

大阪市立環境科学研究所衛生工学課 本 多 淳 裕

はしがき

廃棄物の最終処分は物流の終末に当るもので、皆無にすることは非常に困難である。日本で、生産や生活に使われる資源は年間約15億 ton（世界の流通資源の約1/4）に達し、それらが多少の減量や排出年次のズレを伴っていても、いずれは最終処分され、可住空間に堆積される。地上で生産された有機性の資源を処分する場合は、ごみ埋立処分のように、いろいろな環境汚染を伴うことが知られている。他方、近代社会では地下の無機性資源（地表生物に抵抗性のないものが多い）が多量に掘り出されて利用され、それらも廃棄されて、地表の近くで処分されることになるので、もっと深刻な悪影響を与える危険性がある。そこで、演者らが調べた種々な廃棄物の最終処分の実態を示し、既存の処分地や当面の埋立事業での応急対策を検討すると共に、子孫に汚染した土地、不自然な土地を残さないための抜本的対策を考察してみたい。

1. 廃棄物埋立計画時の配慮事項

当面、廃棄物埋立処分は不可欠であるが、そのための用地確保の問題が全国的に困難になっている。単なる山土で低湿地を埋立する事業に較べて、その用地取得が困難であるのは、過去の廃棄物埋立で、多くの公害を発生させてきたためであり、今後、継続して、用地を取得していくためにも、今後の廃棄物埋立では、あらゆる悪影響を軽減すること、取得した処分地をできるだけ延命させること、埋立跡地を有効利用して地域住民に喜ばれるものにするなどなどに努めねばならない。そのためには、埋立事業には必ず環境アセスメントと経済効果の事前提示を行い、地域住民とのコンセンサスを深めねばならない。

表一 廃棄物埋立計画時の配慮事項

課 題	手 段	関 係 法 規
減 量	廃棄物を排出しなくてもすむシステムや資源化を推進すると共に、可燃物は焼却して、対象物をできるだけ減少させる。	廃棄物処理法
安 全 化	一定許容基準に合致しない廃棄物は埋立を禁じ、不合格なものは前処理で安全化する。	廃棄物処理法、海洋汚染防止法、劇毒物取締法
水質汚濁防止	廃棄物から溶出または分解生成して汚濁した汚水の周辺水域への排出や地下への浸透を防ぐ。それを防ぐための護岸構造、埋立工法、排水処理方式を採用する。	水質汚濁防止法、海洋汚染防止法、港湾法、公共水面埋立法、地方の環境保全関係条例
その他の種々な公害対策	埋立地からの悪臭、ハエ、ネズミ、火災、ガス、飛じんなどの発生を防止する。	悪臭防止法、大気汚染防止法、消防法、伝染病予防法
跡 地 利 用	跡地利用計画が適正で、その地耐力に合った用途に使い、立地施設は低公害なものに限定する。	公共水面埋立法、都市計画法
自 然 保 護	自然の海流、気象、景観、生態をできるだけそこなわない。覆土材料採取跡地にも著しい悪影響を与えない。	自然環境保全法、自然公園法、河川法
産業活動との調和	漁業、交通、利水、農林業などに被害を与えたり、妨害したりしないようにする。	水産資源保護法、森林法、港則法
地域開発との調和	地域開発計画、都市計画、港湾計画、下水道計画などとの整合性をはかる。	都市計画法、港湾法、公共水面埋立法、下水道法

2. 有機性廃棄物埋立処分の実態

ごみは大正末期までほとんど埋立処分され、昭和の初めから大量に排出される都市で次第に焼却されるように

なったが、太平洋戦争後も都市ごみの大半が埋立られていた。当時はごみ排出量も1人1日0.3～0.5kg程度で、現在の1/3～1/2に過ぎず、ごみ中に金属、プラスチックなどの腐敗しにくいものは少なかった。昭和30年代後半から、ごみ量が増大し、内容も多様化し、焼却炉の普及も進んだが、現在でも都市ごみの30%以上がそのまま埋立られている。可燃性産業廃棄物の多くも、そのまま埋立処分されてきたが、昭和46年の廃棄物処理法の施行に伴って、焼却されるものが増え、さらに近年ではエネルギー源としての利用もはかられている。廃棄物は焼却したり、エネルギー利用されても、多少の未燃物を含んだ灰渣が残る、それらは埋立処分せざるをえないことになる(一部で溶融、骨材、石材化が試みられている)。下水汚泥脱水ケーキも埋立処分されることが多い。

ごみ埋立による成分の変化は図-1の通りで、汚濁廃水の排出、可燃性ガスや悪臭の発生を伴いやすく、ハエ、ネズミなど衛生動物の発生、カラスの群生なども軽視できず、埋立跡地の土質や物理的性質の不良なことも多い。

