

## 湿原を含む家畜埋却地周辺の環境モニタリング

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
巻/号	584
掲載ページ	p. 269-276
発行年月	2013年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 湿原を含む家畜埋却地周辺の環境モニタリング

鈴木祥広・竹下伸一<sup>1</sup>・関戸知雄・稲垣仁根<sup>1\*</sup>

宮崎大学工学部 (889-2192 宮崎市学園木花台西 1-1)

<sup>1</sup> 宮崎大学農学部 (889-2192 宮崎市学園木花台西 1-1)

受付日: 2012 年 6 月 26 日/受理日: 2012 年 8 月 15 日

キーワード: 家畜埋却地, 環境モニタリング, 湿原, 地下水環境.

Environmental Monitoring around Livestock Mortalities Burial Site including Marsh

Yoshihiro Suzuki, Shinichi Takeshita<sup>1</sup>, Tomoo Sekito and Hitone Inagaki<sup>1\*</sup>

Faculty of Engineering, University of Miyazaki 889-2192, Japan

<sup>1</sup> Faculty of Agriculture, University of Miyazaki 889-2192, Japan

**Key words** : Environmental monitoring, Groundwater environment, Livestock mortalities burial site, Marsh.

### はじめに

平成 22 年 4-7 月にかけて宮崎県東部の西都・児湯地域を中心に発生した口蹄疫の防疫対策として、家畜約 30 万頭を全頭処分し、地下埋却を行ったが、埋却地は 268 箇所、合計面積は約 98 ha に及び、大規模かつ広範囲なものであった。口蹄疫拡大の特徴としては、感染区域が児湯地域の中央に位置する川南町の南側のかなり広い範囲に急激にかつ一斉に拡大していたことが明らかとなっている。

川南町における口蹄疫の発生が集中した国道 10 号線沿いに、天然記念物の貴重な湿原植物が生育する川南湿原 (面積約 3.1 ha) がある。図 1 に川南湿原の位置と図 2 に湿原全景を示す。宮崎大学では、川南湿原の環境保全のために環境モニタリングを平成 7 年度から継続して実施しており、全般に地下水位が高い傾向にあることが明らかになっており、埋却地が地下水の水質へ深刻な影響を及ぼす可能性が考えられた。そこで、口蹄疫発生地域における地下水位と水質の観測を長期間連続して行うため、川南町内に 4 箇所の観測井を新たに設置し、平成 22 年 12 月より地下水位の自動計測を、平成 23 年 3 月からは地下水の水質調査を 1 回/月の間隔で継続的に実施している。

本報告は川南湿原におけるモニタリングデータを紹介し、さらに新設した観測井における計測開始から現時点までの地下水に関するモニタリング情報を計測・分析した結果を整理した。また、大学の調査と併行して行われている宮崎県による調査の概要を合わせて紹介する。さらに、埋却家畜からの環境汚染物質発生に関する基礎的検討についても報告する。

### 川南湿原の地下水環境の特徴

川南湿原では、湿原周辺の都市化に伴い、湿原周辺から流入する生活雑排水等による水質の悪化などによって、天然記念物の貴重な湿原植物が減少する傾向にあった。湿原植物の生育に大きく影響を与える水環境について、湿原内の地下水位の変動などを平成 7 年度から現在まで (竹下・鈴木 2010)、水質の変動を平成 7 年度から平成 16 年度まで調査し、湿原の水生植物の保全・増殖について対策の提案 (中園ら 2004) を行っている。

図 2 に示す A 地点と B 地点の地下水位の変動を図 3 に示す。地下水位の変動は、降水との関連が非常に大きく影響しており、梅雨期に降水があると地下水位が地表面まで上昇する傾向にあることが明らかになっている。また、水質については、水素イオン濃度 (pH)、溶存酸素量 (DO)、アンモニア態窒素 (NH<sub>4</sub>-N)、亜硝酸態窒素 (NO<sub>2</sub>-N)、硝酸態窒素 (NO<sub>3</sub>-N)、リン酸塩 (PO<sub>4</sub>-P)、有機態窒素 (Org-N)、有機態リン (Org-P)、化学的酸素要求量 (COD)、無機態全窒素 (TIN)、全窒素 (T-N)、全リン (T-P) を計測した。湿原内の水質状況については、リン濃度が 0.01-3.10 mg/L、窒素濃度が 2.56-80.25 mg/L であり、環境省の定める環境基準 (全リン 0.03 mg/L、全窒素 0.4 mg/L) を大幅に上回り、畜産排水や生活雑排水の流入により大きな影響を受けていると推測された。

### 地下水流動の長期モニタリング

#### 1. 長期モニタリングの必要性とその方法

家畜の大規模埋却による環境への影響については、国内はもとより海外においても長期間のモニタリングによる詳細な

\* a03221u@cc.miyazaki-u.ac.jp

データは報告されておらず、地下水汚染のリスクの可能性を指摘するに止まっている (The Royal Society Edinburgh 2002; Health Protection Agency 2002; MacArthur ら 2003)。また、川南地域では、地下水を農業用水に使用している事例が多いので、地下水の流動と水質の変化については、モニタリングとその評価を長期間継続する必要があると考えた。

そこで、地下水の水位、水質などのモニタリングとしては、

特に、口蹄疫の発生が集中し、家畜の埋設量の多い川南町を中心とする地域を対象とし、宮崎県や川南町の協力を得て、川南地区の段丘の上部と下部に、図4に示す①(No.1)~④(No.4)の位置に4箇所の観測井を新たに設置した。観測井は、ボーリング孔に直径50mmの塩ビ管を挿入し、地下水位以下については有孔管とした。地下水位については、ロガー式水位計による自動計測とし、水質については試料を採取し、分析評価を行う体制を整えた。

