

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 30 日現在

機関番号：64303

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24651031

研究課題名(和文)津波塩水化プロセスの解明を起点とした水質診断ネットワークの創出

研究課題名(英文)Creation of water-quality research network based on the elucidation of salinization process by tsunami

研究代表者

中野 孝教(Nakano, Takanori)

総合地球環境学研究所・研究高度化支援センター・教授

研究者番号：20155782

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：岩手県大槌町を中心に、流域全体にわたり地表水と地下水を約300地点で採取し、3種類の安定同位体を含め各種の水質項目を分析した。分析結果を水質マップとして表現することにより、降水や地質、人間活動の影響評価に加えて、降水と地表水、地下水、湧水のつながりを視覚化できた。研究成果は、市民講演会などの社会還元を通して、同町沿岸域の湧水保全計画に反映されると共に、新たなイトヨ研究が開始されている。市民と協働した水質マップ作成は、福井県大野市など他地域でも展開されており、フューチャーアースに代表される研究と教育、利害関係者との統合を目指す今後の地球環境研究において有効な手法と考えている。

研究成果の概要(英文)：We collected samples of surface water and ground water at about 300 sites in the Otsuchi town of Iwate prefecture and determined their chemical concentrations for more than 50 components and stable isotope ratios of hydrogen, oxygen, and strontium. The distribution of analyzed items was expressed as water-quality maps, which enable us efficiently to understand the effect of rainwater, geology, and human activity for water and to visualize the linkage of various kinds of water in the watershed. This result is transferred to the town, which leads to reflecting the town's future plan for the preservation of spring water and developing a study for Isaza fish, a symbolic fish of the town and an invaluable one for ecological study. Making water-quality map in collaboration with citizens and students is extending to other areas such as Oono city of Fukui prefecture and thereby has a potential as a combined method of research, education and stakeholders aiming in Future Earth.

研究分野：環境動態、環境評価

キーワード：水循環 物質循環 安定同位体 水質マップ 環境教育 地下水 協働 フューチャーアース

1. 研究開始当初の背景

地下水は地表水とつながっているが、その管理主体は前者は井戸所有者、後者は国や県などの公的機関にある。この管理主体の公私の分断に伴い、過剰揚水や水質汚染などに対して、柔軟な対応ができないなどの問題が発生してきた。問題に対処するため、昨年度に制定された水循環基本法では、地下水を公水として捉える立場に立っている。しかしながら、地下水流動系や水管理の状況は地域性が強く、問題解決には、様々な利害関係者が地下水の涵養域や地下での流動や流速に関する情報を理解できるように、地表水の流れと同じ様に可視化すること、さらに各地域の湧水・地下水の保全に向けた研究者と地域が協働するネットワーク化が不可欠である。

東日本大地震による甚大な被害を受けた岩手県の大槌町は、良質な地下水に恵まれ、サケ養殖や日本酒や豆腐作りなどの地場産業に利用されてきた。震災後の予備調査から、沿岸の自噴水に塩水化影響が見られた。これは、地下水流速が非常に速いことを示唆し、従来の地下水モデルに大きな修正を求めるものであった。同町の湧水の流動プロセス解明は、同町の震災復興に寄与するだけでなく、他の地下水地域とのネットワーク化を図る上でも有効と考え、多元素安定同位体を用いた研究を開始するに至った。

2. 研究の目的

本研究では、水-堆積物相互作用の観点から、大槌町復興に有益な地下水モデルを提供すると共に、申請者が地下水研究を実施してきた愛媛県西条市や山形県遊佐町などを中心に、日本各地の地下水保全への展開に向け、水質診断の地域ネットワーク化の促進を目的とした。

3. 研究の方法

大槌町沿岸域に分布する自噴水と流域の河川水を支流・本流に分けて採取し、それらについて主要溶存成分や 50 種類の微量元素の濃度、および水素・酸素・ストロンチウムの三種類の安定同位体比の分布を明らかにすること、さらに両水の水質成分の比較を行うこ

とで、地表水と地下水の連環の解明を試みた。すでに同様な方法を実施し成果を得ている西条市や遊佐町との比較を行うと共に、成果の地域還元を通して、新たな湧水保全地域への研究の展開を試みた。

4. 研究成果

大槌町の河川水の水質は地質、地理・地形(沿岸からの距離と標高)によって変化することが明らかになった。支流の河川水のストロンチウムの安定同位体比($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)は、流域の地質と明瞭な対応を示した(図1)。また Sr/Ca 濃度比も同様な地質との対応関係が得られた。これらのことから、河川水に含まれている Sr や Ca は、流域の岩石からもたらされたことが明らかとなった。これに対して他の溶