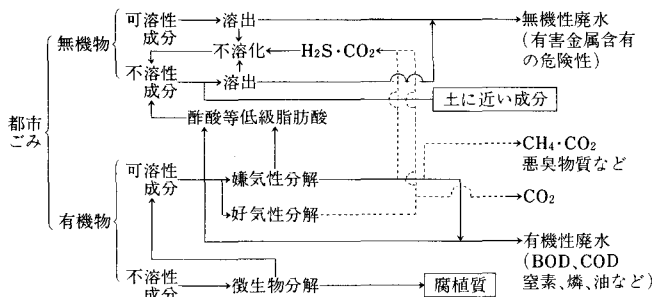


図-1 都市ごみの成分と埋立地での変化

させた場合の汚水としてのBOD、CODの排出量、ガス発生量(メタン約60%、炭酸ガス約40%)を調査した成績は図-2の通りである。実際の埋立地では連続して投棄され、水との接触や溶出の程度、空気との接触の程度などによって変化し、BOD浸出は1/10以下になるケースも多い。ガス発生はピークも3～4年目となり、5～7年

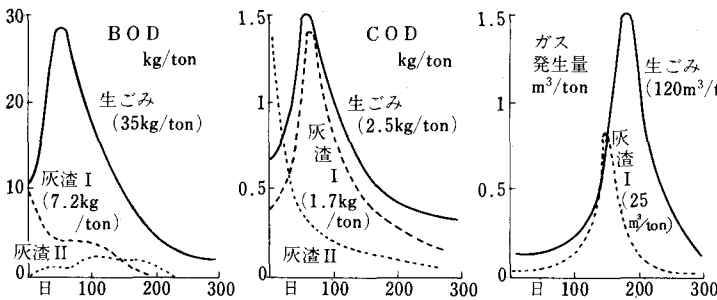


図-2 都市ごみ、その焼却灰渣の埋立による水質汚濁とガス発生()内は排出総量

な問題であり、ハエが卵から成虫になるのに、20℃で約20日、27℃で約11日、35℃で約9日であり(40℃では死滅する)、成虫は交尾後7～8日で1匹の雌が100～150個の卵を産む。従来、市販の神経毒の各種殺虫剤を散布していたが、その薬剤に対する抵抗性が生じ、高濃度、多量散布しても効かなくなる。大阪市内一般地区と北港処分地のハエの殺虫剤に対する抵抗性をLD₅₀♀で

埋立地汚水は陸上埋立の場合、降水中でごみ層に浸透し、浸出してきたもので、表面を充分覆土(比較的透水性の低い土層約1m)すると、雨量の約1/3の水量とみられる。水面埋立では、それにごみの実容積が加わることになる。

ドラム缶に生ごみと焼却灰渣(Iの熱灼減量18.8%、IIは6.2%)を入れ、海水に浸漬して腐敗

ごみ埋立地でのハエ、ネズミなどの発生も深刻

表-2 ハエの殺虫剤に対するLD₅₀

薬 剤 名	市内一般地区	北港処分地
ディブテックス	21.6	81.6
スミチオン	5.8	53.4
サイノック	—	57.0
パイテックス	1.3	6.9
カルクロフォス	1.0	2.7
DDVP	0.3	0.9
ダイアジノン	1.0	5.7
アレスリン	—	1.3
フタルスリン	—	0.4

比較すると、表－2の通りであり、そのハエが市街地で増殖すると、防ハエが非常に困難になる。埋立地周辺に樹木の多い場合は、カラス群生の場合になりやすい。

ごみ埋立跡地の地盤は貫入試験のN値が2～7程度、平板載荷試験のK値(30cm)が1～10kgに過ぎない。

3. 有機性廃棄物埋立の2次公害対策

都市ごみなどを無公害で埋立するためには、廃棄物を予め焼却処理、コンポスト化処理するとか、埋立工法を工夫するとか、生成した汚水、ガスなどを適正に処理するとか、いろいろな対応がある。

有機性廃棄物埋立地汚水は降雨量などにもよるが、BOD 1,000～10,000 ppm、COD 500～1,000 ppmに達するが、有害金属は低濃度である。その排出水の水質は通常法規制に上乗せして、BOD、COD共に20～30 ppm以下に自主規制しており、その目標を達成するために、表－3のような対策が採られてきている。

表－3 ごみ埋立地汚水の浸出防止および処理方法

方 式		手 段 の 要 点	問 題 点
無 排 出 化	水 密 構 造	水面埋立でも完全な水密護岸にし、内水を揚上げてから埋立る。 降雨をできるだけ表流水としてカット。テントで浸透を防止。	水密化に高額投資。 降雨完全カット困難。
	地 表 蒸 発 法	埋立覆土後の地表近くに浸透管かスプリンクラーを設け、晴天時に汚水を散布し、蒸発させる。1～5ℓ/㎡・日蒸発を期待する。	広い蒸発面積を要す。長雨時の対応困難。
	好 気 性 埋 立 法	埋立層底部から強制通気し、高温で好気性発酵。水分蒸発促進。	通気動力費が嵩む。
生 物 学 的 処 理	散 水 濾 床 法	BOD 1kgにつき4㎡以上の濾床を要す。凝集との併用望ましい。	濁り除去不十分。閉塞。
	回 転 円 板 法	BOD 1kgにつき回転円板表面積40㎡以上を要す。散水濾床や活性汚泥処理後の高度処理に使用する方法もある。	回転円板の施設費が嵩む。
	活 性 汚 泥 法	BOD 1kgにつき2㎡以上のばっ気槽と滞留3時間以上の沈殿槽を設ける。跡地地下水処理施設の先行投資を兼ねて実施が可。	設備投資が嵩む。管理がやや困難。
	標 準 酸 化 池 法	BOD 1kgにつき150㎡以上の広さの水面を要(深さ1～2m)。	簡易だが水面積広大。
	高 率 酸 化 池 法	BOD 1kgにつき25㎡以上の広さの水面と沈殿可能な水面とを設け、常時全面波立つようなばっ気装置が必要。	水面埋立の余水面を利用できる。 他は困難。
高 度 処 理	凝 集 処 理	硫酸バン土、鉄塩、消石灰、高分子凝集剤を添加して凝集沈殿。	BOD20～40多低下だけ。
	活 性 炭 吸 着	生物処理後の水質が目標値を上廻る場合に応急的に使用する。	活性炭高価。
	オゾン酸化	同 上	電力消費大。

