

令和 2 年 7 月 3 日現在

機関番号：64303

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K01212

研究課題名(和文) 福島県沿岸域から阿武隈山地における地下水の水質形成と地下水流動の解明

研究課題名(英文) Study on the water quality and groundwater flow in coastal area of Fukushima prefecture and Abukuma mountains

研究代表者

藪崎 志穂 (Yabusaki, Shiho)

総合地球環境学研究所・研究基盤国際センター・研究員

研究者番号：60447232

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：福島県北部沿岸域とその周辺地域を対象として2016年11月～2020年2月に調査を行った。地下水や湧水等ではCa-HCO₃型を示す地点が多いが、Na-HCO₃型やCa-SO₄型、Na-Cl型など複数の組成が存在しており、滞留時間の違いや地質、津波による影響等が現れていることを把握した。特に南相馬市南部に位置する湧水や自噴井の水質はNa-HCO₃型で、安定同位体比は相対的に低いため、涵養域の標高は高く、滞留時間が長い水であると考えられる。また南相馬市～飯館村の標高の異なる4地点で採取した降水の同位体比と標高には明瞭な負の相関が認められ、この結果を利用して地下水等の涵養域を推定することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

2011年3月の震災による津波被害によって生じた沿岸域近くの地下水等の塩水化や重金属による汚染、時間経過に伴う水質の変化を把握することは、沿岸域の今後の農業や工業等における水利用を行う際にも重要な情報となり得る。また、現在進められている沿岸域を中心とした土地改良や堤防の建設に伴う地下水の水質や水位、地下水流動等の変化の有無を検討する際に沿岸域での調査結果を活用することができ、将来的な水利用を考える際にも重要なデータを提供することができる。福島県沿岸域の調査は現在も継続しており、こうしたデータを蓄積して将来的な予測に寄与することができるという点が、本研究の学術的および社会的意義であるといえる。

研究成果の概要(英文)：To understand the water quality and groundwater flow in the northern part of Fukushima prefecture, the observation was carried out for several times between November 2016 and February 2020. Water quality of groundwater and spring water indicate mainly Ca-HCO₃ type. However, some sites show the Na-HCO₃, Ca-SO₄, and Na-Cl type. In particular, some of the artesian well and spring water samples which are located at southern part of Minamisoma City indicate Na-HCO₃ type and relatively low isotopic value. So, it is considered that the recharge area of these water is relatively high altitude and residence time is relatively long. Additionally, since there is high negative correlation between 180 or 2H of precipitation and its altitude, the recharge area of groundwater and spring water could be estimated.

研究分野：同位体水文学

キーワード：福島県北部沿岸域 地下水 湧水 津波 水質 安定同位体 滞留時間 地下水流動

1. 研究開始当初の背景

福島県は北海道、岩手県に次ぐ国内で3番目の面積を有しており、東西方向に広く、南北に走る奥羽山脈と阿武隈高地(阿武隈山地)を境にして、東から浜通り、中通り、会津と呼ばれる地域に分かれている。それぞれの地域で気候条件や地質、植生、文化など、異なる特色を有する。最も東側に位置する浜通りは、太平洋に近い沿岸地域から阿武隈高地までの比較的標高が低い地域をさしている。この地域には山麓丘陵や台地が広がり、阿武隈高地を涵養域とする真野川や新田川、高瀬川、夏井川などの複数の河川による開析が進み、河岸段丘や三角州などの形成が顕著である。夏は比較的涼しく、冬でも降雪が少なく、県内でも比較的温暖な気候を呈し、また海産物にも恵まれたこの地域は、古くより漁業を中心に発展してきた。海の恩恵を受けてきた地域であるが、一方で地震に伴う津波の被害を幾度も受けてきた場所でもある。東北地方南部海岸地域の地震災害資料によると(原町市教育委員会文化財課市史編纂室編集, 2005), 歴史的資料が残る延暦18年(799年)から平成6年(1994年)までの約1200年の間に計22回の津波被災を伴う地震被害が記録されている。近年の被害では、まだ記憶に新しい2011年3月11日14時46分、三陸沖を震源としたモーメントマグニチュード9.0の東北地方太平洋沖地震が発生し、福島県南相馬市の小高区、鹿島区、原町区高見町で震度6弱、原町区本町、原町区三島町で震度5強など、広範囲で強い揺れが観測された。また、地震に起因する巨大な津波が発生し、相馬の観測地点で9.3m以上の津波が発生するなど、東北地方から関東地方の太平洋沿岸を中心に非常に高い津波が観測された(気象庁, 2012)。津波は海岸の堤防を越え、あるいは津波の河川遡上により、内陸部まで浸水被害が生じた。福島県内で最も広い面積が浸水した南相馬市のデータによると、同市内で津波の達した距離は、鹿島区では海岸から最大4.25km、原町区と小高区では最大3.25kmであり、津波による被害面積は鹿島区では15.8km²、原町区では14.5km²、小高区では10.5km²で、市面積の約10%におよぶ広範囲で浸水被害が生じた(南相馬市復興企画部危機管理課, 2013)。

