

環境汚染調査における金属抽出法に関する研究（第3報）

— 農業用水路の底質中重金属濃度 —

小野 雄策 須貝 敏英 増田 武司 渡辺 洋一

要 旨

農業用水路における底質中の重金属汚染を解明するため、重金属測定法の検討を行った。重金属の測定法としては、「土壤汚染防止法」に基づく塩酸浸出法と硝酸-硫酸-過塩素酸分解法（以後、酸分解法と言う）を用いた。

0.1N・1N・6N塩酸浸出法による重金属濃度と酸分解法による重金属濃度との回帰性を検討した結果、0.1N塩酸浸出法ではMn・Zn・Ni・Cdが1N塩酸浸出法では、Mn・Zn・Ni・Cd・Fe・Cu・Pbが、6N塩酸浸出法ではMn・Zn・Ni・Cd・Fe・Cu・Pb・Crが回帰性の高い項目であることが判明した。

また、抽出酸濃度の変化に伴う重金属抽出率の違いにより、重金属の溶出性の違いが判明した。このことから、重金属の底質中での移動のしやすさの順位であるCd>Mn・Zn>Pb>Cu>Fe>Cr・Niの関係が分かった。

次に、底質中の重金属汚染を解明するため、各々の抽出法における信頼度の高い項目について、それぞれ主成分分析を行った。その結果、第1主成分Z₁はすべての抽出法において総合的な汚染度を示し、堰の上流で重金属類が蓄積しやすく、また、ごみの散乱の目立つ箇所で重金属濃度が高いことが判明した。

第2主成分Z₂は、すべての抽出法において用水路内の重金属類の移動と蓄積を示し、上流でCu・Ni・Crが、下流でCd・Pb・Znが蓄積しやすいことが分かった。

抽出法による相違点は、酸濃度が高いほど詳しく汚染状況を反映していることが判明した。

1 はじめに

重金属類による土壤汚染を解明するため、著者らは前報^{1) 2)}まで種々の重金属測定法について検討を加えてきた。その結果、抽出方法の違いにより解析結果が相当異なる場合があった。

第1報¹⁾では、金属化学工場の周辺土壌における重金属汚染を解明するため、重金属類の全量測定法である熔融法と、土壌の骨格成分である難分解性のケイ酸塩鉱物を残し他の重金属類を抽出可能な酸分解法とを比較検討した。

第2報²⁾では、産業廃棄物最終処分場における覆土中の重金属汚染を解明するため、第1報で用いた酸分解法と、「産業廃棄物に含まれる金属類の検定方法³⁾」に基づく水溶法とを比較検討した。

いずれの場合にも酸分解法が、土壤汚染を解明する

のに良好な結果を示した。

本報では、農業用水路の底質中に含まれる重金属濃度分布を把握し、用水路の重金属汚染を解明することが目的である。

底質中の重金属類を分析する方法としては、重金属類の全量をほぼ分解可能な酸分解法^{1) 2)}や、「底質調査法」に基づく硝酸-塩酸分解法⁴⁾、さらに「土壤汚染防止法」に基づく0.1Nまたは1N塩酸浸出法⁵⁾などがある。

今回は、用水路での重金属汚染が水田への汚染につながる可能性が大きいため、水稲への汚染を考慮し「土壤汚染防止法⁵⁾」に基づく塩酸浸出法を用いた。

塩酸浸出法は、作物収量との関係が深い土壌中の可溶性金属を抽出するために考えられた方法であり、さらに、分析の簡便さや迅速性をも加味して「土壤汚染

防止法⁵⁾」に採用されたものである。

この塩酸浸出法を用いた場合、底質汚染を正確に把握し得るものか否かを検討するため、0.1N・1N・6N塩酸溶液により重金属類の抽出を行った。さらに、汚染調査では安定した測定法である酸分解法を用いて比較検討した。

データの解析は、前報同様主成分分析により解析を行った。

2 実験方法

2・1 農業用水路の状況

農業用水路への取水は5月頃から始まり、9月頃まで行なわれ、秋から春にかけてはほとんど取水されないため空堀状態となっていた。

用水路が空堀状態の時期には、用水路内で家庭系廃棄物や農業系廃棄物などを焼却したり、また、肥料用ビニール袋、農薬のビン、空カンなどの投棄が目立ち、さらには生活雑排水などの流入もみられた。

