

下水処理場の環境対策

東京大学工学部 正員 市川 新
○中山 喜雄

1. はじめに

下水道整備はわが国の公共投資の中で最も立ち遅れている分野であり、その整備が急がれているが、その中心的役割をする下水処理場は都市の「やかい施設」として、立地に対する住民の反対を受けることがよくある。このような意味で、処理場の立地計画は周辺環境との調和を考えた環境対策を十分検討して行なう必要がある。

本論文では、既設処理場（東京、横浜、名古屋、大阪、神戸、奈良、北九州などの下水処理場）を例にあげて処理場の環境対策とその問題点を整理して、今後の環境対策の方向を提案したい。

2. 下水処理場の環境問題と環境対策の必要性

下水処理場が住民から嫌われるのは、下水処理場が建設されることによって引き起される環境問題があるからである。具体的な環境問題としては、①悪臭、騒音等による環境悪化、②人間の排せつ物、廃棄物を処理する場所という悪いイメージのものが近くに来ることに対する問題、③下水処理場の処理水が放流水域に及ぼす水質汚濁問題、④地域発展阻害とそれに伴う地価の低下、⑤家庭排水と工場排水の混合処理に対する問題等があげられる。

下水処理場のように、周辺環境に悪影響を及ぼす恐れのある施設は市街地から離れたところに立地すべきものである。そして、下水処理場も施設の機能面に重点を置いて建設されてきた。しかし、今日においては、急激な都市化の進展によって既設処理場周辺が市街化されたり、土地事情の悪化によって市街地に新設処理場が立地するようになってきた。さらに、住民の権利意識の高揚によって環境問題に対する住民の苦情や反対が増えてきた。そこで、既設処理場はなんらかの環境対策を施したり、新設処理場の立地においては十分な環境対策を検討しなければならなくなった。特に、わが国のように国土が狭く、環境問題が発生しやすい国では、環境対策は下水処理場計画の1つの大きな柱となるべきものである。

3. 既設下水処理場の環境対策とその問題点

前述どおり、下水処理場には様々な環境問題があるが、ここでは、下水処理場による悪臭公害とイメージダウンの2点についての環境対策とその問題点について述べる。

3-1 臭気対策

下水処理場の臭気問題は、住居が下水処理場に近接していることによって起きるもので、苦情件数も多くなっているのが現状である。また、処理場内で臭気の発生の大い箇所または施設としては、沈砂池、最初沉澱池、エアレーションタンク、汚泥処理施設などである。これらの臭気発生箇所または施設に対して様々な臭気対策を施して、周辺住民の苦情がなくなるように努力しなければならない。では、具体的に臭気対策にはどのようなものがあるか、また、どうすべきかを以下に述べる。

①余裕のある計画設計を行う。

既設下水処理場では過負荷運転になっているところが少なくない。過負荷の処理場ほど臭く感じた。特に、汚泥処理施設がキャリーオーバーになっている場合の悪臭がひどいようである。過負荷の下水処理場では、処理がうまくいかなくなり、臭気が強くなるので、まず第一に余裕のある計画設計を行う必要がある。

②処理が良好に保たれるための維持管理を十分行う。

これもものと同じで基本的なことだが、臭気対策に結びつくものである。維持管理が不十分な場合、事故の発見

が遅れ、このために強い悪臭が発生することがある。特に、沈殿池、エアレーションタンク、汚泥槽などにふたをしている場合、下水や汚泥は見えないので、処理状態には十分気をつける必要がある。

③臭気発生個所にふたをする。

「臭いものにふたをせよ」という諺どおり、最も簡単で効果のある臭気対策は、臭気発生個所、すなわち、沈砂池、最初沈殿池、エアレーションタンク、汚泥槽などにふたをすることである。脱臭装置をつけなくても、ふたをするだけで臭気の拡散はある程度防ぐことはできるし、視覚的に感じる臭気の対策にもなる。視覚的に感じる臭気とは、悪臭のしそうなききたないものを見ると、

それほど臭くなくても臭く感じることである。また、脱臭装置をつける場合は、脱臭風量を少なくして脱臭効率を高めるためにふたをしなければならない。特に、上屋をかける場合は、ふたをすることによって、作業空間と非作業空間に分離して、非作業空間に臭気を閉じ込め、作業空間の環境を良好に保つことは絶対にやらなければならない。

