

最終処分場浸出水の堤内貯留時における水質調査

柏原まゆみ・松岡紗也加・小原浩史

福岡市保健環境研究所環境科学課

Survey of Leachate from Final Landfill Site at the Events of Internal Storage

Mayumi KASHIWABARA, Sayaka MATSUOKA, and Koji OHARA

Environment Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

要約

平成 30 年度の最終処分場浸出水の堤内貯留時における水質調査では、通常時と比較して伏谷埋立場では主に全マンガン、アンモニア性窒素、中田埋立場では主に総窒素、アンモニア性窒素について水質の悪化がみられた。両埋立場ともに平成 25 年度に貯留を行った際の結果と類似しており、過去の堤内貯留時の調査結果と比較して問題となるような水質悪化は起こらなかった。これは、今回の貯留水位が低く過去の貯留によって洗い流しが行われていたこと、貯留期間が短かったため埋立場内が極端に嫌気化せず、金属の溶出があまり起こらなかったことが原因と考えられる。

これまでに行った堤内貯留時の調査結果から、豪雨等の対応としてやむを得ず堤内貯留を行った場合でも、過去の貯留水位を超えないように管理し、速やかに貯留を解消するような運転管理が重要であると考えられる。一方、堤内貯留が長期間にわたって継続した場合は、埋立場内が嫌気化することによる水質の悪化が懸念される。今後もデータの蓄積及び堤内貯留時における汚水処理場の適正な運転管理の検討を目的として、調査の継続が必要である。

Key Words : 最終処分場 final landfill site, 浸出水 leachate, 豪雨 heavy rain, 内部貯留 internal storage

1 はじめに

福岡市のごみは、収集・運搬・中間処理を経て、選別後の不燃物や焼却処理施設における焼却残さは最終処分場（埋立場）で全量埋め立て処分されている。現在、福岡市が管理を行っている埋立場は、東部（伏谷）埋立場と西部（中田）埋立場の二か所である。埋立場で発生した浸出水は浸出水処理施設（汚水処理場）で処理したうえで、公共下水道や河川に放流されている。

近年、気候変動の影響により短時間強雨や大雨が増加しており、埋立場では、集中豪雨等により多量の降雨があった場合には浸出水の発生量が急増する。そのため、福岡市では発生する浸出水量が汚水処理施設の能力を超えた際、埋立場締切ダム内（以下、「堤内」とする。）に浸出水を貯留する対応（「堤内貯留」）を取っている。しかし、堤内貯留はごみ層の水没及び底部集排水管からの空気の流

入の停止により埋立場内部を嫌気化させ、ごみ層からの重金属類の溶出による水質の悪化を招くとされており、集中豪雨等に対する適応策が喫緊の課題となっている。

伏谷埋立場、中田埋立場においては、設置当時より堤内貯留が何度か行われてきた。水質に関する問題が初めて生じたのは、平成 4 年度の伏谷埋立場の事例であり、汚水処理場放流水から高濃度の溶解性マンガンが検出された¹⁾。これ以降、堤内貯留時には浸出水の水質監視を目的として調査が行われており、これまでの調査によってマンガン^{2, 3)}だけではなく、COD や塩化物イオン等の濃度上昇も起こることが確認されている^{4~6)}。

平成 30 年度は、平成 30 年 7 月豪雨の影響を受け、伏谷埋立場、中田埋立場でそれぞれ堤内貯留を行った。各埋立場浸出水について、堤内貯留時から一定期間水質調査を行ったので、その結果について報告する。

2 調査方法

2.1 調査期間

伏谷埋立場, 中田埋立場における調査期間及び堤内貯留期間を表 1 に示す. なお, 埋立場での調査は堤内貯留開始から貯留水の消滅後 1 週間までは毎日とし, その後は浸出水の水質の状況に応じて頻度を調整して調査を行った.

表 1 調査期間及び堤内貯留期間

埋立場	調査期間	堤内貯留期間
伏谷	平成 30 年 7 月 6 日 ~7 月 27 日	平成 30 年 7 月 6 日 ~7 月 9 日 3 日間
中田	平成 30 年 7 月 6 日 ~8 月 29 日	平成 30 年 7 月 5 日 ~7 月 9 日 4 日間

2.2 調査地点 (浸出水)

伏谷埋立場及び中田埋立場における調査地点を図 1 及び図 2 に示す. 伏谷埋立場では伏谷埋立場沈砂池 (F-5) 及び伏谷埋立場 No.1 調整槽 (F-10), 中田埋立場では中田調整槽沈砂池(沈砂池)及び中田調整槽 (N-1) で調査を行った.

