

4 尿尿浄化槽調査報告

On the flush laboratorils provided with different types of Nightsoil disposal tanks

北海道立衛生研究所 (所長 中村 豊)
技師 小山 良 悟
技師 中村 俊 男
技師 遠藤 良 作

北海道衛生部環境衛生課

現在わが国のおもな尿尿浄化槽には12の型式がある¹⁾。これらの諸型式はいずれも嫌氣的腐敗分解と生物化学的酸化分解の両作用に基いた尿尿の浄化方式であつて、従つてその構造は腐敗槽と酸化槽の組合せからできている点で同一である。ただしそれぞれの型式にしたがい両槽の構造に相違がある。そのうち腐敗槽の構造の差異がより大きい。

すなわち腐敗槽では、1階槽、2階槽、あるいは2重槽等と槽全体にわたる大がかりな構造の違いがあるほかに槽の内部においても尿尿の流動方向や流速を調節するための装置の型式、あるいはスカム抑えのあるなし、あるいはその設計方式等に違いがある。酸化槽では、比較的相違が少なく汚水を槽内に受流する方式に曝気式と流水式とがあり、この受流汚水を生物化学的に浄化する仕方に、曝気式で受流した汚水の場合には立体酸化(撒布濾床)方式を採り、流水式受流汚水に対しては平面酸化(底床酸化)方式を用いるの相違である。

以上の構造の違いの意味を浄化槽構造の改変推移からうかがつてみると、先ずもつて尿尿を固形と液体部に沈澱分離することが浄化槽における尿尿浄化過程の重点であるとする考えが基調となつていて、それぞれ腐敗槽に大きな相違ができたものと解せられる。酸化槽においては効果的に生物化学的浄化を進める考えを捨てないにしろ、多分に立地条件に適する型式、あるいは施工経費の軽減、あるいは維持管理の容易な構造型式の選択等の要請に重きをおいたところから生じた相違と解せられる。

本報は上記の諸構造の尿尿浄化槽のうち、札幌市に既設の若干槽について浄化効果の優劣を検し、如上の浄化槽構造設計の基調をなす考え方との関係を検討したものである。

調 査 方 法

1 7型式、10カ槽を選び、放流汚水、酸化槽の流入直前と流出直後の汚水並びに腐敗槽内の分離上澄液の4者の水質分析を型の如く行つた。

2 調査は年間各月汚水水質分析、維持管理情況調査等を計画したのであるが、今回は昭和31年11月、12月及び32年2月の水質分析から浄化効果をうかがつた。

調 査 成 績

I 放流水水質規準に照した成績

先ず10カ槽放流水水質を放流下水水質規準に従つて全般的に見ると、表Ⅰに示した如く過半数の槽が不適格汚水を放流していることがわかる。この成績は尿尿浄化槽放流水水質試験について行われた従来の報告及び全国的調査を纏めた洞沢氏²⁾の成績とも一致している。

表Ⅰ 放流水の不適格槽 (%)

| 月 別 試験項目 | 11 | 12 | 2 | 平均 |
|-------------|-------|------|------|------|
| pH | 50.0 | 75.0 | 58.3 | 61.1 |
| メチレン青脱色時間 | 83.3 | 58.3 | 41.6 | 61.1 |
| B. O. D. 値 | 100.0 | 66.7 | 83.3 | 83.3 |
| 蛋白質窒素 | 33.3 | 58.3 | 58.3 | 50.3 |
| 遠藤赤変菌 | 66.7 | 58.0 | 75.0 | 66.6 |

