

深刻化する地下水汚染

田口雄作（環境地質学）

Yuhaku TAGUTSCHI

1. はじめに

人間活動の自然環境に及ぼす影響が年々深刻化して来ていることは世界的に共通する社会問題となっています。フロンガスによるオゾン層破壊などの地球規模のものがあるかと思えば地下水汚染のようないわば局所的なものがあるというように最近の環境問題は非常に多様化しています。この様な環境問題のもっとも厄介な点はほとんどの汚染物質が五感で感じることなく知らず知らずのうちに自然環境を破壊し生物の健康を蝕んで行くことです。

私たちの五感には案外自制がききあるものに変な臭いや嫌な色などがあれば自然とそれを避ける行動を起こします。しかしそのものが無味無臭透明と五感に訴えるものがなければ私たちはまったく無警戒に受け入れてしまう悪い習性があります。

環境問題で見落としがちなのは被害者である自分自身が時として加害者の一員になっていることが往々にしてあるという事実です。スプレーの使用に伴うフロンガスの放出や中性洗剤による水域汚染などはそれらの典型的な事例と言えましょう。自動車による排気ガスや鉛公害についても私たち個人としては現在のところいかんともしがたい状況です。

私たちの生活を脅かす環境問題はかなり多くありますがここでは地下水汚染について記述してみたいと思います。

2. 今なぜ「名水百選」や「おいしい水」

なのか？

近年わが国においても化学物質による地下水汚染がマスコミ等で大きくとりあげられています。環境庁による「名水百選」の選定やアメニティ空間としての親水意識の普及さらに「おいしい水」指向と水に対する関心が非常に高まっていますが裏を返してみればそれらの関心は私たちを取り巻く「水環境」がいかに悪化しているかを如実に物語っていると言えましょう。

もともと地下水汚染は最近発生した公害ではありません。わが国では古くは足尾銅毒にはじまり重金属

による土壌汚染や地盤凝固剤等による地下水汚染も比較的耳新しい環境問題として記憶されている読者も多いことと思います。

しかし最近の地下水汚染は浅い不圧地下水だけにとどまらず深層の被圧地下水にまで鉛直方向にも広がっていることが明らかになっています。地下深部に浸透した汚染物質はより広範囲に拡散する可能性が十分に考えられ新たな公害を引き起こす材料として注目を集めるようになってきています。

3. 深層地下水の汚染

現在わが国では生活用水や工業用水として深層の被圧地下水が広く利用されています。もしこれが汚染によって使用が制限された場合には生活および産業への影響はきわめて深刻と言わざるを得ません。化学物質による地下水汚染は毒性の強さ環境残留性の高さなどの点から人の健康にとって大変脅威です。したがって深層地下水への汚染の拡大防止策は緊急に実施されなければなりません。深層地下水の汚染拡大防止の効果的な方策のためにはその汚染機構の解明が必要であることは論を待ちません。

深層の被圧地下水の流動は浅い不圧地下水とは異なり地質構造に強く支配されており深層への汚染機構を明らかにするためには十分な水文地質学的検討が不可欠です。

4. 深層地下水の汚染経路

ではなぜ地表起源の汚染物質が深層の被圧地下水に検出されるのでしょうか？汚染物質が何等かの理由で地表から深層の被圧地下水にまで浸透した結果であることは間違いないところですがその汚染経路はおおよそ図1に示すような5つのケースが考えられると思います。

