

4. 小規模污水处理施設選択のあり方

山口大学工学部 浮田 正夫

4. 1 はじめに

小規模污水处理施設の選択のあり方については、すでに多くの研究が報告されており、行政的にも「下水道整備構想エリアマップ作成マニュアル」、「全県域污水適正処理構想策定マニュアル」によって、分散処理と集合処理の線引きについては、すでに実務レベルで実施段階にある。しかし、集合処理の中の複数のメニューをどう選択するかについては明確な指針は示されていない。ここでは、小規模污水处理施設の選択にあたって、重要な前提となる流域の水質目標の考え方や、選択の方法論について整理し、2～3のケーススタディを紹介して、ご参考に供したい。

4. 2 流域の水質目標の考え方

(1) 流域水質管理の現状認識

本調査研究のねらいは、小規模下水処理システムの位置づけを行うとともに、流域水質管理のあり方を検討することであり、河川環境管理計画のうち水環境管理計画と深く関わっている。水環境管理計画は、治水・利水・親水の総合的な視点から、水量と水質の一体的な管理を目指すものであるが、空間管理計画に比較すると、より大きな広がりを持ち、縦割り行政の弊害もあって、進展状況ははかばかしくない。

水源水質保全、生態系保護、都市の渇水問題など、流域水質管理をとりまく状況を見ると、環境基準を軸としたこれまでの流域の水質管理を止揚した、新しい理念や方法論が求められているといえる。

(2) 地球環境時代の規範

環境基本計画にもうたわれている理念は、「自然と共生して、人類の持続的生存を図る」ということである。これまでの人間本位の考え方を軌道修正して、他の生き物から人間活動をみるような視点が要求されている。自然生態系を模範にとれば、①循環（リサイクル、物質輪廻）、②エネルギー低消費（太陽エネルギー）、③空間すみ分け が3つの重要な要素である。持続的生存のためには、できるだけ自然生態系に近いことが望ましいが、現実的にはそうも行かないから、少なくとも、自然生態からのズレを認識しながら、できるだけそのズレを小さくする努力をしていくことが大切であると考ええる。

(3) 流域水質管理の目標

自然の状態では、川には水が流れ、あまねく生き物に恩恵を与えている。人間がその水を使った後は、水質・水量とも元の状態にして戻すというのが、自然にとっての理想である。人間の都合で上流から下流まで適当にゾーニングして環境基準を設定するのではなく、上流から下流まで、元々のバックグラウンドの水質を基準に考えるべきであるということ、上流でも下流でも、低密度地域でも高密度地域でも、原則的には処理目標は同じであるべきだということである。生活排水処理システムについていえば、エネルギー消費を頭に置きつつ、水のリサイクルと、汚泥のリサイクルを最大限に進めることが重要な課題である。

4. 3 小規模污水处理施設の合理的選択

(1) 生活下水処理の費用便益

我々の行動は一般に費用と便益を天秤にかけることで決められる。表4.1に生活下水処理の費用と便益を示す。生活下水処理の場合、水洗便所が使えること、周辺環境が良くなることが、便益の主なものであり、公共用水域の水質保全や汚濁負荷の削減を便益と見ることは、上記の規範からはやや無理がある。むしろ水はきれいにして当然であり、中途半端な処理水であれば、かけるべき費用をかけていないという評価になる。

費用は「好ましいものの減少」であり、①実現している現状の費用と②内部化しうる外部費用、さらに③お金の換算できない、あるいは内部化できない絶対的な費用の3種類がある。現状費用でも、市民にとっての費用、市町村にとっての費用、国や社会全体にとっての費用など、種々の段階の費用がある。地方公営企業としての費用などには、国の補助金を費用から差し引いた見かけの費用が用いられていることがあり、注