福島県双葉郡大熊町に位置する東京電力福島第一原子力発電所では、地震後に発生した津波により基準水面に対し約15m浸水した。津波により施設が損壊して外部電力が絶たれたことにより、炉心融解が生じ、同施設の1号機、3号機、4号機の建屋が相次いで爆発して、多量の放射性物質が環境中に排出され、広範囲にその影響が及んだ(南相馬市復興企画部危機管理課, 2013)。排出された放射性廃棄物の影響は、事故から約8年が経過した現在において相対的に高い放射線濃度を示すなど一部地域で確認されており、放射性物質の除去の難しさを痛感させられる。原発事故による放射性物質の移行や蓄積については、事故後、多数の調査・研究が行われており、たとえば、山崎(2014)は、大規模な海洋汚染は事故から3年以上経過した時点においても継続し、大量の放射性核種が森林生態系に沈着していることを指摘しており、放射性物質の影響は特に森林の樹木に付着した物質による影響が深刻であるとされている。金子・坪山(2012)や金子ほか(2014)では、福島県内の森林に堆積した有機物や土壌、樹木等の調査を行い、放射性Csによる汚染の状況を詳細に示し、除染実証実験による結果を元に効果的な除染方法についても検討している。

福島県内の地下水の水質や同位体について着目した研究として、会津地域南部の地すべり地の地下水中の無機溶存成分の特徴について示した研究(守随, 1984)、福島盆地や県内の有機塩素系溶剤による地下水汚染の調査研究(中馬, 1992, 1996)などが行われている。しかし、福島県沿岸域とその周辺を対象とした地下水や湧水等の水質に関する研究事例は少なく、金井(2002)による相馬市や大熊町などのpHやEC、ウラン、ラジウム、ラドン濃度の調査や、長江・早坂(1993)の阿武隈高地花崗岩帯中の地下水の水質調査、福島県東部地域の湧水の水質特性の報告(島野・藪崎, 2010)、福島県西部・会津地域の湧水の水質特性の調査(島野・藪崎, 2014)、福島県北部沿岸域に分布する湧水や地下水の水質、同位体の特徴(藪崎・島野, 2015a)など数が限られている。また、沿岸域の地下水流動については、南相馬市原町区(旧原町市)の市街地を対象とした調査が実施され、同地域の不圧地下水と被圧地下水の流動状況について示されている(東北農政局計画部, 1979; 中馬・長江, 1991)。しかしながら、この研究は地盤沈下が生じていた1970年代から1980年前後の調査事例であるため、地盤沈下が沈静化し、地下水位が上昇して地下水利用形態などが変化した現在においては、当時の地下水流動とは状況が異なる可能性が高いと考えられる。

2. 研究の目的

福島県沿岸域では一部地域の概況調査は実施されているが、地下水や湧水、河川水等を含めた詳細な調査の事例は少なく、涵養域から流出域までを対象とした地下水流動や、水の滞留時間については不明な点が多く残されている。現在県内各地で護岸堤の建設や、沿岸域のかさ上げや農地の整備などの大規模な復旧事業が行われているが、これら事業を実施することにより、周辺の地下水等の水質変化や地下水流動の変化が生じる可能性が危惧される。

将来にむけて持続可能な地下水利用を行うためにも、現在の地下水や湧水などの水質特性の把握、ならびに地下水流動を明らかにすることが必要である。また、地下水の水質や地下水流動のデータが少ない地域であるため、データ蓄積の点でも重要である。そこで、本研究は福島県北