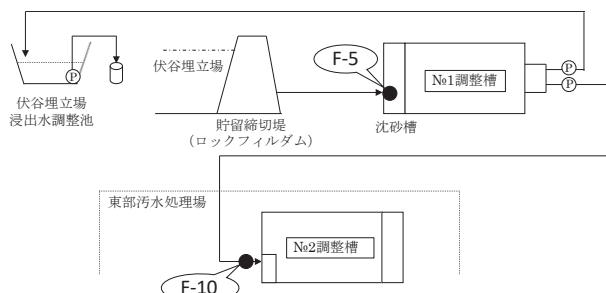


図 1 伏谷埋立場における調査地点

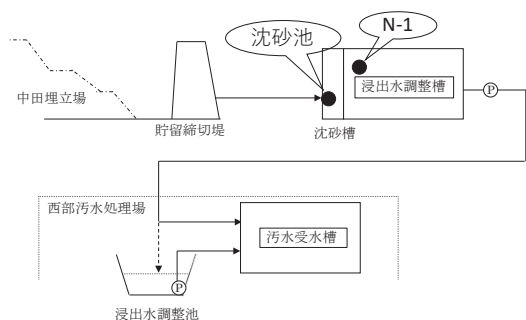


図 2 中田埋立場における調査地点

2.3 調査項目

伏谷埋立場及び中田埋立場における調査項目を表 2 に示す.

調査項目については, 過去の調査結果^{1~6)}をふまえ,

水質が悪化し問題が生じるおそれのある項目を対象とした. また, 堤内貯留による埋立場内部の嫌気化の指標とするため, 沈砂池における酸化還元電位を項目に加えた. なお, 中田埋立場は放流先が公共用水域であるため, 規制の適用される総窒素の項目を追加した.

表 2 伏谷埋立場及び中田埋立場における調査項目

調査項目	伏谷埋立場		中田埋立場	
	F-5	F-10	沈砂池	N-1
酸化還元電位	○	○	○	○
金属類(8種類)※		○		○
全水銀		○		○
SS		○		○
pH	○	○		○
塩化物イオン		○		○
アンモニア性窒素		○		○
総窒素				○

※ 金属 8 種 (溶解性含む) : クロム・マンガン・鉄・銅・亜鉛・鉛・カドミウム・ヒ素

2.4 分析方法

各項目の分析方法を表 3 に示す. なお, 酸化還元電位については, F-5 及び沈砂池は採水時の現場計器指示値を記録し, F-10 及び N-1 は採水時に現場で測定した.

表 3 分析方法

項目	分析方法
金属類(8種類)※	ICP 質量分析法
全水銀	昭和 46 年 12 月 28 日環境庁告示 59 号付表 1 に準拠
SS	昭和 46 年 12 月 28 日環境庁告示 59 号付表 9
pH	JIS K 0102 12.1 ガラス電極法
塩化物イオン	JIS K0102 35.1 硝酸銀滴定法に準拠 JIS K0102 35.3 イオンクロマトグラフ法
総窒素	JIS K0102 42.2 インドフェノール青吸光度法に準拠
アンモニア性窒素	JIS K0102 35.2 紫外線吸光度法

※溶解性含む

3 調査結果及び考察

3.1 伏谷埋立場

伏谷埋立場の雨量と堤内水位の推移を図 3 に示す. 最高水位は 18.8m, 貯留期間は 3 日間と平成 25 年度に記録した最高水位, 貯留期間 (19.6 m, 9 日間) をともに下回っ

た。

調査期間中の浸出水の水質変化を図4に示す。F-10における酸化還元電位は37~149 mV前後で通常時よりやや低めで推移したが、F-5、F-10ともにプラス側で推移しており、還元状態に傾くことはなかった。pHは7.1~7.7、塩化物イオンは2550~4620 mg/Lで推移し、通常時と比較して大きな変動は見られなかった。一方、アンモニア性窒素は通常時より高めに推移しており、貯留解消後に最大8.6 mg/Lまで上昇し、その後は低下傾向を示した。

