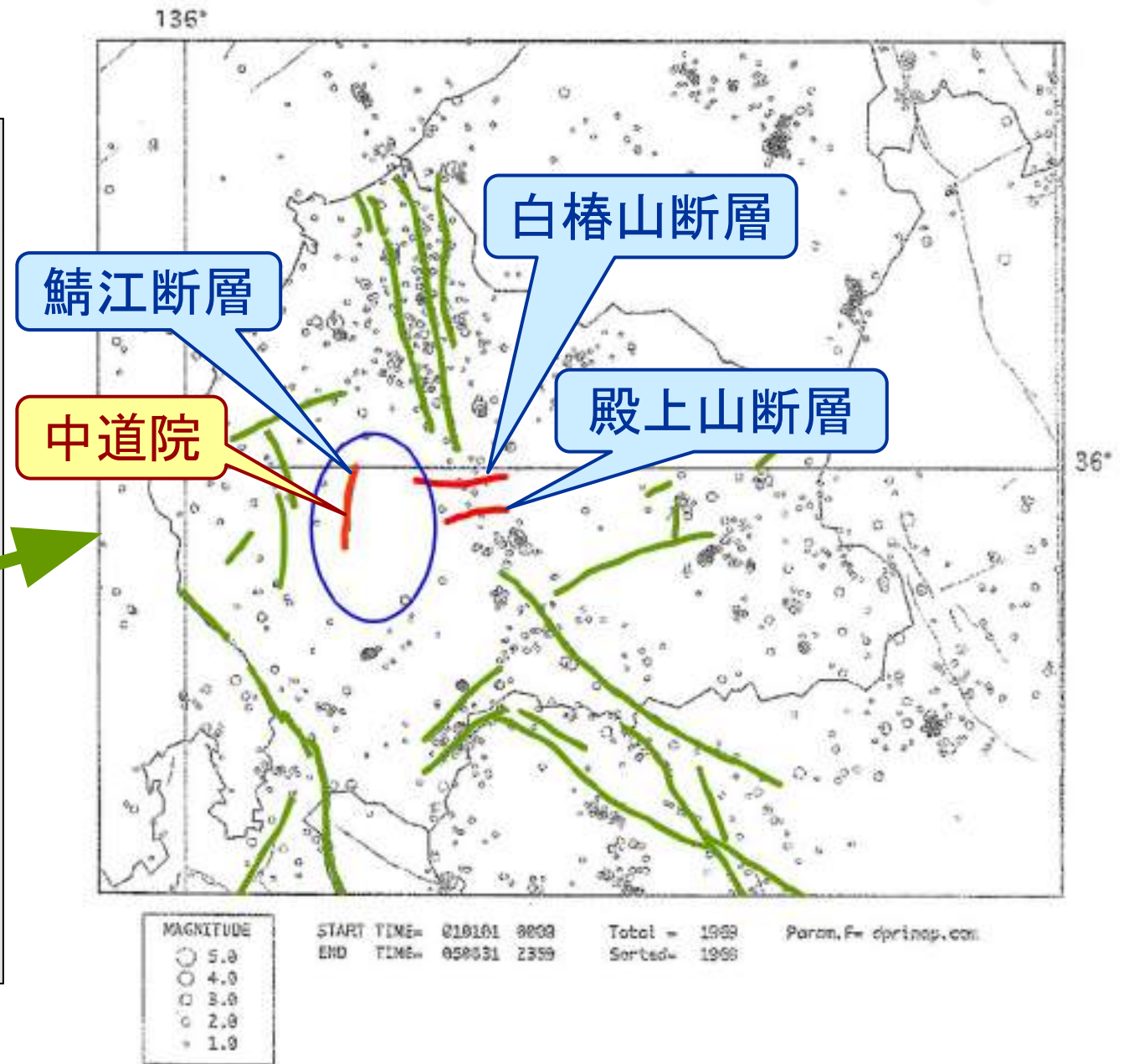
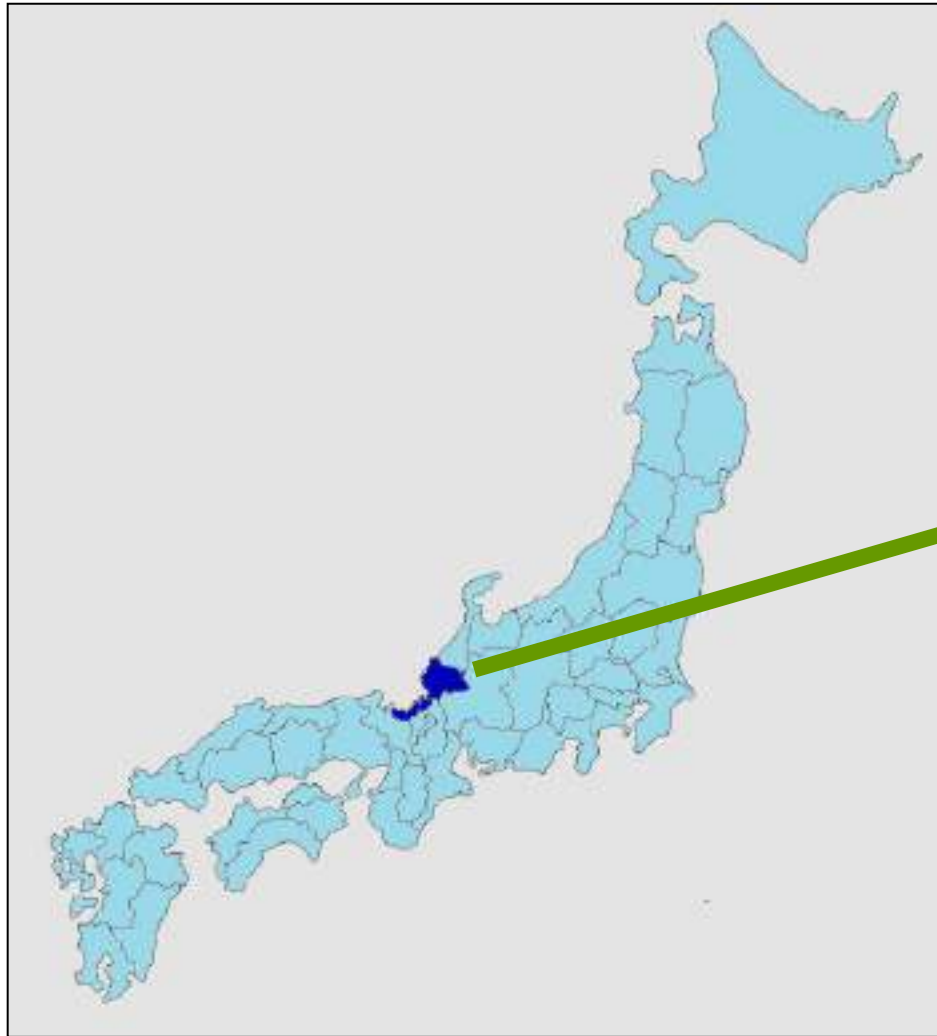


殿上山断層は鯖江断層と交差するか ～炭酸水素イオンをトレーサーとした断層のルート追跡～

福井県立武生高等学校 探究理科2年 断層班



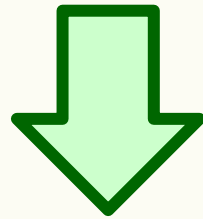
岡本ほか(2007)より引用

Fig. 6 Distribution of earthquakes with $M \geq 1.0$, $h \leq 30\text{km}$ after Okamoto et al., 2007