部沿岸域とその涵養域を対象として、流域の水質特性、涵養域や滞留時間を把握し、広域の地下水流動系を明らかにすることを目標として調査を実施した。

3. 研究の方法

本研究では福島県北部沿岸域に分布する地下水や湧水等の水質特性の把握と、これらの涵養域について推定するために、広域を対象とした調査を2014年から行っており、水質等の長期変化を把握するために、2020年3月現在においても観測を継続している。本科研の調査としては、2016年11月～2020年2月までに、地下水（自噴井含む）、湧水、河川水を対象として、計111地点で調査を行っている。また、同位体の高度効果の特徴を利用し流域の地下水や湧水等の涵養域を把握するための補足的なデータとして、2014年4月から2015年3月までの1年間、南相馬市の沿岸付近から阿武隈高地（飯館村との境界付近）における4地点で降水採取をおこなった。各地点の標高は、FP-1は10m、FP-2は50m、FP-3は220m、FP-4は515mで、蒸発防止構造を有した装置を各地点に設置し、ほぼ2か月ごとに試料を採取した。回収時には採取量を計測して降水量を求め、参考までにECとpHも測定した。全ての降水試料について、酸素と水素の安定同位体比を分析した。

現地調査では、ECとpH（HORIBA、D-74）、水温（ebro、TFX430）、ORP（YOKOGAWA、パーソナルpH/ORPメータPH72）を測定した。水位観測が可能な井戸では水位計（ヤマヨ測定機、ミリオン水位計WL50M）を用いて水位を計測し、湧水については湧水量も併せて測定した。採水は無機溶存成分、微量元素、安定同位体の各種分析に応じて採取し、ICP-MS分析用では水試料に濃硝酸を1%濃度となるように少量添加した。これら試料は0.22 μ mのシリジフィルターでろ過し、それぞれ冷蔵保存した。また、滞留時間推定用の試料として、 ^3H 分析用、CFCs・ SF_6 分析用試料も、可能な地点で採取した。なお、採取した ^3H の一部データは藪崎ほか（2015b）で公表している。

水質分析では、無機溶存成分はイオンクロマトグラフィー（ICS-3000、Dionex）、微量元素（51元素）はICP-MS（7500cx、Agilent Technologies）、Siはモリブデン黄法+分光光度計（PD-303、APEL）、 HCO_3^- はpH4.8アルカリ度滴定法による定量、酸素・水素安定同位体比はWS-CRDS（Wavelength scanned-cavity ring down spectroscopy; L2130-i、Picarro）にてそれぞれ分析を行った。なお、ICP-MS法による微量元素分析は、2016年から採取した試料について測定を実施している。滞留時間の推定のため、一部試料について、 ^3H （トリチウム）、CFCs（クロロフルオロカーボン類）、 SF_6 （六フッ化硫黄）の分析についても実施した。

4. 研究成果

4.1 EC、pH、水温、ORPの特徴

ECは40mS/m以下の地点が殆どであるが、一部地点で160mS/mの高い値を示している。この地点は沿岸域の露頭近くに掘削された井戸で、水が赤褐色に染まり、ORPが低く嫌気的な条件下の水であると考えられる。また採水時に鉄の臭いが強くしたため、鉄の濃度も高いと予想される。内陸部の湧水や地下水ではECは低い地点が多く、比較的滞留時間の短い水が多いと考えられる。沿岸域周辺では比較的ECは高く、滞留時間の長い水が多いと予想される。また、津波の浸水被害を受けた地点でECが高い地点も認められるが、海水と比べると低く、海水そのものが混入している訳ではないことが把握できる。一方で、海水浸水の被害を受けた地点でもECは低い値を示す地点もあり、こうした地点では調査時点で既に海水の影響が及んでいないことも把握できた。pHは大部分が6～9の範囲にあり、多くは7～8に集中しているため、中性から弱アルカリ性を示す地点が多い。水温は一部で40 $^{\circ}$ Cを越える地点があるが、これは温泉水である。その他は5～30 $^{\circ}$ Cの範囲に入っており、河川水や浅い井戸水などでは気温の影響を受けて変化していると思われる。ORPは多くが0mV以上であるが、負の値を示す地点も存在しており、特に-200mV以下の地点では自噴井で多く、赤褐色に染まった水でこうした特徴が示されている。

