

固定床を用いた硝化液循環脱窒に関する研究（その3）

平山 照康
(技術研究所)

丹羽 千明
(技術研究所)

§ 1. はじめに

近年経済の高度成長により都市部の環境改善が進み、人口百万以上の大都市においては下水道の普及率が80%に達しているが、中小都市、さらには農村地域においては下水道普及率が著しく低く、このことが国全体の普及率（昭和59年度で34%）を下げる原因となっている。国全体の普及率を欧米並みに向上させるためには、これらの地域における普及率をさらに推進しなければならない。こうした背景から、現在これらの地域の下水道化を推進するため中小規模下水道が注目を集めてきている。特に、農村地域において農業用水の水質保全ならびに生活様式の近代化（水洗トイレ・シャワーの設置等）に伴い、国および自治体からの高い補助金と相まって集落排水処理施設の建設が増加の一途をたどっている。

社団法人日本農業集落排水協会（JARUS）は、集落排水処理施設建設の推進を目的として昭和58年度に設立され、JARUS型なる接触曝気処理システムを開発するなど集落排水処理事業に貢献している。特に、環境保全が強く望まれている琵琶湖周辺地域（滋賀県）においては、本協会が開発した脱窒・脱リンまで含むJARUS II型が数多く設置されている。本JARUS II型は、前段に嫌気性ろ床、後段に接触曝気槽を置き、接触曝気槽処理水を嫌気性ろ床に返送して脱窒する循環脱窒処理を行っており、筆者らが研究開発を進めてきた固定床を用いた2段型循環脱窒法に共通する点が多い。また、滋賀県以外でも農業用水の飲料水源の確保といった点から、脱窒・脱リンを目的とした高度処理の必要性が今後ますます高まってくるものと考えられる。

筆者らも、これら集落地域における小規模排水処理施設への適用を目的とし、脱窒性能の優れた、また処理水質が安定した脱窒処理システムを鋭意研究開発中である。

本報では、まず前報で紹介した2段型循環脱窒法において、硝化槽の固定床に人工ろ材に換えてかき殻を用いた場合の処理実験結果およびその優位性について、次に

本処理法を建設大臣認定システムとするための各種検討を行なった結果について報告する。

§ 2. 硝化槽充填材にかき殻を用いた人工水の連続実験

筆者らは以前に、硝化槽充填材に人工ろ材を用いた2段型循環脱窒法の連続処理実験結果について報告した¹⁾。その結果、循環比2付近までは循環比の増大とともに全窒素除去率が增大する傾向にあるが、循環比をさらに増大させると、(1)脱窒槽において水素供与体の濃度が低下すること、および(2)循環液からの持ち込み酸素絶対量が増加すること等に起因して全窒素除去率が低下することが分かった。

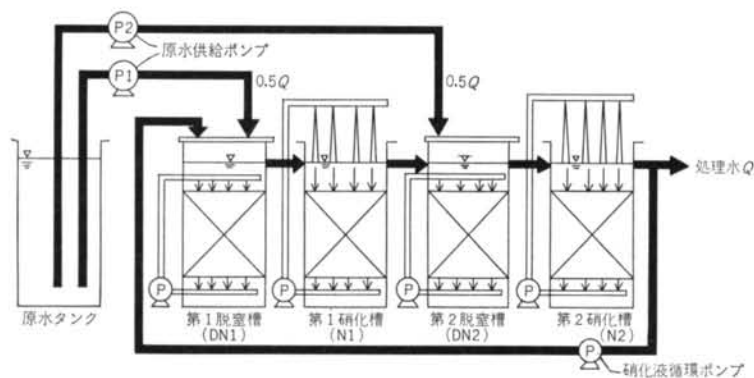
また、現実的にも循環比の増大は動力費の増大につながり得策ではない。それゆえ、本実験においては循環比の範囲を1.0~2.3とし、連続処理実験を行なった。

2.1 実験装置および実験条件

実験装置を図-1に、実験条件を表-1に示す。

実験装置は図-1のような構造であり、第1脱窒槽(DN1)、第1硝化槽(N1)、第2脱窒槽(DN2)、第2硝化槽(N2)の順に構成されている。槽有効容量は合計で55.5 lであり、各脱窒槽の容量は硝化槽の1/2である。微生物を付着させる固定床として各脱窒槽には人工ろ材を、各硝化槽には表-2に示す物性のかき殻を半分に分けたものを用いてランダムに充填した。表-2から分かるように、かき殻の主成分の90%以上は炭酸カルシウムであり、他に少量の各種ミネラル分が含まれている。処理対象排水は、前回と同様のペプトン・肉エキス・尿素を有機栄養源、および窒素源とした人工下水(BOD 100~120 mg/l, T-N 35~40 mg/l)である。

種汚泥を投入して3週間後、硝化性能・脱窒性能が十分確認できてから後、サンプリングを開始し3カ月間連



図一 実験装置概略図

続実験を行なった。

2.2 実験結果

2.2.1 循環比と全窒素除去率との関係

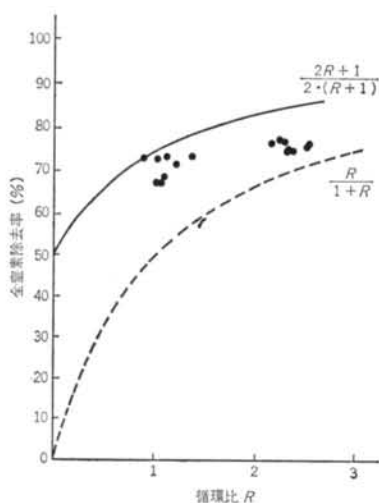
一般に、循環脱窒法においては硝化工程における硝化率、脱窒工程における脱窒率をそれぞれ100%とすると、1段型循環脱窒法の全窒素除去率 E_1 (%) と循環比 R