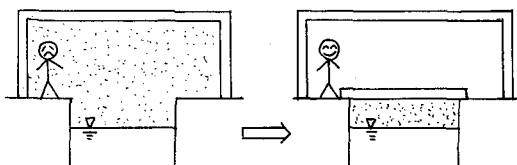


図-1 作業空間と非作業空間の分離

ならない。(図-1参照)なぜなら、ふたをしない上屋の処理場内部の臭気は耐えがたいものだったからである。

ふたの材質はいろいろあるが、要するに開閉が容易できるように軽く、耐食性があり、人間の体重に耐えられる程度の強度があればよいわけである。具体的には、FRP(東京都、大阪市などで使用)、FFU(横浜市などで使用)などが多く、まれに波トタン(福岡市の東部処理場で使用)を使っているところもあった。また、開閉頻度の低い場所ではPC板も多く使用している。

④脱臭装置をとりつける。

近隣にあまり民家がない場合、臭気発生個所にふたをする程度でよいが、民家が多い場合はなんらかの脱臭装置をとりつける必要がある。既設処理場でよく見られた脱臭プロセスは、水洗法、酸洗淨法、アルカリ洗淨法、オゾン酸化法、触媒酸化法、イオン交換樹脂法、活性炭吸着法、土壌脱臭法、活性汚泥処理法などである。これらの脱臭プロセスは、それぞれ長・短があり、決定的なものがないので、各処理場で以上の脱臭プロセスを組み合わせて脱臭している。(表-1参照)

表-1 既設処理場の脱臭法

処理場名	都市名	脱臭法
落合処理場	東京都	活性汚泥処理法+活性炭
小菅処理場	〃	水洗+アルカリ洗
森ヶ崎処理場	〃	土壌脱臭法
多摩川上流処理場	〃	活性汚泥処理法+酸洗+アルカリ洗
此花処理場	大阪市	アルカリ洗+活性炭
垂水処理場	神戸市	イオン交換樹脂+活性炭
第一淨化センター	奈良県	水洗+アルカリ洗+オゾン+活性炭
東部処理場	福岡市	酸洗+アルカリ洗+活性炭

⑤オープンスペースを確保する。

用地の確保が可能な限り、敷地はできるだけ広くとった方がよい。そして、処理場の周辺に緩衝地帯として幅広いグリーンベルトでも設ければ、臭気対策だけでなく、騒音対策、イメージアップにもなる。

⑥施設の配置を考える。

下水処理施設の中でも、汚泥処理施設は水処理施設よりも臭く、水処理施設の中でも、沈砂池、最初沈殿池、エアレーションタンク、最終沈殿池の順で臭い。臭い施設を民家から離れた位置に配置することは、比較的簡単にできて効果のある臭気対策である。

たとえば、汚泥処理施設を民家から離れた位置に配置することは、多くの処理場で見ることができた。また、東京都の中川処理場(建設中)では、下水が民家のある方向から流入するが、流入渠を反対方向までひいて、民家の逆方向から、沈砂池、最初沈殿池、エアレーションタンク、最終沈殿池の順に配置することになっている。

これは、民家のある方向から臭くない順序になっている。(図-2参照)さらに、配置とは関係ないが、同じ東京都の多摩川上流処理場では、最初沈殿池の下水の流れを図-3のように逆方向にしている。これは、最初沈殿池の下水流入箇所の方が流出箇所よりも臭いので、臭い箇所と民家のある方向と逆にして、民家への悪臭を少しでもやわらげようとする配慮がある。

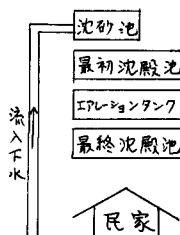


図-2 中川処理場

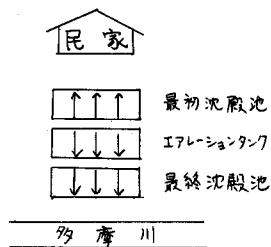


図-3 多摩川上流処理場

⑦汚泥の嫌気性消化処理をする。

汚泥処理施設の中で、濃縮槽、洗淨槽などの汚泥槽はふたをして効率よく脱臭できるが、脱水機のような機械に対する脱臭は、ふたをするわけにいかず、臭気を効率よく捕集しにくいので、むずかしい。そこで、脱水工程の前にあるべき消化工程を十分やり、汚泥自体の臭気を落せばよい。嫌気性消化処理は汚泥の有機物を分解させ衛生的に安全化するとともに、メタン等のガスをとり、水分を減らして量を少なくし、悪臭を減少させる。東京都の森ヶ崎処理場では汚泥消化がうまくいっているのので、脱水工場ではあまり臭気はなかった。