* 高度処理は目標BOD、CODを20 ppm以下にする場合、生物処理に付加するもの。

ごみ埋立地からの発生ガスはごみ層上に20～25 m間隔で横引きのガス抜き配管を行い、その上を0.5 m以上の厚さに覆土し、その配管数本を合せて縦管に集め、地上部に燃焼設備を設ければ排除および処理できる。悪臭もその覆土をできるだけ速に行い、ガスと共に燃焼させれば解決できる。その発生ガスからのエネルギー回収も不可能ではない(回収期間は5～7年位である)。

埋立地でのハエの駆除に神経毒の殺虫剤を使うことに限界があるとみられるので、大阪では表－4のような種々な方法を検討、開発してきた。基本的には埋立投棄後5日以内にごみの表面を覆土することで対応し、それで防ぎにくい斜面、水面埋立の浮きごみなどで

表－4 各種ハエ防除方法とその特徴

ハエの防除方法	問 題 点 と 特 徴
抵抗性の低い殺虫剤の散布	抵抗性が生じていない(LD ₅₀ の低い)殺虫剤の選定。新薬の継続開発。薬剤費高騰。
ヤシ油アルコール系界面活性剤の大量散布	ハエの脂質を溶かし、それで気孔を閉塞させ、呼吸できなくする方法。抵抗性がつかない。虫体に付着する必要があり、殺虫率85%程度。安価。
埋立層上30 cm以上の全面覆土	覆土によって成虫が出にくくなり、ごみ発酵による温度上昇で殺されやすい。悪臭対策にもなる。
天敵生物利用	ハエの寄生蜂、ごみ虫、クモ、鳥の利用。低効果。
無生殖ハエの培養・放飼	無生殖ハエとの交配で、生殖能力のない卵が産れ、増殖が著しく抑制される。

のハエ発生を界面活性剤散布(演者らの開発したもの)、でおさえ、さらに、無生殖ハエの放飼で総量を抑制している。ネズミはネズミ返し付きの棚と殺虫剤で、カラスは覆土と完全なカバーとで防ぐことができる。

跡地の地盤の安定化は7～10年を要し、公園緑地などの用途に限定することが望ましい。

4. クロム鉍滓埋立跡地の実態とその対策

産業廃棄物の処理、処分の問題は、大阪で排ガス、廃水などの公害対策を進めるほど、大量にダクト、汚泥などが排出されるようになり、昭和40年頃からその重要性を提起してきたものである。ところが、昭和50年に東京で日化工のクロム鉍滓埋立跡地の問題が明るみに出て、社会的にも注目されるようになった。某市域内にも、約30年前にクロム鉍滓を処分していた跡地が、その排出工場内にあることが判ったので、直ちにその実態調査を実施し、影響程度を評価し、応急対策を立てた。それは従来、埋立処分が都市ごみなどの有機性廃棄物の場合に問題であると考えられていたが、無機性廃棄物埋立でも深刻な影響をもたらすことをあらためて認識させた。

某所でのクロム鉍滓埋立地は図-3の通りであり、現在工場建屋になっている部分もある。もともと低湿地で、地下水位は現地表から約2mの深さにあり、その上0.5m前後までを土か石炭殻で埋め、それにクロム鉍滓を1m前後埋め、その上に硫酸滓(硫化鉍などから硫酸を製造した残渣)や土で埋たものであり、その硫酸滓がユンボで掘りにくいほど硬くかたまり、覆蓋したような形になっていた。鉍滓埋立区域は元社員らの記憶による証言によって推定できたが、それを実証するために、工場内を掘削したり、ボーリングしたりして、埋立物、土壌、地下水などの試料を採取した。工場外も同様にサンプリングした。

