COD_{Mn})

조사지점별, 조사시기별 COD_{Mn}농도는 Fig. 2와 같다. 화학적 산소요구량은 계절별로 보면 봄, 겨울, 가을, 여름 순으로 높은 값을 나타냈다. 타 계절에 비해 봄의 경우 농도차가 가장 뚜렷함을 알 수 있었다. 봄의 경우 안암유수지에 연결된 수계 I의 WS1, WS2 및 WS3지점이 35mg/l ~ 36mg/l의 농도를 나타낸 반면, 매립지침출수의 영향이 예상되는 수계 II에 속한 WS4~WS10지점은 50mg/l ~ 130mg/l의 높은 수치를 나타내고 있다. 겨울에 수계 I의 WS3지점이 43mg/l, 수계 II의 WS5, WS7지점이 각각 54mg/l와 98mg/l의 높은 수치를 보였고, 나머지 지점은 20mg/l의 낮은 수치를 나타내었다. 전체적인 농도를 살펴보면 상기 기술한 일부 지점을 제외하면 20mg/l를 전후하여 ±10mg/l의 범

Table 1. The concentration(mg/l) of heavy metals in each point and each month

Sites		WS 1	WS 2	WS 3	WS 4	WS 5
Pb	Jan.	0.016	0.030	0.030	0.031	0.010
	Apr.	ND	ND	ND	ND	ND
	Jul.	ND	ND	ND	ND	ND
	Oct.	ND	ND	ND	ND	ND
Hg	Jan.	0.00912	0.00504	0.00508	0.00244	0.01344
	Apr.	ND	ND	ND	ND	ND
	Jul.	0.00344	ND	0.00184	ND	0.00232
	Oct.	0.00224	0.00233	0.00444	0.0069	0.00116
Cd	Jan.	0.016	0.037	0.015	0.011	0.017
	Apr.	0.038	0.038	0.017	ND	ND
	Jul.	0.009	0.006	0.008	0.002	ND
	Oct.	0.042	0.050	0.040	ND	ND
Cr ¹⁶	Jan.	0.006	ND	0.003	ND	0.030
	Apr.	ND	ND	ND	ND	ND
	Jul.	ND	ND	ND	ND	ND
	Oct.	ND	ND	ND	ND	ND

Sites		WS 6	WS 7	WS 8	WS 9	WS 10
Pb	Jan.	0.045	0.009	0.023	0.041	0.027
	Apr.	ND	ND	ND	ND	ND
	Jul.	ND	ND	ND	ND	ND
	Oct.	ND	ND	ND	ND	ND
Hg	Jan.	0.00265	0.00382	0.00354	0.00562	0.00604
	Apr.	ND	ND	ND	ND	ND
	Jul.	0.00805	ND	0.00738	ND	0.00961
	Oct.	0.00290	0.00127	0.00069	0.00132	0.00185
Cd	Jan.	ND	0.008	0.064	0.015	0.225
	Apr.	ND	ND	0.007	0.012	0.029
	Jul.	ND	0.003	ND	0.004	0.002
	Oct.	ND	ND	ND	0.012	0.024
Cr ¹⁶	Jan.	ND	0.015	0.004	0.017	ND
	Apr.	ND	ND	ND	ND	ND
	Jul.	ND	ND	ND	ND	ND
	Oct.	ND	ND	ND	ND	ND

(The values of environmental standard: Cd:<0.01 mg/L, As:<0.05 mg/l, CN, Hg, Org-P and PCBs: ND, Pb:<0.1 mg/l, Cr¹⁶:<0.05 mg/l, ABS:<0.5 mg/l), ND: Not Detected

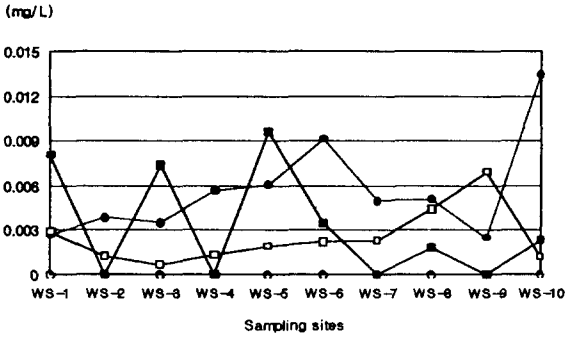


Fig. 3. The seasonal variations of Hg concentration at each sampling site. ●:Winter, ○:Spring, ■:Summer, □:Fall

위를 나타내고 있었다.