次にこれら不適格槽も含めて10カ槽の間の浄化効果に差を見せるか否かを次に述べる値を規準にして検討する。

Ⅱ 調査10カ槽の浄化効果の優劣

1 優劣判定の規準値

杉戸氏汚水濃度標示値³⁾ 下水の汚染度を下水水質分析値で比較する際に、下水水質試験項目の分析値を個々に比較検討しても、その分析値は区々であるので結論を得難い。また試験項目のうちB.O.D. 値のように下水濃度を示す代表値とみなされているものでも、ただ2, 3の項目の分析値だけの比較では不十分である。これらを考慮して杉戸氏は下水濃度の算出式として、

$$S = 45 S_1 S_2 + 30 S_2 + S_2^{1/2} S_3 + 0.2 S_4$$

$$S = \text{清濁標示数} \quad S_1 = (7.0 \sim \text{pH 値})^2 \quad S_2 = \text{B.O.D. (ppm)}$$

$$S_3 = \text{浮游物質質量 (ppm)} \quad S_4 = 1\text{cc 中の遠藤赤変菌数}$$

を提案し、この標示数値は普通下水のほか河海水や浄化汚水の濃度をもよく表示するという。

そこでこの標示数を尿尿浄化槽汚水の濃度標示に用いた。調査10カ槽の汚水濃度標示を表Ⅱに示

表Ⅱ 放流水の濃度 (杉戸氏数値)

| 槽 番 号 | 調 査 月 | 11 | 12 | 2 | 平均 値 | 変 動 値 (%) |
|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| No. I | | 23,873 | 16,841 | 28,575 | 23,096 | 41.1 |
| " II | | 17,018 | 16,617 | 23,276 | 18,637 | 32.9 |
| " III | | 2,349 | 1,865 | 1,818 | 2,011 | 22.7 |
| " IV | | 14,443 | 6,507 | 9,905 | 10,285 | 55.0 |
| " V | | 3,327 | 1,762 | 1,673 | 2,254 | 49.7 |
| " VI | | 6,450 | 2,258 | 6,072 | 4,927 | 65.0 |
| " VII | | 3,035 | 4,182 | 5,071 | 4,096 | 40.2 |
| " VIII | | 4,288 | 14,575 | 17,368 | 12,077 | 75.3 |
| " IX | | 10,793 | 16,257 | 11,773 | 13,941 | 31.1 |
| " X | | 21,768 | 18,166 | 17,173 | 19,036 | 21.1 |
| 平 均 | | | | | | 43.5 |

注 △ は3カ月の杉戸氏数値の平均。 ※ 3カ月の杉戸氏数値から $\frac{\text{最大値} - \text{最小値}}{\text{最大値}} \times 100$ 。

した。

調査10カ槽の優劣判定の規準値の設定 実際規模の浄化槽汚水調査においては、同一浄化槽でも試料の採取毎に異なる分析値を示すので、杉戸氏汚水濃度標示値に動揺を見るのが常である。この動揺には浄化槽の浄化効果を左右する種々の要因が関係して、それらが浄化に最も都合よい影響を及ぼしている場合には汚水濃度が最も低く、反対のときには汚水濃度が高くなると考えられるが、その動揺範囲を明確にすることはなかなか困難である。しかし浄化槽はこれら要因を考慮して設計され、又維持管理しているのであるから、汚水濃度の動揺範囲にある限界があるものと考えてよい。

そこで著者等は3回試験で得たそれぞれの槽の杉戸氏の汚水濃度標示値(表Ⅱ)のうち、最大値をもつてその槽が最も浄化に悪い状況のときの汚水濃度とし、最小値を反対の状況下の汚水濃度とみなして、この範囲がそれぞれの槽が通常種々の要因の影響によつて生ずるところの動揺範囲であるとみなした。これを動揺値〔(最大汚水濃度標示値-最小汚水濃度標示値)/(最大汚水濃度標示値)〕×100(表Ⅱの最右列)とした。

そうすると、二つの槽の汚水濃度を比較してその開き(上記のような算出方で)が二つの槽の汚水濃度の動揺値より大きければ両槽間に優劣の差を認め得る。同様にして本調査の10カ槽の比較の場合の槽間汚水濃度の開きは、10カ槽中最大の動揺値より大きければ槽の間に優劣の差を認めてもよいわけである。すなわちNo.Ⅷ槽の汚水濃度変動値75.3%より大でなければならない。

