

浄水場発生土の農業利用に関する研究

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者	後藤, 逸男
巻/号	58巻3号
掲載ページ	p. 285-286
発行年月	1987年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



浄水場発生土の農業利用に関する研究

後藤 逸 男*

河川表流水あるいは湖沼水を原水とする浄水場では、原水にポリ塩化アルミニウムまたは硫酸アルミニウムを添加して浮遊物質を凝集させる。この凝集物を沈降・濃縮・脱水処理した物質が浄水場発生土(以下、発生土)である。浄水汚泥、浄水処理ケーキとも呼ばれ、その発生量は全国で年間約 30 万 t (乾土換算値)に及ぶ。

従来、発生土のすべては産業廃棄物として処分されていたが、微砂・粘土を主成分とすること、下水汚泥のように有害金属類を多く含まないことから、これらを農業利用する機運が高まり、全国の研究機関で実用化のための研究が進められている。既に、三重県(戸田ら, 1977)・神奈川県(鎌田ら, 1977)などでは育苗培土・鉢物培土・客土材として実用化されている。一方、筆者らも 1979 年から千葉県内の 4 浄水場から発生する年間約 1 万 t (乾土換算値)の発生土を対象に、畑客土材としての利用の可否を評価する目的で以下の研究を実施した。

1. 供試発生土の理化学性およびその年間変動^{1,2)}

供試発生土は原水中の浮遊物質をアルミニウム塩で凝集させた後濃縮し、凍結融解-加圧法または加圧法により脱水処理したいわゆる無薬注発生土 3 点と、ポリアクリルアミドを加え脱水造粒処理した 1 点の計 2 種類 4 点である。これら 4 発生土中 3 点は河川水、1 点は富栄養化の進行した湖沼水を原水とする。

これらを理化学分析・X線回折分析・電子顕微鏡観察に供した結果、発生土は河川流域から流入した微砂・粘土の他、プランクトン、凝集剤に由来する水酸化アルミニウムゲルの 3 成分を主体とすることが確認された。

次に、発生土の諸性質に関する年間変動を調べる目的で、1981 年 3 月から 1982 年 2 月にかけて各浄水場から毎月採取した発生土の分析を行った。

発生土の pH(H₂O) は 6.0~6.6 で、浄水場間あるいは年間の変動に乏しかった。一方、全炭素・全窒素・炭素率・陽イオン交換容量・アルミニウム性などは原水の水質および季節により変動した。特に、全炭素・全窒素は原水の水質による影響を大きく受け、湖沼水を原水と

する発生土の全炭素は 15.8%, 全窒素は 2.25% (ともに年間平均値)におよんだ。また、同一浄水場の発生土でも水量の少ない冬季が高い傾向にあり、発生土中の有機物の主体はプランクトンであると考えられた。この影響で発生土の炭素率は土壌に比べて小さく、冬季には 6~8 であった。陽イオン交換容量(全平均値: 23.5 meq/100 g)もやはり季節により変動し、夏季に小さく冬季に大きかった。発生土の化学性が土壌と最も著しく相違する点はアルミニウム性がきわめて強いことである。リン酸吸収係数は 2830~3750, 全アルミニウム(Al₂O₃)は 20.83~22.49%, pH 4 1M 酢酸ナトリウム抽出法による可溶性アルミニウム(Al₂O₃)は 3.74~12.3% におよんだ。発生土のアルミニウム性は原水濁度と原水に対する凝集剤の注入率(薬注率)に依存し、原水濁度の高い夏季ほど可溶性アルミニウム量が減少した。また、湖沼水を原水とする発生土は高い薬注率を必要とするため、他の 3 点に比較してアルミニウム性が特異的に強かった。

供試発生土に含有される重金属量の全平均値(n=44)は次のとおりであった。

Cd: 0.39 ppm, Cu: 88.6 ppm, Pb: 54.5 ppm, Zn: 209 ppm, Ni: 38.4 ppm, Cr: 50.0 ppm (以上酸分解性), Hg: 0.21 ppm, MnO: 0.29% (以上全量), As: 4.73 ppm (1M 塩酸抽出), 各々の年間変動係数は As の 68.4% を除いて約 30% 以下と比較的小さかった。発生土を畑客土材として利用する際には土壌の酸性化に伴うマンガンと亜鉛の可溶化に注意しなければならないが、他の重金属に関しては土壌と大差なく、利用上の問題はないと判断された。なお、ヒ素は最高 11.6 ppm に達したので発生土を水田客土材として利用しようとする際にはマンガンとともにその挙動に注目する必要がある。

2. 発生土中の窒素の無機化³⁾

原水の水質と脱水処理方法の異なる 3 点の発生土を供試して、発生土単独あるいは土壌と混合して畑状態での窒素無機化量をびん培養法により測定した。

発生土単独での 3 か月間における窒素無機化量は 27.4~199 mg/100 g, 無機化率は 4.4~10.2% であった。硝酸化成作用は保温静置 50 日後より認められた。発生土を土壌に 25% 混合した場合の窒素無機化量は

* とういつお; 昭和 50 年東京農業大学大学院農学研究科修士課程修了。
現在、東京農業大学農学部 (156 東京都世田谷区根区 1-1-1)

