

〔資料〕

石川県における地下水の水質組成（平成29年度～令和2年度）

－イオン組成による分類とGISによる描画－

石川県保健環境センター 環境科学部 牧野 雅英・吉田 秀一・石本 聖・
岡田 真規子・野口 邦雅

〔和文要旨〕

平成29年度～令和2年度の4年間に概況調査した273の井戸を対象とし、地下水のイオン成分測定結果から、地下水をキーダイヤグラムの5つの領域区分に分類した。また、分類した地下水の分布状況を把握するため、GIS（地理情報システム）を使用し、結果を地図上で表示することを試みた。

これにより視覚的に地下水の分布状況を理解できるようになり、手取川以北の河川流域ではアルカリ土類重炭酸塩型が卓越しており、浅層地下水であることが示唆された。

キーワード：地下水の水質組成、イオン成分、GIS（地理情報システム）

1 はじめに

本県では、県内の地下水について、水質測定計画^{1)~4)}に基づき、年1回、地下水の概況調査（地域の全体的な地下水質の状況を把握する調査）を実施している。これに併せて当センターでは、地下水のイオン成分を測定して県内（金沢市を除く）における水質組成及び分布状況を調査してきた^{5)~7)}。平成19～21年度の調査では、県内の地下水の水質組成を明らかにし、トリニアダイヤグラムのキーダイヤグラムの領域区分を用いて分類することで、県内の4地域（南加賀、石川中央、能登中部及び能登北部）におけるその特徴を把握することができた⁶⁾。また、平成19年度と23年度及び平成20年度と24年度の同一井戸の水質組成を比較して、その変化について考察した⁷⁾。

今回、平成29年度～令和2年度に概況調査した井戸を対象として、より詳細に県内の地下水組成の特徴を把握することを試みた。

既報^{5)~7)}では井戸が存在する東西南北4kmの区画（以下、「メッシュ」という。）を井戸の位置情報として取り扱ったが、本報ではメッシュを更に東西南北2kmに分割した区画（以下、

「サブメッシュ」という。）を井戸の位置情報として取り扱った。さらに、キーダイヤグラムの領域区分により井戸の水質組成を分類して色分けし、井戸の位置情報からサブメッシュを色分けして地理情報システム（以下、「GIS」という。）を用いて地図上に表示することを試みた。

その結果、県内における地下水の水質組成の分布状況について若干の知見を得たので報告する。

2 方法

2.1 調査井戸

本県の概況調査は、県内を前述のメッシュに分割した中から地域の実情に応じて92メッシュを調査の対象区域としている。さらに、各メッシュを①～④のサブメッシュに分割し、この中の1サブメッシュをその年の調査対象区域として1井戸を選定して調査を実施している。サブメッシュは順次調査するローリング方式を採用しており、4年間で一巡する。

本報では、平成29年度～令和2年度の4年間に本県が概況調査した273の地下水の水質データを解析に使用した。

2.2 イオン成分の分析

分析項目は、地下水の主成分であるナトリウムイオン、カリ

Chemical Composition of Groundwater in Ishikawa Prefecture (2017-2020) –Classification by Ionic Composition and Drawing with GIS-. by MAKINO Masahide, YOSHIDA Shuuichi, ISHIMOTO Takashi, OKADA Makiko and NOGUCHI Kunimasa (Environmental Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

Key words : Chemical Composition of Groundwater, Ion Component, GIS(Geographic Information System)

ウムイオン、マグネシウムイオン、カルシウムイオン、塩化物イオン、硫酸イオン、炭酸水素イオンの7つのイオンである。このうち、炭酸水素イオンについてはpH4.8アルカリ度滴定法⁸⁾により、他のイオン成分についてはイオンクロマトグラフ(株島津製作所製Prominence)により定量分析を行った。測定条件は既報⁹⁾による。

2・3 水質組成図の描画と分類

調査井戸の地下水の各イオン成分を基にトリリニアダイアグラムを作成した。

2・4 GISによる描画

地下水の水質組成の分布状況を可視化するためのGISは、「QGIS 3.4.11」を使用した。「QGIS」はオープンソースソフトウェアのGISであり、地理空間情報の作成、編集、表示、解析と多機能である¹⁰⁾。GISに使用する地図及び市町境界には、国土数値情報ダウンロードコンテンツ¹¹⁾のデータを使用し、河川及び湖沼図には国土数値情報ダウンロードコンテンツのデータを、メッシュ図には政府統計の総合窓口¹²⁾のデータを改変した。

3 結果と考察

3・1 水質組成の分類の結果

水質分析に供した地下水は前述したとおり273である。これらの結果をトリリニアダイアグラム上に表示した(図1)。さらにキーダイアグラムによる領域区分(図2)^{7) 13)}により、5領域(領域I, II, III, IV及びV)に区分し、これを図1に領域ごとに色分けして表示した。