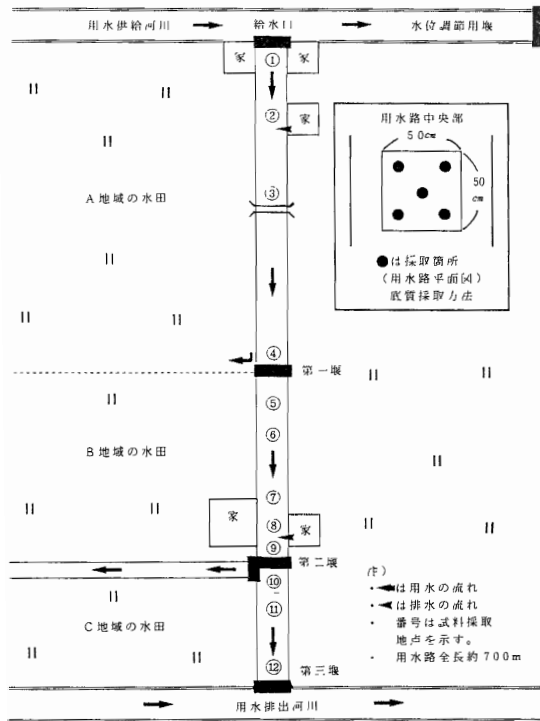


図1. 農業用水路の水の流れ

用水路の水の流れと底質採取法を図1に示した。灌がい期における用水路への取水方法は、用水供給河川の水位調整用堰により水位を上げ、用水路に取水する。用水路に取り入れられた水は、第1・第2・第3堰を止めることにより、A・B・Cの各地域の水田に給水される。用水路の幅は、2~5m程度で下流に行く程幅が広がっていた。

底質の状態は、ほとんど堆積物がなく周辺土壌と変わらないが、生活雑排水が流入している地点や廃棄物が多く堆積している地点は湿潤かつ嫌気状態になっているため黒かっ色を呈し、悪臭を放っていることが多かった。なお、底質試料の状況を表1に示した。

表1 用水路の状況等

試料番号	用水路の状況	底質の色	底質の状態	その他
①	住居近接地域。給水口より2m下流	茶色	土壌	植物性残渣少々有り 貝がら有り。
②	住居近接地域。生活雑排水落水口 底質は嫌気性状態で腐敗臭有り。	黒かっ色	底質 粘質	植物性残渣多し。 針金有り
③	下流に仮設の橋有り。 附近に臭質の乾燥土有り。	茶色	土壌	植物性残渣少々有り。
④	第1堰の上流1m地点。 ごみの散乱し有り。	茶色	土壌 粘質	植物性残渣少々有り。 空カン、空ビン有り。
⑤	第1堰から下流30m地点。 茶かっ色の水たまり有り。 周辺にアノが少しはえしていた。	黒灰色	底質	植物性残渣多し。
⑥	周辺にアノの群生有り。	茶色	土壌 粘質	植物性残渣少々有り。 燃えがら有り。
⑦	住居近接地域。周辺にごみ散乱し、 底質は有地質化し表面から10cm 以上ごみであった。腐敗臭有り。	黒かっ色	底質	植物性残渣多し。 腐プラ・紙くず・貝がら 家庭ごみ・木くず・金属 くず有り。
⑧	住居近接地域。第2堰から上流 20m地点。周辺に生活雑排水の たまり水あり。腐敗臭有り。 アノが群生していた。	黒かっ色	底質 粘質	植物性残渣多し。 腐プラ・家庭ごみ有り。
⑨	第2堰上流1.5m地点。 ごみの散乱有り	茶かっ色	土壌	植物性残渣少々有り 燃えがら、家庭ごみ有り。
⑩	第2堰下流2m地点。 ごみの散乱有り。腐敗臭有り。	茶灰色	底質 粘質	植物性残渣少々有り。 腐プラ有り。
⑪	第3堰より上流30m地点。 ごみの散乱有り。	黄土色	土壌 粘質	植物性残渣少々有り。 燃えがら、腐プラ、貝がら有り。
⑫	第3堰より上流2m地点。	黄土色	土壌 砂質	植物性残渣少々。

2・2 実験試料

農業用水路の底質中重金属濃度を測定するため、図1に示した用水路の底質地点を採取し試料とした。

各地点の試料は、図1の底質採取方法に示したように、用水路の中央部を50cm四方に切り、深さ10cm程度の底質を5点採取し、均一に混合して用いた。

なお、底質の採取は用水路が乾燥状態であった非灌がい期の4月に行った。

表2 酸分解法による重金属濃度

	Fe	Mn	Cu	Zn	Ni	Cr	Cd	Pb	熱灼減量
検体数	12	12	11	12	12	12	11	12	12
平均値 (ppm)	51300	530	95.6	252	34.0	2.47	2.14	37.6	21.8(%)
標準偏差	12000	187	15.3	78.5	10.2	2.81	2.81	9.39	5.65
変動係数 (%)	23.4	35.3	16.0	31.2	30.0	11.4	7.49	25.0	25.9

2・3 試料の調整

採取した底質は、ごみや植物性残渣および石などの夾雑物を除去し、一昼夜70℃の通風乾燥器にて風乾後2mmのふるいをういて篩別し分析試料とした。

2・4 分析方法

2・4・1 硝酸-硫酸-過塩素酸分解法（酸分解法）

前報で用いた硝酸-硫酸-過塩素酸(20:5:2)の三混酸による分解方法によったものを、金属測定用供試液とした。

2・4・2 塩酸浸出法

試料10.0gを容量100mlのポリエチレン製広口ビンに入れ、塩酸溶液50.0mlを加えて、これを室温（約21℃）で約1時間水平振とうし（毎分300回、振とう幅4cm）、孔径1μmのグラスファイバーろ紙を用いてろ過した。このろ液を金属測定用供試液とした。