表4. 1 生活下水処理の費用便益

費用（好ましいものの減少）		便益（好ましいものの増加）
現状費用	直接費用（受益者負担、料金負担等）	水洗便所が使える 周辺の衛生環境がよくなる 〔公共用水域の水質保全〕
	間接費用（市町村）	
	間接費用（国庫(県)補助）	
内部化 しうる	高度処理費用、ポンプアップ費用（水循環）	
外部費用	汚泥有効利用（汚泥のリサイクル）	
	管理委託・モニタリング費用（安定的管理）	
	水質外部費用	
絶対費用	LCE(エネルギー消費)、土地面積占有など	

意を要する。次いで水質外部費用など環境外部費用を見積もり、さらに絶対的な費用として、エネルギー消費や空間占有量などを付記することが望ましい。

（２）小規模下水処理施設の合理的選択方法

全県域汚水適正処理マニュアルに従って、県・市町村レベルですでに小規模下水処理システムの割り振り作業が進んでいる。しかしその方法は単なる経済性の比較によるのではなく、上記の議論を踏まえて以下のような種々の考慮が必要であると考えられる。

- 1) 社会全体としての費用で考えること： 現実には補助金を含めて有利なシステムが選択される訳であるが、環境政策を検討する場合には、補助金は別として、社会全体としてかかる費用で考えるべきであろう。
- 2) 維持管理の体制を十分なものにすること： 点検・清掃などの維持管理を十分に行うことが前提であり、それが可能なシステムをつくらなければならない。またそれに要する費用を正当に見積もる必要がある。
- 3) 処理水質の差など、環境に与える影響について評価すること： 各処理システムで処理水質に違いがあるので、ある水質レベルまでさらにきれいにするための費用すなわち水質外部費用を見積もることにより、処理水質の違いを評価することができる。

改善の策としては、水をきれいにするという立場から、以下の2つの指標を利用することが有効である。除去単価は処理の効率、努力度は負荷に応じた削減努力をしているかどうかを表す指標である。

$$\text{除去単価} = \frac{\text{処理費用}}{\text{TOD除去負荷}} \quad \text{努力度} = \frac{\text{処理費用}}{\text{TOD排出負荷}} \quad \text{TOD} = 3 \text{ COD} + (19.7\text{N} + 143\text{P})/2$$

ちなみに岡と大久保が示しているデータを用いて、これらの値を計算してみると表4.2のようになる^{1), 2)}。

- 4) 汚泥の処分まで含めて評価すること： 汚泥の処分まで含めてきちんと評価すべきことは当然である。
- 5) であれば、L C A的な評価が望ましいこと： エネルギーコストがもっと高くなったり、もっと環境目標が高くなった場合の費用、すなわち生態学的費用を見積もることが望ましい。

要するに、便益は水洗便所を使用して衛生的文化的な生活を営めるということで、各処理システムに共通のものと考えれば、環境外部費用などを含めたトータルな費用を見積もり、その費用がもっとも安い生活汚水処理システムを選択するのが合理的であると考えられる。

表4. 2 小規模生活下水処理施設の除去単価と排出単価

	処理水質（mg/l）				処理費用 円/人/日	除去単価 円/kgTOD	努力度 円/kgTOD	文献
	COD	TN	TP	TOD				
（処理前の水質）	90	30	5	923				1)
流域・公共下水道	5.3	5.9	0.07	79	266	1261	13466	2)
農村下水道	11.8	16.1	2.3	358	173	1225	1930	2)
個別合併浄化槽接触曝気法	18	21	4	547	98	1047	720	1)
個別合併浄化槽嫌気好気法	18	18	3	446	90	757	811	1)

4. 4 地域性の認識とケーススタディ

(1) 人口高密度地域(都市域)の特徴

大都市域では分散型処理はなじまず、集中型の高度な下水処理が行われる。河川の希釈水量が期待できないため、有機物指標が主要な制御対象である。高度処理も主として環境基準のクリアや親水性の確保の面からの河川水質維持のため考えられる。アメニティ維持、水利権水量の確保のため、上流に処理水をポンプアップすることもすでに一部で行われている。閉鎖性水域に放流される場合は栄養塩除去を目的とした高度処理、水資源不足地域では処理水再利用を目的とした高度処理が行われる。

