

부산시 일원의 토양 오염도 조사

정인교 · 홍성수* · 윤 일#

부산대학교 구강생물공학연구소, *부산시보건환경연구원
(Received July 14, 1994)

A Survey of Soil Pollution in Pusan City Area

In-Kyo Chung, Seong-Soo Hong* and Il Yun#

Research Institute for Oral Biotechnology, Pusan National University, Pusan 602-739, Korea

*Institute for Public Health and Environment of Pusan City, Pusan 608-104, Korea

Abstract—To provide a basis for setting up an environmental pollution policy of Pusan, an investigation of metal contents in the soil of Pusan was carried out from May, 1993 to April, 1994. Soil was sampled from 10 sites of industrial area, 8 sites of commercial area, 8 sites of residential area, 8 sites of green area and 8 sites of agricultural area. The industrial area was the most heavily polluted and the average contents of Cd, Cu, Zn, Mn, Pb and As were 0.580, 19.377, 67.348, 59.638, 58.555 and 1.006 ppm, respectively. In the soil of commercial area, the average contents of Cd, Cu, Zn, Mn, Pb and As were 0.453, 19.110, 63.384, 56.006, 37.466 and 0.578 ppm, respectively, and the average contents of Cd, Cu, Zn, Mn, Pb and As were 0.289, 10.312, 55.246, 55.536, 17.695 and 0.610 ppm, respectively, in the soil of residential area. The green area was the least polluted and the average contents of Cd, Cu, Zn, Mn, Pb and As were 0.215, 5.949, 19.366, 37.244, 6.856 and 0.295 ppm, respectively. In the soil of agricultural area, the average contents of Cd, Cu, Zn, Mn, Pb and As were 0.160, 7.077, 25.365, 51.485, 10.607 and 0.499 ppm, respectively. The fact that the Cd content of agricultural area was lower than that of green area is remarkable.

Keywords □ Soil pollution, Metal contents, Pusan city

토양오염은 대기오염과 수질오염에 이어서 대두되는 제3의 오염문제가 되고 있다. 사람을 비롯한 많은 동식물이 삶의 터전으로 삼고 있는 토양까지 오염된다면 사태는 아주 심각해진다. 토양은 고체상태인 흙과 액체상태의 지하수, 기체상태인 토양공기가 어우러진 소우주로서 자정능력을 가지고 있다. 토양이 오염된다는 것은 그 자체가 자정능력을 초과하는 방대한 오염물질이 자연계로 유입되었음을 의미하기 때문이다.

토양에는 원래부터 부화되어 있는 일차적 각종 중금속 등의 물질이 존재하며, 각종 오염물질에 의해 직접 오염될 가능성도 있으나, 대개는 오염된 대기나 수질을 통해 오염되는 것이 보통이다. 이 때문에 대기오염이나 수질오염에 비해 토양오염의 심각성이

뒤늦게 인식되기 시작했으며 오염실태 조사나 위해 평가도 아직 부족한 실정이다. 토양오염은 사람에게 직접적인 위해를 끼치지 않는다는 점이나 농작물의 생육을 저해시킬 뿐만 아니라 오염된 농작물을 섭취하는 사람에게 커다란 위해를 끼치는 간접오염이라는 점에서 직접오염인 대기오염이나 수질오염과는 성격을 달리한다. 또한 토양오염은 최근 음료수 문제로 어려움을 겪고 있는 우리들에게 지하수까지도 오염시킬 가능성이 매우 높기 때문에 두려움을 주고 있다. 특히 한번 오염된 토양은 자연적인 제거가 거의 불가능하다. 뿐만 아니라 토양은 대기, 수질 및 폐기물 오염을 통해 축적성을 나타내기 때문에 사후대책보다는 예방적 차원에서 근본적으로 토양을 오염시키지 않겠다는 국가적 국민 총체적 노력을 요구하고 있다. 이리하여 본 연구는 부산시 일원의 총 42개 지점의

#본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로

토양 오염도를 측정함으로써 부산시 일원의 수질 및 대기오염 방지대책 수립에 필요 불가결한 기초자료를 제공하는 데에 있다.

