

浸出水の水質経年変化

—— 管理型産業廃棄物最終処分場 ——

Behavior of Leachate Contamination in the
Controlled Landfill Site ; Estimating the
Leachate by the Division of Landfill Term

長 森 正 尚 小 野 雄 策

Masanao Nagamori, Yusaku Ono

1 はじめに

各種産業活動を通じて排出される様々な産業廃棄物の処理は、廃棄物最終処分場にその大部分を依存している。埼玉県内では処分場の確保難などから、近年破碎処理などの中間処理などが急速に進んでいるが、最終的には埋立処分に頼るしかなく、今後も埋立処分は継続していくものと考えられる。

わが国の平成2年度における産業廃棄物の総排出量は約39,500万t/年で、その5年前の昭和60年度の約31,200万t/年に比較して26%増を示していた¹⁾。そのうち再生利用量、中間処理減量等を除いた最終処分量合計は、昭和60年度に9,100万t/年、平成2年度に8,900万t/年を占めており、ほぼ横ばい状態である。また、埼玉県では最終処分量合計は、昭和63年度の267万tから平成2年度の284万tと徐々にではあるが増加しており²⁾、国及び県の現状を考慮すると、今後も横ばい又は多少の増加傾向が続くと予測される。

このような状況の中で、廃棄物を自然環境へ安全に還元することは環境保全上必須条件となる。そのため、適正な埋立処分を行うことが最終処分場の周辺環境への汚染を防止する上で必要である。埋め立てられた廃棄物は最終処分場内で分解され、または雨水などにより汚濁物質が洗い出されて環境周辺に影響を与える。たとえば、有機物を主体とした廃棄物の場合には土壤中の微生物の代謝活動により、廃棄物に含まれる有機物が分解され有機汚濁物質が溶出してくる。また、

雨水が埋立廃棄物層に浸透すると、雨水と廃棄物が接触して廃棄物表面に付着している微細な固形物や液状物質が洗い出され、さらには水に溶解しやすい無機物質などが廃棄物層から溶出されて（この過程を「洗い出し過程」と呼ぶ）浸出水となる。このため多くの有機・無機成分が浸出水として溶出してくるのである。したがって、この浸出水を安全に処理し周辺環境への汚染を未然に防止するためには、浸出水の水質を把握し、その発生源である「埋立廃棄物の分解」及び「洗い出し過程」の知見を得ることが必要となる。

しかし、わが国における最終処分場の調査の多くは、市町村における一般廃棄物最終処分場の解析事例が多く、産業廃棄物を埋立てた民間の最終処分場についての解析事例は数少ない。また、解析項目としては、廃棄物の種類や量、及び浸出水量と降水量の関係、さらには浸出水の水質などについて解析されている。しかし、廃棄物分解過程における溶出物質の消長を解析した事例は少ないものと思われる。特に降水量・埋立廃棄物量・浸出水量の三者の相互関係の解析事例はほとんどない。

そこで、今回は埼玉県内にある埋立中の管理型最終処分場における埋立産業廃棄物の種類や量を調査し、また特徴的な廃棄物の分解過程を区分けしてその埋立期間ごとにおける降水量と浸出水の水質について解析を行ったので報告する。

棄物投入量は、埋立開始直後は少ないものの、3年から6年目までは5～6万t/年で推移し、7・8年目には約20万t/年が埋め立てられていた。その後、処分場の拡大に伴い、9年目の4月から6月までの間は廃棄物の投入を休止しており、10年目以降は調整をしながら5～10万t/年の投入量となっており、現在も埋立中である。また、現在までの総埋立量は105.9万tである。

さらに、埋立開始後1～2年目頃から廃棄物の分解に伴うガスの発生が目立ち始めたため、ガス抜きのための多孔管が集水装置に取り付けられた。また、埋立3年半後にはメタンの濃度が6.1VOL%に達しており、発生ガスによる周辺環境への影響を防止するため、埋立開始後7年目からガスの燃焼を始め現在でも燃焼中である。

3 汚濁物質の溶出過程の分類と評価

浸出水の水質は廃棄物層内の廃棄物の種類により異なることが多く、一般に有機性の廃棄物では微生物による分解作用を受けて浸出水中のBODやTOC成分などが高くなる。他方、無機性の廃棄物では Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} などの可溶性の塩類が多く洗い出されてくる。

このような水質の変化は、廃棄物の種類や量だけでなく浸出水の直接的な原因である雨水等の降水量による影響が大きい。しかし、最終処分場に降った雨がすぐに浸出水となるわけではなく、蒸発したり廃棄物層内を滞留したりして徐々に浸出してくる。このために、浸出水の水質は降水量と蒸発散量及び廃棄物層内の間隙水の滞留時間（廃棄物層の厚さ）により異なることが多い。さらに、微生物学的には有機性廃棄物が好気性菌により分解されると廃棄物層内の酸素が消費されて還元状態となり、活動する細菌類が好気性菌から嫌気性菌へと移行する。この嫌気性分解の場合は一般に有機物の分解速度が遅く、分解生成物としてメタンなどの可燃性ガス、または有機酸や硫化水素などの悪臭物質を生じることが知られている。このように微生物の種類や活性によっても浸出水の水質は異なる。

以上のことにより浸出水の水質に影響を与える因子を大きく分けると、有機性廃棄物の「分解溶出物」と無機性廃棄物の洗い出し作用による「塩類」が考えられる。ここでは、有機性廃棄物の分解過程を示すものとして「BOD」を取り上げ、他方無機性廃棄物の洗い出し過程を示す塩類の代替として「電気伝導度」（以後ECと記す）を取り上げて浸出水の水質を解析した。

この水質の変化は廃棄物層内の微生物活性や間隙水の滞留時間の違いによって異なるので、このような観点に従って汚濁物質の溶出過程を分類した。

初めにBOD値とEC値の変化を図4と5に示し、浸出水の水質変化について説明する。BOD値は埋立当初急激に高くなり、以後徐々に減少する傾向にある。埋立中にも関わらず埋立40月目頃からBOD値が減少するのは、間隙水の滞留時間が長くなり廃棄物層内で分解が進行するためと考えられる。このことは小野らの室内実験³⁾でも論証されているように土壌などの固形物が浸出水に含まれるとTOC成分が5日くらいで80%以上分解されることから理解できる。EC値についてみると、埋立当初急激に高くなるが、その後増減はあるものの約10mS/cmの値を維持していた。新しい廃棄物が投入されるにも関わらず、一定値に近づくことは特記すべきことである。この現象は不明な点が多いが、塩類の溶解度や層内温度さらには廃棄物の圧縮による圧力等の影響や廃棄物層内の「水みち」の問題など、今後多面的に解析することが必要である。

次に、浸出水中の汚濁物質の溶出過程を分類し、区分けされた期間の汚濁物質の動向を評価するためにBOD値とEC値の相関係数を取り図6に示した。ただし、各プロットの相関係数の値は埋立開始後からの各経過月ごとに埋立初期から全データを計算しなおして図示したものである。これによると、BOD値とEC値の関係は山なりの相関係数の分布になった。埋立開始当初は低い値で、その後20月目までの間に急激に上昇し数か月間は相関係数が0.9以上を維持していたが、その後徐々に減少し続け最後にはほとんど相関がなくなった。その過程をⅠ・Ⅱ・Ⅲ・Ⅳの4期に区分してみた。

第Ⅰ期は、急激に有機物が分解されBOD値が高くなり塩類も洗い出しにより急激に高くなるため、BOD値とEC値の相関が高くなる時期とみなした。この時期は、埋立てられた廃棄物層に雨水等の水が浸透し廃棄物層の保水能力（廃棄物含水量）を越えない不飽和状態から飽和状態へと移行すると考えられる。この時期を廃棄物中の間隙水の不飽和浸透から飽和浸透への転換期と考えると、初めに間隙水は層内に均等に浸透せず、水みちなどができて有機物（BOD）や塩類（EC）の溶出が不均一に流れ出し、その後飽和浸透に移行するため有機物や塩類が大量に溶出する時期と考えられる。また、この時期は埋立ての際に空隙に混入した空気存在で好気性分解が生じているため、

