

最終処分場(埋立場)の浸出水について

高野 昭男* 木下 雅裕** 林 清人** 藤本 和司*
Akio TAKANO Masahiro KINOSHITA Kiyoto HAYASHI Kazushi FUJIMOTO

1. はじめに

近年、大量生産・大量消費により廃棄物は急増し、多様化している。これらは収集・運搬・中間処理を経て、埋立場で最終処分されている。しかしながら埋立処分された廃棄物の中には、人体に有害な物質も含まれており、公共用水域等への影響が危惧される。

このことから、福岡市では埋立場の埋立構造の改良並びに浸出水の処理に関し万全を尽くしているが、今回、これらの中で埋立場浸出水に関する若干の知見を得たので報告する。

2. 埋立場の概略

福岡市の埋立場は、埋立量、埋立期間、埋立構造及び埋立廃棄物が異なっている(表1、表2)。

東部埋立場は福岡市東区の市域境界に位置し、谷間、池及び沼を利用した山間部埋立であり、埋立の深さは約10~20mである。昭和40年6月から旧蒲田埋立場より埋立を開始し、久山、新蒲田、武節ヶ浦と推移してきた。この間、埋立構造は初期の嫌気性埋立を経て、改良型衛生埋立、準好気性埋立へと移行しており、久山等は昭和63年3月で埋立は完了した。昭和63年4月からは、隣接の久山町に不燃性ごみ及び焼却残渣の埋立を行う伏谷埋立場(計画量3,400千t)を設置し、現在に至っている(図1)。

つぎに、西部埋立場は福岡市の西部、瑞梅寺川河口の湿地帯を利用した内水面埋立で、埋立の深

* 福岡市環境局施設部東部清掃工場
** " " " " 西部清掃工場

さは約2m~3mである。昭和48年から埋立を開始し、今津第一、第二、第三、第四の一部と埋立を完了し、現在の今津第五までの5区画で構成されている。この間、埋立構造は東部地区と同様に嫌気性埋立から改良型衛生埋立、準好気性埋立へと改良を加えてきた(図2)。

また、各埋立場には浸出水の引き抜きポンプを設置し、汚水処理場で処理した後、東部地区は公共下水道へ、西部地区は瑞梅寺川へ放流している。

3. 浸出水の埋立場別の経年変化と項目別経年変化

埋立場浸出水とその処理水の水質に関しては、一般項目や有害重金属等の項目を定期的に測定しており、今回はこの測定結果の中から有機物指標としてBODとCOD、ごみ分解の指標としてアンモニア性窒素、埋立廃棄物中の無機物の溶出の指標として塩化物イオンを用い、埋立完了後の浸出水の経年変化について考察する。

3-1 埋立場別の経年変化

(1) 旧蒲田埋立場(図3)

昭和40年6月より可燃性及び不燃性ごみを投棄型嫌気性で埋立しており、完了後20年以上を経過している。埋立完了後、昭和50年度から継続して浸出水の水質分析を行っており、53年度まではBOD濃度が50mg/l程度で推移していた。しかし、昭和54年度から56年度にかけて約500mg/lへと急増している。これは南側に隣接した武節ヶ浦H地区とポンプ井を共用したことによるものである。しかし、昭和57年度にはBOD濃度は60mg/lへと急激に低下した後徐々に低下し、平成2年度は15mg/l

表1 東部埋立場の推移

埋立地名	総面積 (千m ²)	埋立量 (千t)	埋立期間	埋立構造	埋立廃棄物
旧蒲田	42	248	S. 40. 6~S. 43. 9	嫌気性埋立	不燃ごみ 可燃ごみ
久山	94	448	S. 48. 4~S. 50. 3 S. 51. 4~S. 51. 11	改良型衛生埋立	可燃ごみ主体
新蒲田	61	259	S. 50. 4~S. 51. 3 S. 51. 12~S. 52. 7	準好気性埋立	不燃ごみ 可燃ごみ
武節ヶ浦 A	191	985	S. 52. 8~S. 53. 3		不燃ごみ
武節ヶ浦 B			S. 57. 10 S. 57. 12~S. 63. 3		
武節ヶ浦 CDE			S. 53. 4~S. 55. 9		
武節ヶ浦 F			S. 55. 10~S. 56. 5		
武節ヶ浦 G			S. 55. 11~S. 55. 12		
武節ヶ浦 H			S. 56. 6~S. 57. 9 S. 57. 11		

