

## 講演要旨(第166回)\*

### 特集 関東構造盆地の被圧地下水の地球化学

#### 地層と地下水流動に関する最近の課題

黒田 和男

地下水は、地殻を構成する一要素であると共に、地球における水の循環系の一部を構成しているという両面性をもっている。従来は、とかく循環系の一部であることだけが強調されて来たが、最近の種々の地下水に関する課題をみると、地質構造と地質構成単位ごとの物理的性質との組合わせである水文地質構造の認識が、強調されるようになって来た。ことに、地下水の流動状態を、具体的に図示する三次元シミュレーションが発達すると、水文地質構造をどのように既存の地質情報等から組立てていくかによって、結論が分かれる場合が多い。

地下水は、大きく山地・丘陵地の地下水と、台地・低地の地下水とに分けることが出来る。前者は、降水が地表に到達し、地中に侵入したあとは、重力にしたがってしだいに移動し、その間に通過する岩体と相互に化学反応を起こし、しだいにその岩体の影響を受けた水質をもつ湧水となって、地表に現れる。後者の場合も、涵養された降水が、ポテンシャルにしたがって流動し、当然、地層の影響を受けた水質がそこに形成される。しかし、一般に台地・低地にあつては、深部の地下水の流動は自然の状態ではきわめておそく、井戸からの揚水によって地下水流動のかなりの部分が支配されるので、地下水や帯水層の利用によって引き起される地下水の流れを、シミュレーションによって描き出すと共に、長い間、地中に滞留している間に形成された水質を利用して、その流れを考証することが可能である。

最近の地下水あるいは帯水層の利用は、工業用水・生活用水・農業用水・建築物用水のほか消雪用水やその他の非常災害用地下水にまで及び、さらにはヒートポンプを利用した熱的利用(冷暖房用)や帯水層の蓄熱利用、地下貯水池としての利用と、その範囲をひろげている。山岳地帯(硬質岩盤地帯)でも、温泉(医療、レクリエーションから採熱利用まで含む)、天然蒸気発電のほか、長大ト

ンネルから地下発電所・貯蔵所の建設工事、廃坑の再利用にからむ湧水や湧水問題の解決に、地下水動態を調べる鍵としての水質が注目されて来ている。

台地・低地に賦存する地下水の水質組成には、地域別・深度別の特徴がある。この事は、地質調査所で工業用水調査が盛んに行なわれていた頃からすでに言われていた事であり、その中の一部の事象については、地下水の流動に伴う化学的進化という用語で説明されて来た。今回、これまでの蓄積に加えて、絶対年代、流動の速度という概念が確立されてきた現在、再び地下水に地球化学的なメスを加える機が熟したと考える。とくに、関東構造盆地に関しては、第四紀の構造発達史や古地形・古環境など、地質調査所でも多分野にわたる研究成果が蓄積されている。現実に井戸もとから採取され、分析される地下水は、採取条件に制約はあつても、長期間滞留してその地層と一体をなして来た地下水と、流動に伴って、その地層とは若干異質のものである地下水との識別などの、地下水の由来を説明する情報を与えるものとする。(環境地質部)

