

난지도 주변 지역의 토양 중금속오염도 조사

미량물질분석팀

오현정 · 최용석 · 엄석원 · 정종흡 · 이제승 · 김민영

A study on Heavy metal of Soil in the vicinity of Nanjido

Micropollutant Analysis Team

**Hyun-jung Oh, Yong-suk Choi, Seok-won Eom, Jong-heub Jung,
Jea-seung Lee, and Min-yong Kim**

Abstract

This research was carried out from 2001. 4 until 2001. 5 in order to examine the level of soil contamination in the vicinity of Nanjido. The sampling was done at 7 different sites in 5 different regions. At each sampling site we did the sampling at different depth- surface(0~15cm deep), 1m(80~110cm), 2m(180~210 cm), 3m(280~310cm). The contamination of Cd, Cu, Pb, As, Cr⁺⁶, and Hg were tested and analyzed by spectra AA. The examination showed that the average concentration level of the entire sampled soil was Cd ; 0.229mg/kg, Cu ; 8.349mg/kg, Pb ; 11.083mg/kg, As ; 0.298mg/kg, Cr⁺⁶; 0.124mg/kg, and Hg ; 0.134mg/kg. The concentration level of at the depth of 0-15cm, came out to be Cd ; 0.305mg/kg, Cu ; 8.464mg/kg, Pb ; 11.383mg/kg, As ; 0.128mg/kg, Cr⁺⁶; 0.153mg/kg, and Hg ; 0.092mg/kg. It shows that in the cases of Cd and Cr⁺⁶ the average concentration level of the whole sampled soil was about 80% of that of 0-15cm depth. And as for Hg and As, the average concentration level of the entire sampled soil came out to be approximately twice as high as the sample soil from the depth 0~15cm. As for Cu and Pb, there was not much difference between the entire samples average concentration level and the concentration level of 0-15cm. But the entire sampled soil's contamination level of heavy metal was lower than that of the preliminary standards of "Ga" area Soil Preservation Act. Although it was hard to find much relationship between the depth of each site where sampling was done and the level of concentration, the concentration level of Pb and Cu at the sampling site C and E was quite high, which suggests that it has been affected by the polluted the hyang-dong stream and fill random up waste.

Key Words : soil's contamination, heavy metal, Nanjido, Soil Preservation Act

근대화 이후 도시는 인구집중으로 교통, 쓰레기, 공해 등 많은 환경 문제를 낳고 있다. 특히 최근 논란이 되고 있는 쓰레기 문제는 매립에서 향후 소각 및 분리수거에 의한 재활용 등으로 개선되어야 할 것으로 보인다. 현재 까지 폐기물 처리는 매립을 위주로 하고 있는데 매립은 토양오염을 일으키는 등 주변 환경에 많은 부작용을 나타내고 있다. 쓰레기 매립지로 잘 알려진 난지도 주변 일대는 한강 둔치의 층적 퇴적층과 수리 지질학적으로 서로 연결된 하성 퇴적층으로 지질은 경기 편마암 복합체에 해당한다.¹⁾ 난지도 주변 지질은 변성 작용과 변형 작용을 수 차례 받아 노두의 발달 상태가 불량하고 풍화 작용을 많이 받은 편마암 류의 분포지역으로 이 지역에 분포하는 암석들의 총괄적인 지질계통은 대부분이 흑운모 호상 편마암(Biotite banded gneiss)이나 부분적으로 화강 편마암(Granite gneiss), 안구상 편마암(Augen gneiss), 규암(Quartzite)과 석영편암(Quartz schist)등이 편마암 류 내에 협재 되어 있다고 한다.^{2,3)} 난지도 지역에 조성된 쓰레기 매립은 기반 토양이 층적 층위에 조성된 탓으로 침출수의 차단기능이 약하여 한강변이나 주변 하천으로의 침출수 유출과 함께 매립가스가 방출되어 이 역에 큰 위협을 주었다.^{4,5)} 1993년 매립이 종료되면서 매립지 주변 일대 환경개선을 위한 사업과 동시에 매립지 안정화 공사를 추진하기 위해 1994년과 1996년 두 차례에 걸쳐 토양 오염검사를 실시한 것^{6,7,8)}을 필두로 난지도 주변 지역에 대한 토양 오염도 검사가 1998년부터 표토를 중심으로 연간 4회(분기별/년) 실시되고 있다.⁹⁾ 그러나 이와 같은 중금속 검사는 표토를 중심으로 이루어진 것이고, 깊이별 오염도에 대한 자료는 부족하였다. 상암동 난지도 주변 일대는 2002년 월드컵을 계기로 대부분의 주변 토양이 복토가 이루어져 많은 토성의 변화가 있었다.

