

生活排水のいわゆる農村的処理方法について

誌名	農村生活研究 = Journal of the Rural Life Society of Japan
ISSN	05495202
著者	岡本, 玲子
巻/号	48号
掲載ページ	p. 35-39
発行年月	1980年10月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



生活排水のいわゆる農村的処理方法について

岡 本 玲 子

1. はじめに

農村地域における都市的開発と混住化の進行，生活水準の向上や食生活の多様化などにより，生活排水の量は著しく増加し，質も複雑化し，この影響は，従来，有機汚濁の比較的少ない河川や農業用水に著しく現われている。汚染・汚濁の顕在化している地域では，人間の生活や健康にまで影響を及ぼし，農作物の生育にも深刻な影響を与え，公害問題にまで発展している。そこで，農村における水質保全あるいはその対策を進める上で，基本的な問題となる生活排水の量や，処理方式の選択について整理し，また，処理方式と関連した今後の研究課題についても若干の見解を述べて報告とする。

2. 生活用水の節約

台所や風呂の給排水施設が整備されている場合には，用水量が直接排水量となる。従って，生活用水の節約がその排水量を少なくすることになる。処理施設の規模の設定やその浄化効率は，排水の量と質で決まり，排水量が少ないことは，その対策を進める上で極めて有利な条件となる。そこで，生活用水の概略を整理し，続いて節水の問題では，特殊水洗便所の現状について述べる。

生活用水量は，給水源やその施設，生活の様式や慣習，家族構成の相異，トイレの水洗化とその型式などにより著しく異なる。また，生活用水量は，天候や気温に影響され日変化や週変化，季節的变化による影響も大き

い。たとえば，夏期7～9月はもっとも使用量が多く，年平均値の10～25%増となり，冬期1～2月の使用量は少なく，平均値の10～20%減となる。

現在，給排水設備¹⁾で使われている主要都市の用途別使用量は，1人1日当たり飲料1ℓ，調理5～10ℓ，食器洗い3～6ℓ，洗面20ℓ，浴用は和式50ℓ，洋式75～300ℓ，洗濯15ℓ，大便30ℓ，小便20ℓ，掃除10ℓ，その他10ℓで合計164～422ℓとしている。これらの値は設備計画の基礎数値であるため，かなり正確な調査値である。参考のためにアメリカ，カリフォルニアの使用水量と東京都の水道使用量抑制のための基本的使用水量（85ℓ）を示した（表1）。アメリカの国民1人当たりの使用水量は243ℓ，この他に庭の散水量が大きく，95ℓが加わり，合計の平均値は338ℓとなる。（カリフォルニアの散水量は285ℓが加わる）。農村における調査事例は比較的少なく，井戸，簡易水道で60～70ℓ，5戸の農家の水道使用量調査では40～190ℓ，平均100ℓとなっている。

秋田県大潟村，長野県御代田町，兵庫県安富町，鳥取県大栄町，鹿児島県財部町の5調査地区における農家の水使用量の実態調査の中で，生活用水量の数値は，調査地区やその集落により，水量的にも，偏差値的にも異なるが目安として1人1日当たり120～150ℓ，偏差値は30ℓ以上となっている。集落排水計画では，混住化の現状を考慮して250ℓとしている。

農家の生活用水量の数値²⁾は，水量的にも偏差値的にも異なるが目安として1人日当り120～150ℓ，偏差値は

表1 用途別生活用水量

用 途	水道局 ¹⁾	住宅公団 ²⁾	西村等 ³⁾	アメリカ環境保護庁 ⁴⁾	カリフォルニア ³⁾
台 所	12 ℓ	32 ℓ	50 ℓ	26 ℓ	38 ℓ
風 呂・洗 面	25	56	50	84	76
洗 濯	21	46	60	34	57
ト イ レ	20	32	40	95	114
掃 除 其 他	7	14	20	4	
計	85	180	220	243	285

- 注：1. 東京都水道局：水道需要を抑制する施策（1973）
 2. 建設省下水道部：汚濁負荷予測のための基礎数値に関する調査報告書（1971）
 3. Sim Vander Ryn 西村肇，小川彰訳：トイレットからの発想，講談社。昭55. 3
 4. 国七庁資源局訳：水道公論14(5)35～39，(6)33～39（1978）