なお、観測井①~④の地理的な特徴は、①段丘上の畑地集中地域、②段丘直下周辺の地下水の湧水が河川へ流入する地点、③段丘上の上流域からの流入点、④段丘上の海岸部である。また、図4の◆は、埋却地の位置を示す。

## 2. 地盤の透水係数

地区内の地質状況を把握するために、観測井戸のボーリングコアを採取し、現地で透水係数試験を行った。ボーリング結果によれば、表土の下は地表下10-20mに存在する軟岩、風化岩層までシルト質砂と砂利・礫混り粘土質砂が堆積しており、観測井 No. 1 においては、玉石混じりの砂礫層にシルト質砂を挟む柱状を呈していた。

地盤の現場透水試験は、帯水層(シルト質砂)を対象とし、試験方法としては、帯水層の透水係数が $10^{-3}$  cm/s 程度と推

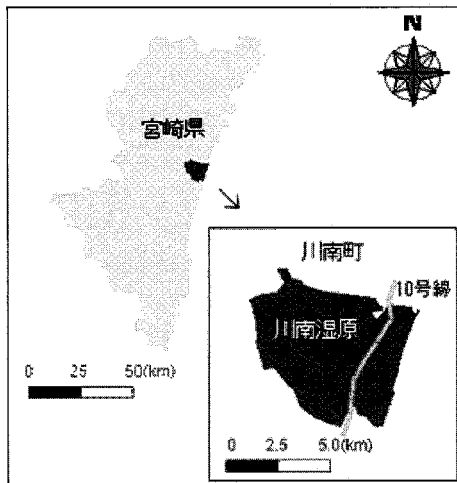


図 1. 川南湿原の位置.



図 2. 川南湿原植物群落全景 (IKONOS 画像).

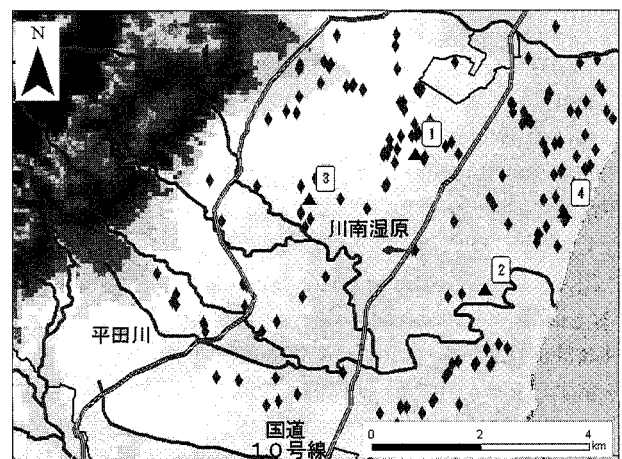


図 4. 新設井戸の概略位置.

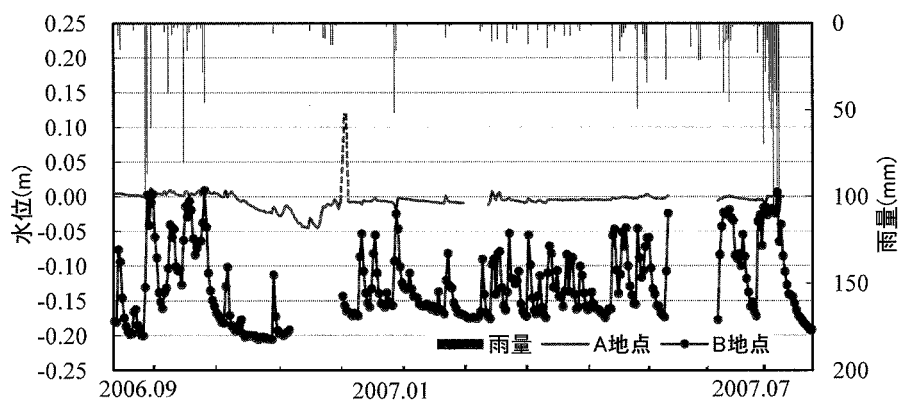


図 3. 2006年8月~2007年7月までの川南湿原の地下水位変化.

定され、および裸孔による孔の保持が困難と考えられるので、ケーシングを用いた非常定のチューブ法を用いて行った。計測した透水係数は、観測井 No. 1 と No. 4 が  $10^{-4}$  cm/s、観測井 No. 3 が  $10^{-3}$ - $10^{-5}$  cm/s であり、観測井 No. 2 は湧水が多く、計測不能であった。

### 3. 地下水の流動調査

観測井 No. 1-No. 4 における平成 22 年 12 月から平成 23 年 11 月までの地下水位の経時変化を図 5 に示した。

観測井 No. 1 は、無降雨期間において地下水位が地表面下 16m に低下するが、6 月には約 5m 付近まで上昇し、水位変動幅が大きくなっている。また、降雨に対して比較的緩やかに地下水位が応答していることから、不飽和域が大きいと考えられる。

観測井 No. 2 は、降雨がほとんどない期間において、地表面下 2m の位置に水面があるが、降雨時には地表面まで地下水位が上昇する。これは平田川の最下流域の段丘直下に位置する湧水地点の特徴を表している。

観測井 No. 3 は、観測井 No. 1 と同じく段丘上に位置しているが、無降雨期間において地下水位は概ね地表面下 4m 程度である。井戸の位置が河川に近いことから、降雨時には滑らかに応答して、地下水位が 2m まで上昇している。

観測井 No. 4 は、5 月下旬-7 月上旬に地下水位が地表面下約 1m に位置する期間が続いており、これは近傍の水田において早期灌漑が行われている影響と考えられる。さらに、降雨時には急激に水位が上昇するが、その後の水位の透減が他の観測井に比べると、非常に緩やかである。これは流域最下流部であるために、降雨終了後も上流からの雨水の流入がしばらく続くためと考えられる。また、観測井 No. 2-No. 4 の地下水位は、降雨に敏感に反応しており、不飽和域が小さいと考えられる。

