

土壌及び井水中金属量の実態と その公衆衛生学的検討

名城大学理工学部土木工学科 正会員 深谷 実
 名城大学理工学部土木工学科 学 生○堀部 猛
 名城大学理工学部土木工学科 学 生 宮木 雅邦
 名城大学理工学部土木工学科 学 生 立松かおり

（１）はじめに 近年、各地で種々の環境汚染に関する問題が発生しているが、地域環境に対する汚染を論ずる場合、あらかじめその地域の汚染物質についてのバックグラウンド値を知っておくことが必要である。この意味において、今回土壌及び井水中の金属量について、その実態を広く調査したので報告する。

（２）研究方法 愛知県下全域を調査の対象とし、土壌と井戸水について含有金属量を調査した。土壌においては200地点（地表面下50cm程度の原位置土壌）、井戸水は150地点（深さ20mまでの浅井戸）からそれぞれ試料を採取し分析調査を実施した。金属量の測定は、水銀については還元気化法により分析し、その他のいずれの試料もフレームレス原子吸光法（Jarrell AshAA-845）により測定した。この場合の測定試料の調整は、土壌については74 μ m通過試料を王水とフッ化水素を用いて加圧融解し分析試料とした。井戸水については、そのままの状態で行った分析試料とし、同時に飲料水水質についても検討した。

（３）研究結果及び考察 土壌中、並びに井水中の金属量についての分析値を、それぞれ表-1、2に示した。全試料に対する平均値・最大、最小値とともに、土壌・井水の採取位置の地質別の平均値として洪積平野部（A部 18%）、洪積段丘・丘陵部（B部 14%）、堆積・岩類丘陵部（C部 15%）、火山岩・変成岩部（D部 53%）の4区分における平均値も示した。土壌中の金属量をみると、Beにおいては平均値で0.408ppm、最大値は1.878ppm、同じくCdでは平均値が0.115ppm、最大値は2.402ppm、Hgの平均値は0.075ppm、最大値は0.630ppmであり、最低値においてはいずれも0.000ppmであった。地質区分したそれぞれの平均値においては、t検定の結果からBeではB部とA、C、D部との間に有意な差が認められ、同じくCdではB部とA、C部との間に、HgではA部とB、C部との間でそれぞれ平均値に有意差を認めた。これらは、いずれもB部の土壌中金属量が、A部より低いことを示しており、主に洪積段丘丘陵部からの流出堆積物で形成されている、沖積平野部の土壌中で、金属量が増加していることになり、地質由来とは別の形で増加要因を考えざるを得ない。すなわち、沖積平野部では他の地区と比較して、生活地域としての土地利用度が高く、このことによる人為的な汚染影響によるものと判断される。土壌試料の採取においては、直接的な汚染を考慮して地表面下50cm程度の原位置土の採取に心掛けたが、この程度の深度では金属類による汚染の影響が十分に生じていることが推察できる。なお、Hgにおいては、鉱床に関係すると思われる特異的な高値を示す地点が津具村に存在したが、Be、Cdではそのような地点は存在しなかった。次に、井水中の金属量については、愛知県下のほぼ全域を網羅する150箇所の家庭用浅井戸における水質調査の結果、飲料水の水質項目であるCuにおいては、平均値0.017ppm、最大値0.159ppm、同じくFeでは平均値0.199ppm、最大値7.36ppm、Mnで平均値0.074ppm、最大値1.08ppm、Znで平均値0.025ppm、最大値0.365ppm、Pbで平均値0.002ppm、最大値0.101ppm、Crでは平均値0.42ppb、最大値6.86ppb、Cdで平均値0.55ppb、最大値39.4ppbであった。これらのうち水道水の基準を超えた井戸の割合は、Feで8.6%、Mnで10.0%、Pbで1.3%、Cdで0.7%であり、Cu、Zn、Crはそれぞれ基準値以下の値を示した。次に地下水中の各金属量について、地層地質条件別の比較を行ったが、いずれにおいても、土壌試料において認められたような有意な差は認められなかった。このことは、一般に地下水中の金属量は、その地域の地層地質に由来するものであるが、ここで調査した浅層地下水は、地質の影響と同時に、人為的な汚染を強く受けているためではないかと判断された。その理由とし

て、同時に実施した水質試験の結果、水質基準を超えた試料の割合は、pH値では全体の20%、亜硝酸・硝酸性窒素及びKMnO₄消費量では9.3%、塩素イオンでは2.0%、総硬度では0.7%、蒸発残留物では10.7%、大腸菌群では11.5%の井戸水が基準値を超え、さらに汚染の指標となる、アンモニア性窒素が44.7%の井戸水から、リン酸イオンでは83.3%の井戸水から、これらが検出されたことから推察される。また、金属類と検査項目との比較において井戸諸元、利用状況などとの間に明確な関連は認められなかったが、水質項目中のpH値とBe量の対数値との間に負の有意な相関を認めた。しかし、他の水質項目との間には何ら有意な相関は認められなかった。これらのことから、愛知県内における浅層地下水の汚染が全体の80%以上に及び、自然状態の地下水水質の把握は困難であるといえよう。