3.2 중금속이온

Table 1는 각각 지점별, 시기별 중금속의 농도를 나타내고 있다. Pb의 경우 전계절중 봄에만 검출되었으나, 전지점에서 0.009~0.045mg/l로 나타나 환경기준치인 0.1mg/l보다 낮은 수치였다. 특히 매립지의 영향이 없다고 판단되는 수계 I의 WS1에서 최고치를 나타내었다.

Hg은 봄을 제외한 전 계절에 걸쳐 미량으로 대부분의 지점에서 검출되었다. 또한 양 수계의 측정지점별로 높은 농도차를 나타내었다. 1월의 경우 전지점에서 0.00244~0.01344mg/l의 범위를 나타내었고, 수계 II의 상류인 WS10에서 가장 높은 0.01344mg/l을 나타내었다. 7월의 경우 4개지점을 제외하고 0.00132~0.00961mg/l의 범위를 나타내었고, 수계 II의 WS5가 가장 높은 수치를 나타내었다. 10월의 경우 수계 I의 WS3지점 0.00069mg/l를 제외하고, 대개 0.00127~0.0069mg/l의 범위를 나타내었고, 수계 II의 WS9가 0.0069mg/l의 가장 높은 수치를 나타내었다. 환경기준법상 Hg은 검출되어서는 안되는 중금속인 점을 고려해 볼 때, 이는 매우 심각하다고 할 수 있다.

Cd는 여름을 제외한 전 지점에서 환경기준치를 초과하는 경향을 나타내었다. 1월의 경우 수계 I의 WS1 및 WS2 지점을 제외한 전지점에서 0.011~0.064mg/l의 범위를 나타내어, 환경기준치 0.01mg/l를 넘어서고 있었다. 4월에는 0.007~0.038mg/l의 범위를 나타내었고, 안암유수지인 수계 I보다 신천천에 속한 수계 II가 전반적으로 높게 나타났다. 7월에는 전혀 검출되지 않거나, 환경기준치 이하로 나타났다. 10월에는 수계 I에서는 전혀 검출되지 않고, 수계 II에서는 대개 0.012~0.05mg/l의 범위를 나타내었다.

특히 수계 II의 WS6, WS7, WS8은 각각 0.4mg/l, 0.5mg/l 및 0.4mg/l를 나타내어, 환경기준치의 0.01mg/l를 크게 상회하고 있었다.

Cr⁶⁺은 1월의 경우, 양 수계의 4지점에서 0.003~0.017mg/l의 범위로 검출되었으나, 모두 환경기준치 0.05mg/l을 밑도는 수준이었고, 그 이외의 계절에서는 검출되지 않았다.

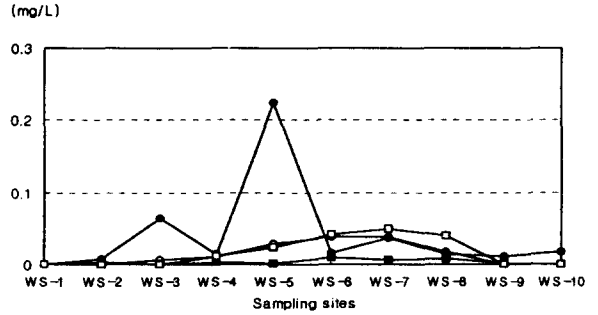


Fig. 4. The seasonal variations of Cd concentration at each sampling site. ●:Winter, ○:Spring, ■:Summer, □:Fall

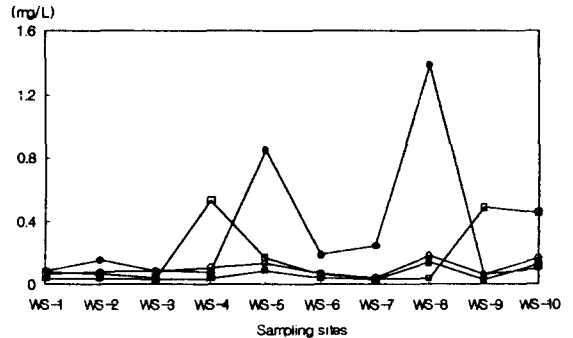


Fig. 5. The seasonal variations of ABS concentration at each sampling site. ●:Winter, ○:Spring, ■:Summer, □:Fall

3.3 유해물질

인체에 해로운 유해화학물질로서 CN, ABS, PCBs, As, Org-P 등 총 5개의 항목을 조사했고, 그 결과를 Table 2에 나타내었다.

