地域的な小規模の下水処理について

竺 文 彦*

1. はじめに

現在、生活系排水の処理については、都市部では下水道により行われ、農村部などでは、し尿はし尿処理施設、浄化槽などによって処理され、台所からの排水や洗濯排水などの雑排水は未処理のまま河川へ排出されているというのが一般的な状況である。

このうち雑排水中のBOD量は全家庭排水中のBOD量の約2/3を占め、環境水域への影響が大きいとして、湖沼周辺などにおいてその処理が問題となってきた。歴史的に雑排水は、農村部において「すいこみ」と呼ばれる簡易な地中処分が行われるか、「せせなぎ」¹⁾と呼ばれる沈殿池の働きを持つ水路によって自然に浄化されてきたのであるが、近年は未処理のまま河川に放流されており、都市化や生活様式の変化により、その処理対策が必要となってきた。

し尿については、汲み取り便所の場合には、海洋投棄を除けば環境水域へ汚濁源が流入する比率は低いが、浄化槽の場合には、容量の小さな家庭用の浄化槽などで管理が不十分な場合には汲み取り便所の場合より環境水域への汚濁負荷量は大きくなっているものと考えられる。浄化槽においては、20人槽以下の規模の小さなものが全浄化槽数の8割以上を占めており、その管理体制などが問題点としてあげられる。

これらの現状のもとで環境水域の水質を保全していくには、下水道の建設が急がれるわけであるが、下水道の人口普及率は年間1%程度とされており、33%（昭和58年）の普及率を大巾に上昇させていくことは多くの困難を伴うものと考えられる。そのため、これまで都市部に建設されてきた公共下水道より小規模の1つの集落を対象とする程度の下水道が農村部などに計画、建設されるようになってきた。このような小規

模の下水道が建設される背景には、環境水域の水質保全の問題とともに、農村部における便所の水洗化への要望という生活様式の変化があると考えられ、これまで都市の基幹施設として位置付けられてきた下水道が、地域を問わず、すべての国民にとっての基本的な施設へとその位置付けが変化してきたことを示している。

2. 制度

制度的に生活系排水を処理する方法には、特定環境保全公共下水道、農業集落排水事業、浄化槽などがある（表1）。特定環境保全公共下水道は、農山漁村下水道と自然保護下水道に分類されるが、いずれも農村部などの小規模の下水道である。農業集落排水事業では農村部の生活排水の処理を行い、通称「農村下水道」とも呼ばれるが、制度的には下水道には入らず、浄化槽の範ちゅうに入る。特定環境保全公共下水道と農業集落排水事業の規模の違いでは、現在のところ1000人を境としており、農業集落排水事業では処理対象人口1000人未満を原則としている。浄化槽においては数人の規模から数千人の規模まで存在し、規模の大きな浄化槽は、機能的に小規模の下水道と同様の働きをしていると言うことができる。

これらの3種の生活系排水処理の制度は、それぞれその目的を異にしているが、家庭から排出される汚濁源を処理し、環境水域における水質保全を図っていくという意図においては同一であり、また、その処理技術においても多くの共通点を有していると言える。したがって、これらの制度を総合的、有機的に計画していくことが、水質保全にとって重要である。

これまで、公共下水道、流域下水道を整備することによって環境の水質保全を図ってきたのであるが、財政的な制限などのため、農業集落排水事業や浄化槽によって下水道を補完していくと考えることができる。このうち、農業集落排水事業は、新しい制度であるが、浄化槽については歴史も古く、技術的な蓄積も多いた