殿上山断層と鯖江断層の関係は不明



防災対策上きわめて
重要な情報

2つの活断層の関係を解明し、鯖江断層周辺の防災対策に協力したい。

研究方法

トレーサー

… 断層のルートを追跡するための物質

鯖江断層のトレーサー

武生高校の先行研究ではフッ化物イオンを利用

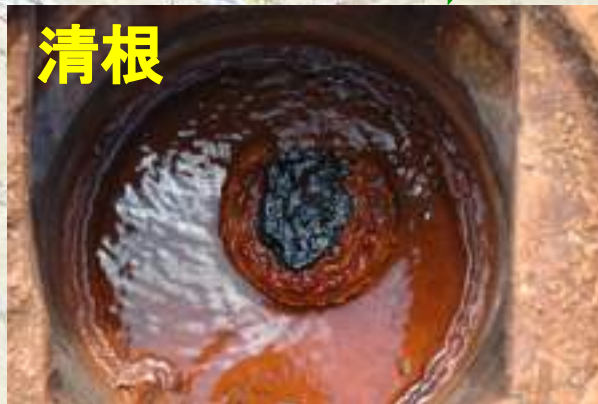


鯖江断層のルート解明

殿上山断層のトレーサーは？ ⇨ 炭酸泉に注目

炭酸泉

… 地下水に高濃度の二酸化炭素が溶け込んだもの



炭酸泉と中道院の湧き水に含まれるイオンの比較

・炭酸水素イオン (HCO_3^-)

0.1mol/L 塩酸による中和滴定

試薬：ブロモクレゾールグリーン/メチルレッド・エタノール溶液

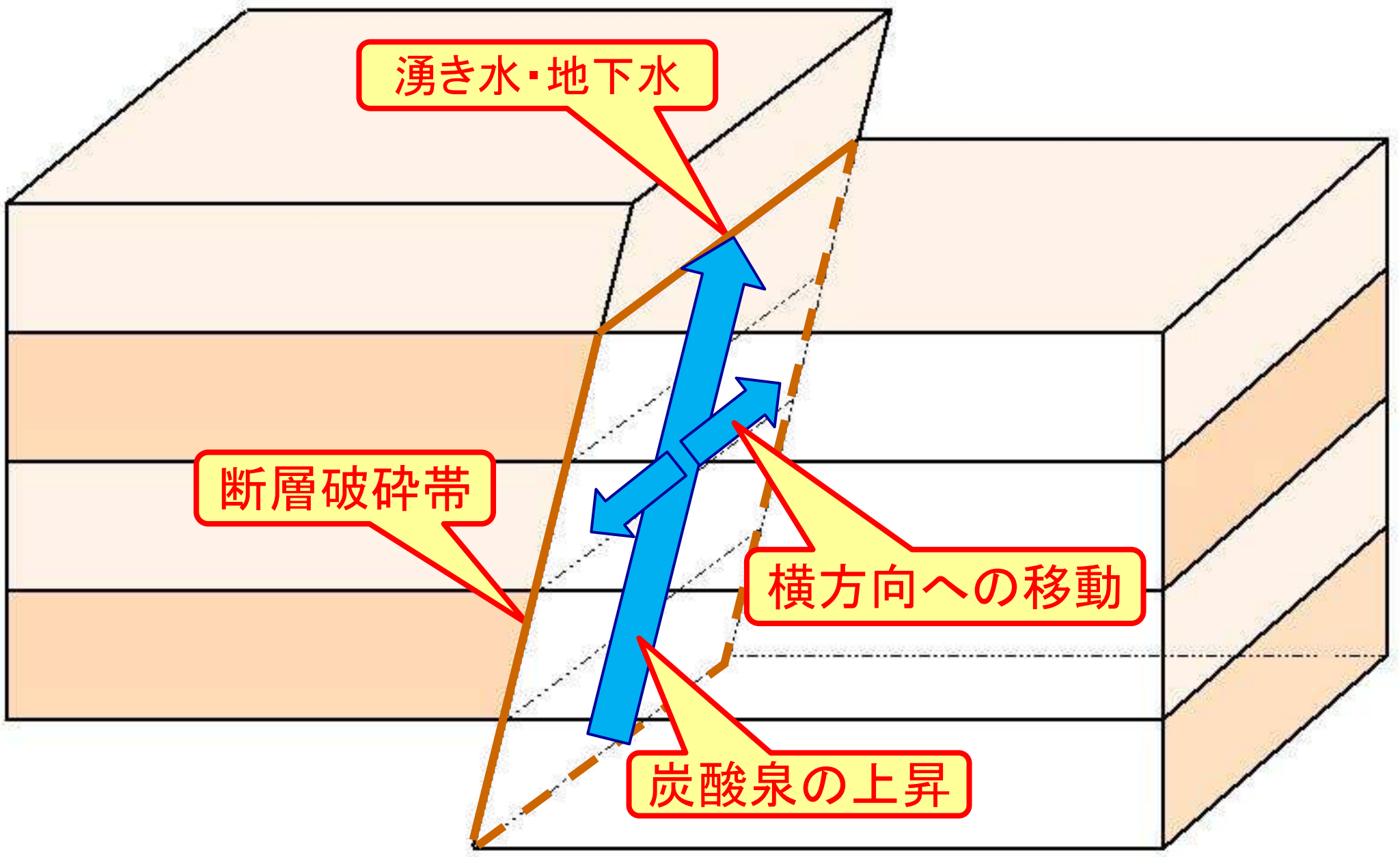
・その他のイオン (F^- 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} など)

イオンクロマトグラフィー

(単位:mg/L)

採水地		F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻
炭酸泉	上河内	—	多(測定不能)	—	122.07	2977.8
	寺中	—	47.85	—	171.90	1751.3
	清根	0.02	53.00	—	8.38	1587.7
中道院		0.51	14.48	2.16	7.45	81.2
武生高校		0.03	8.30	2.06	7.23	33.6

炭酸泉と中道院の湧き水は水質が明確に異なる。



湧き水・地下水

断層破碎帯

横方向への移動

炭酸泉の上昇

先行研究(安達ほか,2022)

