

## Ⅱ-2 高松地域における不圧地下水の水質の特性とその類型化

香川大学工学部 学生会員 ○橋本美智子  
香川大学工学部 フェロー会員 河原 能久  
香川大学大学院 学生会員 渡邊 健一

### 1.はじめに

香川県は日本でも有数の水不足地域であり、健全な水循環系の保全を図りながら渇水時の水資源の確保を進めることは高松地域の緊急の課題となっている。地下水は水循環系の重要な構成要素であるとともに水資源の候補のひとつに挙げられるが、高松平野における地下水の実態は明らかではない。そこで、本研究の目的は地下水の水質の特性を明らかにすることである。

### 2.観測内容

高松地域に点在する浅井戸（65地点）において2001年3月から2002年9月にかけて3ヶ月ごとに調査を行った。計測項目は水温、電気伝導度、pHであり、分析項目は各種イオン（ $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ ）である。

### 3.観測結果

イオン分析結果として各地点のヘキサダイアグラムを地図上に示す（図1）。ここで、これらのヘキサダイアグラムが示す水質組成を容易に把握するため、多変量解析を用いてダイアグラムの形状の類型化を行った。まず、各地下水の水質組成の要因を明らかにする目的で、ヘキサダイアグラム作成に用いた各種イオンを原データとして主成分分析を行った。次にその主成分得点を用いてクラスター分析を行い、ダイアグラムの形状を分類した。

#### a) 主成分分析

2001年12月から2002年9月にかけて行った4回の調査の調査結果について主成分分析を行った結果、第3主成分までで85.5%の累積寄与率を得たことから高松平野の地下水は3主成分でその概略を説明しようと判断した。図2は各主成分の固有ベクトルを示したものである。第1主成分はすべての固有ベクトルが正を示していることから、イオン総量を表す主成分であると

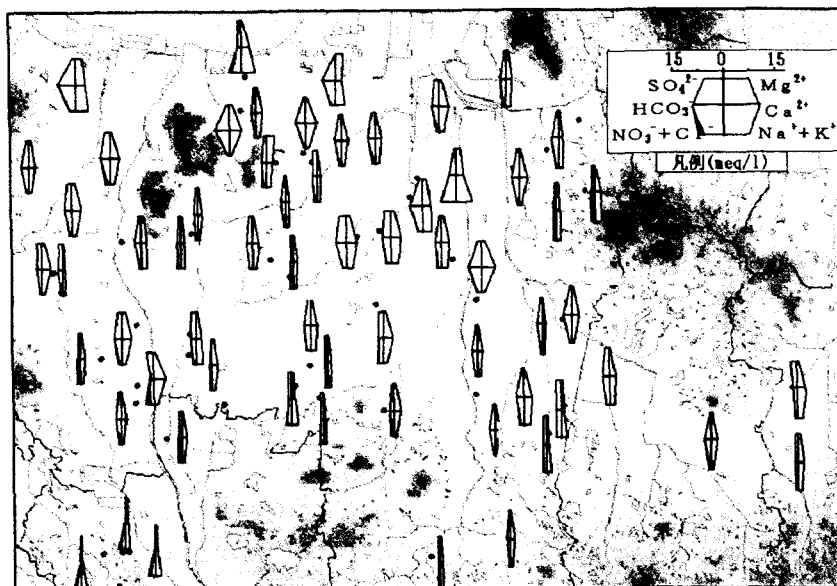


図1 ヘキサダイアグラム（2002年6月調査）

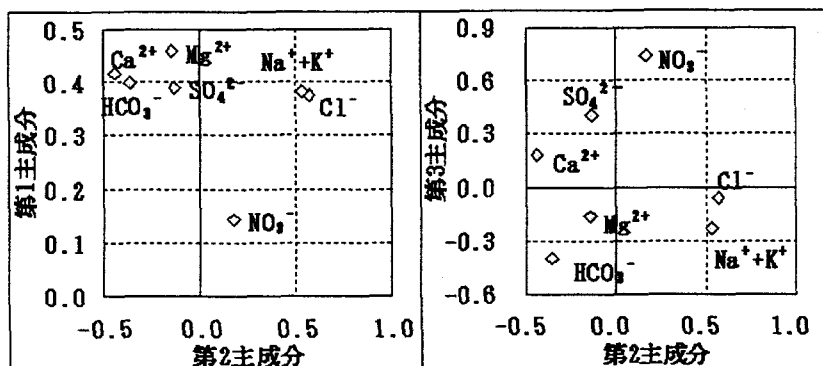


図2 各主成分の固有ベクトル

解釈できる。第2主成分は $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ などの海水成分、それに続いて $\text{NO}_3^-$ が正を示した。すなわち正は、主として海水浸入と考えられる外的要因を表し、逆に負は土壌成分の影響などの内的要因を示すと解釈できる。第3主成分に関しては硝酸汚染の原因となる $\text{NO}_3^-$ 、さらに、その汚染が施肥による窒素分の流出に起

因する場合に汚染の進行とともに増加する  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  が正を示した。よって、正は施肥由来の硝酸汚染を表すと考えられる。また、正の値をとる3成分で75.5%の説明力を得ていることより、負は硝酸汚染を受けていないことを表すと解釈できる。以上より、高松地域の地下水はイオン総量の大きさ、海水浸入、施肥由来である硝酸汚染の有無でその水質組成を説明しうることが明らかになった。