SSは貯留開始直後に降雨の影響を受け69 mg/Lまで上昇したが、その後は通常時より低い値で推移した。マンガンはほとんどが溶解性であり、通常時よりやや高めの1.3~3.2 mg/Lで大きな変動なく推移した。過去の調査報告において、堤内貯留後に溶出するマンガンは破碎不燃物由来であると推測されており¹⁾、堤内最高水位を更新することで未浸漬のごみ層が浸漬されると高濃度のマンガンの溶出が起これと考えられている⁵⁾。今回の調査では、堤内最高水位が過去の事例より低く、何度も貯留が繰り返されている部分での貯留であったため高濃度のマンガン溶出には至らなかったものと推測される。

鉄については、溶解性鉄は定量下限値未満であり、全鉄は降雨時に増加する傾向が見られた。鉛は貯留開始直後に最大0.03 mg/L検出されたが、溶解性の鉛は検出されず、通常時と比べて低濃度で推移した。カドミウムと亜鉛は堤内貯留直後にそれぞれ最大0.005 mg/L、0.1 mg/L検出されたが、溶解性のカドミウム、溶解性の亜鉛は検出されなかった。複数の金属類が堤内貯留直後に検出されたのは、降雨によりSSが増加した影響を受けたためと考えられる。クロム、銅、亜鉛、ヒ素、水銀については全て定量下限値未満であった。

3.2 中田埋立場

中田埋立場の雨量と堤内水位の推移を図5に示す。最高水位は1.82 m、貯留期間は4日間と平成25年度の最高水位、貯留期間(1.94 m、12日間)をとともに下回った。

調査期間中の浸出水の水質変化を図6に示す。沈砂池における酸化還元電位は堤内貯留直後に-395 mVまで低下したことから、堤内貯留により埋立場内部が一時的に還元状態になったことが推察された。N-1におけるpHは通常時と比較してやや低めに推移したものの、大きな変動は見られなかった。塩化物イオンは、貯留開始直後は通常時と比べてかなり低濃度であり、降雨による希釈の影響を大きく受けていることが推測された。貯留解消後は上昇を続け、最大6470 mg/Lと通常時より高い濃度を示した。濃度の上昇は他の水質項目が通常時と変わらない状態になっても続いたことから、堤内貯留による水質悪化ではなく、8月の降雨量が例年と比べて少なかったことが原因と

考えられる。

総窒素は、貯留直後は低濃度であり、その後最大16 mg/Lまで上昇を続けた。経過日数40日ごろまでは塩化物イオンとよく似た挙動を示したが、以降は徐々に濃度が低下し、通常時と同程度になった。アンモニア性窒素は、貯留直後は低濃度であったが、17日目に最大14 mg/Lまで上昇し、その後低下した。総窒素、アンモニア性窒素ともに長期間にわたり影響が続いており、注意が必要である。

SSは堤内貯留開始直後に降雨の影響を受け110 mg/Lと高い値を示したが、その後は降雨の影響を除き通常時より低い値で推移した。マンガンは、ほとんどが溶解性であり、貯留開始直後は低濃度で推移し、貯留解消後に最大1.2 mg/Lまで上昇したが、その後は通常時と同程度で推移した。今回の調査では、伏谷埋立場と同様に、堤内最高水位が過去の事例より低かったため高濃度のマンガン溶出には至らなかったものと推測される。その他の金属として、鉄が最大6.3 mg/L、鉛が最大0.03 mg/L、亜鉛が最大0.2 mg/L検出されたが、溶解性の鉄、溶解性の鉛、溶解性の亜鉛は検出されなかった。これらの金属は堤内貯留直後に最大濃度が検出されており、降雨の影響によりSSが高くなったことを受けて、通常時より高い値が検出されたものと考えられる。クロム、銅、カドミウム、ヒ素、水銀については全て定量下限値未満であった。

調査期間中、経過日数24日目に23 mmのまとまった降雨があり、塩化物イオン、総窒素、アンモニア性窒素は降雨による希釈の影響を受けて一時的に濃度が低下した。一方、SS、全鉄は降雨の影響により一時的に上昇した。堤内貯留開始直後の挙動を含め、中田埋立場の浸出水は降雨による影響を大きく受けていることが示唆された。中田埋立場には、緊急貯留用として埋立場内の貯留締切堤側にごみを埋め立てていない区画が設けてあり、堤内貯留を行った場合でも堤内水位がある程度上昇するまでは貯留水がごみ層と接しない。また、この区画では構造上、降雨がごみ層と接しないまま浸出水として集水される。この構造的特徴によって、伏谷埋立場と比較して降雨の影響が強くみられるものと推測される。