塩酸溶液の濃度は金属の溶出性を検討するため、0.1N・1N・6Nとした。これらの方法は、ほぼ「土壤汚染防止法」に準拠したものである。

2・4・3 金属分析法

Fe・Mn・Cu・Zn・Crは、供試液を直接原子吸光度法で測定した。Cd・Pb・Niは、ジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム-メチルイソブチルケトン抽出法にて処理した後、原子吸光度法により測定した。

3 結果および考察

3・1 酸分解法と塩酸浸出法の比較

酸分解法により求めた重金属濃度は、重金属含有量を示す熔融法の値と相関性が高く、ほぼ重金属含有量とみなしても良いことを第1報¹⁾で詳述した。そこで、酸分解法の値を含有量とみなし塩酸浸出法と比較検討することにした。

酸分解法により求めた重金属濃度の平均値や変動係数などを表2に示す。なお、有機物総量を表わす熱灼減量を附記した。ただし、地点②のCuと地点⑩のCd

は異常値と考えられるため削除した。地点②でCuが異常値を示したのは表1の用水路の状況から判断すると銅線などの金属が試料に混入したためと考えられる。地点⑩のCdについては不明である。

Cd以外の各重金属類の変動係数は10-30%前後であまり変動していないが、Cdの変動係数だけは70%を超えていた。これは、Cdが土壤の乾湿によって動きやすい物質⁹⁾で、この用水路が年間を通して乾燥期と湿潤期が繰り返されている事実とを考え合わせると変動の大きいことが理解できる。

次に、用水路の底質を酸分解したものと、0.1N・1N・6Nの3種の塩酸溶液で抽出したものと、各重金属濃度の相関性を検討した。この相関性を検討するために、回帰分析により回帰性の検定を行った。ただし、回帰性の検定にはF検定を用い、有意水準が1%で回帰性が有意と認められたものだけを図2に示した。

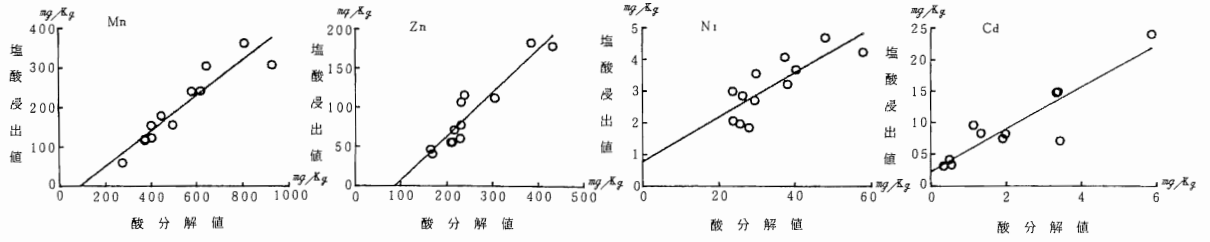
抽出液の酸濃度として0.1Nで相関性が高いと認められた重金属はMn・Zn・Ni・Cdであり、1NではMn・Zn・Ni・Cdの他にFe・Cu・Pbの相関性が高かった。また、6NではMn・Zn・Ni・Cd・Fe・Cu・Pbの他にCrが相関性が高かった。なお、Crは、一般に、一次鉱物中に多く存在し⁷⁾、塩酸に難溶なためなかなか抽出しにくい元素である。そのため、酸濃度が高い抽出法(6N塩酸浸出法)でなければ相関性が表われなかったのではないかと考えられる。

次に、酸濃度の変化に伴う重金属抽出率の変動を図3に示す。この抽出率は、酸分解法の値を重金属全量値とみなしその平均値を示したものである。

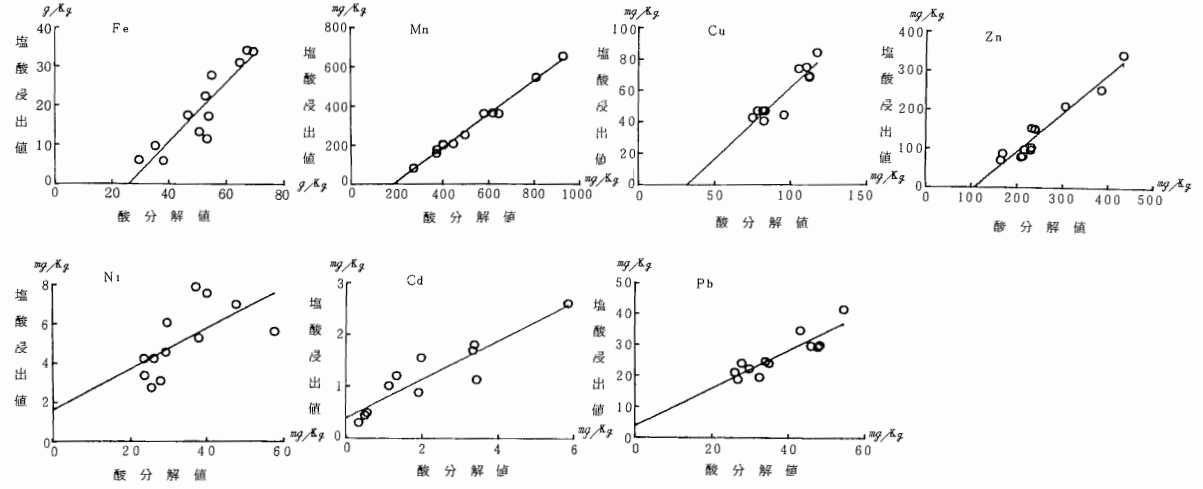
図3からも明らかなように、Cd・Mn・Znは酸濃度が低くても高い抽出率を示した。他方、Ni・Crは酸濃度が低いと抽出率が悪く、酸濃度が高くなると幾分抽出率が高くなる傾向を示した。また、Pb・Cu・Feは0.1N塩酸では抽出率がかなり悪いが、1N塩酸以上になると急激に抽出率が良くなった。