본 연구는 난지도 주변 지역 중 복토 작업이 이루어지지 않은 지역을 중심으로 깊이에 따른 시료를 채취하여 카드뮴, 구리, 납, 비소, 육가크롬, 수은 등 중금속 농도 조사를 하였다. 또한 지표 평균 농도와 깊이별 평균 농도를 비교, 고찰하고 전체 평균 중금속 농도를 중심으로 오염농도를 평가함으로써, 난지도 주변 지역 토양오염도 전반에 대한 기초 자료를 제공 하고자 한다.

1. 시료채취

토양시료는 2001년도 4월부터 5월까지 채취하였고, 심도별로 시료를 채취하기 위해 Geoprobe(540M, geoprobe systems, USA)를 이용하였다. 채취 깊이는 표토(0-15cm), 심토 1m(80-110cm), 심토2m(180-210cm), 심토3m(280-310cm)의 순으로 행하였다. 채취 방법은 토양오염공정시험방법¹⁰⁾에 따라 조사대상 중심이 되는 지역을 선정하여 중심이 되는 한 지점과 주변 4방위의 5-10m거리에 있는 1개 지점씩을 선정 표토는 잡초나 유기물 등의 이물질이 혼입되지 않도록 약 5~10cm정도 제거한 후 채취하였다.

시료채취 지점은 매립지 지역을 중심으로 제1 매립지 남단 쪽 한강 둔치 2개 지점(A-1,A-2)과 제2 매립지 남단 쪽 한강 둔치1개 지점(B), 조립식주택단지 어린이 놀이터 지점(E), 국방대학원 신진운수 2개 지점(C-1,C-2), 구세군 회관 어린이 놀이터지점(D)을 채취하였다. 시료 채취 할 당시 상암동 난지도 일대의 대부분의 토양이 복토가 이루어지고, 그 밖의 지형은 자연지형이 암반토양으로 시료채취를 할 수 없었다. 채취지점은 Fig.1과 같다.

2. 시료의 전처리 및 분석

대상지역에서 채취한 시료는 골고루 혼합, 폴리에틸렌 바트 위에 균일한 두께로 하여 그늘지고 서늘하며 통풍이 잘되는 곳에서 풍건 시켰다. 풍건 후 눈금 간격이 2mm인 표준체(10mesh)를 통과시킨 시료는 토양오염 공정시험방법에 따라 As는 1N HCl(비소분석용 특

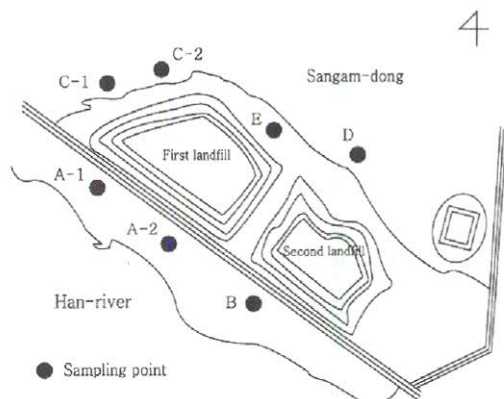


Fig. 1. The map of sampling site in the vicinity of Nanjido

급,Wako)을, Cd, Pb, Cu, 6가 크롬은 0.1N HCl(중금속 분석용,특급, Wako)이용, 100ml 삼각플라스크에 각각의 염산용액 50ml와 토양 10g(dry wt)을 넣어 진탕(SK-706C, As는 30℃에서 0.5hr, Cd, Pb, Cu 6가 크롬은 30℃에서 1hr) 용출 후 여과(5B, 110mm)하여 분석시료로 하였다. 6가 크롬은 여과 후 다시 공침법으로 총 크롬을 6가 크롬으로 환원시켜 분석시료로 하였으며, 전처리한 시료는 원자흡광광도법을 이용(varian Spectra AA 880)하여 flame Method로 정량 분석하였다. Hg은 mercury analyzer NIC MA-1S를 이용하여 환원 기화 법으로 정량 분석 하였다.

결과 및 고찰

본 조사에서 검출된 난지도 주변 지역 토양 중금속 농도는 Table 1에 나타내었다.