しかしNo.Ⅷ及びNo.Ⅵ槽の変動値は、異常の要因で表示のような大きい値を示したものであることが推定される。故に槽の優劣を定める規準値としてこれらより小さな値でよい。それで10カ槽の動揺値の算術平均43.5%をやや上廻る46.0%を調査10カ槽の優劣判定の規準とした。

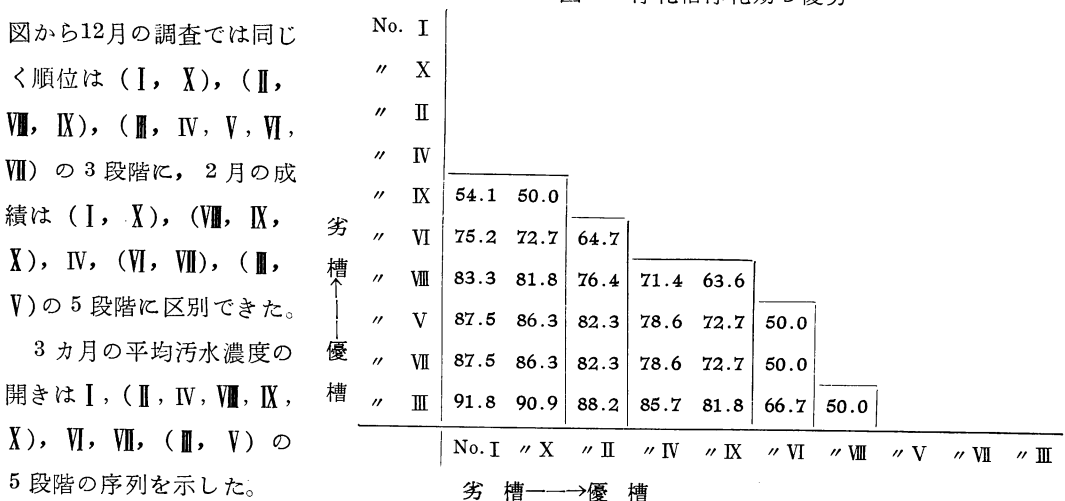
2 動揺値46.0%を規準としてみた槽の優劣

31年11月の成績について、特定の槽の汚水濃度標示値と残部の槽のそれとの開きを前記の如き方法で百分率を算出して、46.0%以上の開きを示した槽を整理すると図Ⅰの如くなる。

11月の調査では、劣槽から優槽への順位に(I, X), II, (IV, IX), VI, Ⅷ, (V, VII, Ⅲ)一括弧内の各槽間に優劣がない一の6段階に区別されることがわかる(図Ⅰ)。

記載を省いたが、同様の

図1 浄化槽浄化効の優劣



図から12月の調査では同じく順位は(I, X), (II, Ⅷ, IX), (Ⅲ, IV, V, VI, VII)の3段階に、2月の成績は(I, X), (Ⅷ, IX, X), IV, (VI, VII), (Ⅲ, V)の5段階に区別できた。3カ月の平均汚水濃度の開きはI, (II, IV, Ⅷ, IX, X), VI, VII, (Ⅲ, V)の5段階の序列を示した。