この現象はとりわけPbで顕著であり、かつ1N塩酸以上の場合にはPbが最高の抽出率を示した。

〔0.1 N 塩酸浸出法〕



〔1 N 塩酸浸出法〕



〔6 N 塩酸浸出法〕

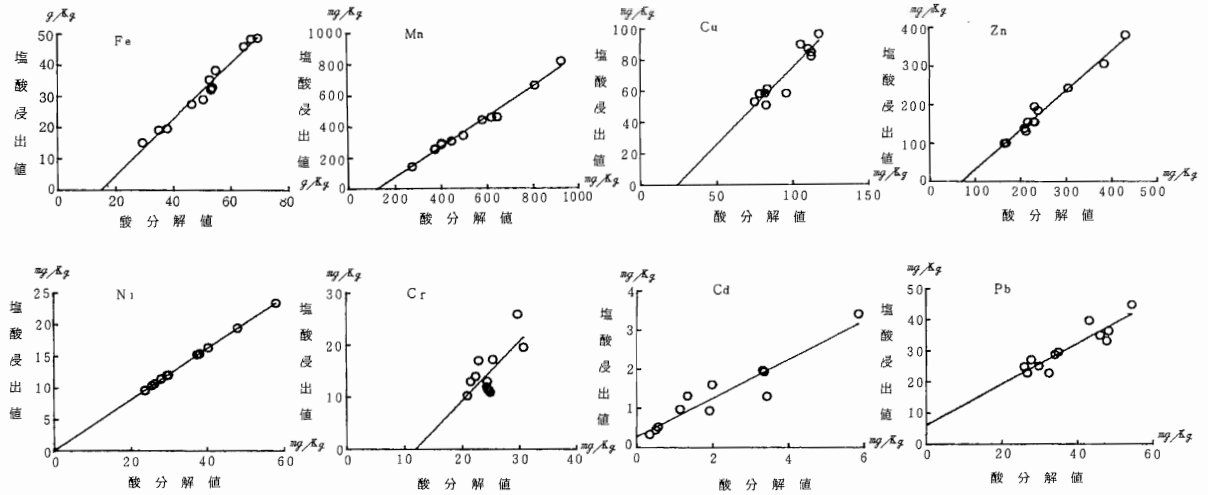


図2 酸分解値と各種塩酸浸出値との相関性

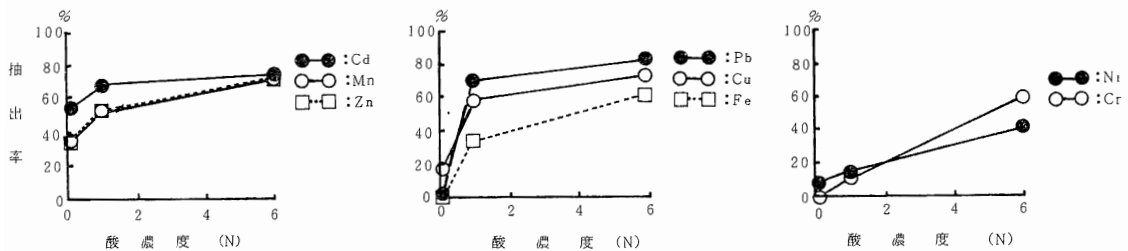


図3. 重金属の各酸濃度における抽出率変化

このように、酸濃度により抽出率が異なるのは重金属の底質への吸着形態の違いによるものと考えられる。重金属の底質（土壌）への吸着に関与する因子は飯村ら⁶⁾によると、粘土や腐植表面におけるイオン交換吸着、腐植と金属との錯結合形成、FeやAlなどの加水酸化物への吸着、共沈、還元状態下における難溶性化合物（硫化物）の形成などがあげられると述べている。また、一次・二次鉱物の結晶格子や植物および微生物などの体内に存在するものもあるとしている⁶⁾。