실험방법

시료채취—부산시 일원의 공업지역 10개 지점, 상업지역 8개 지점, 주거지역 8개 지점, 녹지지역 8개 지점 및 농경지역 8개 지점 0~5 cm 깊이의 표층 토양을 매월 1회씩 12개월(1993.5~1994.4)에 걸쳐 채취하였다. 시료의 대표성을 유지시키기 위해 모종삼으로 25개의 부분시료를 정방형 격자(격자점간 간격 1 m)의 각 격자점에서 채취하여 총 1 kg 이상이 되는 하나의 복합시료를 확보하였다(Fig. 1).

시료조제—채취한 토양을 잘 분쇄 혼합한 후 통풍 상태가 좋고 직사광선이 닿지 않는 장소에서 풍건시켰다. 이때 시료는 균일한 두께로 통풍이 잘 되게 펼쳐 놓았으며 건조된 토양은 표준체(눈금 간격 2 mm)를 통해 직경 2 mm 이상의 돌이나 식물 뿌리 등을 제

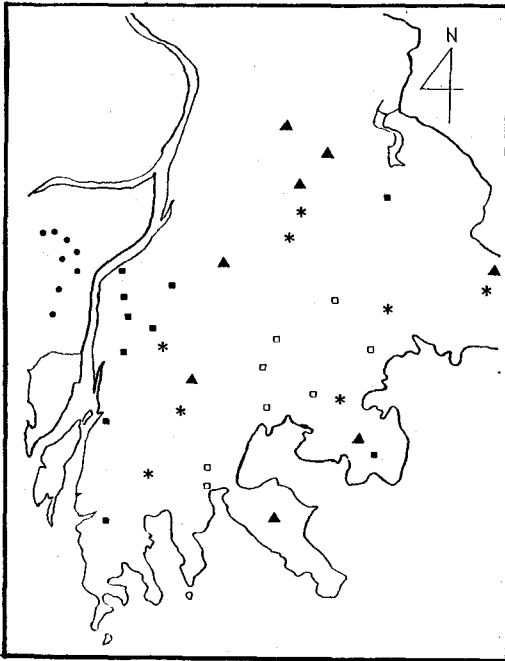


Fig. 1—Sampling sites for measuring soil pollution in Pusan city area.
Industrial area(■); Commercial area (□); Residential area(*); Green area (▲); Agricultural area(●).

거함으로써 풍건세토로 만들었다. 이를 사분법으로 혼합하고 100 g을 취하여 분석용 시료로 하였다. 항목별 중금속 분석을 위한 시료에 토양입자가 크거나 비중 차이가 있는 입자가 혼입되어 시료의 양에 오차가 발생할 우려가 있을 경우에는 100 g의 분석용 시료 모두를 마네투발을 이용하여 100 mesh 정도로 분쇄하였다.

중금속 정량—시료 10 g을 정밀히 취하여 100 ml 용량의 광구병 또는 삼각플라스틱에 넣은 후 0.1N HCl 50 ml를 가하였다. 항은 수평진탕기를 이용하여 30°C를 유지시키면서 1시간 동안 진탕시킨 다음 여과지 5종 B를 통해 여과시켰다. 여액중 중금속 함량이 2 mg/l 이상일 경우 0.1N HCl로 2 mg/l 이하가 되도록 희석 조절하였다. 이와 같이 전처리된 시료를 원자흡광도계(Atomic Absorption Spectrophotometer-Varian)로 개개의 중금속을 정량하였다. 원자흡광도법에 이용된 개개의 중금속 표준액은 Standard Methods¹⁾에 따라 조제하였다.

매달 채취된 토양 시료중 개개 중금속 정량은 이상과 같은 실험을 5회 시행하여 평균치를 취하였다. 토양 시료 채취는 매월 1회씩 시행하되 12개월 간에 걸쳐 채취되었으므로 실험 결과에 제시될 토양중 중금속 함량은 60회 측정된 것의 평균치가 된다는 것을 강조해 둔다.