この嫌気性消化処理は汚泥処理工程の中で省略されることが少なくない。それは、敷地をとること、維持管理が困難などの理由からである。しかし、嫌気性消化処理がない、または、処理がうまくいっていない汚泥脱水工場ほど臭いものはない。発生するメタンガスのエネルギー利用の観点から見直されている嫌気性消化処理と臭気対策の観点からも見直し、汚泥処理工程に必ず入れるようにしたいものである。

⑧汚泥処理施設を分離する。

用地難や汚泥処理施設建設に対する地域住民の反対から、汚泥処理施設をつくらずに水処理施設だけをつくって汚泥を他の処理場へ圧送して処理してもらうことがある。たとえば、東京都の落合処理場、三河島処理場、名古屋市の名城処理場、守山処理場、堀留処理場などは水処理施設だけである。汚泥処理施設は水処理施設に比べて、悪臭などの二次公害の恐れが大きい。そこで、落合のように民家の密集した地域に立地する処理場の汚泥を小台のように民家の少ない地域の処理場に圧送して処理するのは、1つの方法である。しかし、すぐ処理すべき汚泥を圧送して処理する場合、汚泥を受ける処理場の汚泥処理はうまくいかなくなる。また、汚泥を受ける処理場にもそのうち民家が立ちこんできて、なんらかの環境対策を施さなければならなくなるので、汚泥処理施設の分離は圧送先の処理場の汚泥処理、将来の環境対策を十分に検討してからするべきである。

3-2 イメージアップ対策

下水処理場と聞くと、やはりイメージのよいものではない。しかし、住民の下水処理場に対するイメージが実際の姿以上に悪いことが少なくない。このような先入観を取り除くには、住民に下水道や処理場を正しく理解してもらうとともに、処理場の方も明るいいメージに変えていかなければならない。

①処理場内の緑化をはかる。

処理場内に花や木を植えて、イメージアップすることは簡単に行えることである。周辺住民から見た処理場のイメージを明るくするし、処理場に働く職員に潤いと安らぎを与えるものである。

大阪市では12ヶ所の処理場に花を育てて四季折々に市内の処理場のどこかで花の便りが聞けるようにと、「花の処理場計画」がある。(表-2参照)特に、中沢処理場では、場内道路に約百本の桜を植えて、それを桜並木にして、一般人が通行できる

表-2 大阪市の下水処理場の花と開花時

処理場	花の木	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
海老江	ツバキ												
大野	ウメ												
比花	サザンカ												
市岡	サルスベリ												
千島	ノムラモミジ												
津守	ヒラドツツジ												

ようにしている。

②下水処理場に公園をつくる。

処理場に公園をつくる場合、処理場の余剰空間を公園化する場合と処理場に上屋をかけてその上部を公園化する場合の二通りがある。

前者の例としては、奈良県第1浄化センターがある。この敷地の広大さには驚かされる。敷地面積はなんと58.6haもあり

十ハ条	レンヂョウ	――	
中浜	サクラ	――	
今福	キンモクセイ		――
放出	ヒラドツツジ	――	
平野	ジンチョウゲ	――	
住之江	バラ	――	――

大阪市下水道局「下水道の現状と計画」より

そのうち12haは都市公園として計画決定され、公園には、野球場、テニスコート、プール、児童広場、フラワースセンターなどがある。このように、処理場の余剰空間に公園を建設する場合、広大な面積を必要とするので、市街化された地域では実現性は乏しい。しかし、用地確保が可能な地域なら、広大な土地を利用して、余裕のある処理場と広い総合公園を一体的に整備する方法は処理場立地の1つのパターンとして注目される。

後者の例としては、古くは、東京都の落合処理場、名古屋市の名城処理場、比較的新しいところでは、神戸市の垂水処理場がある。これらの処理場は、奈良県第1浄化センターの例と異なり、用地確保の困難な市街地に立地している。このような地域に立地する処理場において、上屋をかけて上部を公園とするパターンは常識化されつつある。このパターンだと、処理施設全体を上屋で隠すことになるので、処理場のイメージアップになるだけでなく、臭気、騒音などの二次公害対策にもなる。さらに、土地が公園と処理場の二重使用になり、土地の有効利用にもなる。このような理由から、今後、市街地、または市街地が予想される地域において、このパターンは増加していくだろう。ただ、建設費の増大、作業環境悪化などの問題があり、この点についての十分な検討が必要である。