表2 西部埋立場の推移

埋立地名	総面積 (千m ²)	埋立量 (千t)	埋立期間	埋立構造	埋立廃棄物
今津第一	64	100	S. 48. 1~S. 49. 4	嫌気性埋立	不燃ごみ
今津第二	14	32	S. 49. 5~S. 49. 10		
今津第三	194	400	S. 50. 2~S. 55. 10	改良型衛生埋立	
今津第四	164	68	S. 55. 11~S. 57. 1	準好気性埋立	
今津第五の1	357	184	S. 57. 2~S. 60. 5		
今津第五の2	30	57	S. 60. 5~S. 61. 6		
今津第五の3	233	計画量 569	S. 62. 1~H. 1. 3		
今津第五の4			H. 1. 4~H. 2. 10		
今津第五の5			H. 2. 10~埋立中		

となった。

なお、塩化物イオン濃度が昭和55年度から57年度にかけて1,000mg/lから4,000mg/lへと上昇しているが、武節ヶ浦H地区で不燃性ごみ及び焼却残渣を埋立したことによるものと考えられる。また、塩化物イオン濃度の上昇はBODよりおよそ1年遅れで上昇し、以後5年間は3,000mg/l前後で推移していたが、ここ3年間で約1/3の1,000mg/l程度まで低下している。

つぎに、COD及びアンモニア性窒素はほぼ同等の濃度で類似の挙動を示し、武節ヶ浦H地区の影響は前2者ほど顕著ではない。昭和54年度は約300mg/lで、3年後には100mg/l前後となり、その後は緩慢に変化し、平成2年度は40mg/lとなっている。このことから、現在もなお埋立物中の有機物

の分解は続いていると思われる。

以上のことから、可燃性ごみの嫌気性埋立では浸出水の浄化速度は遅く、埋立完了後20年以上経過しても未だ安定化していないので、浸出水及び埋立跡地の安定化までには数10年あるいはそれ以上の期間が必要である。

(2) 久山埋立場(図4)

本埋立場は、可燃性ごみ主体の改良型衛生構造で埋立している。これは、浸出水を積極的に埋立地外へ排除するために、新たに浸出水の集水施設を設置したもので、埋立地の早期安定化をめざしたものである。また、覆土による衛生害虫発生抑制及び悪臭防止を行った施設でもあり、埋立完了後15年を経過している。

水質の各濃度は昭和63年度までは徐々に減少し

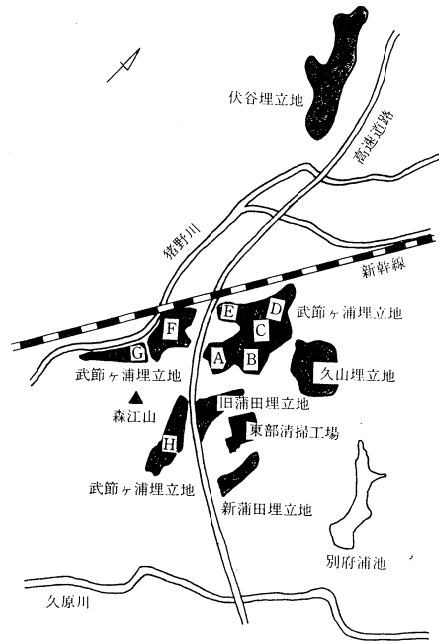


図1 東部埋立地の概要

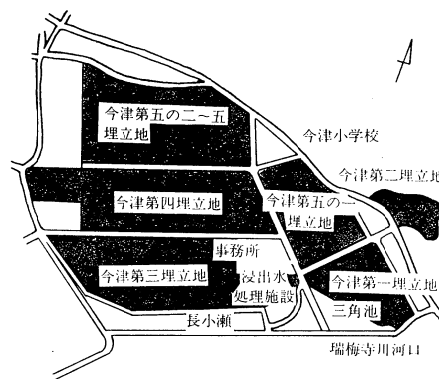


図2 西部埋立地の概要

ている。10年間でBOD濃度が数10mg/lから数mg/l程度に、アンモニア性窒素は400mg/lから100mg/lまで低下し、安定化傾向を示していた。しかし、平成元年度と2年度にかけてBOD、COD及び塩化物イオン濃度が上昇した。原因は浸出水の滞水によるものと推定されたので、ポンプ井の管理の

