

7-3 2004年新潟県中越地震震源域周辺における地下水温・水質異常と地下地質構造の関係について

Anomalies of Groundwater Temperature and Chemistry in relation to geological structures around the aftershock area of the 2004 Mid-Niigata Prefecture Earthquake

新潟大学・産業技術総合研究所

1. はじめに

越後（新潟）平野は、日本では数少ない石油・天然ガス産出地であり、それに関連して多数のボーリング調査等が行われてきた。その結果、深さ 1.5km 程度以深から、静水圧から静岩圧側にずれた（石油生成に関係すると考えられる）高压熱水の存在が明らかになっている（第 1 図）。このような高压熱水は、一般に塩分濃度が高く、したがって、電気伝導度も高い（比抵抗が低い）と考えられる。2004 年新潟県中越地震（以下、中越地震）の震源域周辺では、低比抵抗帯¹⁾・低地震波速度帯²⁾や深さ 5km 以浅の低周波地震の存在³⁾が知られ、いずれも地下水やその流動の影響を強く示唆するものである。したがって、これらの現象を解明し中越地震の全体像を明らかにするために、上述の高压熱水の中越地震に伴う挙動を明らかにする必要がある。

中越地震の本震・余震域周辺は、豪雪地帯として知られており、多数の消雪井戸（主に深さ 50-70m）を有している。元新潟大学積雪地域災害研究センター教授の故大木靖衛を中心とするグループ⁴⁾は、今回の地震が発生する以前（1993 年から 1998 年）に、新潟県内の越後平野、六日町盆地等の広い範囲で、消雪井戸地下水の水温・電気伝導度・水質を測定し、通常 11-13℃であるべき地下水温度が 14 度以上になっている「高温異常帯」の複数の存在を明らかにしていた（第 2, 3 図）。彼らは、地震を起こしうる活断層に沿って深部の高压熱水が上昇してくるために、これらの地下水温異常が生まれたとしている。我々は、彼らによって示された中越地震前の地下水温・水質分布や高温異常帯が中越地震に伴ってどのように変化したかを明らかにするため、消雪井戸等の地下水の調査を開始した。これによって、高压熱水の中越地震に伴う挙動についての情報がえられることに加え、（熱水の通り道となる）伏在活断層を推定できるかもしれない。

中越地震の本震・余震域周辺地域における 2004 年 12 月～2005 年 3 月の調査の結果、かつての複数の高温異常帯において、中越地震に伴う温度上昇が認められた（第 4 図）。また、水温異常とともに、多くの場所で水質異常が現れている（第 5, 6 図）。これまで活断層が報告されていない地域においても、複数の地下水の高温異常域や水質異常域が発見された。

2. 結果と考察（第 4-6 図）

下記では便宜上、14℃を境に温度の高低を、40mS/m を境に電気伝導度の高低を、20 ppm を境に塩素イオン濃度の高低を定めている。

温度異常に関しては、全体として、長岡～小千谷の地域の東側（悠久山断層およびその南西への延長部）で地震前（1998 年以前）に比べての高温域の拡大、余震域である東山丘陵東縁（魚沼市旧守門村～旧広神村周辺）の新発田～小出構造線や六日町盆地西縁断層の北方延長のところでは、局所的な高温化が認められる。他方、長岡～小千谷の地域の西側（鳥越断層～片貝断層部分）では地下水温の上昇が認められず電気伝導度・塩素イオン濃度ともに低い。高温化が進んだところでは、塩分濃度や電気伝導度も一般に高い。

長岡～小千谷地域の 6000 m 級の基礎試錐（ボーリング）「三島」・「東山」・「小国」^{5,6,7)}の地質検討会報告資料に示されている地下の断層を、地下水温の分布とともに第 7 図に示した。この図から悠久山断層が南西方に連続することが推定できる。なお、基礎試錐の報告資料の地下地質断面図には、悠久山断層の地下延長と考えられる断層が二種類示されている。ひとつは東傾斜の逆断層で、

