

家畜ふん尿の化学的処理法に関する研究

中山 清 小林 茂

(東京都畜産試験場)

1 まえがき

1968年度から豚ふん尿(配合飼料)を対象とした化学的処理方法として、無機及び有機高分子凝集剤を併用添加した固液分離方法と、これに伴う上澄液の二次処理法及び生成されたスラッジの脱水固形化について、その実用性を検討してきた。1969年度までの基礎試験及び場内に設置した実験プラントによる試験結果を要約すると、

① 無機凝集剤としては、Al, Fe, Mg, Zn, Ca, Na, Kなどの金属塩類のうちで、最適pH凝集範囲が広く、フロックも重くて沈降性がよく、硫化物などの脱臭性及び脱色力もある塩化第二鉄が、腐蝕性が強いという欠点はあるが、経済性、凝集効果の安定性、生成スラッジの性状、土壌還元の適否などを考慮した場合も適当と考えられた。

② 高分子凝集剤については、汚水中のコロイド粒子の凝集効果を期待するならば、反対電荷をもったカチオン系が適するが、本処理法では、金属塩類ですでに一次凝集を起こしているため、よりフロックの成長を促し、沈降性を速めるための架橋吸着性のみを期待すればよいので、分子量も高く経済的で毒性も少ないアニオン系のものが適当と考えられる。

③ 汚水の希釈倍率は10~40倍について検討したが、汚水濃度、凝集剤の添加量、除去率には、ほぼ一定の傾向がみとめられるので、10倍希釈で処理するのが有利と考えられた。

④ スラッジの脱水については、マッチエのリーフテストなどの成績から、ポリプロピレンの起毛した汙布を使用した真空脱水(予備脱水)と加圧脱水(本脱水)を併用した方法がよい結果を得られた。

2 1970年度試験成績

(1) 処理法の概要

従来の処理方式をより簡単に、また、効果的、迅速処

理法として、10倍希釈された豚ふん尿汚水の固形物を除去したのち、無機塩類を添加し、更に凝集性を増大させるために高重合度の有機高分子物質を添加し、凝集沈降性の安定、強化をはかる。このようにして形成された沈殿物と上澄液は、沈殿槽で分離し、底部から抜いたスラッジに消石灰を添加し、脱水機にて固形化する。上澄液は反応性の高い3価の酸性塩のみでは、フロックが微細となり処理工程に種々の支障がある。このため高分子凝集剤を添加し、pHを緩衝することにより巨大なフロックとなり、より浄化率を向上させることができる。これらの理由から本処理法は、2点添加による固液分離の方法をとった。なお、本処理方法及び処理施設は、東京畜試と柳河精機の共同研究により開発したものである。

(2) 試験方法

既往の基礎的試験結果から、実用化を計るためには、野外に実証試験の場を求める必要がある。そこで豚300頭程度の処理施設を、青梅市のM養豚場に設計、設置して行なった。

ア 試験装置

(ア) 化学処理装置：処理能力 18m³/1日8時間稼動

(38ℓ/min × 8 hr……豚300頭)

沈砂槽 (0.1m³)：流入口にバースクリーンをつける。

投入調整槽 (18m³)：希釈攪拌装置

電動篩：約45%の固形物除去

貯留槽 (1.2m³)：篩の汙過汚水を貯留する。

定量ボックス120ℓ：二段制御で液面調整

凝集反応槽：第1槽 FeCl₃、第2槽ポリマー

沈殿槽 (1m³)