PCBs와 Org-P은 양 수계에서 전지점 및 전계절에서 검출되지 않았다. CN의 경우 겨울에만 검출되었고, 그 외의 계절에는 검출되지 않았다. 1월에 전 지점에 걸쳐 0.0037~0.015mg/l의 분포를 나타내었고, 특히 수계 II의 WS7지점은 0.015mg/l로서 타 지점들의 두배에 이르는 높은 수치를 나타내었다. 세제성분인 ABS는 양 수계에서 전 지점 및 전 계절에서 검출되었다. 대개 0.02~1.40mg/l의 분포를 보였는데, 지점별 및 계절별로 큰 차이점을 나타내고 있었다. 특히 1월의 경우, 수계 II의 WS4, WS5 및 WS8지점이 0.5273mg/l, 0.8500mg/l 1.3875mg/l로, 환경기준치 0.50mg/l를 초과했다. As의 경우, 전계절중 겨울에만 전 지점에서 미량으로 검출되었다. 1월의 경우, 전지점에서 0.00012~0.00107mg/l의 농도범위를 나타내었으나, 환경기준치 0.05mg/l를 초과하지 않았다.

4. 고찰

4.1 COD_{Mn}

Fig. 2의 결과에 의하면 계절별 COD농도에 다소 차이가 있고, 특히 봄의 농도가 타계절에 비해 상당히 높

수도권 매립지 주변 하천의 독성물질 오염실태 조사

Table 2. The concentration(ng / l) of toxic materials in each point and each month

Sites		WS 1	WS 2	WS 3	WS 4	WS 5
CN	Jan.	0.0044	0.0049	0.0059	0.0036	0.0062
	Apr.	ND	ND	ND	ND	ND
	Jul.	ND	ND	ND	ND	ND
	Oct.	ND	ND	ND	ND	ND
ABS	Jan.	0.0802	0.1559	0.0822	0.0793	0.8500
	Apr.	0.0600	0.0787	0.0813	0.1033	0.1352
	Jul.	0.0340	0.0333	0.0298	0.0360	0.0815
	Oct.	0.0765	0.0613	0.0397	0.5273	0.1665
PCB	Jan.	ND	ND	ND	ND	ND
	Apr.	ND	ND	ND	ND	ND
	Jul.	ND	ND	ND	ND	ND
	Oct.	ND	ND	ND	ND	ND
As	Jan.	0.00012	0.00012	0.00023	0.00017	0.00107
	Apr.	ND	ND	ND	ND	ND
	Jul.	ND	0.009	ND	ND	0.005
	Oct.	ND	ND	ND	ND	ND
Org-P	Jan.	ND	ND	ND	ND	ND
	Apr.	ND	ND	ND	ND	ND
	Jul.	ND	ND	ND	ND	ND
	Oct.	ND	ND	ND	ND	ND

Sites		WS 6	WS 7	WS 8	WS 9	WS 10
CN	Jan.	0.0068	0.0150	0.0065	0.0037	0.0056
	Apr.	ND	ND	ND	ND	ND
	Jul.	ND	ND	ND	ND	ND
	Oct.	ND	ND	ND	ND	ND
ABS	Jan.	0.1896	0.2405	1.3875	0.0626	0.0952
	Apr.	0.0663	0.0452	0.1804	0.0600	0.1678
	Jul.	0.0386	0.0247	0.1416	0.0276	0.1245
	Oct.	0.0606	0.0371	0.0351	0.4835	0.4487
PCBs	Jan.	ND	ND	ND	ND	ND
	Apr.	ND	ND	ND	ND	ND
	Jul.	ND	ND	ND	ND	ND
	Oct.	ND	ND	ND	ND	ND
As	Jan.	0.00046	0.00047	0.00053	0.00039	0.00028
	Apr.	ND	ND	ND	ND	ND
	Jul.	ND	ND	ND	ND	ND
	Oct.	ND	ND	ND	ND	ND
Org-P	Jan.	ND	ND	ND	ND	ND
	Apr.	ND	ND	ND	ND	ND
	Jul.	ND	ND	ND	ND	ND
	Oct.	ND	ND	ND	ND	ND

ND; Not Detected

음을 알 수 있다. COD의 계절별 농도차의 원인은 인천 및 김포지역의 계절별 강수량과 밀접한 관련이 있는 것으로 추측되어진다. 수도권매립지주변환경영향평가조사보고서(수도권매립지운영조합, 1996)에 의하면 인천 측우소 및 김포항공기상관측소의 경우 계절별 강수량은 봄167.8~169.3mm, 여름582.5~702.8mm, 가을142.8~155.0mm, 겨울13.1~19.9mm로 여름철이 전체의 63.3%~68.0%를 차지하고 있다. 또 월별강우량을 보면