30ℓ以上となる。

なお、用水の使用量は給水源で著しく異なり、井戸を簡易水道にする約2割、メーター付水道とする約1.5倍、メーターなしの水道では4倍にも増加し、また用途別使用水量の中では洗濯とトイレの変動が大きく、洗濯の場合その型式、洗い方により3倍から6倍の幅がある。現在、すすぎ水を再利用する節水型洗濯機も開発されているが、消費者の評価はきわめて低い。このように生活用水の使用量は個々の家庭で著しく異なり、生活排水を処理する立場からは、その量が処理施設の規模や浄化効率とも関連し、極力節水することが好ましい方向となる。

節水の方法には、①トイレ、シャワーや洗濯機などの装置を節水型とする。②各用途別に生活用水の使い方の習慣を変える。③漏水カ所の点検、修理。④各家庭に入る水圧をわずかに下げるなど、大きくは4つの方向がある。ここでは、水洗トイレについて述べる。

トイレの節水には、節水型トイレを購入するか、既存トイレの改良で、これはトイレ・タンクの水量を少なくすることであり、軽い小石をつめたビニール袋を入れたり、水をつめたビール瓶やポリ瓶を入れる簡単な方法とタンクに満たす水の量を早くしゃ断するようにフロート、アームを若干曲げる方法とがあり、この場合アームは破損しやすいから、操作に注意をする必要がある。

節水型³⁾のトイレは欧米で開発され、現在、数種類の形式がある。アメリカの節水型トイレは標準型(1回の使用水量約25ℓ)と同様の外見をしたもので、使用水量は標準型の約 $\frac{1}{2}$ 、イギリスの節水型トイレはハンドルの長さで水量の調節ができる二元循環式トイレで、使用水量は標準型の $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{4}$ である。わが国の水洗トイレの1回の使用量は、欧米の標準型よりもかなり少なく、大便器で洗浄弁13.5~16.5ℓ、洗浄タンク15ℓ、小便器の洗浄弁は4~6ℓ、洗浄タンクは2種類があり、22.5~31.5ℓと9~18ℓのものがあり、一般的には節水型となっている。この他に水をほとんど使用しない真空式トイレや発酵・乾燥化するコンポスト・トイレも開発されている。現在、これらの形式のトイレは、いずれもわが国ではあまり普及していない。

汲み取りトイレの一種である簡易水洗便器⁴⁾の概略を述べると、少量の水で便器を水洗し、し尿を便槽に貯留する形式であり、フラップ・バランス型、フラップ・スプリング型、スライド・ハーフボール型、スライド・プレート型、泡封型など5種類の形式がある。1回の使用水量は泡封型を除いて250~300mlである。泡封型は高級アルコール系の界面活性剤の泡を水の混合により洗浄するもので、その使用水量は150mlである。

簡易水洗便器は、従来の汲み取り便所よりも臭気が少

なく、清潔感があり、とくに公共・広域下水道の建設計画に入っていない地域で、その普及の伸び率が著しく、ここ10年あまりの間に全国で180万基⁵⁾以上が設置されてきた。また、この方式はアメリカでキャンプ地や別荘用の便器として開発されたものである。汲み取り方式となっているが、用水の使用量がきわめて少なく、生活雑排水との合併処理がし易いように改良を加えることは、農村において集落排水処理の整備計画を順調に進めるためにきわめて重要な課題の一つである。

3. 各種処理方法の長所と短所

1) 汚水処理一般について

(1) 物理的方法の重視

①物理的処理方法は、気象や立地などの自然的条件、排水の種類や汚濁度などの生物・化学的条件の影響が少ない。②常識的なことであるが、節水に留意し、汚染・汚濁物質はできる限り水の系に入れないこと。稀釈、溶解、細分化する前に別の処理方式、たとえばコンポスト処理も考えること。③沈澱法の改良、沈澱盤の利用、スクリーンの選択など除去可能な物質は、できる限り個別農家で取り除く。④デスポーザやコンピュータなどは使用しない。除去可能な物質を細かくして水処理の系に持ち込まないこと。

(2) 生物処理一般

①汚水処理は、腐敗性物質の除去に重点があるが、環境衛生的な問題解決が出発点である。②生物処理は、液体よりも熱を伴う固体の方が反応も速く、有利でありしかも衛生的に安全となる。③生物処理には、浮遊生物と膜生物による方法があり、後者は一般的にBOD負荷が低い場合により効果的である。④汚水から汚染・汚濁物質、それらに変化するものを取り除かなくては浄化とにならない。全酸化法や礫などによる浄化も除去の系がなければ好ましい方法ではない。嫌気条件の発達による悪臭、衛生害虫の大発生、高湿度による不快など、いろいろな問題がおこり易い。この他、余剰汚泥の処理方法には種々の問題がある。⑤個別浄化槽による現在の処理方式は、発生余剰汚泥をし尿処理場に持ち込むことから、し尿処理場の規模にも関連し、無駄な処理が重複し、高価となっている。また、個別浄化槽の機能は不完全なものも多く、その普及は環境汚染が拡大することになる。