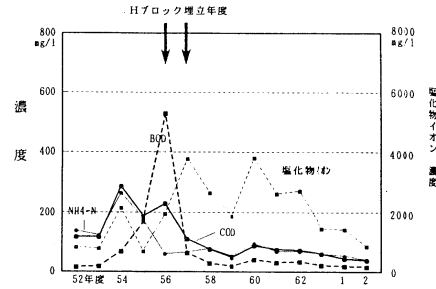


図3 旧蒲田埋立場(嫌気性埋立)とHブロック(準好気性埋立)

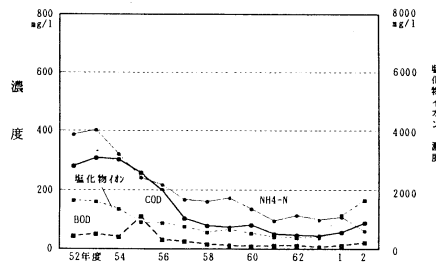


図4 久山埋立場(改良型衛生埋立)

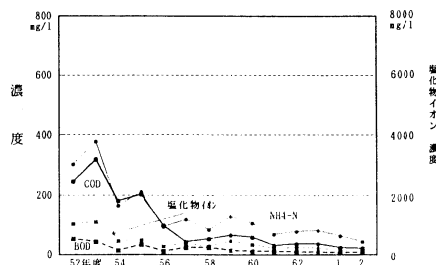


図5 新蒲田埋立場(準好気性埋立)

徹底を図った。旧蒲田に比べ水質の安定化は早く、跡地利用ができるまでの期間は旧蒲田に比べて短縮できるものと思われる。

(3) 新蒲田埋立場(図5)

埋立前期には可燃性ごみ、後期には東部清掃工場の稼働に伴って、不燃性ごみと焼却残渣を準好気性で埋立た施設である。すなわち埋立場周辺からの雨水の流れ込みを抑制し、しかも浸出水を積極的に排水することで埋立層の嫌気化を防ぎ、積

極的にごみの生物分解を押し進める方式である。埋立完了後14年を経過しているが、埋立廃棄物が可燃性から不燃性へと移行したこともあって、埋立直後でもBOD濃度は50~60mg/l程度で、その低下も速く、5年後には10数mg/l程度となり、水質的には前述の埋立場より更に安定化していると考ええる。

なお、COD、塩化物イオンの経時変化は図3に示した旧蒲田における武節ヶ浦H地区による影響のパターンに類似しており、旧蒲田のパターンから、本来の嫌気性埋立構造における浸出水の変化を類推することが可能である。

(4) 武節ヶ浦埋立場(図6~図9)

主として不燃性ごみ及び焼却残渣を、武節ヶ浦A地区から武節ヶ浦H地区(ただし、武節ヶ浦H地区は旧蒲田参照)までの区画に仕切られた準好気性で埋立た施設である。埋立期間は表1に示したとおり昭和52年8月から63年3月までである。また、昭和61年6月からは東部破碎処理センターの稼働に伴い、破碎不燃物も埋立処分されている。

武節ヶ浦A地区は、昭和53年3月に埋立を完了した。その直後の浸出水はBOD300mg/l、COD340mg/lと高かったが、1年後にはBOD30mg/l、COD130mg/lと急激に低下した。しかし、その後2年間は上昇に転じ、BOD100mg/l、COD200mg/l程度となった。これは、埋立対象物が不燃性ごみ及び焼却残渣となったことで、初期に易溶性有機物が溶出した後、埋立物中の不燃性ごみ中の有機物を徐々に分解して溶出するものと思われ、他の同条件の埋立場浸出水の経時変化パターンと類似している。その後、再び各濃度は速やかに低下し、埋立完了後13年を経過した現在はBOD数mg/l、COD約20mg/lとほぼ安定化している。

