

水井戸の話

⑫

塩水汚染

村下敏夫

昭和35年の暮に 静岡県富士市の海岸近くにある簡易水道の水が塩辛くなった。それまでは「富士の白雪がとけて流れて駿河湾に注ぐ地下水」を飲んでいるというのでたいへんに自慢していただけに 大きなショックだった。塩辛さはお正月を過ぎても一向に衰えず むしろ辛さが増す一方で とうとう諦めて井戸を廃止してしまった。貰い水に明け暮れして 折角のお正月も「とそ気分」にはなれなかった。

富士市で起こったこの塩水汚染は わが国の海岸地帯で発生している多くの塩水汚染の中でも特異的なものである。そのおもな点は

- ①塩分増加が急速で 汚染された範囲の広がり方が早い
- ②塩分量が季節的に大きく変動する

ことである。たとえば さきほどの簡易水道の井戸の場合には 塩分量は塩素イオンで36年1月1日に250 ppm 同月の15日に1,370 ppm 月末には 3,100 ppmとわずか1カ月の間に12倍強の増加である。まったく「あれよ あれよ」という早さである。塩水化した範囲は 36年の春には 田子ノ浦港の近くだけであつたが 37年春には前年よりも600~700 mも内陸へ 38年にはさらに400~500 m 39年には300~400 mと 年ごとに内陸へ進んで 40年春には富士山麓にまでせまった。

この地帯にある地下水の源は 富士山に降る雨や雪である。一年間の降水量の70%は 4月~9月で占めている。10月~3月は積雪期で たとえ雨が降っても中腹では凍結してしまう。だから地下水の流量は 豊水期と渇水期では 極端にちがっている。そのために

内陸に入っていた塩水は 豊水期には海岸の方へ押し出されるし 渇水期にはふたたび内陸へ侵入する。この関係は 図1に示してある。

塩分量が季節的に変動する例としては 海岸の近くにある深井戸は 次のような塩素イオン量を示している。

36年4月	500ppm	9月	40ppm
37年4月	7,000 //	9月	400 //
38年4月	12,000 //	9月	700 //

4月と9月は 毎年の塩分量が最高 最低となる月であつて 降水の影響は1~2カ月後によくあらわれている。なお 塩分の経年変動は 図2に海岸から約2.5 km内陸へ入った位置にある深井戸の例で紹介してある。こんなに極端な塩水侵入の仕方をする原因は

- ①深井戸が採水している帯水層は 割れ目や空洞がよく発達している富士山の熔岩である
- ②吉原市街地にある紙・パルプ工場が集中していて 大量に地下水を汲み上げている

ことにある。熔岩の割れ目や空洞は ふつうの砂や礫の間隙とは違って大きく しかも水を透しやすい。一口でいえばパイプのようなもので 山に降った雨水を貯めるよりも早く海の方へ運んでしまう。

紙・パルプ工場は 質のよい製品を造るために洗浄用水として たくさんの水を使う。冷却用水だと夏と冬とでは使用量が違うので豊水と渇水の時期にあわせて地下水の汲み上げが調整できるが この業種は一年中同じだけの水量を消費する。しかも昔からこの地方では 熔岩に達している深井戸は自噴したので 水の使い方は他の地方にはみられないほどにゼイタクであつた。この習慣は なかなか直らないもので 水が乏しくなった今日でも 高架水槽から水がこぼれる音を聞いていないと不安だと感じている人が多い。紙・パルプの生産は昭和30年以降も急速に伸び それに応じて地下水の利用量も増加した。ところが 地下水の源となる天水は昭和35年以降減少してきた。30年から34年までの5年間で35年から39年までの5年間における降水量の合計を