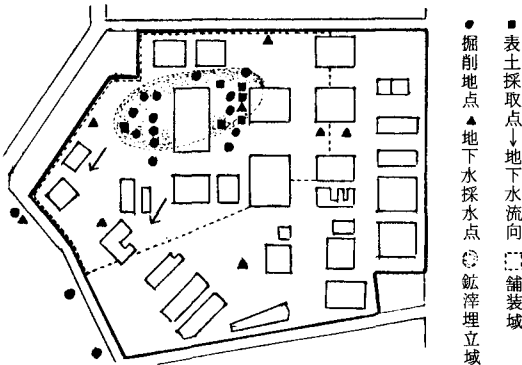


図-3 クロム鉍滓埋立跡地見取図と試料採個所

その工場はクロム含有率40%前後のクロム鉍をアルカリ性で加熱し、クロム酸を製造する業務を、昭和9年まで行い、その際排出された鉍滓を自社敷地内に約2,000ton埋立ていた。掘削物の調査によって、図-3

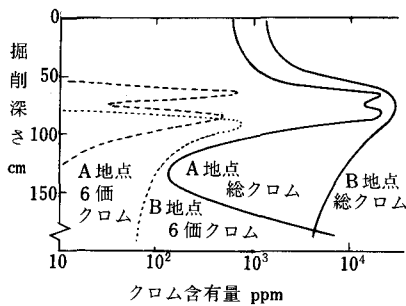
表-5 クロム鉍滓埋立地点掘削物と土壌成分との比較(含有量試験)

に示した埋立域が特定できた。その中央部に当たるA、B両地点での地表下0.5～2.0mの掘削物の各種金属含有量を一般の土壌中のそれらの金属の存在度と比較すると、表-5の通りである。土壌存在度は鉍山地帯を除く一般土壌を調べ、そのバラツキの程度、平均値などを示したものであり、その最高/平均は正常な土

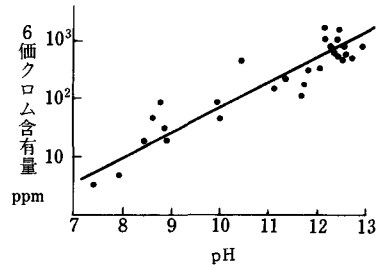
金 属 成 分	土壌存在度 (ppm)			試料の平均土壌存在度に対する倍率(倍)			
	最低～最高	平 均	最高 平均	A 地 点		B 地 点	
				最低～最高	異常率%	最低～最高	異常率%
ク ロ ム	5～3,000	100	30	1 ～ 220	83	50～ 340	100
水 銀	0.01～0.3	0.03	10	tr ～ 31	33	tr～ 12	20
ひ 素	0.1 ～ 40	6	6.7	0.3～13.2	50	1.5～ 233	20
カドミウム	0.01～0.7	0.06	11.7	83 ～ 133	100	50～3,500	100
鉛	2 ～ 200	10	20	5.5～ 260	33	5.5～ 32	20
鉄	7,000～ 550,000	38,000	14.5	0.8～ 2.6	0	1.0～ 4.0	0
銅	2 ～ 200	20	10	2 ～ 70	50	2～ 6	0
亜 鉛	10 ～ 300	50	6	3 ～ 160	83	2.2～1,300	40
マンガン	100～4,000	850	4.7	0.9～ 5.3	33	0.5～ 14	20
ニッケル	10～1,000	40	25	0.9～ 22	0	0.8～ 21	0

でのバラツキを示すことになる。試料の含有率/平均土壌存在度が一般土壌での最高/平均を上回るものは異常な埋立跡地であると判断できる。その方法によると、その埋立跡地は鉄、ニッケルだけが正常で、クロム、カド

ミウム、亜鉛などの含有率は著しく異常であるといえる。



図—4 埋立地点でのクロム含有量の垂直分布



図—5 埋立地掘削中の6価クロムとpHの関係

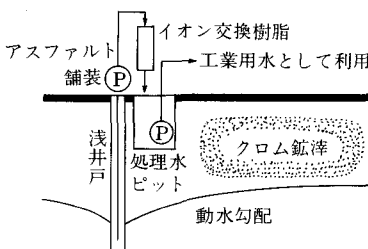
鉍滓埋立跡地の各種金属の垂直分布も調査したが、そのうち、総クロム、6価クロムの状況は図—4の通りである。鉍滓は深さ50～150 cmにあったが、その上層が固い硫酸滓で覆われているため、クロムが毛管現象で地表の方向に移動したとはみられない(しかし、表土に水銀、カドミウム、鉛、亜鉛などが多い)。総クロム、6価クロム共50～100 cmにピークがあり、それより深い層では低下するが、その状況からみて、埋立物の層でクロマトグラムようになって、溶出したクロムが深層に吸着されたり、溶脱したりして移動しているようであり、150 cm以上でもかなり高濃度になっている。

廃棄物処理法での6価クロムの規制値は溶出試験(試料を10倍で水で溶出)で1.5 ppmであり、掘削物中、鉍滓埋立域内は総て不合格であるが、周辺部は合格している。その6価クロムと溶出液のpHとの間には図—5のような関係が認められ、掘削物が高pHであるほど6価クロムが多い。他の有害金属の溶出はほとんど認められない。

そのクロム鉍滓埋立地から浸出した水による地下水汚染を調べるために、工場敷地内の地下水流向の下流に当る3地点、工場内の他の5地点に深さ3 mの井戸を掘り、採水して分析した成績は表—6の通りである。下流の地下水は6価クロム、水銀が総て水道法の基準に不合格、ひ素、鉄、

