

Ⅶ-110

石油備蓄基地の水封システムにおける微生物の影響に関する基礎的検討

大成建設（株） 正員 瀧 寛則、帆秋 利洋、大川 孝  
日本地下石油備蓄（株） 角田 和幸、近藤 益満  
太陽エンジニアリング（株） 村上 忠彦、佐伯 忠宣

1. はじめに

石油岩盤備蓄基地では、岩盤内に設けたタンク内原油の移動を防止する為、岩盤亀裂を通じてタンクに強制的に水封水を供給している。水封システムでは、地下水圧を維持する上で、岩盤亀裂の目詰まりを防止することが重要である。

目詰まりの原因は幾つかあげられているが、微生物のスライム形成もその一つである。そこで、本実験では、水封システムに対する微生物の影響に関する知見を得るため、現場より採取したタンク底水、地下水及び水封水内の水質、微生物量を測定するとともに、生息する微生物を分離・同定することにより現状の把握を行った。さらに、これら潜在微生物の増殖特性についても検討を行った。

2. 実験方法

1) 供試試料

日本地下石油備蓄（株）菊間基地のタンク底水、基地周辺から採取した海水、地下水および水封水として使用されている工業用水を用いた。なお、本システムは稼働して約10年が経過している。

2) 微生物の単離方法

試料をCGY培地に塗抹して数日間培養した後、形成されたシングルコロニーを釣菌し、生理食塩水中で懸濁させた。次に、懸濁液1滴を再びCGY培地に塗抹し、数日間培養した。出現するコロニーが全て同じ形状を示すまでこの作業を繰り返し、最後に顕微鏡より単離の確認を行った。なお、単離した細菌は以下、単離株と称す。

3) 微生物の同定方法

単離株は、グラム染色、顕微観察ならびにBIOLOGおよびAPIキットによる生理学的検討結果から同定を行った。

4) 培養方法

供試試料10mLを滅菌した試験管に分注した後、25℃で回転振とう培養を行い、アクリジンオレンジ染色液を用いたダイレクトカウント（AODC）法により

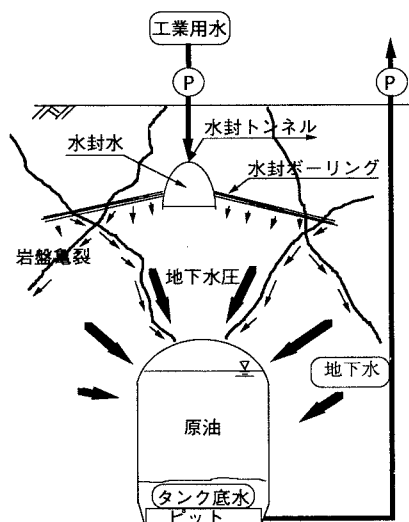


図1 水封システムの概略図

表1 水質調査結果

| 項目                            | 単位       | 工業用水                | タンク底水               | 地下水                 | 海水                  |
|-------------------------------|----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| pH                            |          | 6.9                 | 9.3                 | 6.7                 | 8.0                 |
| COD <sub>Mn</sub>             | mg/L     | 1.9                 | 36.5                | 10.5                | 12.3                |
| TOC                           | mg/L     | 4.5                 | 28.2                | 10.5                | 12.3                |
| SS                            | mg/L     | 0.5                 | N.D.                | 16.4                | 1.0                 |
| NH <sub>4</sub> -N            | mg/L     | N.D.                | 0.59                | 0.02                | N.D.                |
| NO <sub>3</sub> -N            | mg/L     | 2.86                | N.D.                | 0.71                | N.D.                |
| NO <sub>2</sub> -N            | mg/L     | N.D.                | N.D.                | N.D.                | N.D.                |
| PO <sub>4</sub> -P            | mg/L     | 0.012               | 0.041               | 0.001               | 0.019               |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | mg/L     | 17                  | 69                  | 94                  | 2,110               |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | mg/L     | 64                  | 11                  | 275                 | 128                 |
| Cl <sup>-</sup>               | mg/L     | 16                  | 318                 | 117                 | 18,900              |
| Ca <sup>2+</sup>              | mg/L     | 21                  | 124                 | 46                  | 419                 |
| Mg <sup>2+</sup>              | mg/L     | 4.8                 | 6.8                 | 9.9                 | 1,270               |
| Na <sup>+</sup>               | mg/L     | 11                  | 151                 | 119                 | 9,780               |
| T-Fe                          | mg/L     | 0.13                | 0.01                | 7.58                | 0.01                |
| 溶存鉄                           | mg/L     | 0.03                | N.D.                | N.D.                | N.D.                |
| SiO <sub>2</sub>              | mg/L     | 23.6                | 20.2                | 29.1                | 0.7                 |
| 全菌数                           | cells/mL | 4.6×10 <sup>6</sup> | 4.7×10 <sup>6</sup> | 7.1×10 <sup>6</sup> | 4.3×10 <sup>6</sup> |
| 好気性細菌数                        | CFU/mL   | 3.6×10 <sup>4</sup> | 9.6×10 <sup>3</sup> | 9.7×10 <sup>4</sup> | 7.4×10 <sup>3</sup> |
| 嫌気性細菌数                        | cells/mL | 4.6×10 <sup>4</sup> | 4.6×10 <sup>2</sup> | 1.5×10 <sup>3</sup> | 2.8×10 <sup>3</sup> |
| 硫酸還元菌数                        | cells/mL | N.D.                | N.D.                | N.D.                | N.D.                |