いまひとつは高角正断層である。これらの地下延長部についての検討も今後行う予定である。

3. まとめ

中越地震に伴って、地下深部の高压熱水が下記の断層に沿って上昇したと考えられる。

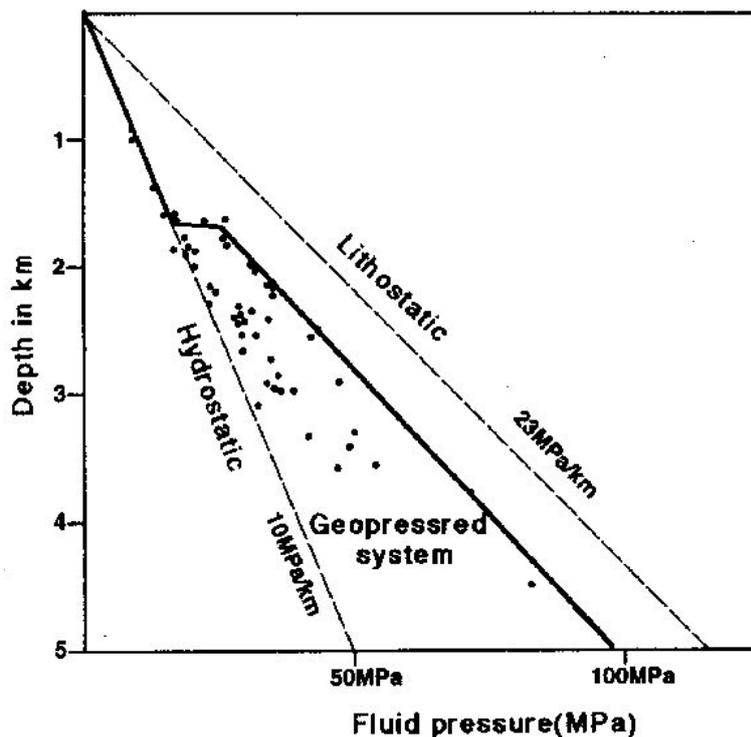
- (1) 悠久山断層とその南西延長として推定される伏在断層
- (2) 魚沼市旧守門村～旧広神村周辺の新発田－小出構造線と六日町盆地西縁断層の北方延長として推定される伏在断層

今後、これらの異常域がどのように変化するか、追跡調査を行う必要がある。

(豊島剛志・渡部直喜・小林健太・佐藤早苗・氏原英俊・小泉尚嗣)。

参考文献

- 1) Uyeshima et al. , 2005, Earth Planets Space, 57, 441-446.
- 2) Okada et al. , 2005, Earth Planets Space, 57, 435-440.
- 3) 防災科研, 2005, 地震予知連絡会会報, 73, 371-372.
- 4) 大木靖衛ほか, 1998, 財団法人産業地質科学研究所研究年報第9号, 21-39.
- 5) 石油公団, 1991, 平成3年度基礎試錐「三島」地質検討会報告資料.
- 6) 石油公団, 1997, 平成9年度基礎試錐「東山」地質検討会報告資料.
- 7) 石油公団, 2000, 平成11年度基礎試錐「小国」地質検討会報告資料.
- 8) 白石建男, 1972, 石油技術協会誌, 37, 338-339.



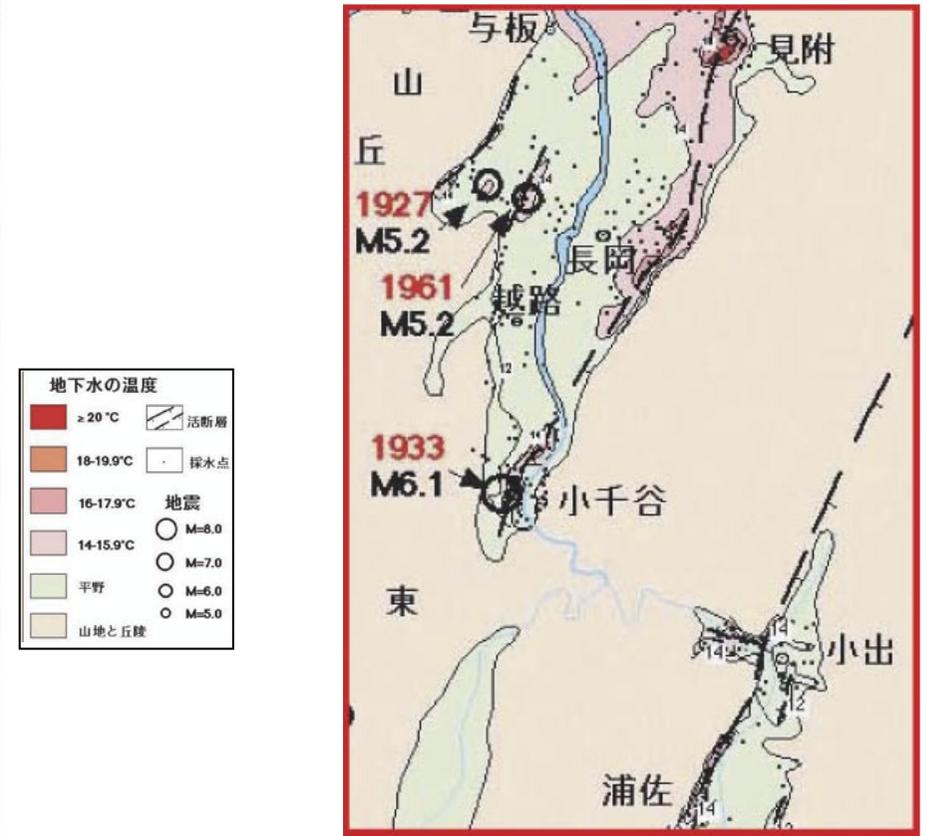
第1図 越後平野における間隙圧の分布。白石(1972)⁸⁾を一部変更した図⁴⁾。