次に、塩化物イオン濃度は完了当初2,000mg/l程度と可燃性ごみの埋立より高濃度であり、13年間で少しずつ直線的に減少し、現在約700mg/l程度で推移している。アンモニア性窒素濃度は不燃物主体の埋立のため、以前の埋立場浸出水の濃度よりかなり低く埋立完了直後から5年間程度は50~60mg/l程度で推移しており、前述の有機物の分解過程を裏付けているが、その後徐々に低下し、現在では数mg/lとなっている。

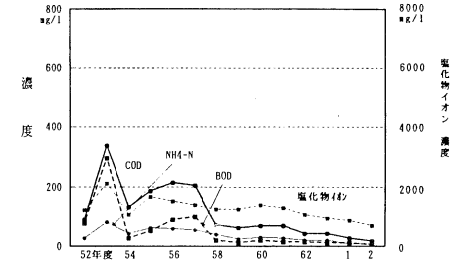


図6 武節ヶ浦埋立場 Aブロック(準好気性埋立)

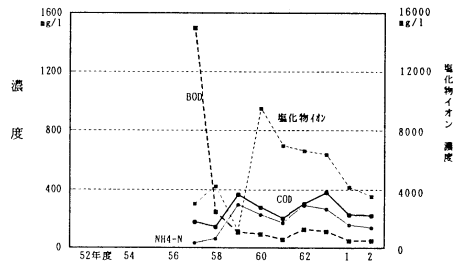


図7 武節ヶ浦埋立場 Bブロック(準好気性埋立)

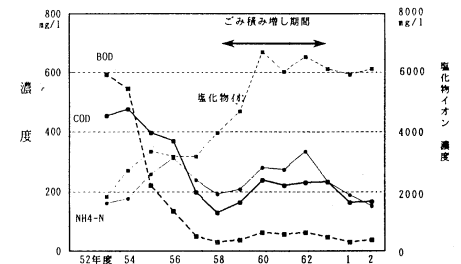


図8 武節ヶ浦埋立場 CDEブロック(準好気性埋立)

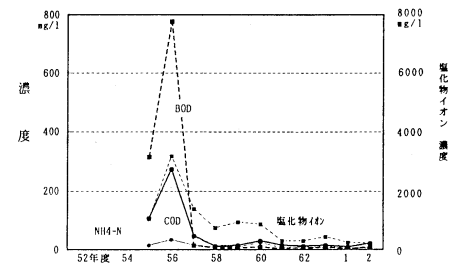


図9 武節ヶ浦埋立場 F(G)ブロック(準好気性埋立)

武節ヶ浦B地区は、昭和57年10月に埋立を開始して間もなく、次の武節ヶ浦CDE地区と併せて、埋立可能量をアップするためのかさ上げ工事を行った。その後武節ヶ浦D地区側から埋立を再開し、約6年間埋立を継続し、埋立の深さも20mである。その間、東部破砕処理センターの稼働に伴う破砕不燃ごみの埋立も始まり、浸出水の各濃度の経時変化は、これらの影響を受けて複雑なパターンとなっている。昭和63年3月に埋立完了したばかりの埋立場であり、現在の水質の濃度は他の埋立場に比べて最も高い値である。

浸出水の各濃度の変化パターンの昭和57~59年度では、BOD濃度の初期値は1,500mg/lと非常に高濃度であるが、埋立終了後の武節ヶ浦A地区に類似している。このことから、埋立地内部でも同様な変化が起こっていることが示唆され、初期溶出に続く緩やかな溶出が不燃物主体の準好気性埋立の特徴だと思われる。昭和60年度以降の各濃度の変化はごみのかさ上げの影響であり、埋立が深く、単位面積当たりの埋立量が多いため塩化物イオン数1,000mg/l、COD及びアンモニア性窒素300mg/l前後と高濃度で推移している。