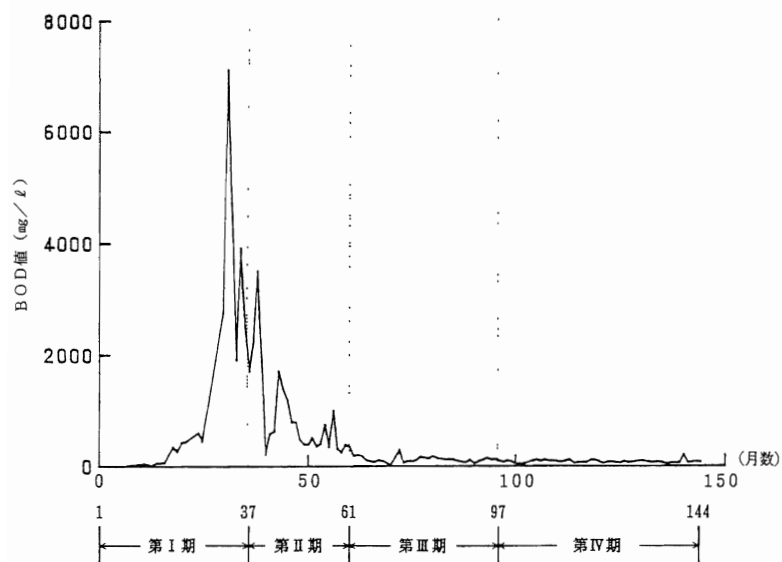


図4 浸出水中のBOD値の経月変化

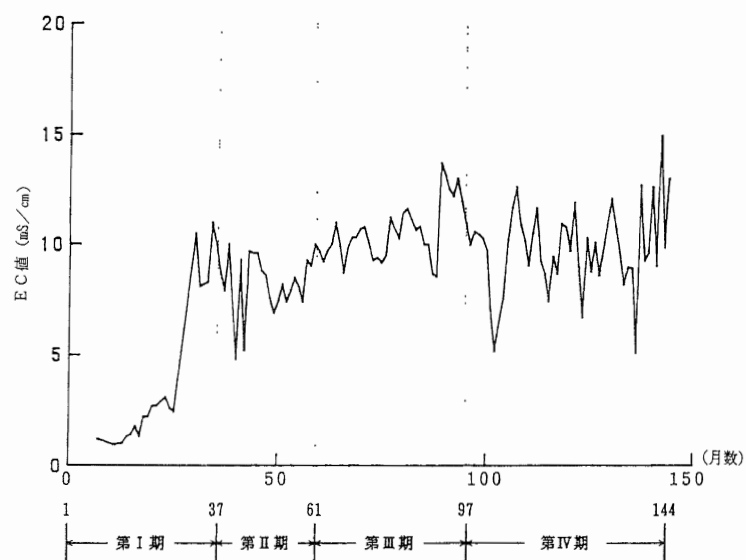


図5 浸出水中のEC値の経月変化

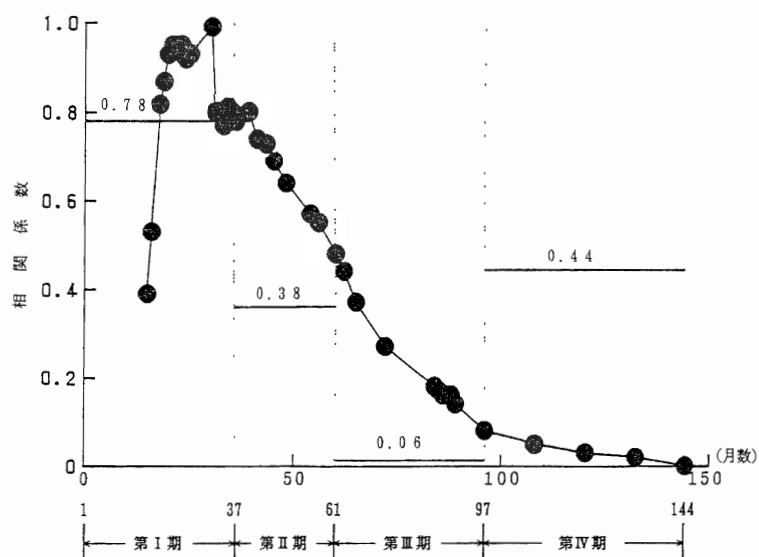


図6 BOD値とEC値の相関係数の分布図及び各区間における相関係数（各プロットの値は経過月ごとの全データによる相関係数）

有機物の分解速度が速いものと推察される。

第Ⅱ期は、酸化状態から還元状態へと急激に移行する時期と設定した。この時期は有機物の分解が急激に遅くなり、他方塩類の溶出は第Ⅰ期後半の飽和浸透時期と同様に高い値を示していると考えられる。そのため、BOD値の減少にも関わらずEC値が高い値を示しているため、相関係数が急激に低くなるものと思われる。また、この時期は廃棄物層が徐々に厚くなり、それに連れて間隙水の滞留時間も徐々に長くなるため、間隙水中のBOD成分は微生物により分解が進み急激に減少することとなる。他方、COD成分としては微生物分解に関与しない有機物や無機物の影響を受けてBOD成分ほど減少しなくなる。そのため、COD値より高い値を示していたBOD値が逆転し、COD値より低くなる時期がおとずれる。この区間を明確に表現しているのが、図7に示したBOD値とCOD値の経月変化である。埋立開始時からBOD値>COD値であったものが、61月目にはBOD値<COD値と逆転している。そこで、この時期までを第Ⅱ期とした。

第Ⅲ期は、徐々に廃棄物層が厚くなり滞留時間が長くなるために第Ⅱ期より間隙水中の有機物の微生物分解が長時間かけて行われるので、洗い出し過程の塩類の溶出に比べBOD成分の減少が第Ⅱ期よりさらに大きくなる時期とみなされる。そのため、洗い出し過程を表現するEC値と生物分解過程を表すBOD値の間で相関が第Ⅱ期よりさらに低くなる時期である。

第Ⅲ期と第Ⅳ期の境をどこに設定すべきか問題とな

るが、BOD値とEC値の相関が極端に低くなる97月目を境界線とした。

第Ⅳ期は、廃棄物層が一層厚くなり、かつ廃棄物層自身の荷重により空隙が減少し、雨水等が浸透しにくくなるとともに、浸透した水も毛細管現象などにより廃棄物層を上下するなど、廃棄物との接触時間が第Ⅲ期よりさらに長くなる時期と考えられる。BOD成分は層内の滞留時間が相当長くなるため分解が進み、BOD値がさらに低くなる時期である。

上記のように、浸出水中の汚濁成分の溶出過程が埋立時期ごとに異なるので、各期間の特徴を明記する。

- a. 第Ⅰ期は廃棄物中の有機成分が好気性分解を受け雨水により溶出されるとともに、塩類が直接洗い出される期間とした。(期間：1～36月目)
 - b. 第Ⅱ期は、有機物の嫌気性分解が進行する時期で、かつBOD値>COD値の状態であり、塩類の濃度が一定値に近づく期間とした。
(期間：37～60月目)
 - c. 第Ⅲ期はBOD値<COD値に変化する時期(61月目)を境に、間隙水の滞留時間が長くなり、他方塩類は月変動が大きいものの一定値に近づいた期間とする。(期間：61～96月目)
 - d. 第Ⅳ期は、間隙水の滞留時間が第Ⅲ期より一層長くなり、BOD値がかなり減少するとともに、塩類は月変動が大きいものの一定の中央値を維持していた期間とする。(期間：97～144月目)
- 以後は、この区間設定に基づき考察する。

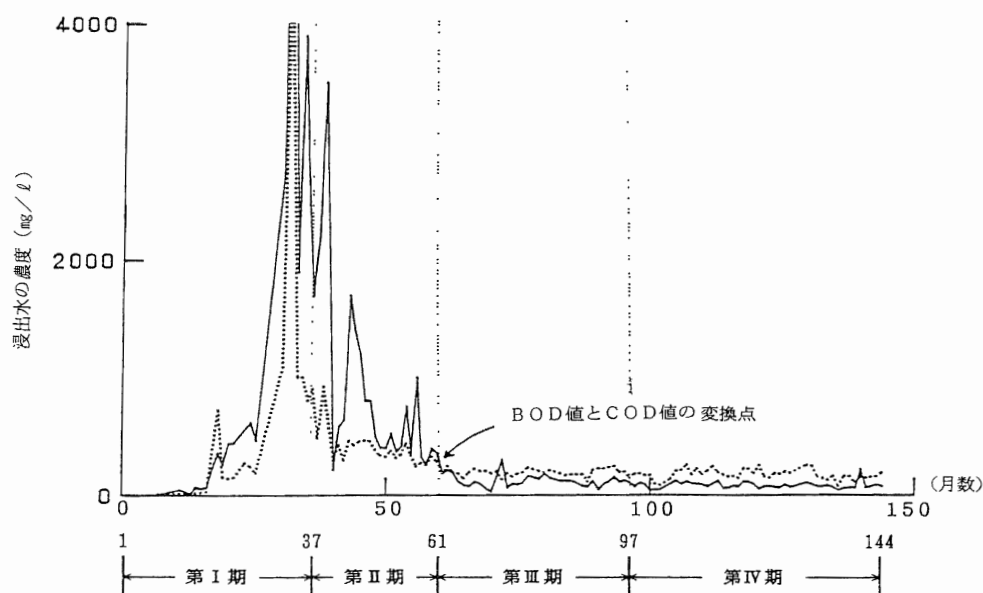


図7 BOD値とCOD値の経月変化
(— : BOD値, : COD値)

4 降水量と浸出水量の関係

浸出水量は主として降水量により変動するので、浸出水量と降水量の関係について検討を行った。浸出水量は第Ⅲ期途中の埋立開始73月目以降について観測データを入手できたので、この時期以降について解析を行うこととした。なお、降水量は当該地域を管轄する気象庁地方気象台の観測データを使用した。

処分場に入る降水総量は、最終処分場の周辺に雨水側溝が設けられているので降雨時における雨水の差し込みを無視し、降水量と埋立地面積の積とした。図8に降水総量と浸出水量の経月変化を示す。降水総量は、季節変動が明確であり夏期の8～10月が最大降水量となっているが、浸出水量は季節変動が明確には現われていなかった。また、明らかに降水総量に比べ浸出水量が少ないことが分かる。そこで、図中の6年間の降水総量と浸出水量を平均すると、降水総量の23%が浸出水として放出されていることが判明した。これは最終処分場における蒸発散量と廃棄物層の透水量の関係によるが、本来は供給水分量・埋立地表面状態・廃棄物層の特性・埋立地底部の状況・埋立工法等の相互作用により決定されるものである。このため、浸出水量は埋立時期により異なることが考えられる。

そこで、浸出水量の変化を見るために浸出水量を拡大したものを図9に表した。この図から第Ⅳ期に入ると浸出水量が減少しているように見える。雨水等は廃棄物層を浸透し浸出水として放出されるので、廃棄物層が厚ければ厚いほど浸出水の滞留時間が長くなり、また蒸発散量も増加するものと考えられる。ここでは、降水量が遅れて浸出水量に影響を与えるものと仮定し、第Ⅲ期とⅣ期とを別々に浸出水量を1から5か月遅らせて降水量と浸出水量の相関を取り図10に示した。