調査地点の水質組成をみると（図1）、Iのアルカリ土類炭酸塩型（主にCa- HCO_3 型）とIIIのアルカリ土類非炭酸塩型（主にCa- SO_4 型）が卓越している。河川水は全てI（Ca- HCO_3 型）で、自噴井はI（Ca- HCO_3 型）とII（Na- HCO_3 型）、地下水と湧水ではI（Ca- HCO_3 型）とIII（Ca- SO_4 型）や、温泉はII（Na- HCO_3 型）とIV（Na-Cl型）に属しており、種別ごとの特徴の違いが表れている。自噴井は滞留性の特徴を示すII型にも幾つかの地点が属していることから、比較的滞留時間の長い水があることがこの結果から把握できた。またCa- SO_4 型を示す地点では鉄やマンガが多く含まれる地点が多く、地質の影響を強く受けて水質が形成されていると考えられる。一方、地下水や湧水の一部地点ではIIIのNa-Cl型を示す地点が認められ、これらは沿岸域の津波による被害を受けた地域に分布しているため、津波の影響が水質に表れている可能性を示唆している。しかしながら、ECの値はそれほど高くないため、海水自体が残存している訳ではなく、土壌中に吸着された海塩などの成分が降水イベントの発生などに伴い地下水や湧水に溶出していると考えられる。自噴井は比較的同様の水質組成を示していることから、涵養域や地下水流動は同様である可能性が高い。また、自噴井では井戸深度が深い地点が多く、湧水量も豊富で

あることから、水質には海水浸水の影響が殆どあらわれていないことを把握できた。一方、地下水や湧水は多様な水質組成を示し、比較的近接した地点においても異なる水質の特徴を有する場合もあることから、複数の帯水層や地下水流動の存在が想定される。

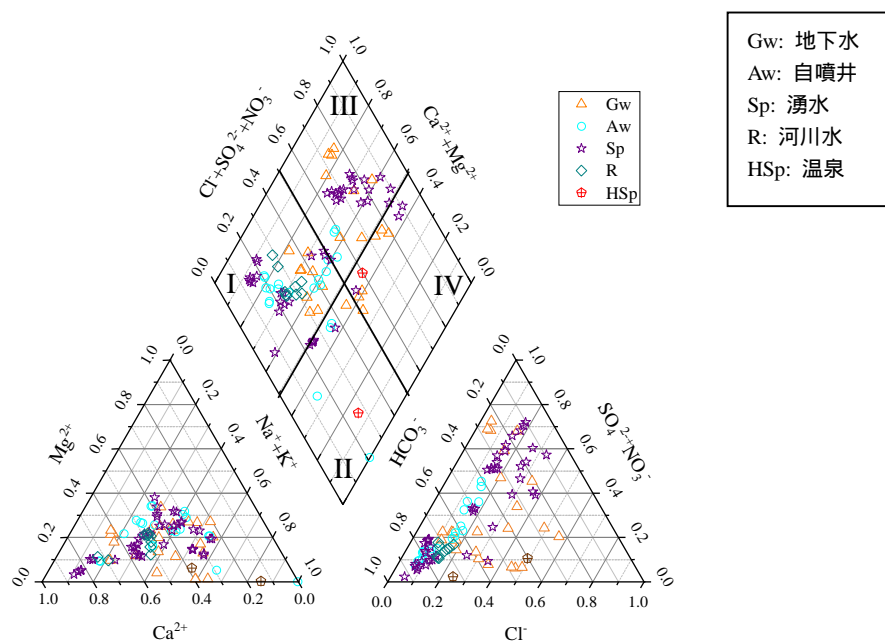


図1 トリリニアダイアグラム（種別別に表示）

4.2 微量元素の特徴

微量元素のうち、B, Al, Mn, Fe, Zn, Baの6元素は比較的濃度が高い地点が多く認められた。このうち、Al, Mn, Fe, Znは主に地質の鉱物が起源となっており、沿岸域近くの地質にこうした元素を多く含む地質があるため、濃度が高くなっていると思われる。特に、MnとFeには正の相関が認められ、両元素の濃度が高い地点はCa-SO₄型を示す地点が多いことも特徴の一つである。また、Fe濃度が10,000 µg/Lを超える地点には、湧出口に黄褐色の沈殿物が生成されており、酸化鉄などの沈着が生じていると思われる。聞き取りによるとある特定の地域の地下水（主に浅井戸）では昔からこうした鉄分の多い地下水が出ているとのことで、局所的に地質の影響を受けて水質が形成されていると考えられる。