武節ヶ浦CDE地区は、昭和55年の埋立完了後から浸出水の維持管理がされ、水質的には安定化の傾向を見せていたが、58年度から武節ヶ浦CD地区でごみのかさ上げをしたところ、武節ヶ浦B地区と同様に増加傾向に転じた。昭和63年3月の埋立完了後、水質の各濃度は減少傾向になった。

武節ヶ浦F地区は、埋立の深さが10m弱であり、昭和56年5月に埋立を完了して以来、準好気性埋立の特徴的なパターンを示しながら浸出水の安定化が続いている。

(5) 今津埋立場 (図10~図13)

今津第一は、嫌気性埋立であり昭和49年4月に埋立完了し、現在ハウス栽培を行っており跡地の活用がなされている。

今津第二は、今津第一同様の嫌気性埋立である。埋立量や埋立期間は最も小さく最も短期である。

今津第三(図10)は、改良型埋立であったが埋立完了前に一部準好気性埋立に改良した。埋立完了後11年を経過し、一部は野球場として跡地利用がされている。

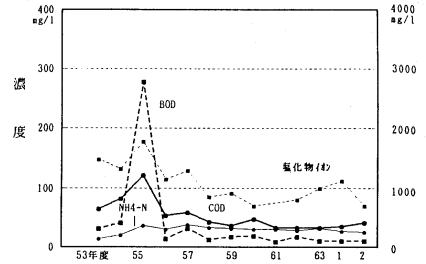


図10 今津第三埋立場(改良型衛生埋立)

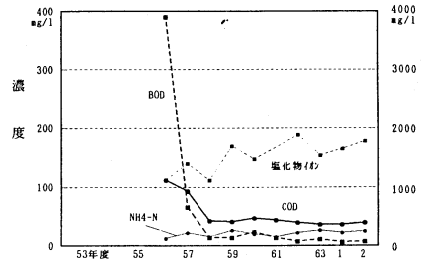


図11 今津第四埋立場(準好気性埋立)

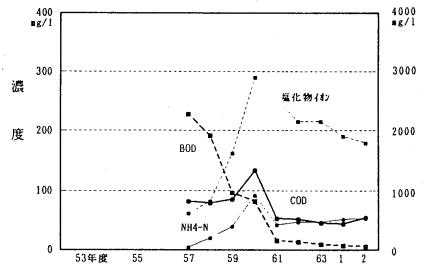


図12 今津第五の1部埋立場(準好気性埋立)

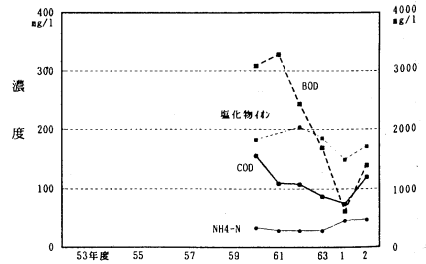


図13 今津第五の2部3部4部埋立場(準好気性埋立)

今津第四(図11)は、準好気性埋立構造で昭和57年2月に一部埋立完了した。残りは今津第五が埋立完了後に再開する予定である。

今津第五(図12, 図13)は、準好気性埋立構造で五-1から五-5まで区分され平成2年10月に五-4まで埋立完了した。現在今津第五-5が埋立中である。

今津第五-1は昭和60年度の埋立完了後、BODとCODは1年間でそれぞれ80, 135mg/lが16, 54mg/lへと著しく低下した。その後もBODは減少を続け、平成2年度で5~10mg/lと西部埋立場中で最も低濃度の値であった。

今津第五-2, 3, 4, 5は、昭和61年度の今津第五-2の埋立完了後、BODとCODは大きな減少を示した。しかし、今津第五-4の埋立開始や平成2年度の今津第五-5の埋立開始に伴って再び増加傾向に転じた。当該ブロックのポンプ井は共用しているので、ブロック別の把握はできず、今津第五-2, 3, 4, 5の水質変動は明らかで

