

高田平野における地下水の安定同位体組成

Stable isotopic compositions of groundwater in Takada Plain

佐藤 芳徳[1]

Yoshinori Sato[1]

[1] 上越教大・社会

[1] Soc. Sci., Joetsu Univ. of Ed.

1 はじめに

高田平野は、新潟県の南西部に位置し、周囲を主として新第三紀層、一部第四紀層よりなる丘陵及び山地に囲まれている。平野の北部は日本海に面し、関川及びその支流の矢代川、保倉川等からの流入土砂により形成されたもので、面積は約 335km²である。平野の地下には、厚さ 300~400m の洪積層が存在し、基盤は第三紀層と考えられている。地下水帯水層としてみると、沖積層の基底部と考えられる連続性の良い礫層は、特に G1 層と呼ばれており、標高 -50m 付近まで分布する。以下、4 層の砂礫層が確認されており、浅い方から G2~G5 層と呼ばれている。G2 層以下は洪積層であり、その深度は平野の中央部で一般に、G2 層 100m、G3 層 150m、G4 層 200m、G5 層 350m 付近である。そのうち、現在最も地下水利用が活発なのは G4 層である。この地域の地下水開発は、当初 G1~2 の礫層を対象として行われたが、その後 G3 及び G4 層が加わり、1960 年代後半では日量 70,000m³ を超える地下水利用があり、地盤沈下等の地下水障害がみられるようになった。そのため工業用地下水利用が自主規制され、近年は顕著な地下水障害は認められていない。しかし、消雪用の地下水揚水や渇水時の補助水源としての揚水時には、水頭低下が見られる。現在、平野部では日量約 28,000m³ の地下水利用が行われており、そのうち約 85% が G4 層からの揚水である。用途としては、工業用が圧倒的に多く、消雪用と上水用がそれに次ぐが上水用は量的にはわずかである。消雪用の揚水は G1~3 層のものも多く、急激に大量揚水した場合、井戸の枯渇や地層収縮などを引き起こしている。この地域の地下水流動系は、平野内部の盆状の堆積構造を反映し、平野周辺部から中央部へ流動し、全体的には南から北へ流れ日本海に流出していると考えられている。しかし、詳細な流動系や地下水涵養域などについては不明な点が多い。そこで本研究では、水素及び酸素の同位体組成分布をもとに、地下水涵養域を推定し、その流動系を明らかにすることを目的とする。

2 調査地点及び結果

採水等の現地調査は、2003 年 11 月から 2004 年 1 月にかけて、高田平野内の市街部を中心に、約 20 井戸を選定し実施した。対象井戸の選定にあたっては、まず帯水層が明らかな井戸の中から、地下水利用が活発な G4 層のものを主に選び、比較のために G1~3 層の井戸も複数選択した。また、空間的な変化を考察するために、海岸部、山麓部及び扇状地の井戸も加えた。採取した地下水は、水温、電気伝導度等を現地で測定し、実験室で水素及び酸素の同位体比、主要化学成分等を測定した。デルタ D 値の分布をみると、G4 層では概ね -59~-58‰であったが、南部の山地に近い井戸では -62.7‰であった。また、G3 層では -62.7~-54.1‰と地域による差が大きかった。G2 層では -56~-54‰とやや重くなっていた。G1 層では -50.3~-48.7‰で、他の帯水層と比較して明らかに重い値であった。デルタ 180 の値をみると、G4 層では -10.3~-9.3‰でやや軽い傾向にあった。G3 層では -10.3~-9.3‰、G2 層では -9.5~-9.3‰であった。G1 層はデルタ D 値と同じく重い傾向にあり、-8.8~-8.3‰という値をとっていた。主要化学成分組成の分布をみると、海岸部では Na-Cl 型が卓越していたが、一部中間型もみられた。平野内部では、G4 層は概ね Ca-HCO₃ 型が多かったが、G2・G3 層では偏差が大きかった。主要化学成分組成は、電気伝導度値の分布とも整合し、電気伝導度は概して海岸部で高い傾向にあり、18~153mS/m の値をとった。

3 考察

高田平野において、G4 帯水層を中心に地下水の水素・酸素安定同位体組成から、地下水涵養域と流動について考察した。G4 層では、デルタ D 及びデルタ 180 値とも概ね軽い傾向にあり、南部の山地や周辺丘陵で涵養された地下水が平野の中心部に向かって流動し、最終的には海岸部に向けて北流していると考えられた。このことは、ポテンシャル分布からみた地下水流動系と整合している。また、G2・G3 層ではサンプル数が少なかったこともあり、明確な傾向性が得られなかったが、涵養域は G4 層の地下水と近いものであると推定された。G1 層については、G2~G4 層と明らかに異なる傾向にあり、山地部だけではなく山麓部や平野部への降水によっても涵養されているものと考えられた。

現地調査にあたっては、上越水資源開発利用協議会並びに財団法人上越環境科学センター、安定同位体比測定においては、産業技術総合研究所の安原正也博士にご協力いただいた。記して深く感謝致します。