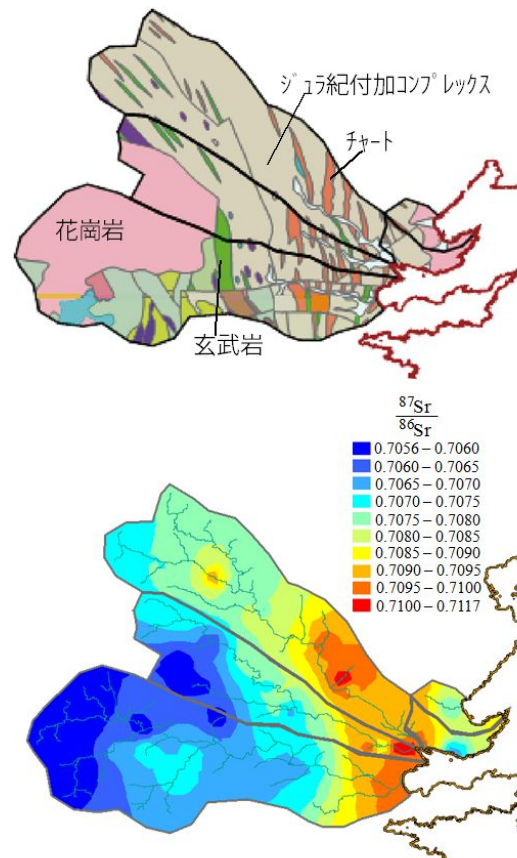


図1. 大槌湾流域地質(上)と支流河川のSr同位体マップ(下)

存成分は地質との対応は不明瞭であった。他地域における堆積物との比較検討結果から、河川水の水質は河川堆積物との吸着・脱着反応が大きな役割を果たしていると考えられた。いっぽう水素と酸素の安定同位体比や塩化物イオン濃度は、沿岸からの距離と標高と非常に良い相関を示した(図2)。いっぽう

本流の水質は、支流の積算値であり、大槌湾に流入する主要河川（大槌川、小鍬川、鷓住居川）は、互いに異なる水質を示した。

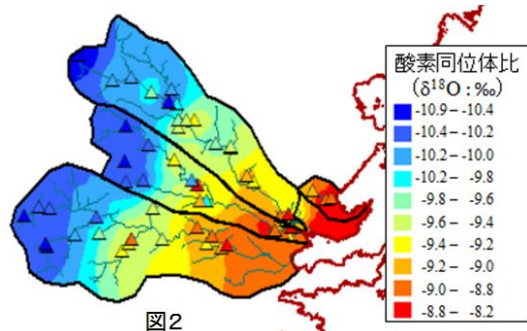


図2

沿岸の自噴地下水は 124 地点で採取し、同様な項目について分析し、河川水と比較・解析した。その結果、Sr 同位体比からは、大槌川、小鍬川、および城山に由来する三種類の地下水を識別できた（図3）。他の溶存成分の多

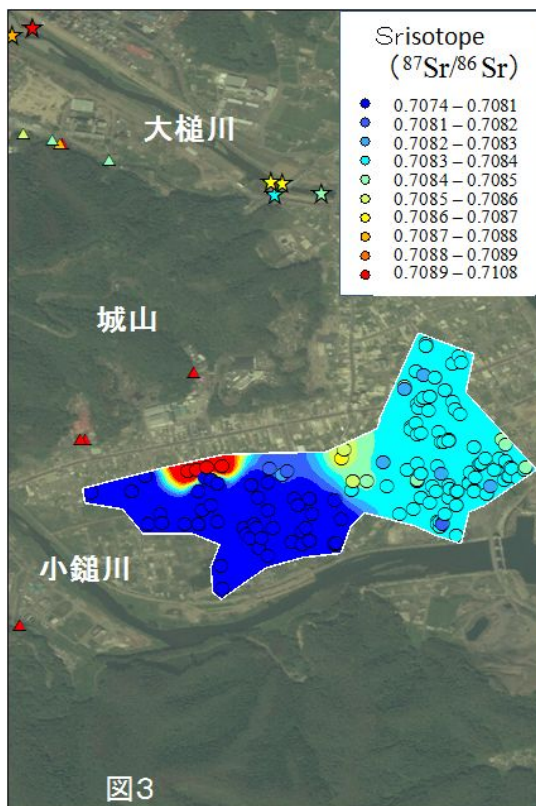


図3

くも同様な傾向が見られた。硝酸イオンの濃度は低く、人為影響は弱い。この結果は、農業肥料による富士山や西条市西部の地下水と大きく異なる。いっぽう塩水の主要成分である塩化物イオン（図4）やナトリウムイオンの濃度には、大槌川由来と小鍬川由来の地下水の中での有意な変化は見られなかった。すなわち両地下水には、流動に伴う堆積物との反応により水質変化するものの、津波によ