以上を通覧して（Ⅰ，Ⅱ，Ⅹ）槽を劣槽，（Ⅲ，Ⅴ）を優槽と区別できる。中間の序列にある残部の槽は区々の序列を示し，優劣を決定し得ない。

よつて以下にはこの優劣2組の槽について酸化槽と腐敗槽の汚水濃度を検し，槽間の優劣の起因を究明してみる。

Ⅱ 槽間の優劣の起因について

1 腐敗槽の汚水濃度

本調査においては腐敗槽にスカムが多量にある槽が多く，槽内分離液の採取が困難であつたので予備濾過槽を流過した汚水について濃度標示値を算出した。これを表Ⅲに示した。

表Ⅲ 腐敗槽汚水濃度標示値

| 調 査 月 | | 11 | 12 | 2 |
|-------|-----|--------|--------|--------|
| 槽 番 号 | No. | | | |
| | Ⅰ | 10,953 | 13,858 | 23,500 |
| | Ⅱ | 21,821 | 16,441 | 25,415 |
| | Ⅲ | 1,674 | 1,949 | 3,054 |
| | Ⅳ | 20,462 | 7,120 | 10,288 |
| | Ⅴ | 3,388 | 1,877 | 2,426 |
| | Ⅵ | 6,215 | 3,451 | — |
| | Ⅶ | 3,317 | 6,077 | 5,794 |
| | Ⅷ | 19,806 | 22,583 | 21,181 |
| | Ⅸ | 7,435 | 13,537 | 11,773 |
| | Ⅹ | 18,990 | 17,261 | 17,173 |

表によつて前記の劣槽組（Ⅰ，Ⅱ，Ⅹ）は優秀組（Ⅲ，Ⅴ）に比して濃度標示値が各月いずれも格段に大きい。すなわち槽の優劣は既にこの部の汚水濃度に示されている。

予備濾過槽も尿尿の固形物と液体部の分離を行うものであるが，その構築方式に大差がないので分離効果に大差があるものとは思われない。よつて上記の汚水濃度の格段の差は予備濾過槽通過以前に示されていると考える。予備濾過槽通過以前の濃度の差は腐敗槽構造の相違か，あるいは構造とは無関係に槽に流入する尿尿の排便洗滌水による稀釈程度の相違にあると思われる。

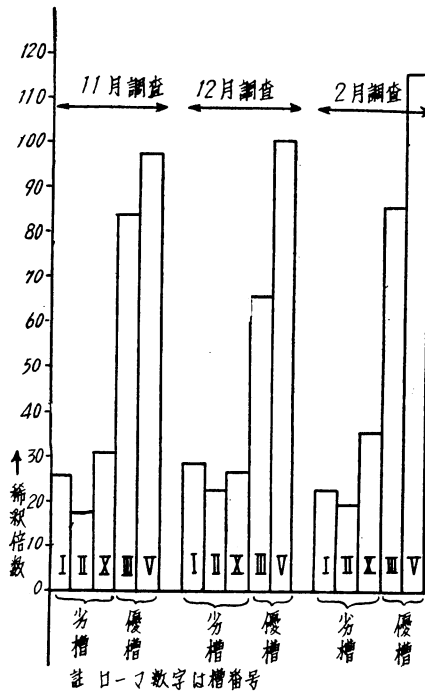
上記優劣2組の腐敗槽の構造を記せば，劣槽（Ⅰ，Ⅱ，Ⅹ）はいずれも2重腐敗槽であるし，優槽（Ⅲ，Ⅴ）は共に1階槽であるから，分離効果は前者がよくて汚水濃度は低くである筈である。ところが実測値はこれに反して高く示された。よつて濾過槽通過以前の汚水濃度の差は排便時の洗滌水による稀釈度に關係するものと推定される。

洗滌水による尿尿の稀釈度 尿尿中の塩素は浄化槽の腐敗分解や生物化学的酸化の影響を受けないで⁴⁾ただ洗滌水に稀釈されるだけで放流水に検出されるから，放流水の塩素量で尿尿中の含有塩素量を割れば，洗滌水でうすめられた尿尿の稀釈倍数が得られる。図Ⅱにこの稀釈倍数を算出して示した。