1월11.1~18.20mm, 4월59.5~64.0mm, 6월235.6~236.8mm, 7월276.1~380.8mm, 10월75.6~76.8mm로 나타났다. 이상의 강수량 결과에 의하면 여름의 경우 집중호우로 인한 하천 유량및 유속의 급속한 증가로 인해 농도희석 및 하상침전물의 세정효과가 동시에 일어나 수중COD농도가 평소 잔존수중농도보다 낮게 나타났다고 생각된다. 그후 가을과 겨울의 경우 다시 유량감소 및 유속저하로 인해 수중COD농도가 점진적으로 증가하고

Table 3. The number of point source in water system around the Sudokwon landfill(EPA, 1988)

Fields	Water system	I	II	Total
Steel		172	55	227
Timber, Furniture		30	37	67
Chemistry, PVC		22	11	33
Costruction waste recycle, cement		8	3	11
Livestock farming		4	7	11
Others		4	-	4
Total		240	113	353

Table 4. Cd, Hg concentration(mg / l) of untreated and treated leachate(Sudokwon landfill management conggregation, 1995, 1996)

Item	Cd				Hg			
	1995년		1996년		1995년		1996년	
	Untreated	Treated	Untreated	Treated	Untreated	Treated	Untreated	Treated
1	0.010	0.001	ND	0.014	0.0009	ND	0.0019	0.0005
2	0.008	0.027	ND	ND	0.0012	ND	0.0007	ND
3	ND	ND	ND	ND	0.0011	ND	0.0006	ND
4	0.060	0.010	ND	ND	0.0004	ND	0.0005	0.0003
5	0.058	ND	0.007	0.011	0.0008	ND	0.0066	0.0006
6	ND	ND	ND	ND	0.0013	ND	0.0011	ND
7	0.032	0.027	ND	ND	0.0011	ND	0.0008	ND
8	ND	0.002	0.013	ND	ND	ND	0.0005	ND
9	ND	0.007	ND	ND	0.0014	ND	0.0012	0.0006
10	ND	ND	0.014	ND	0.0014	ND	0.0006	ND
11	ND	ND	ND	ND	0.0006	0.0002	ND	ND
12	ND	0.006	ND	ND	0.0010	0.0001	ND	ND

침전량도 늘어남으로써 봄에 최대량에 도달하였다고 보여진다. 이러한 현상은 1년중을 통하여 반복될 것이라고 추측된다. 수계 II에 속하는 WS8과 WS10에서 봄의 COD가 여름에 비하여 4~5배 높게 나타나는 이유로서는 이들지점이 각각 경서동매립지 및 주거단지와 연결되어 유기성하·폐수의 유입이 타지역보다 높기 때문이라고 생각된다.

4.2 수은 및 카드뮴

본 조사의 경우 중금속에서는 특히 수은과 카드뮴이 환경기준치를 초과하여 문제가 되고 있다. 각 수계의 조사지점에 영향을 미치리라 여겨지는 주변 공장을 유사한 업종별로 분류하여 Table 3에 나타내었다.(환경청, 1988).

업종별 분포는 철제와 철골제작업종이 가장 많고, 목재가공과 가구제조업, 화학제품과 PVC가공업, 건축폐자재와 시멘트, 축사, 기타 순으로 많은 것으로 나타났다. 수계 I의 경우 매립지와는 직접적 관련이 없으나, 주변에 많은 공장 및 축사가 존재하고 있어 공장폐수 및 축산폐수 등의 영향이 예측된다. 반면 수계 II는 매립지, 공장 및 주거단지가 위치하고 있어 이들오염원의 복합 영향이 예측되는 수계이다. 상기의 각 업종은 도료, 의약품, 농약, 도금 및 철골가공 등의 업종을 포함하므로써 제조 및 가공단계에서 각종 중금속 및 유해물질의 발

생이 충분히 예상된다.