また、竹内ら⁸⁾によると塩酸で抽出される重金属類の遊離画分は、これら吸着因子などのすべてを抽出できるわけではなく、添加された塩酸のプロトン濃度に依存し、とりわけプロトン濃度が低いと、イオン交換基や錯結合基上の塩基との交換に消費されたり、遊離水酸化物や共沈物の溶解に消費されるため、重金属類を溶解するにはいたらない場合が多いと述べている⁸⁾。

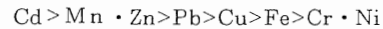
プロトン濃度すなわち酸濃度が増すとこれらの吸着形態からの重金属類が交換されやすくなったり、溶解されやすくなるため抽出率が増加するものと考えられる。また、金属によって抽出率が相当異なるのは、この吸着形態や吸着力が異なるためであると考えられる。以上のことから、①～③のことが判明した。

- ① 酸濃度が低くても抽出率が高いグループ……
Cd・Mn・Zn(Cdが特に顕著である)
- ② 酸濃度が1N以上になると急激に抽出率が高くなるグループ……Cu・Fe・Pb(Pbは特に顕著である)
- ③ 酸濃度が6Nになると抽出率がやや高くなるグループ……Ni・Cr

これらは吸着形態などの違いによるものと考えられるが、どの吸着因子が強いかわかる今回の実験では判明しなかった。しかし、酸濃度が低くても高い抽出率を示したCd等は、おそらく底質中を動き易い金属とみてさしつかえないであろう。

そこで、これらの金属が底質中を移動するとすれば、

金属の移動のしやすさの順位は酸濃度と抽出率の関係より



が成り立つものと考えられる。

3・2 農業用水路の底質中重金属濃度

農業用水路における底質中の重金属類の移動と蓄積量を解明するため各種の塩酸浸出法と酸分解法とを比較検討した。

はじめに、それぞれの分析法により解析し得る項目の選択を行った。

Fe・Mnは底質中の多量成分であるため、微量な負荷では相対的な負荷率が高くなり解析が困難な項目であった。そこで、Fe・Mnについては解析項目から削除した。また、重金属類は有機物と錯結合を^{6)・8)}していることが多いので、有機物総量を表わす熱灼減量を解析項目に加えた。さらに、3・1の各浸出法における抽出率の変動係数や回帰性から判断し、各々の分析法における信頼度の高い分析項目を選択し下記に示した。

- ① 0.1N塩酸浸出法……Zn・Ni・Cd・熱灼減量の4項目
- ② 1N塩酸浸出法……Cu・Zn・Ni・Cd・Pb・熱灼減量の6項目
- ③ 6N塩酸浸出法……Cu・Zn・Ni・Cr・Cd・Pb・熱灼減量の7項目
- ④ 酸分解法……③と同じ項目

これらの項目について、総合的な汚染度を把握するため主成分分析により底質中の重金属汚染の解析を行った。なお、用いた底質試料のうち地点②と④の測定値は、酸分解法により異常値と判断されたためすべての分析試料から削除した。

3・2・1 主成分分析

各抽出法における信頼度の高い分析項目のデータについて、相関行列により主成分分析を行った。

表3 固有値と累積寄与率

抽出法	変数 (項目数)	主成分	Z ₁	Z ₂	Z ₃
0.1N塩酸 浸出法	4	固有値	2.39	1.02	0.33
		累積寄与率	0.60	0.85	0.94
1N塩酸 浸出法	6	固有値	3.76	1.20	0.56
		累積寄与率	0.63	0.83	0.92
6N塩酸 浸出法	7	固有値	3.50	1.76	0.81
		累積寄与率	0.50	0.75	0.87
酸分解法	7	固有値	3.06	1.76	1.23
		累積寄与率	0.44	0.71	0.88

表4 固有ベクトルと因子負荷量

抽出法	項目	第1主成分 Z ₁		第2主成分 Z ₂	
		固有ベクトル	因子負荷量	固有ベクトル	因子負荷量
0.1N 塩酸 浸出法	Zn	0.57	0.88	0.20	0.20
	Ni	0.55	0.85	-0.27	-0.27
	Cd	0.30	0.46	0.85	0.86
	熱灼減量	0.53	0.83	-0.41	-0.41
1N 塩酸 浸出法	Cu	0.35	0.68	0.60	0.66
	Zn	0.46	0.90	-0.18	-0.20
	Ni	0.49	0.95	0.04	0.05
	Cd	0.27	0.53	-0.69	-0.76
	Pb	0.41	0.79	-0.21	-0.23
	熱灼減量	0.42	0.83	0.29	0.32
6N 塩酸 浸出法	Cu	0.40	0.74	0.33	0.44
	Zn	0.41	0.78	-0.40	-0.54
	Ni	0.38	0.72	0.41	0.54
	Cr	0.44	0.81	0.29	0.38
	Cd	0.20	0.37	-0.55	-0.72
	Pb	0.36	0.67	-0.42	-0.56
	熱灼減量	0.41	0.76	0.03	0.04
酸分解法	Cu	0.46	0.81	0.33	0.45
	Zn	0.45	0.79	-0.37	-0.51
	Ni	0.39	0.68	0.37	0.51
	Cr	0.35	0.61	0.18	0.25
	Cd	0.10	0.17	-0.58	-0.79
	Pb	0.33	0.58	-0.50	-0.68
	熱灼減量	0.44	0.77	0.06	0.08