湧き水や地下水中のフッ化物イオン濃度が高い地点は断層に沿って列状に並ぶ



炭酸水素イオンは殿上山断層のトレーサーとして有効

殿上山断層が西側へ伸びれば炭酸泉も西側に移動



2つの断層が交差すれば交差地点で水質の異なる水が混合

湧き水や地下水中の炭酸水素イオンやフッ化物イオンなどの濃度測定と比較



- ・殿上山断層のルート追跡
- ・殿上山断層と鯖江断層の関係解明

結果

調査範囲

福井市

日野川

鯖江断層

殿上山断層

鯖江市

中道院

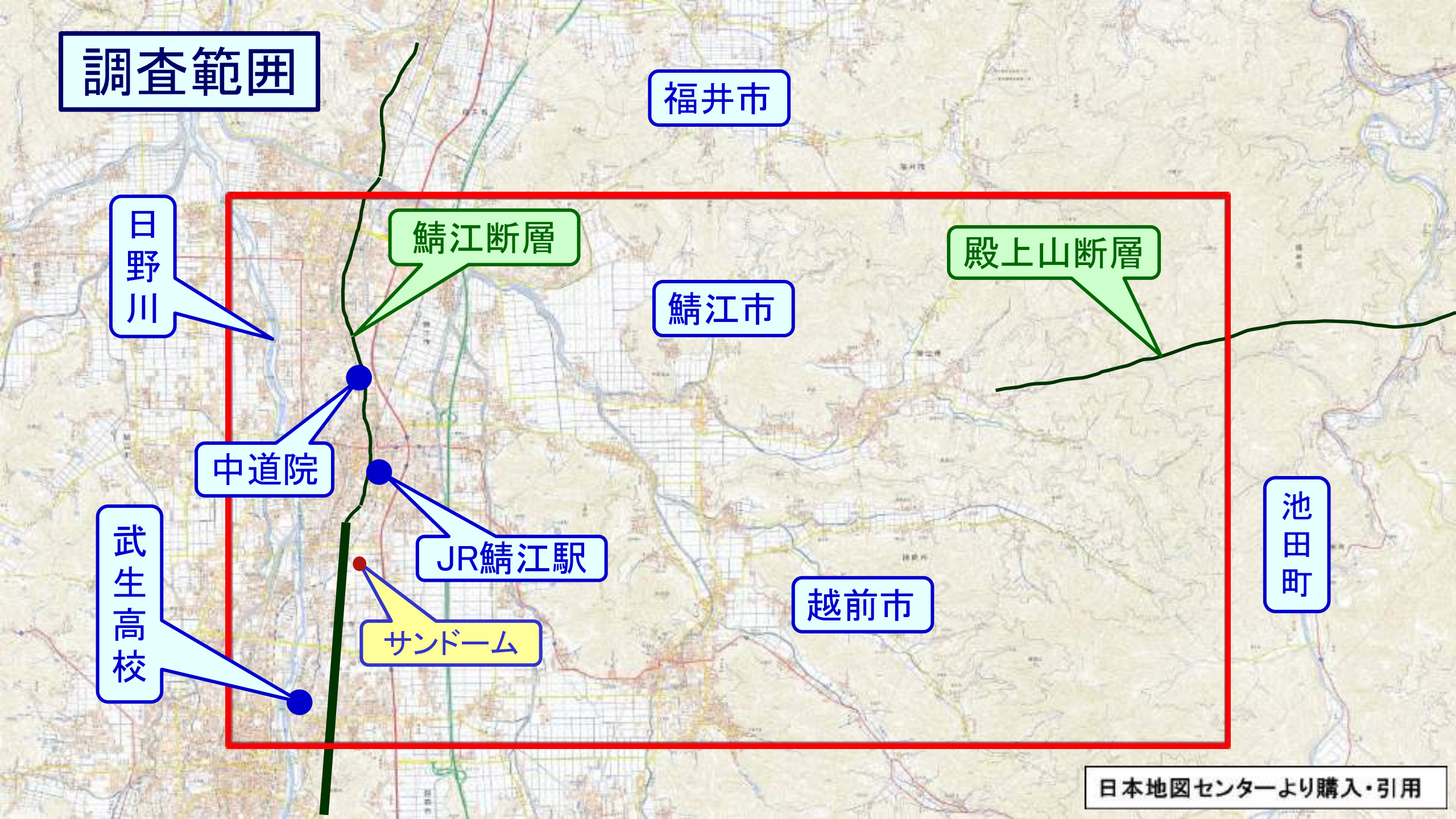
JR鯖江駅

武生高校

サンドーム

越前市

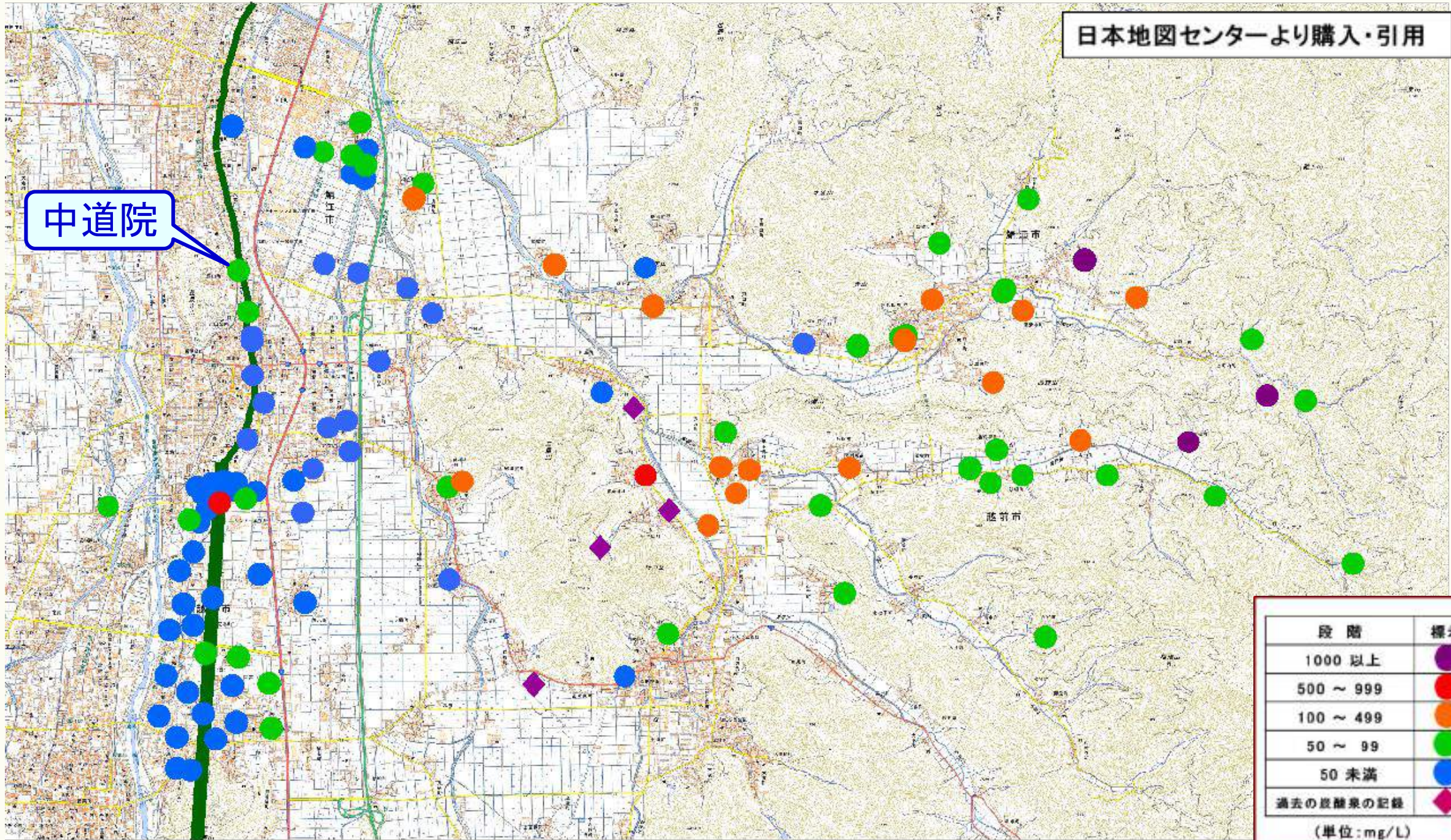
池田町



段 階	標 示
1000 以上	
500 ~ 999	
100 ~ 499	
50 ~ 99	
50 未満	
過去の炭酸泉の記録	

(単位 : mg/L)

