

農業用暗渠洗浄排水の低コスト処理技術

と排水汚泥の肥料材料への再資源化技術の開発

Research and development of processing technology with low cost of cleaning underdrains wastewater for agriculture, and technology to recycle the sludge into fertilizers materials

川崎 宏* 川崎 剣* 小田 史朗* ○梅崎 務* 山梨 光訓** 田中 岳***
高橋 徹**** 多田 達実****

KAWASAKI Hiroshi, KAWASAKI Ken, ODA Shirou, UMEZAKI Tsutomu, YAMANASHI Mitsunori
TANAKA Gaku, TAKAHASHI Touru, TADA Tatsumi

1. はじめに

農業用暗渠排水管洗浄では、暗渠管内を高圧洗浄水によって清掃し、管内の土砂等を強制的に後方（排水口）へと排出する。このため、通常の何倍もの濃度で大量の汚泥が排出され、河川および下流域への富栄養化が懸念される。現状では排水汚泥をせき止め、たまった汚泥を濾過し、処理するが、この方法では処理能力が低く、実施できる場所が限定されるなどの課題があった。

そこで本研究では、農業用暗渠洗浄による排水汚泥を効率よく処理し、分離収集する固形成分もしくは液体成分から肥料原料として有用なリンやカリウムを抽出して再資源化、すなわち養土化することで農業資材への活用と小規模かつ低コストな技術確立することを目指している。

2. 研究の方法

(1) 排水汚泥の貯水・短時間分離技術

農業用暗渠排水管洗浄時の排水汚泥（養土）の下流域への流出による影響を考慮して、洗浄による養土を効率的に貯留する方法を現地試験により検討した。排水中に溶解しているリンやカリウムの固定化機能を有した凝集剤の選定についても試験し、凝集効果についても分析した。凝集後の固液を効率的に分離する方法は遠心機（サイクロン式分離機）による分離試験を実施し検討した。

(2) 肥料有効成分の抽出・再資源化技術

各農地の土壌、洗浄後の排水サンプルを収集し、粒度分析、蛍光 X 線分析、X 線回析および含水率・乾燥比重等を測定し、土壌の性質、状態を把握した。さらに、これらの試験結果に基づいて、凝集後の固体分の処理を連続して行う技術のシステム化に向けた検討を行った。

3. 結果と考察

(1) 排水汚泥（養土）の貯水・短時間分離技術

a. 養土の下流域への流出による影響

洗浄圃場内での循環処理、地域内での循環処理に参考となる自然河川の土砂流出時の懸濁物質濃度は大出水時、融雪期あるいは多雨時に高い。融雪時に 100L/s 程度が最大となるような小河川で、時間当たり 10kg から 100kg の土砂を流出し、そのときの濁度は 1000ppm 程度に達するようである。一方、洗浄排水が最も濃度を高めるのは約 15 分間とみられ、50ℓ/min 中に 10000ppm の土砂で、洗浄排水の貯水タンク内では 1000ppm 程度で処理されていた。すなわち、自然界の水循環過程に準じていることがわかる。このことから、下流域への影響としては融雪時の濁度量と同程度とみられた。

*川崎建設株式会社(Kawasaki Kensetsu co.,Ltd)**専修大学北海道短期大学(Hokkaido College, Senshu-University)***北海道大学大学院工学研究院(Faculty of Engineering Hokkaido University)****北海道立総合研究機構工業試験場(Hokkaido Research Organization / Industrial Research Institute)

[キーワード] 環境保全、排水処理、リサイクル技術

b. 貯水方法

洗浄排水を効率的に貯水するために、組立式貯水プールの利用を検討した。このプールは直径 2000mm、深さ 940mm で 3kℓ の貯水が可能である。写真 1 に示す試験の結果、組立の手間も少なく、汚泥の貯水についても問題がないことがわかった。

c. 凝集剤の選定

農業用暗渠排水の固液分離の前処理として想定している凝集に用いる凝集剤の選定を、3 箇所の圃場から採取した排水サンプルに対して、凝集剤として評価が高いゼオライト、スーパークリア(ツカダイン社製)、塩化第二鉄の 3 種を用いた試験を実施した結果、3 種の凝集剤の中でスーパークリアの凝集能力が高く、凝集後の液体も弱酸性であり還元水としても問題が少ないことが分かった。

d. 凝集後の固液分離方法

洗浄排水から肥料有用成分を固定・抽出する連続処理方法を検討した。一次貯水して凝集処理を行った排水の上水を水中ポンプによりくみ上げサイクロン分離器に通すことで連続して簡易な浄化ができることを試験により確認した。