③処理場の建築物のデザイン、色を工夫する。

処理場で一番目につくものは、管理本館などの建築物である。これらのデザイン、色を工夫して清潔感を与えるようにしてイメージアップをはかる方法は最近多くなってきた。

ところで、一番清潔感を与える色は白であろう。このため、処理場の建築物を白で塗装することが増えているようだ。また、建築物自体もせいたくなものになっていて、かなりリッパな管理本館を持つ処理場もある。ただ、建築デザインは今一つで、画一的になっているような気がする。すなわち、金をかけたせいたくな白い建築物というだけで、どこも同じようになってきている。画一的な建築物を持つ処理場が多い中で、横浜市の神奈川処理場の本館は台形の特徴のあるデザインである。また、北九州市の日明処理場の本館建築物もホールを介して、事務棟、機械棟、電気棟の有機的結合を考えたユニークなデザインになっている。

処理場の建築物は処理場の顔のようなものだから、地域と処理場の特性を生かしたデザインを考え、個性のある顔にすることによって、イメージアップをはかるべきであろう。

④処理水による池、流水をつくって美観につとめる。

水を利用して美しさを作り出すことは、公園や庭園などに多く見られる。処理水の豊富な下水処理場でこの方法を使わない手はない。このように、処理水を使って美観につとめることは、規模の差はあるにせよ、比較的多くの処理場で見ることができる。たとえば、大阪市の中浜処理場の入口には処理水を使った流水池がすぐ目につく。また、横浜市の神奈川処理場では、減菌混和池の上部を利用して池をつくり、コイ、水生植物を育てて、湿性植物園と称している。さらに、千葉県船橋市にある日本住宅公団芝山団地の汚水処理施設では、中水処理によって、水洗便所用水、屋外清掃用水に再利用するだけでなく、団地小公園の池、小川の流れにポンプによる循環利用をしている。芝山団地の中水の流れは観賞用流れており、兩岸を花や草木で囲むことによって、水辺の風情をつくり、また、カスケードによって流水に変化を与えている。

⑤地域住民の施設見学によって、処理場ならびに下水道に対する理解を得る。

住民の見学はイメージアップ対策とは言えないが、住民の下水処理場に対する悪いイメージ、先入観を取り除くためには必要なことである。

大阪市の中浜処理場では、敷地内に見学者用の下水道史料館を開設し、館内には下水道の歴史や処理のしくみなどを説明するパネルや模型、そのほかの数々の貴重な資料を展示して、下水道のPRに力をつけている。また、奈良県第1浄化センターのように見学者用の展望台を設置しているところも少なくない。

処理場が立地するには、地域住民の協力が必要であり、そのためには、地域住民の処理場ならびに下水道に対する理解が必要である。このような理由から、処理場は住民が見学しやすいような配慮をすべきである。

4. 今後の環境対策の方向

環境対策の中で、臭気対策とイメージアップ対策について述べてきたが、このように、下水処理場の環境対策の重要性が認識されてきて、かなり進んだ環境対策を施している処理場も増えてきた。今後も、さらに環境対策が進むことが予想され、大いに結構なことだと思う。ただ、ここで考えたいことは、効率のよい環境対策、なるべく金のかからない環境対策をするということである。金をいくらでも出すというのなら、現在の技術力をもってすれば、どんな環境対策でもできるのではないか。しかし、限られた予算のなかで下水処理場を整備し、維持していかなければならないのなら、環境対策にかかるコストの最適性を考えるべきである。そこで、今後の環境対策の方向として、コストの最適化を考えてみる。ここでは、前章に続いて、臭気対策とイメージアップ対策について、コストの最適化という観点から述べる。

4-1 今後の臭気対策

臭気対策として今後増加すると予想されるのは、脱臭装置であるが、このランニングコストが非常に高い。ランニングコストをおさえて、効率のよい脱臭をするために注意することは2つある。

その1つは、地域の事情と将来を考えて、その地域に適した脱臭プロセスを選定することである。たとえば、民家の密集度が低い地域では、高い脱臭効果は必要ないから、水洗法、酸洗淨法、アルカリ洗淨法などのように安価で維持管理のしやすいものを選ぶべきだし、民家の密集度の高い地域では、高い脱臭効果を期待して、イオン交換樹脂法、活性炭吸着法などの高価なものを選ぶべきでない。

もう1つは、臭気の強さに合わせて、脱臭プロセスを組み合わせることである。たとえば、臭気の強い泥砂池、汚泥槽などは安価で脱臭効率の低い脱臭法で、臭気とある程度おとしながら、臭気の弱い最初沈殿池、エアレーションタンクなどの臭気ととりに、高価で脱臭効率の高い脱臭法で脱臭する。そうすることによって、高価な脱臭法のランニングコストをおさえ、効率のよい脱臭ができる。

