

緑農地還元時における下水汚泥中の有害物質の挙動

福岡大学 ○後藤久美子 花嶋正孝 松藤康司

1. はじめに

下水汚泥の最終処分方法としては、緑農地還元は長期的方法として有望視されている反面、下水汚泥中に含まれる重金属の挙動が十分解明されていないため、緑農地還元による処分に一つの陰りを著している。汚泥等の緑農地への利用増大に伴い、環境庁はこれらに含まれる重金属による土壤汚染を未然に防ぐため、亜鉛を管理指標とし、その土壤中の許容濃度を乾土/kg当り、120mgとする管理基準を決め、全国の都道府県に通知した。このように下水汚泥の緑農地還元をとりまく状況は年々厳しくなっている。そこで水田への下水汚泥の施用による土壤中の重金属の挙動について、流入水量を把握し、土質の均質化を図り、重金属の収支を取るために、ポットを用い、小規模な模型水田で施用試験を行い、主に重金属の挙動について調査を行なった。

2. 発酵汚泥の製造方法と性状 (表1. 2. 3参照)

下水処理場より発生した脱水ケーキ(含水率75~78%)と発酵種汚泥(含水率35%)とを1:2~3の割合で混合し、含水率45~48%、pH9.8~10程度にする。これを通気量300ℓ/分²、温度75℃程度で約10日間発酵させる。発酵が終了した汚泥は、含水率約35%、pH7.0~8.5となっている。

3. 調査方法

I. 調査場所

福岡大学工学部水理衛生工学実験室屋外実験場

II. 調査対象物

水稻(品種:ニシホマレ)

III. 発酵汚泥肥料および農薬の施用量

の発酵汚泥の施用量

区	1 区	2 区	3 区
施用量	0 t/10a	0.24 t/10a	1 t/10a

②一般肥料・薬剤

圃場と同一のものを同量使用し、散布時期は福岡市農業指導センターの「稲作ごよみ」に準じた。

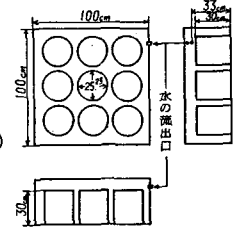


図1 模型水田配置図

4. 試験方法

10mmフルイでふるった土壌をワケネルポット(φ2000a)9個に詰め、上部各1に発酵汚泥を上記の施用量に相当する量を混合して図1のような模型水田を3区設けた。流入水は水道水を用い、苗は圃場と同時期に田植えをし、出穂前の稲・収穫期作物。施用前・施用直後・収穫期の土壌・湛水期間中の灌溉水(流出水)、ポットより流出した堆積土について重金属の分析を行なった。

5. 重金属の挙動

作物中の重金属は、可食部には1と区においてもAs, Hg, Cd, Pb, Cr, Niは不検出で、元素によっては、作物の固有の部分に吸収・集積されやすい傾向を示すものもあるが、出穂期と収穫期との対照区、施用2区とは比べると、可食部では発酵汚泥の大量施用の影響はほとんどみられなかった。

表1 ポット試験に使用した土壌中重金属含有量 (乾量当りppm)

As	Hg	Cd	Pb	Cr	Cu	Zn	Fe	Mn	Ni
2.6	0.72	1.1	27	56	75	580	35,000	620	29

表2 発酵汚泥の重金属含有量 (乾量当りppm)

As	Hg	Cd	Pb	Cr
1.5	0.85	1.9	40	20
Cu	Zn	Fe	Mn	Ni
150	820	31000	460	24

表3 収穫期土壌の重金属含有量 (乾量当りppm)

	As	Hg	Cd	Pb	Cr	Cu	Zn	Fe	Mn	Ni
対照区	1.7	0.73	1.5	31	40	95	640	12,000	740	26
0.24t区	1.6	0.64	1.1	27	48	93	630	18,000	740	23
1 t 区	2.0	0.69	1.0	26	48	85	570	20,000	640	21

土壌中では、施用前に比べて、収穫期に施用区でCu・Mnが増大したが、これらは対照区でも増大しており、施用による影響は認められなかった。

灌漑水で微量検出されたAs・Hgについても3日間での差はほとんどみられなかった。

堆積土はCd・Pb・Cr・Zn・Mn・Niは土壌中の重金属含有量を上回っており、やや濃縮される傾向を示すが、対照区に比べ施用区の含有量が上回っている元素は多く、発酵汚泥中の重金属の流出は認められなかった。

