

桑に対する都市下水汚泥の施用効果

堤 和敏・柳沼 泰衛

(福島県蚕業試験場)

Effect of Municipal Sewage Sludge on Mulberry Plant

Kazutoshi TSUTSUMI and Yasuei YAGINUMA

(Fukushima Sericultural Experiment Station)

1 は し が き

近年、都市下水道の普及とともに終末処理場で発生する汚泥の量も急増してきている。汚泥は一般に有機物や窒素、リン酸などの肥料成分を多量に含んでいるとされ、農地への還元が望まれている。しかし重金属などの有害成分が土壌や植物体への蓄積に及ぼす影響などの問題点も多い。

一般に下水汚泥は処理場への流入水の成分や処理方式により、発生する汚泥の成分も著しく異なるといわれている。福島県内では現在4カ所の処理場があり、年間2万 m^3 以上の汚泥が発生している。そこで県内の各汚泥の化学的性状を明らかにするとともに、その施用が桑の生育と重金属類の樹体内蓄積に及ぼす影響等を検討し、桑園における効率的な利活用を図るための基礎資料を得る目的で本試験を実施した。

なお、汚泥等の重金属分析に協力していただいた原町市下水処理場水質検査室の諸氏に感謝の意を表する。

2 試 験 方 法

まず、県内における下水汚泥の発生実態とその化学成分について調査した。

次に汚泥の施用が桑の生育に及ぼす影響をポット試験(1/2,000a)にて検討した。試験区は汚泥少量単用区(乾物75g/ポット)、汚泥+三要素区(N:P₂O₅:K₂O=3:1.5:1.5g/ポット)、汚泥+リン酸・カリ区、汚泥+窒

素・カリ区、汚泥多量単用区(乾物750g/ポット)等を設け、主に汚泥中に含まれる窒素、リン酸の肥効を中心に検討した。供試土壌は施肥前歴のない強酸性粘質土壌を用い、植付け前に炭カルによる酸度の矯正(pH6.2)を行った。植付けは5月4日に改良鼠返の代出苗を用いて行い、9月4日に各器官別乾物重を測定し収量調査とした。

さらに、重金属類の樹体内蓄積に及ぼす影響を調べるため、汚泥+三要素区と汚泥多量単用区の2区について、葉、枝条、根における分析調査を行った。

また跡地土壌の一般化学性の変化についても調査した。汚泥あるいは植物体の重金属類の分析は、いずれも原子吸光分析法により、鉄、マンガン、亜鉛は直接法、銅、カドミウムはAPDC-MIBK法、水銀は金アマルガム法、ヒ素は還元気化法によった。

3 結果および考察

1. 各種汚泥の成分

県下4処理場における汚泥の成分を表1に示した。それによると成分は処理過程で用いる凝集剤の種類により大きく異なり、A、Bは高分子凝集剤を用いているためほぼ中性で、有機物と窒素含量が高い。C、Dは塩化第二鉄と消石灰を用いているため、強アルカリ性で石灰含量が著しく高い。またAはナトリウムが多く、Bは亜鉛、銅、カドミウム、水銀が多く、Cはヒ素、Dはマグネシウムが多いなど汚泥の種類によって各成分含量にかなりの変動がみられた。

表1 供試下水汚泥の成分

(水分以外は対乾物)

種類	pH (H ₂ O)	水分 (%)	C (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Fe (%)	B (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Hg (ppm)	As (ppm)
A	8.6	78.6	25.3	5.09	1.93	0.22	1.66	0.53	0.31	3.45	9.2	2,240	1,040	104	3.4	2.4	4.6
B	8.0	76.9	23.3	4.29	1.34	0.11	1.53	0.33	0.04	2.43	9.2	1,190	2,180	393	4.9	3.3	5.8
C	12.7	68.9	14.8	1.67	1.19	0.09	12.65	0.88	0.05	4.18	16.0	2,370	700	106	3.1	1.5	14.4
D	11.8	80.3	10.6	2.03	1.45	0.08	10.12	2.28	0.06	5.83	15.6	1,700	1,020	163	3.8	2.0	8.0

2. 汚泥施用と桑の生育

汚泥少量単用施用による桑の生育はAが最も良好で、次いでBが良く、C、Dは劣った。しかし多量施用の結果ではB、C、Dはいずれも少量施用よりまさったが、Aは逆にや

や劣る結果であった。これは観察などから過剰障害の影響と推察された。また少量施用に化学肥料(三要素)を併用すると、いずれも化学肥料単用に比べ15~27%の生育増が認められた。

次に、汚泥中の窒素ならびにリン酸の肥料的効果を調べるため、汚泥+リン酸・カリ区、汚泥+窒素・カリ区を設け検討した結果、窒素質肥料としての肥効はAが最も高く、次いでBが高く、C、Dは低い傾向にあった。またリン酸質肥料としての肥効はいずれの汚泥もかなり高いことを認めた。なおカリの効果については汚泥に含まれる量が少ないので期待できないものと思われる。

