

帯水層別にみた水質の連続性に関する一考察

京都大学 工学部 松尾新一郎

京都大学 工学部 ○上村克己

1. まえがき 地下水の流路方向の追跡, 帯水層の状況の把握には主として水文学的方法, 地質学的方法がとられている。また, 化学的手法として放射性同位元素等のトレーサーを用いる方法, 水質分析結果を用いる方法などがある。多層採水井におけるこれらの資料は各帯水層からの地下水の混合されたもので, それぞれの帯水層の状況を表わすものではない。ここでは, 簡単な帯水層ごとの採水器を作成し, 多層採水井の各帯水層から採水し, 各帯水層の水質から流路方向を追跡し, 各帯水層の地下水の連続性について検討したものである。地下水の水質変化は, (1)地下水と帯水層構成物質との塩基置換および吸着, (2)硫酸塩の還元, および重炭酸イオンの生成, (3)溶解と沈殿, を繰り返している。¹⁾ここではこれらの影響の少ないものとして, Mg, Cl をとりあげ地誌, 地質図と比較検討した。

2. 採水方法と分析法 深さの異なる場所からの採水には, たとえば海水の深部からの採水などではかなり厳密な方法がとられているが多層採水井の場合, 現在の削井工法では, 掘削する裸孔とケーシングの間に砂利等を充填するので帯水層からの供給量によっては採水管の設置位置に当る帯水層の水のみならず, 他の帯水層の水を引きこむ可能性がある。したがって, 採水管を厳密に作成しても採水管の設置位置の帯水層のみの水を採水しえないことが充分考えうる。その他試験した井戸は現在使用中のもので, 諸制限があったため図-1 にみられるような器枝を作成した。この器枝の使用法は, 図中①で示されるひもで器枝全体を所定の帯水層の位置まで下ろし, ②で示されるひもを引っぱりゴム栓を引き抜くものである。採水時季は夏季で, 採水は揚水中に行なった。分析は陽イオンは原子吸光分析で, SO_4^{2-} は硫酸バリウム懸濁液の比色法, Cl はチオシアン化鉄の比色法, HCO_3^- は 0.01N H_2SO_4 による滴定法によった。

3. 採水井戸位置図 採水した場所は高槻市域で, この付近は大阪層群が古生層である丹羽山系にアバットする地域で, ほぼ中央部に東西方向に真上断層が横切っている。図-2 に概略図と採水した井戸の位置を示す。地下水は丹羽山系側から大阪平野側へ, すなわ

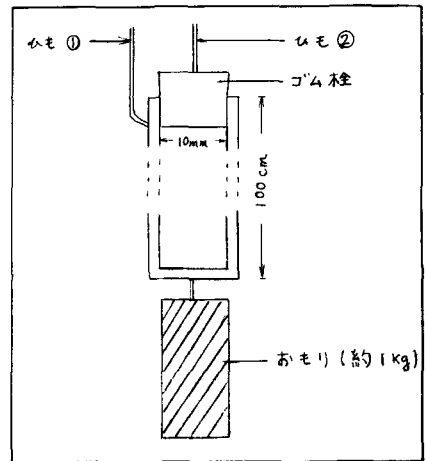


図-1 層別採水器

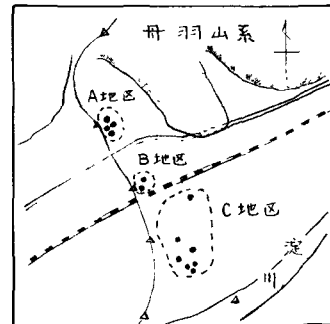


図-2 採水井戸位置図

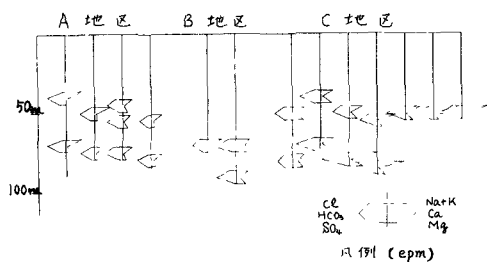


図-3 六成分図 (Hexadiagram)

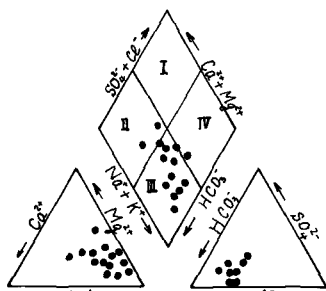


図-4 Piperのkey diagramとtrilinear diagram

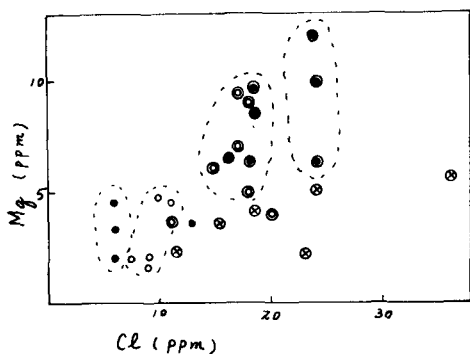


図-5 Mg-Cl 図

と、それぞれの帯水層の地下水に応じた特徴をもっている。全体として、地下水がA地区→B地区→C地区へと流下してゆく様子が見られる。また、参考としてあげた河川水は上流から下流へ直線的に濃度増加している。

参考文献

- 1) 柴崎達雄ら：地下水の水質変化，地下水資源学，pp 249~299 共立出版 1973

ち、図中のA地区→B地区→C地区へと流れていくと予測される。図中△印で示されているのは河川の採水位置を示す。

4. 水質分析結果を①六成分図 (Hexadiagram)

②Piperのkey diagramに示した。③六成分図を図-3に示す。縦軸は深度(m)で、採水した位置を示す。A地区において相対的に SO_4^{2-} 濃度が高い。被圧帯水層は一般に還元条件下にあるので長時間被圧帯水層中にある地下水の SO_4^{2-} イオンは還元され地下水中から除かれる。したがってA地区の地下水は比較的新しいものである。また、A地区は Ca^{2+} の濃度も相対的に高い。 Ca^{2+} は帯水層構成物である土粒子と塩基置換反応を起こしやすい。この点からもA地区の地下水が比較的新しいものであると考えられる。(2)

Piperのkey diagramおよびtrilinear diagramを図-4に示す。ほとんどの地下水がアルカリ炭酸塩(NaHCO_3)型で、一部アルカリ土類炭酸塩($\text{Ca, Mg(HCO}_3)_2$)型があるが、大部分が淡水性の被圧地下水であることを示している。(3) $\text{Mg}-\text{Cl}$ をプロットした図を図-5に示す。帯水層構成物質との反応性の少ないものとして、 Mg^{2+} , Cl^- をとりあげた。すなわち、 Mg^{2+} の地下水からの除去については不明な点が多いが、他の陽イオンとの共存の中で、土粒子との塩基置換反応が少ないこと、 CaCO_3 の溶解度に比べ MgCO_3 の溶解度が大きい(約10倍)ことから Mg^{2+} をとりあげた。また、 Cl^- は帯水層構成物質とは、ほとんど反応しない。したがって、供給されることはあっても、地下水から除去されることはない。図中の点線でグループ分けされるように、A地区上層部、下層部、B地区上層部、下層部、C地区上層部、下層部、河川