

緑農地還元における下水汚泥中の有害物質の挙動

—実圃場における重金属の挙動—

福岡大学 学生員 〇香川 智紀

正 員 松藤 康司

正 員 後藤 ス美子

学生員 世次 宏之

1. はじめに

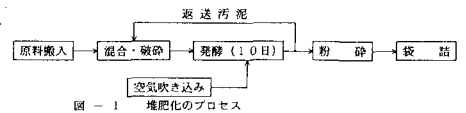
下水道の普及に伴ない、下水汚泥の発生量が増大し、この汚泥の処理処分方法が問題となっている。このような中で、下水汚泥は植物の生育に必須なリン、カリウム、窒素および有機分等を少量に含んでおり、緑農地還元は下水汚泥の処分方法の一つとして注目されてきている。しかし、下水汚泥を緑農地へ還元した場合、汚泥中に含まれる重金属による土壤汚染が懸念され、緑農地還元の普及の伸び悩みの原因となっている。この状況を踏まえ、実圃場において、汚泥肥料を長期連用(1年間)し、重金属の挙動の追跡調査を行なってきた。ところが、実験過程で、汚泥肥料を施用している圃場(以下、施用区と呼ぶ)はもちろん、施用しない圃場(以下、対照区と呼ぶ)においても同じ傾向で、亜鉛等の重金属が漸増し、環境庁が「汚泥の農用地等への還元に係る指針」に定める120ppmに近づく傾向が認められた。そこで今回は、各種重金属のうち、亜鉛に注目しながら、重金属の新增原因を調査し、若干の知見が得られたので報告する。

2. 堆肥化方法

施用した汚泥肥料の堆肥化のプロセスを図-1に示す。まず始

めに活性汚泥処理によって発生した汚泥を、真空脱水および加圧脱水(含水率75~78%)したのち、含水率45%、PH10程度になるよう

に調整し、その後、汚泥発酵槽において、約10~11日間発酵を行なう。以上のプロセスを経て出来た汚泥肥料の性状は、含水率35%、PH7.0~8.5である。



3. 調査方法

Ⅰ. 調査場所、汚泥肥料および成分

調査は実圃場を利用し、灌漑水の上流側に対照区を、水田/牧場とした下流側に施用区を設けた。概略図を図-2に示す。また、汚泥肥料施用量および成分を表-1、2に示す。

Ⅱ. 測定方法

この試験圃場に入る重金属は、汚泥肥料(対照区はなし)、薬剤、化学肥料および灌漑水によるものである。この中で、灌漑水によって、圃場に入ってくる重金属量を求めるために、水口に仕切板を設けたバケツを設置し(図-3参照)灌漑水及びバケツに堆積した土(以下、堆積土と呼ぶ)を採取し、重金属の分析を行った。また、このバケツで採取できない微粒子については、ぶぶを測定し、それに含まれる重金属濃度を求めた。

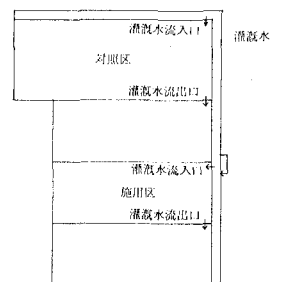


図-2 試験圃場の概略

表-1 汚泥肥料施用量 (kg/10a)

	元 肥	追 肥
対 照 区	0	0
施 用 区	120	120

ただし、通常の栽培に必要な肥料・殺虫剤等は、対照区・施用区とも同種同量を施用する。

4. 結果と考察

灌漑水や汚泥肥料などによって、圃場に入ってくる重金属の量を表-3に示す。ま

た、各々の流入割合を図-4に示す。汚泥肥料によって、圃場に持ち込まれる重金属量を圃場への総流入量に対する割合で見ると、多いものでも鉄の21.9%であり、クロムにおいては、わずか0.8%にすぎない。全ての重金属において灌漑水による流入量が、7~9割を占めており、これらのことから、圃場に入ってく

表-2 汚泥肥料の成分

PH	含水率(%)	有機分(%)	全炭素(%)
7.9	30	2.4	1.1
全窒素(%)	As (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Cd (mg/kg)
1.2	1.9	0.40	3.7