Fig.1 Pore pressure distribution in the Echigo plain. This figure⁴⁾ is modified from Shiraiishi (1972)⁸⁾.



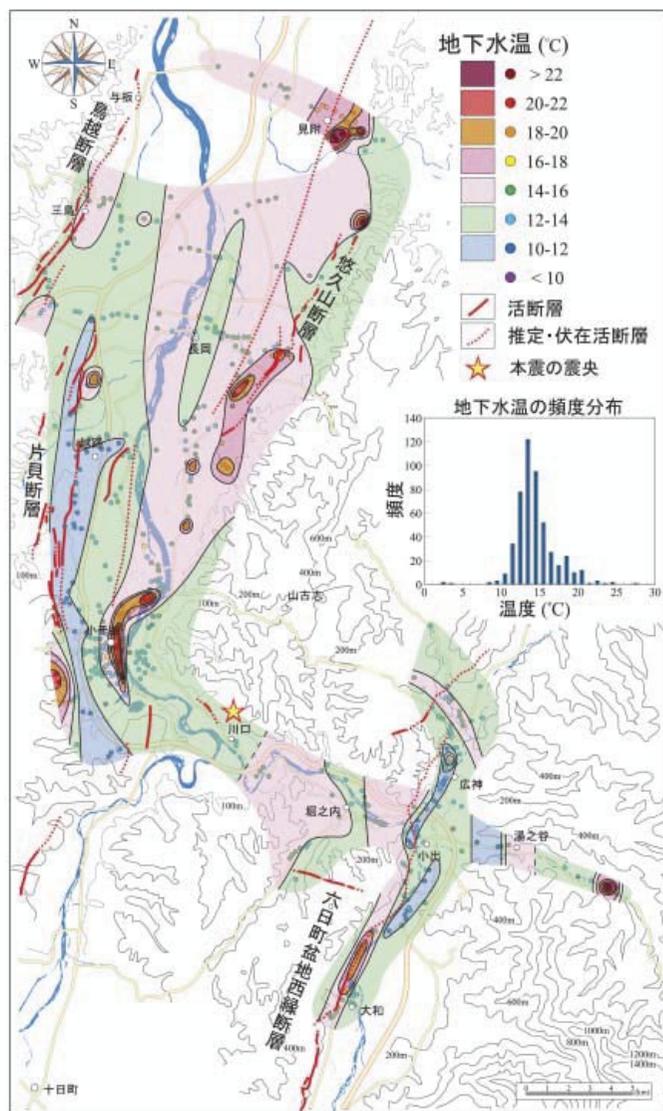
第2図 2004年新潟県中越地震前の新潟県周辺における地下水温の分布図⁴⁾。赤い枠内部が主な震源域。

Fig.2 Distribution of groundwater temperature in the Niigata Prefecture before the 2004 Mid Niigata Prefecture Earthquake. The focal region is in the red rectangle.