この降水量と浸出水量の相関係数は、第Ⅲ期及び第Ⅳ期ともに相関が低いものの、第Ⅲ期の方が幾分相関が高かった。第Ⅲ期及び第Ⅳ期は2か月遅れで相関が高くなることから、雨水が2か月遅れで浸出水として排出される可能性が高いと推察される。また、第Ⅳ期では第Ⅲ期と比べ降水量との相関が低くなる傾向にあることから、浸出水量の季節変動が小さくなることを示唆しているものと思われる。また、この傾向がみられた第Ⅲ期とⅣ期の境（96月目）での埋立深さは約25mで、廃棄物投入量は70～80万tであった。これは、廃棄物層内が徐々に圧縮され密な構造をとるとともに、25mもの廃棄物層を通過するため雨水の浸透速度が遅

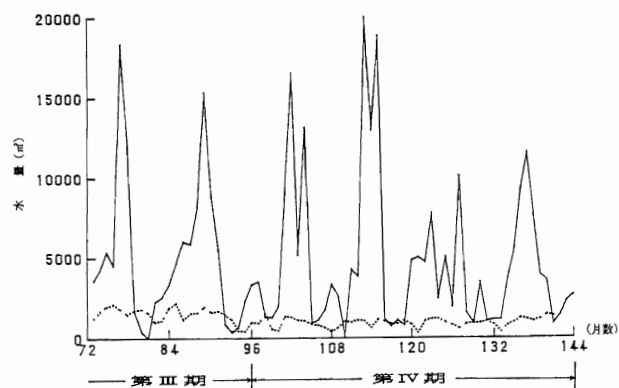


図8 降水総量と浸出水量の経月変化
(— : 降水総量, : 浸出水量)

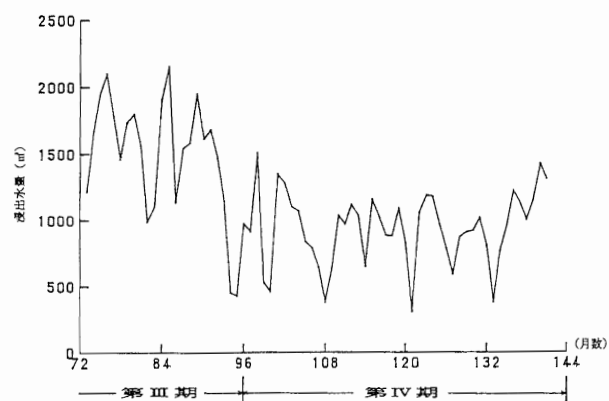


図9 浸出水量の経月変化

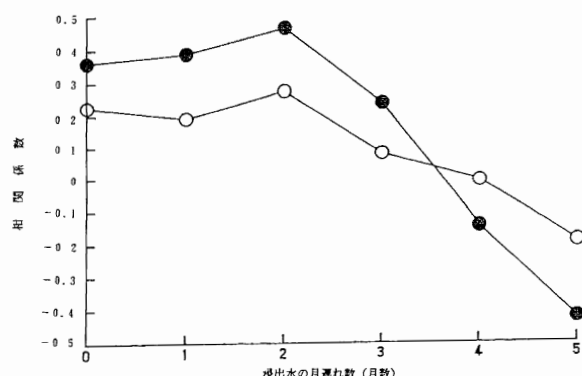


図10 降水量と浸出水量の関係
[浸出水の月遅れに伴う相関関係の変化]
(● : 第Ⅲ期, ○ : 第Ⅳ期)

くなり降雨の影響を受けにくくなるためであり、かつ蒸発散量も滞留時間が長くなるために増加する傾向にあって、浸出水量が減少するものと考えられる。

以上のことから、浸出水量に影響を与えているのは廃棄物層の層厚であることが判明した。さらに、この層厚が厚くなればなるほど浸出水量も減少し、かつ降雨量の影響も受けにくくなる可能性が高いことも分かった。

5 浸出水の水質変動

浸出水中の無機成分及び有機成分について欠測データが多いものの、埋立開始後10月目から、浸出水の水質変動について各区分ごとに解析を行った。

分析項目は、pH・EC・BOD・COD・TOC・揮発性有機酸類・T-Hg・Cd・Pb・Cr⁶⁺・As・CN・Cu・Zn・Fe・Mn・Ni・T-Cr・Na・K・Mg・Ca・Cl⁻・SO₄²⁻・トリクロロエチレン・テトラクロロエチレン・1,1,1-トリクロロエタンの27項目である。

5・1 無機成分

浸出水中の含有量が多い無機成分はNa・K・Mg・Caなどの塩基類やCl⁻などで、重金属類などは含有量が低くその中でもFe・Mnが幾分多い程度であった。

5・1・1 pH値の推移

pH値の推移を図11からみると、変動は大きいもの第Ⅰ期には平均7.9あったものが、第Ⅱ期から下がり始め第Ⅲ期後半から年平均7.3～7.4と変動巾が小さくなる傾向にあった。

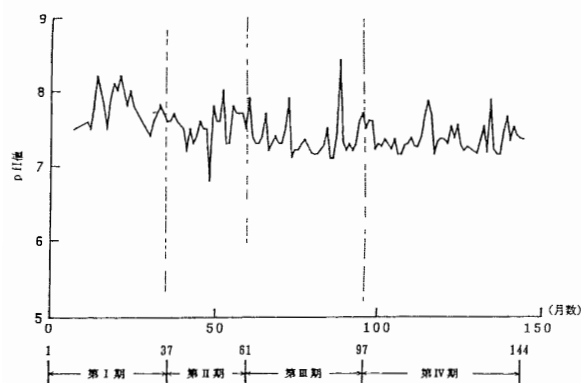


図11 pH値の経月変化

5・1・2 EC値の主成分

EC値の変化については、3の「汚濁物質の溶出過程と分類」で詳述したように（図5）第Ⅰ期からⅡ期にかけてEC値が上昇し、第Ⅲ・Ⅳ期と変動は大きいものの10mS/cm前後で安定していた。EC値の原因物質は大量に溶出される塩基イオン（Na⁺・K⁺・Mg²⁺・Ca²⁺）とCl⁻イオンであると考えられるため、これらのイオンとEC値のデータが比較的揃っている第Ⅰ期と第Ⅳ期について相関係数を計算し、表2に示した。

また、塩基イオンのデータは浸出水の懸濁物質を含む含有量値であるため正確にはイオン量を示さないが、便宜上ここではイオン量と仮定した（以後この値をイオン値とする）。

表2 EC値との相関係数

項 目	第Ⅰ期	第Ⅳ期
K ⁺	0.74	0.44
Na ⁺	1.00	0.84
Ca ²⁺	0.56	-0.02
Mg ²⁺	0.66	0.17
Cl ⁻	0.66	0.69
n	21	45

この表からも分かるように、第Ⅰ期は廃棄物から洗い出されたイオンが直接浸出水となるため、これらすべてのイオンが溶出しやすいのでEC値との相関が高くなるものと考えられる。しかし、第Ⅳ期になると、NaイオンとClイオン以外はEC値との相関が高くなかった。これは第Ⅳ期に入り廃棄物層が厚くなり、廃棄物から溶出したイオンのうちCaイオンやMgイオンなどは廃棄物層に再び吸着したり炭酸塩などとして沈着するため、吸着や沈着しにくいNaイオンとClイオンが大量に溶出しているためと考えられる。ただし、NaイオンやClイオンは第Ⅰ期でも第Ⅳ期でも相関が高く、全ての期間で洗い出しの主成分として働いている可能性が高いと考えられる。このように、伝導度だけではどのような成分が溶出しているか判明しないが、区分ごとに解析を行うと、その主成分を推察することが可能である。例えば、第Ⅰ期のEC値は多種類のイオン化した成分を表しており、第Ⅳ期では主にNaClを表現しているなど区分により溶出成分が異なることが分かる。

そこで、全期間で比較的データの揃っているClイオンとEC値から主成分を推論する。図12にClイオンとEC値の経月変化を示す。この図からも明らかに、ClイオンとEC値は全区間で比較的相関が高いようである。そこで、ClイオンとEC値について、各期間ごとに相関を取ったものを表3に示す。

このように、ClイオンとEC値は全区間を通して比較的相関が高いことが判明した。このことから全区間における伝導度の主成分の一つはClイオンであると推定できる。また、これは全期間を通して塩化物が

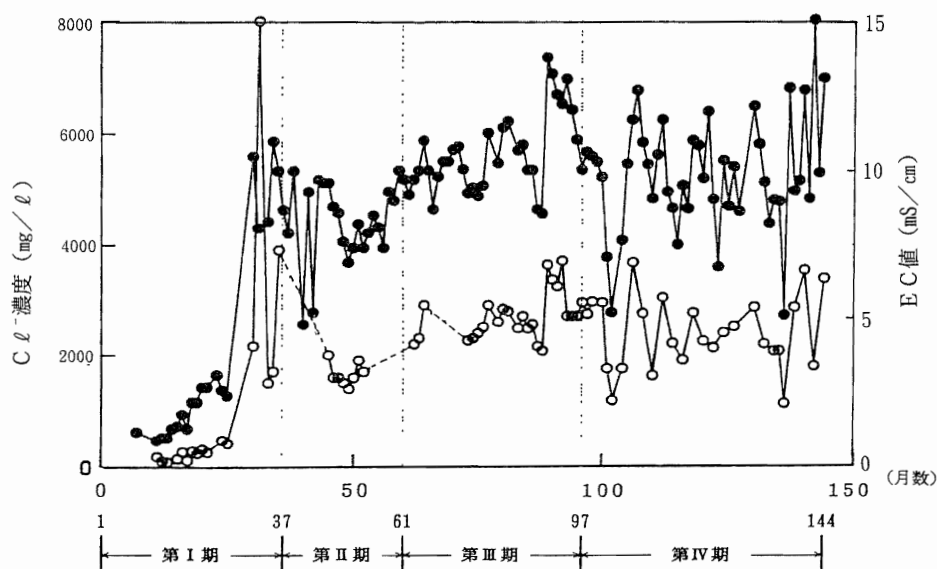


図12 Cl^- イオンとEC値の経月変化
(○— : Cl^- 値, ●— : EC値)