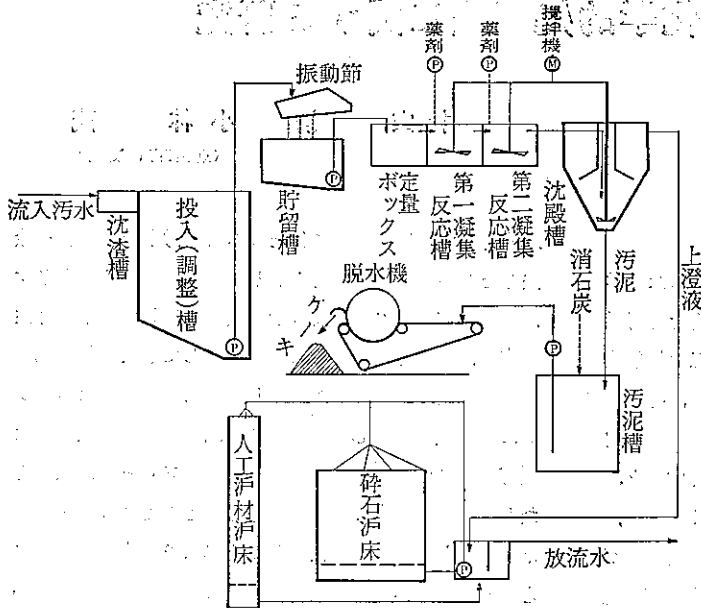
汚泥槽 (3.5m³)：汙過助剤として消石灰を添加攪拌。

(イ) 汚泥脱水機

汙布走行形、予備脱水+フラックリング方式(加圧)、
処理能力 6~8ℓ/min (汚泥含水率約98%)

(ウ) 散水汙床

図1 処理施設フローシート



砕石汚床：径2 m，高さ2 m，有効容量5.7m³

人工汚材汚床：径50cm，高さ4 m，有効容量0.7m³

イ 設計諸元

投入調整槽：ふん尿排泄量は1頭6 kg/日として，これを10倍希釈するため18m³が必要である。

凝集反応槽：滞留時間2.5～3分を見込んでいる。

沈殿槽：約30分の沈殿時間を見込んだ。

汚泥脱水機：脱水ケーキの水含有率75%見込んだ。

散水汚床：実用化にふみきるためには，まだ種々の疑問が残り；今回は各条件におけるBOD量及び散水量の負荷限界を測定し，今後の参考資料とする。

ウ 試験期間

1970年8月20日から試運転を開始，10月末日までは散水汚床の培養，装置の部分的手直しと調整に費し，その間COD，NH₄-N等の測定を随時行ない11月～12月の間に5回にわたり，全般的な分析を実施した。

3 結果及び考察

ア 各装置の機能と運転状況

(イ) 化学処理装置

処理施設は300頭規模に設計したが，試験中は平均200頭であった。このため1月の総処理水量は10m³となった。運転中における問題点を示せば次のとおりである。

① 経費節約のため，投入槽の攪拌はブローアを使わず，汲上用水中ポンプの戻しを利用したために，常時均一な供給が難しく，時々薬液の量を調整する必要があった。

② 投入槽は，固形物質等のつまりが多くて困ったが，カッター付ポンプ（エレポン2HP）の使用と配管を太くすることによってある程度解消した。

③ 夏季において投入槽でスカムが浮上した状態の汚水を処理したとき，沈殿槽でフロックの一部が浮上することがあった。このような現象を防止するためには，なるべく新鮮ふん尿のうちに処理する必要がみとめられた。

④ 冬季におけるポリマー水溶液及び配管の凍結対策を十分考慮する必要がある。

⑤ 雨水の流入対策を講ずる必要がある。

以上薬剤添加により連続的に凝集処理を行なう場合，最も留意すべき点は，被処理汚水の濃度の均一性（S.S.量）と流量コントロール及び薬剤の定量添加であるが，このため装置の機構が複雑化し，したがって施設の投資額も大きくなる。そこでこの部分の処理工程については，バッチ式を採用する方が操作の上また経済的にも有利と考えられるので，現在1日の総排出汚水を1回に汲み上げて，希釈調整，攪拌，凝集分離を同一槽で実施する処理方法を検討している。