観測井 No. 1, No. 3, No. 4 の周囲には多くの埋設地があるが、図 5 の地下水位変化から、観測井 No. 4 周辺の埋設地は 5 月下旬-7 月上旬の梅雨期、あるいは台風などによる大きな降雨発生時には、地下水の浸出があると考えられ、その

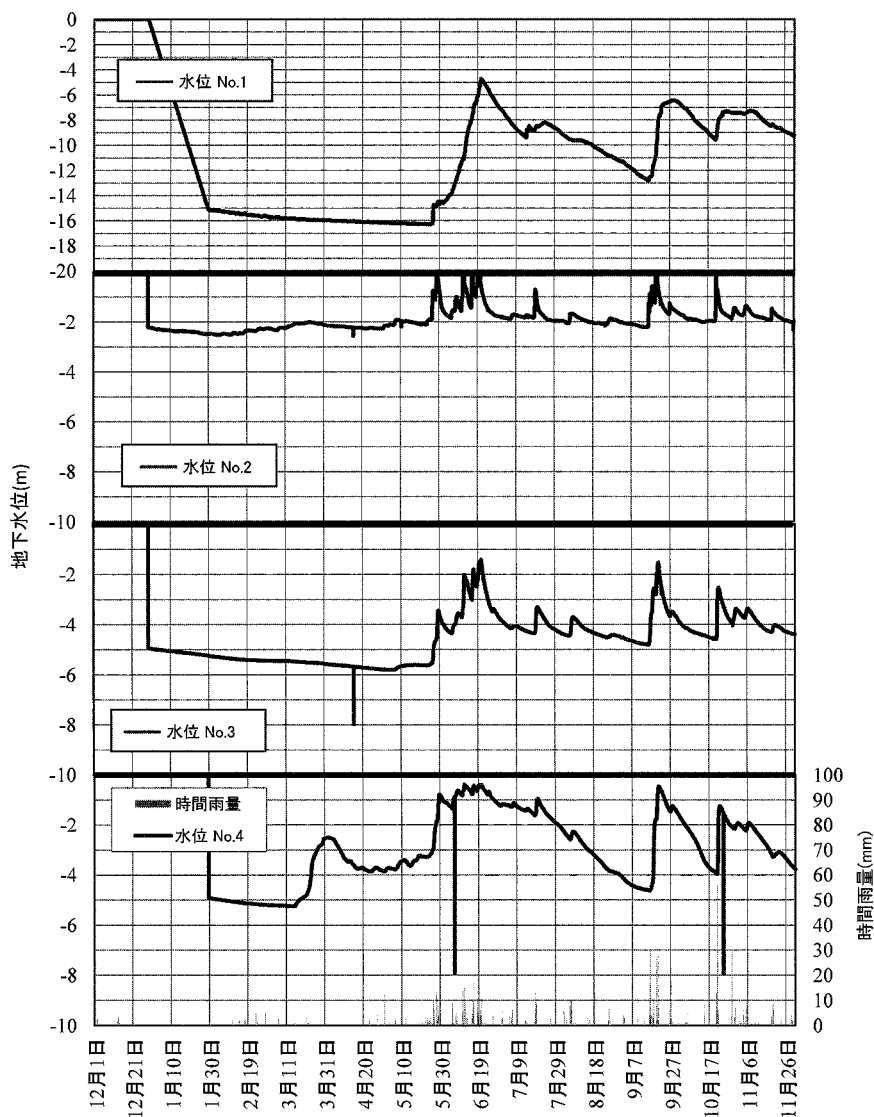


図 5. 観測井 No. 1-No. 4 の水位変化。

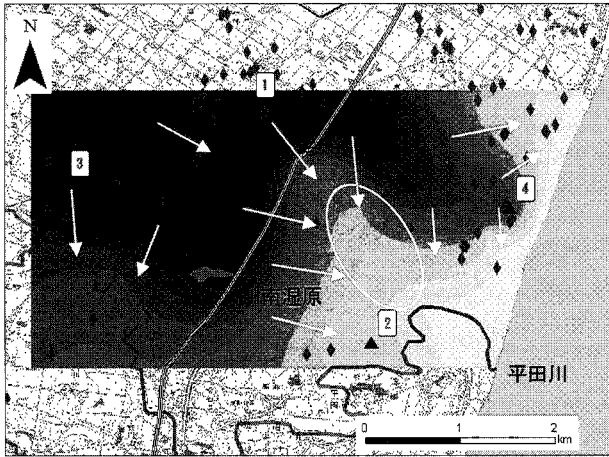


図 6. 地下水位平面図 (2011年6月1日).

水質への影響が懸念される。

図6は、地域の地下水位が比較的高い6月1日における地下水位の平面分布を示し、地下水位等高線から推察される地下水の流動方向を矢印で示している。観測井No.1周辺における段丘上の畑地の地下水は、国道10号線を越えた南東方面へ流れ、平田川河口付近の湾曲部へ流入し、海へと流れていると考えられる。観測井No.3付近の地下水については、南側に流れる平田川へと流入している。観測井No.4周辺においては、段丘崖を湧出して直接海へと流れていると考えられる。

地下水位の平面分布から、埋却に伴う汚染された地下水は、国道10号線の南東側、観測井No.2のやや北側の平田川が湾曲する位置(図6の中央右の白抜き楕円部)に最も集約していると推察される。

