

令和 6 年度に判明した地下水汚染について

1 はじめに

水質汚濁防止法第 15 条に基づき、令和 6 年度に行った地下水概況調査において、西区野方の地下水で「総水銀」の環境基準値の超過が判明したため、汚染原因の推定等を行うものである。

2 汚染の概況

令和 6 年 7 月に実施した概況調査において、西区野方の 1 井戸（以下、「汚染井戸」という。）で「総水銀」が 0.0007 mg/L 検出された（環境基準：0.0005 mg/L 以下）。当該井戸の深さは 50 m であり、生活用水として使用されている（表 1）。

令和 6 年 10 月に実施した汚染井戸周辺地区調査では、汚染井戸及びその周辺半径 250 m の 15 井戸を調査した結果、汚染井戸と周辺井戸 1 井戸から環境基準値を超える「総水銀」が検出された（汚染井戸：0.0008 mg/L、周辺井戸⑭：0.0009 mg/L）（表 1）。周辺井戸⑭の井戸の深さは不明であり、飲用として使用されている。なお、環境基準値超過が確認された 2 井戸のいずれからもアルキル水銀化合物は検出されなかった。調査井戸の位置を図 1 に示す。

3 汚染原因調査等

（1）土地の利用履歴等

汚染井戸周辺の航空写真を図 2 に示す。対象地域は、住居専用地域であり、主に住宅地や農地として利用されている。汚染井戸の東側では野方川と十郎川が合流し北方へ流下しており、河川から西側にかけてやや小高くなっている地形である。航空写真及び住宅地図より、汚染井戸の北西側にあった農地では、果樹園や畑としての利用が確認され（図 2：1969 年～2007 年）、川沿いの一部の土地では、田としての利用が確認された※（図 2：1969 年～2020 年）。また、航空写真、住宅地図及び公的資料（水質汚濁防止法、下水道法等の届出等）からは、周辺に水銀の汚染源となるような工場や事業場及び廃棄物埋立処分場等は確認されなかった。

（2）地下水の化学性状に関する調査

地下水のイオン分析の結果を表 2 に、トリリニアダイアグラムを図 3 に、ヘキサダイアグラムを図 4 に示す。水銀が検出された地下水は、I 型（アルカリ土類炭酸塩型）あるいは IV 型（アルカリ非炭酸塩型）の性状を示しており、非検出地下水との間に明確な性状の違いは見られなかった。

（3）福岡市における過去の水銀汚染の事例

「水銀」の地下水汚染については、これまで南区長丘・老司・鶴田・屋形原（総水銀の最高検出濃度：0.018 mg/L、以下すべて最高検出濃度）、博多区金隈・井相田・立花寺・板付・東雲町（0.026 mg/L）、博多区那珂（0.0030 mg/L）、早良区小田部（0.020 mg/L）、城南区樋井川・片江・南片江（0.0026 mg/L）、東区青葉（0.0046 mg/L）において判明しており（図 5）、いずれも花崗岩中に存在する断層裂かに沿って水銀ガスが上昇し、それが地下水に混入したことが原因であるとされ、その機構として「福岡市地下水汚染対策委員会」において図 6 のモデルが示されている。また、過去の委員会報告では、水銀が検出された地下水と非検出地下水との間には地下水の性状や井戸の深さとの関連はないことが報告されている^{1,2)}。

※水銀含有農薬は、イネのいもち病対策や種子消毒等に使用されていた農薬であるが、昭和 48 年に全て使用が禁止されている。

(4) 汚染地区における地質及び断層との関係に関する調査

図7に地質断面図を、図8及び図9に地質平面図を示す。今回水銀汚染が確認された西区野方の地質は砂礫、砂質土、粘性土となっており、基盤岩は花崗岩である。また、近傍では南東から北西方向に2本の断層が存在している。過去の福岡市における地下水水銀汚染の事例では、水銀検出井戸は断層線上に沿って近傍に存在していた¹⁻³⁾。

(5) 土壌中水銀蒸気調査

水銀蒸気が断層裂かに沿って上昇するとの報告^{1,2)}があることから、汚染井戸から半径250 m以内の11地点において、土壌空気中の水銀量を金アマルガム法(図10、直径1.0 mm、長さ100 mm、純度99.55%の金線を、土中深さ50 cmの位置に7日間吊るし、水銀蒸気を捕集する方法)により調査した。調査結果を表3及び図11に示す。調査を行った全ての地点で水銀の検出が見られ、汚染井戸周辺とその北西方向の地点で水銀捕集量が高い傾向にあった。自然由来水銀による地下水汚染事例の特徴として、地下水中的水銀濃度分布と土壌空気中の水銀蒸気量分布の間に密接な関連が認められている³⁾。本調査において、地下水の水銀が検出された地点では、土壌中の水銀捕集量が高い傾向にあり、概ね同様の特徴を示していた。