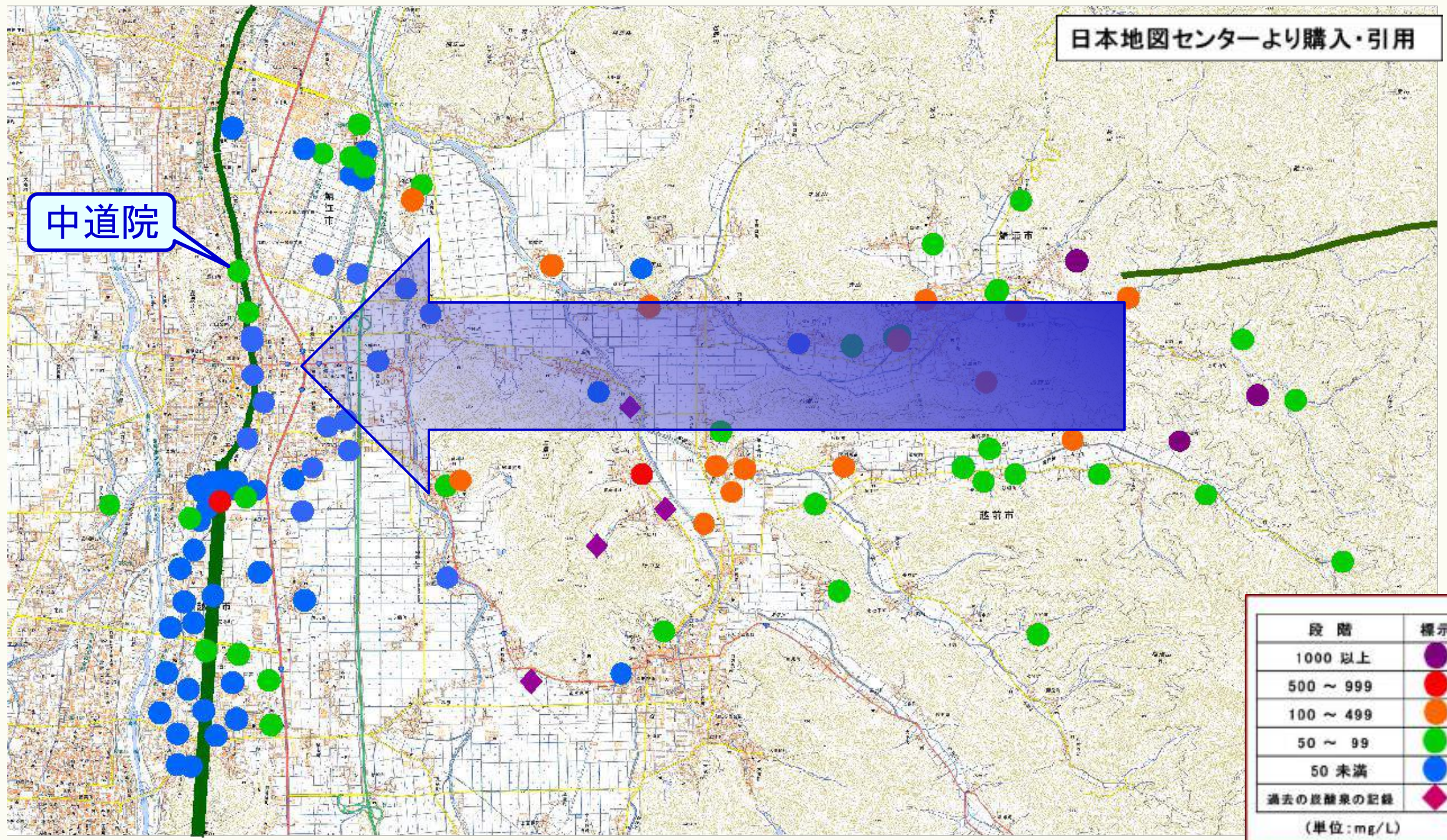
中道院



段階	標示
1000 以上	●
500 ~ 999	●
100 ~ 499	●
50 ~ 99	●
50 未満	●
過去の遊離臭の記録	◆

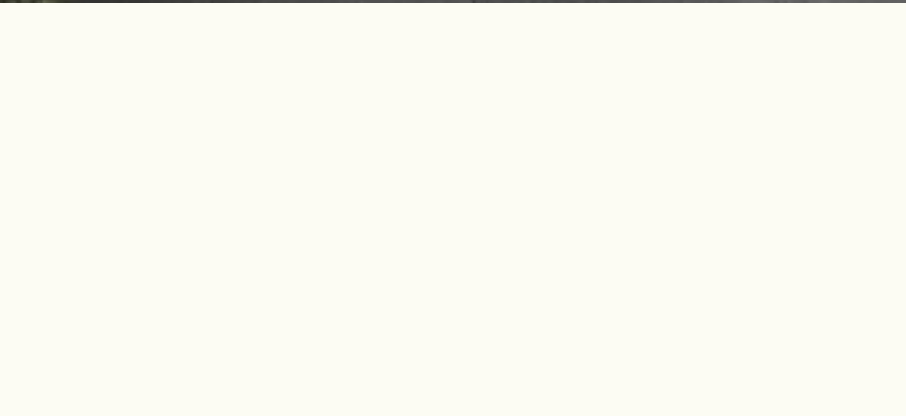
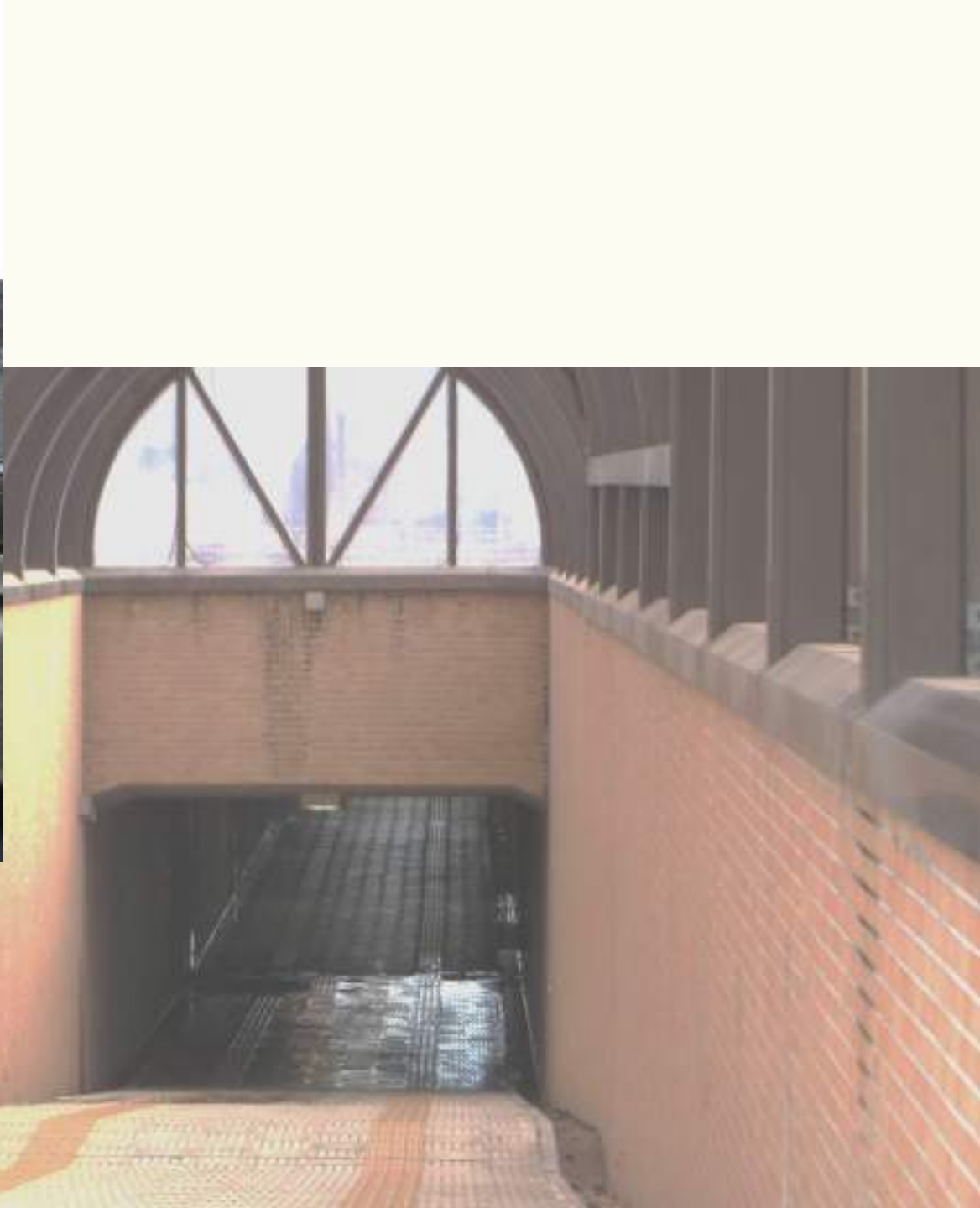
(単位: mg/L)

中道院



段階	標示
1000 以上	紫丸
500 ~ 999	赤丸
100 ~ 499	オレンジ丸
50 ~ 99	緑丸
50 未満	青丸
過去の硝酸濃度の記録	紫菱形

(単位: mg/L)