2) 各施設の長所・短所

(1) 活性汚泥法

利点——①よく研究されていることから、合理的な設計基準、運転条件や管理指針が確立している。②したがって、排水量や水質に対する施設費が建築業者間で近似したものとなる。③管理が十分であれば、他の処理方法

と比較して臭気が少なく、BOD除去率は高く、しかも安定した水質が得られる。④アンモニアは酸化による除去が認められ、窒素の除去率は接触酸化法、散水濾床法や回転円板法よりもかなり高い。⑤規模のメリットが大きく、大規模処理施設ほど有利となる。

欠点——①活性汚泥法の欠点を補うために種々の変法が開発されているが、管理技術が高度である。②たとえば、汚泥返送率を変えても、水量負荷やBOD負荷とその変動に限界があり、管理に高度の技術を必要とする。曝気量の調節にも経験がいる。③他の処理方法と比較して余剰汚泥量が多く、処理BOD量の4～6割におよび、その処理方法が問題となる。④生物相が単純で、不安定。年1～2回のバルキングを起こす。安定化には3～6週間、また、管理が不十分な場合には、浄化の効率が著しくおちる。⑤施設所要面積は他の処理方法と比較して少ない。曝気のため若干の騒音を伴う。

(2) 接触酸化法（ハニカム・チューブや活性汚泥法にモジュールを加えたもの）

利点——①BOD負荷が低く、若干の変動が伴うような排水処理に適している。②曝気量、通気量は活性汚泥法より著しく少なく、バルキングの問題はない。③管理は比較的容易で臭気も少ない。

欠点——①実験例が比較的少なく、汚泥生物を付着させる材質や型式の相異で除去効率が著しく異なり、合理的な設計基準が確立していない。②BOD負荷の高い場合、処理効率は著しくおちる。③処理水質の濁度は若干高く、窒素の除去率は活性汚泥法と比較して低い。

(3) 散水濾床法（プラスチックなどのモジュール）

利点——①運転管理は容易で、動力費が少なく、また生物相は複雑で安定、安定化に要する期間も短かく2～4週間、バルキングの問題はない。②BOD濃度が低く、負荷の変動を伴う排水処理に適し、また、BOD50～100 ppm以下の排水では硝化が可能で、若干の脱窒も起きる。③余剰汚泥量が少なく、処理BOD量の1.5～2.5割、その脱水も容易である。④所要面積は比較的少なく、中小規模の排水処理に適し騒音も少ない。

欠点——①研究、実験共に不十分。濾床の材質、型式、深さや単位濾材の単位面積、容積当たりの生物量と通気条件やBOD除去との関連について不明な点が多い。したがって合理的な設計基準は確立していない。②BOD濃度が高い場合、濾床の閉塞が起き易い。③濾床の上部の濾材は消耗品的性格が強く、取り替えが困難。また、処理過程に臭気を伴ない、嫌気度が高まると悪臭を発生し、衛生害虫の問題もおきる。④容積当たりの処理量に限度があり、浄化効率は活性汚泥よりも劣り、処理水の濁度も高い。⑤施設費は活性汚泥法よりも若干高く、ま

た、規模のメリットは少ない。

(4) 回転円板法

利点——①BOD濃度が低く、若干の負荷変動も伴う排水処理に適している。円板数の組み方で高濃度の排水処理も可能であり、曝気を行なう場合もある。②処理水あるいは汚泥の返送がないこと、曝気をしないことなどから動力費が著しく安く、処理も容易。③生物相は複雑で安定、安定化には1～2週間。バルキングや濾床の閉塞などの問題がなく、処理水の濁度は若干高いが、安定した水質が得られる。④処理数、円板枚数、回転数などの選択で高級処理も中級処理も可能であり、また水面下に浸漬した円板を加えることにより硝化、脱窒も可能である。⑤余剰汚泥量が少なく、処理BOD量の2～3割、その脱水も容易である。⑥中小規模の排水処理に適し、臭気も少なく、有蓋施設では騒音がない。

欠点——①接触酸化法や散水濾床法と比較して、研究や実験例が急速に増えてきたが、材質、型式が多様で合理的設計基準は確立していない。②施設費は活性汚泥法と同程度であるが、規模のメリットは少なく、大型設計が困難。また、散水濾床法と同様で、実験用と実際の施設での差が大きく、費用、効率の点で他の方式より優れているといわれているが、十分に実証されていない。③処理水の水質を処理水や汚泥の返送量などの管理条件で調整ができないため、過負荷で悪臭を発生し易い。