表—6 クロム鉍滓埋立地と周辺の地下水水質

金属成分	水道法による 水質基準 ppm	埋立下流の地下水 ppm		埋立域外の地下水 ppm	
		最低～最高	不合格率%	最低～最高	不合格率%
pH	5.8～8.6	7.15～7.25	0	6.80～7.60	0
総クロム ppm	—	tr～1.1	—	tr	—
6価クロム ppm	0.05	0.08～1.1	100	tr～0.02	0
水銀 ppm	0.0005	0.008～0.210	100	tr～0.009	60
ひ素 ppm	0.05	tr～0.08	67	tr～0.16	40
カドミウム ppm	0.01	tr	0	tr	0
鉛 ppm	0.1	tr	0	tr	0
鉄 ppm	0.3	tr～53	67	tr～0.20	0
銅 ppm	1.0	tr	0	tr	0
亜鉛 ppm	1.0	0.03～0.36	0	0.04～1.7	20
マンガン ppm	0.3	tr～5.0	33	tr～1.5	40
ニッケル ppm	—	tr	—	tr～0.1	—



図—6 クロム鉍滓埋立跡地の応急対策

マンガンなども不合格になりやすい。その他の地下水も水銀、マンガンで不合格になりやすい。

その地下水は周辺でも全く利用されていないし、工場敷地外の地下水も調査したが総て水質基準に合格していたので、短期間には実害を起こす危険性はないとみられる。東京ではその埋立跡地に硫酸第1鉄を添加して還元しているが、その方向での無害化は図—5の関係からみて、中和剤の同時添加が望まれる。某所では図—6のよ

うなアスファルト舗装を図-3に示した広さにほどこして、降雨の浸透を防ぐようにしており、さらに、図-6のように地下水下流部に浅井戸を設け、絶えず揚水して、その水を処理し、地下水に有害物が混入して敷地外に出ることを完全に防止することを奨めている。その地下水を河川に排出しても水質汚濁防止法の規制値以下である。

5. 水銀含有ヘドロの浚渫埋立方法と現位置固化技術

水俣、徳山をはじめ、全国各地の河川、港湾で水銀ヘドロの堆積が発見され、大きい社会問題になってきた。その発生源の多くは水銀電解法を採用していたソーダ工業であり、現在その排出はほとんど止っているが、過去の環境を復元することが大事業となっている。その1例として某地区に水銀を含むヘドロ堆積河川が見つかり、

表-7 河川に堆積した水銀ヘドロの対策技術

技術の分類	具 体 的 な 方 法	問 題 点
全面浚渫埋立法	全域を浚渫し、安全化処理後に別の埋立地に処分する。	埋立地確保、安全化が困難。
二重護岸内埋立法	現護岸の先に二重に護岸を作り、浚渫ヘドロを安全化処理して、その護岸の間に埋立処分する。	河川幅が狭くなる。施工費高価。安全化処理困難。
全面閉鎖埋殺法	堆積河川の上下流を完全に閉め切り、全域を土で埋殺す。	河川廃止が必要。安全化不安。
部分閉鎖浚渫埋立法	高濃度ヘドロ堆積部分を閉め切り、低濃度ヘドロをその中に浚渫して入れ、安全化して土で埋立てる。	河川の部分的廃止が必要。舟運の保障。安全化不安
乾式現位置固化法	ヘドロ堆積域を全面的または部分的に一時閉鎖し、内水を吸出してから固化し、安全化し、次々に移動する。	施工が高価。施工中舟運停止。
湿式現位置固化法	現水面のままでヘドロ堆積層に固化剤を圧入混和し、次々に移動して、全面を固化、安全化する。	施工、2次公害対策、安全化などの技術の未開発部分が多い。

それを除去、安全化することが必要となった。その現状を把握するために、平面的、断面的な詳細な調査を繰返し、処理対象域を明らかにすると共に、魚介類への影響なども調べた。その調査と併行して、現況、立地条件に適合した安全化とそれに伴う2次公害対策技術の開発研究を行ってきた。その河川堆積ヘドロの対策技術として考えられる方法を列挙すると、表-7の通りであり、国は基本的に全面浚渫埋立法を前提にして、その除去基準(通常水銀含有率20ppm以上)を設けている。その河川は幅70mの感潮部で、対策を立てる必要のある距離は約1300m、深さは約1mであり、沿岸に多くの企業が立地し、舟運も盛んである。その現状からみて、河川を廃止したり、狭くすることは極めて困難であり、全面浚渫埋立を行っても、そのヘドロを受入れて埋立る場所を確保することも一層困難であるとみられる。そのため、技術的に開発、打開せねばならない課題が多いが、湿式現位置固化を基本にして、一部、河川底の高低をならしたり、船舶の接岸のために、少量の浚渫、固化する方法で対処することとし、必要な研究を5年間続けてきた。