脱臭は「金食い虫」と言われるほど、ランニングコストが高つくので、以上のことに注意して、コストの最適化を考えることが必要である。

4-2 今後のイメージアップ対策

イメージアップ対策としてまずやるべきことは、処理場の緑化や処理水による池、流水をつくることである。なぜなら、これらの方法は比較的安くでき、効果があるからである。しかし、今後増加すると思われる方法は、処理場に公園をつくることであろう。この方法は、地域住民が公園を利用できるという代替サービスになるからである。処理場立地に際して住民がよく要求するのは、この公園をつくることである。前述どおり、公園をつくる場合、2通りの方法があるが、わが国の今後の土地事情を考えると、上屋をかける方法が増えることはまちがいない。しかし、この建設費が非常に高つく。そこで、上屋による公園について、コストの最適化を考えてみる。

上屋のかけ方には4通りある。図-4にそれを示す。

Aタイプ；サイドオープンの上屋。すなわち、作業空間は外界と隔離しない。（例：芝浦処理場、新河岸処理場）

- Bタイプ；サイドを壁で閉じた上屋。（例：落合処理場、三河島処理場）
- Cタイプ；Bタイプの上屋の周辺を盛土によってなだらかなスロープにする。（例：中野処理場（計画中））
- Dタイプ；完全地下式（例：垂水処理場に近い）

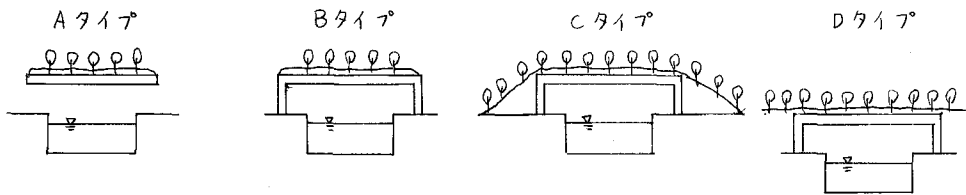


図-4 上屋のかけ方

以上のA、B、C、Dの4つのタイプの上屋について、処理場と公園に分けて比較検討してみる。（表-3参照）

表-3 上屋のタイプ別の比較

上屋の タイプ	処 理 場			公 園	
	建設費	ランニングコスト	作業環境	使いやすさ	公園らしさ
A	上屋と盛土をするので高い	換気があまり必要でないので比較的安い	開かれた空間なのでよい	入口が限られ、高所にあるので悪い	処理施設が見えて、高所にあるので、非常に公園らしくない
B	上屋と盛土をするので高い	換気が必要なので高い	閉じた空間なので悪い	入口が限られ、高所にあるので悪い	処理施設は見えないが、高所にあるので公園らしくない
C	上屋と周辺部を含む盛土をするので非常に高い	換気が必要なので高い	閉じた空間なので悪い	高所にあるが、どこからでも入れるのでよい	処理場が完全に見えないので公園らしい
D	上屋と地下化をするので非常に高い	換気と放流ポンプが必要なので非常に高い	閉じた空間なので悪い	非常によい	普通の公園と変わらない

以上のように、処理場にとっては、A B C Dの順で好ましく、公園にとっては、逆にD C B Aの順で好ましい。どのタイプを選ぶかは、その地域の事情による。すなわち、市街化の進んでいない地域であれば、コストがかからないように処理場に重きをおいた選択をし、市街化の進んだ地域なら、コストをかけて公園に重きをおいた選択をしなければならない。そうすることによって、上屋による公園のコストの最適化がはかれる。

5. おわりに

本研究は、既設下水処理場を見学することによってなされたものである。どの処理場も、創意工夫をして環境対策に力を入れていることに感心した。今後、さらに環境対策を推進して、今以上に地域住民に喜んで受け入れられるような処理場になってほしいものである。

最後に、本研究をするにあたり、親切に見学させてくれた以下の処理場の職員に感謝の意を表すものである。落合、三河島、砂町、芝浦、小菅、新河岸、小台、森ヶ崎、中川、葛西、多摩川上流（以上東京都） 神奈川、中部、保土ヶ谷ポンプ場、緑（以上横浜市） 町田、鶴川（以上町田市） 荻川左岸（埼玉県） 霞ヶ浦浄化センター（茨城県） 名城、宇山、堀留（以上名古屋市中区） 中浜、放出、北花（以上大阪市） 垂水（神戸市） 第1浄化センター（奈良県） 芝山団地汚水下水処理施設（日本住宅公団） 日明（北九州市） 東部（福岡市）