

東北地方太平洋沖地震後の宮城県内井戸の水質状況調査により判明した井戸水汚染について

The well of Miyagi prefecture after the Pacific coast of Tohoku earthquake
On well water pollution found by water quality survey

加川 綾乃*¹ 赤崎 千香子 藤原 成明*² 松本 啓
Ayano KAGAWA, Chikako AKASAKI, Shigeaki FUZIWARA, Satoshi MATSUMOTO

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震による宮城県内の井戸水質への影響を把握するため、平成 28 年度に沿岸部の井戸 3 件の水質状況調査を実施し報告している¹⁾。それに加えて、平成 29 年度から平成 30 年度にかけて、沿岸部のほか内陸部を含む県内全域の井戸 111 件の水質状況調査を実施したところ、聞き取りを中心とした予備調査の結果、地震直後に濁り等の変化が見受けられた井戸は 10 件あることがわかった。また、水質分析を行った結果、2 件の井戸でそれぞれひ素とふっ素、ほう素の環境基準値を超過していることが判明した。今回の調査では、全般的に地震前後での井戸水質の変化は顕著ではなかったものの、一部の井戸で自然由来と思われる水質の変化が認められた。また、一部の井戸で地震直後に井戸の濁り等の現象が捉えられていたことから、それらの井戸水質について、地震直後に変化が起きていたことが想定された。

キーワード：東北地方太平洋沖地震；井戸水；環境基準

Key words : The Pacific coast of Tohoku Earthquake ; well water ; environmental criteria

1 はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震(以下「地震」という。)によって大規模な地殻変動が生じ、県内沿岸部では多くの地域で津波による被害を受け、県内各地の地下水質へ相当の影響を及ぼしたものと考えられる。これを受け、県内の井戸水質への影響を把握するため、当部では平成 28 年度に地震発生前に沿岸部で実施した地下水質概況調査地点 3 件について再度水質調査し、過去の結果との比較を行い報告している¹⁾。それに加え、平成 29 年度から 30 年度にかけては、沿岸部のほか内陸部を含む県内全域の井戸 111 件について水質調査を実施した。平成 28 年度に調査した 3 件と、今回調査した 111 件を併せた計 114 件(図 1)の調査結果を基に地震前後で比較し、県内の井戸水質に対する地震の影響を検討したので報告する。

2 調査概要

地震発生前 10 年間の平成 13 年度から平成 22 年度に、本県では井戸 114 件を対象として地下水質概況調査を実施している。今回、地震前後の井戸水質状況を比較するため、当該井戸を対象とし、地震後の水質状況調査として予備調査と水質分析調査を実施した。調査期間は、平成 28 年 9 月から平成 30 年 9 月までの 2 年間である。

*1 現 環境政策課

*2 現 北部保健福祉事務所栗原地域事務所

2.1 予備調査

井戸 114 件を対象に、各保健所の協力の下、各井戸について採水の可否を確認した。その中で採水・調査可能な井戸 60 件を対象に地震前後での井戸の状況変化等(津波被害の有無を含む)について井戸所有者から聞き取りを行った。また、pH と電気伝導度の測定を実施し、過去の分析値と比較した。



図 1 調査対象井戸

2.2 水質分析調査

予備調査の結果、井戸所有者から「地震前後での状況変化が見られた」と証言のあった井戸、地震前と比較して pH と電気伝導度で変動があった井戸の計 33 件を対象とし、環境省告示第 10 号等の公定法に準拠した水質分析を実施した。分析項目は、pH、環境基準項目(クロロエチレンを除く 27 項目)、塩化物イオン及び電気伝導度の計 30 項目とした。



図2 調査の流れ

3 調査結果

3.1 予備調査

井戸 114 件のうち採水可能な井戸は 60 件、採水不可の井戸は 54 件であった。採水不可の理由としては、津波による井戸の流出やポンプの故障、井戸所有者との連絡がつかない、井戸所有者の協力が得られない等が挙げられた。