* 福井工業大学工学部助教授
Humihiko ZIKU

表1 小規模生活排水処理の現行制度・事業²⁾

所管	名称・事業	実施目標	規模	国庫補助率	備考
建設省	特定環境保全公共下水道 自然保護下水道 農山漁村下水道	農山漁村の主要な集落及び湖沼周辺において環境保全に特に緊急を要する公共下水道	計画排水人口がおおむね1,000人以上1万人以下	管渠、処理場用地、ポンプ場6/10 処理場2/3	計画人口の密度が40人/ha以上であるか、又は公共下水道、流域下水道に接続するなど、これらの下水道と一体的に行うことが効率的であるものとする。
	(小規模下水道)	地方中小都市や農山漁村等で小規模な下水道の効率的整備 水質汚濁の防止 合併処理	2戸以上5,000人未満		DID(5,000人以上、40人/ha以上)以外の区域、1984年度からモデル事業として実施「小規模下水道計画・設計指針(案)」
厚生省	地域し尿処理施設 (コミュニティプラント) 廃棄物処理施設整備事業	地域単位の合併処理	処理能力100人以下のものは国庫補助対象外	原則として1/3	
農林省	農林漁業集落排水処理施設 農村総合整備事業等 林業地域総合整備事業 漁業集落環境整備事業	農林漁業集落における汚水の処理、農業用排水の水質保全と機能維持	処理対象人口の1,000人程度に相当する規模以下	55%以内	
建設省 厚生省	し尿浄化槽(合併)	合併処理	51人以上		建設省告示第1726号に定める構造であること。維持管理は厚生省令による。

め、浄化槽の再評価も必要であろう。すなわち、浄化槽法の成立によって、し尿の衛生的な処理という位置付けから、雑排水も含めた家庭排水の処理により水質保全に寄与することが位置付けられたが、さらに、浄化槽は下水道が付くまでの一時的な施設という考え方から恒久的な施設としての位置付けなどが必要であろう。

現在のところ、これらの3つの制度は管轄する省庁が異なるため、計画の段階においてそれぞれの関連はほとんど考慮されていないのが実状であるが、府県レベル、あるいは、市町村レベルにおいてこれらを総合的に計画し、できるだけ無駄なく早期に生活系排水の処理体制を確立していくことが現在最も必要とされている。

この他、廃棄物の処理を目的とする地域し尿処理施設があり、地域単位の生活系排水の合併処理が行われ、実質的には小規模の下水道と考えることが可能であり、これを加えると、生活系排水の処理は以上4つの制度に基づいて行われていることになる。

3. 財政

農業集落排水事業における事業費は、50～55%の国庫補助金、20%程度の都道府県費、残りの30%程度は市町村費、および、受益者負担金という構成となる。

特定環境保全公共下水道における事業は、国庫補助

対象事業(75%)と地方費単独事業(25%)に分けられ、国庫補助対象事業においては、管きよなどでは60%、処理場では約67%の国庫補助率であり、その他は都道府県費、市町村費、受益者負担金などの地方費となる。地方費には起債が認められるが、国庫補助率としては、特定環境保全公共下水道では農業集落排水事業の場合より低く3割～4割程度になるようである。都市部も含めた広義の公共下水道の場合には、事業費に占める国庫補助金の比率は34%(昭和57年度)で毎年増加しており、地方債の比率は約60%となっている。最近、数多くの農業集落排水事業が計画されている背景の1つに、この国庫補助率の高さがあげられる。

浄化槽には国庫補助は行われず、地域し尿処理施設では、国庫補助率は原則として33%である。

ただし、最近、一般的に国庫補助率を低くおさえる傾向にある。

以上のように、国庫補助率の点からは、農業集落排水事業、特定環境保全公共下水道、地域し尿処理施設、浄化槽の順に低くなり、特に浄化槽の場合には他に比べると不利な状況にある。1つの市町村において農業集落排水事業と特定環境保全公共下水道の両方を計画する場合もすでに出てきており、両地域の住民の負担をできるだけ公平にすることについても考慮しなければならないであろう。浄化槽においても下水道と同様の役割を認めるならば、規模が大きく小規模の下水道に

匹敵する浄化槽では財産的な面においても国庫補助を行うなどの考慮も今後必要であろう。

各制度における建設事業費の公平さの問題と同時に、維持管理費の住民負担金の公平さについても考慮していく必要がある。

4. 計画

まず、1つの市町村において、将来的にどのような生活排水処理体制をとるかについての検討がなされ、地域的な処理体系の全体計画を策定することが必要である。この際、都市部は狭義の公共下水道となるが、都市郊外や農村部では、特定環境保全公共下水道、農