결과 및 고찰

Cd의 경우—토양 중 Cd의 평균 함량이 Levinson²⁾은 1 ppm, Rose 등³⁾은 0.1~0.5 ppm, Pendias⁴⁾는 0.62 ppm이라고 하였다.

본 연구에서 측정된 토양중 거의 모든 토양에서는 Levinson²⁾이 제시한 1 ppm을 초과하지 않았다(Table I). 그러나 신평동 소재 한국주철관주식회사의 토양에서는 1.403 ppm이 될 정도로 높은 함량을 보여주었다. 공업지역인 삼락동과 장림동은 각각 0.774 ppm과 0.726 ppm을 함유하고 있었다. 상업지역인 좌천동 고가도로 밑의 토양에는 0.809 ppm의 함유량을 나타내었다.

Rose 등³⁾이 제시한 0.5 ppm에 비교하여 볼 때, 공업지역인 삼락동(0.774 ppm), 폐법동(0.578 ppm), 장림동(0.726 ppm), 신평동 한국주철관주식회사(1.403 ppm)의 토양에서 Cd 함량을 초과하였고 상업지역인

Table 1 - Concentrations of soluble heavy metals in the soil of Pusan city by several sampling sites (1993.5~1994.4)

Sampling Area	Number of Measuring sites	Sampling site	Heavy metals (ppm)						
			Cd	Cu	Zn	Mn	Pb	As	
Industrial Area	10	Hakjang-Dong	0.413 ± 0.008	25.343 ± 0.007	69.796 ± 0.009	64.130 ± 0.006	97.043 ± 0.007	1.150 ± 0.004	
		Gumsa-Dong	0.330 ± 0.007	0.814 ± 0.011	52.977 ± 0.010	42.146 ± 0.009	1.955 ± 0.016	0.975 ± 0.012	
		Samrak-Dong	0.774 ± 0.009	23.019 ± 0.009	71.062 ± 0.006	66.095 ± 0.007	140.338 ± 0.008	0.873 ± 0.007	
		Gwabup-Dong	0.578 ± 0.007	27.403 ± 0.009	69.433 ± 0.007	57.621 ± 0.005	168.753 ± 0.007	0.974 ± 0.009	
		Ganjin-Dong	0.347 ± 0.010	12.593 ± 0.008	71.753 ± 0.009	60.765 ± 0.008	6.004 ± 0.009	1.023 ± 0.006	
		Jangrim-Dong	0.726 ± 0.007	21.407 ± 0.004	67.624 ± 0.010	54.272 ± 0.009	6.138 ± 0.009	0.949 ± 0.008	
		Shimpyung-Dong							
		(Hangeok Stainless Steel Co.)	1.403 ± 0.009	5.884 ± 0.010	71.267 ± 0.009	71.061 ± 0.007	2.232 ± 0.007	1.074 ± 0.008	
		Hakjang-Dong (Shinil Metal Co.)	0.431 ± 0.006	46.351 ± 0.004	71.211 ± 0.008	67.437 ± 0.013	106.679 ± 0.009	1.064 ± 0.005	
		Morae-Dong	0.380 ± 0.008	16.661 ± 0.009	66.706 ± 0.009	53.763 ± 0.007	43.979 ± 0.005	1.000 ± 0.007	
Commercial Area	9	Yongdang-Dong	0.413 ± 0.011	14.298 ± 0.008	62.647 ± 0.013	59.088 ± 0.011	12.427 ± 0.013	0.975 ± 0.009	
		Average	0.580 ± 0.009	19.377 ± 0.005	67.348 ± 0.008	59.638 ± 0.008	58.555 ± 0.006	1.006 ± 0.007	
		Nampo-Dong	0.211 ± 0.003	4.483 ± 0.009	60.042 ± 0.006	43.376 ± 0.008	5.886 ± 0.006	0.637 ± 0.009	
Commercial Area	9	Front of Pusanjin Market	0.413 ± 0.007	43.547 ± 0.010	74.900 ± 0.009	67.977 ± 0.005	58.721 ± 0.007	0.824 ± 0.010	
		Miatae-Rotary	0.281 ± 0.006	5.734 ± 0.007	54.092 ± 0.010	47.881 ± 0.010	6.003 ± 0.009	0.576 ± 0.009	
		Sunyun-Rotary	0.412 ± 0.009	10.741 ± 0.009	67.213 ± 0.009	58.356 ± 0.008	13.086 ± 0.011	0.523 ± 0.008	
		Suyung-Rotary	0.595 ± 0.005	26.893 ± 0.009	73.159 ± 0.007	69.730 ± 0.006	80.287 ± 0.005	0.550 ± 0.009	
		Onchun-Dang (Front of Spar Shopping Center)	0.558 ± 0.007	7.816 ± 0.013	57.372 ± 0.009	48.136 ± 0.004	27.469 ± 0.004	0.571 ± 0.011	
		Front of Gupo-Station	0.346 ± 0.009	18.834 ± 0.009	49.879 ± 0.008	46.579 ± 0.006	30.039 ± 0.002	0.398 ± 0.010	
		Under the Jwachung-Dong	0.809 ± 0.009	34.833 ± 0.006	70.411 ± 0.011	66.010 ± 0.003	78.238 ± 0.008	0.549 ± 0.009	
		High Way							
		Average	0.453 ± 0.009	19.110 ± 0.004	63.384 ± 0.007	56.006 ± 0.008	37.466 ± 0.006	0.578 ± 0.004	