4.3 酸素・水素安定同位体比の特徴

酸素安定同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) は -9.5 ~ -6‰、水素安定同位体比 ($\delta^2\text{H}$) は -65 ~ -40‰の範囲を示しており、回帰線は $\delta^2\text{H} = 6.57 \times \delta^{18}\text{O} + 0.79$ ($r^2 = 0.935$) で、ほぼ回帰線に沿うよう分布している。2か所、回帰線から離れた位置にプロットされている地点があるが、これはいずれも温泉水であり、地下水や湧水などの天水起源の水とは起源が異なっている可能性がある。また、Craig (1961) によって示された世界的な平均値としての天水線 ($\delta^2\text{H} = 8 \times \delta^{18}\text{O} + 10$) と比較すると、回帰線の傾きが緩やかであることから、本研究地では蒸発の影響を受けた地点が含まれていることが考えられる。

降水や河川水などの酸素と水素の同位体比は一般的に標高と負の相関を持つことが知られている。これは高度効果と呼ばれており、例えば、標高が高くなるにつれて、同位体比は低くなる。この関係を利用して地下水や湧水の涵養標高を求めることが可能となる。本研究地で採取した降水同位体比の年加重平均値を用いて標高との関係を求めたところ、高度効果は $\delta^{18}\text{O}$ で -0.24‰/100 m、 $\delta^2\text{H}$ は -2.0‰/100 m となった（図2）。河川水の同位体比と標高の関係は河川によって異なるが、平均すると ^{18}O で -0.20‰/100 m、 ^2H で -2.0‰/100 m で、降水の高度効果と概ね一致している。上記の高度効果の値と調査地点の安定同位体比を用いて計算したところ、涵養標高は0~800 mの範囲にあることが示された（図3、図4）。 $\delta^{18}\text{O}$ 、 $\delta^2\text{H}$ 共に負の値を示す地点があるが、これらの地点では同位体比が蒸発の影響などを受けて高くなっており、計算上負の値となっていると考えられる。これらの地点は沿岸域の浅い地下水および湧水が多いため、涵養域も沿岸近くの比較的標高の低い地点であると予想される。涵養標高の推定値が300 m以上の地点は阿武隈高地で涵養され比較的長い滞留時間を有する水であることを示唆している。この結果より、福島県北部沿岸域の地下水や湧水は、標高の高い阿武隈高地周辺で涵養されたものと、沿岸に近い台地周辺で涵養されたものが混在していることを把握することができた。