各抽出法の固有値と累積寄与率を表3に、また、その固有ベクトルと因子負荷量を表4に示した。

各抽出法とも、第1・第2主成分(Z₁・Z₂)だけで全変動の70%以上を示したので、Z₁・Z₂について

解析を行うことにした。

第1主成分Z₁の因子負荷量はすべての項目で正を示し、各抽出法ともCdで幾分低い値を示す他はすべて高い因子負荷量を示した。このことから、Z₁は大きさの因子を表わしており、重金属類の総合的な汚染度を示すものと考えられる。

第2主成分Z₂の因子負荷量の絶対値が一番大きい項目は、各抽出法ともCdであった。Z₂はCdを中心とした変動を示すものと考えられる。そこで、各抽出法について、Cdの因子負荷量を見ると、0.1N塩酸浸出法が0.86と高い正の値を示し、その他の抽出法ではすべて負の値を示し、-0.72~-0.79の間であった。この正・負の値の違いは、説明変数すなわち分析項目数の違いであろうと考えられる。さらに詳しくZ₂の意義づけを行うために、0.1N塩酸浸出法については正から負へ因子負荷量の大きい順に項目を列挙し、その他は、負から正へ因子負荷量の大きい順に項目を列挙した。

(0.1N) Cd>Zn>Ni>熱灼減量

(1N) Cd>Pb>Zn>Ni>熱灼減量>Cu

(6N) Cd>Pb>Zn>熱灼減量>Cr>Cu>Ni

(酸分解) Cd>Pb>Zn>熱灼減量>Cr>Cu>Ni

この順位は、3・1で示した底質中重金属の移動のしやすさの順位と、多少異なるもののほとんど変わらないことが分かる。このことから、Z₂は用水路(底質)での重金属類の動き易さを表わす主成分であることが分かる。

また、この順位は、CdやZnがpH値の低下や酸化状態下で溶出しやすく、Cuは動きにくいなどの事実^{6)・7)}と呼応していることから理解できる。

次に、総合的な重金属類の汚染度を表わす各抽出法のZ₁スコアを図4に示す。

堰のすぐ上流地点④・⑨・⑫はその上流よりも必ず高いスコア値を示した。これは堰のすぐ上流側で重金属類が蓄積しやすいことを示すものである。また、第1と第2堰の間でスコア値が高いのは、この間で重金属類の蓄積量が多いことを表わしている。これは表1の用水路の状況から判断すると、ごみなどの散乱や蓄積が大きな原因であると考えられる。特に、地点⑦が高いスコア値を示したのは、ごみが多量に蓄積していたためである。さらに、地点⑥と⑧が低いスコア値を示したのは、アシの群生によりごみなどの混入がさけられたためではないかと考えられる。