(6) 汚染原因調査まとめ

以上を踏まえ、西区野方における地下水中の「総水銀」の環境基準値超過は、過去の事例と同様に、断層裂かに沿って地殻中の水銀蒸気が上昇し地下水に混入した自然的原因によるものと考えられた。

4 健康への影響

今回の調査では、体内に吸収・蓄積しやすく神経系への影響が大きいとされているメチル水銀やエチル水銀などのアルキル水銀化合物は検出されなかったため、検出された水銀は、毒性の低い金属水銀か無機水銀化合物であると考えられた。また、今回検出された濃度(最大0.0009 mg/L)では、毎日飲用したとしても通常の食生活をしている限り、FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議(JECFA)が設定した暫定耐容週間摂取量(無機水銀4 µg/kg 体重/週)を下回っており、健康への影響はないと考えられる。

5 飲用指導・今後の対応等

環境基準値超過が判明した井戸については、判明後速やかに井戸の所有者に対して飲用を控えるように指導した。

また、今回の地下水汚染が自然的原因によるものと推定されるため、環境省作成の「地下水質モニタリングの手引き」⁴⁾に従い、継続監視は行わず、本調査をもって終了とする。

6 参考資料

- 1) 福岡市地下水汚染対策検討委員会(平成17年2月): 城南区地下水水銀検出原因究明等調査報告書
- 2) 福岡市地下水汚染対策検討委員会(平成20年6月): 平成19年度に判明した地下水汚染について
- 3) 島田允堯: 自然由来重金属と環境汚染—応用地質学・地球化学的データバンクー, 愛智出版, 2014
- 4) 環境省水・大気環境局地下水・地盤環境室(平成20年8月): 地下水質モニタリングの手引き