(5) その他の処理方法

利点——①土壤被覆式の活性汚泥法や礫を含む接触酸化法、酸化溝方式などは、礫や砂・土壤など微生物の付着体が多いことから、BODの除去、窒素や磷の除去について若干の効率向上が期待でき、また、これらの方式は、水量・水質負荷の低いことから全酸化法に近い条件であり、余剰汚泥が少ないことも期待できる。②ラグーン、酸化池などは機械装置が少なく、建設費、維持管理費がきわめて安く、また、滞留時間が長く、貯水量の関係から流入水質の変動に対する抵抗性が大きく安定した水質が得られる。

欠点——①これらの処理方式は、系統的な研究解析が少なく、実験や実施例の解析も不十分であり、合理的な設計基準が確立していない。②したがって、排水量や水質に対する施設費の幅が業者間でかなり大きい。③活性汚泥法の変法や接触酸化法などは例外として、広い敷地を必要とし、気温や雨量、風力や日照時間など自然的条件に支配され易く、季節による浄化能力の変動も大きい。また、処理機能が悪化した場合、その回復が困難であり長い日時を必要とする。④土壤を被覆した場合や、土壤の浸透・浸潤作用を利用する場合には、目づまりや嫌気条件の発生の問題があり、施設の保守や改造の困難な場

合がある。⑤一般的に、水質の制御性が乏しく、生成汚泥の取り出しも困難であり、また、嫌気帯による悪臭や衛生害虫の問題など、周辺にトラブルを起こすことがある。なお、これらの項目は現地の実態調査や文献値^{5), 6)}から整理したものである。

3) 施設の選択

排水処理施設の技術開発の方向は、処理効率が最も重視され、施設は複雑化し、高価となり、コンパクト化し多量のエネルギーを必要とし、管理技術も高度化してきた。

小規模処理では、排水の流量や汚濁度の変動が大きく、適正な維持管理が期待できない。とくに農村の場合、河川の上流部に立地される事例が多く、高度な処理水を得ることが要求される。また、散居の集落が多く、集中処理方式の採用が困難であり、集水の管路建設費も著しく膨張する。したがって、施設の選択条件が大規模施設や都市型の処理方式とは異なり、立地条件が重要視されなくてはならない。次いで曝気効率のよい、安定した水質が得られ、管理が容易で、低コストなどの条件が施設の選択基準となる。

欧米では、水洗トイレが普及し、生活排水の処理方式も確立している。たとえば、アメリカ⁷⁾において、人口の約1/3は個別処理をしており、大部分は腐敗槽方式を採用し、三次処理として砂戸過、沈澱池、土壌浸透などの方式と組み合わせている。とくに腐敗槽の浄化機能は悪く、約50%が不適當であり、その検査や腐敗槽に酸化槽を加えるか、直接酸化条件が加わる改良が進められている。

わが国では汲み取り→し尿処理場、個別浄化槽の余剰汚泥→し尿処理場、生活雑排水は、たれ流しか簡易処理というような重複した体系、投資となっている。早急に、それぞれの農村集落やスプロール地域に適合した給排水体系を確立する必要がある。処理施設の選択についても住民の理解の上になった整備が重要である。

4. 土壌浄化の問題点

農村の処理施設が具備すべき条件として、流量や汚濁度の変動に強く、施設の管理が容易で、維持費が安く、安定した水質が得られ、しかも農村特有の自然生態系の浄化機能をできる限り取り入れる方向が望ましい。単純化すれば、生活排水を簡易処理した後、水量により規制はされるが、直接土壌を利用する方式（かんがい、浸透、浸潤など）か、水域生態系の利用が可能な酸化溝、酸化池へ放流する方式となる。

土壌の利用について、農村地帯のし尿処理が、かつては貴重な肥料として農用地に撒布していたことから、し

尿処理場の処理水の農用地利用は当然のこと、下水処理場の放流水や、さらに集落のし尿、雑排水を含めて、直接土壌を利用した合併処理も考えられている。農用地は汚濁物質の捨て場ではない。おのずから投入し得る汚濁物質には制限が必要であり、浄化能力にもその土壌もつ限界がある。土壌—植物系の場合には、汚濁物質の分解や浄化能力が優れていても、長期間の実験が必要である。この系における汚濁水の行動については不明な要因が多く、土壌の物理的、化学的、生物的、あるいは作物の生理化学的な解明を専門分野の協力を得て、長期的に実施し、この際、病原菌、ウィルス、寄生虫や地下水汚染など、衛生的な側面からの検討も必要である。