井戸 114 件のうち、津波被害を受けた井戸は 15 件であり（図 3）、そのうち採水可能であった 4 件（井戸 1～4）について、電気伝導度を測定した結果、浅井戸 1 件については 70.3mS/m から 7.79mS/m と地震前と比較して約 10 分の 1 に減少しており、残り 3 件については顕著な変化はみられなかった（表 1）。

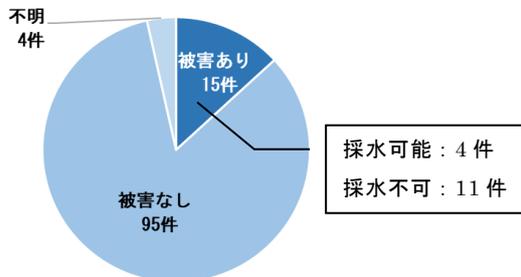


図3 津波被害の状況

表1 津波被害あり 4 件の電気伝導度 (mS/m)

	深浅	地震前	地震後
井戸1	浅井戸	70.3	7.79
井戸2		36.7	35.6
井戸3	不明	40.5	43.6
井戸4		22.9	23.3

採水可能であった井戸 60 件について井戸所有者から聞き取りを行った結果、地震前後で井戸の状況に変化があったとの証言が得られた井戸は浅井戸 5 件、深井戸 3 件、深度不明 2 件の計 10 件（井戸 5～14）であった。主な変化の内容として、濁りの増加や水量の減少等が多く挙げられた（表 2）。

	深浅	井戸状況変化の内容
井戸5		一時的に濁りが増えた
井戸6		濁りが増え、水量が減った
井戸7	浅井戸	震災後3～4ヶ月濁りあり
井戸8		震災直後に濁れ、その後濁った
井戸9		震災後に濁りあり
井戸10		震災直後に濁りあり
井戸11	深井戸	震災直後に濁りが増え、水量が減った
井戸12		地震後、一時的に（1ヶ月程度）砂が上がってきた
井戸13	不明	濁りが増えた
井戸14		震災後に濁りあり

表2 地震前後での井戸状況変化

採水可能な井戸 60 件について pH と電気伝導度の測定を行ったところ、pH で±0.5 以上の変動があった井戸は 5 件、電気伝導度で±30%以上の変動があった井戸は 13 件であった。pH は最大で+0.97、電気伝導度は最大で-80%の変動が確認された。

3.2 水質分析調査

水質分析調査を行った 33 件の井戸のうち、ひ素 1 件（井戸 A）、ふっ素及びほう素各 1 件（井戸 B）で地震前後での変動が確認された。

井戸 A のひ素では、地震前に 0.016 mg/L と環境基準を超過しており、その後 3 年間継続して監視調査していた実績がある。監視調査では最終的に 0.001 mg/L まで低下したものの、今回は 0.011 mg/L と再び上昇し、環境基準を超過した（図 4）。

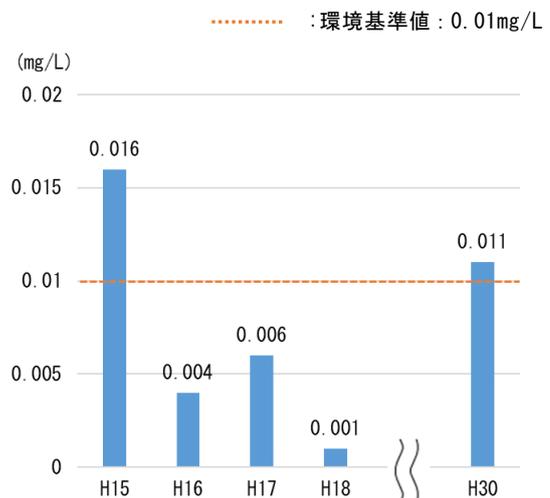


図4 井戸 A におけるひ素の推移

井戸 B では地震前後でふっ素が 0.64 mg/L から 1.9 mg/L と約 3 倍、ほう素が 0.28 mg/L から 3.8 mg/L と約 14 倍高くなり、電気伝導度が 42.0 mS/m から 259 mS/m と約 6 倍高くなった（図 5、6）。電気伝導度については、水質分析調査を行った他 32 件の井戸と比較しても顕著に高いことが確認できた（図 7）。