との関係は、式(1)で示される。

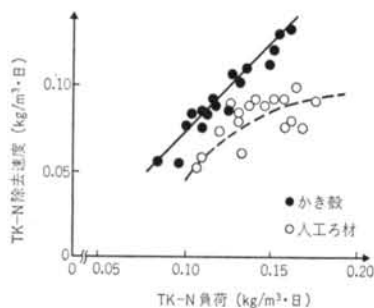
$$E_1 = 100 \cdot R / (1 + R) \quad \dots\dots(1)$$

同様に、2段型循環脱窒法においては上記条件の他に第1脱窒槽、第2脱窒槽へ原水を等量に導入した場合、全窒素除去率 E_2 は式(2)で示される。

$$E_2 = 100 \cdot (2R - 1) / \{2 \cdot (R + 1)\} \quad \dots\dots(2)$$



図一 循環比Rと全窒素除去率との関係



図一 TK-N 負荷と TK-N 除去速度との関係

項目	単位	数値
循環比 R	—	1.0~4.0
分割添加比 R_1, R_2	—	0.5
全槽有効容量 l	—	55.5
脱窒槽・硝化槽容量比	—	1:2
全滞留時間	hr	20

表一 実験条件および装置仕様

平均長	8.8cm
平均幅	5.2cm
平均高	2.9cm
CaCO ₃	92.86%
MgO	0.50%
P ₂ O ₅	0.15%
K ₂ O	0.05%
全窒素	0.10%

表二 かき殻の物性

図一に、全窒素除去率と循環比の関係を示す。図中、実線で示した曲線は2段型の、波線で示した曲線は1段型の上記式(1)、(2)で表わされる理論曲線であり、点で示した値は実測値から求められる値である。

全窒素除去率は、既報の人工ろ材を用いたときに比べて、循環比1では約15%、循環比2では5%向上し、循環比1で70%前後、循環比2で70~75%の値が得られた。本循環比の条件では、循環比の増大に伴う全窒素除去率の向上はそれほど顕著ではなかったが、全実験を通じて1段型の循環比より高い値が得られた。

図一は、硝化槽における全ケルダール性窒素(TK-N)負荷とTK-N除去速度との関係を示したものである。同図より、硝化槽にかき殻を用いた場合のほうが、人工ろ材を用いた場合に比べてTK-N除去速度(硝化速度)が高い。この硝化速度の増加により、装置全体の全窒素除去率が向上したものと考えられる。なお、図一では、TK-N負荷の増大に伴い人工充填材とかき殻充填材との除去速度の差が大きくなる。これは、硝化性能の低下に伴い内部循環するTK-N量が増大するためである。

2.2.2 硝化槽におけるpHの自動調整機能について

硝化槽における各種形態窒素、カルシウムイオン濃度、Mアルカリ度の物質収支をとり、それらの関係を求め

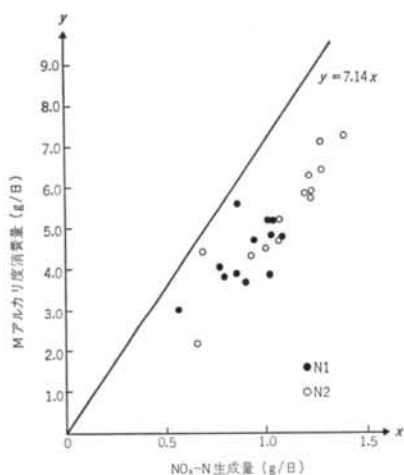


図-4 NO_x-N 生成量と M アルカリ度消費量との関係

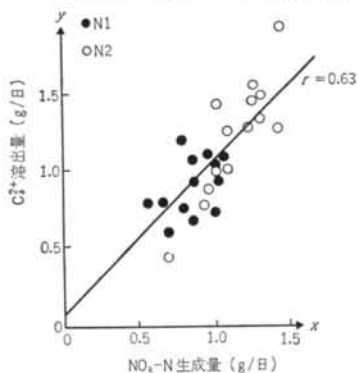


図-5 NO_x-N 生成量と Ca²⁺ 溶出量との関係
た。その計算例を下記に示す。

(1)計算例

第1硝化槽における物質収支を例示する。ここで、記号を以下のように定義する。

RQ: 循環水量 (l/日)

R₁Q: DN1 流入原水量 (l/日)

C_i: N1 流入物質濃度 (g/l)

C_o: N1 流出物質濃度 (g/l)

流入物質量を M_i(g/日) とすると、

$$M_i = C_i \times (RQ + R_1Q) \quad \dots\dots(3)$$

流出物質量を M_o(g/日) とすると、

$$M_o = C_o \times (RQ + R_1Q) \quad \dots\dots(4)$$

物質増加量(生成量)あるいは減少量(消費量)Mは、

$$M = |M_i - M_o| \quad \dots\dots(5)$$

以下、N2についても同様に計算することができる。

(2)計算結果

図-4に、NO_x-N(亜硝酸性窒素 + 硝酸性窒素)生成量とMアルカリ度消費量との関係を示す。化学量論的

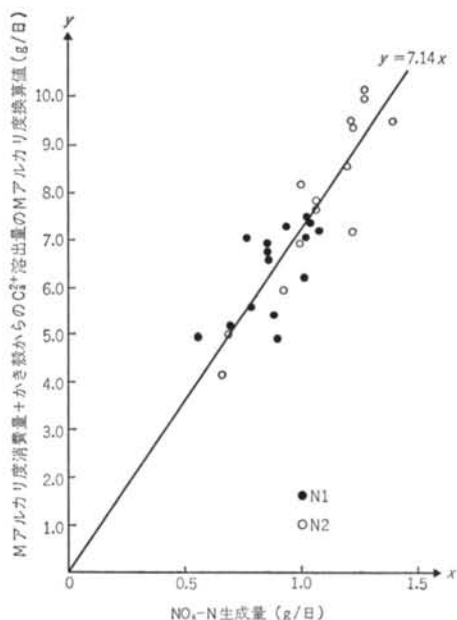
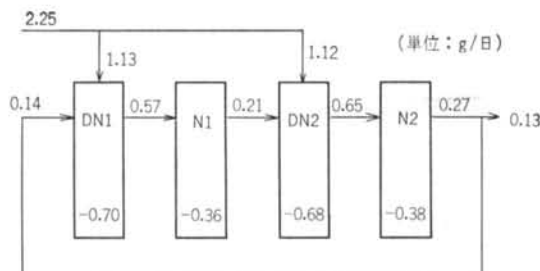