多く溶出してくることと同じである。さらに、EC値の主成分は Cl^- イオンの他に、 Na^+ イオンなどの塩基類であると判断されるので、塩基類と塩素イオンが塩化物を形成し廃棄物から溶出するものが主成分であると推定できる。すなわち、塩基類が NaCl 、 KCl 、 MgCl_2 、 CaCl_2 として浸出水に溶け込む割合が大きいと判断される。また、この比率も各区間により異なるものと考えられる。

特にここで特記すべきことは、主成分が塩化物であることの他に、 Cl^- イオンやEC値が埋立中にも関わらず一定の中央値に近づくことであり、この点については不明なことも多いが廃棄物層の厚さとの関係で今後検討する必要があると思われる。

表3 Cl^- イオンとEC値の相関係数

	相関係数	n
第Ⅰ期	0.66	17
第Ⅱ期	0.69	8
第Ⅲ期	0.84	25
第Ⅳ期	0.69	26

5・1・3 陽イオンと陰イオンとの収支

以上のように、廃棄物から溶出される主成分は塩基イオンや塩素イオンで、主に塩化物として溶出してくるものと判断できた。そこで、陽イオンと陰イオンの

収支関係について考察した。陽イオンとしては溶出量の多い塩基イオン($\text{Na}^+ \cdot \text{K}^+ \cdot \text{Mg}^{2+} \cdot \text{Ca}^{2+}$)を取り上げ、陰イオンとしては、溶出量の多い Cl^- イオンと比較的溶出量の少ない SO_4^{2-} イオンを取り上げて、その経月変化について図13と14に示した。

この図から明らかなように、陽イオンの主成分は Na^+ イオンで陰イオンの主成分は Cl^- イオンであることが分かる。また、欠測データが多いものの、第Ⅰ期の初期には $\text{Na} \gg \text{Ca} > \text{K} \geq \text{Mg}$ であったものが、第Ⅳ期には $\text{Na} \gg \text{K} > \text{Ca} > \text{Mg}$ となり、廃棄物層が厚くなるにつれて二価イオンより一価イオンの方が溶出しやすくなるようである。これは覆土層や廃棄物層への吸着、さらには炭酸化物や硫化物を形成して不溶化する傾向と一致する。

次に、陽イオン総量と陰イオン総量の収支関係を明らかにするため、陽イオンとして $\text{Na} \cdot \text{K} \cdot \text{Mg} \cdot \text{Ca}$ イオンのミリグラム当量数(me/l)の合計値と陰イオンとして $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4$ イオンのミリグラム当量数(me/l)の合計値を図15に示した。また、各期間ごとにおける平均値等を表4に示した。この図から明らかなように、第Ⅰ期は陽イオン $\gg$ 陰イオンであったが、第Ⅳ期では陽イオン $\geq$ 陰イオンとなっていた。第Ⅰ期で陰イオンより陽イオンが多かったのは、塩基類が硫酸塩や有機酸塩を形成しているためと考えられる。もしくは、計測上の問題として、陰イオンは濾過したイオン性のものを測定し、他方陽イオンは濾過せずに測定したものを陽イオンと仮定したために懸濁物質など

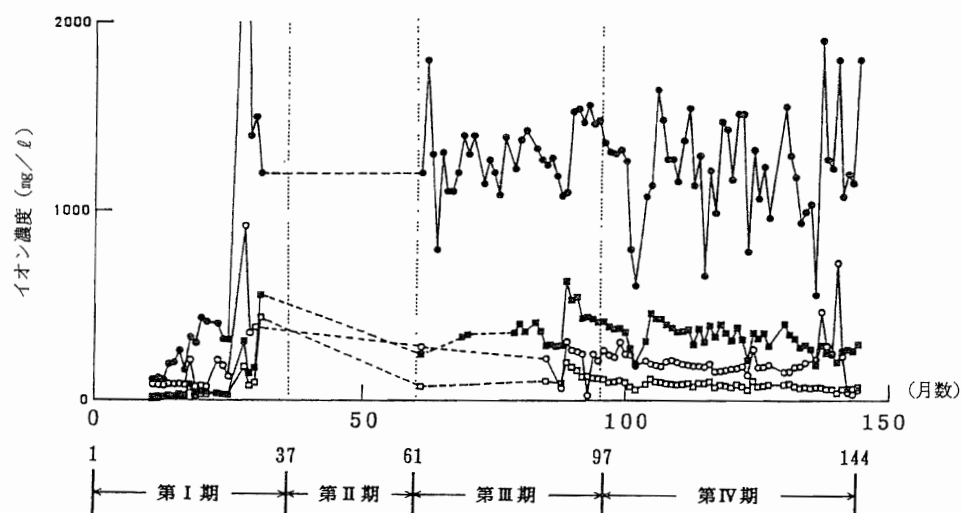


図13 陽イオン溶出量の経月変化

($\bullet$: Na, $\blacksquare$: K)
($\circ$: Ca, $\square$: Mg)

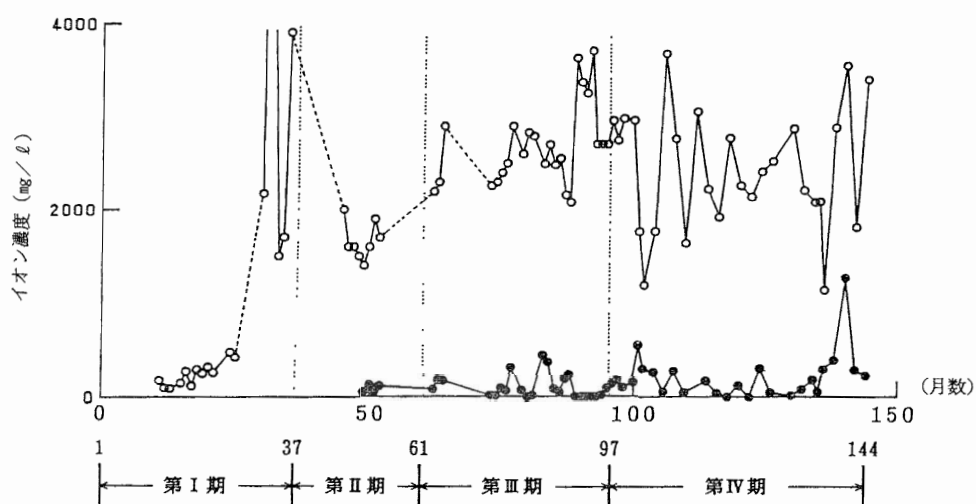


図14 陰イオン溶出量の経月変化

($\circ$: Cl^- , $\bullet$: SO_4^{2-})

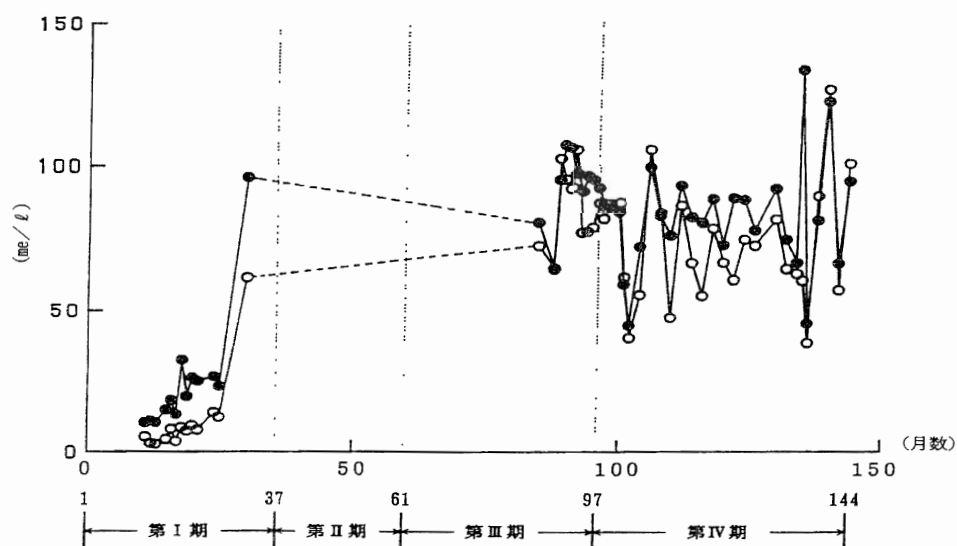


図15 陽イオン総量と陰イオン総量の収支関係

($\bullet$: 陽イオン総量)
($\circ$: 陰イオン総量)