### 地下水水質の長期モニタリング

#### 1. 調査概要

新設した4箇所(No.1, No.2, No.3, No.4)の観測井における水質調査では、家畜埋却による地下水の水質への影響を評価する項目として、①石灰散布によるpHの上昇と $\text{Ca}^{2+}$ 濃度の増加、②埋却した家畜の嫌気的分解起源の有機物の混入、③タンパク質分解による $\text{NH}_4^+$ の溶出、④ $\text{NH}_4^+$ の土壌での硝酸化にともなう $\text{NO}_2^-$ と $\text{NO}_3^-$ の各無機窒素濃度の増加に注目し、地下水の水質調査を開始した。そこで、2011年3月30日から2012年1月26日までの調査結果を報告する。

#### 2. 試料の採取と分析方法

試料は、地下水水面から水深約1mの地下水を円筒状の採水器を用いて採取した。採取した試料は、洗浄済ポリエチレン瓶に密封して実験室に持ち帰り、直ちに基本水質項目の測定と前処理を行った。

pHと電気伝導率(EC)はpH・イオン・伝導率計、濁度は積分球式濁度計を用いて測定した。クロマトグラフィーに用いる試料は、 $0.45\mu\text{m}$ メンブランフィルターで濾過し、分析に供するまで冷蔵保存した。本調査では、主要な陽イオンとして、 $\text{Li}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ をイオンクロマトグラ

フを用いて測定した。また、主要な陰イオンとして、 $\text{F}^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ をイオンクロマトグラフで測定した。なお、クロマトグラフィーによる陽イオンと陰イオンの分析操作の詳細は、水道試験方法に従った。試料の全有機炭素濃度は、全有機炭素計で測定した。

### 3. 分析結果

#### (1) pHと電気伝導率(EC)

地点No.2-No.4のpHは調査期間を通して6-8の範囲にあり、川南町保険健康センター内の水道水のpHと同様に比較的安定した変動を示した(図7-8)。一方のNo.1は6-7月の梅雨期にかけてpHが5.24まで大幅に低下し、再び11月に中性付近への回復する傾向を示した。ECは各調査地点において総じて梅雨期以降に上昇しており、降雨による地下水の流動が影響しているものと考えられる。No.1とNo.2のECは $200\mu\text{S}/\text{cm}$ に上昇しており、特にNo.1は $300\mu\text{S}/\text{cm}$ 近くまで達している。一方のNo.3のECは極端に低く、10月以降は $50\mu\text{S}/\text{cm}$ に低下している。一般的に雨水のECは $10\text{-}30\mu\text{S}/\text{cm}$ の場合が多く、No.3は雨水の影響を直接受けている可能性がある。

#### (2) 濁度と全有機炭素(TOC)

地下水層は雨水や放流水が浸透して形成されるため、地下水には懸濁物などの濁り成分は非常に少ないと予想されたが、降水量の少ない3-4月、12月、2012年1月には、河川水の濁りの判断基準とされる10度(カオリン)を大幅に越える状態が各地点で観測されている(図6-7)。No.1とNo.4は無機系懸濁物が多く含まれていた。また、No.2地点の試料は、オレンジ色を呈し、採水後にしばらく放置すると、オレンジ色のコロイドの析出がみられ、このことから鉄イオンの酸化が濁度の増加の要因であると考えられる。

TOCについてみると、No.2においてパルス的に増加し $9.37\text{mg-C}/\text{L}$ の値を示した。また、No.3では調査開始時の3月に $6.80\text{mg-C}/\text{L}$ の高濃度のTOCが検出され、徐々に減少して2012年1月には $0.24\text{mg-C}/\text{L}$ まで低下している。汚濁が進行している都市下水路において $10\text{mg-C}/\text{L}$ 前後のTOCが検出されるので、今回地下水から検出されたTOC濃度は非常に高いと判断される。断続的ではあるが、No.2とNo.3の地点では、何らかの有機物源からの浸出があったと推察される。その他の地点では、安定的に概ね $1\text{mg-C}/\text{L}$ 以下のレベルで推移しており、有機物の浸出は認められなかった。

#### (3) 陽イオン

$\text{NH}_4^+$ は、No.1においては、3-5月にかけて $1.62\text{-}1.92\text{mg}/\text{L}$ の範囲で検出されたが、その他の地点では検出されず、6月以降についてはNo.1-No.4のいずれの地点からも $\text{NH}_4^+$ は検出されなかった。No.1とNo.4では、 $\text{Na}^+$ と比較して $\text{Ca}^{2+}$ の方が高く(図7-8)、これに対してNo.3では $\text{Ca}^{2+}$ よりも $\text{Na}^+$ の方が高くなっている。

図6の地下水位平面図をみると、No.3の地下水系は、No.1とNo.4と異なっており、地質および地下水への経路によって主要な陽イオン種が異なるのではないかと考えられる。一般の地下水においては、 $\text{K}^+$ は低濃度で存在するケースが多いが、No.2では6月のみで高くなっており、肥料に含

まれる  $K^+$  が影響した可能性も考えられる。 $Mg^{2+}$  は、いずれの地点においても  $5\text{mg/L}$  前後で推移していた。なお、温泉水などで検出される  $Li^+$  は、今回の調査では全く検出されなかった。

(4) 陰イオン

下水や尿、およびそれら処理水には、 $Cl^-$  が高濃度に含まれており、 $Cl^-$  は地下水の人為汚染の指標とされる。しかしながら、いずれの地点の全試料においても  $Cl^-$  濃度は低く、し尿等による地下水への影響は全く認められなかった(図7-8)。

一方、もう一つの地下水の人為的汚染を示す有力な指標である  $NO_3^-$  は、No.1において、2サンプルを除く試料から  $50\text{mg/L}$  ( $NO_3\text{-N}$ として  $11\text{mg-N/L}$ ) 以上を大幅に超過して検出された。 $NO_3^-$  として  $100\text{mg/L}$  を超過する場合も複数回あり、明らかにNo.1の地下水の  $NO_3^-$  濃度は極端に高い。また、No.2では、No.1において極端に低下した日時(6月24日、10月29日)において、 $NO_3^-$  濃度が逆にパルス的に極端に増加して  $100\text{mg/L}$  を大幅に超過した。地下水の流動と関係していると考えられる。これに対して、No.3とNo.4は、低い濃度で推移しており、 $NO_3^-$  についてはNo.1とNo.2の地点と全く異なる結果を示した。