(単位:mg/L)

採水地		F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻
炭酸泉	上河内	—	多(測定不能)	—	122.07	2977.8
	寺中	—	47.85	—	171.90	1751.3
	清根	0.02	53.00	—	8.38	1587.7
中道院		0.51	14.48	2.16	7.45	81.2
JR地下道(舟津4)		0.21	21.82	35.66	71.38	648.0
武生高校		0.03	8.30	2.06	7.23	33.6

地下道の水

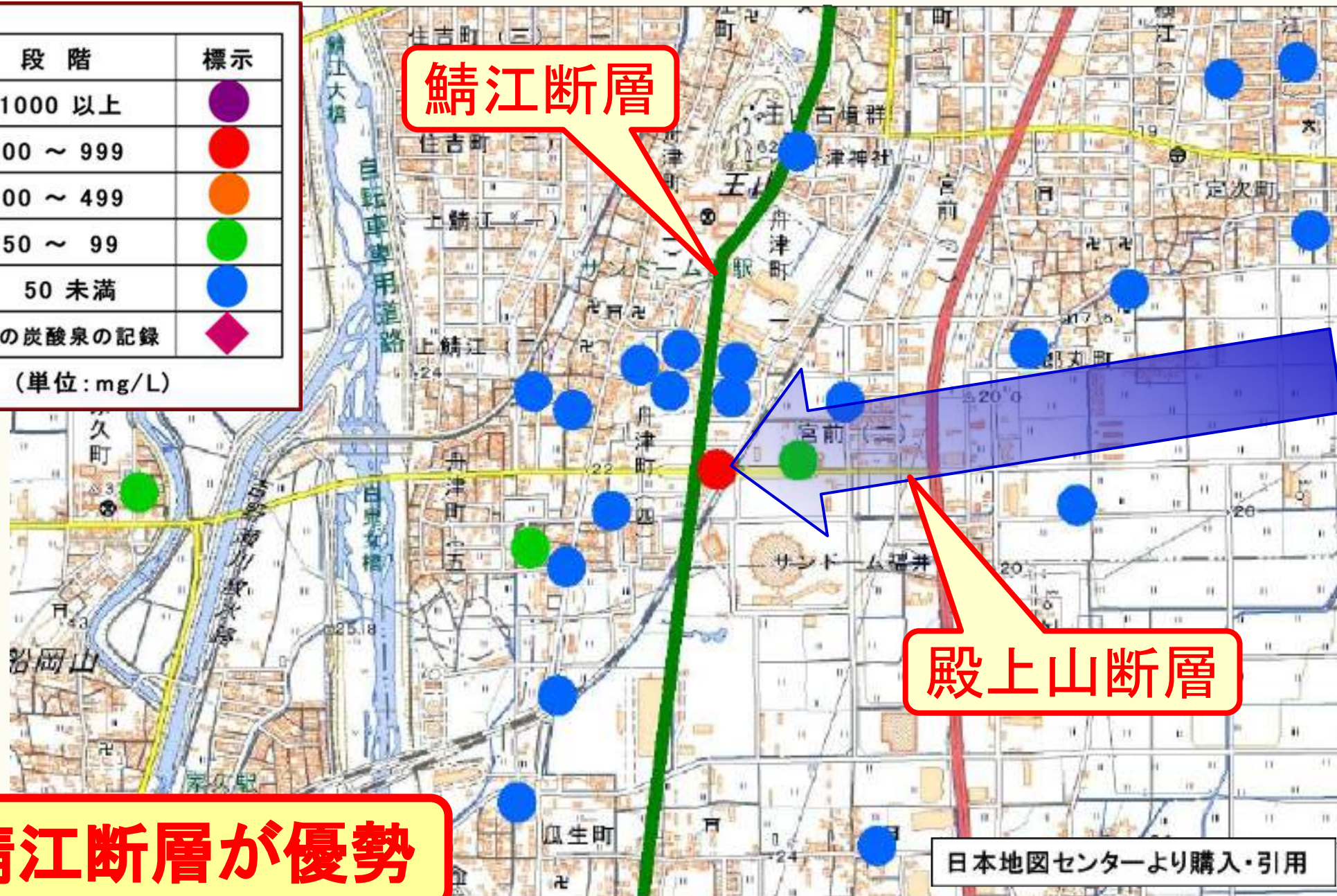
殿上山断層と鯖江断層に伴う地下水の
双方の水質を含む

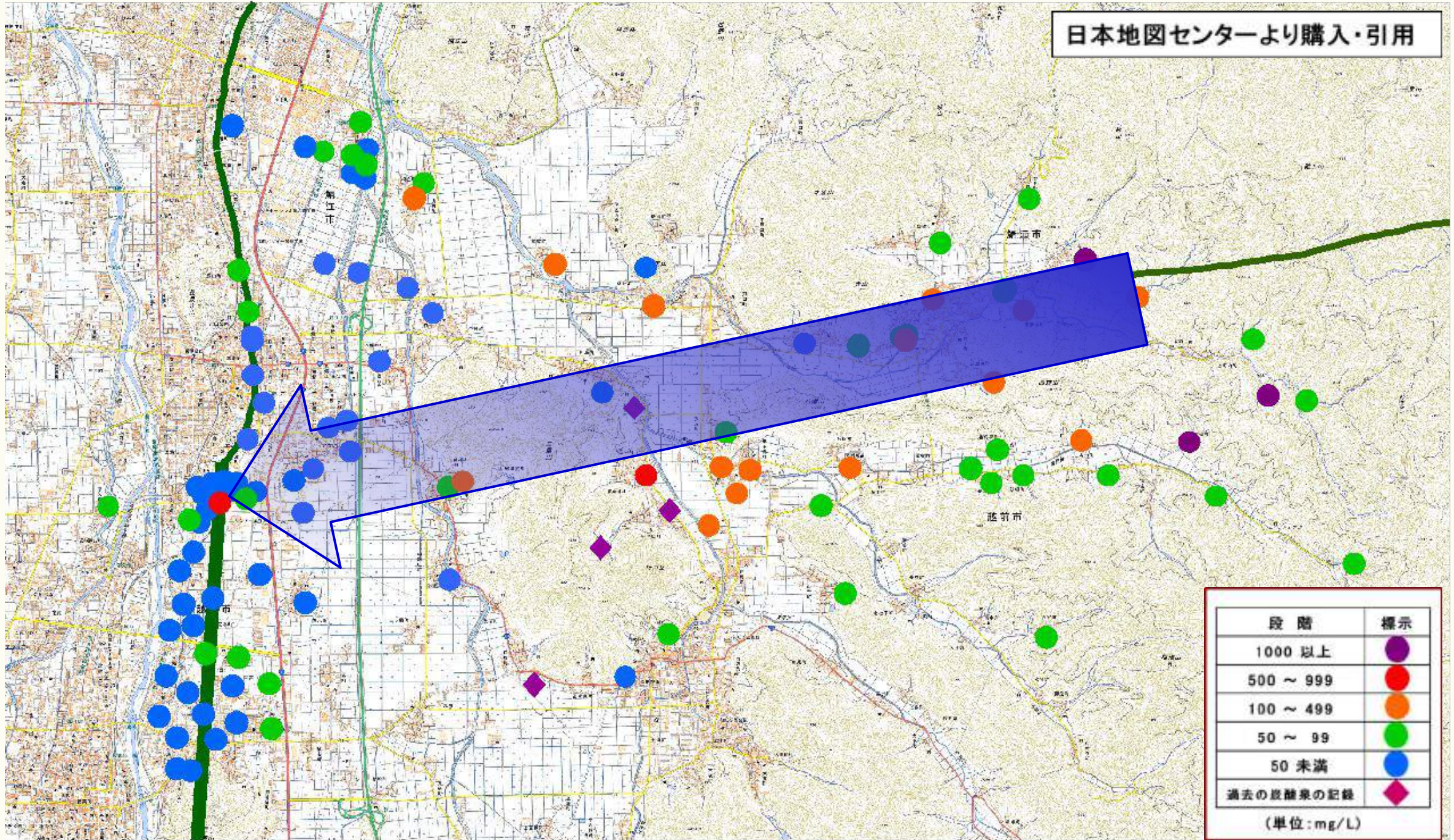


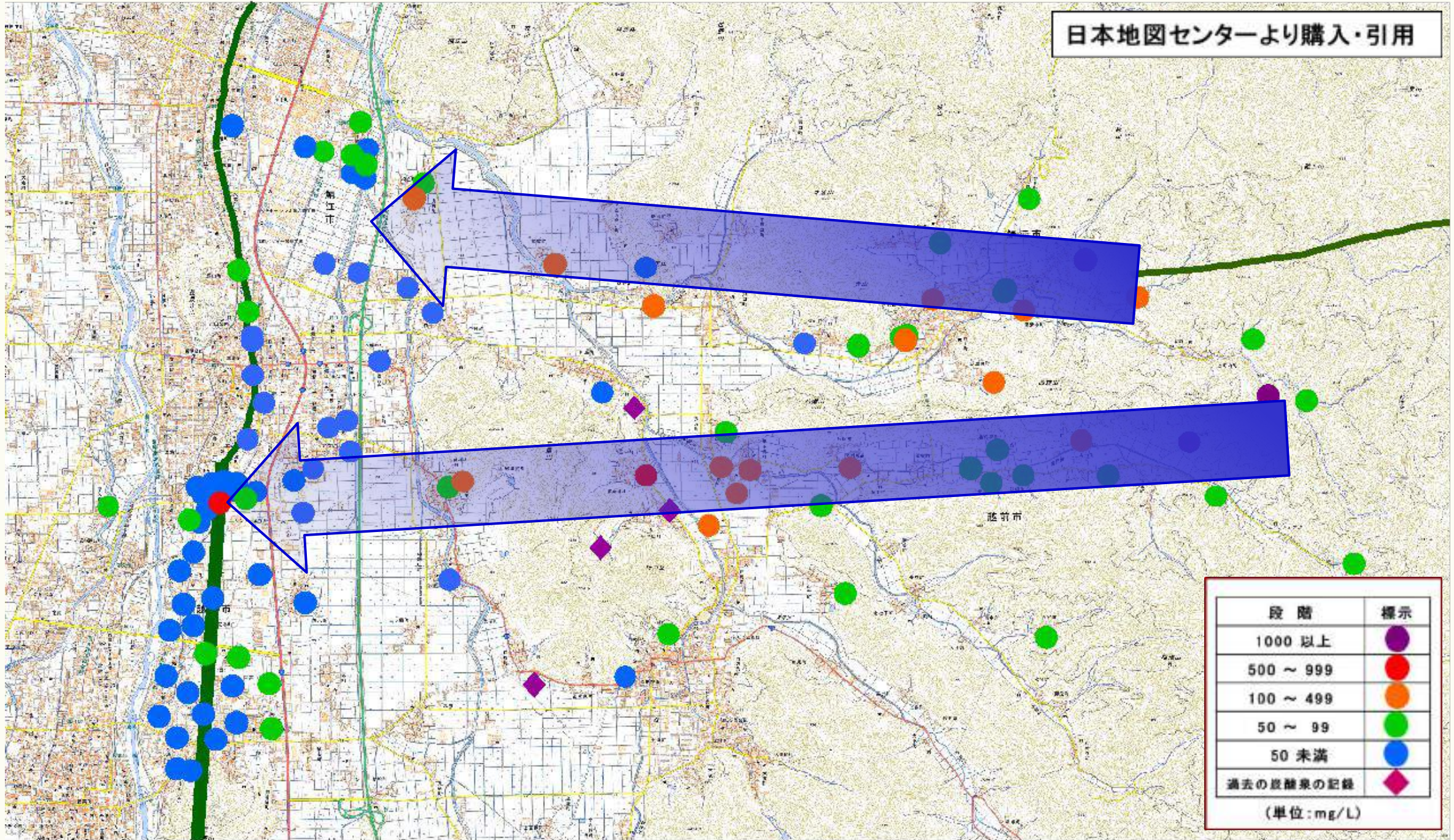
2つの断層に伴う地下水が地下道付近で混合

段階	標示
1000 以上	● (紫)
500 ~ 999	● (赤)
100 ~ 499	● (オレンジ)
50 ~ 99	● (緑)
50 未満	● (青)
過去の炭酸泉の記録	◆ (紫)

(単位: mg/L)

