

## 越後平野の水理地質環境

### Hydrogeological environment in the Echigo Plain

内田洋平<sup>1</sup>・丸井敦尚<sup>1</sup>・町田 功<sup>1</sup>・宮越昭暢<sup>1</sup>・井川怜欧<sup>1</sup>・越谷 賢<sup>1</sup>・吉澤拓也<sup>1</sup>

Youhei Uchida<sup>1</sup>, Atsunao Marui<sup>1</sup>, Isao Machida<sup>1</sup>, Akinobu Miyakoshi<sup>1</sup>, Reo Ikawa<sup>1</sup>,  
Masaru Koshigai<sup>1</sup> and Takuya Yoshizawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 地圏資源環境研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute for Geo-Resources and Environment)

**Abstract:** Three-dimensional hydrogeological model of the Echigo Plain was constructed to understand hydrogeological environment of the Echigo Plain. As for the Echigo Plain, groundwater quality data had been compiled and input to the three-dimensional model to classify groundwater quality into each geological layer. Subsurface temperature data, moreover, had been analyzed to make clear geological condition in the Echigo Plain. Distributions of high concentration of chlorine ion and large thermal gradient correlate closely with fault zones.

**Keywords:** sedimentary basin, hydrogeological environment, subsurface temperature, groundwater quality, Niigata, Echigo Plain

#### 要 旨

越後平野の水理地質環境を高精度に把握し、活断層や潜在する断層との関連について確認するため、以下のステップに従って地下水研究を実施した。まず、越後平野の水理地質構造を既存のデータベース、基礎試錘データや地震探査データ等から地球統計学的手法に基づき推定し、三次元水理地質モデルを作成した。次に作成した三次元水理地質モデルにコンパイルした水質データを入力し、地質区分毎に水質を確認した。さらに、越後平野においては地下温度構造の解析を実施し、地質条件の影響を抽出することで地下温度を指標とした地質構造の評価を試みた。

作成した三次元水理地質モデルに水質データを入力し地質区分毎に水質を確認したところ、新潟県北部や山間地域においてCl濃度は相対的に低く、新潟市から長岡市にかけての起震断層帯周辺域で高濃度のCl分布域が確認された。さらに、平野内の地下温度構造を解析したところ、本地域の平均地温勾配は、2.59°C/100 m程度と推定され、海岸部では勾配が小さく、内陸に向かい大きくなる傾向が認められた。

#### 1. はじめに

沿岸域の地下水は、塩水と淡水のそれぞれが異なるドライビング・フォースを持って存在しているため、その環境は複雑である。また、浅層部に断層などの構造が存在する場合、地下水の流動はその影響を受け、地下水環境をより複雑にする。断層は、地質層序境界と同様に地下水流動の境界となる可能性がある。断層の存在は地下水流動を阻害するだけで

なく、反対に水みちとして地下水流動を卓越させる場合もあり、地下水データの広域分布には、断層に沿った地下水データの異常値の分布が確認されることがある。このように、地下水データの分布から断層の存在を推定することが可能であるが、一般に地下水データの取得地点は井戸の分布に制限されるため、広域における地下水データを把握・解析するためには、既存の資料収集とデータベース化が不可欠である。

本研究においては、対象となる越後平野について三次元水理地質構造を把握するため、当該モデルを作成した。同時に、水文データの収集およびコンパイルを行い、作成した三次元水理地質構造モデルへ入力することにより、第四系内の水理地質環境の三次元的なデータの可視化を行った。また、越後平野における地下温度構造の解析を実施し、水理地質環境と対比することにより、研究地域における断層による影響の評価を試みた。

#### 2. 越後平野における三次元水理地質構造モデル

##### 2.1 使用したデータについて

対象地域においては、三次元水理地質構造を既存資料から推定し三次元モデルを作成した。これにより帯水層の存在や大深度流域界を推定し、広域かつ大深度地下水流動解析の実施が可能となった。

使用したボーリングデータは、平野・盆地の周辺に位置する深度の大きいボーリングデータを中心に抽出した。また、使用した数値地質図は、産業技術総合研究所(2003)を用いた。地質年代の層序区分は、

詳細に区分されている陸域の数値地質図に従い、本研究でのモデル化の対象は、新第三紀以降の堆積岩類と火山岩類とした。作成した地質の境界面は、H(完新統～上部更新統), Q3 (第四系上部更新統), Q2 (第四系中部更新統), Q1 (第四系下部更新統), N (鮮新世～中新統) とした。

本三次元モデルを構築するために使用したデータを以下に示す。

#### ボーリングデータ

- 地質調査所 (1998) いどじびき (現在非公開)
- 天然ガス鉱業会 (1969) 日本の石油・天然ガス資源, 天然ガス鉱業会, 東京, 283 p.
- 天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会 (1982) 新版日本の石油・天然ガス資源, 天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会, 東京, 455p.
- 天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会 (1992) 改訂版日本の石油・天然ガス資源, 天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会, 東京, 520 p.
- 坂川幸洋・梅田浩司・鈴木元考・梶原竜哉・内田洋平 (2004) “日本の坑井温度プロファイルデータベース”, 地震, 第2輯, Vol.57, p.63-67.

#### 地質図データ

- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (編) (2003) 100 万分の1 日本地質図第3版 CDROM 第2版, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 数値地質図 G-1.

### 2.2 深度分布図の作成

深度分布図を作成するにあたり、境界データの抽出を行った。数値地質図の境界データは、属性情報から対象とする地質境界を選定し、GIS (Geographic Information System : 地理情報システム) を用いてラインデータの頂点上に境界のポイントデータを自動的に発生させた。発生させたポイントデータには、GIS 上で緯度・経度と標高の情報を付与した。

ボーリングデータについては、GIS 上で緯度・経度を付与し、100 万分の1 数値地質図の区分に対応する層序の境界深度を抽出した。地質の層序は、鹿野ほか (1991) に従い、層序の記載されていないボーリングデータについては、層序が記載された近傍の柱状図と既往文献の地質断面図を参考にして、岩相や弾性波速度等の物性値に基づき地質の層序を解釈し、その境界深度を抽出した。最後に数値地質図とボーリングデータから抽出した境界データを対象の地質ごとに統合し、境界面の作成に用いた。

境界面の作成および調整については、Golden Software Inc. 製の Surfer<sup>R</sup> を用いて、地球統計学的手法の一つである線形バリオグラムモデル (Kitanidis, 1997 など) による普通クリギング法 (Wackenagel, 2003 など) によって作成した。境界面の補間精度は、境界データを標本値とする交差検証 (Cressie, 1993

など) によって検証した。交差検証では、全データを対象としデータセットから標本値を一つ取り除き、残りの標本値から、その位置における推定値を普通クリギング法で順次求めた。そして、同位置における標本値と推定値の差を補間誤差として、補間誤差の大きさから補間精度を評価した。

作成した境界面の深度については、例えば Q1 が Q2 の上部に位置するといった層序の逆転する箇所が存在した。この場合、上位の境界面の深度を下位の境界面の深度に置き換えた。また、対象の地質より古い時代の地質が地表に露出する箇所は、該当する地表面の標高データに境界深度の値を置き換えた。

以上の作業で作成された三次元水理地質構造モデルを第1図に示す。

### 3. 越後平野における水質と地下温度を指標とした水理地質構造評価

#### 3.1 越後平野における Cl 濃度分布

作成した越後平野三次元水理地質モデルに水質データを入力し、地質区分毎に水質の分布特性を確認した。本報告書では、平野内に存在する断層と地下水との関係を調べるため、地下水における Cl (塩素) 濃度の分布を調査した。水質に関しては、国土交通省「深井戸台帳」、産業技術総合研究所「東北・九州地熱資源図」、旧通商産業省の「新潟県地下水利用適正化調査」、および新潟県の「地下水の水質分析調査結果」から 2082 個のデータを収集し、その中から、帯水層データが無いものや、先に作成した地層区分図の中で複数の帯水層から採水しているものを除いた 1040 個のデータを用いて、それぞれの地質年代における地下水の Cl 濃度の分布傾向を調べた。結果は、第2図に示すとおりである。

全体的な傾向として新潟県の北部や山間地域において Cl 濃度は相対的に低く、信濃川の下流域周辺で高い傾向を示した。

また、新潟市から長岡市にかけての帯で高濃度の Cl 成分を持つ地下水の存在が確認された。この帯における Cl 濃度の分布と起震断層帯とを比較すると、第2図に示す2つの地域 (吉田町および三条・燕地域と小千谷・堀之内・川西地域) で断層に起因すると思われる高い Cl 濃度の分布域が確認された。

#### 3.2 地下温度を指標とした越後平野の水理地質構造評価

##### 3.2.1 地下温度データ

地下温度のデータは、地下水流動評価の指標として古くから利用されており、水質など他の流動指標と比較して地域的・深度的な制約を受け難く、広域への適用に利点がある。また、蓄積されたデータ数が豊富であり、農業用水・都市用水などの比較的浅部のデータから、工業用水や温泉水などの深部デー