표토 7개 지점에서 나타난 평균 농도는 Cd 0.305mg/kg, Cu 8.464mg/kg, Pb 11.962mg/kg, As 0.128mg/kg, Cr⁺⁶0.153mg/kg, Hg 0.092mg/kg으로 나타났다. 지점별로는 C-2지점이 카드뮴, 구리, 납에서 다른 지점에 비해 높은 농도를 나타냈고, 비소는 A-1지점에서, 육가크롬과 수은은 A-2지점에서 각각 최대 농도를 나타냈다.

1m깊이의 7개 지점 농도는 Cd 0.075~0.495mg/kg, Cu 3.973~26.495mg/kg, Pb 4.340~33.061mg/kg, As 0.073~0.817mg/kg, Cr+60~0.045mg/kg, Hg 0.022~0.130mg/kg으로 나타났다. 표토 평균 농도와 비교했을 때 1m깊이의 평균농도는 비소와 카드뮴이 2배정도 높게 나타났고, 육가크롬은 1/6수준으로 낮게

Table 1. The concentration of heavy metals in the vicinity of NanjiDo's soil by depth (unit : mg/kg)(n=4)

| Heavy metals | Depth | Han river side area | | | | | | Hyang-Dong-River Side Area | | | | | | gusegun | | gyoripsick | | average | max | min |
|--------------|---------|---------------------|--------|--------|--------|-------|--------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|------------|--------|---------|-----|-----|
| | | A-1 | | A-2 | | B | | C-1 | | C-2 | | D | | E | | | | | | |
| | | mean | S D | mean | S D | mean | S D | mean | S D | mean | S D | mean | S D | mean | S D | | | | | |
| Cd | 0 | 0.095 | 0.0054 | 0.075 | 0.0052 | 0.114 | 0.0043 | 0.678 | 0.0114 | 0.959 | 0.0050 | 0.165 | 0.0066 | 0.050 | 0.0026 | 0.305 | 0.959 | 0.050 | | |
| | 1 | 0.095 | 0.0039 | 0.145 | 0.0051 | 0.020 | 0.0026 | 0.140 | 0.0022 | 0.299 | 0.0071 | 0.075 | 0.0036 | 0.495 | 0.0062 | 0.181 | 0.299 | 0.020 | | |
| | 2 | 0.125 | 0.0079 | 0.060 | 0.0075 | 0.070 | 0.0033 | 0.105 | 0.0084 | 0.209 | 0.0075 | 0.105 | 0.0054 | 0.170 | 0.0039 | 0.121 | 0.209 | 0.060 | | |
| | 3 | 0.055 | 0.0036 | 0.040 | 0.0040 | 0.032 | 0.0050 | 0.270 | 0.0084 | 1.287 | 0.0195 | 0.130 | 0.0108 | 0.584 | 0.0172 | 0.308 | 1.287 | 0.032 | | |
| | average | 0.092 | 0.0052 | 0.08 | 0.0055 | 0.059 | 0.0038 | 0.298 | 0.0076 | 0.689 | 0.0098 | 0.119 | 0.0066 | 0.325 | 0.0075 | 0.229 | 1.287 | 0.020 | | |
| Cu | 0 | 6.274 | 0.2998 | 5.286 | 0.3417 | 6.526 | 0.4208 | 8.078 | 0.0706 | 22.060 | 0.0676 | 5.675 | 0.1016 | 5.351 | 0.0906 | 8.464 | 22.060 | 5.286 | | |
| | 1 | 5.537 | 0.1450 | 11.170 | 0.1346 | 9.606 | 0.1431 | 4.662 | 0.2919 | 26.593 | 1.0385 | 3.973 | 0.0914 | 6.644 | 0.2496 | 9.741 | 26.593 | 4.662 | | |
| | 2 | 6.466 | 0.0650 | 5.008 | 0.1000 | 4.203 | 0.0650 | 2.835 | 0.0610 | 8.860 | 0.1260 | 3.452 | 0.4020 | 25.679 | 0.4980 | 8.072 | 25.679 | 2.835 | | |
| | 3 | 2.540 | 0.1479 | 3.780 | 0.1739 | 4.731 | 0.0739 | 11.930 | 0.5645 | 2.310 | 0.1091 | 3.992 | 0.0978 | 24.235 | 0.6016 | 7.074 | 24.235 | 0.731 | | |
| | average | 5.204 | 0.1644 | 6.311 | 0.1876 | 5.267 | 0.1757 | 6.876 | 0.2470 | 14.956 | 0.3353 | 4.273 | 0.1732 | 15.477 | 0.3600 | 8.337 | 26.593 | 0.731 | | |
| Pb | 0 | 8.143 | 0.8046 | 6.931 | 1.0008 | 7.062 | 0.7149 | 20.583 | 0.9910 | 22.283 | 0.8253 | 7.894 | 1.3745 | 10.841 | 0.8621 | 11.962 | 22.283 | 6.931 | | |
| | 1 | 4.340 | 0.1347 | 6.535 | 0.1684 | 5.836 | 0.0029 | 22.836 | 0.0126 | 33.061 | 0.0079 | 4.786 | 0.0069 | 16.385 | 0.0219 | 13.397 | 33.061 | 4.340 | | |