카드뮴(Cd)은 환경기준법상 검출되어서는 안되는 물질이다. 수계 I은 매립지에 연결되지 않은 수계임에도 불구하고 미량이 검출되고 있다. 이는 주변에 위치한 공장 등의 오염원에서 발생하는 것으로 추측된다. 특히 WS3에서 겨울에 상대적으로 높은 수치를 나타내고 있으며, 이는 각 지천을 따라 유입된 카드뮴이 하류에서 합쳐졌기 때문이라 판단된다. 특히 이들 시설의 90% 이상이 영세업체임을 고려할 때, 미처리 및 비정상처리 폐수의 당류에 의한 가능성이 높다고 생각된다. 반면 수계 II에서는 전체적으로 수계 I에 비해 높은 수치를 나타내고 있다. 특히 겨울철에 WS4, WS5, WS6, WS7, WS8지점에서 다소 높은 농도를 나타내고 있다. 지점별 예상되는 초과 원인으로서는 WS4 지점은 주변에 화학제품 및 PVC 제조공장들이 밀집하여, 발생하는 미처리 폐수에 의한 영향일 것으로 예측된다. WS8 지점은 경서동매립지 주변지점으로 침출수에 의한 영향이 예상되며, WS6 및 WS7 지점은 수계 II의 최하류로 각 지천으로부터 유입되는 고농도의 폐수가 최종적으로 합류되는 지점이다. 특히 WS5는 김포매립지의 침출수가 하천에 유입되는 지점으로, 본 조사에서 가장 높은 농도를 나타내었다. 이 지점은 매립지 침출수가 다른 지점에 비해 전체 카드뮴오염에 미치는 기여도가 크다고 생각된다. 7월의 경우 카드뮴의 농도가 기준치 이하를 나타낸 것

Table 5. The concentration($\mu\text{g}/\text{l}$) of pollutants in the riverwater before and after landfill(EPA, 1988)

Year&Point Items	Before landfill (1988)		After landfill (1996)	
	Stream I (nonaffected by leachate) (WS-3)	Stream II (affected by leachate) (WS-6)	Stream I (nonaffected by leachate) (WS-3)	Stream II (affected by leachate) (WS-6)
COD	14.7	26.6	22.9	34.6
CN	ND	ND	ND	ND
Cd	ND~0.0011	ND~0.0009	ND~0.007	0.024
Hg	ND	ND	ND~0.00354	ND~0.00344
Org-P	ND	ND	ND	ND
As	0.012	0.012	ND	ND
Pb	ND	ND	ND	ND
Cr ¹⁶	ND	ND	ND	ND

은 유기로서 하천수량이 증가하여, 회석에 의해 카드뮴의 수중농도를 감소시켰기 때문이라고 생각된다. 반면 WS9 및 WS10은 매립지의 상류부로서 공장 및 농지, 축사 등의 영향이 크게 예상되는 지점이다. 이상의 결과로서 주변 수계의 카드뮴 오염은 수계별로 그 오염원이 다르며, 특히 수계 II의 경우 지점에 따라서 매립지와외의 상관성이 큰 것으로 추정된다.

수은(Hg)은 환경기준이상 검출되어서는 안되는 물질이다. 카드뮴과 마찬가지로 수은도 1월에 전반적으로 높은 농도를 유지했다. 10월과 1월에 양수계의 전 지점에서 검출되었으나, 7월에는 6지점에서 검출되었다. 특히 7월의 경우 유기로 인해 전반적으로 낮은 농도를 나타내었으나, 일부지점(WS1, WS3, WS5의 3지점)에서 특히 높은 농도로 검출되었다. 유기입에도 불구하고 이들 지점에서 수은의 농도가 높게 나타난 것은 강우를 이용한 공장폐수의 무단 방류, 수은을 원료로 사용하는 산업 공정에서 부주의에 의해 누출된 원료가 강우에 washout되거나 주변 농경지 잔존농약의 유출때문이라 생각된다. 한편 수계에 미치는 침출수의 영향을 살펴보기 위하여 수도권매립지의 침출수 원수 및 처리후 방류수의 수은농도 자료를 검토했다(Table.4). 침출수 방류수의 경우 원수보다 농도가 훨씬 낮아 정상적 처리가 이루어짐을 알 수 있었고, 또 침출수 원수 자체가 하천수 중의 수은농도에 비교하여 대부분 낮은 수치로서, 일부의 기여는 인정되나, 전체적으로는 타 오염원(공장, 농경지 등)의 영향을 많이 받는다고 생각된다.