その堆積ヘドロの組成調査成績の1例は表-8の通りであり、水銀以外にひ素、鉛、鉄、銅、亜鉛なども多い。しかし、溶出してくる有害物質はない。硫化水素などの悪臭物質も多い。その水銀は乾燥によって85~97%揮散する金属水銀の形で含まれ、その他は硫化水銀のような形とみられる。

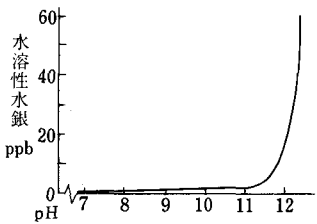


図-7 ヘドロの水銀溶出とpHとの関係

表-8 堆積ヘドロ組成の1例

分析項目	含有量 mg/乾物kg	溶出試験 ppm
水分%	65.7	—
可燃分乾物%	12.9	—
pH	—	8.75
水銀	70	ND
ひ素	49	ND
カドミウム	19	ND
鉛	2,000	ND
クロム	690	ND
マンガン	120	ND
鉄	190,000	ND
ニッケル	100	ND
銅	1,100	ND
亜鉛	7,200	ND

そのヘドロを固化しようとしてセメントを添加すると、セメント中の石灰分がヘドロの水中に溶けて強アルカリ性(普通はpH11.5以上)となり、そのために、図-7に示すようにもともと不溶性であった水銀が水溶性となり、有害性が著しく強まることになってしまう。それはヘドロに含まれている硫化水銀がpH11.5以上でチオ水銀酸イオン(HgS_2^{2-})になるためとみられ、純物質を用いた実験でも実証できた。

ヘドロの固化、安全化については表-9に示すような種々な技術が知られているが、実際の水銀ヘドロについて保障されているものは少ない。施工によって、悪臭、アルカリ性廃水などの発生するもの、固化強度(4週間養生での1軸圧縮強度で1kg/cm²以上が望まれる)に問題のあるものなどがある。単なるコンクリート固化は前記のように水銀溶出があるので、キレート剤などの封鎖剤を添加したコンクリート固化法は有望とみられやすいが、実験の結果、十分な効果がなかった。セメントの金属封鎖作用はエトリンジャイトによる捕捉であるといわれて

表-9 水銀含有ヘドロ固化、安全化のための種々な技術の比較

技術の分類	具体的な方法	問題点
生石灰固合法	乾式では発熱固化。湿式(水中)は添加困難。	固化強度小。アルカリで水銀溶出。
珪酸ゾル固合法	中性にした珪酸ゾル添加。水銀は不溶化。	悪臭発生。固化強度小。
コンクリート固合法	注入容易。固化強度大。乾式で養生を充分する。	湿式ではアルカリで水銀溶出。
珪酸添加 コンクリート固合法	酸性側で珪酸を添加、混和後、セメントを添加して固化させる。	悪臭発生。固化強度小。
封鎖剤添加 コンクリート固合法	種々な水銀封鎖剤が市販されており、それを加えてセメントで固化。固化強度大。	水中、アルカリ性での封鎖効果疑問。 有機性封鎖剤は長期間で変化。

きたが、空間養生の場合にはその効果があるかも知れないけれども、水中養生や湿式現位置固化では凝結してエトリンジャイトが生成する前に、セメントのアルカリによって、水銀などが水中に溶出するものとみられる。

そのため、pHが11.5以下で強度の大きい固化の可能な方法を検索してきた。種々な種類のセメント、緩衝作用の強い添加剤、水銀封鎖剤などによる水銀ヘドロのコンクリート固化実験を行い、その結果、図-8に示すように、セメントに珪酸アルミを添加して固化する方法が最も適していることを明らかにした。すなわち、ヘドロ乾量に対して、珪酸アルミ3%以上、セメント30~35%(pHと価格とから、高炉セメントが適切)を添加することになる。珪酸アルミの代りに、水ガラスと硫酸バン土を併用しても同じ効果があり、経済的である。

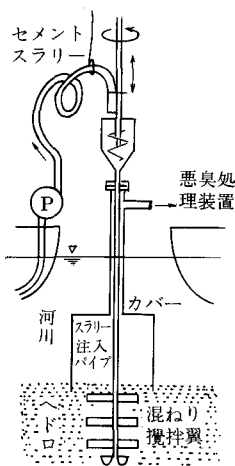


図-9 ヘドロへのセメント注入、固化装置

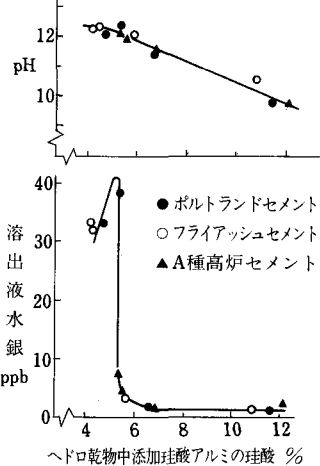


図-8 ヘドロのコンクリート固化における珪酸アルミ添加の効果

湿式現位置固合法を実際の河川で施工する方法、2次公害対策などについても検討を加え、図-9のような注入固化装置も工夫しており、施工時の濁水の分散、悪臭発生などにも適切に対応できるとみられる。