の組成をなす塩基類が陽イオンとして加算されたためと考えられる。

また表4から、塩基類がすべて塩化物と仮定すると、第Ⅰ期で塩化物を形成できるのは25～64%〔第Ⅰ期前半（～24月目）が25～52%，後半（25～36月目）が43～64%〕で、第Ⅱ期は欠測データが多いので解析不能、第Ⅲ期では80～108%，第Ⅳ期では67～105%となり、後半になるほど割合が高かった。全てのClイオンが塩基類と塩を形成していると仮定すると、第Ⅲ・Ⅳ期にはNaなどの塩類のほとんどが塩化物として溶出してくるものと考えられる。ただし、硫酸イオンは第Ⅱ期からも溶出しているため、ごく一部ではあるが硫酸塩を形成している可能性もある。

表4 塩基総量と塩素イオン量の関係

	a. 塩基総量 (平均me/l)	b. 塩素イオン量 (平均me/l)	b/a×100 (平均%)
第Ⅰ期	60	26	43(25~64)
第Ⅱ期	—	—	—
第Ⅲ期	92	83	90(80~108)
第Ⅳ期	80	68	85(61~105)

注) () 内は個々のデータの(最小値～最大値)を示す。

5・1・4 重金属類の溶出

重金属類では、第Ⅰ期にPb・Hg・As・Cu・Zn・Ni・T-Cr等が一時的に検出され、Fe・Mnが多く溶出していた。しかし、浸出水を水処理することにより、放流水は検出限界以下を保っていた。そこで、浸出水中の重金属類の経月変化を図16・17・18に示す。ただし、不検出データの多いCd・Pb・Hg・As・Cr⁶⁺については削除した。

この図をみると、第Ⅱ期以降はFe・Mnが溶出するものの徐々に少なくなる傾向にあった。また、極微量ではあるがCu・Zn・Ni・T-Crも溶出しており、これらも徐々に少なくなる傾向にあった。重金属類が検出されなくなるのは、おそらく廃棄物層の厚さが増し、廃棄物層内が嫌気性状態となり硫化水素や二酸化炭素が大量に生成されることにより、重金属類などが硫化物や炭酸塩を形成し、廃棄物層内に固定化されたものと考えられる^{4) 5)}。また、廃棄物層や覆土層に吸着することも考えられる⁶⁾。そこで、重金属類の溶出形態を検索するため、重金属類とCl・SO₄イ

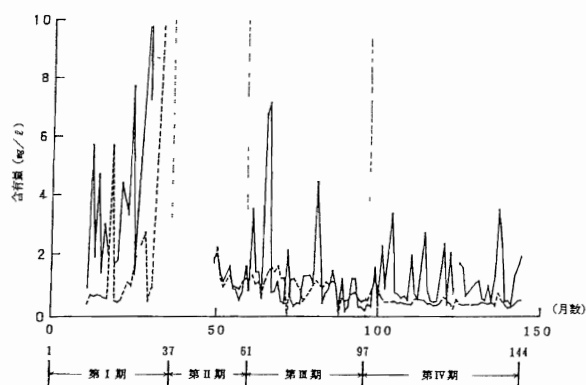


図16 浸出水中のFe, Mnの経月変化
(— : Fe, - - - : Mn)

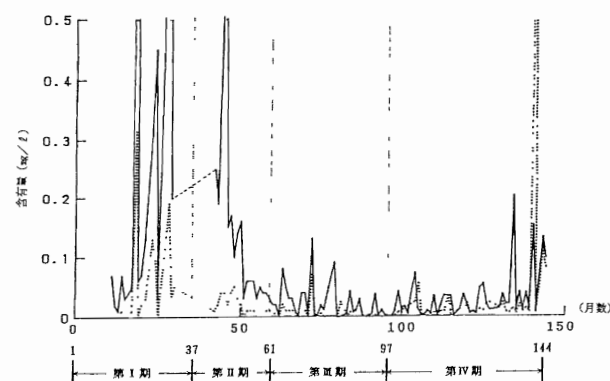


図17 浸出水中のZn, Cuの経月変化
(— : Zn, - - - : Cu)

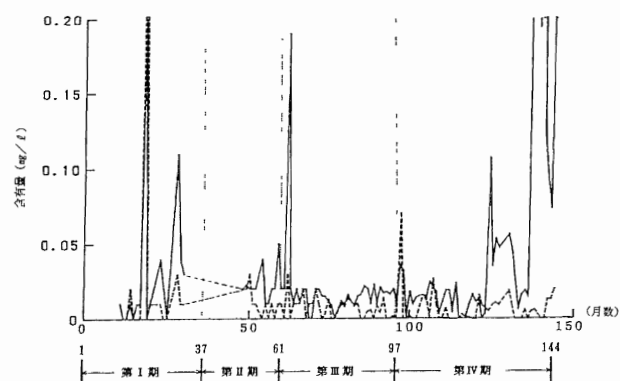


図18 浸出水中のNi, Crの経月変化
(— : Ni, - - - : T-Cr)

オンについて、各期間ごとに相関をとり、表5に示した。

Fe・Mn・Cu・Zn・Ni・Crなどの重金属は、埋立初期の第Ⅰ期に塩化物かあるいは懸濁物質とともに溶出してくる可能性が高いが、第Ⅱ期以降は嫌気性状態となるため溶出しにくくなると考えられる。また、第Ⅳ期について、Cu, Niが低濃度ではあ

表5 重金属類と陰イオンとの相関係数

		Fe	Mn	Cu	Zn	Ni	T-Cr
Cl ⁻	第Ⅰ期	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	0.97
	第Ⅱ期	-0.58	-0.54	-0.30	0.52	-	-
	第Ⅲ期	0.05	-0.38	-0.24	-0.04	-0.22	-0.03
	第Ⅳ期	-0.03	0.17	0.34	0.07	0.48	0.13
SO ₄ ²⁻	第Ⅰ期	-	-	-	-	-	-
	第Ⅱ期	0.03	0.22	0.03	0.30	-	-
	第Ⅲ期	-0.16	-0.07	0.12	0.28	-0.11	0.05
	第Ⅳ期	0.08	-0.17	0.86	0.51	0.82	-0.15

たが、Cl⁻イオンよりもSO₄²⁻イオンとの間で相関が高くなった。これは、廃棄物層内での溶出形態に変化が生じたものと推察される。図14における第Ⅳ期のSO₄²⁻イオンの濃度が増加傾向にあることから分かるように、第Ⅳ期になると廃棄物層内の嫌気性雰囲気は弱まり幾分酸化雰囲気に移行し始めたためSO₄²⁻イオンが溶出しやすくなってきたものと考えられる。このことについては、今後さらに検討する必要がある。

5・2 有機成分

浸出水中の有機成分は、廃棄物層内における有機物の直接的な「洗い出し」によるものと「微生物分解」により生成されるものがある。BOD・COD・TOCの有機成分について、図19に示す。これら有機

成分は第Ⅰ期で急激な上昇がみられ、最大値はBOD値が7,100mg/ℓ、COD値が4,690mg/ℓ、TOC値は欠測データが多いので最大値は不明であった。その後、第Ⅱ期に入り急速に減少し、第Ⅲ期からはBOD値が約100mg/ℓ前後、COD値とTOC値が約200mg/ℓ前後の値を示した。第Ⅲ期以降について、COD値に比べTOC値が若干高い値を示すが、ほぼ等量であった。

また、第Ⅰ・Ⅱ期の濃度はBOD値>COD値で、第Ⅲ期以降はこれらが逆転しCOD値>BOD値となった。第Ⅲ期を境にして、徐々にBOD成分とCOD成分が異なっていくものと推定できる。また、TOC成分については欠測値が多いので一概には言えないが、第Ⅰ・Ⅱ期はBOD成分に近い動向を示し、第Ⅲ・Ⅳ期はCOD成分と同じような動向を示すように見える。

これらの有機成分が各区間でどのような相関関係にあるか図20に示した。第Ⅰ・Ⅱ期では、BOD・COD・TOC成分間で相互に相関があり、各成分が同一の有機物を分析しているものと思われる。即ち、微生物分解性の有機物の溶出が多い時期であると考えられる。しかし、第Ⅲ期に入るとBOD成分とCOD成分の相関がなくなり、第Ⅰ・Ⅱ期と異なる成分が溶出される時期に入る。この時期はBOD値とCOD値が逆転してCOD値が高くなり、COD成分主体の有機物が溶出してくる時期でもある。その後、第Ⅳ期にはBODとCOD間で再び相関係数が幾分上昇し始め

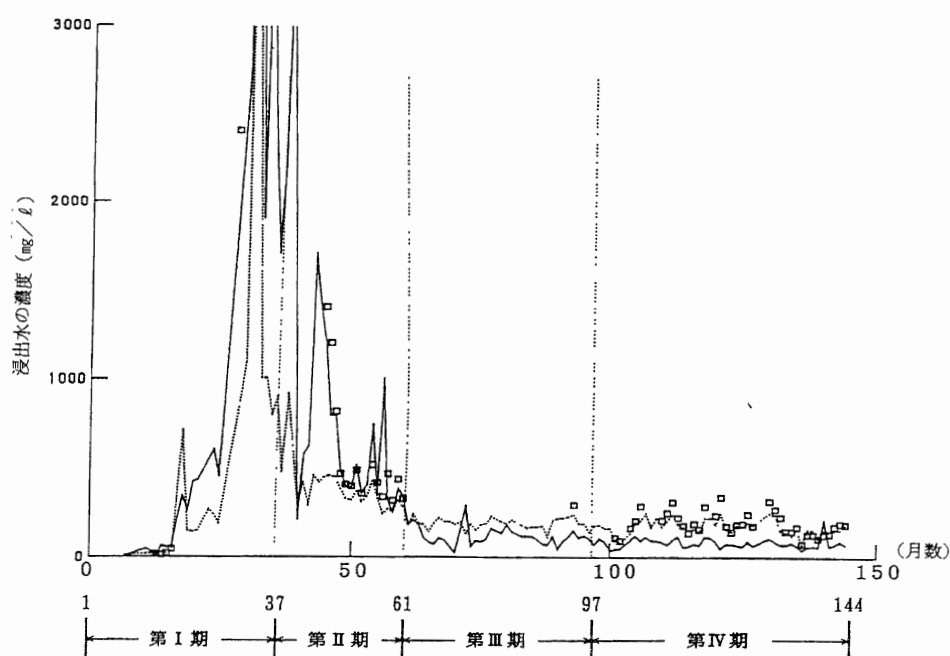


図19 有機成分の経月変化
(— : BOD, - - - : COD)
(□ □ □ : TOC)