$SO_4^{2-}$  は、3-6月にかけて  $30\text{mg/L}$  前後で検出される場合

も認められたが、7月以降は減少し、低濃度を保持している。なお、 $F^-$ 、 $NO_2^-$  および  $PO_4^{3-}$  は、全調査期間を通じていずれの地点からも検出されなかった。

4. 考察

いずれの地点においても調査期間を通して、pHの上昇は認められず、 $Ca^{2+}$  濃度も日本の一般的な地下水の濃度範囲内であり、石灰散布の地下水への影響は全く認められない。土壌における中和効果や緩衝作用によってはpHは安定に保持されていると考えられる。しかしながら、有機物の混入が懸念される情報として、No.2とNo.3でTOCが高濃度に検出されている。有機物の起源は不明であるが、家畜起源とそれ以外の腐植土壌からの溶出が考えられる。設置した観測井は浅く、地上と地下水の表層部分の地下水を採取しているため、表土に含まれる有機物が溶出して流入する可能性は高い。土壌が観測井に混入したことによる濁度の上昇も観測されている。また、採水時には試料の臭いを確認しており、地下水試料からは無臭または土壌臭以外の特有の臭気は確認されていない。したがって、現在の時点では埋却起源の腐敗・分解物が混入したとは考え難い。

4地点のうちNo.2からのみ、3-5月にかけて平均  $1.8\text{mg/L}$  の  $NH_4^+$  検出された。ところが、No.2においてもそれ以降は急激に減少し、他の地点と同様に全く検出されていない。

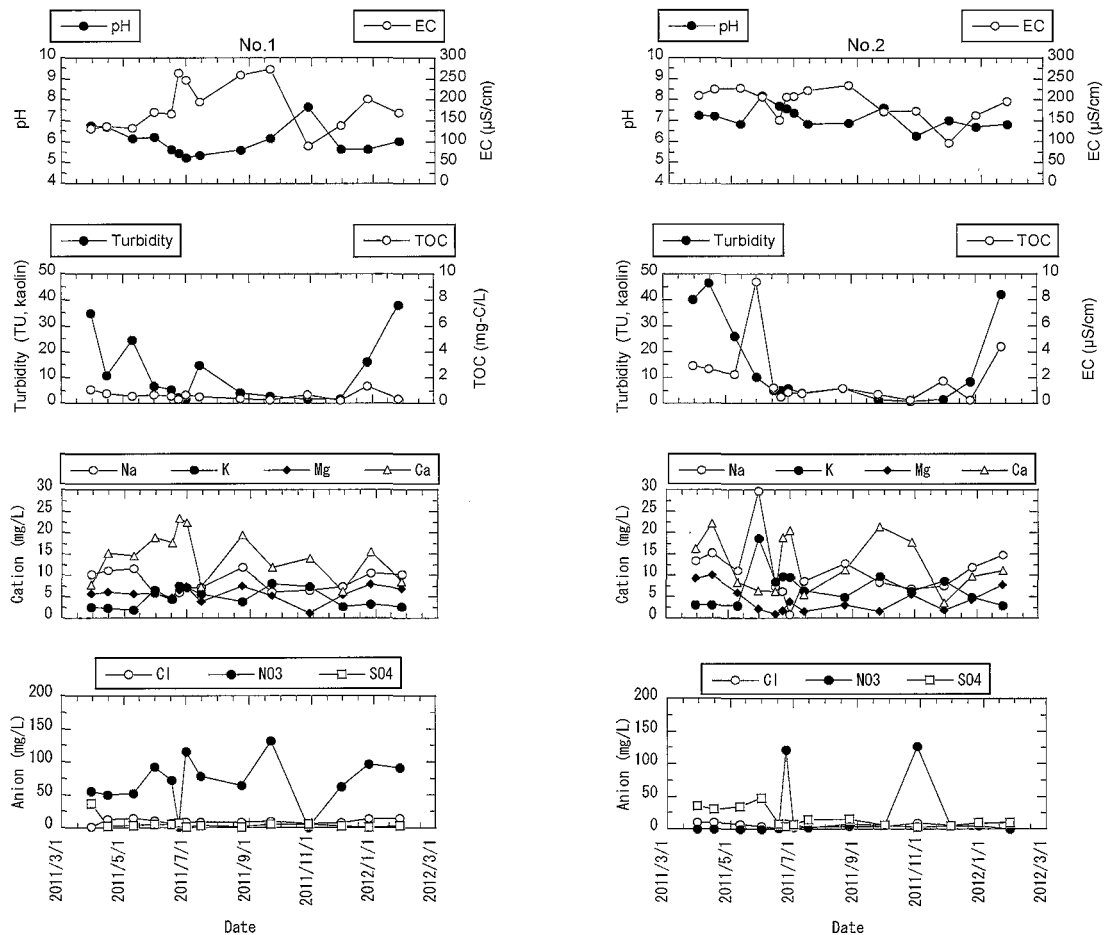


図7. 観測井 No. 1, No. 2 の水質変化.