N.D.：検出できず

キーワード：水封システム、微生物、原油備蓄、増殖特性

連絡先：大成建設（株） 〒275-0024 千葉県習志野市西浜3-6-2 TEL：047-453-3901 FAX：047-453-3910

全菌数の経時変化を測定した。なお、実験は、窒素とリン酸、原油、および試料を混合した場合についても検討した。

### 3. 結果および考察

#### 1) 水質および微生物量の測定

表1に水質及び微生物量の測定結果を示す。TOC濃度はタンク底水で約30mg/Lであったが、その他の試料では約10mg/Lと低かった。微生物量は、全菌数は $10^6$ cells/mLであったが、生菌数は $10^2 \sim 10^4$ cells/mLと少なかった。特に、タンク底水では $10^2 \sim 10^3$ cells/mLと非常に少なく、タンク底水中での微生物の増殖はほとんど起きていないと考えられた。また、好気性生菌数は、嫌気性生菌数より多い傾向が見られ、絶対嫌気性の硫酸還元菌は検出されなかった。

#### 2) 潜在微生物

タンク底水および地下水から単離した菌の同定結果を表2に示す。今回同定された単離株は、自然環境から検出される事の多い *Pseudomonas* 属や *Acinetobacter* 属が多数をしめた。また、*Pseudomonas fluorescens* のように、原油分解能やスライム形成能を持つことが知られている菌も多数同定された。

#### 3) 潜在微生物の増殖特性

今回は回分培養で実験を行ったため、栄養塩を添加しない場合は原油の有無に関わらず微生物はほとんど増殖しなかった。しかしながら、栄養塩を添加した場合は、原油添加の有無により微生物の増殖量に大きな差が見られた（図2）。また、微生物の増殖量はタンク底水のみを試料とした場合より、タンク底水と海水を混合した場合のほうが大きかった（図3）。以上の結果から、今回測定を行った試料中には原油分解菌が存在し、栄養塩と有機物（今回は原油）が存在する環境では微生物量が急激に増加することが分かった。さらに、海水が混入することにより微生物の増殖量は大幅に増加することが分かった。後者の原因としては、①海水中の栄養分による増殖促進、②海水中の原油分解菌の存在、の2つが考えられるが、今回の実験では最終的な判断は出来ず、今後の検討が必要である。

#### 4. まとめ

- (1) 水封水の水質・潜在微生物を調査した結果、現状の状態が維持されれば将来的にも目詰まりの可能性はないものと判断された。
- (2) 今回測定を行ったタンク底水、工業用水、地下水、海水中的全菌数は $10^6$ cells/mL、生菌数は $10^2 \sim 10^4$ cells/mLであった。
- (3) タンク底水、地下水からは、*Pseudomonas* 属や *Acinetobacter* 属が分離・同定され、原油分解能やスライム形成能を持つ菌が存在する可能性のあることが分かった。
- (4) タンク底水に過剰の栄養塩類や海水が混入した場合、微生物の増殖が促進され、その結果として目詰まりが生じる可能性のあることが分かった。

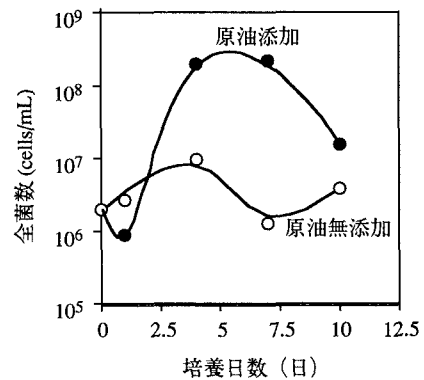


図2 原油添加による増殖特性の変化（タンク底水+海水、栄養塩添加）

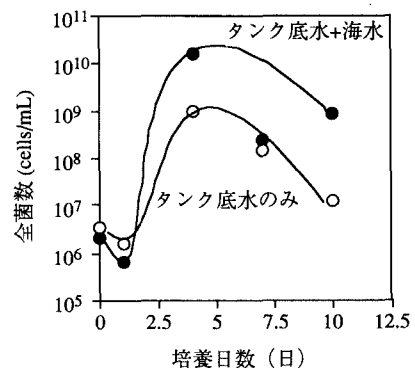


図3 海水添加による増殖特性の変化（栄養塩、原油添加）

表2 単離株の同定結果

| 試料    | 同定結果                                         |
|-------|----------------------------------------------|
| タンク底水 | <i>Pseudomonas fluorescens</i>               |
|       | <i>Pasteurella pneumotropica/haemolytica</i> |
|       | <i>Sphingomonas paucimobilis</i>             |
|       | <i>Acinetobacter baumannii</i>               |
|       | <i>Acinetobacter calcoacet</i>               |
|       | <i>Pseudomonas aeruginosa</i>                |
|       | <i>Pasteurella pneumotropica/haemolytica</i> |
|       | <i>Corynebacterium pseudodiphtheriticum</i>  |
| 地下水   | <i>Pseudomonas fluorescens</i>               |
|       | <i>Pseudomonas putida</i>                    |
|       | <i>Acinetobacter radioresistens</i>          |
|       | <i>Pseudomonas aeruginosa</i>                |