#### 関東構造盆地の水文地質構造

森 和雄

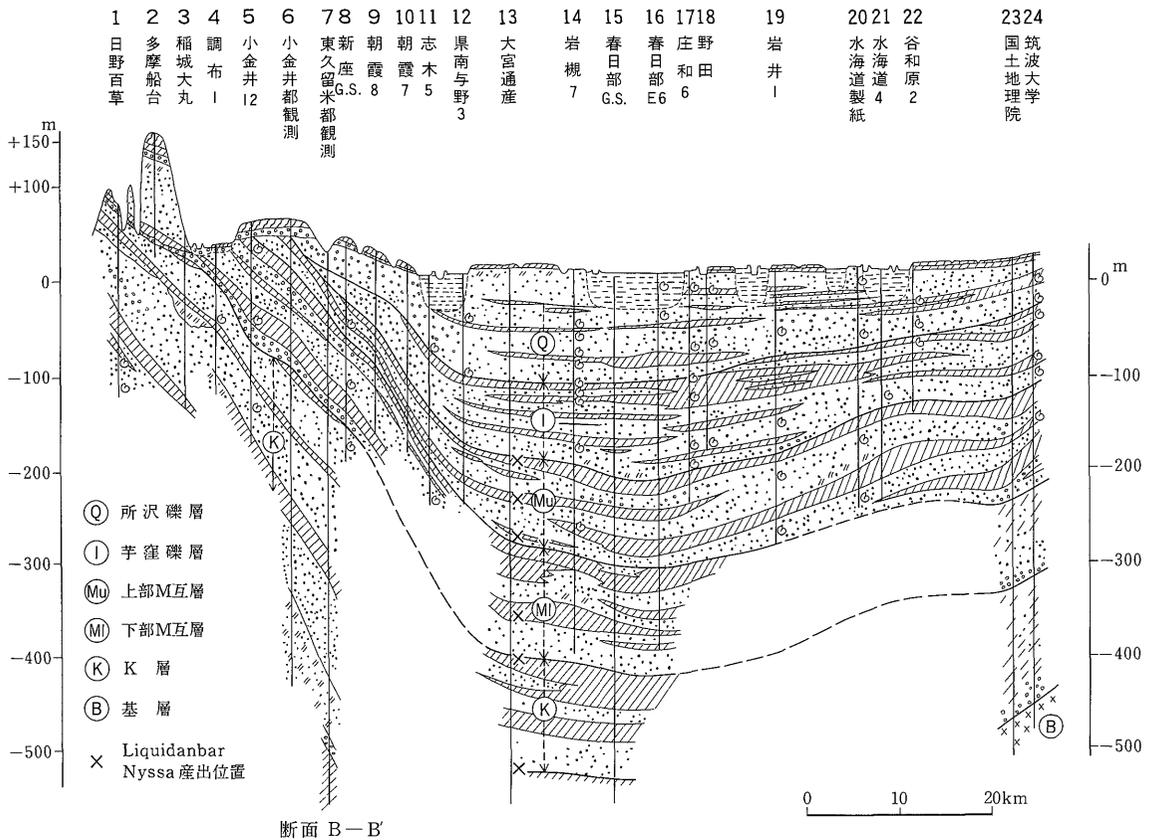
関東平野の地下水地質について、深井戸地質資料のうち特に電気検層図を用い、広範囲の対比を行い、また多摩丘陵などの地表地質との関連づけを行った。ここでの地層区分については、地質調査所が行った新座・所沢試錐(第1表参照)によるものである。その後には東京都の地下水地質の研究が遠藤(1978)によって行なわれているが、両者は表のように対比できる。

筆者は関東構造盆地を横断する約500m深度までの3断面を作成した。A-A'断面は渋谷区付近から足立区、三郷市、谷田部町地質調査所まで、C-C'断面は阿須山丘陵から上尾市、久喜市、下妻市、筑波町まで、B-B'断面は下図の通り多摩丘陵から筑波大学までのものである。図中の1と2は多摩丘陵内のものであり、2は稲城砂層の上位から連光寺互層中部まで掘さくしたものであり、

\* 昭和59年6月20日日本所において開催の研究発表会。

第1表

阿須山丘陵	狭山丘陵	多摩丘陵	新座・所沢試錐*	東京都付近(遠藤)**	筑波大学観測井(青木外)***
多摩ローム層	多摩ローム層	多摩ローム層	所沢台礫層	七号地層	姉ヶ崎層
上部豊岡礫層	芋窪礫層	御殿峠礫層	芋窪礫層	高砂層	成東層
下部豊岡礫層		新旧3~4段丘			金剛地層上部
	谷ツ粘土層	稲城砂層以新の地層と連光寺互層上部	上部M互層	江戸川層	金剛地層下部
			下部M互層	舎人層	上総層群上部
	三ツ木砂礫層	連光寺互層下部	K層	東久留米層	
		平山砂層			
大矢部層		北多摩層			
佛子粘土層	* 森和雄 外(1974)		** 遠藤 毅 (1978)		*** 青木直昭・馬場勝良
飯能礫層	地調月報 Vol. 25 no.8 p.1~17		地質学雑誌 Vol. 84 p.505~520		(1981) 応用地質 Vol. 22 no.4 p.30~35



第1図

1は連光寺互層最上部から平山砂層を通過し、大矢部層まで掘さくされたものである。図・表に示されたようにK層は連光寺互層の上部付近以下の地層群に当り、一方

M互層はそれ以新の地層である稲城砂層などに相当するものと考えられる。13の×印はLiquidambar Nyssaの花粉産出箇所であり、産出上限はM互層までであり、都