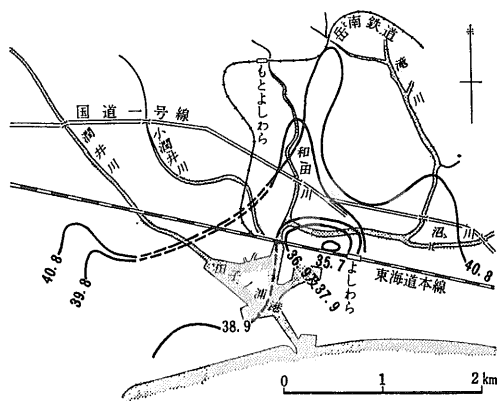


図1 豊水期の塩分量 (500 ppmCl⁻) 等値線

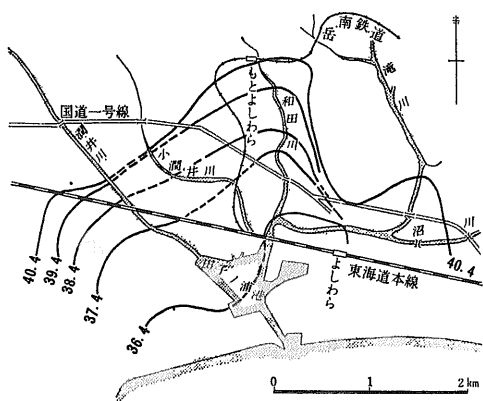


図2 渇水期の塩分量 (500 ppmCl⁻) 等値線

比較すると 後半の雨量がちょうど1年間の降水量に相当する量だけ少なくなっている。したがって降水量と地下水汲み上げ量の収支関係は 汲み上げ—すなわち消費支出の方が多という結果になっている。

このために 内陸での水位が下がって 海面よりも低くなっている。元来帯水層になっている富士熔岩は透水性にすぐれている。この二つの要因が重り合って塩水がやすやすと出入りしている。

同じ富士市内でも 熔岩がないところに塩水が侵入して 深井戸が汚染されている。この方は ふつうの海岸平野にみられるような塩分増加—すなわち徐々に塩素イオン量が増加する傾向を示している。図1にある沼川沿岸のものがこれである。帯水層は 火山砂礫で 透水性は熔岩よりも劣っている。

さて 塩水とは塩分の多い水のことで 水のなかに含まれている塩素イオンの量が300 ppm以上の水をいう。地表にある塩水は 海水もしくは河口にある真水で薄められた水であるが 外国にはご存じのように死海などという塩水の湖がある。地中にある塩水は 地層が海でできたような場合にとじ込められたものであるが なかにはマグマから伝わって出てくるものもある。地下水の塩水化というのは 元来真水だった井戸水が 汲み上げによって地表の塩水や地中の塩水呼びよせて 塩水になってしまうことをいう。

こういう例は わが国の海岸地帯に多く発生している。海岸平野は 港湾の建設が可能な地形であり 工業用地の確保や造成が比較的容易にできる地形である。そこでは 多量の地下水が必然的に汲み上げられている。もともと真水であった地下水が塩水化すると 用途面では大変苦勞する。まず 飲料水として使用することができない。製品の原料用水やボイラー用水としての価値が失われる。機械やパイプなどが腐食してくる。そのような障害に対して 地下水利用者は 水質改善や設備改善を行わなければならない。そのために莫大な経費が必要になる。現在地下水の塩水化が起こっている所は 東京湾沿岸 大阪湾沿岸 瀬戸内沿岸 有明湾や富山湾の沿岸などで ここでは水道の水源井をはじめ工業用井戸の所有者が水源対策に頭を痛めている。

地下水の塩水化の事例から その原因となるものをひらってみると

- ①直接揚水による
- ②帯水層の選定を誤ったことによる
- ③井戸の構造による
- ④井戸以外の要因による

にまとめることができる。



図3 吉原市街地某井戸のCl⁻の経年変動

- ①の事例は 井戸が海岸のそばにあつて 揚水中の水位が海面よりも低下する場合である。さきほど紹介した富士市の塩水化は この好例である。海岸近くにある井戸は 浅井戸 深井戸の区別なく 揚水中の水位について注意しなければならない。
- ②の事例は 塩水と淡水の帯水層が重なり合っている場所で 塩水の帯水層にもストレーナーをつけてしまうために起こる場合である。施主の需要に応じて大量に地下水がでる井戸を作ろうとあせつたばかりに 塩水の井戸にしてしまうことが しばしばある。
- ③の事例は 井戸のケーシング自体に欠陥がある場合である。多くは ケーシングの継ぎ目の熔接不備から起こるもの 砂利充填井戸でケーシングの外側を通して別の塩水層から汚染を受けるものである。
- ④の事例は 港の築造 河川改修 塩水化した廃井によつて起こる場合である。とくに塩水化した廃井をそのまま放置しておくところから塩水が四方へ広がっていつの間にか ある地区の深井戸全体が汚染してしまうことがある。富士市の場合でも 廃井のために思わぬ所まで 塩水が及んでいる。

地下水の塩水化は ①地下水の流れが緩慢だけに非常に長い間つづく ②帯水層の大部分が汚染された後では原因がつかみにくい ③本来の真水の姿に矯正することは困難で たとえ可能であっても相当の時間と経費がかかる という厄介なものである。

地下水が塩辛くなつてからでは処置のしようがない。地下水は大事に使うこと そして万一塩水化したらその根源を完全に退治して他人に迷惑をかけぬように心がけることの誠意が 地下水利用者に見られる。

(筆者は応用地質部)