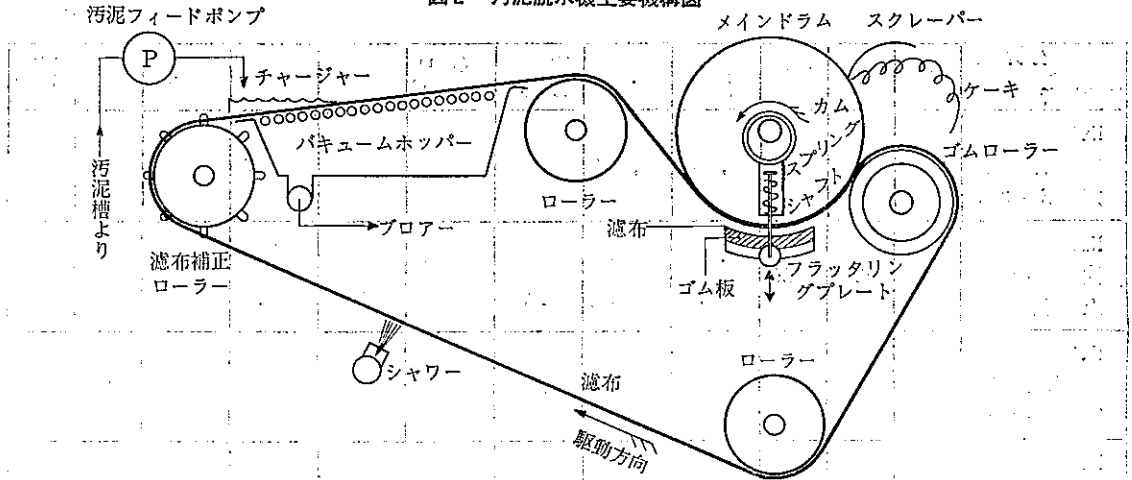
(イ) 汚泥脱水機

当初スポンジとか合成繊維の汚布を応用したロール加圧式の装置を試作して実験を試みたが，目づまりの問題と汚泥を加圧する際の伸びの問題を解決することができなかった。そこで図2のような予備脱水とブラッターリング方式を取り入れることにより，初期の目的を達成することができた。なお本機は，実験機のため，このような成績であるが，実用化のためには多少スケールアップする必要がある。

(ロ) 散水汚床

上澄液の二次処理法としては，いろいろと考えられるが，現地の立地条件を勘案して散水汚床法を採用してみた。その理由としては，維持管理が簡単で，比較的NH₄-N

図2 汚泥脱水機主要機構図



の除去率が良いといわれていることと、この場合は上澄液には浮遊物が少なく、また残存の多い溶解性物質は生物による除去が比較的容易に行なわれるのではなかろうかと推測されたからである。当初の考えは上澄液の流出する運転時間(8hr)だけ散水する。そのあとは翌日の運転開始まで休止する。即ち間歇的散水法を予定したが、試験を開始したのが8月下旬からで、気温が高くしかも処理時間が6時間(処理頭数が200頭になったため)に短縮され、汚材が乾燥する心配があったので、1m³の貯留槽と水中ポンプを付設し、沈殿槽からの上澄液はこの槽に預溜してから散布する一部循環方式をとった。この汚床はあくまでも試験的に設置したもので、負荷条件を変えながら試験し、好成績が得られたら実用施設として設計しなす考えである。碎石汚床の花崗岩は、し尿処理場の移転で不要となったもので、約6カ月露天に放置してあったが、散水後約2週間で汚床繩の発生をみ、汚床生物の繁殖も順調とみられた。人工汚材の方は、碎石と比較試験を行なうため設置したもので、碎石の場合よりも表面積に比して空隙率が高く、微生物の発育が良いといわれている。散水量については、碎石の方は制御できたが、人工汚材の方はできなかったため、今期試験では同一負荷条件による比較試験は行なわなかった。試験の結果については分析成績の項でのべるが、たまたま試験実施期間が9月~12月と気候の変化期に当たったため、汚床生物の脱落現象も多かったと考えられ、予期した程の浄化率はのぞめなかった。生物相については、固定生物の出現は認められなかった。このことは、薬剤処

理した分離液中には微生物の生活に対して、何らかの阻害因子が含まれているのかどうかは今後検討する必要がある。また効率をあげるために汚床内送風も考えられるが、経費、構造の面で実行できなかった。

イ 処理水の分析結果

各工程中における汚水を11月~12月において5回採取分析した。その結果を表1に示した。

① 次頁の表からNo.1原汚水のpHが8.5と高いのは汚泥脱水機からの脱離液と洗浄水(汚泥にはCa(OH)₂添加)が投入槽に返送されるためである。これにFeCl₃が添加されるとpH5.8ぐらゐとなり、ポリマーが添加されて6.0となる。