6. 各種無機性産業廃棄物の自社内処分地の実態

現在、産業廃棄物のほとんどは、最終処分を請負業者に委託しており、排出者はその処分によって悪影響が出ないように中間処理している。そのような埋立処分する廃棄物から有害物質が溶出して、公共水、地下水などを

汚濁しないように、廃棄物処理法によって、溶出試験とその溶出液中での濃度が規定されている。古くからの製鉄所、無機化学工場などでは、自社の廃棄物を処分するために、自社で広い処分地を確保してきており、現在でもそのシステムを続

けている企業もある。

4のクロム鉍滓埋立地もその自社内処分地である。それは廃棄物を一種の原材料、中間産物として、自社内の雨ざらしの敷地に保管していると解釈している向きもあるが、クロム鉍滓の例からみても、そのまま工場跡地とし

て売却される危険性があることからみても、一般の産業廃棄物の埋立処分地と同じとみて、規制を徹底しなければならない。

そのため調査に応じた製鉄、鉄鋼関連工場、無機化学工場など7工場の自社内処分地について、その広さに応じて各々2～4箇所を掘削して、その成分分析、溶出試験などを行った。各処分地掘削物の溶出試験の成績のうち、各工場での最大値をまとめると、表一10の通りであり、Y、S、L社は規制に不合格なものである。高炉、転炉、平電炉などの廃棄物は通常無害であるとみられていたが、自社内処分地にはカドミウムの溶出するようなものを埋立していたことになり、磷酸製造工場でもひ素や有機塩素化合物の多量に溶出するものが埋立られていたことになる。それらの処分

地はその結果に基づいて、封鎖埋立にしたり、撤去後コンクリート固化している。その自社内処分地掘削物の金属含有率の調査成績のうち、水銀、鉛、ひ素、カ

表一10 自社内処分掘削物の溶出試験における最大値

調査対象工場	規制値	Y	N	K	T	S	L	F
業 務 内 容	()は海洋投棄の値ppm	高炉 転炉	高炉 転炉	鑄 物 その他	鋼 管	平電炉 その他	磷酸とそ の化合物	酸化チタ ン・硫酸 そ の 他
水 銀 ppm	0.005	tr	tr	0.0006	tr	0.0009	tr	tr
鉛 ppm	3	tr	tr	tr	tr	6.3	tr	1.6
6 価 クロム ppm	—	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
ひ 素 ppm	1.5	0.70	tr	0.06	tr	0.03	120	0.03
カドミウム ppm	0.3	2.3	tr	tr	tr	10.0	tr	tr
シ ア ン ppm	3	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
P C B ppm	0.003	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
油 分 ppm	()	257	10	tr	tr	tr	tr	tr
有機塩素化合物 ppm	(40)	99	tr	tr	tr	tr	152	tr

表一11 自社内処分地掘削物中の各種金属含有率平均値と土壌成分との比較

金 属 成 分	土壌存在度 (ppm)			試料の平均土壌存在度に対する倍率(倍)						
	最高	平均	最高/平均	Y	N	K	T	S	L	F
水 素	0.3	0.03	10	—	38.3	2.7	0.67	7.3	114	59.0
鉛	200	10	20	42.7	33.7	12.1	4.1	1620	29.9	58.3
ひ 素	40	6	6.7	73.8	4.3	0.07	0.25	3.0	238	1.6
カドミウム	0.7	0.06	11.7	415	86.7	15.0	26.7	264	308	—

ドミウムについて、4のクロム鉍滓の場合(表一5)と同様に、土壌存在度の平均値に対する倍率を算出し、土壌存在度の最高/平均と比較してみた。その結果は表一11の通りであり、調査した総ての掘削物がいずれかの金属で土壌として異常なものであるといえる。土壌存在度の最高/平均で示したバラツキの大きさにさらに10倍の異常さを示す自社内処分地はY社(ひ素、カドミウム)、S社(鉛、カドミウム)、L社(水銀、ひ素、カドミウム)であり、将来、見かけだけが一般の土壌のように見えても、正常な生物が生育したり、人の住める土地になるとは考えられない。

自社内処分地のそのような実態からみて、現在各地で実施されている請負業者による埋立事業でも、同様の危険性が内在していると考えられる。業者による処分地の科学的調査はほとんど行われておらず、実態は把握されていない。法的にも埋立跡地の掘削、調査を行い、対策を立てることはまったく規定されていない。

7. 廃棄物埋立の進め方と跡地管理のあり方

廃棄物埋立の環境影響が問題となってから、かなりの年月を経ており、その間に都市ごみ埋立の2次公害対策

などは進歩したが、産業廃棄物を含めて各地でトラブルも続き、埋立用地の取得難は一層深刻になってきている。埋立を要する廃棄物を無くすることが最も望ましい方向であるが、それに限界があるとなると、埋立処分の進め方を抜本的に見直し、現時点でも、将来的にも不安が残らない調査、審査、受入れ、管理などのシステムを確立しなければならない。さらに、過去に埋立たり、排出した廃棄物での埋立跡地、堆積ヘドロなどによるトラブルは4、5、6に示したように、何らかの解決をはからねばならず、その応急対策を講じると共に、環境を復元するための施策を採らねばならない。そのような対策によって、生産や生活によって排出される埋立不可避な廃棄物の最終処分地取得とその作業を将来共、可能にしなければならない。