の舎人観測井・通産の柏観測井でもそれらの産出上限はM互層までであった。また工技院A地区内の211 mボーリングコアの花粉分析結果では、芋窪礫層中の126-137.6 mがブナ高率出現M互層中の160-210 mがカシ・コナラ高率出現という結果を得た。

芋窪礫層は、狭山丘陵の上部を覆い平野部で地下に潜入り、次第に砂・泥の細粒堆積物に移化する。その基底を平野全体に追跡し等深度線図を作成した。同図では北西部の騎西町から南東方向の春日部市・松戸市・習志野市・市原市養老川左岸部をつなぐ一帯が細長い盆地底を形成する。芋窪礫層基底の盆地底での到達深度は一般には200-220m台であるが騎西町・菖蒲町一帯では240mと深くなっており、南東端の養老川左岸では400 m付近と推定される。

また造盆地中心から西側の地層が比較的勾配があるのに対し、東側の地層はごく緩い傾斜を示し、筑波山塊の基盤岩にアパットする形で接している。

(環境地質部)

## 取手・藤代地区における浅層地下水の水質組成

狛 武

茨城県西部では、低地の地下水と、台地の地下水との間に、著しい水質の差異があることは、すでに小西ら(1960)にも記述されている。この事実をさらに詳細に検討するために、取手市内と藤代町内に所在する主として民家の井戸を対象に、地下水の採取・分析を行った。調査時期は昭和58年9月で、結果としては、取手台地で比較的浅い深さ15m級の井戸と深さ40-60m程度の井戸、低地では40-60m程度の井戸水を採取することができた。

地質の概要：取手台地では、海拔20-25 mの地表を関東ロームが被覆しており、その直下に常総粘土層がある。しかし、地表から数m以内で、下位の龍ヶ崎砂礫層に到達して、以深は一律な砂層の中に礫を挟む部分が連続し、ストレーナーは、その礫を挟む部分に設けられている。小貝川低地帯では、30-35mまできわめて軟弱な粘土層が発達し、粘土層の下に砂層あるいは砂礫層がある。また、台地の縁辺部に、埋没台地の存在が推定されている。

水質分析の結果：調査地域における地下水の溶存成分は、一般に変化に富んでいる。例えば TSM (全蒸発残留物)で111-878 mg/lと広い分布幅を示す。また pH の測定値は5.9-8.9であるが、その度数分布をみると、明ら

かに台地より低地の方が高く、台地・低地それぞれの中でも2群に分けられるようである。

主成分( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )の量比からは、Na- $\text{HCO}_3$ 型、Ca- $\text{HCO}_3$ 型、Na-Cl型及びこれらの中間型の6種類に分類された。台地における地下水は、もっぱらCa- $\text{HCO}_3$ 型、低地における地下水はNa- $\text{HCO}_3$ 型である。さらに、低地部では、Na-Cl型の水質をもつ地下水が、下流側にみられる。

考察：調査地域の台地における浅層地下水は、地形から考えて、もっぱら降水によって涵養されたものである。したがって、台地の中心部では、循環性地下水の特長であるCa- $\text{HCO}_3$ 型および、これに若干Na-Cl型が混入した地下水の水質となっているのは自然の状態であろう。Na- $\text{HCO}_3$ 型は、停滞性地下水の水質組成とされているが、調査地域では、厚い沖積粘土層で加圧され、後氷期に低地部に進入していた海水の影響が残って、Na-Cl型の地下水域が形成されたものと考えられる。したがって、調査地域では、Ca・Na- $\text{HCO}_3$ 型の地下水が、現在の涵養にかかる地下水の進化過程の到達点であるとみて差支えない。

(技術部)

## 筑波台地における被圧地下水の水質の特徴と揚水に伴う水質変化

田口雄作・永井 茂

### 1. 筑波台地における被圧地下水の水質

筑波台地では、地表面から深さ50m前後および100m前後に有力な帯水層が存在する。前者は集落単位の簡易水道水源などに利用され、後者は筑南水道の水源や水田および畑地かんがい用の水源として大規模に揚水されている。後者からの揚水量はきわめて多く、本地域における地下水の循環にもっとも重大な影響を与えていると考えられている(田口, 1981)。両者の水質には顕著な相違がなく、Ca- $\text{HCO}_3$ 型を示す。しかし、それより深い帯水層に賦存する地下水は、Ca- $\text{HCO}_3$ 型とは異なるタイプの水質を呈することが判明しているが、詳細は次の講演(永井・村下)に譲り、本稿では触れない。