| | 2 | 9.879 | 0.0089 | 7.981 | 0.0041 | 3.216 | 0.0088 | 27.748 | 0.0098 | 25.428 | 0.0123 | 8.343 | 0.0049 | 7.134 | 0.0137 | 12.818 | 27.748 | 3.216 | | |
| | 3 | 4.532 | 0.0089 | 7.080 | 0.0041 | 1.919 | 0.0088 | 20.275 | 0.0098 | 13.780 | 0.0123 | 14.220 | 0.0049 | 2.148 | 0.0137 | 9.136 | 14.220 | 1.919 | | |
| | average | 6.724 | 0.2393 | 7.132 | 0.2944 | 4.508 | 0.1839 | 22.861 | 0.2558 | 23.638 | 0.2145 | 8.811 | 0.3478 | 9.127 | 0.2279 | 11.828 | 33.061 | 1.919 | | |
| As | 0 | 0.451 | 0.0412 | 0.073 | 0.0088 | 0.107 | 0.0061 | 0.037 | 0.0022 | 0.014 | 0.0024 | 0.140 | 0.0028 | 0.073 | 0.0026 | 0.128 | 0.451 | 0.014 | | |
| | 1 | 0.677 | 0.0335 | 0.817 | 0.0136 | 0.145 | 0.0050 | 0.136 | 0.0101 | 0.488 | 0.0133 | 0.073 | 0.0056 | 0.112 | 0.0114 | 0.350 | 0.677 | 0.073 | | |
| | 2 | 0.686 | 0.0122 | 0.113 | 0.0078 | 0.120 | 0.0085 | 0.098 | 0.0112 | 0.097 | 0.0102 | 0.071 | 0.0079 | 1.505 | 0.0516 | 0.384 | 1.505 | 0.071 | | |
| | 3 | 0.092 | 0.0090 | 0.091 | 0.0099 | 0.086 | 0.0067 | 0.448 | 0.0109 | 1.476 | 0.0233 | 0.049 | 0.0052 | 0.070 | 0.0043 | 0.330 | 1.476 | 0.049 | | |
| | average | 0.477 | 0.0240 | 0.274 | 0.0100 | 0.115 | 0.0066 | 0.180 | 0.0086 | 0.519 | 0.0123 | 0.083 | 0.0054 | 1.176 | 0.0175 | 0.298 | 1.505 | 0.014 | | |
| Cr | 0 | 0.030 | 0.0039 | 0.539 | 0.0384 | 0.324 | 0.0372 | 0.035 | 0.0042 | 0.010 | 0.0038 | 0.135 | 0.0074 | 불검출 | 0.0000 | 0.153 | 0.539 | 불검출 | | |
| | 1 | 0.045 | 0.0070 | 0.045 | 0.0047 | 불검출 | 0.0000 | 0.070 | 0.0126 | 0.010 | 0.0079 | 불검출 | 0.0000 | 불검출 | 0.0000 | 0.024 | 0.070 | 불검출 | | |
| | 2 | 0.904 | 0.0634 | 0.439 | 0.0268 | 불검출 | 0.0000 | 불검출 | 0.0000 | 불검출 | 0.0000 | 0.040 | 0.0039 | 0.105 | 0.0137 | 0.213 | 0.904 | 불검출 | | |
| | 3 | 불검출 | 0.0000 | 불검출 | 0.0000 | 불검출 | 0.0000 | 불검출 | 0.0000 | 0.050 | 0.0083 | 0.065 | 0.0121 | 0.169 | 0.0559 | 0.105 | 0.169 | 불검출 | | |
| | average | 0.245 | 0.0186 | 0.256 | 0.0175 | 0.081 | 0.0093 | 0.053 | 0.0042 | 0.018 | 0.0029 | 0.06 | 0.0059 | 0.069 | 0.0174 | 0.124 | 0.539 | 불검출 | | |
| Hg | 0 | 0.035 | 0.0049 | 0.255 | 0.0261 | 0.045 | 0.0061 | 0.140 | 0.0071 | 0.038 | 0.0033 | 0.009 | 0.0022 | 0.125 | 0.0038 | 0.092 | 0.255 | 0.009 | | |
| | 1 | 0.051 | 0.0039 | 0.130 | 0.0077 | 0.024 | 0.0047 | 0.072 | 0.0068 | 0.090 | 0.0072 | 0.022 | 0.0033 | 0.037 | 0.0046 | 0.061 | 0.130 | 0.022 | | |
| | 2 | 0.056 | 0.0070 | 0.031 | 0.0037 | 0.015 | 0.0040 | 0.087 | 0.0098 | 0.075 | 0.0056 | 0.027 | 0.0036 | 0.142 | 0.0085 | 0.062 | 0.087 | 0.015 | | |
| | 3 | 0.014 | 0.0032 | 0.020 | 0.0039 | 0.004 | 0.0026 | 0.125 | 0.0069 | 1.601 | 0.0400 | 0.021 | 0.0046 | 0.470 | 0.0527 | 0.322 | 1.601 | 0.004 | | |
| | average | 0.039 | 0.0048 | 0.109 | 0.0104 | 0.022 | 0.0044 | 0.106 | 0.0077 | 0.451 | 0.0140 | 0.020 | 0.0034 | 0.194 | 0.0174 | 0.134 | 1.601 | 0.004 | | |