Table 1—Continued

Sampling Area	Number of Measuring sites	Sampling site	Heavy metals (ppm)					
			Cd	Cu	Zn	Mn	Pb	As
Residential Area	8	Gwejuing Primary School	0.330 ± 0.009	1.238 ± 0.009	43.267 ± 0.005	42.761 ± 0.004	4.459 ± 0.007	0.449 ± 0.007
		Pusan Women's University	0.313 ± 0.011	17.847 ± 0.009	59.230 ± 0.007	57.915 ± 0.007	25.668 ± 0.009	0.724 ± 0.006
		Front of In-Je University Hospital	0.347 ± 0.007	21.218 ± 0.007	67.778 ± 0.005	64.917 ± 0.004	67.805 ± 0.005	0.824 ± 0.005
		Fisheries' University of Pusan	0.241 ± 0.009	20.797 ± 0.006	45.696 ± 0.006	53.368 ± 0.008	23.079 ± 0.007	0.583 ± 0.004
		Changjun-Dong	0.225 ± 0.009	3.285 ± 0.007	60.916 ± 0.009	59.495 ± 0.007	7.212 ± 0.004	0.658 ± 0.004
		Gwangan-Dong	0.278 ± 0.006	1.571 ± 0.008	36.684 ± 0.011	41.266 ± 0.009	5.247 ± 0.005	0.470 ± 0.009
		Daeshin-Dong	0.264 ± 0.007	5.768 ± 0.007	65.183 ± 0.008	59.028 ± 0.009	6.416 ± 0.009	0.599 ± 0.006
		Bosu-Dong	0.314 ± 0.007	10.774 ± 0.012	63.215 ± 0.007	65.536 ± 0.007	1.676 ± 0.007	0.575 ± 0.007
		Average	0.289 ± 0.005	10.312 ± 0.011	55.246 ± 0.008	55.536 ± 0.007	17.695 ± 0.007	0.610 ± 0.006
		Green Area	8	Wu-Dong	0.198 ± 0.009	1.976 ± 0.007	20.276 ± 0.004	24.785 ± 0.005
Dongsam-Dong	0.214 ± 0.009	9.726 ± 0.006		16.937 ± 0.009	19.804 ± 0.008	11.265 ± 0.007	0.274 ± 0.007	
Dongmyung Junior College	0.262 ± 0.009	13.884 ± 0.006		21.005 ± 0.004	50.309 ± 0.004	19.402 ± 0.006	0.546 ± 0.007	
Dongju Junior Women's College	0.131 ± 0.007	1.344 ± 0.009		5.435 ± 0.005	27.059 ± 0.008	1.245 ± 0.007	ND*	
Children's Park	0.132 ± 0.007	2.013 ± 0.006		14.094 ± 0.007	40.845 ± 0.009	7.951 ± 0.007	0.200 ± 0.009	
Gungang Botanical Park	0.081 ± 0.006	2.348 ± 0.009		10.274 ± 0.007	36.953 ± 0.009	6.551 ± 0.009	ND*	
The Nape of Well	0.290 ± 0.007	15.914 ± 0.009		23.060 ± 0.008	48.080 ± 0.004	2.179 ± 0.003	0.463 ± 0.006	
Come the First Full Moon	0.411 ± 0.006	0.385 ± 0.004		43.844 ± 0.008	50.113 ± 0.005	4.581 ± 0.007	0.323 ± 0.005	
Taegwang Industrial Co.	0.215 ± 0.009	5.949 ± 0.005		19.366 ± 0.004	37.244 ± 0.004	6.856 ± 0.005	0.295 ± 0.009	
Average	0.215 ± 0.009	5.949 ± 0.005		19.366 ± 0.004	37.244 ± 0.004	6.856 ± 0.005	0.295 ± 0.009	