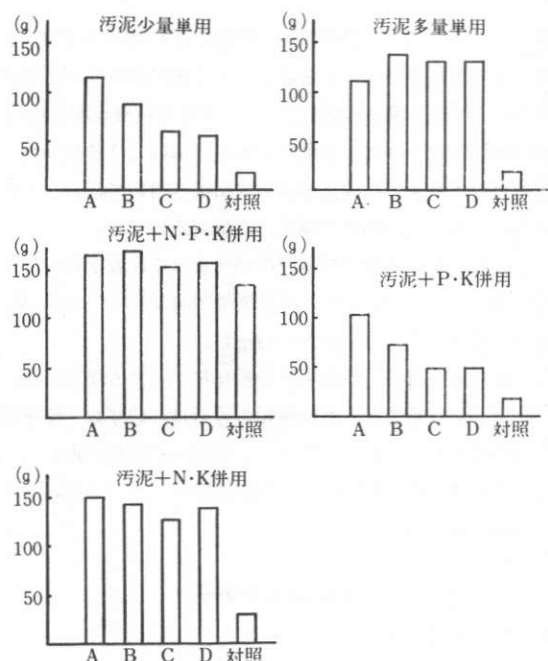


図1 汚泥施用と収量(葉+枝 乾物重)

3. 樹体内における重金属類含量

樹体内各器官における重金属類含量は、汚泥少量施用では、各汚泥とも対照区と大差が認められなかったが、多量施用するとA、B汚泥では葉中のマンガン、亜鉛、カドミウム含量が顕著に増加した。しかし、C、D汚泥ではほとんど高まる傾向はなかった。これは汚泥中のカルシウム含量が

表2 葉身における重金属類濃度 (対乾物%)

区	Fe	Mn	Zn	Cu	Cd	Hg	As
A 少	182	229	40	5.5	0.03	0.21	0.07
B 少	198	241	48	5.6	0.04	0.23	0.05
C 少	200	172	33	5.0	0.03	0.21	0.06
D 少	231	163	32	4.6	0.03	0.20	0.04
A 多	222	900	123	5.2	0.09	0.18	0.08
B 多	194	750	290	5.5	0.15	0.15	0.05
C 多	232	224	49	5.0	0.05	0.20	0.06
D 多	222	149	47	4.2	0.04	0.19	0.05
対 照	227	169	31	4.8	0.04	0.22	0.05

表3 跡地土壌の化学性

区	pH (H ₂ O)	Y ₁	E・C (μS/cm)	有効リン (mg/100g)	腐植 (%)	置換性塩基 (me/100g)			
						Ca	Mg	K	Na
A 少	5.5	6.1	193	0.9	0.69	21.5	25.8	0.33	1.00
B 少	5.7	4.7	149	0.5	0.69	21.5	24.2	0.34	0.80
C 少	6.7	0.5	203	0.8	0.71	27.6	25.8	0.43	0.70
D 少	6.6	0.3	246	1.5	0.76	25.6	27.1	0.46	0.65
A 多	5.0	7.8	813	49.4	1.72	22.5	22.1	0.55	0.90
B 多	5.1	7.5	633	25.0	1.29	23.6	23.3	0.32	0.70
C 多	8.0	0.4	427	3.2	1.65	60.5	19.6	0.29	0.68
D 多	8.0	0.4	542	14.3	2.12	52.5	27.1	0.30	0.73
対 照	5.2	11.0	212	1.4	0.59	21.0	22.1	0.38	0.70

多く、土壌が中性～アルカリ性に保たれていたためと思われる。一方、鉄、銅、水銀、ヒ素はどの汚泥でも対照区とほとんど差がない結果であった。

枝条、根においてもほぼ同様な傾向であった。

4. 跡地土壌の化学性

汚泥少量ならびに多量単用施用区の跡地土壌の一般的化学性を調べた結果、少量施用ではC、D区のpHがやや高まり、置換性カルシウムも増加する傾向にあった。多量施用ではこの傾向が顕著で、さらに有効態リン酸あるいは腐植の増加等が各汚泥とも認められた。

4 ま と め

1. 福島県内においては年間2万 m^3 以上の下水汚泥が発生し、そのほとんどが埋立地等に投棄されており、農地還元はほとんどなされていない現状にある。
2. 汚泥の成分は処理場によって著しく異なり、その主な原因は流入水の成分と処理過程の違いによるものであった。
3. 桑の生育からみた汚泥の肥効は種類によって異なった。とくに窒素質肥料としての肥効は高分子凝集剤利用の汚泥が高く、またリン酸質肥料としての肥効はいずれの汚泥も高いことを認めた。
4. 重金属類の樹体内への蓄積は少量施用(乾物75g/ポット)では問題ないが、多量施用(750g/ポット)すると、汚泥の種類によってはマンガン、亜鉛、カドミウムなどが異常に高まる傾向がみられた。
5. 跡地土壌分析の結果、塩化鉄、石灰を凝集剤として使用している汚泥は、酸度矯正効果が大きく、そのほかの汚泥も有効態リン酸、腐植等の富化効果が期待される。

参 考 文 献

- 1) 中鉢富夫・塩島光洲・及川慶一. 水稻に対する都市下水汚泥施用試験. 東北農業研究 25, 19-20 (1979).
- 2) 高橋和司. 都市廃棄物の特性と作物への施用効果. 土肥誌 50, 273-284 (1979).