5.4~42.3 mg/100 g, 無機化率は 4.0~13.5% で, 保温静置初期より硝酸が生成し, それに伴い土壤の電気伝導率が上昇した。窒素無機化量は湖沼水を原水とする発生土で多く, ポリアクリルアミド添加発生土のそれは, 同程度の全窒素を含有する加圧脱水処理発生土に比べて, むしろ少なかった。すなわち, 発生土中の窒素の無機化量は脱水処理方法より, 原水の水質に影響されること, また, 無機化窒素の大部分は原水中のプランクトンに由来することが明らかになった。

3. 発生土の客入が畑作物の生育に及ぼす影響^{1,4)}

4 点の発生土を黒ボク土と褐色低地土に 0, 25, 50, 75, 100% 混合して大麦のポット栽培試験を行った結果, 農業利用上次のような問題点が見出された。

- ①発生土を多量に混合すると窒素の無機化・硝酸化成作用に伴って電気伝導率が上昇し, 生育が阻害される。
- ②無機化した窒素の硝酸化により急激な土壤酸性化が進行する。
- ③発生土の強いアルミニウム性の影響により作物体中のリン酸含有率が低下する。

これらの観点から, 発生土自体を耕土として利用することは適切でなく, 土壤に一定の割合以下で混合すべきであると考えられた。

そこで次に, 10 a 当たり 0~100 t (有姿) の発生土を千葉県内の淡色黒ボク土畑地の作土に客入・混合して 2 年間, 合計 6 作の圃場栽培試験を行った。その結果, 客入初年には発生土客入区で上記の①~③およびマンガン過剰症に起因する生育阻害, 収量の低下が認められた。しかし, 10 a 当たり 5 t の転炉スラグを施用して pH(H₂O) を 7 内外まで高めた 2 年目には発生土無客入区とまったく同等の生育・収量を呈した。また, 客入初年に比べて土壤中の可溶性アルミニウム量が減少した。

発生土の農業利用に際して, その特異的な形状(塊状・板状・粒状など)が問題点の 1 つとされるが, 作付ごとの耕起あるいは乾湿の繰り返しにより構造が破碎され, 2 年後には客入直後の形状がほぼ消失した。また, 客入 2 年後に測定した作土層の三相分布・透水性は無客入区とほとんど相違しなかった。

4. 発生土中のマンガンの挙動⁵⁾

河川流域から流入した原水中のマンガンは浄水場内での塩素処理により酸化・沈降し, 汚泥沈殿槽内に沈殿堆積して還元的雰囲気さらされるため発生土には多量の水溶性・交換性マンガンを含有される。このような発生土を畑に客入すれば作物にマンガン過剰害を及ぼす恐れがある。そこで, 668 ppm の交換性マンガンを含む発生土を供試して, 畑土壤に対する発生土混合率と転炉スラ

グ施用量を要因とするポット栽培試験を実施した。

その結果, 発生土混合率 50% 以上ではエダマメの茎葉に黒褐色斑, 葉に萎縮が認められ, 顕著なマンガン過剰症を呈した。このため, 収量は発生土混合率の増大に伴い低下したが, 転炉スラグの施用により軽減された。エダマメ葉中のマンガンは最高 1620 ppm に達したが, 2 作目のホウレンソウの最高値は 363 ppm で, 発生土無客入区の 2 倍程度にすぎなかった。栽培期間中土壤の易還元性マンガンは著しい変化を示さなかったが, 水溶性・交換性マンガンは経時的に急激な低下を示し, マンガン酸化菌による酸化反応と推定された。

5. 畑客土材としての発生土の利用法^{4,5)}

上記の結果より, 供試発生土は畑客土材として利用できるが, 次の諸点に注意しなければならない。

- ①発生土の客入目的を明確にする: 発生土を黒ボク土に客入しても 理化学的改良は望めないで, 畑の嵩上げ・均平化を計る目的で利用する。砂質土壤には肥力・保水性の増大が, 有効態リン酸が過剰な土壤にはその抑制効果が期待できる。
- ②客入量の制限と客入方法: 発生土客入量は 10 a 当たり 100 t 以内として, 客入後作土とよく混合する。
- ③窒素施用量の制限: 発生土客入後約 1 年間は窒素施用量を無窒素あるいは半量程度に制限する。2 年目以降は標準量でよい。
- ④土壤のアルミニウム性・酸性化および作物体のマンガン過剰吸収の防止: 発生土客入時に土壤酸性改良資材を施用して pH(H₂O) を 7 程度とする。

本研究で対象とした 4 浄水場発生土の農業利用は 1978 年に開始され, 1984 年以降, 発生量のすべてがおもに畑客土材として利用されるに至っている。おもな客入地は千葉県八街町, 茂原市, 松戸市である。これらの客入地について実態調査を行った結果, 利用開始初期には不適切な畑も認められたが, 最近では上記の注意点が尊重され, ほぼ適切な客入がなされている。

おもな業績

- 1) 後藤逸男・諺岡千秋・蛭木 翠: 浄水スラッジの農業利用に関する研究 (第 1 報), 東京農大集報, **25**, 229~247 (1981)
- 2) 後藤逸男・蛭木 翠: 浄水場発生土の農業利用に関する研究 (第 2 報), 同上, **27**, 238~253 (1983)
- 3) 後藤逸男・諺岡千秋・蛭木 翠: 同上 (第 3 報), 同上, **27**, 309~317 (1983)
- 4) 後藤逸男・清水慶一・蛭木 翠: 同上 (第 4 報), 同上, **29**, 209~223 (1985)
- 5) 後藤逸男・村本穰司・蛭木 翠: 同上 (第 5 報), 同上, **30**, 308~317 (1986)