Table 1--Continued

Area	Number of Measuring sites	Sampling site	Heavy metals (ppm)					
			Cd	Cu	Zn	Mn	Pb	As
Agricultural Area	8	Myunggi-Dong	0.314 ± 0.007	9.724 ± 0.007	21.158 ± 0.013	34.718 ± 0.006	15.496 ± 0.009	0.500 ± 0.006
		Noksan-Dong	0.132 ± 0.005	4.766 ± 0.009	33.264 ± 0.009	46.788 ± 0.009	7.540 ± 0.012	0.475 ± 0.006
		Gangdong-1-Dong	0.197 ± 0.008	16.491 ± 0.009	41.895 ± 0.004	68.896 ± 0.007	26.179 ± 0.009	0.620 ± 0.008
		Gangdong-6-Dong	0.165 ± 0.009	3.512 ± 0.007	17.962 ± 0.006	54.672 ± 0.007	2.086 ± 0.009	0.548 ± 0.009
		Gangdong-12-Dong	0.099 ± 0.007	2.472 ± 0.013	19.001 ± 0.009	48.016 ± 0.005	1.392 ± 0.006	0.448 ± 0.012
		Daejeo-1-Dong	0.081 ± 0.004	6.185 ± 0.007	18.687 ± 0.009	50.766 ± 0.005	13.206 ± 0.007	0.419 ± 0.008
		Daejeo-2-Dong	0.082 ± 0.004	6.536 ± 0.009	18.276 ± 0.005	53.660 ± 0.004	6.549 ± 0.004	0.424 ± 0.009
		Chunga-Dong	0.208 ± 0.007	6.926 ± 0.008	32.679 ± 0.007	54.383 ± 0.007	12.411 ± 0.006	0.555 ± 0.007
Average			0.160 ± 0.003	7.077 ± 0.008	25.365 ± 0.009	51.485 ± 0.007	10.607 ± 0.009	0.499 ± 0.005
Total Average			0.351 ± 0.009	12.699 ± 0.004	47.175 ± 0.008	52.346 ± 0.005	27.775 ± 0.007	0.617 ± 0.007

Data are represented as the mean ± SEM of 12 determinations. Sample collection was undertaken once a month throughout 12 months.

ND* indicates that the heavy metal was not determined.

수영로타리(0.595 ppm), 온천동 스파쇼펄 앞(0.558 ppm), 좌천동 고가도로 밑(0.809 ppm)의 토양에서 Cd 함량을 초과하였으며 주거지역 8개지점, 녹지지역 8개지점 및 농경지역 8개지점의 토양은 그 함유량을 초과치 않았다.