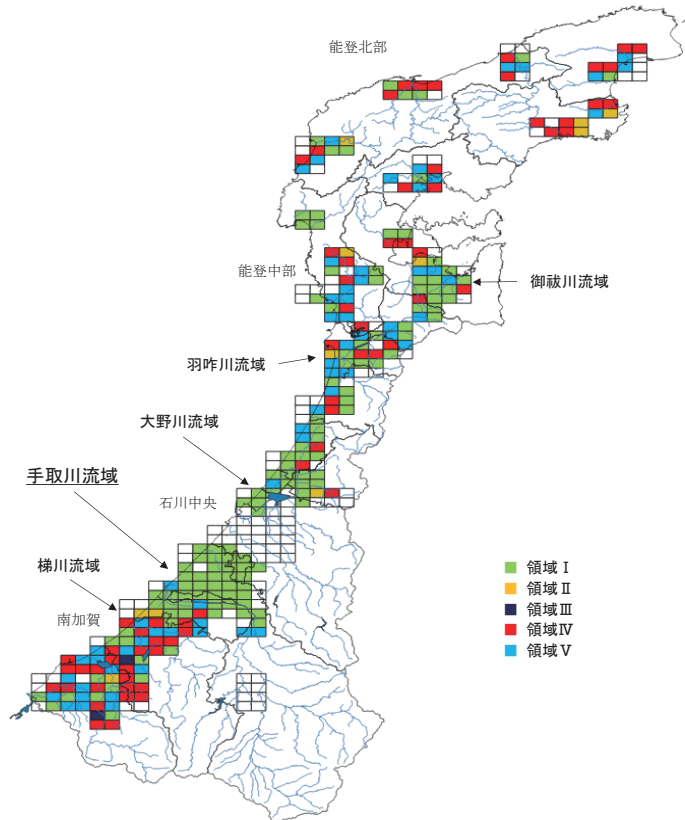


図3 地下水の水質組成の分布状況

調査井戸の地下水の区分の結果を表1に示す。県内全体で見ると、領域Iが最も多く47.6%、次いで領域IVが多く24.9%であった。また、領域IIIの地下水は0.7%とほとんど見られなかった。

各領域の水質組成については、領域Iのアルカリ土類重炭酸塩型では「浅層地下水に多く見られ、日本では最も一般的にみられる水質組成」、領域IIのアルカリ重炭酸塩型では「滞留時間の長い深層地下水でよくみられる水質組成」、領域IIIのアルカリ土類非炭酸塩型では「熱水や化石水が含まれる水質組成」、領域IVのアルカリ非炭酸塩型では「海水や温泉などでよくみられる水質組成」といわれている¹⁴⁾。

これまではメッシュ中の1井を代表井戸として解析を行ってきたが、今回はサブメッシュ中の1井を代表井戸としたことにより、県内の地下水の水質組成をより詳細に解析できた。