タまでを併せて評価することが可能である。さらに、石油や天然ガス開発地域においては、大深度の温度データも利用できる。

本研究では、越後平野における地下温度構造の把握を既存データの解析により試みた。解析に使用した地下温度データは、浅部（深度 30～200 m）については、Marui (2000) の日本全国地下水データベース「いどじびき」を利用し、200 m より深部については田中ほか (1999) の「坑井の温度データによる日本の地温勾配値のコンパイル」を利用した。第 3 図に地下温度データの分布を示す。これらのデータを解析することにより、越後平野における地温勾配分布を明らかにし、水理地質構造の評価を行った。

### 3.2.2 解析結果

浅部（第 1 表）と深部（第 2 表）の地下温度データを用いて、越後平野における地温勾配を求めた。熱伝導率一定、発熱量を無視できると仮定すると、ある深度の温度  $T$  は、以下のように近似できる。

$$T = \nabla T \times d + T_s \quad (1)$$

ここで、 $\nabla T$  は地温勾配 ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ )、 $d$  は深度 (m)、 $T_s$  は地表温度 ( $^{\circ}\text{C}$ ) である。

まず、越後平野の浅部データ（第 1 表）より最小二乗法を用いて、 $\nabla T$  と  $T_s$  を求めると、

$$\nabla T = 0.0178 (^{\circ}\text{C}/\text{m}) = 1.78 (^{\circ}\text{C}/100\text{m}), T_s = 12.9 (^{\circ}\text{C}) \quad (2)$$

となる（第 4 図）。

地表温度 ( $T_s$ ) に関して、アメダスの観測地点「新潟」の 1970～2008 年までの年平均気温の平均値は  $13.7^{\circ}\text{C}$ （気象庁, 2009）であり、浅部地下温度から求めた  $T_s = 12.9 (^{\circ}\text{C})$  よりも高い。この原因としては、本地域が積雪地域であり冬季は地表が雪に覆われるため、地表温度が  $0^{\circ}\text{C}$  程度の低温に保たれることが考えられる。

また、第 4 図に示すように、地下温度が周囲よりも高い地点が確認された。i19 は深度 40 m で  $20.5^{\circ}\text{C}$ 、i20 は深度 180 m で  $23^{\circ}\text{C}$  を示し、その地点は共に信濃川河口に位置する。しかし、この 2 井戸は使用目的が不明であり（第 1 表）、その地下水温土データに何らかの人為的な影響を受けていると推察される。

次に、越後平野の浅部データ（第 1 表）と深部データ（第 2 表）の両者を用いて、平野の地温勾配を求めた。第 5 図に示す両データの比較から、最小二乗法により  $\nabla T$  と  $T_s$  を求めると、

$$\nabla T = 0.0259 (^{\circ}\text{C}/\text{m}) = 2.59 (^{\circ}\text{C}/100\text{m}), T_s = 11.1 (^{\circ}\text{C}) \quad (3)$$

となり、越後平野中央部の平均的な地温勾配は、

$2.59^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  と推察される。この地温勾配の値は、浅部データのみから求めた条件 (2) の地温勾配と比較して大きい。条件 (2) では、地下水流動が活発である浅部データのみを用いたため、深部データも併せて考慮した条件 (3) よりも小さな地温勾配を示した可能性がある。

そこで、地温勾配の分布傾向を評価するために、深部データ地点から最も近い浅部データを抽出し比較を行った（第 6 図）。第 3 表に浅部と深部データの対応関係と最小二乗法により計算した  $\nabla T$  と  $T_s$  を示す。地表温度  $T_s$  は、海岸部の g51 で他の 5 地点よりも  $1^{\circ}\text{C}$  以上高い。g51 は新潟市の市街地に位置しており、他 5 地点よりも都市化された地域に位置している。地温勾配の計算に用いた浅部データは地下水流動の影響に加えて、地表温度の影響を受けていると考えられ、地表面の土地利用や被覆形態の影響で都市域の  $T_s$  の値が高くなった可能性がある。地温勾配  $\nabla T$  に関しては、最も海岸側に位置する g51 において  $0.024^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 、内陸側に位置する g52 および g54 はそれぞれ  $0.025^{\circ}\text{C}/\text{m}$  と  $0.026^{\circ}\text{C}/\text{m}$  であり、海岸から内陸に向かって地温勾配が上昇する傾向を示している。この傾向は山地側にも連続しており、角田・弥彦山地に近い g53 では  $0.029^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 、越後山地に近い g56 では  $0.032^{\circ}\text{C}/\text{m}$  を示し、平野の海岸部と比較して内陸、特に山地側では地温勾配が大きくなる傾向が認められた。これらの山地では、第三系基盤が地表面に露出しており、山地周辺地域では第四系の基盤深度は浅い。一般に第三系基盤においては、第四系堆積層と比較し熱伝導率は相対的に大きい。また、このような堆積盆の構造に加えて、弥彦山地東側には越後平野西縁断層帯、越後山地北西側や新津丘陵には複数の断層の存在が指摘されており、山地側における地温勾配の上昇傾向の要因となっている可能性が推察される。

## 4. 水理地質構造解釈

Okii *et al.* (1996) は、越後平野における地下水温度の広域分布にデータ異常域の存在を確認し、ジオプレッシャー熱水との関係を指摘した。また、大木ほか (1999) は、消雪井戸を利用して把握した越後平野における地下水の水質・温度分布を報告している。その中で、深度 100 m の通常の地下温度は  $13^{\circ}\text{C}$  程度であるが、 $15^{\circ}\text{C}$  以上の異常高温域が認められ、1995 年新潟県北部地震における震度 6 域と異常高温域の分布がほぼ一致することを指摘した。

本研究においても、越後平野西縁断層帯や越後山地北西側、新津丘陵周辺で地温勾配の上昇傾向を把握している。また、新潟県北部や山間地域において Cl 濃度は相対的に低く、新潟市から長岡市にかけて高濃度の Cl 分布域が確認された。

そこで、新潟県北部地震の震度 6 域と異常高温域

の分布 (Oki *et al.*, 1996) と本研究で作成した三次元水理地質モデルの CI 濃度分布とを比較してみた (第 7 図). 小千谷市周辺, 三条市・燕市・見附市の周辺域, 新潟市周辺では, それぞれ Oki *et al.* (1996) が指摘した深度 6 域と異常高温域が, 本研究で示した高濃度 CI 分布域と一致していることが明らかである. また, 豊栄市周辺では, 異常高温域は確認されていないが, 震度 6 域と高濃度 CI 分布域とが一致している.

なお, 信濃川の下流域周辺で比較的高い CI 濃度を示しているのは, 満潮時に海水が河川を逆流し海水が地下へ浸透するなど, 海水による塩水化の影響と考えられる. 河川を通じた地下水の塩水化については, 筑紫平野についても同様な現象が起きていることを内田ほか (2006) が指摘している.

以上の結果より, 本研究で得られた越後平野における高濃度 CI 分布域および地温勾配分布は, 平野内に分布する起震断層帯の影響を受けていると考えられる.

## 5. まとめ

本研究では, 越後平野において既存のデータベース, 基礎試錘データや地震探査データ等から地球統計学的手法に基づいた三次元水理地質モデルを作成した. また, 作成した三次元水理地質モデルに水質データを入力し地質区分毎に水質を確認したところ, 新潟県北部や山間地域において CI 濃度は相対的に低く, 新潟市から長岡市にかけて高濃度の CI 分布域が確認された. さらに, 平野内の地下温度構造を解析したところ, 本地域の平均地温勾配は, 2.59°C/100 m 程度と推定され, 海岸部では勾配が小さく, 内陸に向かい大きくなる傾向が認められた. 特に第三系基盤深度が浅く断層が存在する越後山地北西側で地温勾配が大きい. また, 新潟県北部地震の震度 6 域と異常高温域の分布および本研究で作成した三次元水理地質モデルの CI 高濃度分布域に高い相関が認められた.