Pendias⁴⁾가 제시한 0.62 ppm에 대하여는 공업지역인 삼락동(0.774 ppm), 장림동(0.726 ppm), 한국주철관주(1.403 ppm)의 토양이 그 함유량을 초과하였고, 상업지역인 좌천동 고가도로 밑(0.809 ppm)의 토양에서 함유량이 초과됨을 확인하였다.

주거지역의 평균 Cd 함량이 0.289 ppm으로서, 이를 전효택과 최완주⁵⁾의 연구결과와 비교해 보고져 한다. 즉 전효택과 최완주⁵⁾의 연구에 의하면 주거지역(정원토양)의 경우 금산지역이 0.98 ppm, 온산지역(덕신리) 2.27 ppm, 서울지역이 1.28 ppm, 태백지역이 1.15 ppm의 Cd 함유량을 보여 주었다고 한다. 따라서 부산시 일원의 주거지역 토양의 Cd 함유량은 금산지역, 온산지역(덕신리), 주거지역(정원토양)의 Cd 함유량에 비하여 매우 낮은 것으로 평가되었다.

공업지역인 삼락동(0.774 ppm), 폐법동(0.578 ppm), 장림동(0.726 ppm), 신평동 한국주철관주식회사(1.403 ppm)의 Cd 함유량이 높은 것은 굳이 설명할 필요조차 없을 것이다. 다만 상업지역인 수영로타리(0.595 ppm), 온천동 스파쇼펄 앞(0.558 ppm), 좌천동 고가도로 밑(0.809 ppm)의 토양에서 Cd 함유량이 높았던 것은 자동차에 기인된 오염인 것으로 판단된다. 왜냐하면 Cd는 아연광에 많이 함유되어 있으며 안료, 도료, 건전지 및 자동차 타이어 제조 등에 많이 이용되고 있기 때문이다. 즉 자동차가 많이 통행하는 도로지역이 전체 평균치를 상회하고 있고 좌천동 고가도로 밑의 토양 내 Cd 함유량이 특히 높은 것은 자동차 타이어가 노면과의 마찰에 의해 마모될 때 비산되어 주변 토양에 축적되었다는 것을 뜻한다. 또 자동차 배기 가스 중에 극미량이나마 함유되어 있는 Cd도 극히 적은 영향이겠지만 장기간 축적되면 토양 오염에 기여할 것으로 판단된다.

Cu의 경우—토양 중 Cu의 평균 함량이 Levinson²⁾은 2~100 ppm, Rose 등³⁾은 15 ppm, Pendias⁴⁾는 1~100 ppm이라고 하였다. 또 서운수 등⁶⁾은 우리나라의 토양 중 Cu 평균 함량이 15.71 ppm이라고 하였다. Levinson,²⁾ Pendias⁴⁾가 제시한 Cu 평균 함량에 비한다면 부산시 일원의 공업지역 10개지점, 상업지역

8개지점, 주거지역 8개지점, 녹지지역 8개지점 및 농경지역 8개지점 토양의 Cu 함량이 낮은 것으로 나타났다. 그러나 학장동(25.343 ppm), 삼락동(23.019 ppm), 폐법동(27.403 ppm), 장림동(21.407 ppm), 신일금속주(46.351 ppm), 모라동(16.661 ppm), 부산진시장 앞(43.547 ppm), 수영로타리(26.893 ppm), 구포역 앞(18.834 ppm), 좌천동 고가도로 밑(34.833 ppm), 부산여대 운동장(17.847 ppm), 인제대학교 병원 앞(21.218 ppm), 부산수산대학교 운동장(20.218 ppm), 해운대 달맞이 고개(15.914 ppm), 강동 1동(16.491 ppm) 토양 중 Cu 함량이 Rose 등³⁾이 제시한 기준치를 초과했을 뿐만 아니라 서운수 등⁶⁾이 제시한 우리나라 토양 내 Cu 자연 함유량을 초과한다는 것을 확인하였다.