### 2. 揚水量と水質の関係

揚水を目的とする井戸は、できる限り効率的に水を確保するため、ストレーナを複数に切る場合が多い。

通常、複数のストレーナを持つ井戸でも、揚水量が少ない時には、主要帯水層中の地下水が、揚水される地下水の大部分を占めていると考えられる。しかし、揚水量の増加に伴って、揚水総量に対する主要帯水層以外の地

下水の占める割合が、必然的に多くなると思われる。両者の間で水質の違いが見られない時には、問題はほとんど生じないが、もし、水質に顕著な違いがある場合には水管理上きわめて重大な問題が生じる可能性がある。それは、個々の揚水井だけの問題にとどまらず、極端な場合には、地下水盆全体に深刻な社会問題を惹き起こすケースさえ考えられる。

演者らは、1983年4月以降、複数のストレーナをもつ同一の揚水井において、原則として1週間に1度定期的に揚水し、揚水に伴う水質の変化について検討を加えた。1年余にわたる観測の結果、揚水量と水質との間にはきわめて明瞭な因果関係が見られることが判明した。

調査井は、茨城県筑波郡谷田部町の洞峰公園にあり、公共用雑用水源として使用されている。井戸深度は150mで、ストレーナは97-102m, 104-115m, および141-146mの3カ所に切られている。

調査井の水質変動は、約1km東に位置する地質調査所観測井(同深度で、ストレーナの位置もほぼ等しい)の水位の年変動とは異なるパターンを示す。このことから、調査井の水質変動の原因は、本地域全体の地下水流動による影響も認められるが、それよりも調査井自身の揚水量の多寡による効果の方が大きく、しかも直接的であると考えられる。

また、水温の昇降とともに、水質が変化することも認められる。通常の揚水量の場合には、調査井の上下ストレーナから流入する地下水のバランスは、ほぼ一定と考えられる。その時の水温は16°C前後、電気伝導率は160 $\mu$ S/cm程度で、水質はCa(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>型である。しかし、揚水量が増加するにつれて、水温が上昇する。これは、揚水量の増加によって、下部ストレーナから流入する地下水の割合が増加することを意味する。さらに、水質が変化することから、上下ストレーナから流入する地下水の水質には、明らかな相違が見られることがわかる。水温と水質の変動型が似ている点から推察すると、下部ストレーナから流入する地下水は、上部よりNa<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>などが高いが、Cl<sup>-</sup>はほとんど変わらない。イオン当量から判断すると、Na<sup>+</sup>やK<sup>+</sup>はほとんど問題にならない程度のものであるから、結局、下部ストレーナから流入する地下水は、上部のそれに比べてMg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>をきわめて多く含んでいることが判明した。

### 3. 連続揚水に伴う水質変化

毎回の各測定項目の分析値には、かなりの変動が見られる。これらの変動の原因を究明するため連続揚水を行い、時系列で採水した試水の分析を実施した。その結果揚水量の増加に伴い、Mg<sup>2+</sup>やpH 4.8 Bxなどが明瞭に

増加することがわかった。しかも、それらの変動幅は定期観測におけるものとはほぼ等しいものであった。このことから、定期観測における各測定項目の分析値の変動は、調査井の連続揚水量と調和的であることが実証された。また、溶存ガスの測定結果によると、連続揚水量の増加に伴いCH<sub>4</sub>が増加し、その増加傾向はpH 4.8 BxやMg<sup>2+</sup>などと類似である。

これらのことを総合すると、調査井における揚水量の増加は、停滞性でMg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>を主体とする地下水を、下部ストレーナから強制的に引き込み、上部ストレーナから流入するCa(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>型の地下水との混合率を高めた結果、上述した水質の変化をもたらしたと考えられる。

### 4. まとめ

揚水量を平常の状態に戻すか揚水を休止することによって、水質が回復する間は問題はとくに生じない。無理な揚水を継続すれば、水質の悪化を招くことは、今回の観測結果から明白である。したがって、従来まで試みられていたような量のみでなく、今後は質的な側面が地下水管理のもっとも重大な関心事の一つとなろう。

(環境地質部)