業集落排水事業、合併浄化槽、地域し尿処理施設を適切に配置し、管きよを布設することが非常に不経済となる地域では戸別浄化槽を設置することになる(図-1)。また、どの処理制度を選択すべきかについてのフローシートを図-2に示す。

どの地域から計画をたてていくかについては、河川などの汚濁が進んでおり、排水浄化の緊急性が高い地域からということになるであろう。近年、湖沼の汚濁が大きな問題となっており、湖沼周辺はまずその対象となるが、河川においても農村部の中小河川では都市部の場合より汚濁が進んでいることもあり、このような地域から優先的に計画していく必要がある。また、現実的には水洗化の要望の強い地域、処理施設の維持管理に協力的な地域などもその対象となりやすいであろう。

小規模の下水道は、単に規模が小さくなっただけでなく、これまでの都市部における公共下水道と比較すると、さまざまな点で異なった要素を持っている。

まず、計画の段階では、これまでの公共下水道では将来の人口増加などを見越し施設容積などをやや大き目に決定したが、小規模の下水道においては建設費用をできるだけ押さえるため、計画人口は現状あるいはやや余裕をみる程度とし、その集落の将来計画について住民自身の話し合い、了解が必要となる。また、観光地などにおいて、将来、観光客による人数の増加が予想される場合などには、計画規模や個人負担などに對する検討が十分になされなければならない。

処理計画地区の設定においては、一般に農村集落で

B, D, E, F, G : 小規模下水道区域
A, C : 狭義の公共下水道に入る区域

図-1 市町村の排水処理体制²⁾

図-2 処理制度選択のフローシート²⁾

は家屋が分散しているため、できるだけ効率的に管きよを設置するようその範囲を設定する。また、地形的にもできるだけ自然流下とするが、必要であれば、マンホール内に水中ポンプを設置した程度の簡易なポンプ施設を設ける。

5. 処理方法

処理方法の選択については、処理性能以外に、建設費、処理施設用地、処理施設の維持管理の難易や人手の必要性、維持管理費、排出汚泥量などの観点が重要である。一般的に農村部においては、都市と比較すると、建設用地の確保は容易であるが、処理施設の維持管理の人手は少なく、諸経費の規模も小さくなる傾向にある。したがって、これまで都市部の下水処理場では主に活性汚泥法が用いられてきたが、農村部の小規模の下水処理には生物膜法などが用いられることが多くなってきた。接触曝気法、回転円板法などの生物膜法は、一般に処理性能が安定しており、発生汚泥量も少ない。

特定環境保全公共下水道では、活性汚泥法長時間曝気方式、接触曝気法、回転円板法、オキシデーション・ディッチ法などが用いられる。

浄化槽においては、これまでの長い経験に基づいて接触曝気法、回転円板法、活性汚泥法長時間曝気方式などが用いられ、人槽の算定方法や処理施設容量などがJISや建築基準法により定められており、維持管理についても浄化槽法によって定められている。

農業集落排水事業においては、日本農業集落排水協会が開発したJARUS型が採用されることも多いが、これは、プラスチックろ材を用いた接触曝気法を用いており、嫌気ろ床法を組み合わせた種類もある。農業集落排水事業における処理方法については、今後、さまざまな試みがなされていくものと考えられ、浄化槽、下水道においてこれまでに蓄積された経験などを十分に活用していくことが重要であろう。また、トレンチを用いた排水処理なども、農村部独自の技術として慎重に検討していかなければならない。

最近多く用いられる接触曝気法では、さまざまな種類のろ材、すなわちボール状、板状、ひも状、ネット状などのものが開発されており、どのような条件にはどのようなろ材が適しているかなどについても今後明らかになってくるであろう。