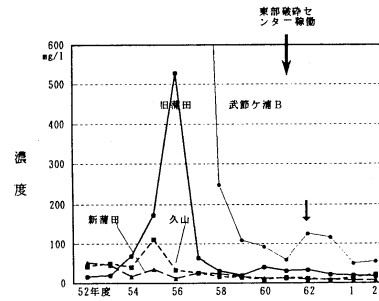


図14 東部埋立場のBOD変化 矢印は埋立完了年度

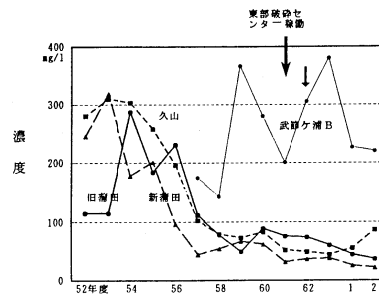


図15 東部埋立場のCOD変化 矢印は埋立完了年度

ない。

以上のように本埋立場でも東部埋立場で観察された各埋立工法毎の変化パターンと同様な変化がみられた。しかし、埋立の深さが2~3mと浅いため、東部より速やかに浸出水の浄化・安定化が達成されており、改良型衛生埋立も準好気性埋立に近い変化パターンを示した。

3・2 項目別経年変化

(1) 東部埋立場

東部地区の中で旧蒲田(嫌気性埋立)、久山(改良型衛生埋立)、新蒲田(準好気性埋立)及び武節ヶ浦B地区(準好気性埋立)に関して経年変化をみた。

旧蒲田、久山及び新蒲田は東部清掃工場の焼却残渣や東部破砕処理センター不燃物の搬入もなく、昭和51年度以前に埋立は完了している。

BODに関しては埋立工法の異なる旧蒲田、久山及び新蒲田の3埋立場を比較すると、埋立工法の

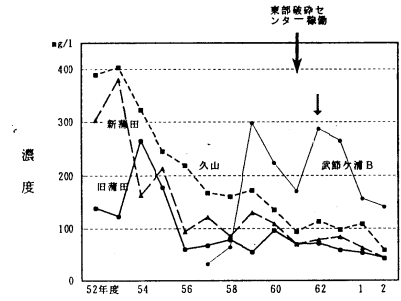


図16 東部埋立場のNH4-N変化 矢印は埋立完了年度

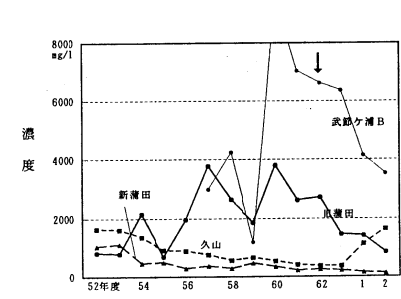


図17 東部埋立場のCl-変化 矢印は埋立完了年度

改良により、有機物の分解はより速やかになったことがわかる。武節ヶ浦B地区はごみのかさ上げと東部破砕処理センター不燃物の影響で一時期濃度が上昇したが、埋立完了後、減少傾向に転じた(図14)。

COD及びアンモニア性窒素は、久山や新・旧蒲田が同様な傾向を示し、安定化の兆しを見せているが、準好気性埋立である新蒲田が一番有機物の分解が進行しており、埋立工法の改良の効果が顕著である。武節ヶ浦B地区は年間変動が大きい、アンモニア性窒素濃度が250mg/l前後と高い状態で推移しており、現在、有機物の分解が活発に行われていることを示している(図15、図16)。

塩化物イオンは可燃性ごみ主体の埋立である久山、新・旧蒲田では旧蒲田における武節ヶ浦H地区の影響を除けば、埋立直後で2,000mg/l弱だったが、その後緩やかな減少傾向が続き、200mg/l前後まで低下している。久山は昭和63年度まで減少していたが前述のように滞水の影響で平成元年、2年と増加してきた。武節ヶ浦B地区は不燃性ごみ及び焼却残渣の埋立のため、埋立中の一時期は10,000mg/lまで上昇したが、その後徐々に低下してきた。しかし、現在でも3,000mg/l以上の高濃度で、依然として塩分の溶出が続いていることを示している(図17)。

(2) 西部埋立場

東部埋立場に比べ埋立の深さが2~3mであることから全項目について低濃度である。

BODは埋立開始後に数100mg/lの高濃度を示すが、埋立完了後には急激に低下し10mg/l前後で落ちついており、安定化する傾向を見せている(図18)。

CODも埋立完了後に低下するが、約50mg/lで横ばいの状況である(図19)。

アンモニア性窒素は埋立開始時より増加し以後25mg/l前後で落ちついている。しかし、今津第五は、現在今津第五-5を埋立中でもあり約50mg/lから更に増加する傾向を見せている(図20)。