図-6 NO_x-N 生成量と補正Mアルカリ度消費量との関係
には、生成した NO_x-N 1g 当たり 7.14g の M アルカリ度を消費する。図-4では、NO_x-N 生成量(x)に対してMアルカリ度消費量(y)は、y=7.14xの直線より低い。ところで、図-5はNO_x-N生成量とCa²⁺溶出量との関係を示したものである。これより、NO_x-N生成量が増加すると高い相関をもってCa²⁺溶出量の増加がみられた。いま、図-4に示すMアルカリ度消費量に、図-5のかき殻からのCa²⁺溶出量をMアルカリ度に換算した値を加えたところ、y=7.14xの直線によく一致した(図-6参照)。さらに、人工ろ材を硝化槽の固定床として用いたときには硝化槽のpHが6.5前後であったのが、かき殻を固定床とした本実験ではpH7.5と硝化反応に好適な値に保持されていた。

これらの結果から、かき殻を硝化槽の固定床として用いた場合はMアルカリ度の低下、ひいてはpHの低下をかき殻からのCa²⁺の溶出という形で防止できることが分かった。このことは、本処理法を用いることにより、Mアルカリ度の低い廃水の循環脱窒処理において、pH調整のためのアルカリ剤を添加することなく良好な処理が可能であることを示唆している。

2.2.3 各反応槽における有機物質の分解について

一般に、有機性排水には有機性窒素とアンモニア性窒素が含まれていて、生物処理においては有機性窒素は脱アミノ反応によりアンモニア性窒素となる。好気的な生物処理条件下では、この反応が自然に進行することは良く知られている。しかし、脱窒槽のように溶存酸素が殆



原水に対する有機性窒素の分解率

- DN1 = 31.1% • N1 = 16.0%
- DN2 = 30.2% • N2 = 16.9% (計94.2%)

図-7 有機性窒素の収支

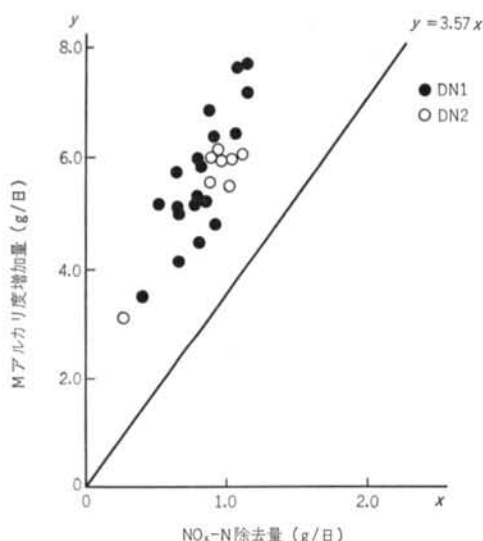


図-8 NO_x-N 除去量とMアルカリ度増加量との関係
 んどない状態において、上記分解反応がどの程度進行されるかは知られていない。図-7に、一例として循環比1における有機性窒素の収支を示す。同図から、硝化槽よりも脱窒槽のほうが原水の有機性窒素に対する分解率が高く、全有機性窒素分解量の65%がDN1, DN2の両脱窒槽で受け持たれていた。この結果、脱窒反応のように溶存酸素が殆んどない状態においても、上記脱アミノ反応が十分進行することが分かった。

図-8は、各脱窒槽(DN1, DN2)におけるNO_x-N除去量とMアルカリ度増加量との関係を示したものである。一般に、NO_x-N 1gが脱窒されることにより、Mアルカリ度が3.57g増加する。ところが、図-8においてはNO_x-N 除去量(x)に対してアルカリ度増加量(y)は、 $y=3.57x$ より大きい。これは、前述の脱アミノ反応によってOH⁻が放出され、脱窒に起因する以外のMアルカリ度が生じることを裏付けるものである。

	単位	数	値
BOD	mg/l	平均	189 max. 540 min. 36.9
COD _{mn}	mg/l	平均	102 max. 276 min. 22.0
TOC	mg/l	平均	109 max. 303 min. 18.9
T-N	mg/l	平均	463 max. 81.9 min. 24.3

表-3 原水水質

§ 3. 生活系実排水を用いた連続処理実験について

かき殻を硝化槽固定床として用いることにより、人工ろ材を用いたときと比較して全窒素除去率が向上した。ただし、本結果は人工下水を処理対象排水として得られたものであり、実際の生活系排水に適用可能か検討する必要がある。本章では、当社技術研究所の厨房系排水と雑排水(水洗便所、手洗い排水)を混合して処理対象排水として連続処理実験を行なった結果について述べる。

3.1 実験に用いた生活系排水について

当社技術研究所においては、正門のところにて全ての施設の排水が集まる。ここで採水することは、種々の実験排水が混合し、また有機物濃度、窒素濃度も非常に薄いため処理実験に適さない。そこで、実験作業を行わない本館から排水を採取した。本館では、トイレ排水等の雑排水と厨房系排水とは別々に排出されているため、各々の箇所からサンプリングして等量に混合した。

表-3に、実験期間(約3カ月間)を通じての水質値を示す。一般に、生活排水処理装置の設計に際してはBOD 200 mg/l, T-N 40 mg/lを用いている。表-3より、本排水は通常的生活排水の水質に近い分析結果となっている。

3.2 実験装置および実験条件

図-9に実験装置の概略図を、また実験条件を表-4に示す。図-9においては、全槽容量を90 lとし、人工下水の処理実験の容量の1.62倍にスケールアップした。また、硝化槽の曝気方式をポンプによる表面散水方式から、ブローによる全面曝気方式に変えた。全面曝気方式は、実装置での使用を考えた場合にはポンプによる表面散水式に比べて動力的にも効率が高く、現実的である。