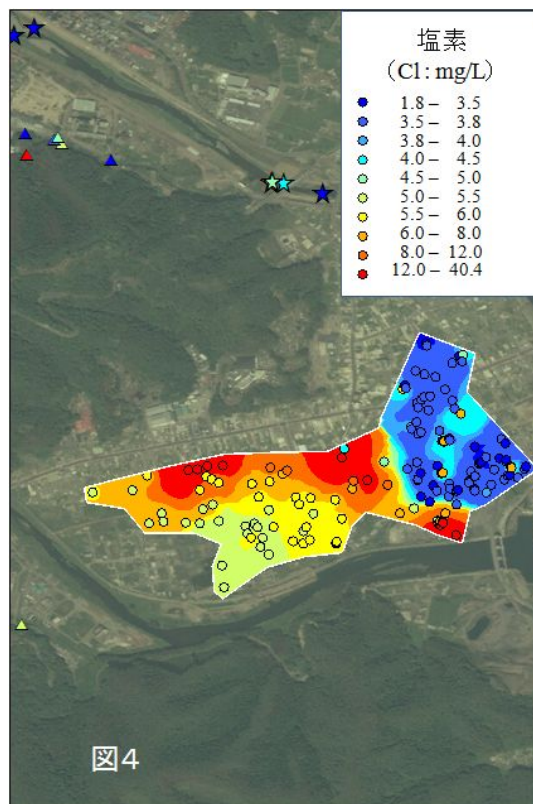


図4

る塩水影響は見られなかった。

これらのことは、本自噴水の採水が津波被害から3年を経過していることから、地下水が2年程度で沿岸域まで達していることを示す。言い換えれば、地下水の流動は比較的速い。同様な成果は、西条市の浅層地下水でも認められており、本地域の自噴地下水が浅層であること、年間数100mといった遅い流速であることが強く示唆された。

この研究成果は、2014年に大槌町で開催した市民シンポジウムで報告した。その結果、沿岸地域の復興計画における湧水保全地域の策定資料となった。学術的にも、町のシンボルであるイトヨと湧水との関係について、安定同位体を用いた研究が始まっている。

この市民シンポジウムには、西条市のほか、2013年に水大賞を受賞した福井県の大野市の市長や職員が参加した。

西条市では、水質マップ作成の後、鍵となる地点において市と連携した水質モニタリングが実施されているが、2014年度からは、水循環基本法が目指す健全な水循環を可能にする、地下水保全条例にむけた検討会も開始されている。

いっぽう大野市においても、大槌町で実施し

た同様な水質マップ研究を、2014年度から研究者と市民が連携し、小学校教育の中で開始している。これは、小学生にボトルと水温計を渡し、その成果を研究者がまとめながら、湧水を介して自然の水循環の仕組みを伝えるという試みである。地域が主体となって、多くの地点でモニタリングが継続する仕組みによって、研究上でも従来と異なる質の高い研究情報を獲得でき、学術的な貢献も期待できる。このように水質マップを基軸にした、湧水保全を目指した新しい地下水研究のネットワーク化が生まれている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2 件)

1: Mahara, H., Ohta, T., Morikawa, N., Nakano, T., Tokumasu, M., Hikutani, S., Igarashi, T., (2014) Effects of terrigenous He components on tritium-helium dating: A case study of shallow groundwater in the Saijo Basin, *Applied Geochemistry*, 50, 142-149
doi.org/10.1016/j.apgeochem.2014.02.013

2: 鹿園直建、荒川貴之、中野孝教 (2014) 富士山南麓の地下水水質、流動と窒素汚染、*地学雑誌*, v. 123、323-342

[学会発表](計 1 件)

1: 2015年5月27日: 地球惑星合同大会環境のトレーサビリティシステム構築に向けた研究者と地域の協働による水質マップ作成: 愛媛県西条市の例: 幕張メッセ

[図書](計 2 件)

1: Nakano, T. (2014) Use of water quality analysis for groundwater traceability, Chapter 4, Groundwater as a key for adaptation to changing climate and society, Taniguchi M. and Hiyama T. eds., *Global Environmental Studies*, Springer, 45-67.

2: 中野孝教 (2015) 水の循環と生物影響診断を基盤にした水ガバナンス手法の確立、人間文化研究機構 連携研究「アジアに

おける自然と文化の重層的関係の歴史的解明」, 415-425..

[産業財産権]

○出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

○取得状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]

ホームページ等: なし

6. 研究組織

(1)研究代表者 中野 孝教

(Nakano Takanori)

総合地球環境学研究所

研究高度化支援センター 教授

研究者番号: 20155782

(2)研究分担者

()

研究者番号:

(3)連携研究者

()

研究者番号: