

灯油による地下水汚染サイトの微生物の増殖による透水性の変化

信州大学工学部 学○北川淳也
 信州大学工学部 正 棚橋秀行
 信州大学工学部 藤縄克之
 大成基礎設計 平田洋一
 大成基礎設計 田永友則

1. はじめに

近年地下水汚染が社会的に問題となっている。その中でも石油系炭化水素による地下水汚染に重点を置き、1996年に発生した灯油漏洩事故を対象に研究を行った。現場では約3000ℓの灯油が地中に漏洩したにもかかわらず、予想したよりも回収率が伸びていない。その主な原因は、地下水面上の灯油をうまく回収できない揚水システムにあると考えられるが、回収効率を上げるためには現場の状況を詳しく把握する必要がある。そこで水質等を測定したところ、現場では微生物の繁殖によって影響を受ける溶存酸素濃度や鉄分濃度などに顕著な変動が見られた。本研究は、灯油回収率の低下に関連していると思われる微生物の増殖による透水性の変化について検討を行った。

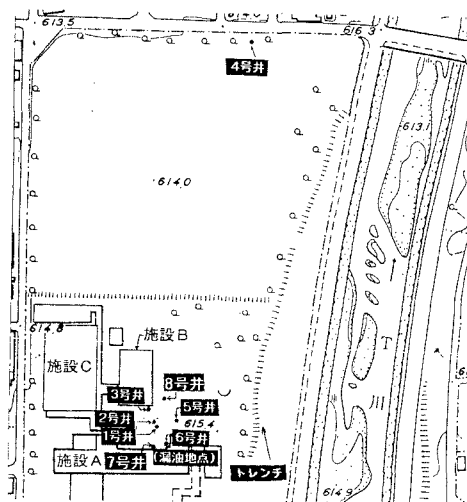


図-1 漏洩地点と各井戸の位置関係

2. 揚水試験結果

揚水試験は地層の目詰まりの状態を把握するため現在までに12回行われた。揚水試験で使用された井戸（1号井～8号井）と灯油の漏洩地点は図-1のような配置である。図-2(a)は平成8年8月8日に2号井を揚水井として行った揚水試験の、1号井における水位低下図である。また、図-2(b)は平成9年11月12日に8号井を揚水井として行った揚水試験の、1号井における水位低下図である（1号井は平成9年10月に洗浄された）。前者では水位が急激に低下した後だらかに低下し、後者では一般的な揚水試験の結果が得られた。

3. 考察

図-2(a)は微生物による井戸周辺の目詰まりで井戸に水が供給されず、水位が急激に低下しているのではないかと考えられた。そこで、石油による地下水汚染サイトで好気性の微生物の存在により濃度が低下する溶存酸素に着目し、1号井と4号井における経時変化を図-3に示した。4号井は漏洩地点から離れており灯油が達していないた

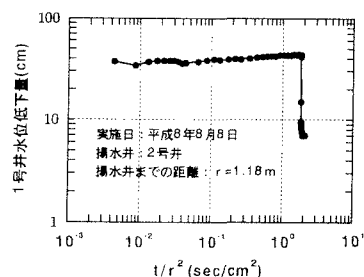


図-2(a) 揚水試験の水位低下図

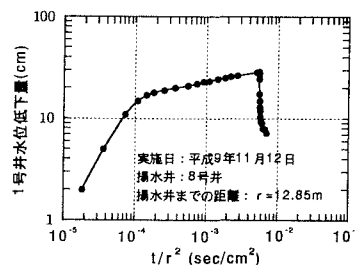


図-2(b) 揚水試験の水位低下図

めこれを栄養源とする微生物が繁殖することがなく溶存酸素は消費されない。一方、1号井は比較的漏洩地点に近く灯油も達しているため微生物が繁殖し溶存酸素が消費される。図-2(a)の揚水試験は図-3において溶存酸素濃度が低下している平成8年8月8日に実施されたものであり、微生物による目詰まりの影響を受けていると考えられる。その際の揚水試験による水位低下は、図-4の様なメカニズムによって説明できる。