## 茨城県南西部地域の地区別・深度別に見た地下水の水質

永井 茂・村下敏夫

この発表の内容は、茨城県が数年にわたって設置した地下水水位観測井の水質及び昭和58年度公害特研「地下水利用に伴う地盤沈下の予測技術に関する研究」によって得た被圧地下水の水質を、「被圧地下水の化学的進化」の観点から解析し、考察した結果である。

被圧地下水の化学的進化(杉崎・柴田, 1961)とは、地表水が自由面地下水となり被圧地下水に移行するにつれて、溶存成分が変化していく過程、①酸化→還元、②溶出、③イオン交換、の現象をさす。

茨城県は、昭和52年4月に制定した「茨城県地下水の採取の適正化に関する条例」に基づく県南・県西・鹿行の指定地域に、地下水位の動向を監視する目的で、昭和51-58年度の間に、20地点59井の観測井を設置した。

1観測地点における井戸の数は2-4井で、深度はおおよそ①100m以浅、②100-150m、③180-275mである。①と②の帯水層は地域全体にわたって利用され、③は県南よりも県西での利用率が高い。

観測井設置時に実施した水質試験の結果を、キー・ダ

イアグラムとヘキサ・ダイアグラムに図示して水質を考察した結果は、次のとおりである。

- 1) 結城・猿島・岩井の県西では、①-③の地下水がすべて  $\text{Ca-HCO}_3$  型である。
- 2) 守谷・竜ヶ崎・阿見の県南では、守谷と阿見の①と②、竜ヶ崎の①の地下水が  $\text{Ca-HCO}_3$  型であるが、③と竜ヶ崎の②と③の地下水は  $\text{Na-HCO}_3$  型である。
- 3) 明野・豊里・地調の筑波山寄りでは、①と②の地下水は  $\text{Ca-HCO}_3$  型、③の地下水は  $\text{Na-HCO}_3$  型に移行または近い。
- 4) 筑波山東方の石岡では、①の地下水が  $\text{Ca-HCO}_3$  型、石岡・玉里の②と③の地下水が  $\text{Na-HCO}_3$  型、八郷の②は  $\text{Na-Cl}$  型である。

以上のことから、守谷・豊里・地調・阿見以南の③地下水は  $\text{Ca}^+ \rightarrow \text{Na}^+$  のイオン交換、竜ヶ崎・石岡では②の地下水も上記のイオン交換によって、天水の水質を示す上位の地下水とは異なる水質に移行している。

特研に係る水質試験の結果、守谷・取手・竜ヶ崎・藤代・伊奈の区域にわたる被圧地下水の水質の特徴は、次のとおりである。

- 1) 台地(伊奈・竜ヶ崎)の前記①の地下水に相当する地下水は  $\text{Ca-HCO}_3$  型である。
- 2) 守谷の台地で、③の地下水は前記と同様に  $\text{Ca-HCO}_3$  型から  $\text{Na-HCO}_3$  型に移行している。
- 3) 竜ヶ崎の低地における浅い①の地下水は  $\text{Na-HCO}_3$  型、深い②の地下水は  $\text{Na-HCO}_3$  型と  $\text{Na-Cl}$  型の混合型である。
- 4) 取手台地の③地下水は、 $\text{Na-HCO}_3$  型と  $\text{Ca-HCO}_3$  型との混合型である。
- 5) 取手・藤代の低地における②と③の地下水は、 $\text{Na-Cl}$  型である。

特研の対象地域は、国道6号線沿いのいわゆる「地盤沈下」が発生している地域で、ここにある揚水井戸はほとんどが多層採水井戸である。したがって、最初に区分した三つの帯水層のどれから産水しているかという、考察にあたっての重要なことがまだ解明できていない。これは、今後の研究課題であるが、全体として、台地の①の地下水は天水類似の水質、②と③の地下水はイオン交換によって  $\text{Na}^+$  が多くなり、深くなるほど  $\text{Cl}^-$  に富む傾向にある。

## 文 献

杉崎隆一・柴田 賢(1961) 地下水の地球化学的研究(第2報)、濃尾平野における地下水と地

質構造との関連性。地質学雑誌, vol. 67, p. 427-439. (環境地質部)

## 関東構造盆地中央部の被圧地下水の水質とくに高 $\text{Cl}^-$ 濃度域について

池田喜代治

関東構造盆地は第三紀から第四紀に引続く堆積によってわが国最大の平野を形成している。この構造盆地の中心部は、利根川・荒川間に挟まれた北西から南東方向に細長い形をなして分布し、北西側では、騎西、菖蒲、南東側では春日部、吉川、松戸、習志野に至っている。松戸以北のこれらの盆地中心部の地域を含めた範囲を調査地域とし、地下水試料、延237点を採取、分析し、調査地域、とくに中央部における地下水中の化学成分の水平、垂直的な分布、地下水帯水層との関係を調べ、化学成分濃度から地下水の流動および地下水中の化学成分の起源について考察を行った。