나타났다. 반면 나머지 항목은 표토 평균과 거의 비슷하거나 조금 낮은 수준 이었다. 지점별로는 C지점의 납과 비소가 다른 지점에 비해 비교적 높은 농도 수준을 나타냈다.

2m깊이에서의 7개 지점에 대한 중금속 농도는 Cd 0.060~0.209mg/kg(평균 0.121mg/kg), Cu가 2.835~25.979mg/kg(8.072mg/kg), Pb 3.216~27.748mg/kg(12.818mg/kg), As 0.071~1.505mg/kg(0.384mg/kg), Cr⁺⁶ 0~0.904mg/kg(0.213mg/kg), Hg 0.015~0.142mg/kg(0.062mg/kg)으로 나타났다. 표토 평균농도와 비교하였을 때 2m깊이 평균농도는 Cd 1/3수준으로 낮았고, 비소농도가 3배정도 높게 나타났으며, 그 밖의 중금속은 비슷한 수준으로 나타났다. 지점별로는 A-1지점의 비소와 C지점의 Pb 그리고 E지점의 Cu의 농도가 높게 나타나서 표토에서 2m까지의 A-1지점의 비소와 C지점의 Pb은 비교적 농도가 높은 것으로 조사되었다.

3m깊이에서의 7개 지점 평균 농도는 Cd 0.308mg/kg, Cu 7.117mg/kg, Pb 7.189mg/kg, As 0.330mg/kg, Cr⁺⁶과 Hg이 각각 0.105mg/kg와 0.322mg/kg로 나타났다. 표토 평균 농도와 비교했을 때 3m지점 평균농도는 비소와 수은이 약 3~4배정도 보다 높게 나타났고, 나머지는 비슷한 농도 수준을 나타내었다.

조사대상 토양을 중금속 농도를 중심으로 지점별로 깊이의 변화를 주어 분석 고찰해 본 결과 깊이에 따른 농도의 감소나 증가에 대한 변화 추이의 일관성은 찾을 수 없었다. 다만 향동천 둔치 지역인 C지점과 조립식 주택단지의 E지점, 한강둔치 지점인 A-1지점에서 구리와 납과 비소가 다소 높은 농도 수준을 보였다. 조¹²⁾에 의하면 난지도 주변 지역의 하수와 매립부지의 사면 침출수가 향동천으로 유입되는 것으로 보고되어졌다. 또한 서¹³⁾등에 의하면 난지천 하상 저층의 납과 구리가 높은

농도로 검출되는 원인이 난지천의 오염에서 비롯된 것이라 한다. 두 가지 경우를 살펴 볼 때 오염된 향동천이 주변 토양인 C지점의 Pb과 Cu의 중금속 수준을 높인 것으로 판단되었다. 또한 E지점에서는 시료채취 당시 2m와 3m시료에서 쓰레기와 비닐 연탄재가 검은 색의 흙과 함께 섞여 나왔다. 이는 토양에 묻혀있던 쓰레기로 추정되며, 이와 같은 매립된 폐기물 성분이 E지점의 Cu 중금속 수준을 다른 지점보다 높인 것으로 생각되었다.