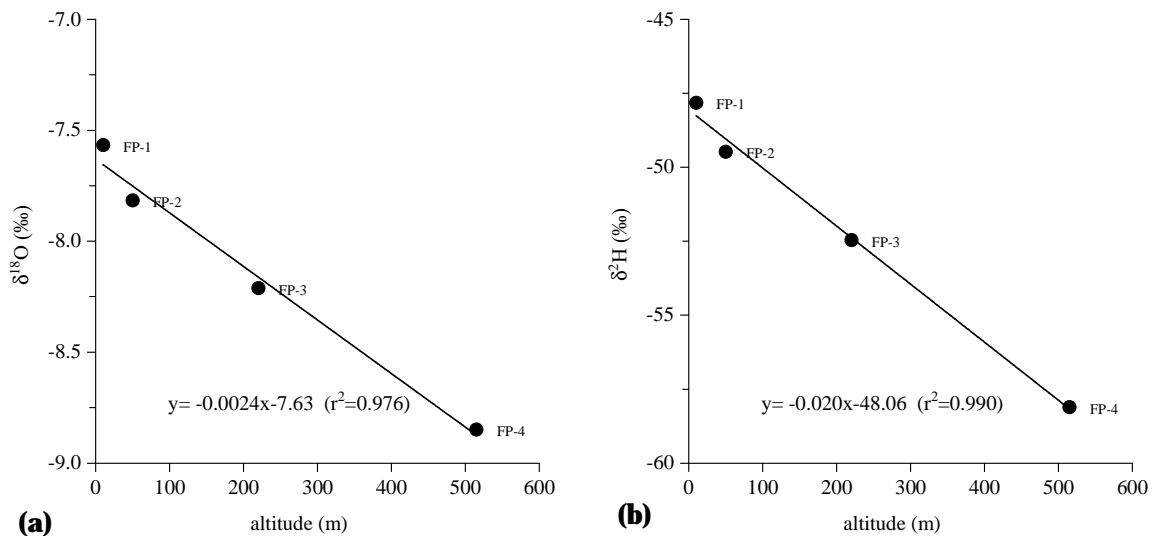


図2 降水の年加重平均値と標高の関係 (a $\delta^{18}\text{O}$, b $\delta^2\text{H}$)

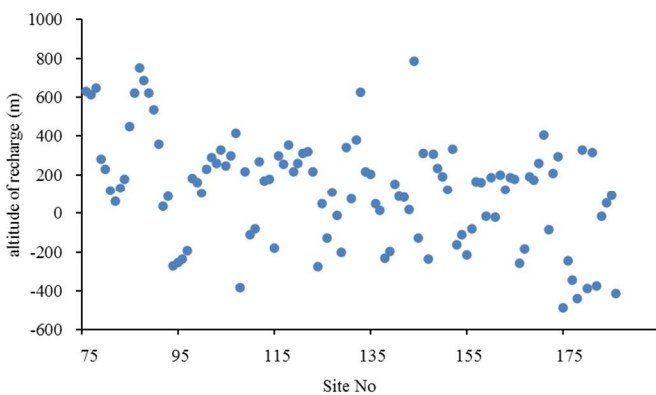


図3 ^{18}O を用いた涵養域の推定値

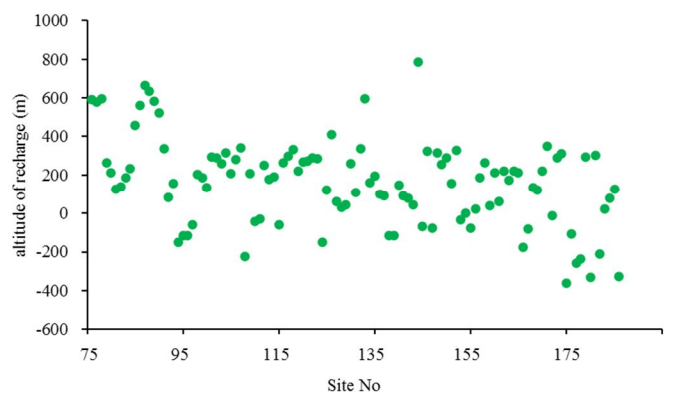


図4 ^2H を用いた涵養域の推定値

4.4 滞留時間の特徴

CFCs, SF_6 及び ^3H を用いた滞留時間の推定値について、現在学会誌に投稿中であるため、概要のみ記載する。本研究地において、地下水(自噴井を含む)および湧水滞留時間は10年以下、10~30年、30~60年、60年以上に大別することができた。特に沿岸付近の自噴井では60年以上の相対的に長い滞留時間を持つ地点が複数認められており、水質組成や安定同位体比も併せて検討すると、これらは阿武隈高地で涵養されたと考えられる。一方、比較的浅い地下水や湧水では10年未満を示す地点が多く、沿岸付近の台地周辺で涵養された水であることが想定される。こうした結果は水質や安定同位体比とも整合している。

5. 今後の課題

本調査の結果、福島県北部沿岸域から内陸部の地下水(自噴井含む)や湧水、河川水、温泉の水質の特徴を把握し、これらの涵養域(涵養標高)について推定することができた。

また、令和2年(2020年)5月時点でも福島県沿岸域の調査は継続しており、今後の課題として、以下のことを検討している。

- ・ 津波浸水地点の観測を継続(水質変化の長期データの蓄積)
- ・ 沿岸域の復興事業に伴う堤防や土地改良に伴う地下水の水質変化や流動への影響把握
- ・ 沿岸域の工事のため、内陸部の土砂採取が地下水の水質や流動に影響しないかを把握するための継続調査の実施
- ・ 研究対象域を福島県南部沿岸地域にも広げて調査を実施する
- ・ 地下水流動の予測: モデル, シミュレーションを用いた予測を行う

