

山口大学工学部 正 員 中面 弘
 “ “ 浮田 正夫
 “ 学生員 〇須磨 義夫

I. はじめに

海、河川、湖沼の富栄養化の原因としていろいろなことが挙げられているが、その一つとしてし尿処理場からの放流水の流入があると思われる。し尿が化学肥料にとってかわり水田地から抽出されたことが、富栄養化の根本原因の一つであると考えられる。そこで、し尿の資源化（農地への再利用）ということについて、し尿処理場の窒素、リン収支調査、農業関係者へのアンケート調査を実施し、二、三の考察を行なった。

II. し尿処理場の窒素、リン収支調査

山口県下の8つのし尿処理場において、窒素、リンのInputとOutputを把握し、窒素、リンの収支を求めた。

II-1. 目的 し尿を肥料化する場合、さしづめ処理汚泥が対象となる。そこで、処理汚泥中にどの程度の窒素、リンが取り込まれているか、また汚泥中への窒素、リンの除去率ほどの程度なのかということを知るために行なった。

II-2. 方法

i) 聞き取り 調査にあたり、1日の平均量を求めるために次の事項を聞き取りによりチェックした。試料採取日より向う1ヶ月間の、(1)投入量（生し尿量＋浄化槽汚泥量）、(2)引き抜き汚泥量と生成ケーキ量、(3)放流水量

ii) 試料の採取方法 生し尿（浄化槽汚泥を含む）と引き抜き汚泥および生成ケーキについては、1日に3～4回採取、混合し、平均試料とした。放流水の採水には自動採水器を用い、2時間間隔で24時間採水した。

iii) 分析項目 TN（ケルダール法）、TP（ケルダール分解法）、 $\text{NH}_4\text{-N}$ （インドフェノール法）、 $\text{NO}_{3.5}\text{-N}$ （ヒドラジン法）、 $\text{PO}_4\text{-P}$ （Harwoodの方法）ただし、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_{3.5}\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の分析は放流水についてのみ行なった。

iv) 収支の調整 投入し尿、消化汚泥および余剰汚泥ケーキ、放流水のN、P負荷量を求め収支をとる。N、Pともバランスがとれない部分を不明量とした。Nは気化があるが、Pの不明量も多いのは、投入し尿の質および汚泥量を正確に求めることができなかったためであるので、Pについては、系外への流出負荷量＝投入負荷量として、収支の調整を行なった。

II-3. 結果および考察 N、P収支よりN、P除去率を求めこれを表1、表2に示した。Pについては収支調整したものを表3に示した。表1～表3および表4より、図1が得られた。

表-1 N除去率

処理場	投入負荷量 (t/日)	除 去 率 (%)			不明量 (気化量) (%)
		消化汚泥	余剰汚泥	全	
防 府	470.09	(3.7)	—	52.9	49.2
新南陽	114.56	1.2	0.7	23.0	21.3
美 祇	78.43	2.5	30.4	39.8	-0.9
山 口	480.16	1.7	—	30.1	28.4
萩	211.39	0.8	2.7	1.6	-1.9
山陽町	64.67	—	—	44.7	—
長 門	239.68	—	15.6	39.8	24.2
小野田	237.62	—	—	(67.7)	—
				33.1	—

表-2 P除去率

処理場	投入負荷量 (t/日)	除 去 率 (%)			不明量 (%)
		消化汚泥	余剰汚泥	全	
防 府	92.94	(27.3)	—	84.2	56.9
新南陽	14.79	12.2	1.9	45.4	31.4
美 祇	7.29	31.1	129.4	42.2	-135.3
山 口	61.67	1.8	—	38.7	36.9
萩	19.09	14.5	6.3	43.0	22.1
山陽町	11.50	—	—	83.0	—
長 門	38.15	—	25.7	53.9	28.2
小野田	18.30	—	—	43.7	—
				55.8	—

表-3 P除去率（収支調整）

処理場	投入負荷量 (t/日)	除 去 率 (%)		
		消化汚泥	余剰汚泥	全
防 府	40.10	(63.3)	—	63.3
新南陽	10.15	17.7	2.8	20.5
美 祇	17.15	13.2	55.0	75.4
山 口	38.93	2.9	—	2.9
萩	14.87	18.6	8.1	26.7
山陽町	—	—	—	(83.0)
長 門	27.39	—	35.8	35.8
小野田	—	—	—	(43.7)
				43.9

注1) 全除去率の平均値は小野田を除く。

注2) 防府では、消化汚泥と余剰汚泥を混合し、脱水している。

注3) 小野田は運転開始して間がなく、また山口、山陽町は設備の補修あるいは改設中で、処理状態はいずれも定常でない。

し尿処理場におけるN、Pの全除去率は、Nで30%程度、Pで50%弱であり、その内訳は次のようである。

窒素	消化汚泥中	0.8 ~ 7.5%	平均 2.8%
	余剰 "	0.7 ~ 30.4%	" 12.4%
リン	消化 "	2.9 ~ 18.6%	" 13.1%
	余剰 "	2.8 ~ 55.0%	" 25.4%