4 まとめ

今回の調査結果では、通常時と比較して伏谷埋立場では主に全マンガン、アンモニア性窒素、中田埋立場では主に総窒素、アンモニア性窒素について水質の悪化がみられた。伏谷埋立場、中田埋立場ともに平成25年度に貯留を行った際の結果と類似しており、過去の堤内貯留時の調査結果と比較して問題となるような水質悪化は起こらなかった。これは、今回の貯留水位が低く過去の貯留によって

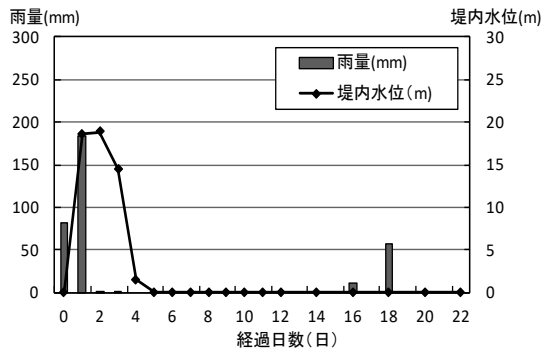


図3 伏谷埋立場における雨量と堤内水位の推移

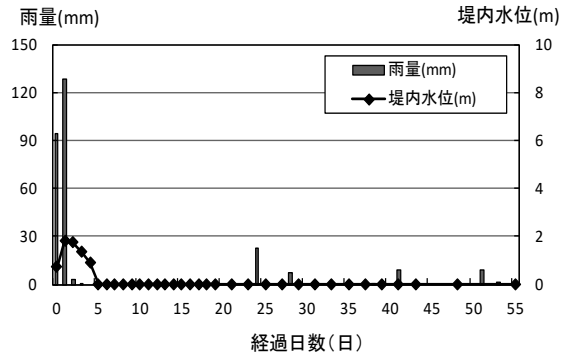


図5 中田埋立場の雨量と堤内水位の推移