本実験における循環比は、先の人工下水を処理対象排

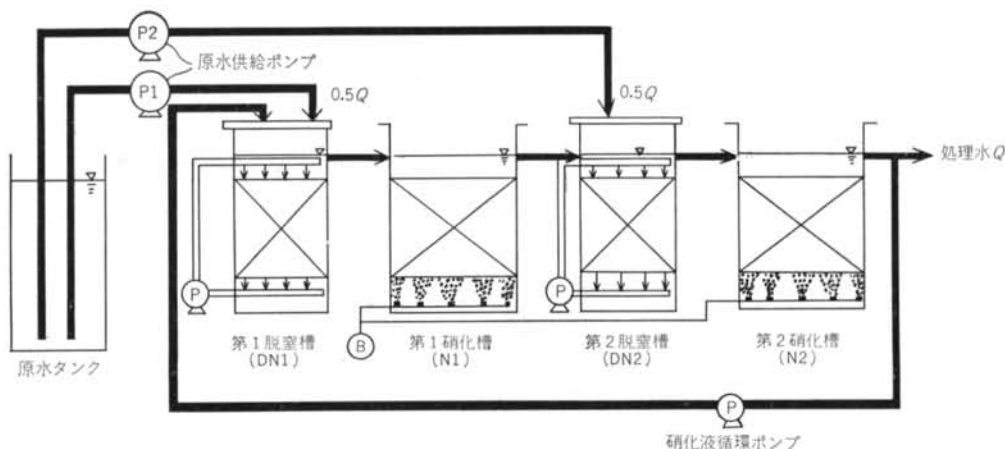


図-9 実験装置概略図

項目	単位	数値
循環比 R	—	1.0~2.2
分割添加比 R_1, R_2	—	0.5
全槽有効容量	l	90
脱窒槽・硝化槽容量比	—	1:2
全滞留時間	hr	20
硝化槽空気量	$l/分$	5~6

表-4 実験条件および装置仕様

水とした連続実験と比較するため、同一の値の1.0~2.5である。

3.3 実験結果

3.3.1 循環比と全窒素除去率との関係

図-10に、図-2と同様に循環比と全窒素除去率との関係を示す。図中、曲線は2段循環脱窒の理論曲線 ($E = 100 \cdot (2R+1) / \{2 \cdot (R+1)\}$) を示したものである。実測値と理論曲線は循環比1~2.5の範囲で良く一致し、実際の生活系污水に対しても高度な窒素除去が行なわれていることが分かった。

住宅団地等の污水には、上記尿系雑排水および厨房排水の他に浴場排水、洗濯排水等が加わるが、このような排水に対しても本処理法によって高度な窒素除去が十分達成されるものと考えられる。

3.3.2 処理水水质

図-11にBODの、図-12にTOCの経日変化を示す。図-11、図-12よりBOD、TOCとも原水は激しく変動しているが、処理水水质は極めて安定していてBODで10~15mg/l、TOCで10mg/l前後の値が得られた。また、処理水透視度も50~100cmあり、非常に透明感のある処理水が得られた。このことは、かき殻表面のSSの捕捉性の良さを証明するものである。

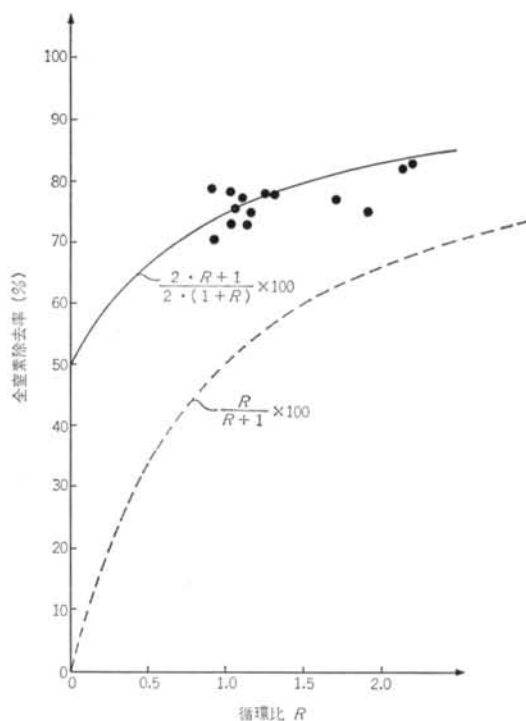


図-10 循環比と全窒素除去率との関係

図-13は、処理水BODの出現頻度を正規確率紙上にプロットしたものである。16mg/l以下の処理水BODが出現する確率は80%あり、通常の処理目標値(BOD 20ppm以下)を十分満足するものである。

3.3.3 pHの自動調整機能について

図-14に、図-6と同様に各硝化槽におけるNOx-N生成量と、Mアルカリ度消費量にかき殻からのCa²⁺溶出量のMアルカリ度換算値を加えた値との関係を示す。同図においても図-6と同様、NOx-N生成量に対して