6. 重金属の収支

実験開始時に1区当たり含有されていた重金属をベースとし、これまでに得られた発酵汚泥、灌漑水、堆積土、作物等により流入又は流出した重金属の収支を図2に示す。

いずれの重金属も対照区より施用区で堆積土への溶脱が小さくなっており、施用による流出防止効果と思われる。

一方それぞれの重金属の流出傾向についてまとめると、表4のようになり、溶脱が多いのはCd・Pb・Cu・Znであり、Feは1区でも土壌中の含有量はほとんど変化せず、溶脱のみによって流出していくことが明らかになった。

また、灌漑水へ溶出傾向を示すものはAs・Hgであり、作物へ吸収される傾向を示すものはAs・Mnであった。

表4 重金属の流出傾向

	流 出 傾 向
As	水 > 作物 > 土
Hg	水 > 土 >> 作物
Cd	土 > 水 > 作物
Pb	土 > 水 > 作物
Cr	土 = 水 > 作物
Cu	土 > 水 > 作物
Zn	土 > 水 > 作物
Fe	土
Mn	土 > 作物 > 水
Ni	土 > 水

水； かんがい水による溶出

7. まとめ

- ① 作物中の重金属含有量は、1区では地下部に集積しやすいAsや茎・葉部に多いCu・Mnが各部位で高い値を示しており、このような傾向の重金属は発酵汚泥の影響を受けやすいと思われる。
- ② 可食部における発酵汚泥中の重金属の影響は施用区ともほとんど認められなかった。
- ③ 施用区土壌中の重金属含有量は、1区でも顕著な増加はみられなかった。
- ④ 作物、土壌、灌漑水および堆積土中の重金属含有量から、重金属収支を算出した結果、どの重金属も堆積土への溶脱は1区が最も小さかった。
- ⑤ 灌漑水へ溶出傾向を示すものはAs・Hgであり、また作物への収奪はAs・Mnが顕著であるなど、各種重金属の挙動形態は異なっていることが明らかになった。

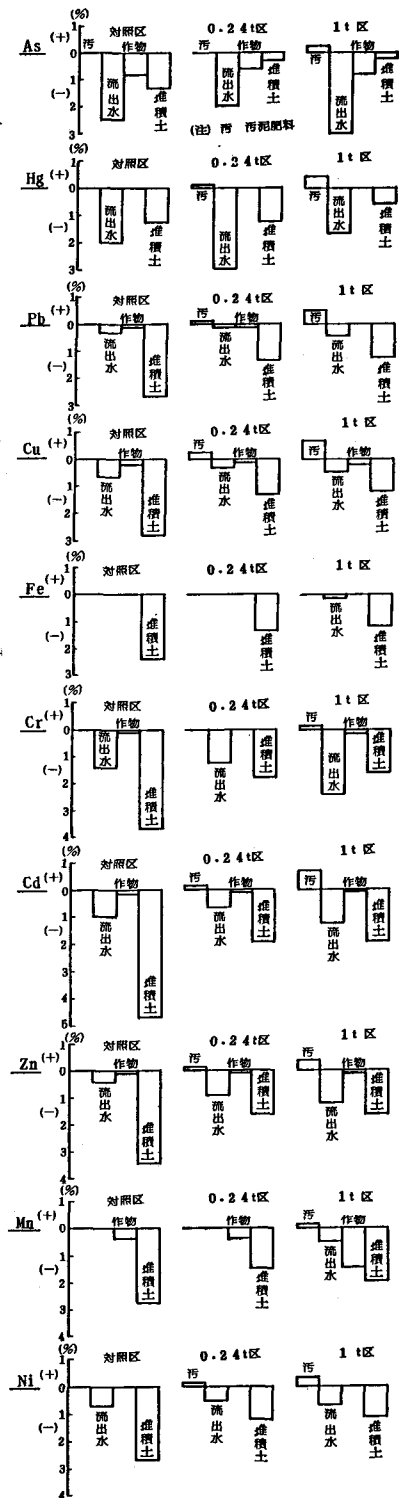


図2 重金属収支