土壌を排水処理場とする立場からは、土壌の目づまり問題がもっとも重視される。土壌の目づまりについて、一般的には、物理的、化学的、生物的目づまりがある。物理的な目づまりには、浮遊物質が土壌間隙へ侵入して閉塞、浸潤汚水による土壌細粒子層の形成、汚水中のガスや汚水からの生成ガスによる水理抵抗の増加などがある。化学的な目づまりは、汚水と土壌中の成分間の化学反応で起こる析出物質による目づまりで、その発生は、特殊な場合に限られる。生物的目づまりは、増殖微生物やその生成物によるもので、条件により土壌の深さとは関係なく起こり、嫌気状態に進む場合が多く、窒素ガスやメタンガス、硫化水素の発生を伴うことがある。硫化物は目づまりの指標にも使われている。これらの中で、生物的目づまりがもっとも問題となる。

現在、目づまり現象は具体的には十分解明されていない。たとえば、汚水量や汚濁成分と微生物の増殖、親水性多糖の生成、すなわち、有機物の分解性と目づまりの関係、水田条件における分解⁸⁾はかなり低い(表2)。汚水の浸潤サイクル(浸潤期と休止期の日数)と透水係数の関係、目づまりを生物的に破壊する方法、目づまり過

表2 施用1年後における有機物の分解

有機物	C/N比	炭素分解率	窒素分解率
余 剩 汚 泥	6	68%	78%
け い ふ ん	6	65	79
堆 肥 (完 熟)	13	26	22
" (中 熟)	16	27	10
" (未 熟)	25	52	1
乾 燥 牛 ふ ん	16	53	30
お が く ず 堆 肥	22	36	19
稲 わ ら	61	72	3
麦 わ ら	177	65	-110
製 紙 か す (発酵)	28	33	27
お が く ず	242	26	- 79

生活排水のいわゆる農村の処理方法について

程の指標生物など、明らかにされていない現象や汚水処理の上で検討しなくてはならない多くの課題がある。プラントによる長期的実証実験、事例による詳しい解析の蓄積が重要である。しかしながら、土壌はあくまでも排水処理場ではない。農用地としての永続性を最も重視しなくてはならない。

5. おわりに

農村の処理で問題となる水量については、節水の方法、とくに水洗トイレと節水化トイレの水量を述べた。処理方法では、一次処理の重視、二次処理については施設の選択に参考となる特徴を整理した。土壌の浄化機能の利用では、とくに重視されている目づまりについて、現在なお不明な現象が多く、解明が必要な課題を抽出した、

地域や地形、集落の形態に適した農村の処理方式を設定することが重要である。この際、給・排水を含めて見直し農村における重複のない体系確立の検討が必要である

現在、通産省や下水道事業団の研究機関において、小規模排水や処理施設の問題で、処理やメンテの効率化、施設のユニット化、省エネルギー的方式の開発などにつ

いて特別研究が生まれ、農水省においても集落排水処理に関連した特別研究が計画されている。したがって、農村における水問題——生活の用排水を含めて——その考え方や解決の指針が近い時期に得られるであろう。

参考文献

- 1) 富山雄彦：給排水・衛生設備 啓学出版(1979)
- 2) 農村生活総合研究センター：生活研究レポート11 (1980. 3)
- 3) 国土庁水資源局水資源課：水道公論14(5), 35~39 (1978)
- 4) 大野茂：生活と環境 25 11~17 (1980)
- 5) 井出哲夫：水処理工学 技報堂(1976. 6)
- 6) 須藤隆一：廃水処理の生物学 農業廃水調査会 (1977. 6)
- 7) L. Beard, C. H. Lawrence : J. Environ Health 38 (1), 43~44 (1975)
- 8) 前田乾一：農林水産研究情報 No. 76. 23 (1977)
(おかもと れいこ・農業技術研究所)

日本農村生活研究会会則 (28ページのつづき)

第11条 役員の任期は2カ年とする。但し、重任はさまたげない。

第12条 本会は顧問をおくことができる。

第13条 本会の経費は、会費、寄付金その他の収入をもってこれにあてる。

第14条 本会の総会は会長の発議により年1回開催する。

第15条 本会則の改正は総会の決議より行なう。

第16条 本会の会計年度は毎年10月にはじまり翌年9月におわる。

第17条 本会則は昭和49年10月1日より施行する。

附 則 本会会務の運営は委員会において別に定める細則により行なう。

了解事項 評議員は当分の間委員会の推選にもつぎ会長が随時依嘱し、総会の承認(事後)をうけるものとする。