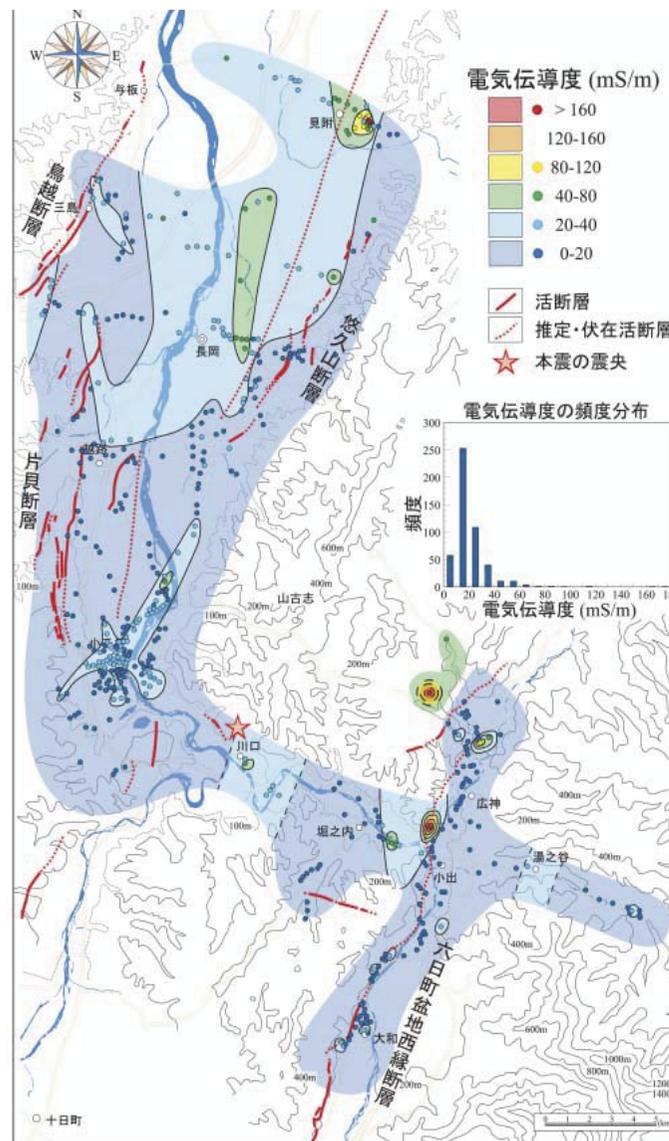


第3図 2004年新潟県中越地震前の震源域における地下水温の分布図⁴⁾。第2図の赤い枠の中を拡大したもの。

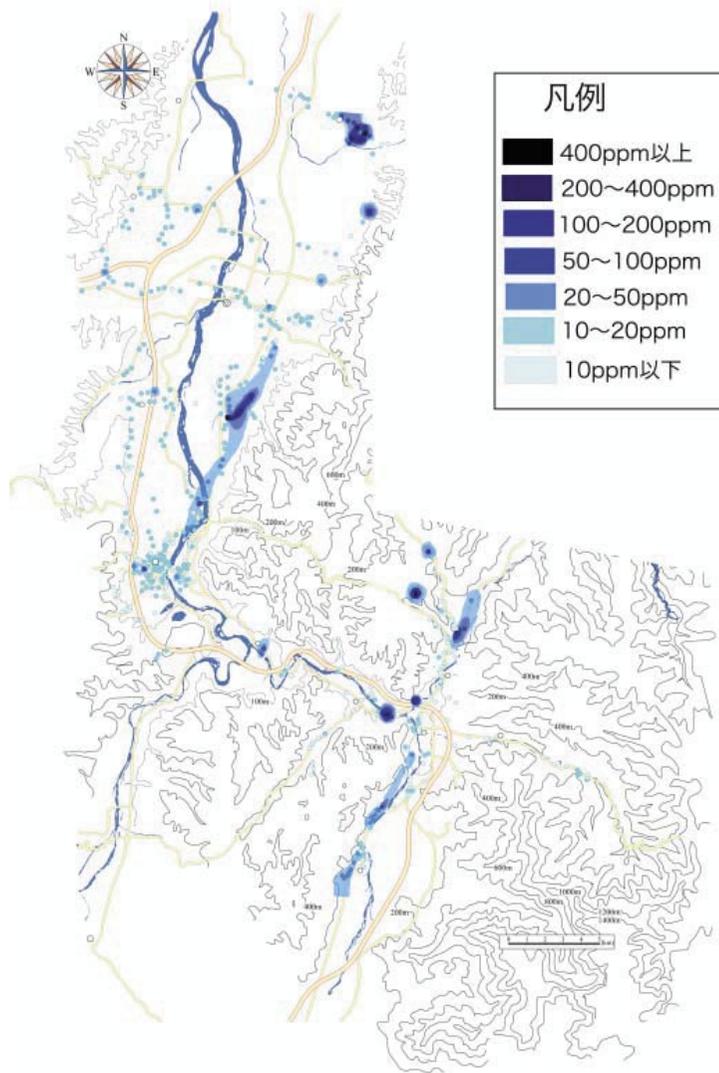
Fig.3 Distribution of groundwater temperature in the focal region before the 2004 Mid Niigata Prefecture Earthquake.