1) ケースA

地下水盆の周縁部すなわち地下水の涵養地域に汚染源が存在する場合で汚染物質が地下水の流動に伴い水平方向に拡散し下流域の被圧地下水をも汚染するもつ

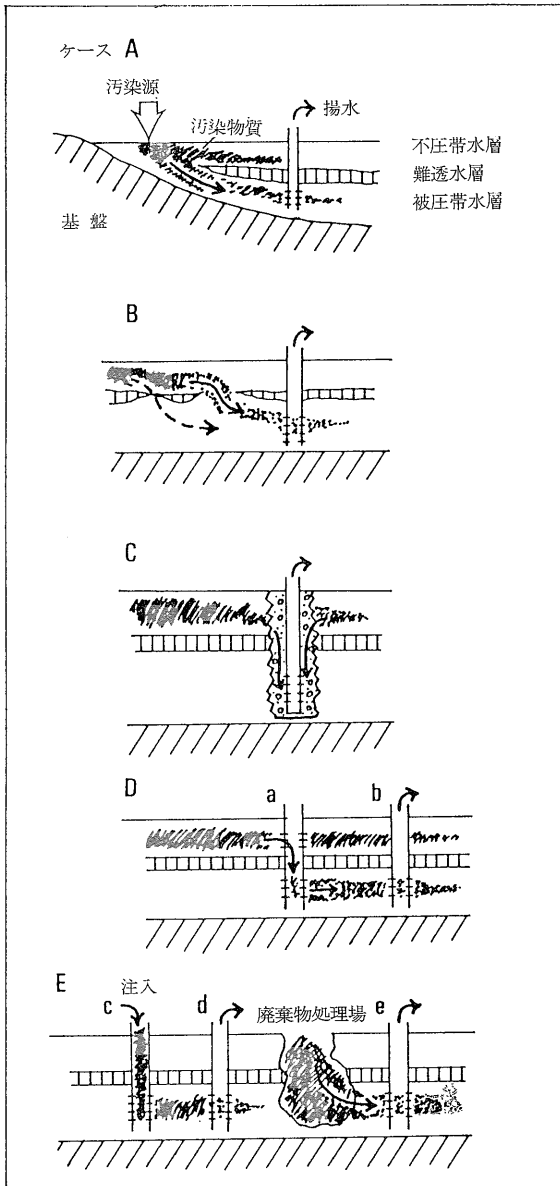


図1 地下水の汚染経路

とも単純なケースです。扇状地の扇頂部や 単斜構造の涵養域に汚染が発生した場合に 下流域の被圧地下水が汚染されるのは ほとんどこのケースと見て差し支えないでしょう。

2) ケースB

既に汚染されてしまっている不圧地下水に対する難帯水層(粘土層やシルト層)が 連続せずに欠如していたりまたは非常に薄い場合 その部分を通して汚染物質が比較的容易に より深層部へ浸透するケースです。

3) ケースC

仕上げが完全な井戸では ストレーナ(収水管)の上下に遮水のためにセメンチングを施し 目的の帯水層だけから取水をします。しかし 遮水が不十分な井戸で ストレーナが深い帯水層だけに切られている場合 揚水による水位の低下に伴って ケーシング周囲に充填した砂利を通して より上位に胚胎する地下水が 強引に下方に引っ張られます。その際 より上位の地下水中に存在していた汚染物質が 水の動きにつれて ストレーナが切られている帯水層まで簡単に浸透するケースです。

4) ケースD

図1で a 井のストレーナが不圧 被圧の両帯水層に b 井のそれが被圧帯水層にのみ切られている場合 b 井の揚水に伴う動水勾配の増加により 汚染物質が a 井の不圧帯水層に切られたストレーナから a 井を直接經由 下部ストレーナを介して被圧帯水層に侵入し 同一被圧帯水層にストレーナを持つ b 井から揚水された地下水に 汚染物質が検出されるケースです。

5) ケースE

汚染物質を c 井に直接注入することによって d 井からそれが検出されるケースです。わが国ではこのケースは余り多くは見られないかも知れませんが アメリカ半導体工業会の1985年の調査によれば 全米レベルで半導体工場から発生する使用済みの廃酸の32%が 深井戸への注入によって処分されている(吉田 1989)ということです。さらに 産業廃棄物処理場や 地下貯蔵タンクからの事故や腐食による汚染物質の漏出もこのケースとして取り扱うことにします。

以上のように 被圧地下水が化学物質によって汚染されつつあることは すでに明らかにされていますが その汚染経路や汚染物質の地下深部における挙動については まだまだ不明な点が多いのが実情です。

5. 点源汚染と面源汚染

地下水の汚染源は ①点源汚染(Point Source)と②面源汚染(Non-point Source)に分けられます。

工場や廃棄物処理場など汚染源が明らかに特定できる場合を点源汚染 農業に使用される農薬・肥料などや自動車の排ガスなどのように 汚染物質は特定できても汚染地点が特定できない場合を面源汚染と言います。

最近マスコミなどで大きくとりあげられているトリクロロエチレンをはじめとする有機塩素系溶剤による地下水汚染は 汚染物質も汚染源も明らかに特定できるわけですから 典型的な点源汚染と言えるでしょう。

これに対し 硝酸態窒素による地下水汚染等は ある

特定の場所から汚染が進行しているのではなく 地域全体から いわば二次元的な広がりを持って 汚染がジワジワと拡大しているのですから 面源汚染の代表例と言えますでしょう。

点源汚染の汚染源を特定するのは 比較的やさしい作業です。環境汚染問題で一番大事なのは 汚染源を特定することではなく 汚染物質をどのように取り除くかなのです。もともと自然環境中に存在しないトリクロエチレン等 特定の化学物質が検出されるということは その物質が何等かの理由で突然発生(生成)したのか 人為的に負荷されたか いずれかしかありません。したがって 自然発生がなければ 明らかに人為的な原因によって 自然環境中に放出されたと考えるのが当然でしょう。ある地域でそのような化学物質が検出されれば その発生源はそれを使用している(いた)場所しか考えられません。

6. 地下水汚染研究の課題

地下水汚染研究の本来の目的は 汚染源の特定そのものではなく それ以外の所にあると思います。

すなわち

- ①自然界に存在しない物質や 地表起源の化学物質がどのような経路を通して なぜ深層の地下水で検出されるのか(汚染機構の解明)
- ②深層にまで浸透した汚染物質が 今後どのように拡散するのか(拡散予測)

③汚染された帯水層から汚染物質を取り除く方法はあるのか(汚染物質除去法の検討)

④帯水層を汚染物質から守る方法はあるのか(汚染未然防止策の検討)

⑤どのような地形や地質が地下水汚染を受け易いか また土地利用との関係はどうか(汚染に対する脆さの評価)などが考えられます。

地質調査所では 上記のような課題に対して 主として水文地質学的見地から解明することを意図し 産業公害特別研究「先端技術産業に係る環境汚染物質の拡散予測とモニタリング手法の開発に関する研究」を 昭和63(1988)年度より平成4(1992)年度までの5年計画で鋭意実施しています(田口ほか 1989)。本研究の詳細については 別の機会に改めて報告する予定です。

地下水汚染は 汚染物質の多様化や それらの物質の帯水層内での挙動がますます複雑化していますので 一個人や一機関のみの研究だけでは なかなか地下水汚染解明は難しくなっています。分野を異にする研究者が 積極的に協力しあって問題解決に向けて努力するよう望むのは 筆者一人ではないと思います。

参考文献

- 吉田文和(1989):『ハイテク汚染』 岩波書店 191p.
 田口雄作ほか(1989):先端技術産業に係る環境汚染物質の拡散予測とモニタリング手法の開発に関する研究(Ⅱ)深層地下水の汚染・拡散機構の解明。昭和63年度公害特別研究報告集(通商産業省工業技術院産業公害研究調整官) 106-II-1~21.

最近中国で発見された新鉱床

岸本文男(元所員)
 Fumio KISHIMOTO

内蒙古赤峰市で大型珪石鉱床

内モン自治区第2広域地質調査大隊は赤峰市敖漢旗の四家子鎮で大型珪石鉱床を発見した。この鉱床は震旦系常州溝累層の石英岩中に賦存する。震旦系はこの地域における珪石の主要探査層準で 採取試料の分析結果によれば 鉱石のSiO₂平均含有率は98%以上 不純物も有害成分も規準値以下 質はガラス 特級珪石煉瓦 フェロシリコン フラックス シルミン 結晶シリコンなどの原料としての工業規格を満たしている。

この鉱床の地表露出面積は比較的広く その一部の鉱
 1989年10月号

画を評価しただけでも鉱量は1,000万t以上で しかも採掘しやすく 比較的高い経済価値を備えている。

朱江(中国地質報 1989. 1. 2)

勝利油田で初の硫黄層

近年 華北油田探査第4会社は勝利油田の河口採油指揮部の要請によって精密深部試錐を実施し 沙河街の沙4区で厚さ15mの硫黄層を発見した。その賦存深度は2,879-2,894mで 硫黄は角礫化岩中に分布し その含有品位は65-70% 最高90%に達し 硫黄の質は高く