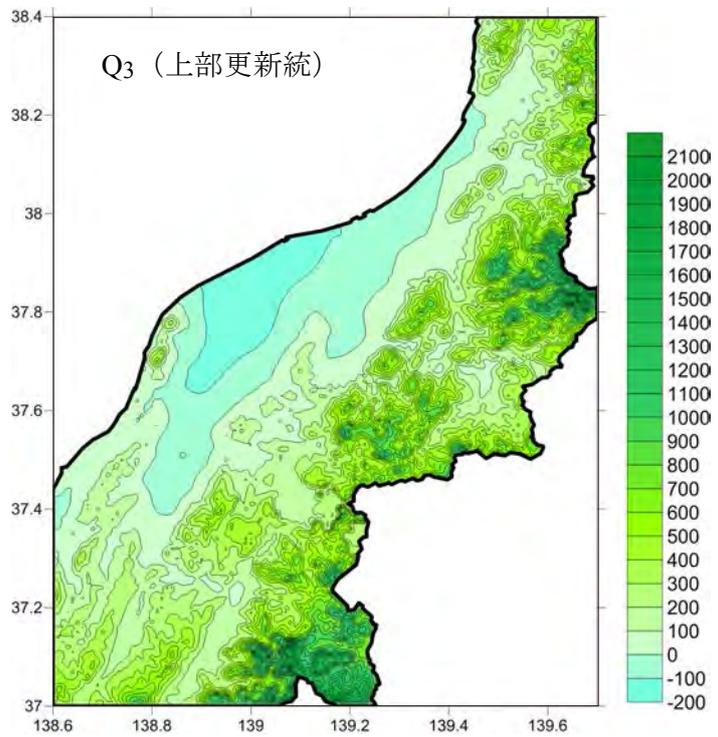
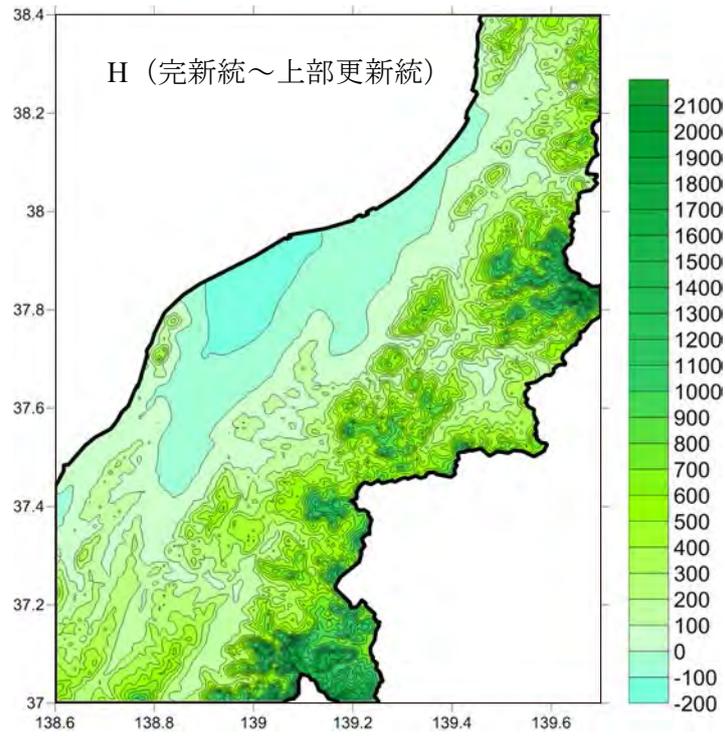
## 文 献

Creese, N. A. C. (1993) Statistics for spatial data. John Wiley & Sons, Inc., New York, 900p.  
 気象庁 (2008) 気象統計情報 <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>  
 鹿野和彦・加藤碩一・柳沢幸夫・吉田史郎 (編) (1991) 日本の新生界層序と地史, 地質調査所報告, no.274, 114p, 地質調査所.  
 Kitandis, P. (1997) Introduction to Geostatistics-Applications in Hydrogeology. Cambridge University Press, New York, 249p.  
 国土交通省土地・水資源局国土調査課 (2010) 全国地下水資料台帳, <http://tochi.mlit.go.jp/tockok/inspect/landclassification/water/basis/guide/F9/exp.html> (閲覧日:平成 22 年 3 月).

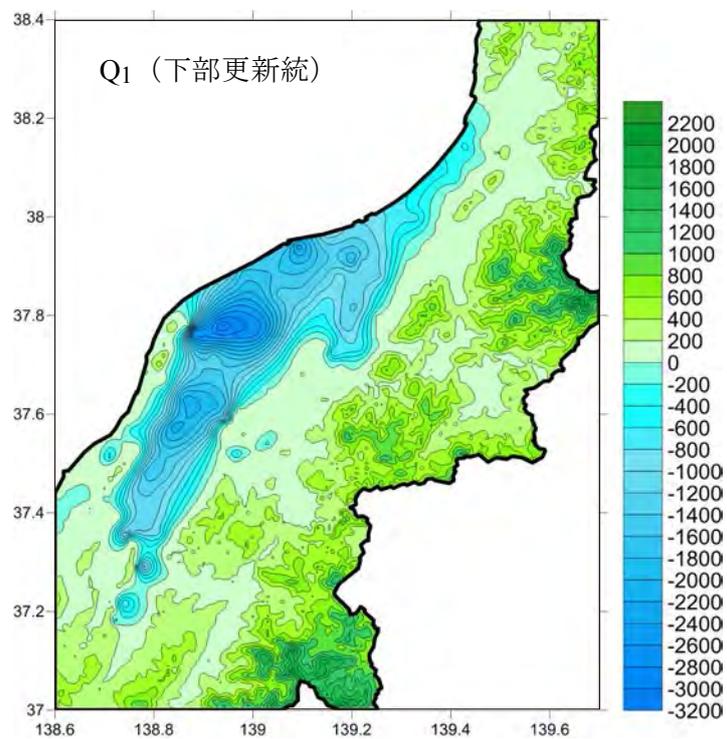
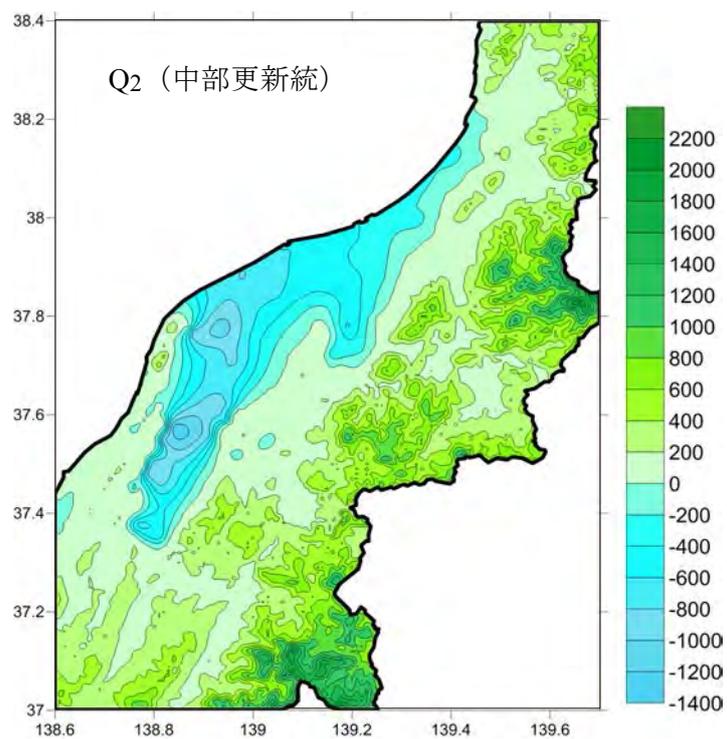
Marui, A. (2000) The national well and hydrology database of the Geological Survey of Japan, and its handling software "Well-King Dictionary" (in Japanese, Idojibiki). Journal of Japanese Association of Hydrological Sciences, **30**, 15-22.  
 新潟県商工労働部工業振興課 (1988) 新潟県地下水の水質分析調査報告書, 74p.  
 Oki, Y., Xu, H., Watanabe, N., Suzuki, K. and Saito, O. (1996) Geopressed hydrothermal anomalies appeared in the Niigata plain indicating buried active faults generated destructive earthquakes. The Abstracts of the 1996 IASPEI Regional Assembly in Asia, 202-203, Tangshan, China.  
 大木靖衛・徐輝竜・石坂信之・河内一男 (1999) 信濃川地溝帯のジオプレッシャー熱水を伴う活断層と歴史被害地震. 温泉科学, **48**, 163-181.  
 阪口圭一・高橋正明 (2002) 東北・九州地熱資源図 (CD-ROM 版), 数値地質図, GT-1,6,1 CD-ROM, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.  
 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2003) 100 万分の 1 日本地質図第 3 版 CD-ROM 第 2 版. 数値地質図 G-1, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.  
 田中明子・矢野雄策・笹田政克・大久保泰邦・梅田浩司・中司昇・秋田藤夫 (1999) 坑井の温度データによる日本の地温勾配値のコンパイル. 地質調査所月報, **50**, 457-487.  
 天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会 (1992) 改訂版日本の石油・天然ガス資源, 520 p.  
 通商産業省関東通商産業局 (1991) 新潟県見附市地域地下水利用適正化調査報告書 (水理解析編), 64p.  
 通商産業省関東通商産業局 (1992) 新潟県三条・燕地域地下水利用適正化調査報告書 (工事編), 134p.  
 通商産業省関東通商産業局 (1993) 新潟県吉田町地域地下水利用適正化調査報告書 (工事編), 166p.  
 通商産業省関東通商産業局 (1994) 新潟県小千谷地域地下水利用適正化調査報告書 (水理解析編), 60p.  
 通商産業省関東通商産業局 (1997) 新潟県中条地域地下水利用適正化調査報告書 (水理解析編), 75p.  
 内田洋平・稲富忠将・藤井 光 (2006) 筑紫平野における水質, 酸素・水素安定同位体比および地下温度の分布特性. 日本水文科学会誌, **36**, 197-204.  
 Wakenagel, H. 地球統計学研究委員会・青木謙治訳 (2003) 地球統計学. 森北出版株式会社, 東京, 266p.

(受付:2010 年 11 月 17 日, 受理:2010 年 12 月 15 日)

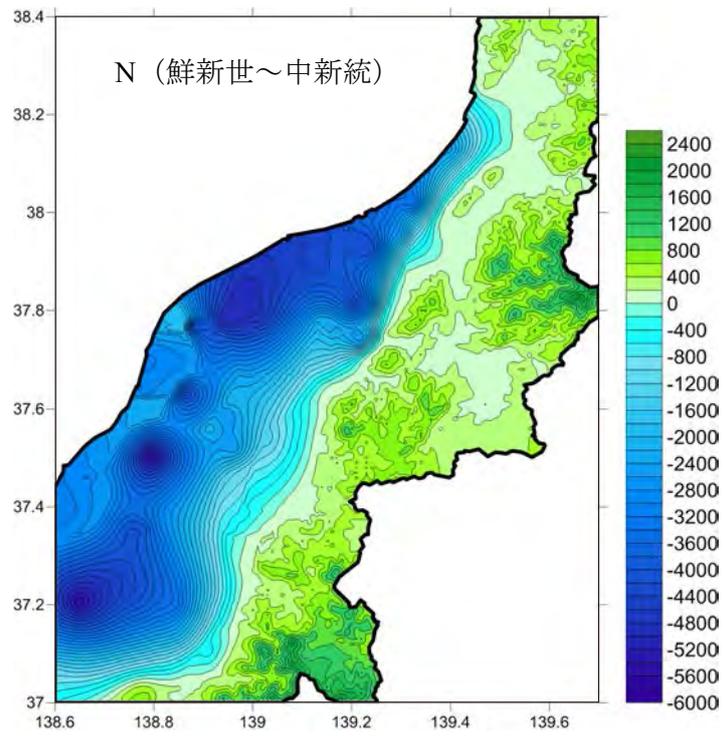
越後平野の水理地質環境



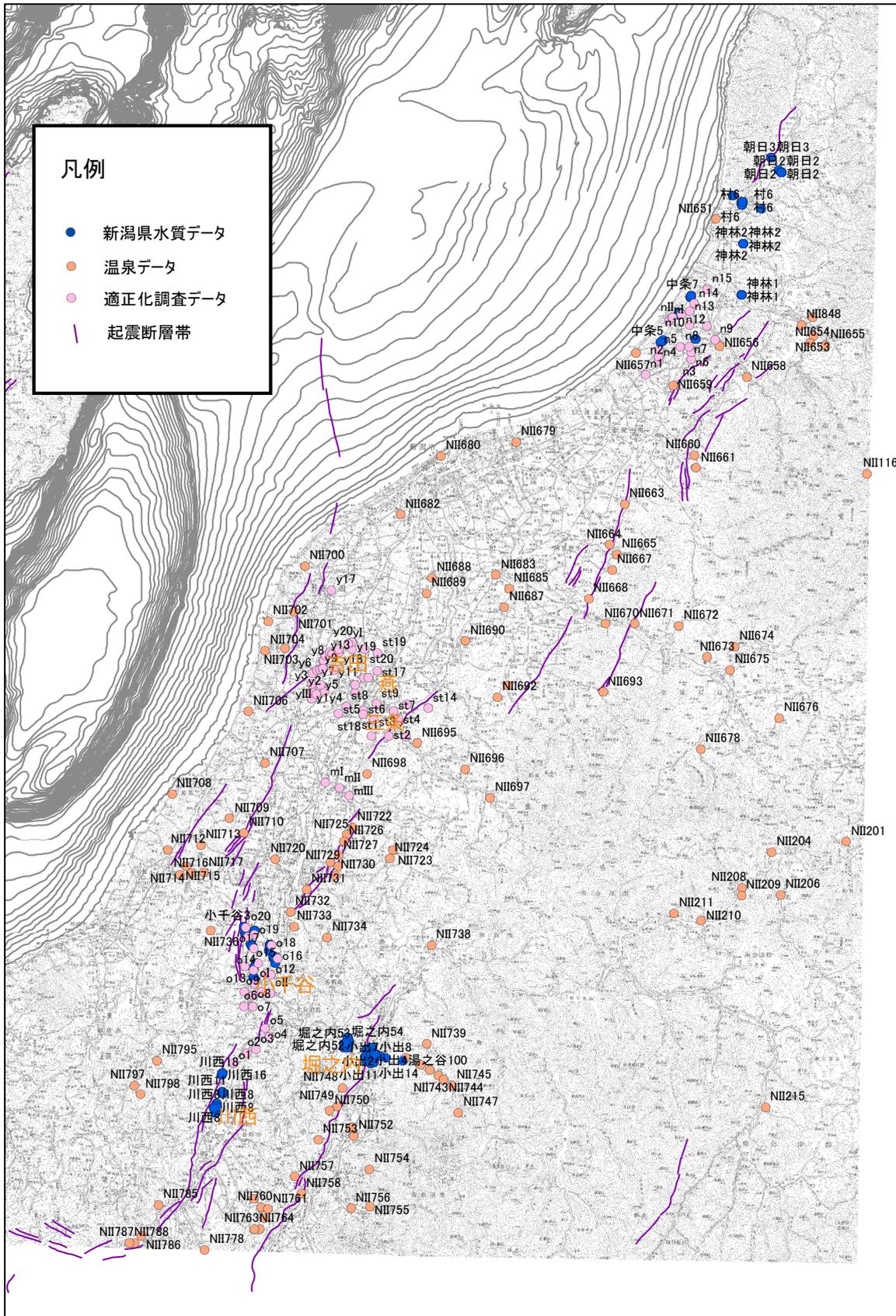
第1-1図 越後平野の水理地質モデルおよび地層面ごとの深度分布図。  
標高 (m) で表示。  
Fig. 1-1 Three-dimensional hydrogeological model of the Echigo Plain and  
contours of layer (unit : m).



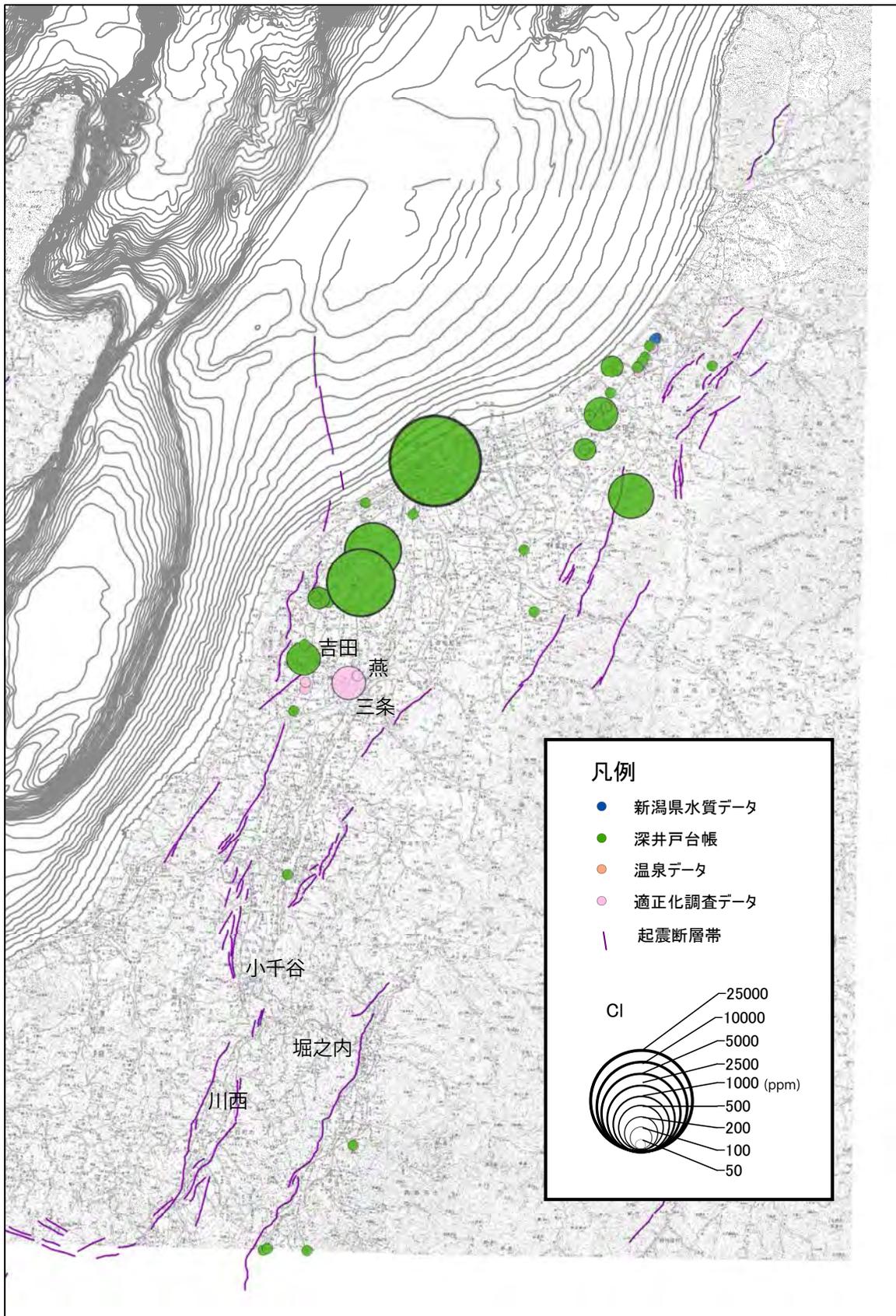
第1-2図 越後平野の水理地質モデルおよび地層面ごとの深度分布図.  
Fig. 1-2 Three-dimensional hydrogeological model of the Echigo Plain and contours of layer (unit : m).



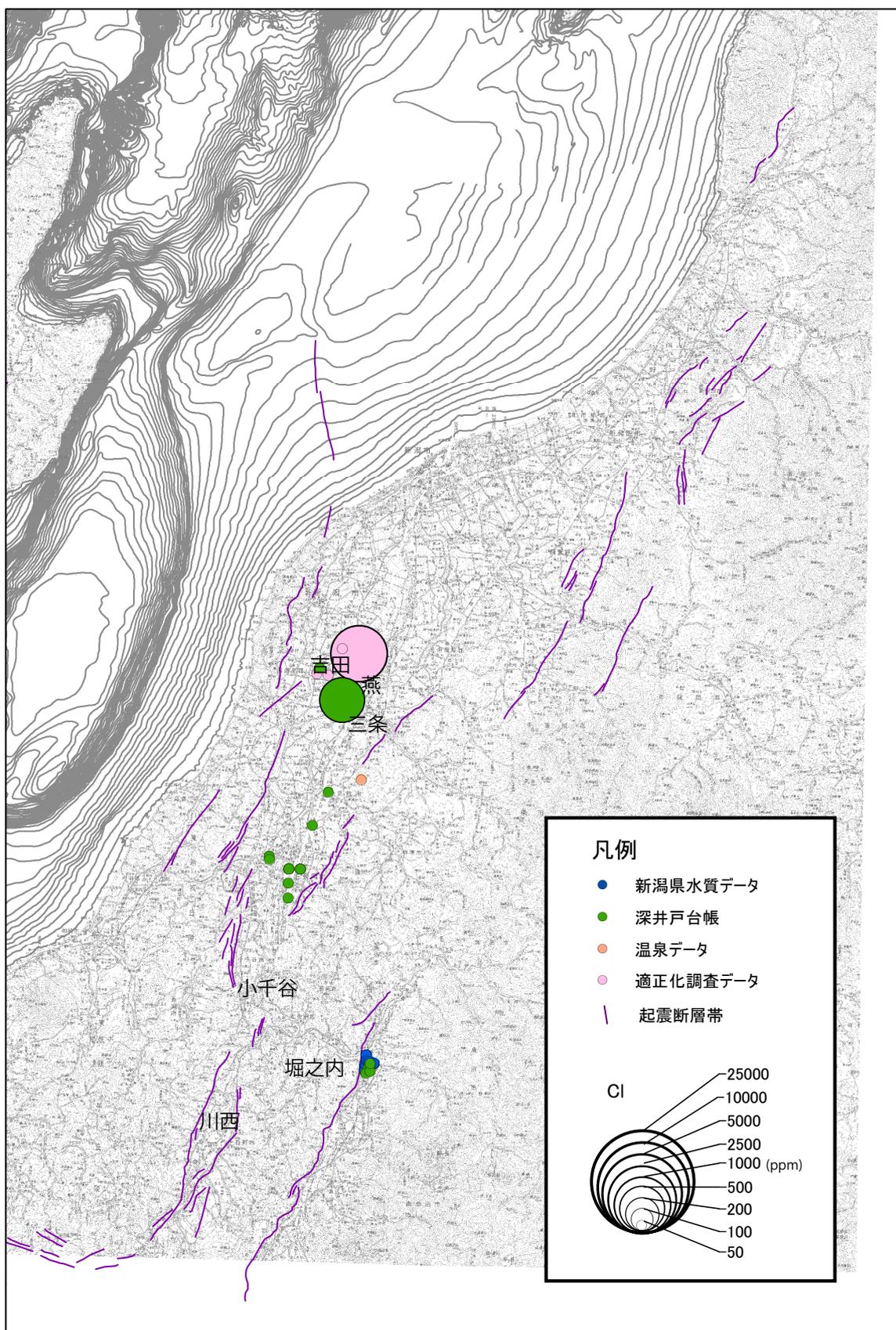
第 1-3 図 越後平野の水理地質モデルおよび地層面ごとの深度分布図.  
Fig. 1-3 Three-dimensional hydrogeological model of the Echigo Plain and contours of layer (unit : m).



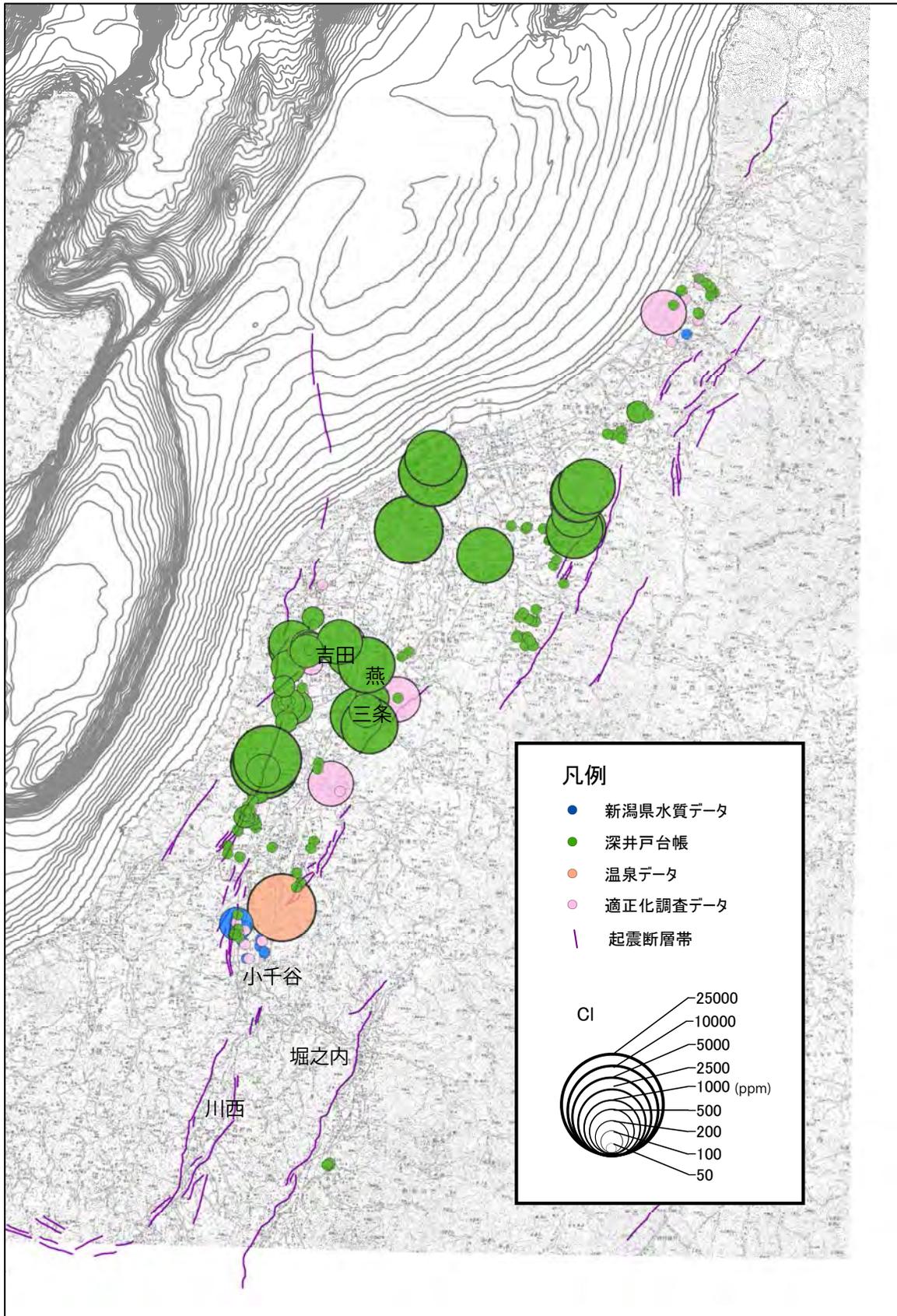
第 2-1 図 水文データ分布図と地質区分毎の Cl 濃度分布と起震断層帯。(1) 水文データ分布図。  
 Fig. 2-1 Distribution of hydrological data and concentration of chlorine ion by stratigraphically (1) Distribution of hydrological data