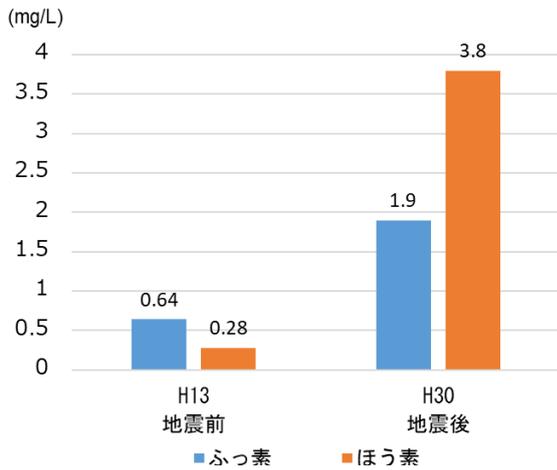


図5 井戸Bにおけるふっ素とほう素の推移

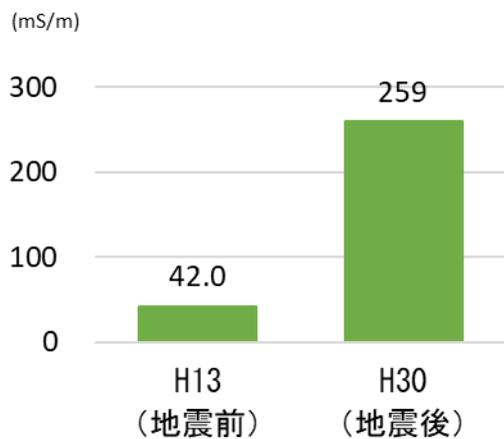


図6 井戸Bにおける電気伝導度の推移

その他、水質分析調査の結果、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素については、地震後に上昇したものは8件、地震後に減少したものは19件、地震前後で変わらず定量下限値未満であったものは6件であった。