る重金属は大部分が、灌漑水由来であることが明らかになった。

次に灌漑水によって圃場に流入する重金属が、灌漑水中に溶解した状態で流入するのか、また、ぶぶ等の浮遊物の状態で流入するかを調べた。その結果を表-4に示す。この表でS.S.除去前の灌漑水とは濁水の状態での重金属濃度であり、S.S.除去後とは、この濁水をメンブランフィルターで濾過し、S.S.を除去した後の灌漑水の重金属濃度である。この結果より算定したぶぶ中の重金属濃度も表-4に示した。この結果、銅、

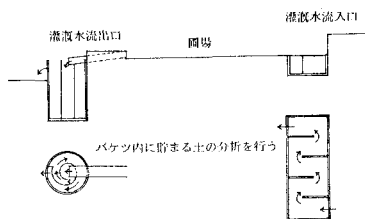


図-3 圃場断面図

マンガン以外はぶぶの方が汚泥肥料より濃度が高いことがわかる。亜鉛濃度について詳しく見てみると、S.S.除去前を100%とすると、S.S.除去後は0%となり、灌漑水の亜鉛は殆んどがぶぶ由来で流入している事がわかる。

表-3 圃場に流入する重金属量 (g)

	Cr	Pb	Cu	Mn	Fe	Zn	Ni
灌漑水	530 (98.6)	48 (91.1)	140 (80.0)	3,000 (96.3)	17,000 (76.9)	620 (82.4)	100 (95.3)
堆積土	0.53 (0.1)	0.06 (0.1)	0.14 (0.1)	2.5 (0.1)	160 (0.7)	0.46 (0.1)	0.33 (0.3)
一般化学肥料	1.1 (0.2)	0.16 (0.3)	0.11 (0.1)	3.2 (0.1)	100 (0.5)	1.5 (0.2)	0.24 (0.2)
汚泥肥料	4.2 (0.8)	4.5 (8.5)	35 (19.8)	110 (3.5)	4,800 (21.9)	130 (17.3)	4.4 (4.2)
総量	535.83	52.72	174.95	3115.7	21715.1	752	104.97

() 内は総量を基準とした百分率 (%)

以上の結果から、灌漑水中の微粒子が試験区の重金属の増加に大きく寄与している事が確認でき、特にバケツでは採取できない程度の微粒子が、大きな影響を与えていることがわかる。この結果をもとに汚泥肥料以外による重金属の流入量を、本実験に施用した汚泥肥料量に換算すると、亜鉛を例にとった場合、汚泥肥料1150kg/10aの施用量に相当する。つまり、本実験である240kg/10aの汚泥肥料の施用による重金属の投入量は、流入量全体の約1/5以下であり、これらの影響によって、両試験区の亜鉛が経時的に増加しているものと考えられる。

次に、汚泥肥料の施用効果については、昭和56年の結果と比較して、施用区の収量は対照区に比べて、約1割の増収となっている。また、水稻の生育では、対照区に比べ、耐倒伏性に優れているなど、作物に対する施用効果が明らかになった。土壌については、対照区より施用区の方が保水性が良く、多孔隙性である事がわかっている。有機分、全窒素、全窒素の含有量も施用区の方が大きく、経年的にも増加傾向を示しており、土壌改良剤としての効果が期待できる。ここで、圃場に入ってくる有機分を表-5に示した。表より汚泥肥料によって投入される有機分は、灌漑水によって流入する有機分の、約150倍にも達している。また、一般化学肥料及び薬剤による投入量は37.0kgであり、汚泥肥料による流入量は、有機分の補充効果から見ると、大きく寄与していることがわかった。

5. まとめ

本実験をまとめると次の通りである。

- ① 圃場へ入ってくる重金属の大部分は、灌漑水中の微粒子によるもので、この影響で、対照区の亜鉛も漸増している。
- ② 圃場へ入ってくる有機分は、汚泥肥料と一般化学肥料による投入量が大きな割合を占めている。今後、試験区での広範な調査を通じ、亜鉛の管理基準(120ppm)と作物への影響を検討する必要がある。

謝辞：本調査研究に御指導、御尽力いただいた花嶋正孝教授に感謝の意を表します。