(4) 結 論 環境汚染を述べる場合の基礎的データを得ることを目的に、愛知県のほぼ全域を対象にした土壌200地点、並びに浅井戸150地点における金属含有量を調査した。土壌中金属量については、Be(全平均値 0.408ppm)、Cd(全平均値 0.115ppm)、Hg(全平均値 0.075ppm)のいずれも沖積平野部が、洪積段丘丘陵部より有意に高い値であることが明らかとなり、地層地質の形成過程から判断して、この差は、沖積平野部における人為的汚染を伺わせるものとして注目された。また、浅層地下水中の金属量を表す、浅井戸の水質分析結果では、それぞれの位置的な地層地質条件の違いによる、含有金属量の有意な差は認められなかったが、pH値とBe量の対数値との間に負の有意な相関を認めた。飲料水質としての評価においては、水道水の水質基準を超える金属量を示したものとして、Fe(8.6%)、Mn(10.0%)、Pb(1.3%)、Cd(0.7%)がそれぞれ認められた。これとともに、地下水の人為的汚染を示す指標としてのリン酸イオンが83.3%の井戸から検出されたが、このような人為的汚染が、地下水中の金属量にどのように影響しているのかについては、具体的な把握はできなかった。いずれにせよ土壌、並びに地下水の両者において、現状における金属含有量と、その人為的汚染による量的増加の可能性があることを明らかにすることができた。

この研究は名城大学学術研究助成費の交付を受けて実施した。

表-1. 土壌中金属濃度

金属	測定値			地層・地質条件			
	平均値	最大値	最小値	沖積平野部 A	洪積段丘 丘陵部 B	洪積・岩類 丘陵部 C	火成岩 変成岩部 D
Be	0.408 ppm	1.878 ppm	0.000 ppm	0.372 ppm	0.263 ppm	0.355 ppm	0.473 ppm
Cd	0.115 ppm	2.402 ppm	0.000 ppm	0.232 ppm	0.069 ppm	0.127 ppm	0.083 ppm
Hg	0.075 ppm	0.630 ppm	0.000 ppm	0.109 ppm	0.055 ppm	0.054 ppm	0.074 ppm

表-2. 井水中金属濃度

金属	測定値			地層・地質条件			
	平均値	最大値	最小値	沖積平野部 A	洪積段丘 丘陵部 B	洪積・岩類 丘陵部 C	火成岩 変成岩部 D
Be	0.20 ppb	8.60 ppb	<0.004 ppb	0.20 ppb	0.33 ppb	0.17 ppb	0.07 ppb
Co	2.52 ppb	46.00 ppb	0.05 ppb	3.50 ppb	3.09 ppb	1.97 ppb	0.75 ppb
Cr	0.42 ppb	6.86 ppb	<0.004 ppb	0.55 ppb	0.32 ppb	0.78 ppb	0.17 ppb
Mn	73.73 ppb	1084.00 ppb	0.05 ppb	65.79 ppb	97.32 ppb	116.45 ppb	23.49 ppb
Cu	16.73 ppb	159.00 ppb	0.25 ppb	15.02 ppb	16.35 ppb	12.68 ppb	20.24 ppb
Ge	59.20 ppb	392.50 ppb	<0.04 ppb	86.21 ppb	59.55 ppb	12.41 ppb	12.03 ppb
Se	1.92 ppb	15.00 ppb	<0.004 ppb	3.40 ppb	2.12 ppb	0.34 ppb	0.10 ppb
Mo	0.58 ppb	7.50 ppb	<0.004 ppb	0.98 ppb	0.43 ppb	0.26 ppb	0.25 ppb
Cd	0.55 ppb	39.40 ppb	<0.0004 ppb	0.26 ppb	0.28 ppb	0.45 ppb	0.23 ppb
Pb	2.21 ppb	101.20 ppb	0.01 ppb	1.38 ppb	1.24 ppb	0.93 ppb	4.50 ppb
Na	16.19 ppm	120.00 ppm	1.85 ppm	21.48 ppm	16.11 ppm	7.43 ppm	9.48 ppm
Mg	21.08 ppm	173.60 ppm	0.10 ppm	29.95 ppm	24.60 ppm	3.91 ppm	2.40 ppm
K	5.49 ppm	34.80 ppm	0.35 ppm	7.48 ppm	5.49 ppm	6.57 ppm	1.97 ppm
Ca	10.56 ppm	69.20 ppm	0.20 ppm	14.54 ppm	9.30 ppm	3.85 ppm	4.71 ppm
Fe	0.19 ppm	7.36 ppm	0.01 ppm	0.40 ppm	0.13 ppm	0.16 ppm	0.07 ppm
Zn	25.79 ppb	365.00 ppb	<0.0004 ppb	51.82 ppb	48.13 ppb	7.33 ppb	36.48 ppb

註；Seは非金属