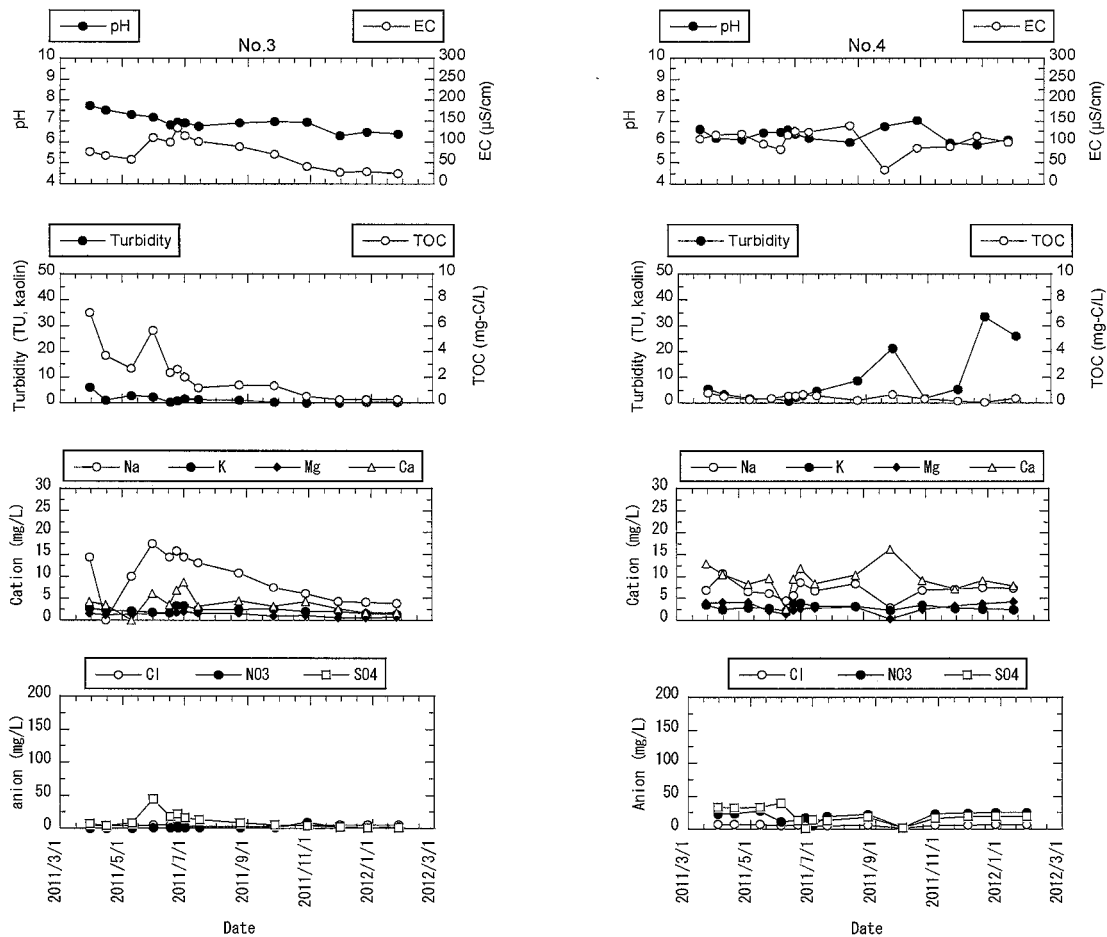


図 8. 観測井 No. 3, No. 4 の水質変化。

水質調査において、 $\text{NH}_4^+$ の硝化過程の中間的生成物質である $\text{NO}_2^-$ の検出が最も危惧される項目であった。しかしながら、いずれの地点においても調査期間を通して、全試料から $\text{NO}_2^-$ は検出されなかった。調査地点において、 $\text{NH}_4^+$ の土壌および地下水への継続的な負荷は認められない。一方、 $\text{NO}_3^-$ は、No. 1とNo. 2の地点において高濃度に検出された。 $\text{NH}_4^+$ や $\text{NO}_2^-$ が検出されずに、 $\text{NO}_3^-$ が検出されていることから、土壌や地下水には家畜を埋却する以前から恒常的に $\text{NO}_3^-$ がストックされている状況にあったのではないかと推察される。稲垣らの調査によって、川南湿原では、口蹄疫が発生する以前（1995-2004年）から2.6-80 mg/Lレベルの無機態窒素が連続的に検出されたことが報告されている。

川南地区の観測井における地下水の水質調査において、2011年3月から2012年1月の期間に得られたデータから総合的にみると、口蹄疫発生にともなう家畜埋却による地下水への影響は認められない。本調査は今後も継続する予定であり、蓄積されている地下水水位と流動の情報と水質データを連動させ、川南地区における地下水の水質予測モデルの構築へと発展させたいと考えている。

##### 5. 既設井戸の水質調査

家畜等の埋却処分が実施され、埋却地周辺地域の地下水等への影響が懸念されるため、埋却地周辺井戸等の水質調査を

宮崎県と関係市町村が協力して行っている。水質調査は、家畜埋却地を中心に地形や地下水の流れなどを考慮して、個人が所有する既設井戸など県全体で293地点を選定し、定期的なモニタリングを行っている。調査は4回/年を基本として実施されており、検査項目は有機物（TOC）、pH、臭気など水道水の検査に準じて13項目について行われ、平成22年度は対象地点で延べ1,100回の調査を実施している。

また、平成23年8月に宮崎県、川南町、宮崎大学により構成される「埋却地環境対策連絡会議」が設置され、処分した家畜の埋却地における環境への影響等について、専門的見地から総合的な検討を行う体制が整えられている。

平成22年度は、西都・児湯地域の湧水と地下水において埋却地の影響と考えられる臭気などが確認されている。これについては、当該の2箇所では詳細な調査を行い、TOCや一般細菌数等が高い値で検出されたため、さらにモニタリング調査を継続している。なお、現段階においては、この湧水と地下水の周辺井戸には異常がないことを確認しており、井戸所有者および周辺住民に対して状況説明と水の利用についての注意喚起を行うとともに、臭気等の変化については、速やかに行政機関に連絡するよう協力依頼を行っている。