塩化物イオンは今津第三で1,000mg/l前後、第四及び第五で約1,700mg/lを示し、横ばい状態である(図21)。

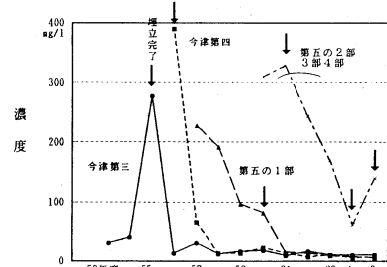


図18 西部埋立場のBOD変化 矢印は埋立完了年度

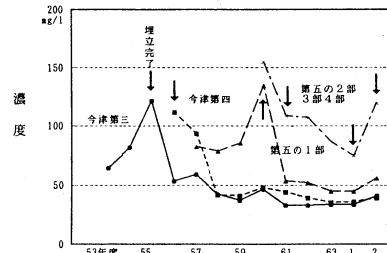


図19 西部埋立場のCOD変化 矢印は埋立完了年度

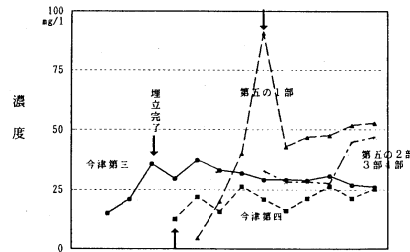


図20 西部埋立場のNH4-N変化 矢印は埋立完了年度

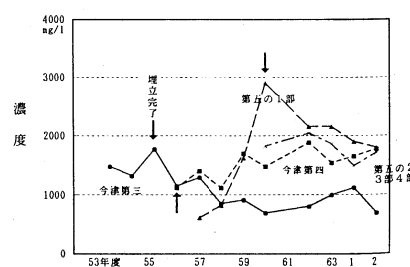


図21 西部埋立場のCl-変化 矢印は埋立完了年度

4. 浸出水の処理および放流先

東部埋立場浸出水は、伏谷埋立場浸出水と混合され、東部污水处理場で生物処理(硝化)及び凝沈処理され、公共下水道へ放流されている。平成2年度の平均水質は、pH7.4、BOD1.0mg/l未満、COD13mg/l、アンモニア性窒素0.3mg/l、有害重金属類は検出限界以下、塩化物イオンは約1,000mg/lであった。

西部埋立場では西部污水处理場で生物処理(硝化・脱窒)、凝沈処理及び活性炭吸着処理され、瑞梅寺川へ放流されている。平成2年度平均水質は、pH7.4、BOD1.0mg/l未満、COD8.6mg/l、アンモニア性窒素0.2mg/l、有害重金属類は検出限界以下、塩化物イオン1,550mg/lであった。

5. 浸出水の塩化物イオンの挙動と対策

埋立場に搬入される廃棄物は昭和51年度には可燃性ごみ32.2%、不燃性ごみ52.3%、焼却残渣等15.5%であったのが、56年度の南部清掃工場稼働により可燃性ごみの全量焼却処理が達成され、焼却残渣等の比率が増加してきた。昭和61年度半ばに東部破砕処理センターが稼働し、不燃性ごみの一部が破砕選別され、破砕可燃物が焼却処分された。その結果、焼却残渣等の比率は一段と高まり現在では46.5%となった(図22)。

次に、焼却残渣等の埋立比率が高まった時期に埋立た武節ヶ浦B地区と武節ヶ浦CDE地区の過去5年間の塩化物イオンの推定溶出量を示す(図

23)。これによると埋立期間中は200トン/年を超える年度もあったが、埋立完了後には武節ヶ浦CDE地区で100トン強/年、武節ヶ浦B地区で約40トン/年とやや横ばい状態になりつつあることが示されている。すなわち塩化物イオンの溶出は、しばらくこの水準で推移するものと考えられる。