### 調査地域の地下水中の $\text{Cl}^-$ の分布

水平分布：水質分析で得られた各調査地点の地下水中の  $\text{Cl}^-$  から、 $\text{Cl}^-$  の等濃度線図を作成すると、調査地域の周縁部では、20 mg/l 以下の地下水が分布しているが、調査地域の中央部を北西から南東方向に、幅、約20 km、長さ、約70 kmの細長い  $\text{Cl}^-$  40-150 mg/l の地下水が分布している。この相対的に周辺よりも  $\text{Cl}^-$  の高い地帯(以下高  $\text{Cl}^-$  帯)の中心部は北から群馬県新田一埼玉県羽生一騎西一菖蒲一春日部一吉川と連なる帯状分布を示し、前述の関東平野を形成している構造盆地の中心部の分布とはほぼ一致している点で大きな特徴もっている。高  $\text{Cl}^-$  帯と周囲の低  $\text{Cl}^-$  地下水との境界の輪郭は比較的明瞭である。

垂直分布：高  $\text{Cl}^-$  帯のなかでは、 $\text{Cl}^-$  は垂直的な変化がみられる。高  $\text{Cl}^-$  帯と低  $\text{Cl}^-$  の地下水との境界付近に相当する上尾では深度100 m 以浅の地下水( $\text{Cl}^-$  5-8 mg/l)と150-250 m間の地下水( $\text{Cl}^-$  40-56 mg/l)に  $\text{Cl}^-$  濃度の明瞭な差が認められる。高  $\text{Cl}^-$  帯の中心付近に相当する春日部では180 m 以浅の地下水(16-17 mg/l)と180-250 mの地下水(133 mg/l)が分布するが、深度400 mに達する地下水の  $\text{Cl}^-$  は低く、また通商産業省の報告(1975)によれば、深度524.3-540.8 mに収水層をもつ越谷の井戸は16-22 mg/l であって、これまで明らかでなかった深度400-500 mの地下水は低  $\text{Cl}^-$  であることが示唆される。

地下水中の  $\text{Cl}^-$  は地下水を包含する地層の地史的な背景を反映する可能性があり、関東構造盆地を堆積した構造史と深く関わっているものと思われる。本地域の地下水中の  $\text{Cl}^-$  の垂直分布に関しては、少なくとも、春日部、越谷以南の縄文海進で形成された沖積層および深度 100 m 付近までの洪積層上部層中の地下水の  $\text{Cl}^-$  濃度は 50 mg/l 以下の淡水となっており、循環水によって flush-out されていることを示している。また深度 120-300m の高  $\text{Cl}^-$  地下水は、上、下および側方の低  $\text{Cl}^-$  域に囲まれた形で賦存し、循環水から半ば隔絶された半密閉系の地下水であることが推定される。

#### 溶存酸素、 $\text{HCO}_3^-$ の分布と地下水流動系

本地域の地下水中の溶存酸素(DO)は、富士見町、福岡町、大井町の各地区を含む荒川右岸地域で、DO 飽和度 80%以上、さらにこれらの地域を取り囲む形の、川越、狭山、朝霞、浦和および戸田を含む地域で飽和度 50%以上の地下水が分布する。DO は大気と平衡に達しているとき飽和度 100%、地下水となると大気から遮断され、地層中で消費されるので次第に減少する。本地域では地層の勾配は南西から中央部に傾斜しているが、溶存酸素の分布は地層勾配の上流側より下流側に高い結果を示し、このような状態を説明するためには、荒川沿いの溶存酸素飽和度の高い地下水は、地表からの垂直浸透を予想しなければならない。高  $\text{Cl}^-$  帯の地下水は溶存酸素をほとんど含まず、還元的な環境下の地下水であることを示している。