埋立時期	第 I 期	第 II 期	第 III 期	第 IV 期
相関係数	$\begin{array}{ccc} & \text{COD} & \\ 0.93 \swarrow & & \searrow 0.99 \\ \text{BOD} & & \text{TOC} \\ & n=19 & \\ & \text{-----} & \\ & n=5 & \end{array}$	$\begin{array}{ccc} & \text{COD} & \\ 0.88 \swarrow & & \searrow 0.79 \\ \text{BOD} & & \text{TOC} \\ & n=23 & \\ & \text{-----} & \\ & n=15 & \end{array}$	$\begin{array}{ccc} & \text{COD} & \\ 0.07 \swarrow & & \searrow \text{-----} \\ \text{BOD} & & \text{TOC} \\ & n=34 & \\ & \text{-----} & \\ & n=1 & \end{array}$	$\begin{array}{ccc} & \text{COD} & \\ 0.37 \swarrow & & \searrow 0.92 \\ \text{BOD} & & \text{TOC} \\ & n=44 & \\ & \text{-----} & \\ & n=38 & \end{array}$

(----- 欠測データが多いため不能)

図20 有機成分間の相関係数の変化

る。また、第Ⅲ・Ⅳ期はCOD成分がTOC成分と似たような動向を示すことから、微生物により分解しにくい有機物であると思われる。

これらを廃棄物層内での現象としてみると、第Ⅰ・Ⅱ期は廃棄物層の厚さが薄く間隙水の滞留時間が短いため、直接間隙水が流出してくるので廃棄物層内の微生物により完全に分解されないまま未分解性の有機成分が多く浸出してくるものと考えられる。しかし、第Ⅲ期以降は、廃棄物層が厚くなるので間隙水の滞留時間が長くなり層内でかなりの有機成分が分解されると推察される。このため、この時期には微生物分解後の有機成分、即ち微生物により分解しにくい有機成分が溶出してくるものと考えられる。このように、溶出時期により有機物の成分が異なることが予想できた。

また、その他有機性有害物質のトリクロロエチレン類については検出限界以下であった。

6 水質変化と投入廃棄物の関係

産業廃棄物の種類や投入量が、浸出水の水質にどのように影響しているか検討するため、産業廃棄物を第Ⅰ～Ⅳ期に分類し、これらの廃棄物と浸出水中の無機・有機成分との関係について解析を行った。

6・1 産業廃棄物の種類と埋立量

埋立期間を第Ⅰ～Ⅳ期に分類し、各期間に投入された産業廃棄物の種類と量を図21に示す。また、廃棄物の投入量の経月変化を図22に示す。

第Ⅰ期に投入された産業廃棄物の量は11.0万t（全廃棄物量の10%）、第Ⅱ期では10.6万t（10%）、第Ⅲ期では52.6万t（50%）、第Ⅳ期では31.7万t（30%）であった。また、第Ⅰ期は污泥・鉍滓・廃プラスチック類が多く、それぞれ全廃棄物量の30%、44%、14%を占めていた。第Ⅱ期に入ると、污泥が22%、鉍滓が48%、建設廃材が18%を占めていた。第Ⅲ期に入ると急激に投入量が増大し、そのうち廃プラスチック類が53%と大部分を占め、建設廃材も20%に及んでいた。第Ⅳ期では投入量が減少した。また、この時期の投入廃棄物の内訳は、污泥が36%・廃プラスチック類が34%の割合で、現在も埋立中である。この12年間の総埋立量は105.9万tに達しており、種類別では廃プラスチック類（39%）・污泥（21%）・鉍滓（18%）・建設廃材（16%）の順で多かった。

また、廃棄物を有機性・無機性に区分すると、污泥中の製紙污泥と下水污泥、タールピッチ、建設廃材中のアスファルト廃材、燃えがら中の未燃分など有機

埋立Ⅰ期	汚 泥	鉍 滓	廃 プ ラ ス チ ッ ク 類	燃えがら	11.0万t
埋立Ⅱ期	汚 泥	鉍 滓	廃 プ ラ ス チ ッ ク 類	建設廃材	10.6万t
埋立Ⅲ期	汚 泥	鉍 滓	廃 プ ラ ス チ ッ ク 類	建設廃材	52.6万t
埋立Ⅳ期	汚 泥	鉍 滓	廃 プ ラ ス チ ッ ク 類	建設廃材	31.7万t

図21 埋立期間別における埋立廃棄物の種類の変化

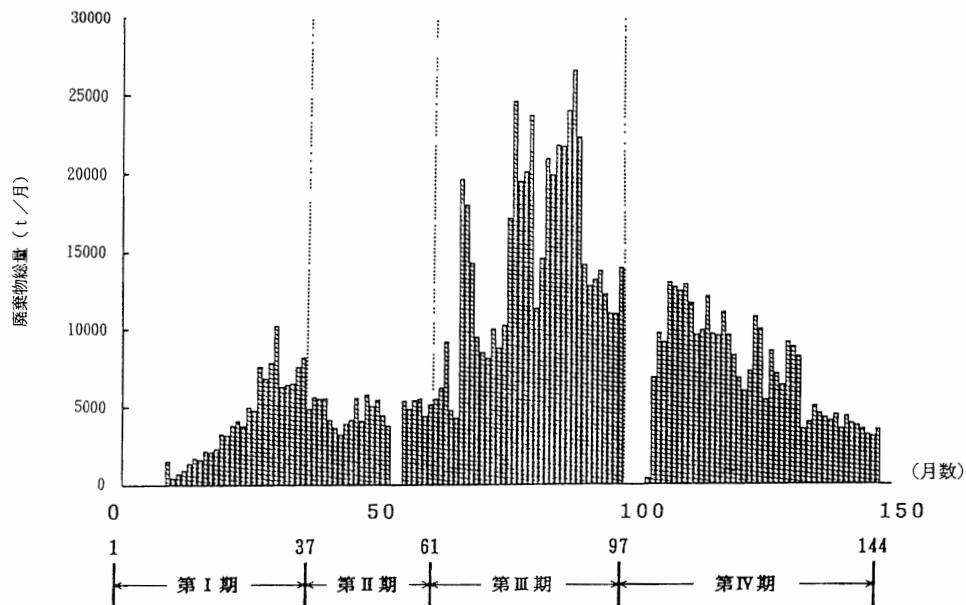


図22 廃棄物総量（廃棄物投入量）の経月変化

性廃棄物と考えられる。ただし、製紙汚泥中には10%のCaが含まれており、燃えながら中にも多量の無機成分が含まれていた。また、アスファルト廃材のように、その組成や量などが正確に把握されていないものも多いので、明確に有機性廃棄物と無機性廃棄物に分類することは不可能であった。

6・2 水質変化と投入廃棄物の関係

3で「汚濁物質の溶出時期」について触れ、廃棄物層内における間隙水の滞留時間が第Ⅲ・Ⅳ期に長くなることを示した。さらに、4では「降水の廃棄物層の通過」を解析し、第Ⅲ期の浸出水は降雨から2か月遅れることを推論した。

これらのことから、投入廃棄物の影響が浸出水の水質に現れるのに、どのくらいの期間がかかるか、廃棄物と水質データの相関係数から推論を試みた。ここでは、廃棄物を第Ⅰ～Ⅳ期に分類し、廃棄物の投入量と浸出水の水質について相関を取り、浸出水の水質に影響を及ぼす投入廃棄物の種類及び量について考察を行った。相関係数の計算に当たっては、降水量が月遅れで浸出水量に影響を与えていることから廃棄物投入量と浸出水の水質データとを0～4月遅らせて行った。

6・2・1 無機成分と投入廃棄物との関係

産業廃棄物に含まれるNa、Kなどの可溶性塩類は、降雨等の洗い出しにより、浸出水中に溶出するので、廃棄物との相関が高いと考えらる。そこで、水質と廃

棄物の投入量のデータを0～4か月ずらした相関係数も計算し表6に示した。

a. 第Ⅰ期

第Ⅰ期については、雨水が直接廃棄物層を通過し浸出水として放出される時期であると推察される。この観点で相関係数をみると、0か月で相関係数の高い成分は直接降雨等により洗い出される成分で、遅れる成分は溶出しにくいものと推論できる。

このことから、廃棄物総量との相関係数から推論すると、EC・Cl⁻・Na・K・Mg・Ca・Cu・Fe・Mn・Niなどの成分は0か月で溶出してくるものと思われる。

しかし、廃棄物ごとに見ると、鉍滓・建設廃材などからは、EC・Cl⁻・Na・Kなどの溶解性の成分が0か月で溶出し、Mg・Ca・Cu・Fe・Mn・Niなどの二価以上の金属類は1か月遅れて溶出する可能性が示唆される。ただし、溶出しやすいNaが廃プラスチック類の場合だけ1か月遅れて溶出するなど、廃棄物によって溶出形態が異なるものと推察された。廃プラスチック類のNaの溶出が遅れるのは廃プラスチック類が分解しにくいためと考えられる。