## 埋却家畜からの環境汚染物質発生の室内カラム試験

## 1. 目的

実験用ラットを模擬家畜としてカラムに充填し、異なる埋却条件や降雨条件を設定して、口蹄疫で埋却処分された家畜から発生する環境汚染物質発生ポテンシャル量を明らかにすることを目的とする。さらに、埋却方法の違いによる汚染物質発生量の変化についても実験的に検証している。実験開始約2ヶ月間の結果より得られた知見について報告する(関戸2011)。

## 2. 実験方法

カラムの概略図を図9に示す。カラムは直径9cm、高さ50cmの透明アクリルパイプで作成した。上部からシャワー状に蒸留水を降水させ、下部から三角フラスコにより採水した。また、発生ガスを捕集するためにガスパックを取り付けた。

宮崎県作成の口蹄疫家畜埋却処理マニュアルに基づいて試料充填条件を考慮し、表1に示す実験条件を設定した。家畜の模擬試料として、動物実験でエーテル麻酔により安楽死させたラットの死体を用いた。ラット下部にはガラスビーズを約3cm充填し、固形物の流出を防いだ。ラット上部の土壤は宮崎大学構内の約1m下の土壤を採取して用いた。また、

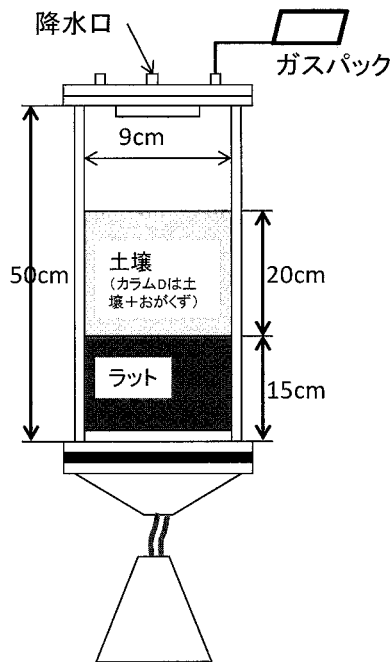


図9. カラム概要図.

表1. カラム実験条件.

	降水量 (mL/回)	充填量 (g)		
		ラット	土	おがくず
カラム A	210	864	757	0
カラム B	100	834	818	0
カラム C	0	834	812	0
カラム D	100	869	710	53

ガラスビーズ、ラット、土壤の上部にそれぞれ消石灰を約3g敷きつめた。

カラム A は、日本の年間平均降水量の0.5倍の降水量を、カラム B, D は0.25倍を2週間分カラムに降らせた。カラム C は降水なしとした。各試料充填後(これを0日目とする)、14日後に所定量の降水を行った。以降、2週間ごとに降水を行い、その2日後に浸出液を採取し、浸出液量、pH、CODMn、アンモニア N(インドフェノール法)、T-Nを測定した。なお、各条件のカラムは2本として実験を行った。

## 3. 実験結果

採水した浸出液の水量、COD、アンモニア性窒素を図10-12に示す。なお、各データは2つの同条件カラムの平均値として示した。試料充填直後、ラットの体液と思われる液体が下部のろうとに溜まった。このため、充填後6日目にこの流出水を採水した。図10に累積浸出量の推移を示すが、いずれのカラムからも6日目の浸出液が約150mL発生していた。カラム A からは降水後100-150mLが流出し、降水量である210mLよりも少なく、他のカラムからの浸出液量は5-40mLとさらに少ない結果となった。これは、降水した水分が土壤に保水されたため、今後保水量以上の水分が浸透することにより流出量は増加すると思われる。カラム B とカラム D を比べると、1回目の降水後の浸出量に約30mLの差が生じた。これはカラム D のおがくずに水分が保水されたためと思われる。おがくずを入れることで初期浸出液の発生を遅らせることができる可能性があるということが分かった。

pH はいずれのカラムからの浸出水も6.5-7.6とほぼ中性であり、降水条件による大きな差は見られなかった。

図11にCODMnの推移を示す。降水前である6日目および8日目に採水した流出液中の濃度は20,000-40,000ppmであり、海外での口蹄疫による家畜埋却処分地からの浸出液中COD濃度測定事例(RSE 2002)と同様に非常に高濃度のCOD成分を含む浸出液が発生した。カラム A は、22日目のCODMn濃度が38,000ppmとなり、その後降水と共に濃度が減少していった。これは、降水によるカラム内部のCOD成分の洗い出し効果による希釈のために、濃度が減少したと思われる。カラム B, D は降水後の浸出液量が少なかったため、全ての試料を測定できなかったが、50日目の濃度はそれぞれ55,000

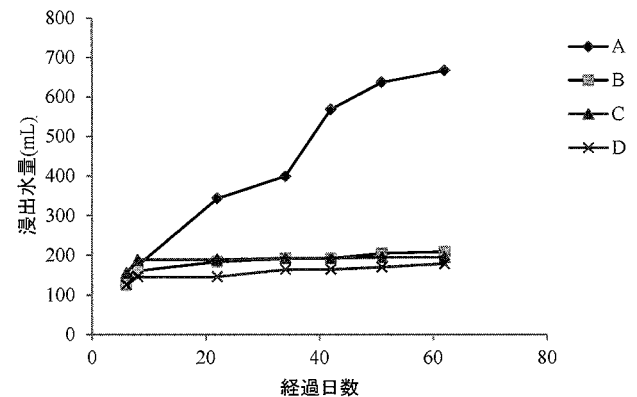


図10. 累積浸出液量.