(2) 肥料有効成分の抽出・再資源化技術

a. 農業用暗渠排水管洗浄排水および土壌の分析

4 箇所の圃場から得たサンプルについて分析を行った。旭川を例に挙げると、農地土壌はシルト質または砂質植壤土の土性区分となることに對し、洗浄排水中の土砂(汚泥)はシルト質植壤土の土性区分となり、洗浄排水中の土砂の方が粒径が小さいことがわかった。土壌および汚泥の成分組成を表 1 に示す。各粒径の土壌も、主成分はケイ素、アルミニウム、鉄などの酸化物であり、肥効成分のリン及び窒素の含有量は、それぞれ 0.2% 程度であった。鉱物組成は、石英、長石、緑泥石及び粘土鉱物であった。

b. リン吸着方法の検討

100mg/L のリンを含んだ模擬排水 2L にゼオライト系凝集剤と石膏系凝集剤を加え、凝集後の回収率を調べた。さらにリン回収剤として消石灰と塩化カルシウムを添加し、HAP 法の効果も確認した。凝集後のリン回収率は、ゼオライト系 0%、石膏系 50%、リン回収剤を添加したゼオライト系と石膏系はともに 100%の回収率であった。安価な凝集剤と HAP 法を組み合わせることにより肥効成分であるリンを 100%再資源化できることが分かった。

c. 小型・低コスト抽出資源化技術のシステム化検討

凝集後の固体分の処理方法として固体分からの脱水を連続して行う技術を検討した。その結果、排水処理で実績があり高度な脱水が可能なスクリーブレスを凝集後の排水の処理に使う方法を検討した。この装置は凝集機能と脱水機能が合体した装置であるが、農地に持ち込み暗渠洗浄排水を処理するためには小型化・軽量化が必要であることから、今後の課題として取り組む必要がある。

4. おわりに

本研究により、農業用暗渠排水管の洗浄により発生する汚泥には土壌から流出した養分が含まれていることがわかった。また、洗浄排水汚泥の固液分離処理を洗浄作業の流れに組み込む方法についても、一定の可能性を見出すことができた。なお、本研究の一部は財団法人北海道科学技術総合振興センターの「イノベーション創出研究支援事業」の助成を受けた。記して謝意を表す。

参考文献 1) 山梨, 川崎, 新家, 成田, 多田: 暗渠管の洗浄と排水機能の診断, 第 56 回農業農村工学会大会講演要旨集 (2008) 2) 山梨, 新家, 成田, 石谷, 多田, 鈴木, 川崎, 勝山: 暗渠排水管の維持と機能保全に関する研究, 専修大学北海道短期大学地域総合科学研究センター報告 1, 49-56 (2007)



写真 1 組み立て式貯水プールを用いた排水汚泥の貯水試験

成分名	風乾	>2.0	>0.5	<0.5	汚泥
C	2.31	1.78	2.54	3.03	4.35
O	54.09	52.67	53.50	53.97	54.30
Na	0.57	1.35	0.64	0.45	0.34
Mg	0.72	0.91	0.65	0.68	0.52
Al	10.59	8.97	10.00	10.65	8.23
Si	23.23	24.51	23.86	23.33	17.68
P	0.23	0.16	0.22	0.26	0.21
S	0.11	0.09	0.12	0.12	0.17
Cl	0.01	0.02	0.02	0.01	0.04
K	1.17	1.49	1.31	1.12	0.84
N	0.23	0.13	0.23	0.33	0.33
Ca	1.08	1.89	0.96	0.84	0.76
Ti	0.62	0.53	0.52	0.57	0.44
Mn	0.10	0.12	0.19	0.12	0.12
Fe	4.88	5.30	5.22	4.66	11.75

表 1 土壌および洗浄排水の成分(%)