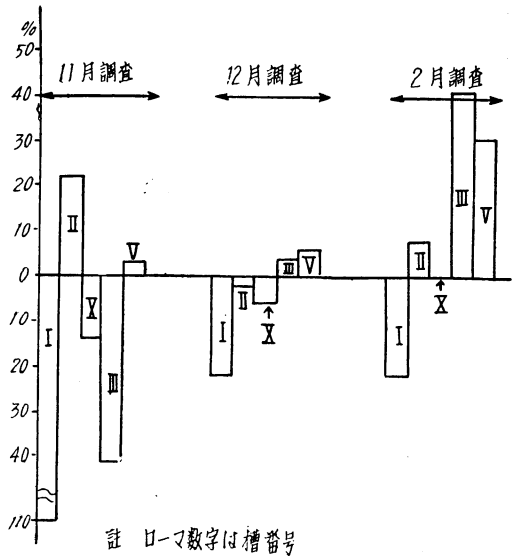
図から優槽組の稀釈倍数は劣槽組のそれより大きいことは明らかにわかる。

以上で放流水の濃度の低いものは腐敗槽の分離汚水の濃度の低いものから出発し，分離汚水の濃度は腐敗槽の構造にさまで支配されず，尿尿の稀釈倍数に左右されていることを推定した。

図Ⅱ 浄化槽尿尿の推定稀釈倍数



図Ⅲ 酸化槽流入、流出汚水濃度 (%)



しからば、中間の酸化槽はいかに放流水に影響しているかを次に記する。

2 酸化槽流入、流出汚水濃度

酸化槽の機能を見るため、酸化槽に流入する直前の汚水と流出直後の汚水の濃度差の百分率 $\left[\frac{\text{流入汚水濃度} - \text{流出汚水濃度}}{\text{流入汚水濃度}} \right] \times 100$ を算出し、図Ⅲに図示した。

図で基線より上方の棒高は酸化槽通過後に汚水濃度が減じた割合を、基線下は濃度の増した割合を示す。そうすると劣槽Ⅰ及びⅩの酸化槽は各月共に濃度を増すように働き（Ⅹ槽の2月成績は濃度差がない）、優槽Ⅴの酸化槽は反対に働いているから、浄化槽の優劣の起因は酸化槽にあるようにも思われるが、他の槽の酸化槽は浄化槽の優劣には無関係に、時によつて汚水濃度の増、あるいは減のいずれをも示している点から考えて、これら浄化槽の優劣の起因を酸化槽効果に求めることは無理である。

次に酸化槽の構造とその汚水濃度増減の関係をみると次の如くである。汚水濃度を増した劣槽Ⅰ及びⅩと汚水濃度を減じた優槽Ⅴも共に流水式平面酸化である。従つて（Ⅰ、Ⅹ）とⅤ槽の間の優劣には酸化槽の構造があずかつていない。

総 括 結 論

都市尿尿の処理問題は重要な課題である。この課題に答うる尿尿浄化槽の位置は高い。従つて種々の型式が考案され、おもなるものでも12型式に及んでいる。

これら型式の優劣を検することも必要なことと考へて本調査を行つたのであるが、優劣の判定に浄化槽放流水水質の良否をみた。これは単に放流水水質を是非するだけで、これのみからは浄化槽の優劣を決定し得ない。

しかし実際の立場からいえば、良き水質の汚水を放流することが浄化槽に課された使命であり、この使命に沿うように設計施工された浄化槽であるから、放流水の良否で槽型式の優劣を決定することは実際的であるといえる。

こうした見解から放流濃度を比較判定して、本調査対象の槽の若干に優劣の差を認めた。しかしながらこの優劣の違いは浄化槽の構造型式の違いに起因するものではなく、浄化槽に流入する尿尿の稀釈度に関係するものであることを推定した。

思うに構造型式の相違から学理上当然期待される浄化効果の優劣は、維持管理の良否とか、時々々の排便量の多少、あるいはその他の原因が大きく作用する等の理由から、実際規模の浄化槽汚水の水質分析値に表われないものとする。

文 献

- 1) 今野啓： 建築技術, No. 53 (1955)
- 2) 洞沢勇： 日本公衆衛生誌, vol. 1, No. 9 (1953)
- 3) 杉戸清： 下水道学後篇, 35 (1951)
- 4) 洞沢勇： 衛生工業誌, 28, 303 (1954)