온산지역 정원 토양에서는 평균 1032 ppm이 분석되어⁵⁾ 심한 오염 상태를 나타내고 있는 것에 비하면 부산지역 토양 중에는 Cu의 함량이 매우 낮은 것으로 나타났다. 한편 Thornton 등⁷⁾은 영국 정원 토양 중 Cu의 함량 범위를 5~16800 ppm으로 보고한 바 있다. 부산지역 토양 중의 Cu의 함량은 영국 정원 토양 중 Cu 함량에 비하여 매우 낮은 농도다. 그러나 Thornton 등⁷⁾에 의하면 영국 토양 중의 Cu 함량은 환경오염에 기인된 것이 아니고 영국 토양의 특징 중 하나일 뿐이라고 하였다.

Zn의 경우—Levinson²⁾은 20 ppm, Rose 등³⁾은 36 ppm을 토양 중 평균 함량으로 제시하였고 서운수 등⁶⁾은 40.41 ppm이 우리나라 토양의 자연함유량이라고 보고하였다.

Levinson²⁾의 기준치에 따르면 동삼동(16.937 ppm), 동주여전 운동장(5.435 ppm), 어린이대공원(14.094 ppm), 금강공원식물원(10.274 ppm), 강동 6동(17.962 ppm), 강동 12동(19.001 ppm), 대저 1동(18.687 ppm), 대저 2동(18.276 ppm) 등의 토양을 제외하고는 34개 채취지점 토양 중 Zn 함량이 초과되어 있었다. Rose 등³⁾의 기준치에는 앞에서 언급한 8개지점의 토양과 우동(20.276 ppm), 동명전문대학 운동장(21.005 ppm), 해운대 달맞이 고개(23.060 ppm), 명지동(21.158 ppm), 녹산동(33.264 ppm), 천가동(32.679 ppm)의 토양을 제외한 28개 지점 토양의 Zn 함량이 초과된다는 것을 확인하였다.

서운수 등⁶⁾이 보고한 우리나라 토양의 자연함유량에 비교해 보았을 때 앞에서 언급한 16개 지점의 토

양과 광안동(36.684 ppm) 토양을 제외한 27개 채취 지점 토양의 Zn 함량이 초과되어 있었다.

Mn의 경우—Gasuya⁸⁾는 지구 표면 토양에 평균 90 ppm의 Mn이 함유되어 있다고 하였다. 본 연구에서 채취된 42개 지점 모든 토양 내에는 Mn이 Gasuya가 제시한 토양 중 Mn의 평균 함량에 초과되지 않았다.

Pb의 경우—Levinson²⁾은 토양 중의 Pb 함량을 2~200 ppm, Rose 등³⁾은 17 ppm이라고 하였다. 또 서운수 등⁶⁾은 우리나라 토양의 Pb 자연 함유량을 19.27 ppm이라고 하였다. 본 연구소에서 채취된 42개 지점의 모든 토양 중 Pb의 함량이 Levinson²⁾의 기준치에는 초과되지 않았다. 그러나 Rose 등³⁾이 제시한 기준치에는 학장동(97.043 ppm), 삼락동(140.338 ppm), 패법동(168.753 ppm), 신일금속 주식회사(106.679 ppm), 모라동(43.979 ppm), 부산진시장 앞(58.721 ppm), 수영 로타리(80.287 ppm), 스파쇼핑센터 앞(27.469 ppm), 구포역 앞(30.039 ppm), 좌천동 고가도로 밑(78.238 ppm), 부산여대 운동장(25.668 ppm), 인제대학교 병원 앞(67.805 ppm), 부산수산대학교 운동장(23.079 ppm), 동명전문대 운동장(19.402 ppm) 및 강동 1동(26.179 ppm) 토양 중 Pb 함량이 초과된다는 것을 확인하였다. 또 서운수 등⁶⁾이 제시한 우리나라 토양 중 Pb 평균 함량에도 앞에서 지적한 15개 지점의 토양 중 Pb 함량이 초과됨을 확인하였다.