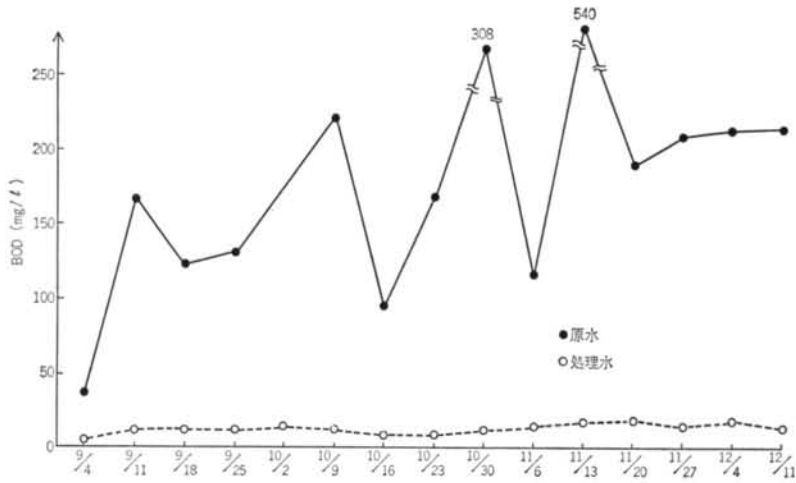


図-11 BOD の経時変化

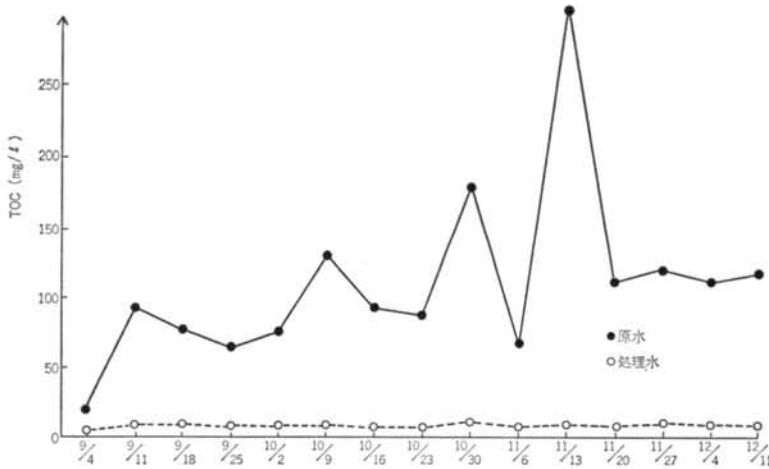


図-12 TOC の経時変化

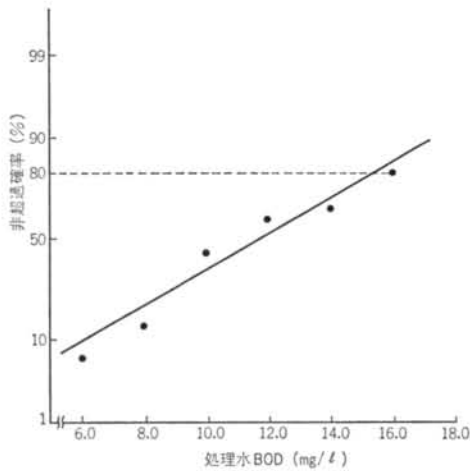


図-13 処理水 BOD と非超過確率との関係

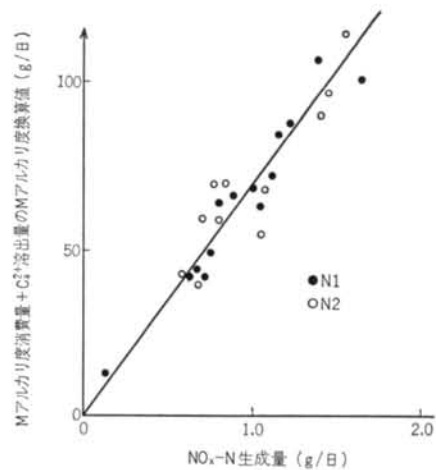


図-14 NOx-N 生成量と補正 M アルカリ消費量との関係

Ca²⁺ 溶出量を加味して補正したMアルカリ度値は, N1, N2とも $y=7.14x$ に良く一致した。

本結果から, 生活系実排水の処理においても人工下水の場合と同様, 硝化槽における pH の低下をかき殻からの Ca²⁺ の溶出で防止できることが分かった。

§ 4. 脱窒浄化槽の研究開発

現在までの一連の研究成果を小規模排水処理施設, 特に合併式尿尿浄化槽に実用化するための各種検討に着手した。

一般に, 尿尿を含む排水を処理する場合には, 処理方式, 処理施設の容量等各種仕様に関する構造基準が定められている。この構造基準は「建築基準法施行令第32条に基づく尿尿浄化槽の構造に係る告示(昭和55年建設省告示1292号)」であり, 約10年に1回の改訂, 見直しが行なわれている。本構造基準は, 既に完成された処理技術に関する第1から第7までと, 特別認定構造の第8より構成される。第8においては, 第1から第7までに定められた規定と同程度の処理能力があると認められた処理方式について建設大臣認定がなされ, 尿尿浄化槽の構造基準として一般に認められる。したがって, 民間企業が新しい処理方式を開発してこれを尿尿浄化槽の建設に適用させたい場合には, 大臣認定を取得しなければならない。

4.1 認定のための実証実験

大臣認定のための審議, 評定機関として大学教授等, 学識経験者で構成される評定委員会が組織されている。本委員会が新技術の認可を得るためには, 実証プラントを建設して実際の生活排水(事務所, ビル等でなく実際に生活している住居から排出される汚水)を用いた処理実験を行ない, 1年間以上のデータを採取する必要がある。図-15に, 新技術を開発してから大臣認定を取得するまでのフローシートを示す。また, 実証プラントに用いる生活排水は次の条件を満たす必要がある。

- 1) BOD 160 mg/l 以上(日平均濃度)
- 2) SS 180 mg/l 以上(日平均濃度)

ここでは, 実証プラントの計画, 実施に当たってプラント設置場所の検討を原水水質面から行なった一連の結果の一部, および現在計画している実証プラントの処理フローシートについて述べる。前者については, 過去において実際にデータを取った例は限られている。後述するように, 15分毎のコンボジットサンプルによる1時間

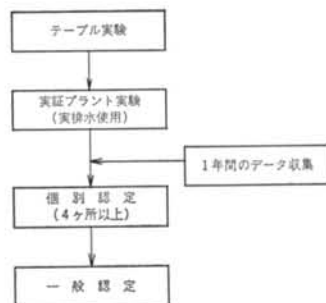


図-15 認定取得のフローシート

毎のデータにより生活排水のその水質変化, 絶対汚濁負荷量の経時変化について実際の基礎データを取得するということは, 今後の研究を進める上にも大いに意義があると考えている。

水質調査の例として, 特に筆者らが実証プラントの実験場所を種々検討した中で, 当社砧社宅, 長野県菅平浄化センターの2箇所について実際に排水調査を行なった例について報告する。