② No.3貯留槽の分析値がNo.2上澄液より低いのは、貯留消泡のための散水と汚床からの流出水が一部流入するためである。

③ 散水汚床には沈殿槽がないので、No.4、No.5の処理水は、No.2の上澄液より浮遊物が増加している。

④ 本試験では人工汚材汚床の負荷をこれ以下におさえることができなかったが、高率汚床の場合でも基準以上とされている負荷範囲の成績としては、よい結果が得られたと考えられる。

⑤ 碎石汚床はこの試験成績以外にBOD負荷を0.5~1.0kg/m³・日と高めて試験したが、BOD除去率20~40%とわるかった。

ウ 運転諸経費

1日の総処理汚水10m³収容豚200頭に要する費用は次のとおりで1頭1日2.18円となる。

表1 汚水分析成績

(平均値)

分析項目 採取箇所	水温	P. H	透視度	蒸発残留物	S. S	溶解性物質	COD ¹⁰ 100° C	BOD ⁵	NH ₄ -N	Alb-N	アルカリ度	汚素消費量
No.1 原汚水 定量ボックス	5°C	8.5	0	4,188	2,387	1,801	960	1,890	155	93	798	271
No.2 沈殿そう 上溶液	〃	6.0	26	1,187 (71.7)	79 (96.7)	1,108 (38.5)	172 (82.1)	300 (84.1)	84 (45.8)	28 (69.9)	192	25
No.3 散水汙床 貯留そう	〃	6.4	23	1,132	87	1,045	162	265	80	25	218	22
No.4 碎石汙床 処理水	〃	7.7	23	1,024 (9.5) (75.5)	115 (-32.2) (95.2)	909 (13.0) (49.5)	79 (51.2) (91.8)	83 (68.7) (95.6)	34 (57.5) (78.1)	15 (40.0) (83.9)	147	16
No.5 人工汙材汙床 処理水	〃	7.7	23	1,040 (8.1) (75.2)	98 (-12.6) (95.9)	942 (9.9) (47.7)	97 (40.1) (89.9)	115 (56.6) (93.9)	42 (47.5) (72.9)	22 (12.0) (76.3)	180	17

(注) 負荷条件 (いずれも1回散水3ℓ/min)

No.4 碎石汙床 水面積負荷 1.5m³/m²・日 BOD負荷0.21kg/m³・日

No.5 人工汙材汙床 〃 22.0m³/m²・日 〃 1.6kg/m³・日

()内の数字は除去率%を示す。なおNo.4, 5の上段は散水汙床だけの除去率, 下段は原汚水に対するものである。

(7) 薬剤費

塩化第二鉄 (45°B') 13kg × 20円/kg = 260円

ポリマー (サンフロックAH200P)

60g/900円/kg = 54円

消石灰 (汚泥の脱水助剤) 10kg × 5円/kg = 50円

計 364円

(i) 電力費

使用電力, 水中ポンプ, 1.5kW, 0.2kW, 0.1kW

汚泥ポンプ, 0.2kW, 電動節, 0.2kW

攪拌機, 0.2kW, 定量ポンプ, 0.04kW (2台)

脱水機, 0.75kW

以上の使用料金は1日72円となった。

(c) 水道費

汚水希釈用 9.0m³

ポリマー〃 0.6m³

脱水機洗浄用 0.2m³

計 9.8m³ = 10m³ × 25円/m³ = 250円

(a) (7)+(i)+(c) = 686円/200頭 = 3円43/頭

(b) (1)+(2) = 436円/200頭 = 2円18/頭

以上, この処理方法及び装置は, まだ研究段階で, 今後現地試験を通じて問題点の追求をしていく考えであるが, この試験結果からみても処理能率がきわめて高いことと, 1日8時間の作業時間内だけ運転するという考え方をとっていること。また希釈水の使用量が少なくすむので, 装置をコンパクトにしたことが, 問題の汚泥処理まで一貫工程を可能としたこと, などの特徴があると思う。しかしながら, まだ上澄液の二次処理の簡易な方法という問題が解決されておらず, また凝集過程における機構にしても複雑となり, したがって施設の投資額も大きくなるという問題がある。そこでまえに述べたようにこの部分の工程については, バッチ式を採用する方が操作の点も含めて有利と考えられるので, 今後, この方法の可能性について検討する。