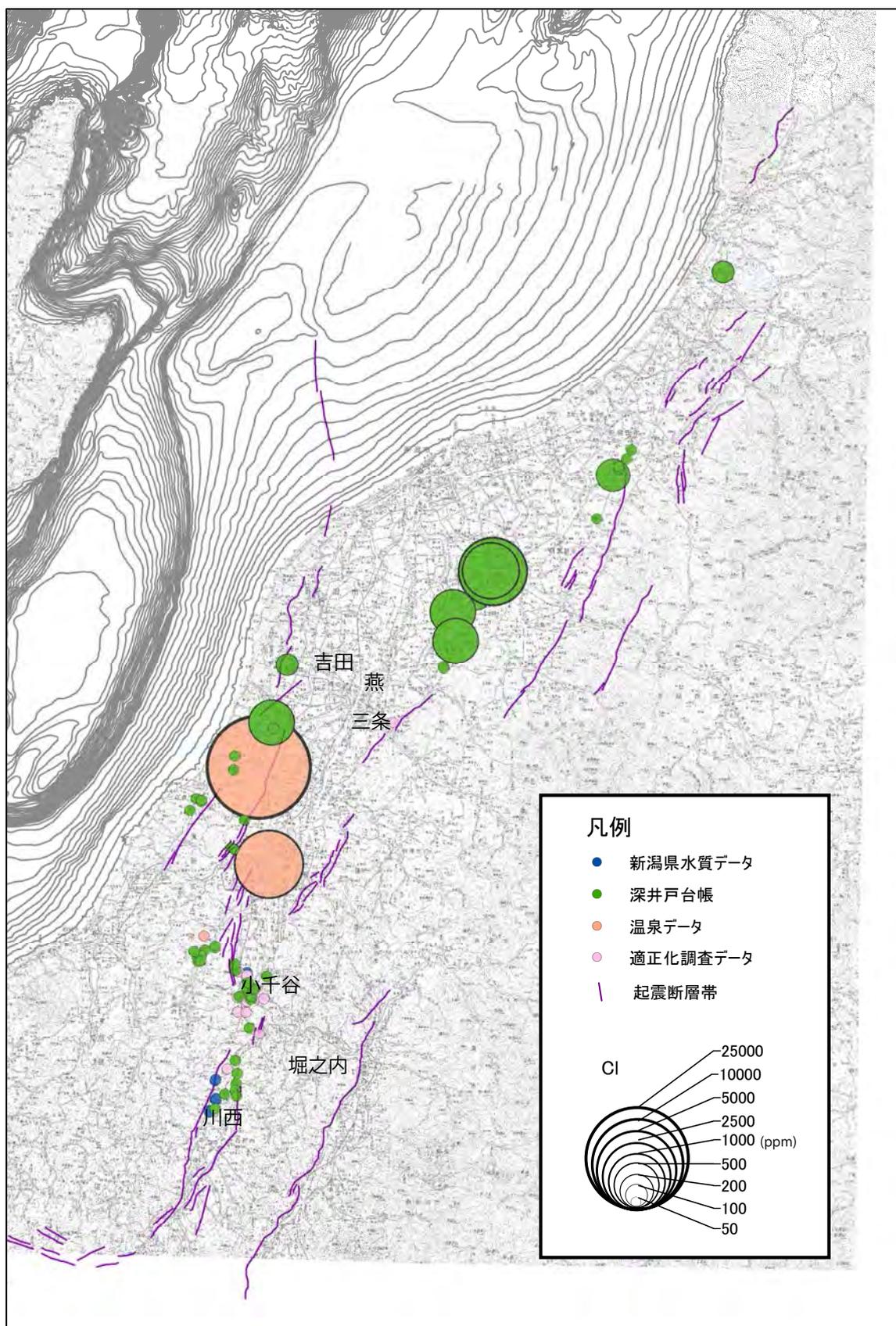
第 2-2 図 (2) H: 完新統～上部更新統.  
Fig. 2-2 (2) H: Holocene – Upper Pleistocene.



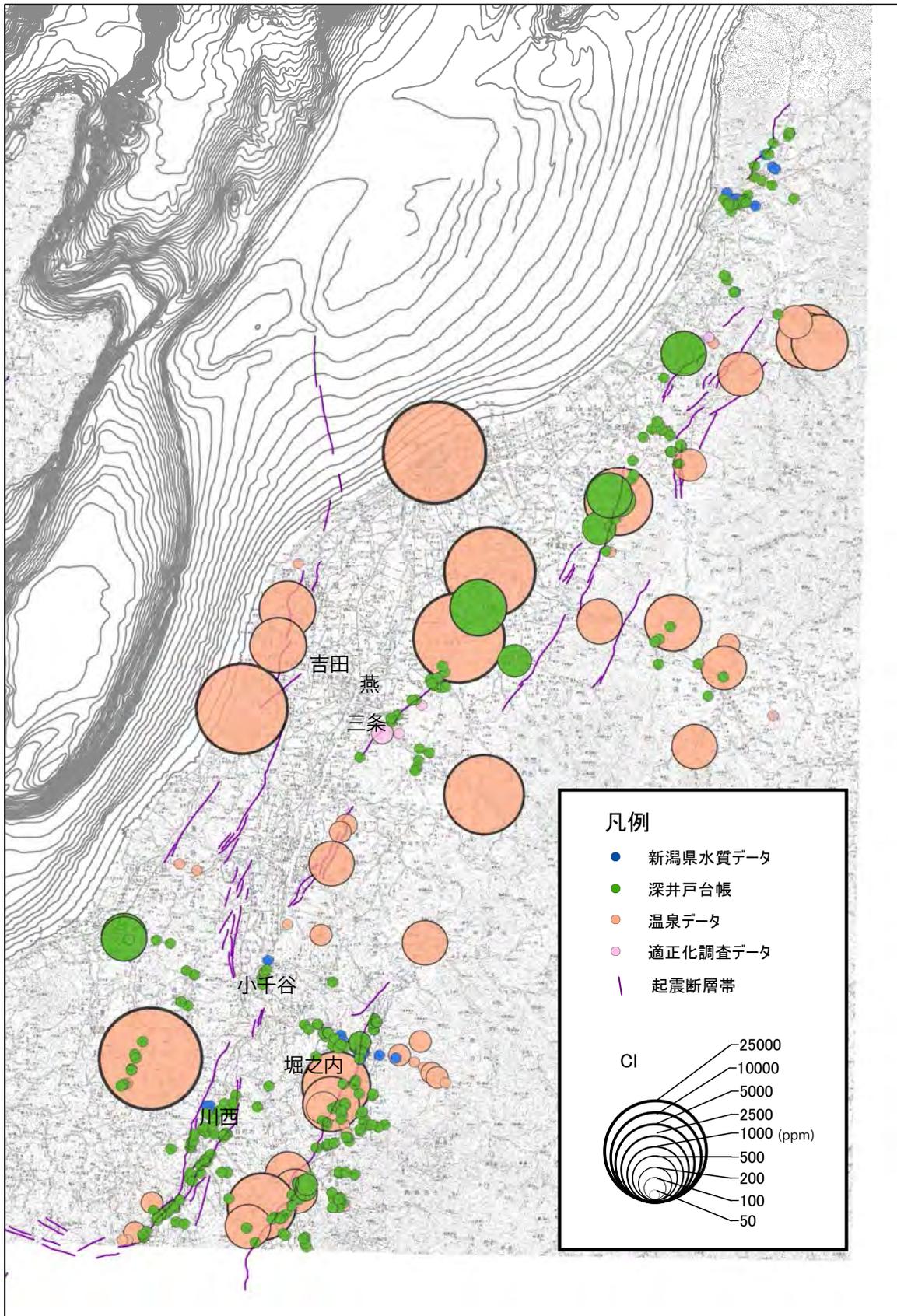
第 2-3 図 (3) Q3: 上部更新統.  
Fig. 2-3 (3) Q3: Upper Pleistocene.