前述のごとく, 前者は一般生活排水の典型として, 後者は観光地域等の特定環境保全事業における基礎データの入手としての意味を併わせ持つものである。

4.2 実証実験のための原水調査の例

4.2.1 砧社宅における排水調査

当社砧社宅(東京都世田谷区砧)には当社の社有地(約20m×50m=1,000㎡)が空地としてあり, ここを実証プラントの設置場所に設定し, 実験に用いる排水として社宅の一部(8~11号棟)から排出される生活排水(尿尿+雑排水)の使用の可否について検討した。昭和61年3月13日8時までの24時間サンプリングを行ない, 水質の経時変化を求めた。

(1)測定方法

砧社宅の11号棟(12世帯×3F, 計36世帯)から排出される排水を, 同棟近くのマンホールから15分おき(1時間に4点)に採水した。次に, 4点のサンプル水を流量比例させて混合し, 1時間の代表サンプルとした。なお, 管内流速はマンホールを2つ用いて, 上流側のマンホールから発泡スチロール粒子を落下させ, 下流側のマンホールにて同粒子が確認された時間を測定し, この流下時間から式(6)により求めた。

$$V=0.75 \cdot l/t \quad \dots\dots(6)$$

ここで, v : 管内平均流速 (m/sec)
 l : 両マンホール間の距離 (m)
 t : 流下時間 (sec)

次に, 15分おきのサンプルを流量比例させて1時間の

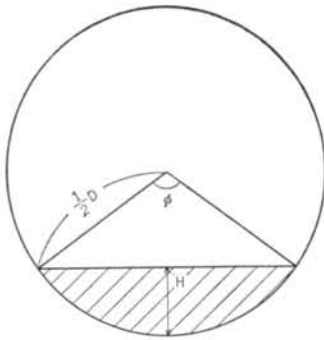


図-16 下水管の断面図

サンプルにする方法は、以下のとおりである。

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad \dots\dots(7)$$

ここで、 n : 粗度係数

R : 径深 (m)

I : 管路勾配

したがって、流積を A (㎡) とすると、流量 Q (m³/sec) は、

$$Q = v \cdot A = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot A \quad \dots\dots(8)$$

と表わされる。ここで、1時間に4点測定するものとして、そのときの流量をそれぞれ Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 とし、サンプル量 $V_{t(i=1-4)}$ (mℓ) は次のようになる。

$$V_{t(i=1-4)} = (1/n \cdot R_i^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot A_i) / \left(\sum_{i=1}^4 1/n \cdot R_i^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot A_i \right) \times 10^3$$

$$= (R_i^{2/3} \cdot A_i) / \left(\sum_{i=1}^4 R_i^{2/3} \cdot A_i \right) \times 10^3 \quad \dots\dots(9)$$

一例として、

$$V_i = (R_i^{2/3} \cdot A_i) / \left(\sum_{i=1}^4 R_i^{2/3} \cdot A_i \right) \times 10^3 \quad \dots\dots(10)$$

すなわち、図-16に示すように水深 H を実測し、径深 R 、流積 A を求め式(9)によりサンプル量を決定する。ただし、 A と R は以下のように求められる。

$$H/D = 1/2 \cdot \{1 - \cos(\phi/2)\} \quad \dots\dots(11)$$

本式により ϕ を求める。

$$A = D^2/8 \cdot (\phi - \sin \phi) \quad \dots\dots(12)$$

$$R = D/4 \cdot \{1 - (\sin \phi)/\phi\} \quad \dots\dots(13)$$

ここで、 D : 管径 (m)

ϕ : 中心角 (rad)

図-17に、昭和61年3月12日9時から3月13日8時までの流量の経時変化を示す。また、図-18および図-19にBOD、SSの経時変化を示す。図-17より、時間当たりの流量は8~9時に最大ピークを示し、また20時~21時に第2のピークが生じていて、深夜(1時から6時

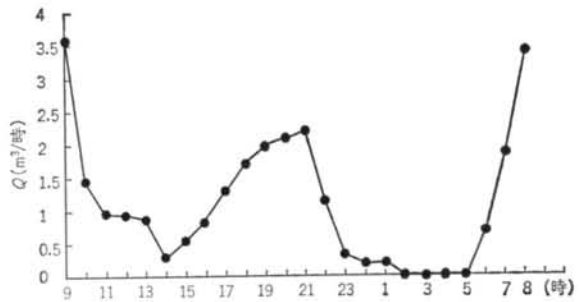


図-17 砧社宅排水流量の経時変化

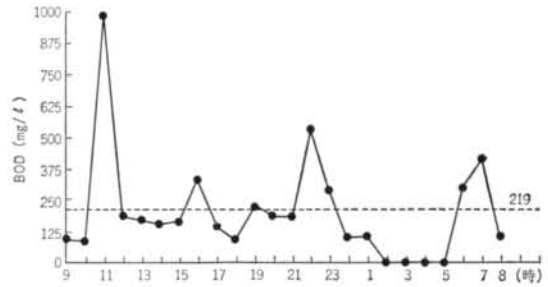


図-18 砧社宅 BOD の経時変化

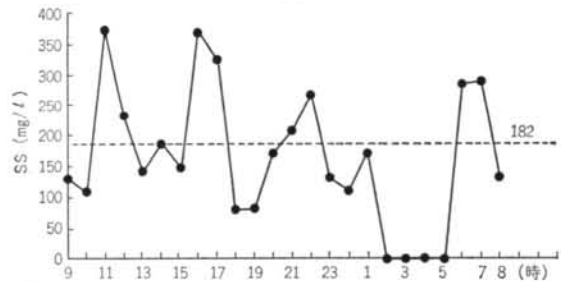


図-19 砧社宅 SS の経時変化

まで)においては流出が全く無いことが分かる。これは、一般の生活排水の流出パターンに良く一致するものである。図-18~図-19において破線で示した水質値は、全時間における平均濃度 C を示したものであり、式(14)により算出した。

$$C = \frac{\sum_{i=1}^{24} C_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^{24} Q_i} \quad \dots\dots(14)$$