焼却残渣には数%の塩化物が含まれており、また埋立処分される廃棄物中での焼却残渣の割合は今後増加することが予想される。埋立場での塩化物イオンの挙動は、図17と図21からわかるように焼却残渣を埋立した各埋立場では、埋立完了後の長期間にわたり高い濃度を示し、その濃度は数1,000mg/lを示している。農産物に被害を与えない濃度は最高で500mg/l程度と言われており、また水道法水質基準においては200mg/l以下に決められている。放流先が淡水域である埋立場は、なんらかの対策をたてる必要がある。

以上のように、焼却残渣による塩類の溶出は、塩害や有害物質の流出等、環境への影響が心配で

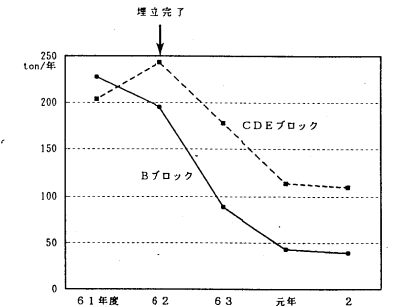


図23 過去5年間の塩化物イオンの推定洗い出し量

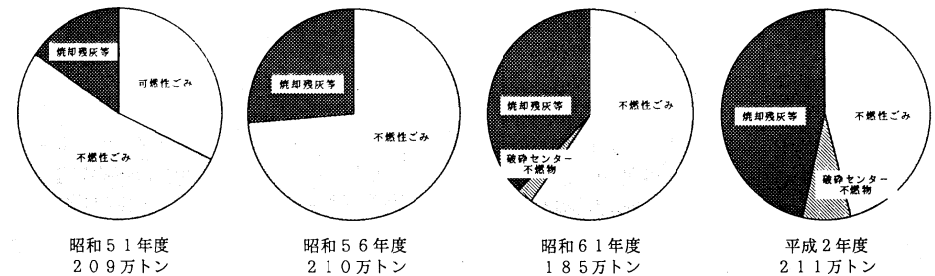


図22 埋立廃棄物の変遷(福岡市環境局事業概要より)

ある。また、地価の高騰に伴い埋立地の確保が困難であることを考えると、今後は、焼却残渣のコンクリート固形化や溶融処理等により建築資材及び路盤材等として再資源化することが有力な方法と思われ、本市でも検討を開始している。

6. まとめ

① 埋立工法を検討し、従来の嫌気性埋立から、改良型衛生埋立、更に準好気性埋立へと改良を重ねた結果、浸出水の早期安定化が実現された。

② 埋立廃棄物は可燃性ごみが少なくなり、不燃性ごみと焼却残渣になっている。今後とも、焼却残渣の比率が増加するため、その対応が必要である。

③ BODは準好気性埋立では埋立完了直後は従来通り数100mg/l程度であるが、短期間に急激に減少し、数年後には10mg/l程度に低下する。また、CODも埋立完了後減少するが50mg/lの比較的高濃度で推移する傾向にある。

④ アンモニア性窒素は埋立完了後に埋立廃棄物中の有機物の分解により増加し、比較的長期間数10mg/l程度の高濃度で推移するので、公共用水

域における富栄養化防止の面からも、放流先の条件次第では、西部埋立場のように脱窒処理を考慮する必要がある。

⑤ 塩化物イオンは、焼却残渣の埋立により数1,000mg/lになり、しかもこの状態は埋立後長期間におよぶ。

7. おわりに

本市も中間処理技術の確立期を迎え、埋立廃棄物の質も無機物主体へと推移している。また、焼却等中間処理施設の普及と埋立構造の開発によって浸出水の質も変化し、有機物から無機物へと変化している。しかし、この無機物の濃度は自然界の中ではかなり高濃度であり、今後はこれらの物質が環境に対してどれくらい影響するのかを評価する方法を確立するとともに、埋立廃棄物ごとの汚染指標項目の検討が必要である。また、新技術の導入による焼却残渣の再資源化についても、早い時期に着手することが必要である。

最後に、本論文をまとめるにあたり、多くの御助言と資料を戴きました福岡大学工学部水理衛生工学実験室の皆様へ深く謝意を表します。