また、第Ⅰ期において投入量の多い廃棄物は鉍滓で、水質に影響を与えられる成分はEC・Cl⁻・Na・Kであった。さらに、多種類の成分が溶出するのは汚泥で、特に汚泥の中では製紙汚泥の占める割合が高かった。汚泥についてはECとNa

除き、1～3か月遅れで相関係数が高くなるため、汚泥からの無機成分の溶出は遅れを生ずる可能性がある。

b. 第Ⅱ～Ⅳ期

第Ⅱ～Ⅳ期は、廃棄物と浸出水の水質との相関が全般に悪かった。特に第Ⅲ期の相関係数が低い傾向にあった。

第Ⅱ期については塩基類のデータが欠測しており

明確ではないが、塩類を表わすECやCl⁻がどの廃棄物とも相関が得られないことが分かった。この時期に、Cu・Fe・Mnについて若干相関が得られたがばらつきが有るため、廃棄物層内の現象を解析することは困難であった。

第Ⅲ期においては、全ての成分において廃棄物と水質の相関が低いか全く相関がなかったが、限られた廃棄物（廃プラ、ガラス屑、廃棄物総量）において、EC・Cl⁻・K・Mgについて2か月遅れで相

表6 投入廃棄物と浸出水中無機成分との相関係数

第Ⅰ 期										
	EC	Cl	K	Na	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Ni
汚泥	0.81→0.76→0.78 →0.68→0.74	0.62→0.78→0.76 →0.73→0.26	0.62→0.66→0.72 →0.84→0.42	0.84→0.46→0.42 →0.33→0.52	0.29→0.57→0.66 →0.90→0.25	0.51→0.63→0.71 →0.87→0.35	0.25→0.52→0.62 →0.85→0.17	0.21→0.53→0.63 →0.88→0.19	0.21→0.54→0.64 →0.88→0.20	0.21→0.54→0.64 →0.89→0.20
鉱滓	0.83→0.83→0.88	0.66→0.60→0.60	0.66→0.57→0.61	0.73→0.64→0.67	—	—	—	—	—	—
鉱滓	0.87→0.53→0.25	—	—	—	0.70→0.92→0.3	—	0.69→0.95→0.2	0.71→0.94→0.3	0.00→0.94→0.3	0.00→0.94→0.3
廃プラ	—	—	—	0.19→0.65→0.55	—	—	—	—	—	—
鉱滓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鉱滓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合計	0.91→0.93→0.91	0.85→0.78→0.61	0.87→0.74→0.74	0.77→0.65→0.68	0.66→0.56→0.54	0.81→0.68→0.68	0.63→0.53→0.51	0.59→0.51→0.48	0.60→0.51→0.48	0.59→0.51→0.48
第Ⅱ 期										
	EC	Cl	K	Na	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Ni
汚泥	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鉱滓	—	—	—	—	—	—	0.66→0.70→0.4	0.25→0.84→0.75	0.22→0.92→0.56	—
鉱滓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
廃プラ	—	—	—	—	—	—	—	0.83→0.55→0.03	0.92→0.55→0.1	—
鉱滓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鉱滓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合計	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第Ⅲ 期										
	EC	Cl	K	Na	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Ni
汚泥	—	—	—	—	—	—	—	—	0.47→0.29→0.24 →0.22→0.47	—
鉱滓	—	—	—	—	—	—	—	—	0.28→0.35→0.47 →0.32→0.15	0.42→0.00→0.21 →0.00→0.05
鉱滓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
廃プラ	-0.0→0.24→0.46 →0.45→0.45	0.05→0.22→0.39 →0.39→0.42	—	—	—	0.18→0.27→0.63 →0.73→0.60	—	—	—	—
鉱滓	—	—	—	—	—	—	—	—	0.38→0.00→0.00 →0.00→0.00	—
鉱滓	0.17→0.15→0.55 →0.52→0.43	0.10→0.10→0.56 →0.42→0.36	-0.0→0.07→0.60 →0.46→0.42	—	—	0.18→0.1→0.63 →0.45→0.14	—	—	—	—
合計	-0.2→0.12→0.37 →0.39→0.47	—	—	—	—	-0.0→0.21→0.56 →0.67→0.67	—	—	—	—
第Ⅳ 期										
	EC	Cl	K	Na	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Ni
汚泥	—	—	—	—	—	—	—	0.43→0.00→0.04 →0.10→0.18	—	—
鉱滓	—	—	0.61→0.58→0.59 →0.46→0.45	—	—	0.63→0.60→0.53 →0.42→0.48	—	—	—	—
鉱滓	—	—	—	—	—	—	—	-0.0→0.0→0.49 →0.46→0.00	—	—
廃プラ	—	—	0.59→0.62→0.58 →0.58→0.46	—	—	0.59→0.57→0.56 →0.61→0.54	—	—	—	—
鉱滓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鉱滓	—	—	—	—	—	0.42→0.36→0.16 →0.06→0.00	—	—	—	—
合計	—	—	0.41→0.50→0.57 →0.62→0.53	—	—	0.32→0.32→0.45 →0.55→0.43	—	—	—	—

注1) 浸出水に廃棄物の影響が遅れて出ると仮定して：0月ずらしときの相関係数→1月ずらしときの相関係数→2月ずらしときの相関係数→3月ずらしときの相関係数→4月ずらしときの相関係数

注2)  欠測データが多い場合

 相関が得られない場合

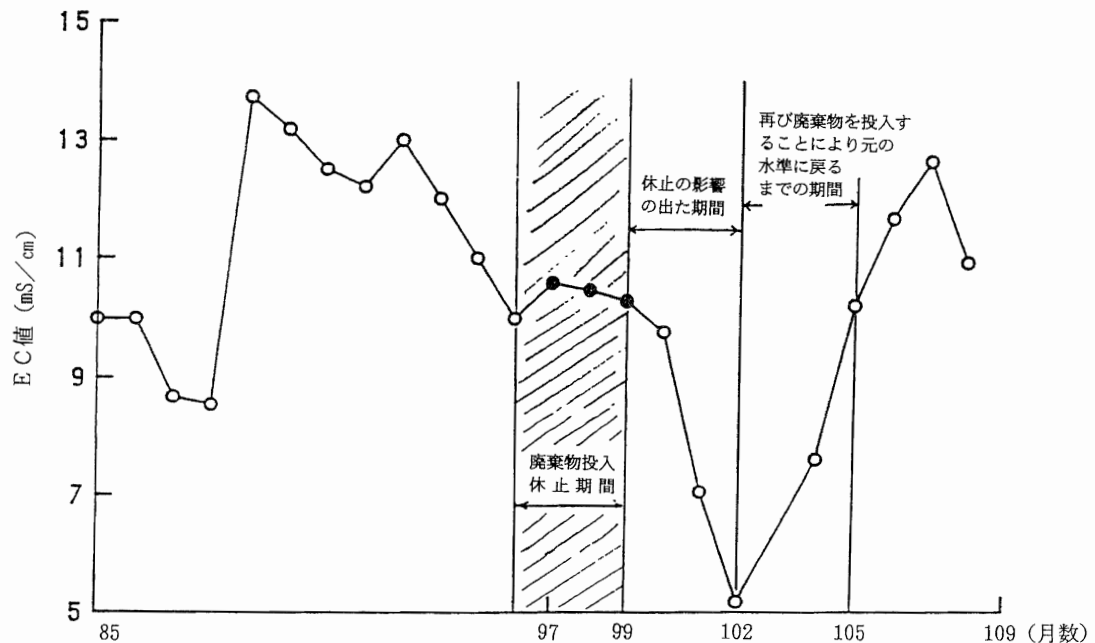


図23 埋立休止時における浸出水のEC値の変化

関係数が幾分高くなった。これらの無機成分はかなり遅れて溶出するとともに、廃棄物層中に複雑な溶出機構が生じてきたためと考えられる。

第Ⅳ期で特記すべきことは、第Ⅳ期開始時の97～99月目にかけて埋立てを休止していたことである。廃棄物投入の休止により、100～102月目付近で浸出水中の $\text{Na} \cdot \text{K} \cdot \text{Mg} \cdot \text{Cl}^-$ の濃度とEC値の低下が見られた。EC値について、この経緯を図23に示した。この図からも明らかなように、廃棄物投入休止後、浸出水に影響が現れるのは3か月位であると考えられる。

このように、投入した廃棄物の間隙水が3か月かけて廃棄物層を通過していることから、無機成分等の濃度は廃棄物層内で平均化され、廃棄物の直接的な影響が現れていないように見えるのかもしれない。しかし、第Ⅳ期における $\text{K} \cdot \text{Mg}$ と鉍滓、廃プラ、廃棄物総量の間に0か月でも相関が取れたのは、おそらく投入した廃棄物が直接浸出水に影響を与えたわけではなく、廃棄物の投入とは関係なしに廃棄物層の上層からの押し出しにより溶出した下層の間隙水が浸出したとみるべきで、見掛上廃棄物と浸出水の相関が取れたものと考えられる。

また、廃棄物の種類と水質の関係を詳しくみると、汚泥中の下水汚泥とFeの相関が高く、汚泥中のFeが溶出してくる可能性が示唆される。

表7 投入廃棄物と浸出水中有機成分との相関係数

第Ⅰ期

	BOD	COD	TOC
汚泥	0.62→0.82→0.83 →0.75→0.42	0.49→0.76→0.74 →0.72→0.18	
鉍滓	0.68→0.64→0.70	0.52→0.42→0.44	
見えがら			
合計	0.87→0.79→0.71	0.76→0.60→0.49	

