

水稻に対する都市下水汚泥施用試験

中鉢 富夫・塩島 光洲・及川 慶一

(宮城県農業センター)

Application of Municipal Waste Water Sludge to Paddy Field
and Its Effect on Growth and Yield of Rice

Tomio CHŪBACHI, Mitsuhiro SHIOJIMA and Kiichi OIKAWA

(Miyagi Prefectural Agricultural Research Center)

1 は し が き

現在、下水処理場から排出される汚泥は、その全部が焼却と埋立てによって処分されている。資源の節約、再利用の観点からみると、汚泥は有用な有機物資源となり得る。

しかし、土壌還元による農業利用に当っては、汚泥中の有害成分、特に含有重金属元素の環境汚染に及ぼす影響が問題である。そこで、都市下水汚泥の水稲栽培における有効利用の可否を下水汚泥用量との関連下で、水稲の生育収量や玄米、跡地土壌中の重金属元素含量に及ぼす影響について検討したので報告する。

2 試 験 方 法

試験の場所、土壌条件： 宮城県農業センター水田圃場、灰褐色土壌強粘土構造型、減水深 2~3 cm/日

試験区の構成と各区内容： 表 1 に示した。堆肥、汚泥は現物重で 4 月下旬施用、耕うん後灌水した。

表 1 試験区の構成と各区内容 (kg/10 a)

区 名 Na(汚泥用量)	N・K ₂ O		P ₂ O ₅	備 考
	基肥	追肥	基肥	
1 堆肥 1000	6.0	2.0	10.0	・トヨニシキ稚苗 5月11日植
2 汚泥 350	"	"	"	・1区25m ² , Na.1~4 2連制
3 " 700	"	"	"	Na.5~7 単連
4 " 1050	"	"	"	・基肥 くみあい化成 甲 8 号
5 " 2000	—	—	—	・追肥 NK 化成(幼形期)
6 " 4000	—	—	—	・Na.5~7 は昭51のみN-3, P
7 " 8000	—	—	—	-10, K-6, 昭52, 53無肥料

試験期間： 昭和51年~53年, 3年間

3 試 験 結 果

1. 供試汚泥の各種成分含量

汚泥の成分含量を3年間の平均で表 2 に示した。汚泥は弱アルカリを呈し、Cl⁻が高く、K₂Oを殆んど含まない。炭素率は10程度である。重金属元素含量については、Cd, As は特殊肥料取締基準の1/3~1/6である。基準のない Zn 含量は普通土壌に比べて著しく高い。また、Hg が基準の 2.0 ppm を超過している。

表 2 都市下水汚泥中の各種成分含量

成分	PH	T-C	T-N	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cl ⁻	水分
					%			
平均	7.70	14.8	1.26	11.54	1.02	0.16	0.59	54.9
±	0.91	4.74	0.25	1.41	0.32	0.08	0.42	7.0
成分	Cd	Zn	Cu	Pb	As	Cr	Hg	
					ppm			
平均	1.99	1094	199	76.2	8.02	124	2.47	
±	0.62	443	116	8.98	1.29	21.2	0.75	

2. 生育、収量

汚泥施用量と生育状況を3年間の平均で表 3 に示した。汚泥 1 t 以下の区で基肥施肥の場合、田植30日後までの初期生育は、ほぼ堆肥並みであり最高分げつ期以降は明らかに堆肥区に優る。汚泥 2 t 以上の区では無肥料の関係もあり、最高分げつ期までは堆肥区に比較して約90%の生育状況であるが、後期は著しく旺盛となる。即ち、汚泥施用区の生育特性は、初期抑制、後期過剰の生育型で、この傾向は汚泥量に比例して著しくなる。

表 3 汚泥用量と生育 (3年間の平均)

No.	草丈・稈長 (cm)			茎数・穂数 (本/m ²)		
	6/10	7/10	9/20	6/10	7/10	9/20
1	26.9	57.8	83.6	166	571	396
2	26.9	58.9	85.4	158	566	417
3	28.4	59.4	85.6	169	589	447
4	27.0	61.0	90.6	156	612	486
5	24.3	52.3	86.5	137	504	425
6	23.5	52.0	87.1	127	519	520
7	20.0	49.2	90.5	142	529	565

特に汚泥 4 t 以上の区は6月初めから異常な還元発酵状態となり、土壌中にはNH₄-Nが9~10 mg 存在するが、還元障害により窒素の吸収が阻害され、稲体窒素濃度は低く、生育は著しく抑制される。中干しにより根圏の環境が改善されると草丈、茎数は急激に伸長増加して、出穂後はいもち病の多発や早い時期の倒伏、青立ち現象を示した。