$\text{HCO}_3^-$  の分布は前述の荒川右岸域の高 DO 地帯で、 $\text{HCO}_3^-$  が最も低い値を示しているのを除くと構造盆地の南西部および北東部から盆地の中央部に向かって次第に濃度が増加する傾向を示し、盆地の中心部で最も高い  $\text{HCO}_3^-$  150 mg/l 以上の地帯が形成される。 $\text{HCO}_3^-$  は地層中で地下水中に加えらる成分であり、一般には地層との接触時間が長い程増加する成分であるので、本地域では高 DO 地帯を除くと、構造盆地の周縁部から中央部に向う地下水の流動が推定される。

本地域中央部の  $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{I}^-$  の起源  
本地域の周縁部では  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$  はそれぞれ 1 mg/l 以下であるが、中央部の高  $\text{Cl}^-$ 、高  $\text{HCO}_3^-$  帯では、 $\text{HCO}_3^-$  と相関して急に増加する。加えて  $\text{I}^-/\text{Cl}^-$  比が海水の約 400 倍の値をもつ特徴のある地下水である。この帯水層には、有機物に富む泥質な地層が含まれており、 $\text{HCO}_3^-$  と相関して増加する  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$  は、有機物分解起源と考えられ、 $\text{I}^-/\text{Cl}^-$  が高いことから有機物は海成の藻類等と考えられる。

まとめ

関東構造盆地には、荒川右岸域に DO 飽和度の高い地下水が分布し、これらの地下水は垂直浸透によって涵養されている可能性がある。荒川右岸域を除くと、 $\text{HCO}_3^-$  の分布は南西および北東周縁部から構造盆地中央部に向かって増加し、これらの方向に地下水の水平流動が予想される。また、利根川、荒川間に  $\text{Cl}^-$  40-150 mg/l の周辺より相対的に  $\text{Cl}^-$  の高い地下水が分布するが、この地下水の下位は低  $\text{Cl}^-$  地下水である。高  $\text{Cl}^-$  地下水は  $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{I}^-/\text{Cl}^-$  が高く、汽水—浅海成の有機物分解生成物が無機化して地下水中に溶けている機構が考えられ、 $\text{Cl}^-$  の起源も堆積当時の  $\text{Cl}^-$  の残留しているものと考えられる。(環境地質部)

### 南関東ガス田の天然ガス付随水の水質と分布の特徴

鈴木 尉 元

東京湾周辺地域から九十九里浜沿岸地域にいたる南関東一帯の地下には、ひろく水溶性天然ガス鉱床が胚胎されている。この鉱床は、地下水中に静水圧にほぼ見あった圧力で溶解しているもので、天水の浸入による破壊をまぬがれたものである。一般に、鮮新—中期更新世の海成上総層群中の化石海水中に含まれているので、地下水中の  $\text{Cl}^-$  の濃度分布が、水溶性ガス鉱床分布の指標となる。したがって、 $\text{Cl}^-$  濃度のない地下水は、九十九里沿岸から房総半島中、北部の地下深部にひろく分布する。しかし、その深度は、東方から西方に次第に大きくなり、10,000 mg/l をこす  $\text{Cl}^-$  濃度をもつ地下水は、飯岡で数 10m、大網で 400m 余、千葉・船橋で約 500m 以深に分布し、東京以西には、このような高濃度の地下水は、1,000m 以浅には認められない。

このような濃度の地下水の上部および周辺には、 $\text{Cl}^-$  濃度のより低い、褐色—黄褐色の地下水がひろく分布する。この種の地下水は、腐植酸、フルビン酸などいわゆる腐植質有機物を含む地下水と天水が混合する中間的な酸化—還元系の領域に形成され、水溶性天然ガス探査の一応の目安とされる。

関東平野西部地域に分布する上総層群は、元来淡水ないし三角洲地域に堆積し、その後隆起域に転じて天水によって洗われてしまっている。したがって、この地域の地下水の  $\text{Cl}^-$  濃度は低い。しかし、川崎付近には、局的に褐色—黄褐色を呈する高濃度(1,000 mg/l 以上)地下水が分布し、水溶性天然ガス鉱床が発達している。これは、断層によって保護されて天水の浸入をまぬがれ、

講演要旨(第166回)

形成されたものと考えられる。

なお、上記の高鹹度の地下水が発達する地域においても、堆積盆の基底付近になると、 $\text{Cl}^-$ 濃度が多少減少する傾向がある。たとえば、下総台地では、不整合面上

200-300mは、その上の地下水が1,500 mg/l 以上の  $\text{Cl}^-$ 濃度を示すのに対して、1,000 mg/l 前後に下がってしまう。(燃料部)