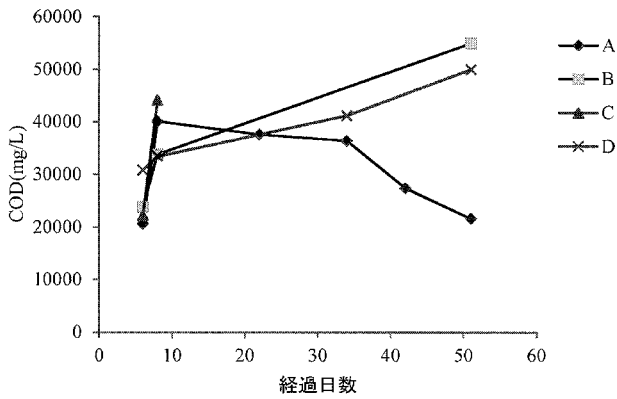


図 11. CODMn の変化.

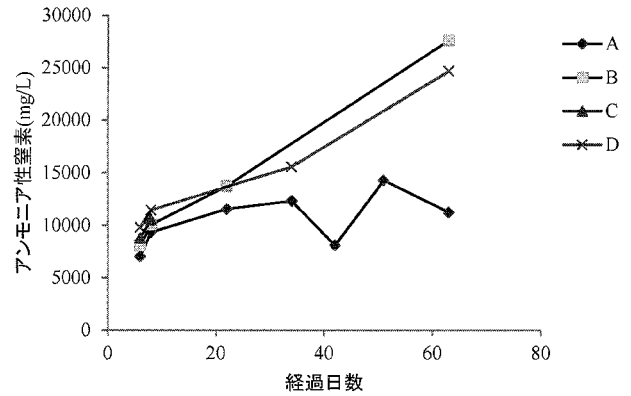


図 12. 浸出液中アンモニア性窒素濃度の変化.

ppm, 50,000 ppm と初期流出水よりも高濃度であった。これは降水した水分がほとんどラットにまで到達していなかったため、わずかな量の高濃度の体液が浸出してきたと思われる。

図 12 に浸出液中アンモニア性窒素濃度を示す。初期濃度はいずれの条件も 7,000-10,000 ppm であった。その後カラム A は COD と異なり横ばいで推移した。この原因は不明であるが、MacArthur ら (2003) の報告でも家畜埋却地からの浸出液中アンモニア性窒素の濃度が COD に比べて低下の速度が遅いことが示されており、今後も推移を観察する必要がある。カラム B, D は COD 成分と同様に濃度が上昇し、ラット体液の微量な流出が原因と考えられる。

#### 4. まとめ

本報告では実験カラムの約 2 ヶ月間の結果のみの報告であるが、家畜埋却の初期には高負荷の有機汚濁物質を含む浸出液が発生する可能性を示唆した。アンモニア性窒素は、家畜尿 (約 5,000 ppm) よりも高濃度の浸出液が発生していることから、埋却地直下の土壌に対する窒素負荷量に注意する必要がある。おがくずの添加により、初期流出液の水量がやや少なくなった。今後は中長期のおがくず添加の影響を明らかにする必要がある。継続して実験を行うことにより、埋却方法と環境負荷物質発生量との関係や埋却地内部の有機物分解速度、物質収支等を明らかにすることが今後の課題である。

#### 環境モニタリングの現状と今後の課題

これまでのモニタリングの結果、埋却地の近傍において、埋却地が水環境に重大な影響を及ぼしていると判断される状況は発生していない。しかし、埋却地の環境については、埋却前の数値が不明であることや分析結果に含まれる季節変動等を推測するには分析期間が短いことから、現時点での水質の分析結果が埋却地の影響であるかどうかについての明確な知見は得られていない。家畜を埋却した影響が、いつどの地点にどのように出るのかを予測するのは難しいのが現状である。今後の分析結果、もしくは埋却以前の分析結果と併せて、

長期間の分析結果を検討する必要がある。

今後は、宮崎県、川南町など関係機関と協力して環境モニタリングを長期間継続し、平面的かつ時系列的な地下水環境の把握を行い、さらに、地下水のモニタリング結果を分析して、家畜埋却地からの浸出水の特性を明らかにし、将来的な汚染拡大の有無、浄化対策の検討を行うための環境影響評価システムを構築することを目標としている。平成 25 年度には、家畜伝染病予防法に定められた埋却地の発掘禁止期間 (3 年間) が経過し、利用可能段階に入るので、地下水の環境モニタリングを基礎とした情報提供や技術開発がより重要となると考えられる。

#### 参考文献

- Health Protection Agency (2002) Foot and mouth disease : disposal of carcasses, Third report on results of monitoring public health. [http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb\\_C/1274089050185](http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1274089050185) [2012年6月21日参照]
- MacArthur AJ, Milne JC, Young PJ (2003) Leachate characteristics arising from the foot and mouth mass burial site In Scotland. Proceedings of the International Waste & Landfill Symposium. [http://www.leachate.co.uk/Foot\\_and\\_Mouth\\_Disease\\_Leachate\\_Paper.pdf](http://www.leachate.co.uk/Foot_and_Mouth_Disease_Leachate_Paper.pdf) [2012年6月21日参照]
- 中園健文・秋吉康弘・稲垣仁根・小山田正幸 (2004) 天然記念物湿原の保全に関する研究. Journal of Rainwater Catchment Systems 9 (2) : 37-44
- 関戸知雄・土手 裕・森田哲夫・稲垣仁根・鈴木祥広 (2011) 模擬カラム実験による家畜埋却処分地からの初期浸出液性状に関する研究. 第 22 回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集 : 423-424
- 竹下伸一・鈴木研二 (2010) 高分解能衛星画像の NDVI 値を用いた湿原地表面の状態変化検出法. 農業農村工学会論文集 267 : 27-34
- The Royal Society of Edinburgh (2002) Inquiry into foot and mouth disease in Scotland. <http://www.royalsoced.org.uk/enquiries/footandmouth/index.htm> [2012年6月21日参照]