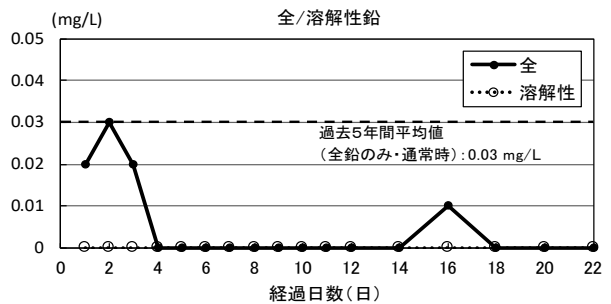
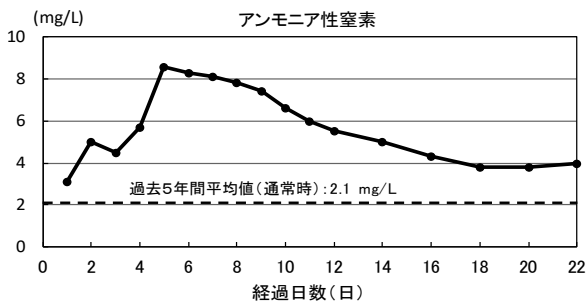
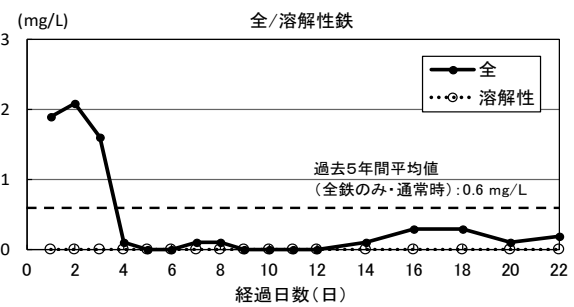
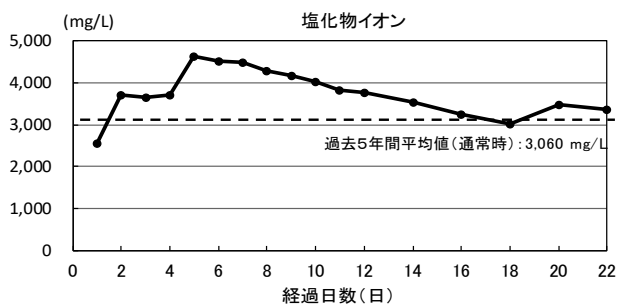
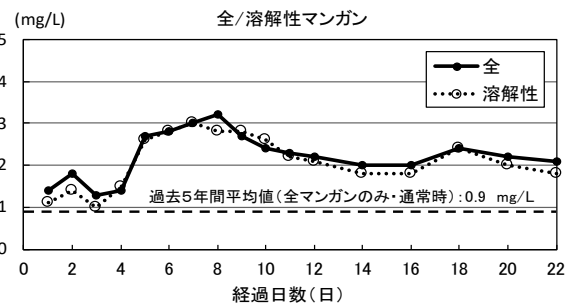
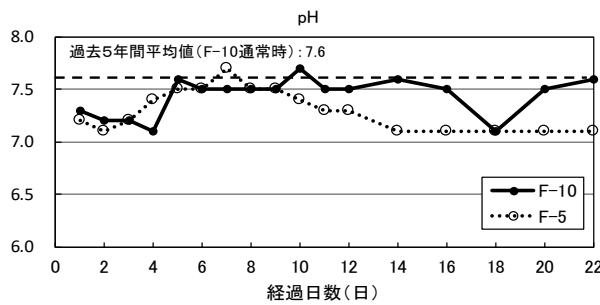
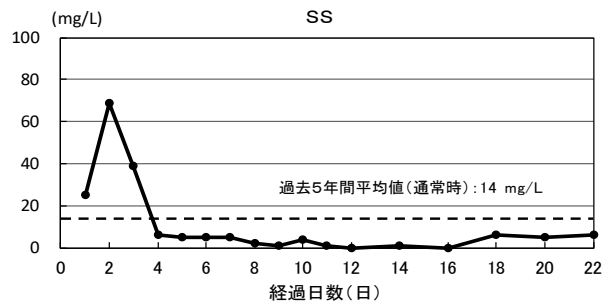
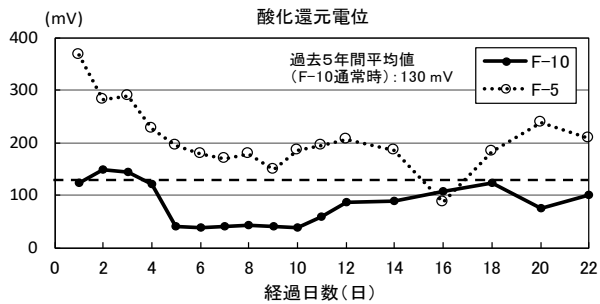