オキシデーション・ディッチ法も、最近よく採用されるようになってきており、横軸ロータ、縦軸ロータ

などさまざまな改良がなされている。

礫をろ材とした散水ろ床法は、現在、下水処理場ではほとんど見られなくなったが、プラスチックろ材を用いて新たに開発が進められている。

また、今後はリン、窒素の処理、省エネルギーなどの観点が重要になってくると考えられ、回転円板法や流動床法などにも改良がなされている。

以上のように、処理の技術については、生活系排水を処理する小規模な処理施設の状況に適合するような改良が各処理法においてなされつつあるといえる。

6. 維持管理

小規模の処理施設では、できるだけ人手を要しない処理方法が選ばれる傾向にあるが、スクリーンの清掃、発生汚泥の引き抜きなど必要な維持管理をどのような体制で行うかが問題となる。都市の下水処理場では、専門の職員が管理に当たっているが、小さな町村においては専門の職員を配置することが難しい場合も多いと考えられる。このような場合は、必要な経費にもよるが浄化槽の維持管理業者に管理を委託することもありうるであろう。いずれにせよ、常時管理するのではなく、定期的な巡回という形態にならざるを得ない。また、今後、多くの処理施設が建設されるようになれば、いくつかの施設を1人の管理者が管理することも十分考えられる。このような人手やその経費をできるだけ削減するためには、周辺の住民の協力を得ることが重要になってくる。すなわち、スクリーンの清掃など簡単な作業については住民に依頼したり、建物外部に警報ランプを設置し、異常事態が発生した場合には住民から役場などへ知らせてもらうなどの対策が必要となる。ただし、このような住民の協力が得られるかどうかは地域の状況によって異なっており、処理区域の大きさや、都市近郊であるか純農村であるかなどにより住民意識も異なり、その協力度も異なるであろうため、柔軟な対応が必要である。また、電話回線を利用したデータ転送や遠隔操作などの研究も今後必要である。

7. リン、窒素対策

最近、湖沼周辺では、富栄養化防止などのためリン、窒素を処理することが必要となってきている。

まず、窒素の対策については、嫌気槽を設け脱窒を行うことが行われ、活性汚泥法や生物膜法において実用化されている。またオキシデーション・ディッチ法

や、回分式の活性汚泥法により窒素の処理が可能である。

リンの処理については、凝集沈殿法が有効であるが、発生汚泥量が多くなるなどの問題点もあり、汚泥量の少ない晶析脱リン法や嫌気槽を用い汚泥管理による生物脱リンなどの方法がある。また、水生植物の利用やトレンチによる土壌処理などに関する検討も行われている。

その他、生活系排水処理の今後の技術的課題には省エネルギーがあり、間欠曝気や嫌気ろ床法などが検討されている。

8. 発生汚泥

排水の処理を行えば必ず汚泥が発生してくるが、汚泥の処理、処分も重要な課題である。一般には、汚泥を重力沈降させ濃縮し、さらに、脱水、乾燥させて処理業者に依託するか、あるいはさらに焼却処分まで行うのであるが、設備経費について考えると、小さな処理施設では濃縮までとするか、天日乾燥までとすることが適当であろう。今後、数多くの排水処理施設が建設されてくれば、発生する汚泥量も莫大になってくると考えられ、濃縮汚泥の処理施設についても、全体的な地域計画の中で市や県のレベルで考えていくことが必要であろう。

また、より根本的には汚泥を農地、山地などに還元していくことを考えることが必要であり、コンポスト化などによって肥料として利用していくことが今後の大きな課題である。とくに、汚泥中の重金属など有害物に関しては慎重に対処しなければならないが、汚泥のリサイクルが行われて、初めて完結した排水処理技術であると言えることができる。

以上のごとく、農村部などにおける小規模の生活排水処理については、近年、社会的にその重要性が認識され始めた状況であると言え、その制度や技術については、今後さまざまな検討がなされ、改善されていかなければならない。制度的には、地域的にできるだけ公平であることや、新しい技術の発展を受け入れることのできる制度であることが必要であり、技術的には性能の安定性、コストの低減、維持管理の容易さ、汚泥量の減少、汚泥のリサイクルなどの観点が重要である。

参考文献

- 1) 三輪茂雄:「粉」の文化史 (NHK 市民大学), 日本放送出版協会 (1985, 10)
- 2) 岩井重久他:生活系排水処理ガイドブック, 環境技術研究会 (1985)