이상의 결과로서 시기별, 장소별로 측정된 각 항목은 전반적으로 일정한 경향은 나타내기보다, 상당히 불규칙적인 것을 알 수 있었다. 이러한 특성은 조사시기 및 조사지점에 따라서도 달라지리라 생각된다. 그 원인으로서 매립지 주변에 다양한 업종의 공장과 주거지, 축사 및 농경지가 혼재되어 있음으로 인해 오염원 상호간 배출특성이 다르고, 또 정화되지 않은 공장폐수의 무단 방류 및 조업 사정에 따른 불규칙한 폐수배출 등의 복합적 요인이 존재하기 때문이라 생각된다. 또한 하천수의 중금속 및 독성물질 농도가 침출수 방류수의 농도보다 일반적으로 높다는 것은 수계에 유입되는 다른 오염원으로부터의 오염물 유입량이 상당히 존재한다는 것을 나타낸다.

4.3 매립지 조성전후의 수질변화

Table 5에 매립지 조성전(1988년)과 조성후(1996년), 수계 I (WS-3) 및 수계 II (WS-6)의 지표수 실측자료를 비교 정리하여, 그 평균값을 나타내었다.

1988년 조사(환경청,1988)의 경우, 1차 및 2차 측정시기는 각각 5월과 8월에, 1996년은 4월과 7월에 실시되었다.

수계 I 와 수계 II의 경우, 매립지 조성전후의 수질변화는 COD, Cd 및 Hg에 대해 인정되었고, 그이외의 항목에서는 변화가 나타나지 않았다. COD의 경우, 양 수계 모두 뚜렷한 증가를 나타내어, 유기물에 의한 오염이 상당히 진행되고 있음을 알 수 있었고, 이러한 증가원인 으로서는 하천수계에서 매립지를 비롯한 각종 공장, 축사 및 주택지의 증가에 의한 것으로 판단된다. 중금속 및 유해물질의 경우, Hg은 미량의 증가가 있었으나, 팔 목할 만한 것은 아니었다. 반면, Cd은 양수계 모두 뚜렷한 증가를 나타내어, 매립지조성전에 비해 각각 7배와 27배의 높은 증가율을 보였다.

5. 결 론

수도권 매립지로 인한 매립지 주변의 지표수질의 오염정도를 수질분석 및 수계별 비교분석을 바탕으로 하여 매립지 주변의 지표수질을 분석한 결과는 다음과 같다.

1)COD는 매립전에 비해 양 수계에서 모두 증가되었고, 그 원인은 오염배출원의 양적 증가에 기인했다.

2)Pb, Cr¹⁶, As 은 환경기준치 이하로 검출되었으며, Org-P, PCB는 전구간에서 검출되지 않았다.

3)CN, Hg, Cd농도는 환경기준치를 초과했고, 매립지 침출수 및 주변 오염원(공장, 농경지 등)의 영향이 공존하는 것으로 판단되었다.

4)중금속이온 및 유해물질의 농도는 여름철에 가장 낮고, 겨울철에 가장 높아 강우량에 의한 회석에 큰 영향을 받았다.

5)수계 I 은 주변 공장, 축사 및 농경지의 영향을 크게 받았고, 수계 II는 매립지 및 공장의 영향을 동시에 받고 있었다.

6. 제 언

이상의 분석결과에 의해, 매립지 주변의 지표수는 상당히 오염되어 있음을 알았고, 그 오염원이 매립지 침출수의 영향뿐만 아니라 주변의 공장폐수, 축사 및 농경지에 의한 영향을 동시에 받는 것으로 판명되어, 향후 이들 오염원에 대한 중점적 관리체계를 세우는 것이 시급한 것으로 나타났다..

참 고 문 헌

- 수도권매립지 운영관리조합, 1995a, 수도권매립지(1공구)매립작업 감리용역 사후환경관리 종합보고서, 513pp.
- 수도권매립지 운영관리조합, 1995b, 수도권매립지(1공구)기반시설 보완 학술용역 수리지질 조사 및 지하수오염(유기물분야)평가 분야, 354pp.
- 수도권매립지 운영관리조합, 1996a, 수도권매립지(1공구)매립작업 감리용역 사후환경관리 종합보고서, 403pp.
- 수도권매립지 운영관리조합, 1996b, 수도권매립지주변 환경영향조사보고서, 1073pp.
- 이 인 현, 장 원, 백 영, 도 갑 수, 최 재 규, 1997, 수도권매립지주변의 지표수오염에 관한 연구, 한국환경과학회지, .6(6), 679-687.
- 환경부, 1996, 공해공정시험법(수질편), 동화기술
- 환경청, 1988, 김포지구 수도권 해안매립지 건설에 따른 환경영향평가서, 377pp.
- Americal Public Health Association, 1989, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 17th ed.