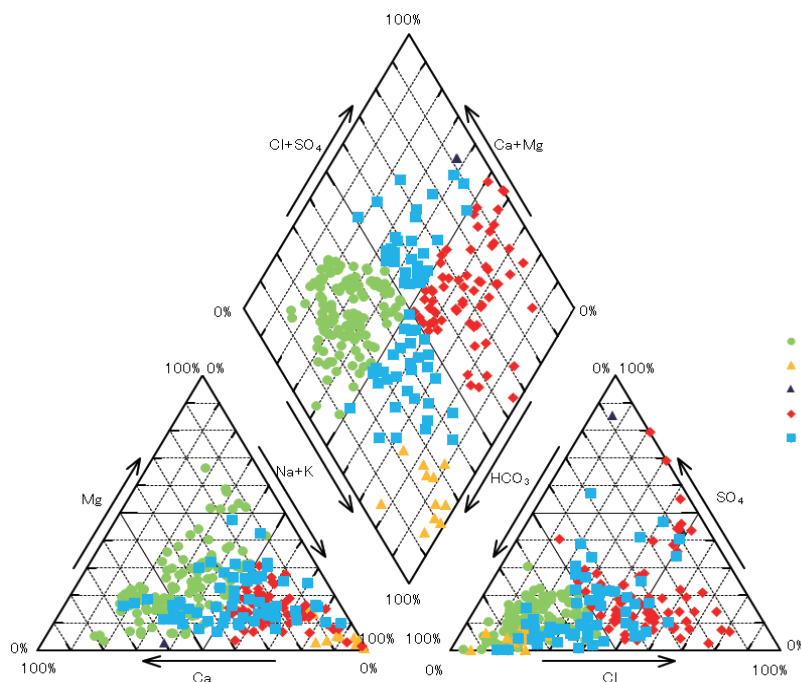


図1 トリリニアダイアグラム

3・2 地下水の分布状況

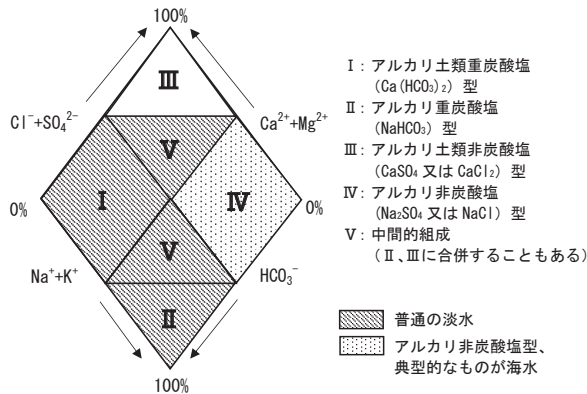


図2 キーダイヤグラムの領域区分

表1 地下水の領域区分の結果

領域区分	井戸数	比率(%)
I	130	47.6
II	11	4.0
III	2	0.7
IV	68	24.9
V	62	22.7
合計	273	100

調査井戸が存在するサブメッシュについて、トリリニアダイヤグラムと同様に色分けし、GISを用いて地図上に表示したものを図3に示す。

最も多い領域Iの地下水は、大野川流域、御祓川流域など、手取川以北の河川流域に見られ、特に手取川流域に明瞭に表れていた。これらの地域の地下水は浅層地下水であることが示唆された。

次いで多い領域IVの地下水は、能登北部沿岸、南加賀地域に多く見られ、その他の地域にも点在していた。沿岸部に見られるものは海水の影響を受けていることが考えられ、南加賀内陸部については温泉の影響も考えられた。

中間的組成である領域Vは、県内に広く分布している状況であった。特に、領域Iと領域IVの両方が見られた地域に領域Vもよく見られた。もともと領域Vに該当する組成なのか、または、領域IとIIIが混合して組成が形成されているかは不明であった。

なお、南加賀地域、羽咋川流域、能登北部地域では、様々な地下水が複雑に分布しており、流域河川の影響のみでは説明できず、地質や井戸の深さなどの様々な要因により地下水の組成が形成されることが考えられた。

今回、県内における地下水の水質組成の分布状況を視覚的に詳細に把握することができた。今後他の要素を含めて県内の地下水を解析する必要があると思われる。

4 まとめ

平成29年度～令和2年度の4年間に調査した273の地下水のイオン成分を測定し、その結果をトリリニアダイヤグラムに

表示し、キーダイヤグラムの5つの領域区分に分類した。また、分類した結果をGISを用いて地図上にサブメッシュを色分けして表示し、県内における地下水の水質組成の分布状況を詳細に把握することができた。

その結果、特徴的な分布がいくつか見られ、手取川以北の河川流域ではアルカリ土類重炭酸塩型が多く見られ、この流域の地下水は浅層地下水であることが考えられた。

しかし、キーダイヤグラムの領域区分だけでは説明できない部分も多くあり、今後他の要素を含めた解析が必要と考えられた。

文 献

- 1) 石川県環境部水環境創造課：平成29年度版 水質測定計画
- 2) 石川県生活環境部環境政策課：平成30年度版 水質測定計画
- 3) 石川県生活環境部環境政策課：平成31年度版 水質測定計画
- 4) 石川県生活環境部環境政策課：令和2年度版 水質測定計画
- 5) 岡田真規子, 牧野雅英, 梶哲夫, 山田肇, 小西秀則：石川県における地下水の水質組成について、石川県保健環境センター研究報告書, 45, 70-74 (2008)
- 6) 岡田真規子, 井上和幸, 深山敏明, 中山哲彦：平成20, 21年度の石川県における地下水の水質組成について、石川県保健環境センター研究報告書, 47, 70-77 (2010)
- 7) 岡田真規子, 井上和幸, 橋本潤子：石川県における地下水の水質組成について、石川県保健環境センター研究報告書, 50, 54-59 (2013)
- 8) 日本水道協会：上水試験方法 2011年版・理化学編, 96-99 (2011)
- 9) 野口邦雅, 岡田真規子, 川畑陵介, 山岸喜信, 柿本均：石川県の海岸に漂着したポリタンクの液体内容物の分析結果、石川県保健環境センター研究報告書, 54, 90-93 (2017)
- 10) 朝日孝輔, 大友翔一, 水谷貴行, 山手規裕：【改訂新版】[オープンデータ+QGIS] 統計・防災・環境情報がひと目でわかる地図の作り方 2019 秀和システム
- 11) 国土交通省国土数値情報ダウンロードサイト, <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>, 2020年6月30日取得
- 12) 政府統計の総合窓口 (e-Stat), <https://www.e-stat.go.jp/gis>, 2020年7月1日取得
- 13) 地下水ハンドブック編集委員会：地下水ハンドブック, 357-368, 建設産業調査会 (1980)
- 14) 日本地下水学会, 水質に関する説明, <http://www.jagh.jp/content/shimin/images/wakimizu/20111002/suishitu.pdf>, 2021年6月30日閲覧