난지도 주변 지역의 중금속 농도 결과는 모든 지점의 전 깊이에서 토양환경보전법 우려기준¹⁴⁾과 비교해 보았을 때 초과되는 곳은 없었다. 전체 토양 평균농도는 Table 2 에서와 같이 카드뮴, 구리, 납, 비소가 각각 0.229mg/kg, 8.338mg/kg, 0.298mg/kg로 나타나 전국토양 평균치¹⁵⁾ 보다 낮게 나타났으나, 육가크롬과 수은은 0.124mg/kg, 0.134mg/kg로 조사대상 지점의 평균농도가 높게 나타났다.

조사대상 표토의 중금속 평균 농도는 Table 2에 나타난 바와 같으며 중금속 농도는 전체 평균 Cd 0.229mg/kg, Cu 8.338mg/kg, Pb 11.828mg/kg, As 0.298mg/kg, Cr⁺⁶0.124mg/kg, Hg 0.134mg/kg을 표토 평균과 비교하였을 때, Cd과 Cr⁺⁶는 표토 농도의 80% 수준으로 나타났고, As와 Hg은 표토 농도의 약 200% 수준으로 높게 나타났다. 심토 평균은 Cd 0.203mg/kg, Cu 8.296mg/kg, Pb11.784mg/kg, As 0.355mg/kg, Cr⁺⁶0.114mg/kg, Hg 0.148mg/kg로 나타났으며, 전체 평균과 비교하였을 때 심토 평균은 Cd과 Cr⁺⁶는 전체 평균 농도의 90%수준으로 나타났으며, As와 Hg은 전체 평균농도의 110%수준으로 심토 농도가 약간 높게 나타났다. Cu와 Pb은 대체로 비슷한 수준으로 나타났다. 조사대상 지역의 중금속 농도가 2001년이전 난지도 주변 지역 평균농

Table 2. The concentration of heavy metals average of soil in the vicinity of Nanjido (unit : mg/kg)

| heavy metals | standard of "ga"area | average of whole country (2001) | average of Nanjido area ('98~'01) | survey area 1-3m | survey area 0-3m | survey area 0-15cm |
|------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Cd | 1.5 | 0.376 | 0.189(0.129~0.237) | 0.203 | 0.229(0.020~1.287) | 0.305(0.050~0.959) |
| Cu | 50 | 10.302 | 6.181(3.871~7.668) | 8.296 | 8.338(0.731~26.593) | 8.464(5.286~22.060) |
| Pb | 100 | 15.044 | 11.083(8.471~14.362) | 11.784 | 11.828(1.919~33.061) | 11.383(6.931~20.583) |
| As | 6 | 0.392 | 0.007(0.052~0.092) | 0.355 | 0.298(0.014~0.451) | 0.128(0.014~0.451) |
| Cr ⁺⁶ | 4 | 불검출 | 0.120(0.02~0.279) | 0.114 | 0.124(불검출~0.539) | 0.153(불검출~0.539) |
| Hg | 4 | 0.042 | 0.042(0.032~0.058) | 0.148 | 0.134(0.009~0.0539) | 0.092(0.009~0.255) |