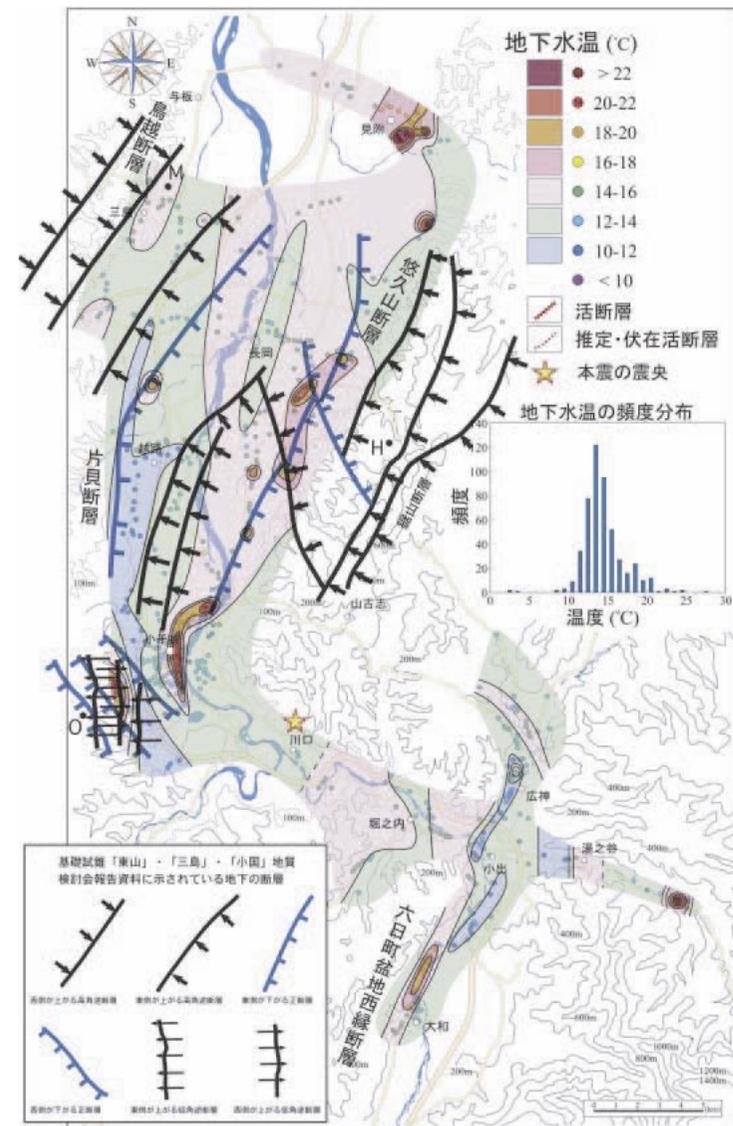
第 4 図 2004 年新潟県中越地震後の地下水温の分布図
 Fig.4 Distribution of groundwater temperature after the 2004 Mid Niigata Prefecture Earthquake.



第 5 図 2004 年新潟県中越地震後の地下水の電気伝導度分布
 Fig.5 Distribution of electric conductivity of groundwaters after the 2004 Mid Niigata Prefecture Earthquake.



第 6 図 2004 年新潟県中越地震後の地下水の塩素イオン濃度分布
 Fig.6 Distribution map of CL- concentration of groundwaters after the 2004 Mid Niigata Prefecture Earthquake.



第 7 図 2004 年新潟県中越地震後の地下水温度の分布と地下地質構造 (断層)
 Fig.7 Geological structure and distribution of groundwater temperature in the focal region after the 2004 Mid Niigata Prefecture Earthquake.