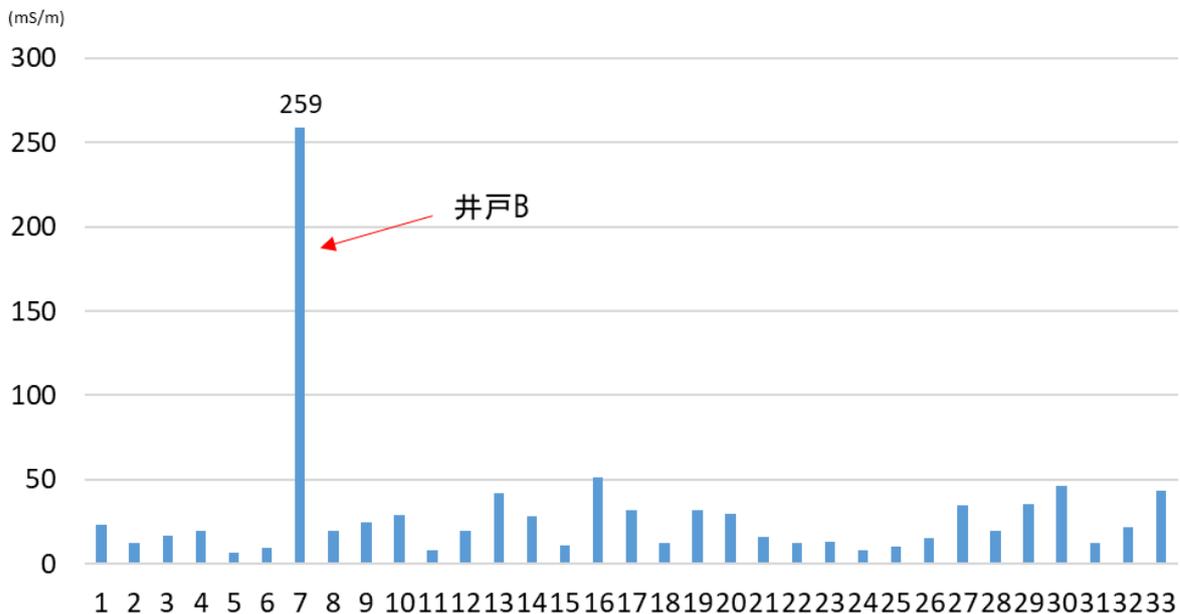


図7 地震後の井戸33件の電気伝導度比較

4 考察

井戸114件のうち、54件では採水調査を行うことができなかったが、うち津波被害のあった沿岸部では井戸の流出や井戸所有者との連絡がつかない等の理由により調査を行うことができなかった。地震発生から5~7年が経過していることから、沿岸部の整備や高台移転が進んでいる。より多くの井戸で調査を行うためには、早い段階での調査着手が必要であったと考えられる。

地震直後には、津波被害を受けた沿岸部の地下水で電気伝導度や塩化物イオン濃度が高値を示したとの報告²⁾があり、今回調査を実施した津波被害あり4件の井戸についても電気伝導度の上昇を予想したが、4件中1件については地震後に10分の1程度まで減少し、残り3件では大幅な変化はみられなかった。

聞き取りの結果、地震直後に変化があったとの証言が得られた井戸は9件と少なかった。

水質分析調査を実施した33件については、一部の井戸で電気伝導度等の変化が見られたものの、その他の井戸では各項目で環境基準値を超過する等の顕著な変化は認められなかった。

井戸Aでは、地震後に再び環境基準値を上回る結果となったが、井戸Aの周辺地域におけるひ素の土壌中バックグラウンドが高いことが知られている³⁾。

また、内陸部の井戸Bにおいてふっ素とほう素が高値を示したが、地下水においてこれらの値が環境基準値を超過することは数少ない⁴⁾。ふっ素は自然界に広く分布し⁵⁾、また、ほう素による地下水の汚染源として火山地帯の地下水や温泉水等が挙げられている⁶⁾。今回の水質分析結果を踏まえ、井戸B管轄保健所の協力の下、井戸Bの半径5km以内にある温泉水(2源泉)のメタホウ酸とメタホウ酸イオンの濃度をほう素濃度に換算し確認した。井戸Bから直線距離で約2kmほど北に位置するC温泉のほう素濃度はおよそ31mg/L、井戸Bから直

線距離で約 3.5 km ほど北に位置する D 温泉のほう素濃度はおよそ 4.5 mg/L であり，どちらも環境基準を上回ることが判明した。このように井戸 B 周辺の温泉水からも環境基準を超えるほう素濃度が確認されているため，自然由来の原因により井戸水に何らかの影響を及ぼした可能性が示唆される。

今回の調査では，全般的に地震前後での井戸水質の変化は顕著ではなかったものの，一部の井戸水で自然由来と思われる水質の変化が認められた。また，一部の井戸で地震直後に井戸の濁り等の現象が捉えられていたことから，それらの井戸の水質について地震直後に変化が起きていたことが想定された。

参考文献

- 1) 加川綾乃，郷右近順子，佐藤重人；宮城県保健環境センター年報，**34**，79-80(2017)
- 2) 中川啓，和田直之，開発一郎，徳永朋祥，近藤昭彦，小野寺真一，林武司，手計太一，嶋田純，勝見武，村田正敏；地下水学会誌，**55**(1)，21-28(2013)
- 3) 土屋範芳，小川泰正，山田亮一，布原啓史；宮城県土壌自然由来重金属等バックグラウンドマップ(2009)
- 4) 環境省；平成 29 年度地下水質測定結果(2018)
- 5) 田瀬則雄；地下水学会誌，**45** (4)，463-468(2003)
- 6) 恵藤良弘，朝田裕之；用水と廃水，**41**(10)，53-5(1999)