これらの生育経過および土壌分析の結果から都市下水汚泥の肥効発現速度は、堆肥よりはるかに速効的であり、肥

培管理上堆肥と同じには扱えない。

汚泥用量と収量については堆肥区に対する指数で表4に示した。生育、収量、土壤養分の推移等を考慮すれば、都市下水汚泥の施用量は基肥施肥の場合約1t、無肥料では2tが限界量と認められた。

表4 汚泥用量と収量 (堆肥=100)

No.	昭51	昭52	昭53	平均	C.V
1	100 (527)	100 (635)	100 (596)	100 (586)	9.3
2	94	111	105	104	17.6
3	93	105	101	100	15.1
4	105	106	109	106	10.0
5	95	106	108	103	12.4
6	94	106	81	94	19.4
7	89	88	96	91	10.7

3. 汚泥施用が重金属元素含量に及ぼす影響

玄米中の重金属元素含量：Cd, Cr, Pbについては各年次とも原子吸光法による分析限界値に近く、区間差も認められなかった。Cu, As, Znについては3年間の平均でみると、Cuは堆肥区2.28ppm、汚泥区2.43~2.76ppm同様にAs 0.24, 0.16~0.35, Zn 15.63, 14.93~16.87ppmの範囲にあり、汚泥施用区は堆肥区より高い傾向にあるが、施用量の差による玄米中重金属元素含量の変動傾向は明らかでなかった。また、分析値そのものが低く、試験年次内ではいずれも問題とならなかった。

跡地土壤中の重金属元素含量：汚泥施用による土壤重金属元素含量の年次変動についてみると、作土のみの分析であるが汚泥中の含量が高いZn, Cuは汚泥施用量による含有量の増加が明らかであった。

玄米、跡地土壤中重金属元素の増減：重金属元素の土壤蓄積量増減および蓄積に伴う玄米中重金属元素の増減を各年次の元素含量について、汚泥施用各区と堆肥区との差、および作付け前原土との差から汚泥1t当りに換算して年次間の変動を検討した。玄米中のZn, Cu, Asは3年間に堆肥区に比較して、量的には極めて微量であるがそれぞれ増加の傾向が認められた。土壤残留元素の増減については図1に示した。これで見るとZnは明らかな蓄積増加を示している。その他は作付け前原土と堆肥区との差が一致しないが、汚泥施用後に大巾に低下したのはCrとPbのみである。そのほかはいずれも原土および堆肥区より高まる傾向にあり、量的には微量でも蓄積量の増加はあるものとみられる。したがって、さらに長期連用について、次層や排水中への影響なども併せて検討する必要があるが、3年間の試験結果から推定する限り、10a当り1~2tの汚泥施用量であれば問題はないものと判断された。

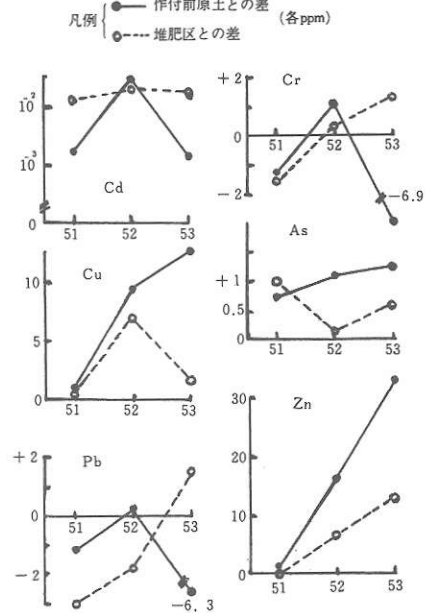


図1 跡地土壤中重金属含量の増減 (作付け前原土との差、堆肥区との差から算出、汚泥1t当り)

4 摘 要

都市下水汚泥の水稲栽培における有効利用の可否を、下水汚泥用量との関連下で、水稲の生育収量や玄米、跡地土壤中における重金属元素含量に及ぼす影響について3年間検討し次の結果を得た。

1. 都市下水汚泥の肥効発現は堆肥より速効的であり、堆肥と同じには扱えないことを認めた。
2. 水稲に対する汚泥の施用量は、基肥施肥の場合は10a当り1t、無肥料では2tが限界量と判断された。
3. 汚泥施用による跡地土壤中重金属元素含量は微量の蓄積増加を認めたが、さらに長期連用について検討が必要である。
4. 3年間の試験結果の範囲では10a当り1~2tの汚泥施用量であれば、玄米へのとり込みについても特に問題はないと判断された。
5. 下水汚泥中の重金属元素含量はHgを除いて、いずれの年も特殊肥料取締基準以下であった。Hgは年次により基準を超過する場合があり、有効利用を促進するには、産業下水、生活下水など下水の送り分け等によるHg含量低下の処置が必要である。
6. 下水汚泥の嫌氣的な消化処理に加えて、好氣的条件下での堆積熟成による悪臭や水分含量の改善が必要である。