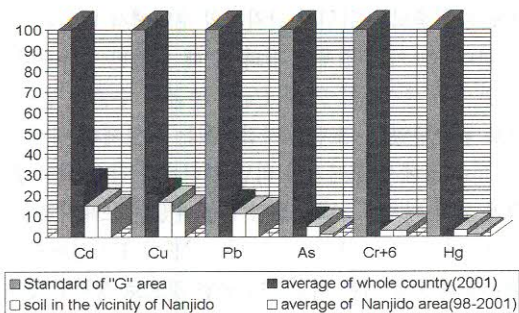


Fig. 2. Comparing criteria with concentration of heavy metal in soil

도¹⁶⁾ Table 2와 비교 해 보았을 때 그 농도가 대체적으로 높게 나타났다. 이는 토양의 지점별 오차 특성보다는 본 조사 대상 지점이 복토가 이루어지지 않은 지역을 중심으로 시료 채취를 하였기 때문에 복토가 완결시점의 토양오염상태는 2001년 이전의 중금속 농도 수준보다도 낮아서 거의 일반 토양 수준일 것으로 추측된다. 난지도 주변 지역을 중심으로 중금속 농도에 대하여 살펴본 토양 오염도에 대한 비교는 Fig. 2 에 나타난 바와 같이 토양환경보전법 우려기준치와 비교하였을 때 "가"지역 기준치 보다 낮게 나타났으며, 조사대상 전체 토양에 대한 중금속 오염은 이루어지지 않은 것으로 보였다.

결 론

난지도 주변 지역을 대상으로 깊이별 변화를 주어 조사한 토양 중금속 오염도에 대한 결과는 다음과 같다.

1. 조사대상 표토 7개 지점의 중금속 평균 농도는 Cd 0.305mg/kg, Cu 8.464mg/kg, Pb 11.383mg/kg, As 0.128mg/kg, Cr⁺⁶ 0.153mg/kg, Hg 0.092mg/kg으로 나타났다. 전체 평균값 Cd 0.229mg/kg, Cu 8.338mg/kg, Pb 11.828mg/kg, As 0.298mg/kg, Cr⁺⁶ 0.124mg/kg, Hg 0.134mg/kg으로 나타났다. 카드뮴 과 육가크롬은 약 1.3배 정도로 표토 평균 농도가 높고, 수은과 비소는 전체 평균농도의 1/2수준으로 표토 평균 농도가 낮게 나타났다. 구리와 납은 비슷한 농도로 나타났다.

2. 심토(1-3m) 평균 농도는 Cd 0.203mg/kg, Cu 8.296mg/kg, Pb 11.784mg/kg As 0.355mg/kg, Cr⁺⁶ 0.114mg/kg, Hg 0.148mg/kg로 나타났다. 전체 평균농도는 심토 평균 농도와 비교하였을 때 Cd과 Cr⁺⁶는 전

체 평균농도의 90%수준으로 심토 평균 농도가 낮게 나타났다, As와 Hg은 심토 평균 농도가 전체 평균농도의 110%수준으로 대체적으로 전체 평균과 비슷한 수준을 나타냈다

3. 난지도 주변 5개 지역 7개 지점 깊이별 토양에서 심도별 변화에 따른 중금속 농도의 감소나 증가에 의한 변화 추이의 일관성은 찾을 수 없었다.

참 고 문 헌

1. 권병두 외 3인 : 난지도 매립지 및 그 주변의 지질 환경 연구 : 중력 및 자력탐사. Econ. Environ. Geol. 28(5) : 469(1995)
2. 서울특별시 : 난지도 매립지 안정화 공사, 지반 설계 보고서(1994)
3. 김갑수 외 5인 : 난지도 지역 환경성 검토 및 친환경적 정비방안. 시정연(2000)
4. 권병두 외 3인 : 난지도에 인접한 한강변에서의 쌍극자·쌍극자 전기탐사. Econ. Environ. Geol. 29(3) : 335(1996)
5. 김갑수 : 난지도지역 환경성 검토 및 친환경적 정비방안: 지하수 및 침출수 관리. 시정연 (2000)
6. 서울특별시 : 난지도 매립지 안정화 공사 기본설계 보고서. 11월호(1994)
7. 서울특별시 : 난지도 매립지 안정화 공사 시설설계 보고서. 9월호(1996)
8. 대우(주) : 난지도 매립지 안정화 공사 실시 설계 보고서- 환경질 유해성 평가. 389(1996)
9. 서울시 보건환경연구원 : 난지도 주변 토양 중금속 농도보고(98~2001)
10. 환경부:환경부토양환경보전법. p. 31~35(1999)
11. 환경부:토양오염공정시험방법. p. 125~153(1999)
12. 조용모: 난지도 지역 환경성 검토 및 친환경적 정비방안:지하수 및 침출수 관리. p.5~14, 시정연 (2000)
13. 서미연 외 5인 : 도시하천 퇴적물 중의 오염물질 분포양상 규명에 관한 연구, Report of SIHE, 35:380~387(1999)
14. 환경부 : 토양환경보전법(1999)
15. 환경부 : 전국토양측정망 결과보고(2001)
16. 서울시 : 난지도 토양 중금속 농도보고(2001)