これまで雨水排除を主眼におき、水循環経路を切断してきたが、総合治水やノンポイント負荷制御も大切な観点である。雨水貯留、雨水浸透などが行われているが、地下の高度利用が制限要因になることもある。

水資源不足地域では、その他、節水対策、他流域からの水の導水、水利権の転用、雨水の有効利用、下水処理水の有効利用、海水淡水化が現実的な問題として検討されつつある。ケーススタディとして首都圏のような条件の場合には、新規に水源開発して高度浄水処理して利用する費用と下水を高度処理して雑用水利用する費用を比較すると、むしろ処理水再利用の方が安いという結果が得られている。

(2) 人口中密度地域(大河川流域)

比較的大きな河川の流域においては、水利用が複雑で、水の反復利用が行われる。また地域が上流の水源から下流の都市域まで総合的で多岐にわたる。したがって、上流下流の調整、農業用水から都市用水への融通など水利権の調整を考える必要がある。水資源事情の厳しいところでは、他流域への水の導水が行われる場合も多い。流域下水道の適用域でもあり、サテライト処理場、せせらぎ下水道のように、流域下水道の新しい使い方についても議論が進められている。河川水質の管理という面からは面源負荷の管理や、水資源としての地下水も含めた管理も今後は重要になると考えられる。

(3) 人口低密度地域

低密度地域では管渠費用が相対的に高くなるので集合処理と分散処理との競合をよりシビアに考えなければならない。上流の水源地域であることが多いが、水源保全に関してどのような場合に下流からどの程度の支援を受ける可能性があるかも検討に値する。ケーススタディとして、分散処理と集合処理の選択境界となる限界戸数密度は13戸/ha、水質外部費用を考慮した場合は9.5戸/haという試算結果を得ている³⁾。これを $L = (130/D) + 6.3$ により、1戸あたりの管渠長に換算すると、それぞれ16m、20mとなる。全県域汚水適正処理マニュアル⁴⁾では限界家屋間距離を70mと試算しているが、上の数値に対応させる場合は35m/戸となり、上の戸数密度が処理戸数を処理区域面積で除したものであるのに対して、マニュアルの場合は道沿いの区域を検討の主対象としていることを考え合わせると、両者は余り矛盾しない結果であると考えられる。

4. 5 地域性を考慮した汚泥処理のあり方

下水汚泥、し尿汚泥、浄化槽汚泥、食品加工汚泥、畜産汚水などが有機肥料源として競合する。し尿処理においても、し尿、汚泥、厨芥など、有機物資源のリサイクル基地としての位置づけになるような研究プロジェクトが考えられているようである。コンポスト、焼却、ディスポーザ、メタン発酵、汚泥溶融、ごみ焼却灰溶融など、メニューも多彩で、輸送、処理、処分あるいはリサイクルのLCA的な検討を行ってシステムの最適化を考える必要がある。リサイクルを基本に考えれば、人口低密度域から高密度域まで、可能な限り、農業への汚泥のリサイクルを目指すべきである。少なくとも農業集落排水事業では、それを義務づけてもしかるべきであろう。ケーススタディとして、本格的なコンポスト施設の場合はコストが高く、経済的に不利な状況にあるが、農業地帯の場合より安価な簡易技術の適用が期待できよう。

[謝 辞] ご協力いただいた岩部(クボタ)、酒井(日水コ)、妹崎(東京設計)、田中(日本上下水道設計)の諸氏に感謝いたします。

[参考文献] 1) 大久保卓也:自然浄化機能考慮した小規模分散型排水処理システムに関する研究 東京農工大学学位論文1994、2) 岡田弘:生活排水からの汚濁負荷削減対策の費用と効果、プロジェクト研究報告 No. 91-A03-2、琵琶湖研究所1992、3) 浮田正夫他:低密度域の生活排水処理方式の選択に関する考察、環境システム研究Vol. 20、9-17、1992、4) 全県域排水適正処理施設マニュアル、日本下水道協会 1993