ここで、 C_i : i 時における水質濃度 (mg/l)

Q_i : i 時における流量 (m³/時)

これらの平均濃度は BOD で 219 mg/l、SS で 182 mg/l で、いずれも試験用原水としての必要条件である BOD 160 mg/l 以上、SS 180 mg/l 以上を満足していた。T-N の平均濃度は 40.6 mg/l で、通常の生活排水の値に近いものであった。

この調査の結果、水質、実験場としての必要面積(最低 10 m × 20 m = 200 m²)とも満足していた。

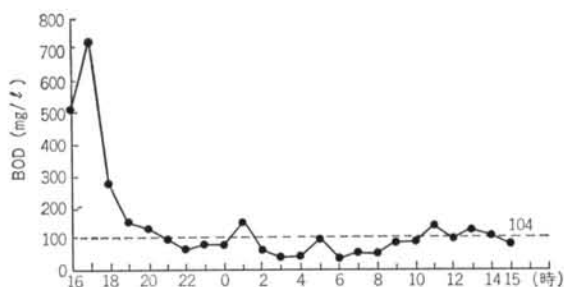


図-20 菅平浄化センター BOD の経時変化

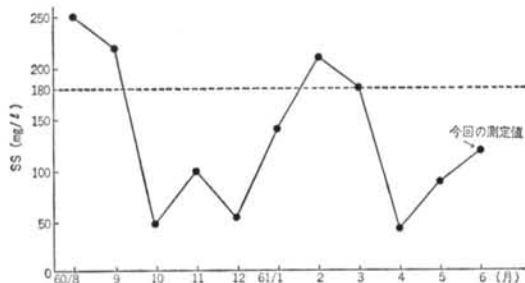


図-21 菅平浄化センター流入下水の SS 経時変化

一方、近隣環境の調査および環境アセスメントを実施した。その中で苦情、陳情公害といわれる悪臭問題、住民感情などかなり難題があることが担当官庁でのヒアリング等から明らかになってきた。公害対策を施したとしても住民から苦情が出ることも予想される。その場合、途中で実験プラントの運転停止の憂き目を見るのが懸念されたため、本予定地での実証実験を断念した。

4.2.2 長野県菅平浄化センターにおける水質調査について

長野県真田町の菅平浄化センターについて、昭和61年5月末から6月初旬にかけて同様の検討を実施した。

菅平地区はラグビー合宿、スキー場の観光地として有名であり、これらのシーズンには年平均排水量の2倍にも排水量が増加する特徴がある。

(1) サンプル方法

サンプリングは、流入生污水を1次処理(スクリーン、沈砂池を経由)した排水について行なった。なお、サンプル地点には電磁流量計が設置してあり、サンプル時にはこれを測定しサンプルの流量比例混合を行ない、コンポジットサンプルを作成した。

(2) 水質分析結果

図-20に BOD の経時変化を示す。図-20の16時と17時のデータが異常に高いのは、15時30分まで脱水機の脱離液が原水槽に流入していたためである。この2点を除いた22点の BOD の平均値は102 mg/l で、必要条件で

ある 160 mg/l より低い。

図-21は、菅平浄化センターの実務担当者から入手した資料をもとに、流入污水の SS の月別変化を示したものである。図-20より、夏場(8月)と冬場(2月)に SS 値のピークがある。ところが、SS が目標値の180 mg/l 以上の月は4カ月しかなく、10月、4月においては SS が 50 mg/l 以下となる。

この理由は次のように考えられる。菅平地区は夏場にはラグビー等の合宿で人が集まり、また冬場にはスキーの宿泊客が大勢集まるために汚水量が漏入水量(雨水あるいは地下水)に対して圧倒的に増加するが、春・秋には地域住民だけになるので漏水によって污水が希釈されるためと考えられる。実験場設置の他の条件としては本浄化センターは適していたが、最も重要な原水条件が満足せず、実証プラントを当浄化センター内に設置することを断念せざるを得なかった。

これらの排水の水量水質特性は、こうした特別環境保全地域には共通した問題と考えられ、本調査はその代表的なものの一つになったと考えられる。

4.3 実証プラントのフローシート

図-22に、実証プラントのフローシートを示した。本プラントの特徴は以下のとおりである。

1)合併浄化槽の容量で脱窒性能を付加し、かつ有機物除去性能の観点からもきわめて安定した処理が可能である。因みに、農業集落排水処理施設における JARUS II 型の65%の容量で同等以上の機能を有する。