揚水を行うと井戸の水位は点線で示された初期水位より低下するが、微生物などの目詰まりにより水が井戸の周囲から供給されないで、水位は急激に低下する。そして井戸の水位が目詰まり部分より低下した時点で周囲から水が供給され、急激な水位の低下はおさまりその後なだらかになるため、図-2(a)のような水位低下図になったものと推測される。

上記の目詰まりの原因には微生物に加えて錆状の物質（酸化第二鉄）が6号井からの試料採取によって確認されている。図-5からも、6号井では全鉄と溶解性鉄の濃度差で表される酸化第二鉄が非常に多いことがわかる。微生物は灯油内の炭素を栄養源として繁殖する際に溶存酸素を消費するが、その溶存酸素が少なくなると、帯水層中の非溶性の酸化第二鉄から酸素を消費するようになる。酸素を奪われた酸化第二鉄は水溶性の2価鉄イオンとなり溶存酸素の多いところへ移動し（揚水井付近などに集中し）、溶存酸素により再び酸化され酸化第二鉄となる。これも井戸周辺の目詰まりの原因となると考えられる。

これらの目詰まりの原因に加え、灯油自体も微生物が増殖過程において炭素を消費するため、原液状態での回収率が低下したものと考えられる。

4.まとめ

現場での灯油の原液状態での回収率の低下の原因としては、①灯油を炭素源として分解する微生物の増殖による目詰まりと、②この分解による原液状態での灯油の存在量の減少、③溶存酸素と結合して生じた酸化第二鉄による目詰まりがあげられる。以上のように、石油系炭化水素による地下水汚染の浄化においては、その汚染物質だけではなく、汚染サイトの微生物の挙動も非常に大きな役割を占めるといえる。

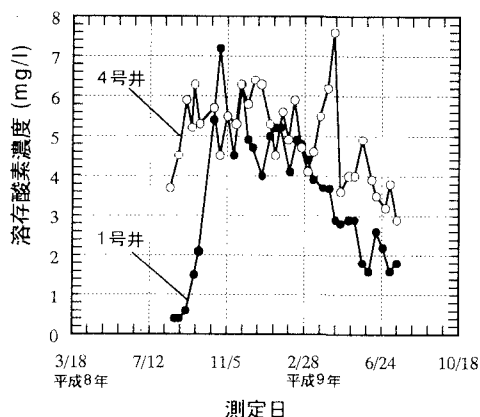


図-3 溶存酸素濃度の経時変化

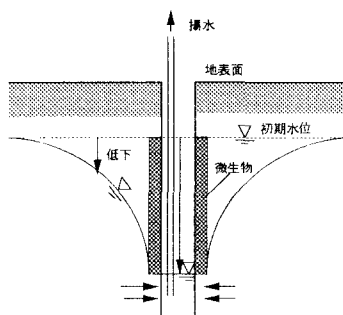


図-4 水位低下のメカニズム

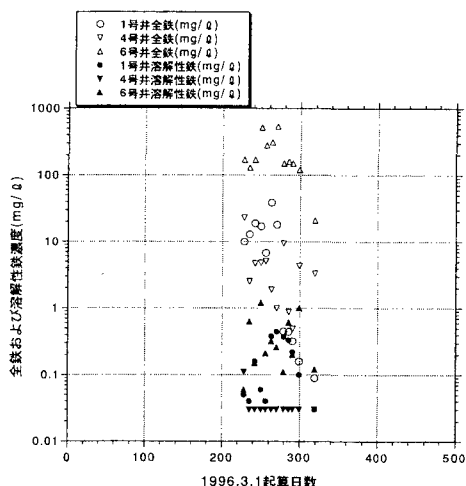


図-5 鉄分濃度の経時変化