図4 伏谷埋立場浸出水の水質変化
(点線は過去5年間平均値)

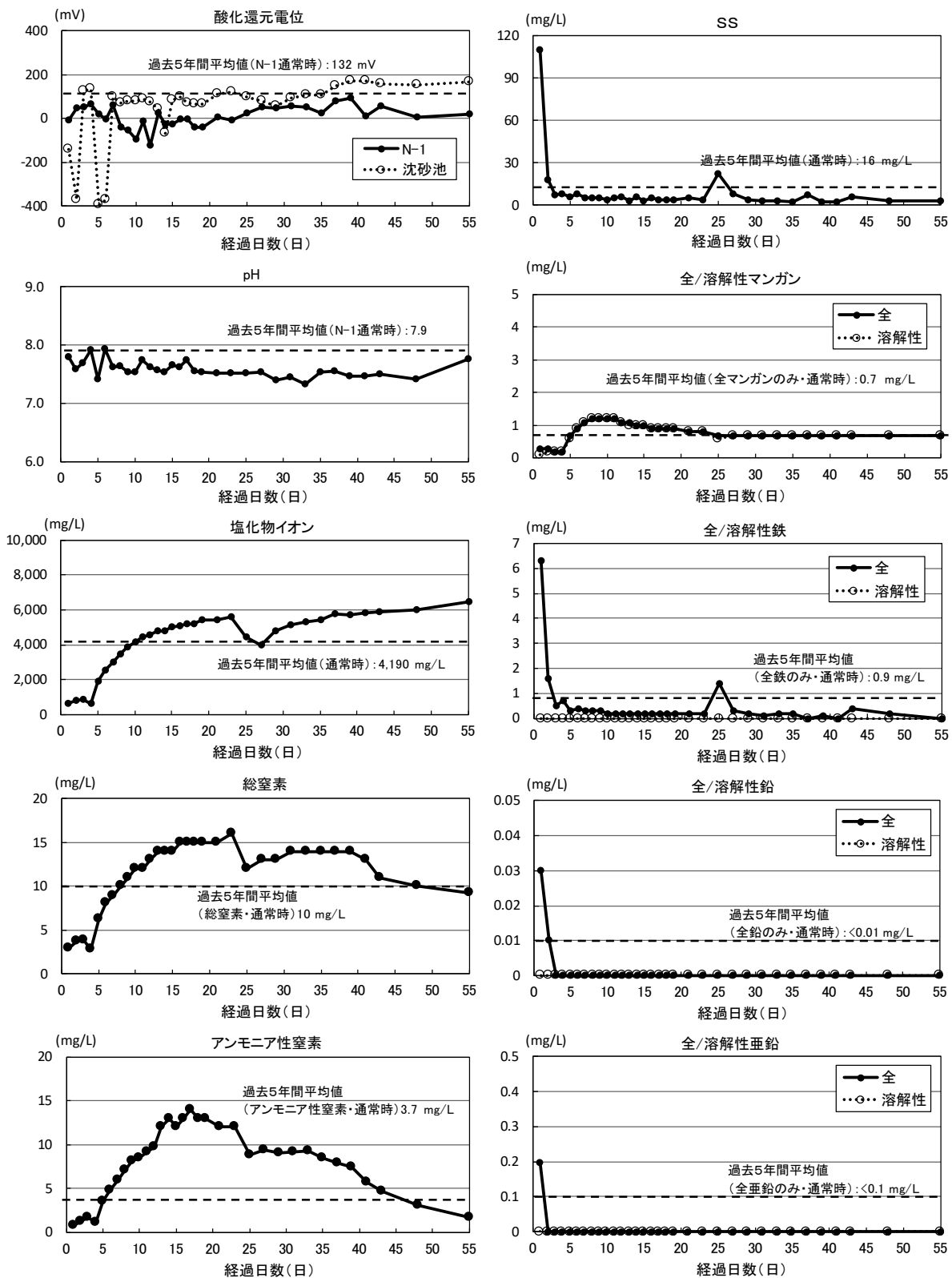


図 6 中田埋立場浸出水の水質
(点線は過去5年間平均値)

洗い流しが行われていたこと、貯留期間が短かったため埋立場内が極端に嫌気化せず、金属の溶出があまり起こらなかったことが原因と考えられる。

今後、気候変動に伴う集中豪雨や極端な気象現象がますます増加することが予想される。特に埋立場に関しては、豪雨に対する対策は気候変動対応策の一環として重大な課題である。これまでに行った堤内貯留時の調査結果から、どちらの埋立場においても過去の貯留水位を超えない範囲での1週間程度の貯留であれば、問題となるような水質悪化は生じていない。そのため、豪雨等の対応としてやむを得ず堤内貯留を行った場合でも、過去の貯留水位を超えないように管理し、速やかに貯留を解消するような運転管理が重要であると考えられる。さらに、中田埋立場においては堤内貯留直後の水質は降雨による希釈の影響が大きく、濁質の除去が重要であることから、堤内貯留直後の浸出水を優先的に凝集沈殿処理のみの簡易処理を行うことで処理量を増やすなどの対策が考えられる。一方、堤内貯留が長期間にわたって継続した場合は、埋立場内が嫌気化することによる水質の悪化が懸念される。どの程度の期間貯留を行った際に、金属等の溶出が始まるのかは明らかになっていないため、今後もデータの蓄積及び堤内貯留時における汚水処理場の適正な

運転管理の検討を目的として、調査の継続が必要である。

文献

- 1) 東部工場試験係：埋立場浸出水の溶解性マンガンと埋立廃棄物との関係について、試験結果報告書（平成4年度），138～144，1993
- 2) 東部工場試験係：大雨による伏谷埋立場からのマンガン流出について、試験結果報告書（平成7年度），174～176，1996
- 3) 富田弘樹：堤内貯留時における伏谷埋立場浸出水の水質変化，福岡市保健環境研究所報，32，131～133，2006
- 4) 廃棄物試験研究センター処理施設担当：堤内貯留時における水質調査について，試験結果報告書（平成22年度），222～226，2010
- 5) 廃棄物試験研究センター処理施設担当：堤内貯留時における埋立場浸出水の水質変化，試験結果報告書（平成23年度），228～234，2011
- 6) 環境局保健環境管理課：堤内貯留時における埋立場浸出水の水質調査，試験結果報告書（平成25年度），253～256，2013