また、抽出法により明らかに異なる地点は、④・⑦

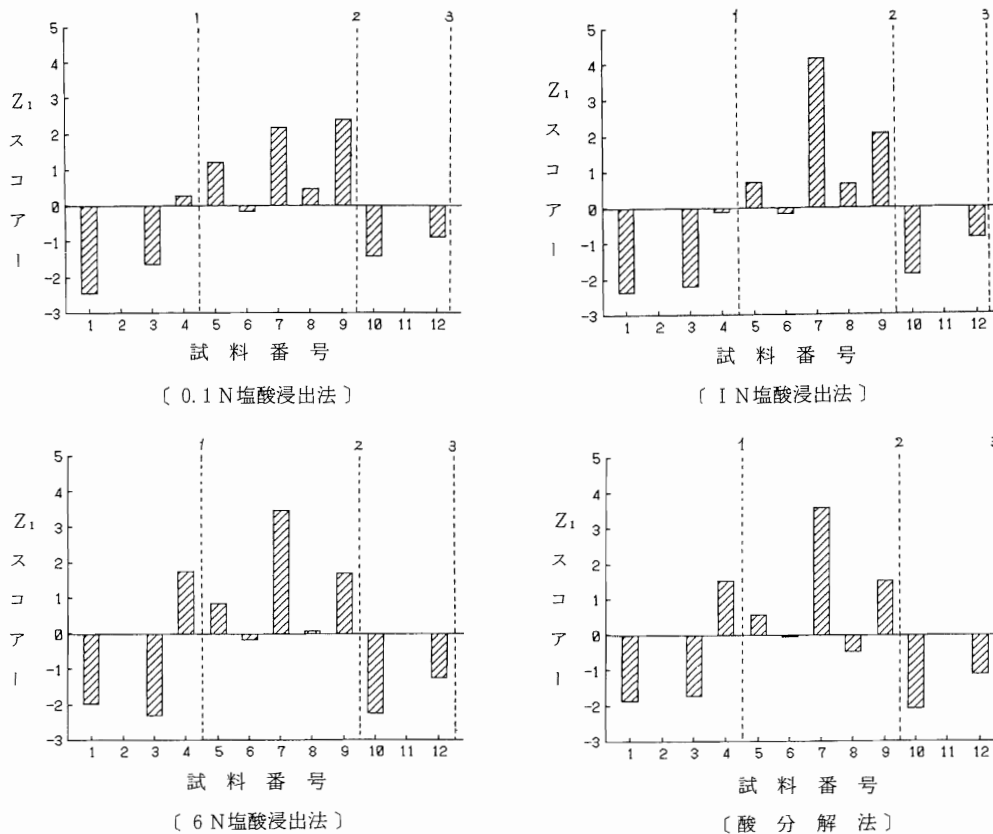


図4. Z₁スコア

・⑧であった。地点④は抽出酸濃度が6N以上になると高いスコア値を示し、これは堰の上流側で重金属が蓄積しやすいことを裏づけるものである。地点⑦は抽出酸濃度が1N以上になるとかなり高いスコア値を示す。地点⑩は酸分解法だけが、負のスコア値を示した。これらの違いは、酸濃度が高くなるにつれて、底質中に内在する難溶性の重金属類が抽出されるために地点間の差がスコア値に表わされたものと考えられる。

用水路での重金属類の動き易さを表わすZ₂スコア値を図5に示す。

抽出法による大きな相違点は、0.1N塩酸浸出法と他の抽出法を比べた場合、スコア値の符号が逆転していることである。しかし、このスコア値の正負を入れ替えると、他の抽出法とほぼ近似する。また、抽出酸濃度の違いについて、スコア値をみると酸濃度が高いものほど難溶性の重金属類の汚染度を強く表わしていた。

すべての抽出法におけるZ₂スコア値の傾向は、上流側でCu・Ni・Crの値が高く、下流側でCd・Pb・Znの値が高くなることである。換言すれば、Cu・Ni・Crが上流側の底質で蓄積量が多く、下流側ではCd・Pb・Znの蓄積量が多いことを表現している。また、用水中にCd・Pb・Znが存在し、上流から流下してきたと仮定すると、Cd・Pb・Znは移動しやすい金属のため、上流側に蓄積せず下流へ移動する。下流に移動したCd・Pb・Znは、用水路の最終堰である第3堰が閉ざされているため蓄積する。蓄積の方法としては、おそらく、第3堰が閉じているために下流域への水の移動が少なくなり、いろいろな物質が溜まり用水が還元状態となって、Cd・Pb・Znが難溶性となり蓄積したものと考えられる。