2)固定床式2段階循環脱窒であり、硝化槽にかき殻を使用しているため、pH の中性領域への保持と良好な脱窒性能が付与されている。

3)pH 調整および脱窒のための薬品添加が不要であり、ランニングコストの低減につながっている。

4)調整槽と脱窒槽、最初沈殿池を機能を一体化し、全体の効率アップを図っている。

以下に、処理フローに従い各工程の機能および特徴の概要を記す。

(1)沈殿分離槽兼第1脱窒槽

3室に区分されており、第2室、第3室には固定床として人工ろ材が充填されている。この槽は主に調整、沈殿分離、脱窒の3つの機能を有している。

(2)第1硝化槽

硝化反応を行なう槽であり、この槽では曝気方式として片側施回流曝気、全面曝気の両方が可能な構造とする。固定床として一部かき殻が充填されている。

(3)第2脱窒槽

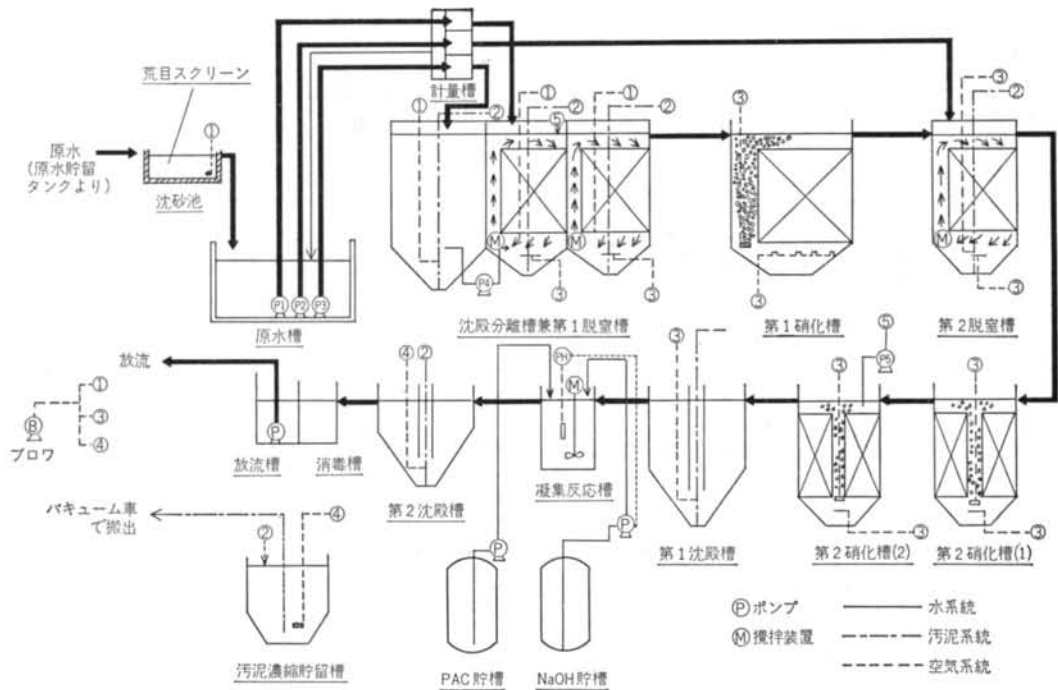


図-22 実証プラントフローシート

(1)の第2室、第3室と同様の構造であり、脱窒処理を行なう。

(4)第2硝化槽

硝化反応を行なう槽であり、硝化処理を行なう。

(5)凝集反応槽

脱リン反応を行なう槽であり、脱リンのための凝集剤として PAC (ポリ塩化アルミニウム) を用いる。また、PAC による pH 低下を防止するため、中和剤として NaOH 溶液を加える。

§ 5. 今後の検討事項

本研究は基礎研究をほぼ終了し、実証段階に来ていることは前述のとおりである。前章にその一端を述べたように、実証プラントの設置場所の選定とそれに伴う検討を鋭意実施中である。現在、こうした認定用のプラントの建設に当たり原水条件の問題を含め、以下のような種類の課題があり、今回の場合を含めかなり苦勞する結果となる場合が多い。

(1)既存の下水処理場、集落排水処理施設、あるいは民間のコミュニティプラントにおいては、その流入汚水濃度の低いことが多い。

(2)都市部の住宅密集地域においては悪臭、騒音等の二

次公害の発生の危惧があり、住民感情も手伝ってその設置が難しい。

(3)実験場設置用地の余裕がある処理施設が極めて少ない。

(4)地方公共団体によっては公共施設の一部を民間企業に貸すことに難色を示すケースもある。

(5)処理施設と住居の距離の長い地域、すなわち配管の引き回しの長い場合では、原水有機物濃度が一般的に低い。この原因は、管路等からの滲入水が一般設計値の10%より多く、25~30%に及ぶ場合が多いことに起因している。管路の材質、施工の問題を含め今後の根本的の見直しが必要と考えられる。

§ 6. まとめ

以上のように、かき殻を硝化槽固定床に用いた連続処理実験、認定のための実証実験の概要について述べた。これらを要約すると以下のとおりである。

1)かき殻を硝化槽固定床に用いた2段階循環脱窒法の連続処理実験

(1)人工下水を処理対象排水とした連続実験において、循環比1で70%前後、循環比2で70~75%の値が得られた。

(2)当社技術研究所から排出される生活系実排水を処理対象排水とした連続実験において、実測値から得られた全窒素除去率と循環比との関係は、循環比が1～2.5の範囲でほぼ理論的曲線と一致し、高度な窒素除去が達成された。

(3)硝化槽におけるpHの低下を、かき殻からのCa²⁺溶出により防止でき、硝化反応に好適な値に保持されていた。

(4)かき殻のSS除去性能はきわめて良好で、全実験を通じて透視度50～100cmの処理水が得られた。

2)認定のための実証実験について

(1)本処理法を実際の尿尿浄化槽として小規模集落排水処理に適用させるためには、建設大臣の認定を受けな

ければならない。

(2)認定のために日本建築センターの評定を受ける必要があるが、このために1年間の実証プラントによる運転が必要となる。

(3)日本建築センターの評定委員会が、実証プラントの処理対象排水に対して要求している水質値は、BOD 160 mg/l 以上、SS 180 mg/l 以上である。

(4)住宅団地すぐ近くの排水では(3)の水質値は満足されるが、実際の処理場(特に住居からの配管の引き回しが長い場合)は、管路からの浸入水により希釈されるので(3)の水質値以下になる場合が多い。

謝辞 最後に、砧社宅等の排水調査および水質分析結果の解析に布施木彰信君の協力を得た。謝意を表す。

<参考文献>

- 1) 平山, 丹羽: “固定床を用いた硝化液循環脱窒に関する研究” 水処理技術 Vol.24, No.6 (1983年)
- 2) 朝日向豊邦他: “カキ殻を投与した浸漬ろ床法での水処理研究” 下水道協会誌 Vol.18, No.210 (1981年11月)
- 3) 橋本奨他: “曝気循環ろ床法による生活廃水の処理に関する研究” 水処理技術 Vol.24, No.6 (1983年)
- 4) 中曽根英雄他: “接触曝気方式による汚水処理について” 農業土木学会誌 Vol.53, No.12 (昭和60年12月)
- 5) 深野紀幸: “土壌被覆型接触ばっ気法による生活汚水処理実例” 都市と廃棄物 Vol.15, No.9