## b) クラスタ分析

主成分分析によって得られた主成分得点を用いてクラスタ分析を行った。図3はクラスタ別に各主成分得点をプロットしたものである。クラスタ1は、所属する個体数が最多であることに加え、その分布は3つの主成分得点軸上で原点周辺に集中していることから、平均的な地下水のクラスタであると考えられる。このクラスタの特徴はイオン総量が比較的小さく、海水浸入、硝酸汚染の影響が少ないことである。クラスタ2は、第1主成分得点の分布よりクラスタ1よりも比較的イオン総量が大きいく、他の2つの主成分得点より海水浸入、硝酸汚染の影響は共に少ないことが特徴として挙げられる。クラスタ3は第3主成分得点の値が卓越していることから、施肥由来の硝酸汚染を強く受けているクラスタであると考えられる。クラスタ4は第2主成分得点の値が大きく、海水の浸入を強く受けているクラスタであると考えられる。なお、図4はクラスタ分析結果であるデンドログラムにおいて各クラスタの平均的なヘキサダイアグラムの形状を示したものである。

図5は各地点の地下水が属するクラスタを地図上に示したものである。クラスタ1は高松地域全体に、クラスタ2は沿岸部や河川周辺に分布している。クラスタ3の観測地点周辺ではハウス栽培が行われており、土地利用からも硝酸汚染のある可能性が高いことを確認している。クラスタ4は沿岸部や河川沿いに分布している。この2点のうち、東側の地点では水質が鉛直方向に変化しており、井戸付近を流れる河川の海水遡上の影響を受けていることを確認している(図6)。クラスタ間での時期的な変動は少なく、水質は安定しているといえる。

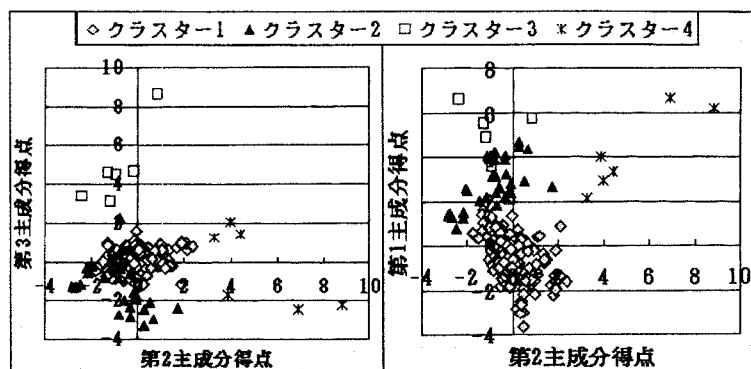


図3 クラスタ別の各主成分得点

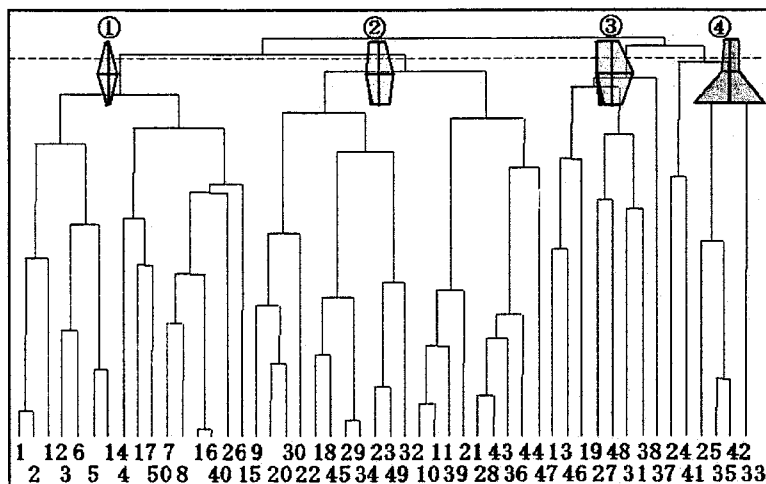


図4 クラスタ分析結果のデンドログラム

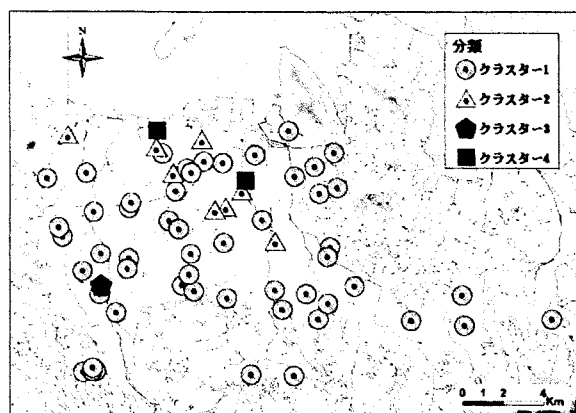


図5 クラスタ分析結果(空間分布)

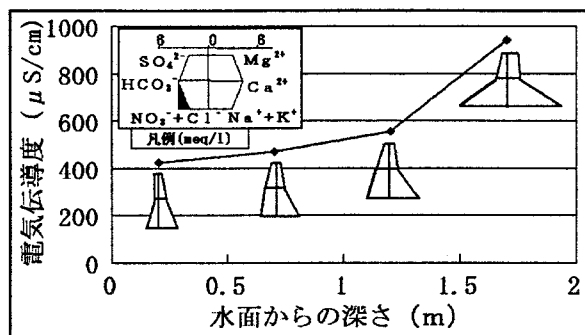


図6 沿岸部での水深方向の水質変化