4 まとめ

農業用水路における底質中の重金属濃度分布により、

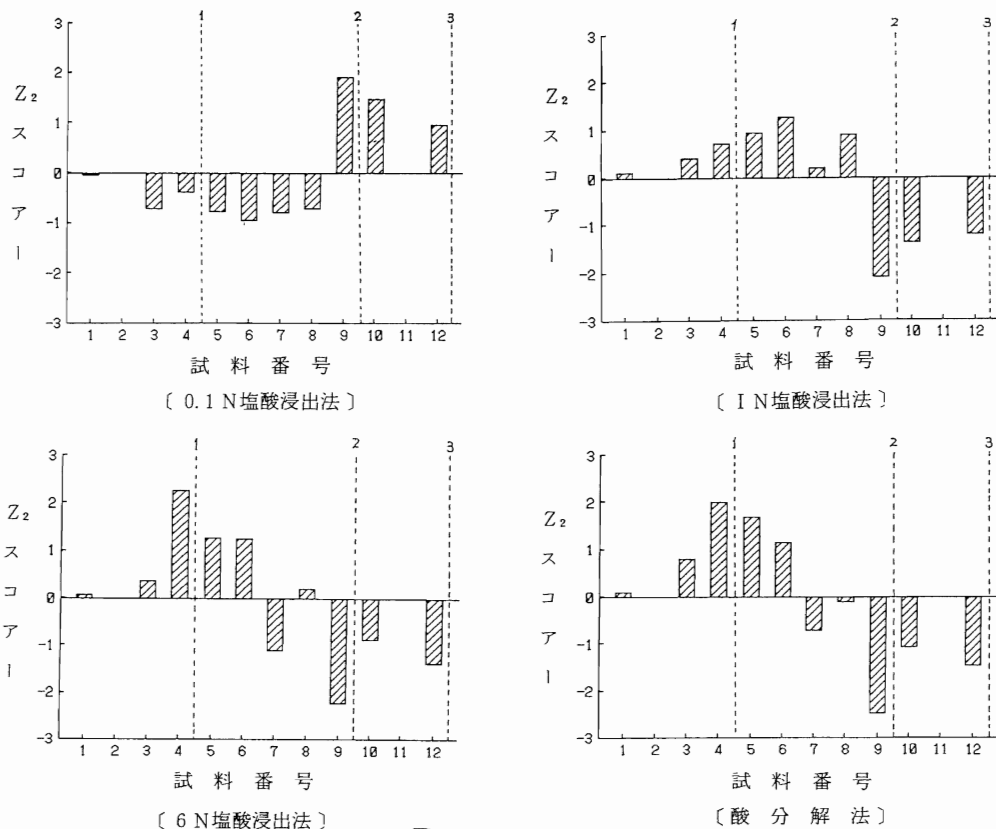


図5 Z₂スコア

重金属類の動向を推察し、水田への汚染を防止することを目的とし、重金属類の測定法の検討を行った。

重金属測定法としては、土壌と作物収量との関係から採用された「土壌汚染防止法」に基づく塩酸浸出法を用い、重金属濃度を測定した。そこで、この方法が的確に底質中の重金属汚染を解明できるか検討するために、塩酸濃度を0.1N・1N・6Nの3段階にとり溶出実験を行った。さらに重金属の全量測定値とみなし得る酸分解法と比較検討した。

データの解析は主成分分析を用い、各種塩酸浸出法と酸分解法の各々について解析した。

(1) 酸分解法と塩酸浸出法の比較

酸分解法の重金属濃度を独立変数とみなし、また、塩酸浸出法の重金属濃度を従属変数として、回帰分析により回帰性の検定を行った。有意水準1%で有意と認められた各浸出法における重金属類は、

- ① 0.1N塩酸浸出法……Mn・Zn・Ni・Cd
- ② 1N塩酸浸出法……Mn・Zn・Ni・Cd・Fe・Cu・Pb

- ③ 6N塩酸浸出法……Mn・Zn・Ni・Cd・Fe・Cu・Pb・Cr

であった。これらは、各種の塩酸浸出法における信頼度の高い分析項目であると考えられる。

次に、抽出酸濃度の変化に伴う重金属抽出率の変動を求めたところ、3群に分類することができた。

- ① 酸濃度が低くとも抽出率が高いグループ……Cd・Mn・Zn
- ② 酸濃度が1N以上になると急激に抽出率が高くなるグループ……Pb・Cu・Fe
- ③ 酸濃度が6Nになるとやや抽出率が高くなるグループ……Ni・Cr

これらは、底質中での重金属吸着形態の違いを示すものであり、底質中での動向に関与するものである。そこで、これら重金属の底質中での移動のしやすさは Cd>Mn・Zn>Pb>Cu>Fe>Cr・Ni の関係が成り立つものと考えられる。

- (2) 農業用水路の底質中重金属濃度
0.1N・1N・6N塩酸浸出法と酸分解法により測定し

た重金属濃度により主成分分析を行い汚染状況を調査した。各種塩酸浸出法と酸分解法における解析項目は、多量金属であるFeとMnを除き、(1)で信頼度の高いと認められた項目と熱灼減量を加えたものである。

0.1N塩酸浸出法では5項目、1N塩酸浸出法では8項目、6N塩酸浸出法および酸分解法では9項目について解析した。

第1主成分 Z_1 は、すべての抽出法で総合的な汚染度を表わすことが分かった。また、 Z_1 は堰のすぐ上流で重金属類が蓄積しやすいこと、さらに、ごみなどの散乱が目立つ第2と第3堰の間で重金属類の蓄積が高いことが判明した。

第2主成分 Z_2 は、すべての抽出法で用水路内底質の重金属類の移動のしやすさを示すことが分かった。また、重金属類の動き易さの関係より、 Z_2 はCu・Ni・Crが上流で蓄積しやすく、Cd・Pb・Znが下流で蓄積しやすいことが判明した。

Z_1 ・ Z_2 ともに、酸濃度の高い抽出法ほど潜在的な汚染度をより強く表わすことが分かった。すなわち、説明変数(項目数)が多いほど汚染状況を、より詳しく把握できることを抽出法の違いは示している。

なお、6N塩酸浸出法と酸分解法は解析項目の数は同じであるが、酸分解法の方が Z_1 ・ Z_2 主成分ともに潜在的な汚染度を強く表わしていることが分かった。

文 献

- 1) 小野雄策ら：環境汚染調査における金属抽出法に関する研究(第1報), 埼玉県公害センター所報, [12], 163-173, 1985.
- 2) 小野雄策ら：環境汚染調査における金属抽出法に関する研究(第2報), 同上, [13], 125-136, 1986.
- 3) 「産業廃棄物に含まれる金属類の検定方法」(環境庁告示第13号, 昭和48年2月)
- 4) 「底質調査方法」(環水管第120号, 昭和50年10月)
- 5) 土壌分析マニュアル作成委員編：土壌分析マニュアル—Cd, Cu, Asの検定方法—, 社団法人日本環境測定分析協会, 11-14pp, 1983.
- 6) 渋谷政夫編著：土壌汚染の機構と解析, 産業図書, 161-195pp, 1979.
- 7) 渋谷政夫ら：重金属測定法, 博友社, 10-222pp, 1978.
- 8) 土壌標準分析・測定法委員会編：土壌標準分析・測定法, 博友社, 197pp, 1986.