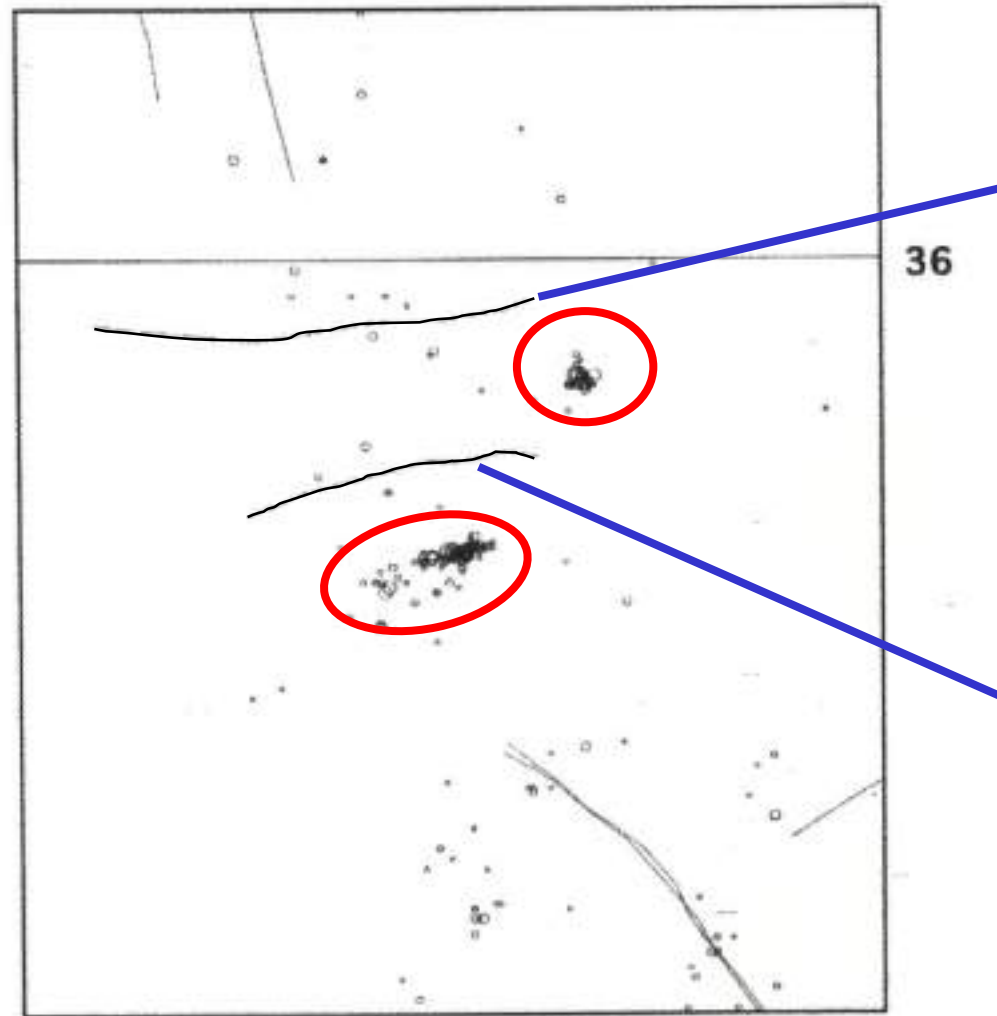






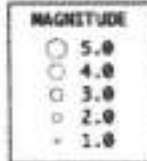
EQ Distribution at Eastern Sabae City

- '060401 - '090331, $M \geq 1.0$, $H \leq 20\text{km}$ -



白椿山断層

殿上山断層



START TIME= 060401 0000
END TIME= 090331 2359

Total = 180
Sorted= 180

Param. F= eqrtmap.com

岡本ほか(2014)より引用

白樺山断層

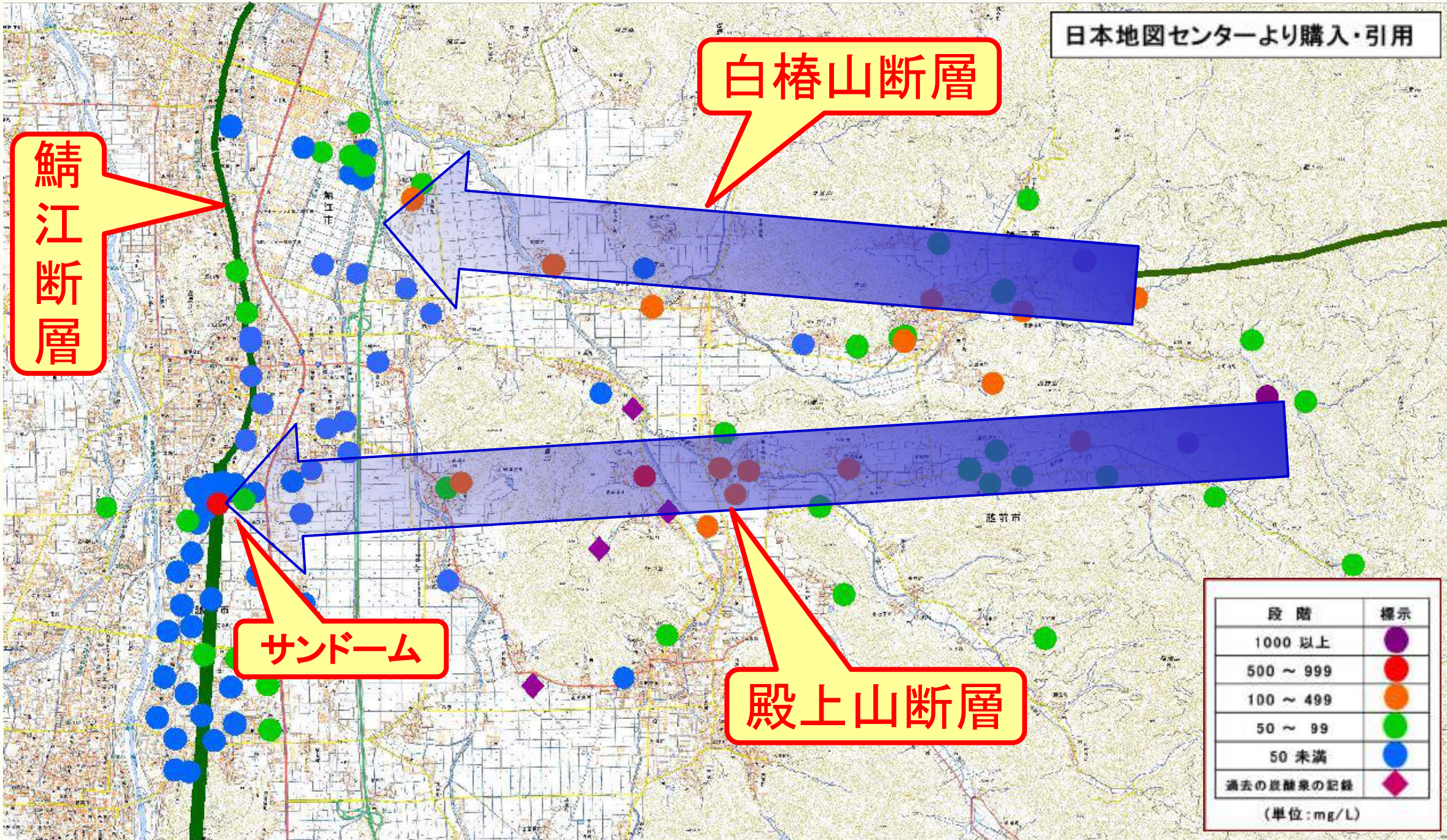
鯖江断層

サンドーム

殿上山断層

段階	標示
1000 以上	紫
500 ~ 999	赤
100 ~ 499	オレンジ
50 ~ 99	緑
50 未満	青
過去の温泉泉の記録	紫菱形

(単位: mg/L)



まとめ

1. 殿上山断層のトレーサーとして炭酸水素イオンが有効であること。
2. 殿上山断層は、考えられていたルートよりも西側に伸びていること。
3. 殿上山断層は鯖江断層のサンドーム付近の直前で止まり、交差はせず、鯖江断層の方が優勢であること。

今後の課題

殿上山断層と白椿山断層の実際の
位置等を含めた状況の解明

謝 辞

研究を進めるにあたり、お世話になった先生方に御礼申し上げます。

- ・ 断層や湧き水に含まれるイオン等に関する御教示

福井工業高等専門学校 岡本 拓夫 教授

- ・ 湧き水や地下水のイオンの分析

教育総合研究所 理科教育課 今澤 泰秀 課長

- ・ 三里山の炭酸泉に関する御教示

鯖江市下新庄町 木水 理 氏

参考文献

- 安達美悠ほか,2022. 沖積層に覆われた断層のルート解明に挑む. 武生高校課題研究論文集.
- 石塚千夏ほか,2020. 湧き水を用いて断層のルートを探る. 武生高校課題研究論文集.
- 環境省自然環境局,2014. 鉱泉分析法指針(平成26年改訂):163pp.
- 岡田篤正,1979. 愛知県地質・地盤(その4)(活断層). 愛知県防災会議地震部会.
- 岡本拓夫ほか,2007. 鯖江断層トレンチ調査-経緯-.福井高専研究紀要(41).
- 岡本拓夫ほか,2008. 2007年12月21日に鯖江市東部付近で発生したM4.5について. 月刊地球,30(10).
- 岡本拓夫ほか,2010. 福井県鯖江市付近に認められる低地震活動域とそのテクトニクス.福井高専研究紀要(44).
- 岡本拓夫ほか,2014. 鯖江市東部に認められる地震活動帯を分ける断層構造について.福井高専研究紀要(48).
- 大友奈々ほか,2021. 湧き水を用いて村国山における断層のルートを解明. 武生高校課題研究論文集.

ご清聴ありがとうございました。

V : 試料採取量 (mL)

v_1 : フェノールフタレイン溶液添加後の0.1 mol/L 塩酸の消費量 (mL)

v_2 : 混合溶液添加後の0.1 mol/L 塩酸の消費量 (mL)