まず窒素についてみると、気化量が不明であるため正確には言えないが、主に活性汚泥処理過程において除去されていると思える。

図1をみると、消化汚泥引き抜き量の増加（消化日数の増加）に対し、窒素の除去率は若干減少している。これは、し尿中の有機性窒素が消化処理の過程でアンモニウム性窒素に変わり、脱離液中に溶解していくためであろう。これに対し、余剰汚泥引き抜き量の増加に伴い、除去率も増加している。

次にリンについてみると、図1より、消化汚泥および余剰汚泥の引き抜き量の増加に伴い除去率は共に増加している。だが、引き抜き汚泥量にはそれぞれ限界があり、消化汚泥については投入量の10~11%程度で、このときの除去率は18~20%である。このように、リンの除去率と引き抜き汚泥量の間には比例関係があるので、各処理場における処理施設の差異、それに伴う管理作業の違い等により、消化汚泥内に多く除去されたり、余剰汚泥内に多く除去されたり、まちまちである。しかし、一般に消化日数が30日程度の処理場では、消化処理過程で除去量の3/5程度が除去されているように思う。

Ⅲ. 農業関係者へのアンケート調査

し尿が肥料化された場合、農家の人々がそれを使ってくれるかどうか問題である。そこで、農家の受け入れ態勢を知るために、農業関係者へのアンケート調査を行った。

Ⅲ-1. 規模と回収状況 規模と回収状況を表5に示す。

Ⅲ-2. 結果 種々の質問をしたのであるが、ここでは以下の二つの質問について述べる。まず化学肥料、農業依存型の現在の農業の見直しは必要か否かという質問に対し、必要であるとしたものが農政側で90~95%、農家で80~90%であり、その理由として過半数の者が「地方の低下」を挙げている。次に、し尿処理汚泥を利用するか否かという質問に対する回答を表6に示す。「条件しだいで使用する」とした者は、その条件として(1)十分な肥効成分を有していること、(2)毒物の混入がないこと、(3)乾物で、取扱いが容易であること、(4)安価であること等を挙げている。

Ⅳ. まとめ

Ⅲ-2で述べた4つの条件がし尿を資源化する場合の問題点であり、今後の課題である。まず、N、P除去に関して機能面から調査、検討し、管理作業の改善あるいは新しい処理技術の開発等を行ない、N、Pの除去率を上げる必要がある。そして、簡単な乾燥床（夏は天日乾燥）を設置し、含水50%程度にする必要がある。また毒物の混入については、処理機能にも影響を与えるので、浄化槽汚泥の検査と規制、一般家庭における糸虫剤等の投入の規制等を行なうべきである。し尿を農地へ還元することは、自然のサイクルからみても当然のことであり、現代的な形で、なにとが実現の方向へ持って行きたいものである。

表-4

処理場	投入量 (t/日)	引き抜き汚泥量		引き抜き汚泥量 （%）	
		消化汚泥	余剰汚泥	消化汚泥	余剰汚泥
防府	102.27	2.00	7.60	1.9	7.4
新南陽	31.13	1.71	1.07	5.5	3.4
美祿	25.22	0.68	5.87	2.7	23.3
山口	92.73	5.83	—	6.3	—
萩	43.00	4.87	4.17	11.3	9.7

注1) 山陽町、長門、小野田については、干渉不足のため省略
注2) 山口では、余剰汚泥を貯留槽に送送している。
注3) 美祿では、消化日数15日の高速消化を行なっている。

図-1

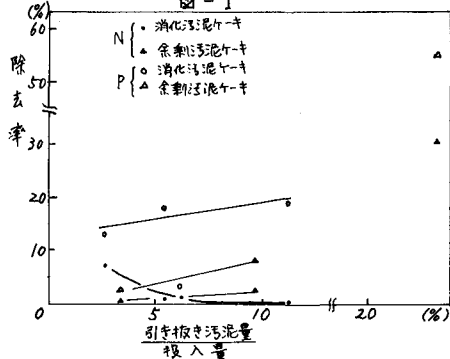


表-5

対象	調査回数	回答数	回収率(%)
各市の農政担当者	96	47	49.0
農業改良普及所	62	38	61.3
農業協同組合	79	34	43.0
一般農家	603	177	29.4
計	840	296	35.2

表-6

	市の農政 担当者	農業改良 普及所	農業協同 組合	農 家
回答数	47	38	34	161
使用しない	21.3%	8.1%	14.7%	28.6%
条件しだいで使用	51.0%	83.8%	58.8%	50.3%
使用するべきで	27.7%	8.1%	26.5%	21.1%