第Ⅱ期

	BOD	COD	TOC
汚泥 (数値)	0.20→0.34→0.47 →0.37→0.25 0.30→0.40→0.52	0.14→0.24→0.47 →0.39→0.20 0.31→0.30→0.52	— —
鉍滓	0.49→0.28→0.58	0.61→0.34→0.61	0.61→0.50→0.31
見えがら			
合計	—	—	—

第Ⅳ期

	BOD	COD	TOC
汚泥	—	0.26→0.41→0.42 →0.43→0.48	—
鉍滓	—	0.35→0.25→0.22 →0.24→0.30	—
見えがら			
合計	—	0.38→0.43→0.54 →0.57→0.53	0.42→0.45→0.49 →0.57→0.53

注1) 浸出水に廃棄物の影響が遅れて出ると仮定して；

0月遅れの相関係数→1月遅れの相関係数→2月遅れの相関係数
→3月遅れの相関係数→4月遅れの相関係数

注2) 欠測データが多い場合

相関がない場合

6・2・2 有機成分と投入廃棄物との関係

産業廃棄物に含まれるBOD・COD・TOCなどの有機成分は、埋立初期に分解されかなりの有機成分を溶出するが、その後嫌気性状態となり分解が遅くなるとともに廃棄物層が厚くなるにつれ廃棄物層内の分解が進行し、BOD成分とCOD成分の濃度が減少し、その後逆転するなど各期間で有機成分の組成が異なることが分かってきた。

そこで、これら有機成分と投入廃棄物の関係を明らかにするため、廃棄物と浸出水中の有機成分との相関係数を6・2・1と同様に計算し表7に示した。

a. 第Ⅰ期

第Ⅰ期においては有機成分が直接浸出水に溶出してくると推察したとおり、汚泥・鉍滓及び廃棄物総量との相関が高かった。第Ⅰ期にこれらの廃棄物から有機成分が相当量溶出しているものと考えられる。

廃棄物総量と有機成分との相関は高く、これら有機成分は直ぐに溶出してくるようである。しかし、投入量の多い有機性の廃棄物である汚泥は1～2か月位遅れて溶出するようである。また、この時期の汚泥は有機性汚泥である製紙汚泥が約96%を占めていた。そこで、製紙汚泥埋立量の経月変化を1か月ずらしたものとBOD濃度の経月変化を重ねて示したのが図24である。この図からも分かるように、第Ⅰ期における製紙汚泥投入量とBOD値の変動が非

常に近似していることが分かる。このことから、製紙汚泥が分解し有機成分が溶出するのに1か月を必要とするものと推論できる。

また、相関係数から見た場合に、投入量が多く有機成分の少ない鉍滓から有機成分が短期間に溶出し浸出水に影響を与えていたことが分かった。

b. 第Ⅱ期

第Ⅱ期において、BOD・COD成分は汚泥と鉍滓の影響を2か月遅れて受け、TOC成分は鉍滓から直ぐに影響を受けて溶出するようである。第Ⅰ期と比較すると全て低い値になっていた。

他方、第Ⅰ期と異なるのは、汚泥中における製紙汚泥の占める割合が低下したことである。そこで製紙汚泥について相関を取ってみると、汚泥合計量よりも製紙汚泥の方がBOD・COD成分の相関が高かった。このことから、汚泥の中でも製紙汚泥からの有機成分が多く溶出していることが分かった。

この時期における浸出水中の有機成分は、上記の2種類の廃棄物などにより直接浸出水に影響を与えなくなると推察される。廃棄物層中の有機成分の分解や分解された有機成分の滞留時間を考慮すると、有機成分が浸出するのに2か月はかかる可能性が高いことが分かった。これは第Ⅰ期よりさらに1か月遅れることになる。

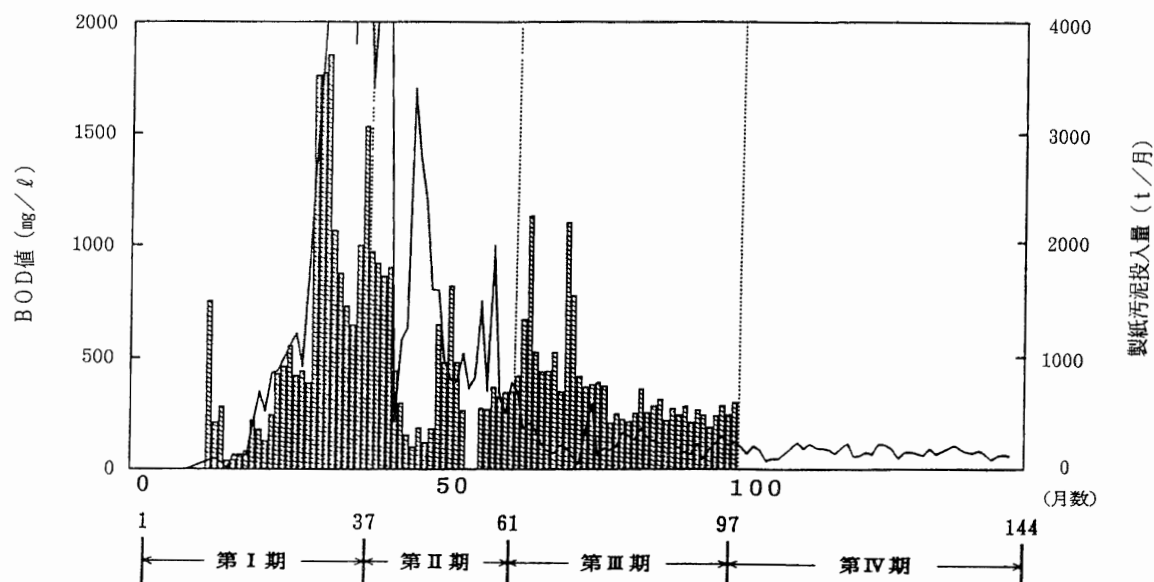


図24 製紙汚泥投入量とBOD値の経月変化(1ヵ月遅れ)

( : 製紙汚泥投入量)
( : BOD値)

c. 第Ⅲ期

第Ⅲ期では3つの有機成分がどの廃棄物とも全く相関がとれなくなった。これは、有機性の廃棄物が1か月かけて分解され廃棄物層内に溶出してきても、廃棄物層が厚くなっているの、この間隙水が浸出水として放出されるのに無機成分と同様に約2か月かかる」とすると、廃棄物層内を通過している間にかなりの有機成分が分解されてくるので、投入廃棄物と有機成分との相関関係がなくなるものと推察される。

d. 第Ⅳ期

第Ⅳ期になるとCOD成分のみ汚泥・鉍滓・廃棄物総量と相関が取れ、2～4か月遅れて相関が高くなるようである。

例えば、1か月かけて分解した有機成分が、無機成分と同様に3か月かけて廃棄物層内を滞留した場合微生物により分解可能な有機物はかなり減少し、溶出してくる成分はおそらく微生物の分解困難なCOD成分だけと考えられる。

7 おわりに

現在埋立中の管理型最終処分場における埋立産業廃棄物の種類や量、並びに浸出水の水質について12年間にわたり追跡調査を行った。

この最終処分場における浸出水の汚濁成分の動向を解析するため、汚濁成分の溶出過程を埋立開始から第Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ期の4期に区分けし検討を行った。この溶出過程の期間設定にあたっては、有機成分を表すBOD値と無機成分を表すEC値の経過月ごとの相関係数の分布図より求めた。

浸出水量は主として降水量により変動すると考えられているが、降雨の影響を直ぐに受けるのは埋立初期だけで、埋立後期になるほど浸出水量が減少し浸出水への降雨の影響が遅れてくる。また、降雨による浸出水量の季節変動も埋立後期には小さくなる。浸出水量が減少するのは廃棄物層が厚くなるにつれて廃棄物層

内の間隙水の滞留時間が長くなり間隙水が蒸発散しやすいためであり、降雨の影響を受けにくいのは廃棄物層が厚いため緩衝作用を示すためである。

また、全ての期間で降雨等による「洗い出し」の主成分として働いている無機成分は、NaイオンやClイオンで、主にNaClとして溶出してくると推論できた。また、各期間により溶出する無機成分に違いがあることも判明した。

有機成分については、廃棄物が微生物分解を受けて廃棄物層内に溶出し、廃棄物層を浸透して浸出水となる間にも層内で分解されるため、滞留時間の影響をかなり受ける。埋立後期には滞留時間が3か月もかかることから、浸出水中の有機成分は微生物分解を受けにくい成分のみ残存する。

また、投入廃棄物の種類と量による浸出水の水質への影響についても解析を行ったが、主に埋立初期で水質に影響を与えていることが判明した。

このような廃棄物層内における各成分の現象を解析できたのは、溶出過程を的確に区間設定できたためである。

文 献

- 1) 厚生省 産業廃棄物対策室：産業廃棄物の排出及び処理状況について、都市と廃棄物，Vol.23 No.12, 55～61, 1993.
- 2) 埼玉県：「環境白書」，199～201, 1993.
- 3) 小野ら：埋め立てにおける汚濁成分の動向（第11報），廃棄物学会研究発表会講演論文集，3，403～405, 1992.
- 4) 小野・渡辺ら：黒い水の生成過程と処理，埼玉県公害センター研究報告[16]，121～129, 1989.
- 5) 池口孝：埋立地における浸出液の発生とその対策 [その2]，都市と廃棄物，Vol.14 No.7, 17～33, 1984.
- 6) 池口孝：埋立地における浸出液の発生とその対策 [その3]，都市と廃棄物，Vol.14 No.8, 15～27, 1984.