전효택과 최완주⁹⁾는 정원 토양의 경우 서울시의 평균 Pb 함량이 108 ppm, 온산지역의 평균 함량이 115 ppm, 태백지역의 평균 함량이 170 ppm이라고 하였다. 본 연구에서 측정된 부산시 일원의 주거지역 8개 지점 토양 중 Pb 평균 함량이 17.695 ppm이었으므로 서울시, 온산지역 및 태백지역에 비하여 매우 낮은 농도라는 것을 확인할 수가 있었다.

부산시 일원의 토양 중 Pb 함량은 공업지역>도심지역>주거지역>농경지역>녹지지역의 순이었다. Pb는 광산, 건전지 공장, 도금 공장 및 농약 등에 의하여 오염될 수 있으며 자동차용 휘발유에 gallon당 3~7g 함유되는 anti-knocking 제제인 tetraethyl lead와 tetramethyl lead의 영향으로 교통량이 많은 곳에서의 Pb 함량이 공업지역을 제외한 다른 지역에 비하여 상당히 높은 것으로 판단된다. 근래에는 무연 휘발유로 운행되는 차량이 생산되어 운행되고 있으므로 개선의 여지가 있을 것으로 기대되고 있다. 농경지역이 녹지지역에 비하여 Pb 함량이 높은 것은

농약 살포에 기인된 것으로 판단된다.

As의 경우—Levinson,²⁾ Rose 등³⁾ 및 Pendias⁴⁾는 각각 토양 중 As의 평균 함량을 1.5 ppm, 7.5 ppm 및 11.3 ppm이라고 하였다. 본 연구에서 채취된 42개 토양 중 초음동 소재 어린이대공원 토양 중 As 함량만이 2.00 ppm이었다. 즉 가장 낮은 함량이 제시된 Levinson²⁾의 기준치에만 어린이대공원 토양 중 As 함량이 초과되었을 뿐 어떤 토양에도 As 함량이 초과되지 않았다.

타지역 토양에 비하여 어린이대공원 토양에만 As가 특별히 오염된 원인을 찾을 수가 없다. 따라서 어린이대공원 토양에는 자연적으로 As 함량이 높은 것으로 추정할 수가 있었다.

녹지지역 토양 중 As 평균 함량에 비하여 농경지역의 As 함량이 높은 것은 역시 농약 살포에 기인된 것으로 판단된다. 왜냐하면 As는 농약제조 및 안료 제조에 많이 이용되고 있기 때문이다.

감사의 말씀

본 연구는 교육부 '93년도 지역개발에 관한 학술 연구조성비 및 부산대학교 구강생물공학연구소 연구비의 지원에 의한 것임으로 깊은 사의를 표합니다.

문헌

- 1) Pharmaceutical Society of Japan: Atomic absorption spectrophotometry. in *Standard Methods of Analysis for Hygienic Chemists* 8th ed., Gumwon Pub. Co., Tokyo, P. 2 (1980).
- 2) Levinson, A. A.: *Introduction to Exploration Geochemistry* 1st ed., Applied Pub. Ltd., Calgary, P. 163 (1974).
- 3) Rose, A. W., Hawkes, H. E. and Webb, J. S.: *Geochemistry in Mineral Exploration* 1st ed., Academic Press, San Diego, P. 549 (1979).
- 4) Pendias, A. K.: *Trace Elements in soils and Plants* 2nd ed., CRC Press, Boca Raton, P. 315 (1984).
- 5) Chon, H. T. and Choi, W. D.: A Geochemical Study on Dispersion of Heavy Metal Elements in Dusts and Soils in Urban and Industrial Environments, *J. Korean Inst. Mining Geol.* 5, P. 317 (1992).
- 6) 서운수, 문화희, 김인기, 김학엽, 전성환, 토양 중의

- 중금속 자연함유량에 관한 조사, 국립환경연구소보 4, P. 189 (1982).
- 7) Thornton, I.: Soil Contamination in Urban Areas, *Paleogeography, Paleoclimatology and Paleocology* 82, P. 121 (1990).
- 8) Gasuya, M.: Manganese Poison, in *Environmental Toxicology* 1st ed. Daily Engineering Papers, Tokyo, P. 169 (1977).