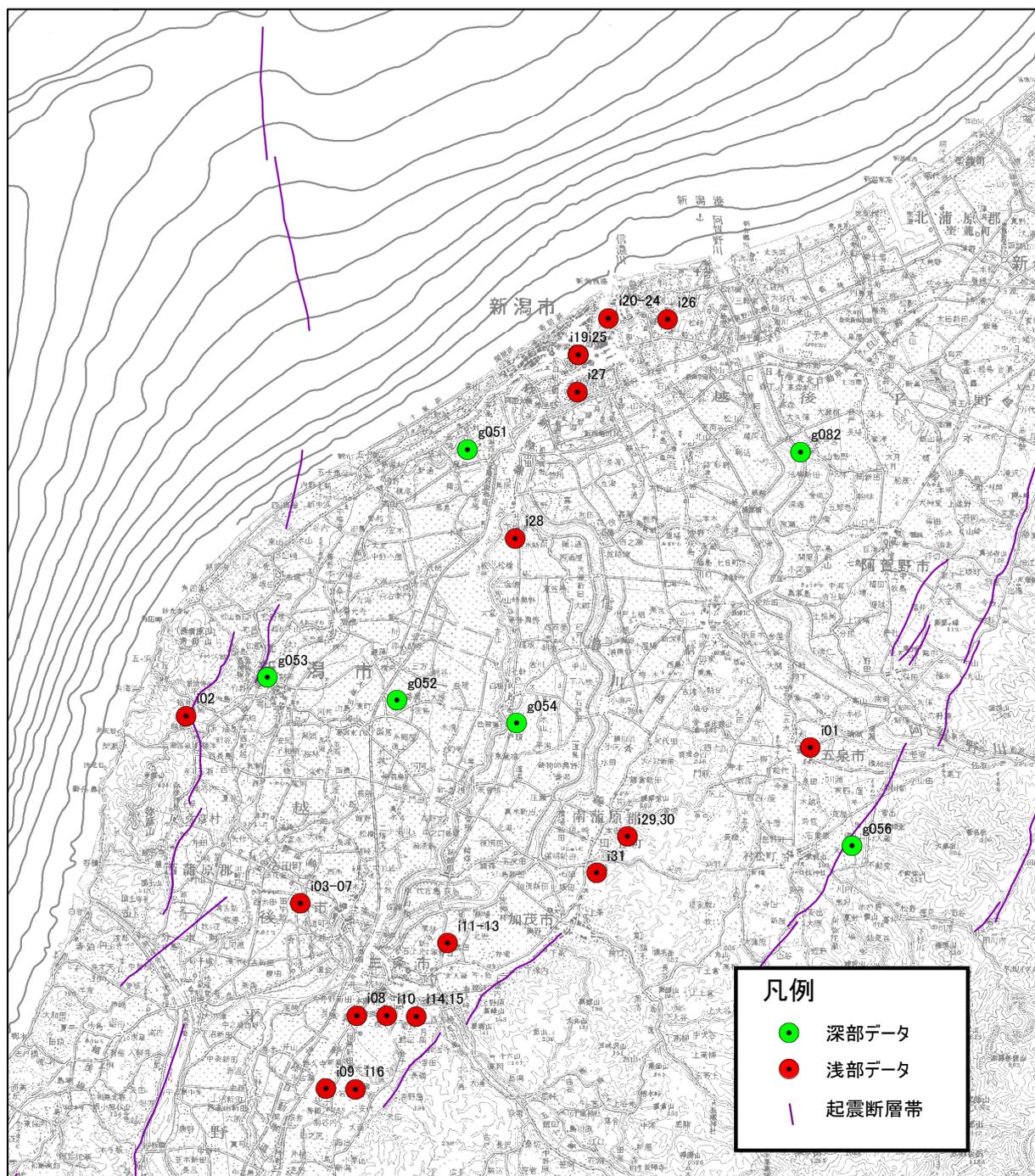
第 2-4 図 (4) Q2: 中部更新統.  
Fig. 2-4 (4) Q2: Middle Pleistocene.



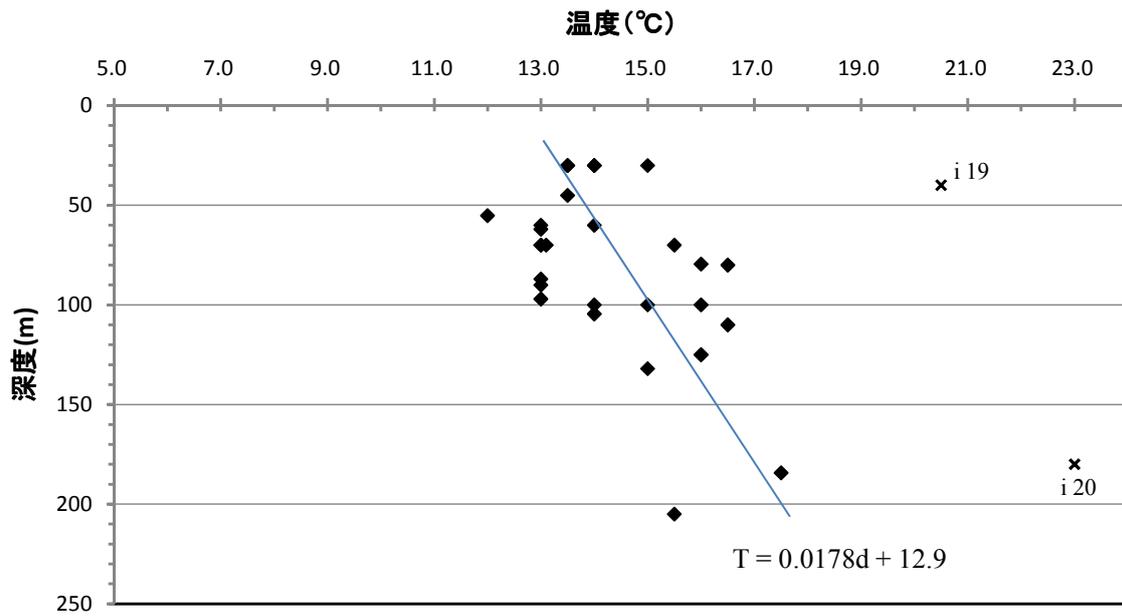
第 2-5 図 (5) Q1: 下部更新統.  
Fig. 2-5 (5) Q1: Lower Pleistocene.



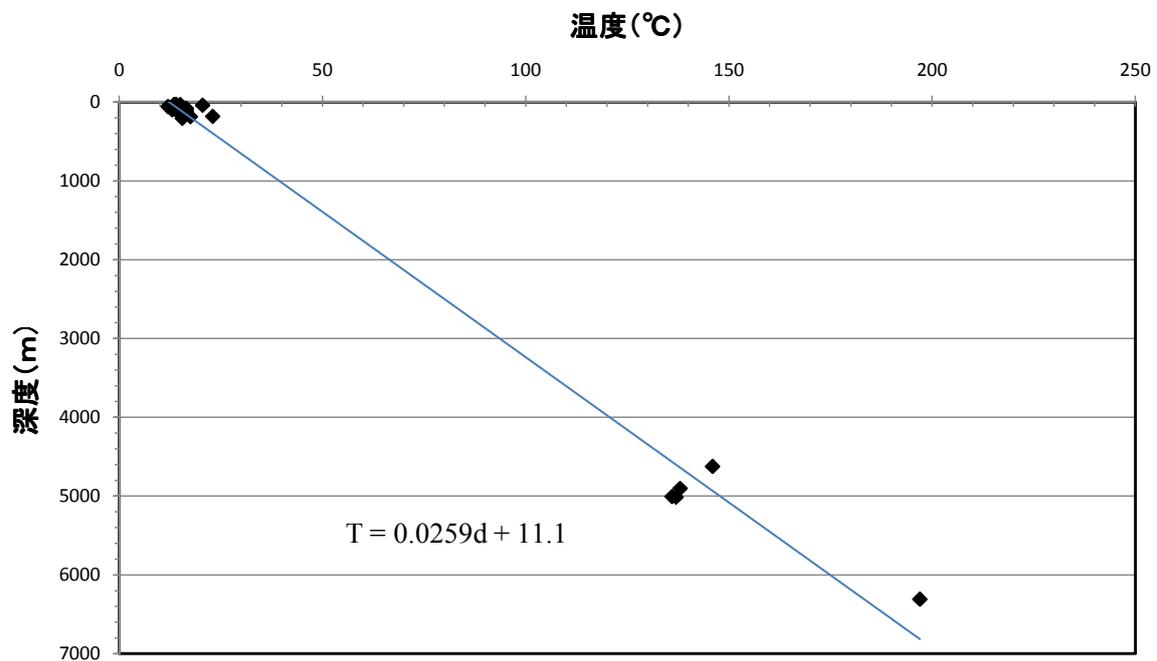
第 2-6 図 (6) N: 鮮新世～中新統.  
Fig. 2-6 (6) N: Pliocene – Miocene.