廃棄物埋立をこれから進める場合に、その適正化のために採るべき実施項目とその実施機関や作業内容をまとめると、表12の通りである。埋立地という受皿があったり、書類上適正に処分することを約束する請負業者がいると、排出企業は廃棄物を安易に排出しやすく、都市ごみの場合も、分別、選別などで減量する努力をおこたりやすい。その無排出化、資源化が根本であるので、企業に対してそれを誘導するコンサルティング、助成、廃棄物交換制度、共同資源化施設の整備などを進め、特に、埋立不可能な廃棄物（通常、貴重な資源を含んでいる）の再利用を奨める必要があり、都市ごみに対しては、シビールミンマムを超えるごみ排出者に強いペナルティをかけるような施策、迷惑ごみの回収に生産者責任を問うような法規制などを実施しなければならない。

表12 埋立処分のための産業廃棄物の調査・審査・受入れ・管理

分 類	実 施 項 目	実施機関	内 容
廃棄物量および物性調査	埋立廃棄物量調査	調査機関	埋立を要する廃棄物の最小・最大・平均など年間変動を調査。
	廃棄物発生原因調査	排出企業	発生までのフローシート。減量の努力とその経過。排出理由。
	物理的特性調査	調査機関	粒度分布、圧縮性、可塑性、溶解性、比重など。
	化学的特性調査	“	各種成分含有量分析、溶出試験、埋立時の化学変化など。
廃棄物に対する審査・指導	調査書・サンプル提出	排出企業	上記4項の調査書類と審査請求書、サンプル（保存）。
	有害性審査	審 査 会	溶出試験での合否判定。成分、物理性などを検討する。
	2次公害危険性審査	“	汚水、悪臭、ハエ、火災などの発生や跡地地質への影響検討。
	埋立作業性審査	“	粘性、吸水性、粒度、比重、水分などで判定。
	減量方法の指導	“	無排出化や資源化の可能性を検討し、必要に応じて努力要請。
搬入方法の指定とチェック	搬入許可条件決定	“	必要に応じて前処理を指示。埋立の難易度ランクを判定。
	搬入先の指定	事業主体	搬入物で処分地指定、同じ処分地でも投棄場所を変える。
	搬入方法の指定	“	搬入通路、前処理方法、中継地、ダンプ方法など。
	搬入日時の指定	“	断続搬入の場合は曜日、月日など。
	埋立手数料算定・契約	“	原則として難易度ランクにスライド。契約書交換、調印。
	搬入物チェック態勢整備	“	審査会提出サンプルを現場ゲートに置き、照合する。
埋立作業方法の決定	抜取検査態勢整備	調査機関	不定期に搬入廃棄物を抜き取り、物理性、化学性を調査。
	前処理計画	事業主体	破碎、混合、選別仮置、コンクリート固化など。
	覆土計画	“	覆土材料の手配。材料採取跡地の環境保全。材料搬入方法。
	2次公害防止計画整備	“	浸出污水处理施設、ガス抜き配管、そけ混虫防除装置など。
	埋立作業態勢整備	“	機材、労務者、副資材、管理棟などの手配。
の 決 定	跡地管理態勢整備	“	跡地利用計画決定。地耐力、沈下状況などの調査。

表12は演者らも協力して三重県および三重県環境保全事業団が実施している産業廃棄物埋立事業の進め方を参考にしてまとめたものであり、事業主体はその事業団（県および企業出資の第3セクター）、調査機関は同事業団の別部門であり、県が主催する埋立用土審査会で個別審査と減量のためのコンサルティングを行っている。岡山県環境保全事業団でも、ほぼ同様のシステムで埋立事業を行っている。その方法によると、簡単な処理施設や公害対策だけで、長年月にわたって2次公害を発生しておらず、跡地利用にも支障をきたしていない。

4, 6のような自社内埋立も危険性を孕んでいるので、雨ざらしでの原材料、廃棄物の保管を総て厳しく調査規制すると共に、既埋立跡地で問題のあるものに対する除去、安全化を含む対策が強制できるようにしなければならない。その自社内埋立地と同様に廃棄物処理業や無許可業者による埋立処分地が各地に散在しており、その作業や跡地の実態などはほとんど調査もなされていない。それらが住宅地、農用地などに変わる可能性があるので、その事業に対しても、前記の公共関与の最終処分と同じシステムで審査、管理することが必要である。また、廃棄物処理法施行後の総ての埋立跡地と今後の埋立地について、その用途変更時には一定深さまで掘削し、その掘削物を組成分析、溶出試験を行ったり、地層の分布を調べたり、地耐力を測定することを義務付け、それに基づいて用途制限を行うべきである。その埋立地は永久保存の詳細な地籍簿を作り、埋立廃棄物の内容を添付するようにし、土地売買時にそれを明示するようにすべきである。埋立跡地といえども、不自然な性質の土地にならないように、埋立廃棄物の規制を強化する必要があると考えられる。