とするとき次の場合に応じて計算する。

(1) $v_1=0$ mL のとき炭酸水素イオンとしてのみ溶存するものとし、

$$\text{HCO}_3^- (\text{mg/L}) = \frac{v_2 \times 6102}{V}$$

により求める。

(2) $2v_1 < v_2$ のとき、炭酸水素イオンおよび炭酸イオンが溶存し、

$$\text{HCO}_3^- (\text{mg/L}) = \frac{(v_2 - 2v_1) \times 6102}{V}$$

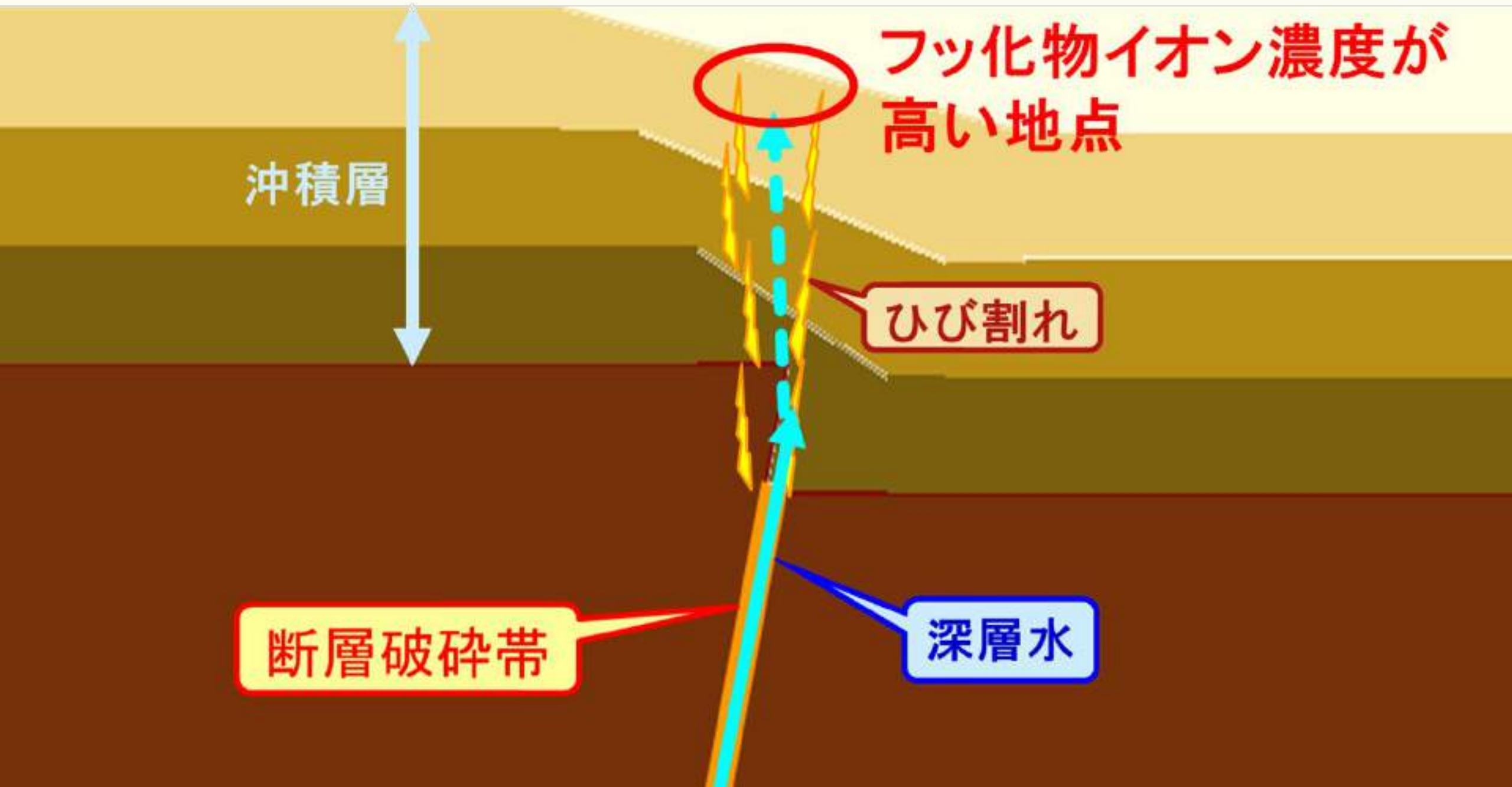
$$\text{CO}_3^{2-} (\text{mg/L}) = \frac{2v_1 \times 3001}{V}$$

により計算する。

(3) $2v_1 = v_2$ のとき、炭酸イオンとしてのみ溶存し

$$\text{CO}_3^{2-} (\text{mg/L}) = \frac{2v_1 \times 3001}{V}$$

により計算する。



フッ化物イオン濃度が高い地点

沖積層

ひび割れ

断層破碎帯

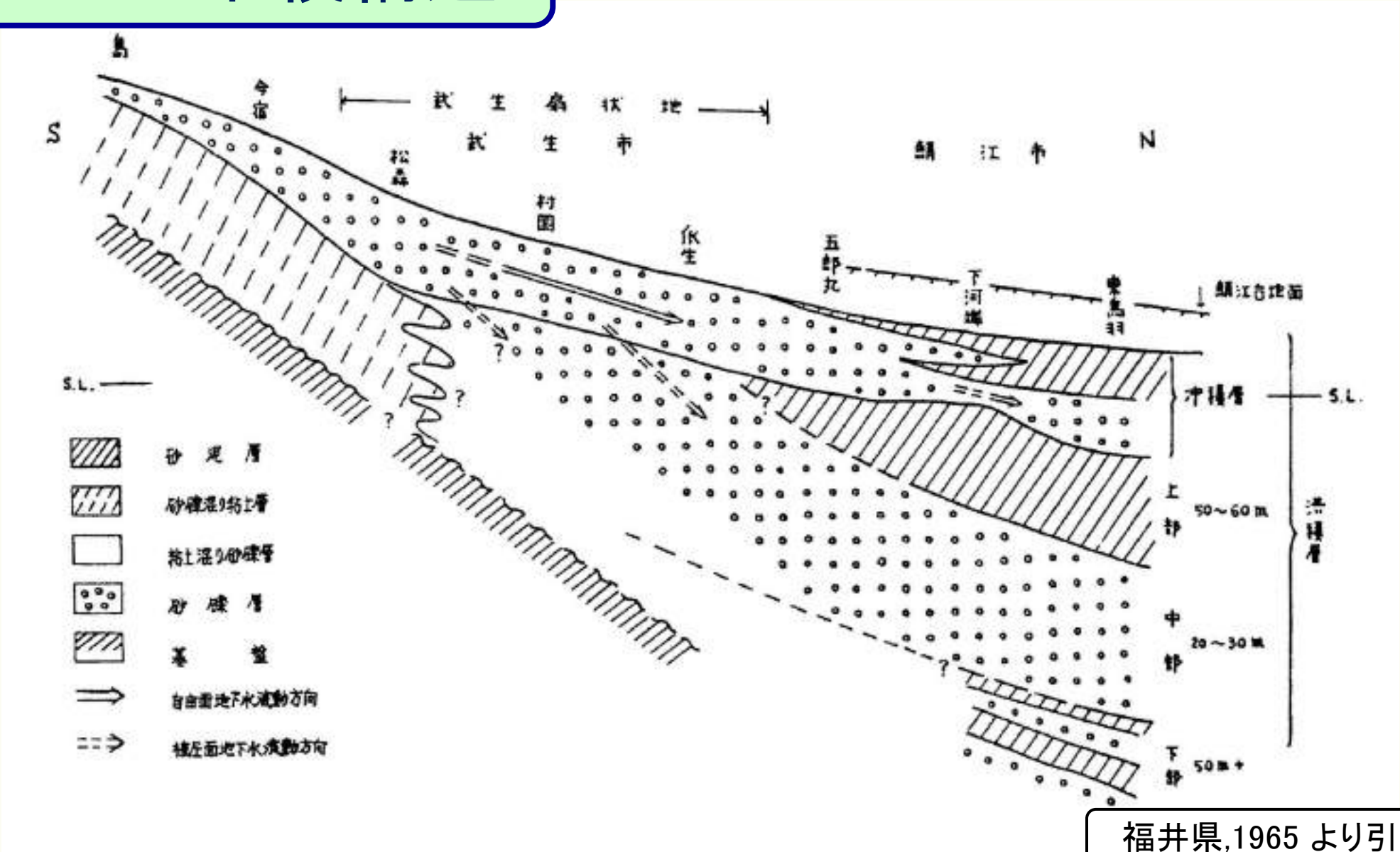
深層水

伏流水の移動



北陸農政局計画部, 1977 より引用

地下の堆積構造



福井県, 1965 より引用