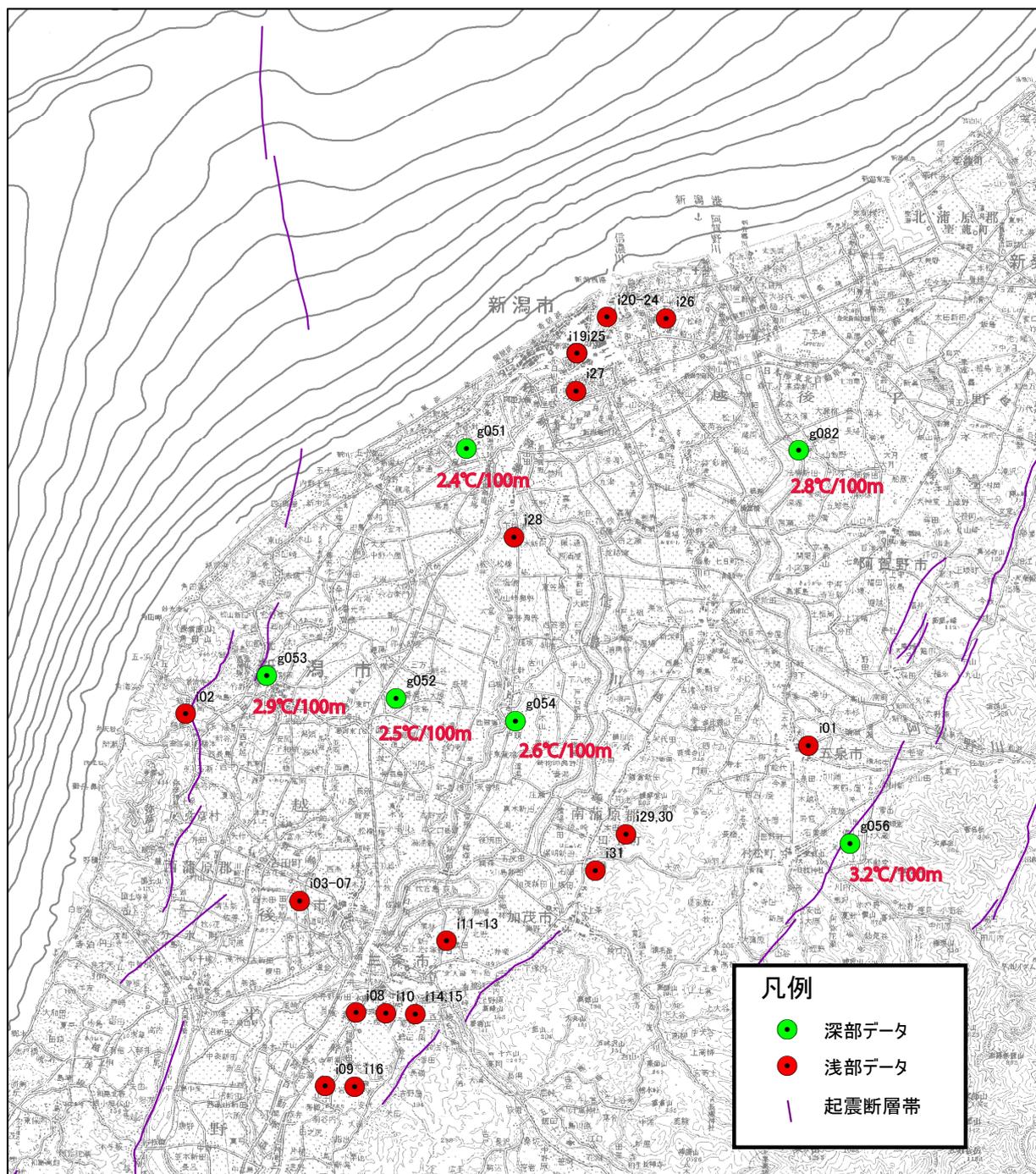
第3図 地下温度データの分布.  
Fig. 3 Location of subsurface temperature data.



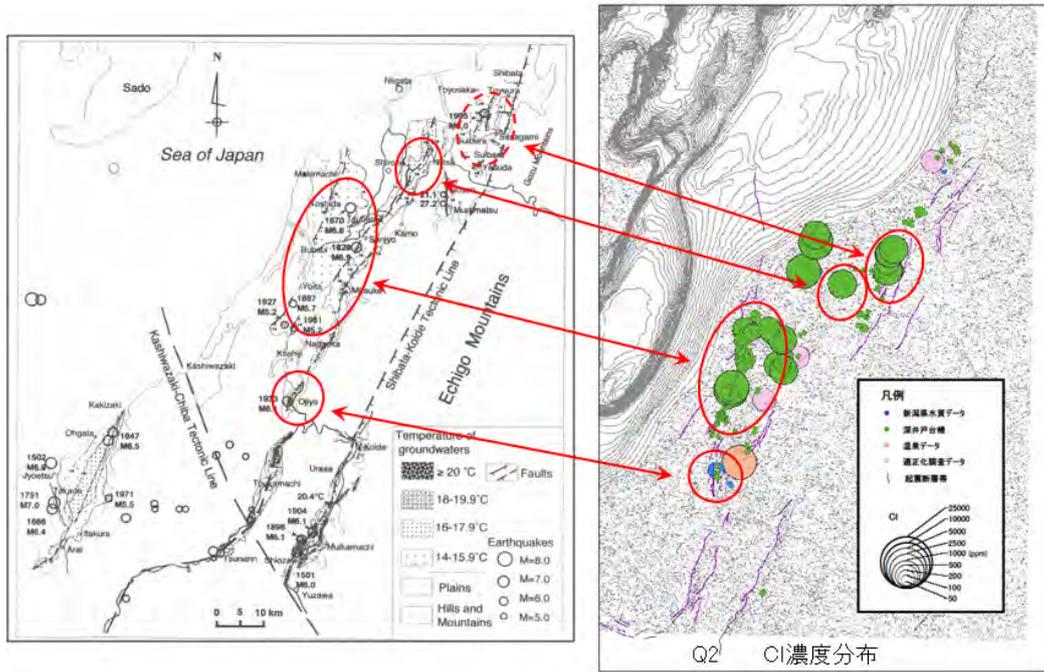
第4図 浅部地下温度データから求めた越後平野における地温勾配.  
Fig. 4 Analyzed geothermal gradient by shallow subsurface temperature.



第5図 浅部と深部地下温度データから求めた越後平野における地温勾配.  
Fig. 5 Analyzed geothermal gradient by shallow and deep subsurface temperature.



第 6 図 地温勾配の地域特性.  
 Fig. 6 Areal distribution of the geothermal gradients.



第7図 震度6域・異常高温域（左図）とCl濃度分布（右図）との比較。  
 Fig. 7 Distribution of 6 on the earthquake intensity (left) and thermal anomalies (right) and concentration of chlorine ion.

第1表 浅部地下温度データ.  
Table 1 List of shallow subsurface temperature data.

ID	経度(度)	緯度(度)	使用目的	井戸深度(m)	水温(°C)
i01	139.19	37.74	酒造用	55.2	12
i02	138.83	37.75	用水井	80	16.5
i03	138.90	37.67	消雪用水	125	16
i04	138.90	37.67	雑用水	132	15
i05	138.90	37.62	消雪用	87	13
i06	138.90	37.62	消雪用	97	13
i07	138.90	37.63	消雪用	90	13
i08	138.93	37.62	-	70	13.1
i09	138.92	37.58	消雪用	60	13
i10	138.95	37.62	雑用水	100	14
i11	138.95	37.62	冷却水	100	16
i12	138.95	37.62	冷却水	100	15
i13	138.98	37.65	消雪用	70	13
i14	138.97	37.62	消雪用	70	15.5
i15	138.97	37.62	消雪用	79.5	16
i16	138.93	37.58	消雪用	62	13
i17	138.85	38.47	消雪用	104.5	14
i18	138.85	38.45	消雪用	45	13.5
i19	139.05	37.92	-	40	20.5
i20	139.07	37.93	-	180	23
i21	139.07	37.92	さく井	30	15
i22	139.07	37.92	工業用水	30	13.5
i23	139.07	37.92	-	30	14
i24	139.07	37.92	-	30	14
i25	139.05	37.92	水源井	60	14
i26	139.10	37.93	-	30	13.5
i27	139.05	37.90	-	184.3	17.5
i28	139.02	37.83	-	205	15.5
i29	139.08	37.70	水源用	70	13
i30	139.08	37.70	水源用	110	16.5

第2表 深部地下温度データ.

Table 2 List of deep subsurface temperature data.

ID	経度(度)	緯度(度)	深度(m)	温度(°C)
g051	138.99	37.87	5007	136
g052	138.95	37.76	5015	137
g053	138.88	37.77	6310	197
g054	139.02	37.75	4903	138
g082	139.18	37.88	4625	146

第3表 浅部と深部データの比較における対応関係と解析結果.  
 Table 3 Combination of subsurface temperature data and analytic results.

深部データ	浅部データ	$\nabla T [^{\circ}\text{C}/\text{m}]$	$T_s [^{\circ}\text{C}]$
g51	i17	0.024	13.8
	i18		
	i19		
	i20		
	i21		
	i22		
	i23		
	i24		
	i25		
	i26		
	i27		
i28			
g52	i05	0.025	12.0
	i06		
	i07		
	i08		
	i09		
	i10		
	i11		
	i12		
	i14		
	i15		
	i16		
g53	i02	0.029	12.5
	i03		
	i04		
g54	i13	0.026	12.1
	i29		
	i30		
	i31		
g56	i01	0.032	10.3
g82	i26	0.028	12.7