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 藪崎志穂	4. 巻 61
2. 論文標題 津波被害を受けた湧水の時間経過に伴う水質変化 - 南相馬市沿岸部に位置する湧水の観測例 -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地下水学会誌	6. 最初と最後の頁 65-73
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.5917/jagh.61.65	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 藪崎志穂・稲葉 修・仲川邦広・黒沢高秀	4. 巻 30(1)
2. 論文標題 福島県南相馬市原町区および小高区の湧水と自噴井の水質・同位体の特徴について	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 福島大学地域創造	6. 最初と最後の頁 125-136
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 藪崎志穂・島野安雄・鈴木裕一	4. 巻 46(2)
2. 論文標題 関東地方，福島市，松本市並びに京都市で採取した降水安定同位体比の長期変動の特徴 気候変動に伴う同位体比の変化と今後の予測	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 日本水文科学会誌	6. 最初と最後の頁 139-155
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） http://doi.org/10.4145/jahs.46.139	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 藪崎志穂	4. 巻 58(4)
2. 論文標題 新潟県下越地域の名水	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 地下水学会誌	6. 最初と最後の頁 443-459
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） http://doi.org/10.5917/jagh.58.443	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 藪崎志穂	4. 巻 27 (2)
2. 論文標題 福島県の湧水，地下水の酸素・水素安定同位体分布特性	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 福島大学地域創造	6. 最初と最後の頁 31-41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計11件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 Shiho Yabusaki, Kazuyoshi Asai
2. 発表標題 Relationship between residence time, water quality, and stable isotopes of spring water and groundwater in coastal area of Fukushima prefecture
3. 学会等名 JpGU meeting 2019, HTT18-P02
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藪崎志穂・浅井和由
2. 発表標題 福島県南相馬市周辺の湧水，地下水，自噴井の滞留時間の推定
3. 学会等名 地球惑星科学連合2018年合同大会，HCG26-P07
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藪崎志穂・浅井和由
2. 発表標題 福島県北部沿岸域の地下水・湧水の滞留時間の推定
3. 学会等名 日本水文科学会2018年度学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藪崎志穂・浅井和由
2. 発表標題 福島県北部沿岸域の地下水，湧水の滞留時間と水質の関係について
3. 学会等名 第8回同位体環境学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藪崎志穂・稲葉 修・仲川邦広
2. 発表標題 福島県南相馬市周辺の湧水，地下水，自噴井の水質・安定同位体の特徴と津波浸水後の水質変化について
3. 学会等名 地球惑星科学連合2017年合同大会（HCG31-P01）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藪崎志穂
2. 発表標題 福島県北部沿岸域の津波被害を受けた地点の地下水水質変化
3. 学会等名 地下水学会セミナー「津波に伴う地下水影響とその後の回復」（日本大学文理学部）（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藪崎志穂・川越清樹・鈴木絢美・菅家奈未・佐藤 公
2. 発表標題 福島市，いわき市および裏磐梯地域の降水同位体比の特徴と周辺地下水との関係について．
3. 学会等名 第7回同位体環境学シンポジウム講演要旨集，33．
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藪崎志穂
2. 発表標題 福島県および新潟県の地下水・湧水の酸素・水素安定同位体比とd-excess値の分布特性
3. 学会等名 地球惑星科学連合2016年合同大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 藪崎志穂
2. 発表標題 福島県北部沿岸域の地下水の水質・同位体比を用いた地下水流動に関する考察 - 結果と今後の課題 -
3. 学会等名 水文・水資源学会 2016年度研究発表会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 藪崎志穂・川越清樹・鈴木絢美・佐藤 公
2. 発表標題 福島市および北塩原村で採取した2016年降水同位体比の特徴と周辺湧水との比較
3. 学会等名 第6回同位体環境学シンポジウム
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 藪崎志穂・稲葉 修・仲川邦広
2. 発表標題 福島県南相馬市周辺の湧水，地下水，自噴井の水質・安定同位体の特徴と津波浸水後の水質変化について
3. 学会等名 地球惑星科学連合2017年合同大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----