表1 西区野方における地下水の水質測定結果（総水銀等）の概要

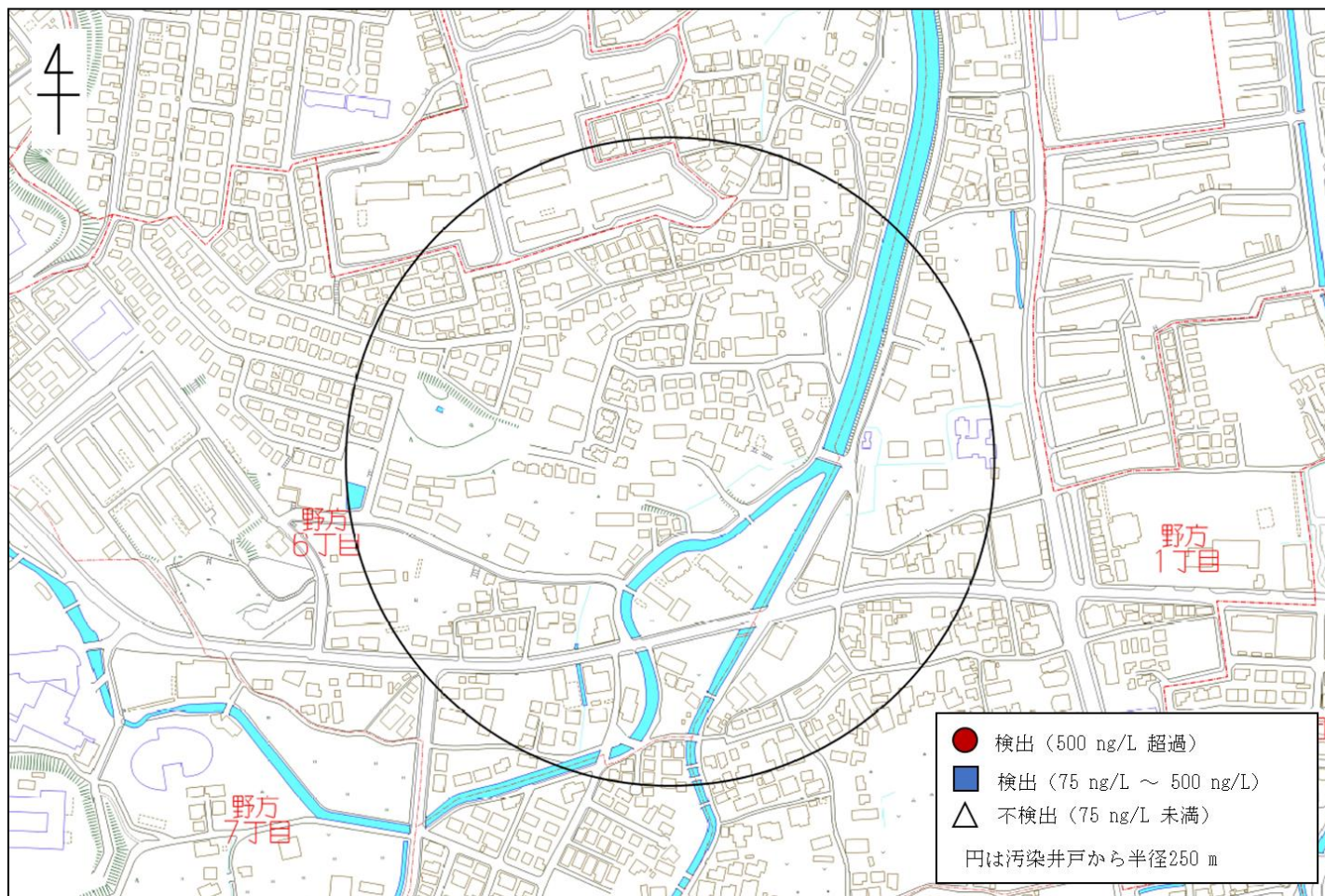
| 採水日 | 地点名 | 総水銀 ^{※1、2} (mg/L) | アルキル 水銀 ^{※3} (mg/L) | 水温 (℃) | E C (mS/m) | p H | 井戸の 深さ(m) | 井戸の 用途 ^{※4} |
|-----------|-------|-------------------------------|------------------------------------|-----------|---------------|-----|--------------|-------------------------|
| R6. 7. 16 | 汚染井戸 | 0.0007 (0.00075) | 検出されず | 18.6 | 26 | 6.0 | 50 | 生活用 |
| R6. 10. 9 | | 0.0008 (0.00087) | 検出されず | 20.3 | 26 | 6.1 | | |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸① | <0.0005 | 検出されず | 20.4 | 21 | 6.2 | 30 | 一般飲用 生活用 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸② | <0.0005 | 検出されず | 21.6 | 20 | 6.1 | 不明 | 一般飲用 生活用 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸③ | <0.0005 | 検出されず | 20.0 | 21 | 6.1 | 30 | 一般飲用 生活用 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸④ | <0.0005 | 検出されず | 20.6 | 22 | 6.2 | 不明 | 一般飲用 生活用 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑤ | <0.0005 | 検出されず | 21.4 | 21 | 6.3 | 不明 | 一般飲用 生活用 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑥ | <0.0005 | 検出されず | 19.6 | 19 | 6.2 | 30 | 一般飲用 生活用 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑦ | <0.0005 (0.000079) | 検出されず | 21.4 | 20 | 6.3 | 不明 | 一般飲用 生活用 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑧ | <0.0005 (0.00012) | 検出されず | 21.4 | 18 | 6.1 | 60 | 一般飲用 生活用 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑨ | <0.0005 (0.00023) | 検出されず | 19.8 | 32 | 6.2 | 30 | 一般飲用 生活用 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑩ | <0.0005 | 検出されず | 19.5 | 22 | 6.4 | 25 | 生活用 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑪ | <0.0005 | 検出されず | 20.1 | 22 | 6.0 | 30 | 一般飲用 生活用 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑫ | <0.0005 | 検出されず | 21.0 | 22 | 6.6 | 42 | 一般飲用 生活用 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑬ | <0.0005 | 検出されず | 18.9 | 21 | 6.0 | 20～30 | 一般飲用 生活用 農業用 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑭ | 0.0009 (0.00092) | 検出されず | 19.0 | 24 | 5.7 | 不明 | 一般飲用 生活用 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑮ | <0.0005 (0.00048) | 検出されず | 19.3 | 20 | 6.0 | 30 | 一般飲用 生活用 |

※1 総水銀の環境基準値：0.0005 mg/L 以下

※2 報告下限値は0.0005 mg/Lであるが、参考として、分析機関の定量下限値（0.000075 mg/L）以上の値を括弧書きで記載

※3 アルキル水銀の環境基準値：検出されないこと

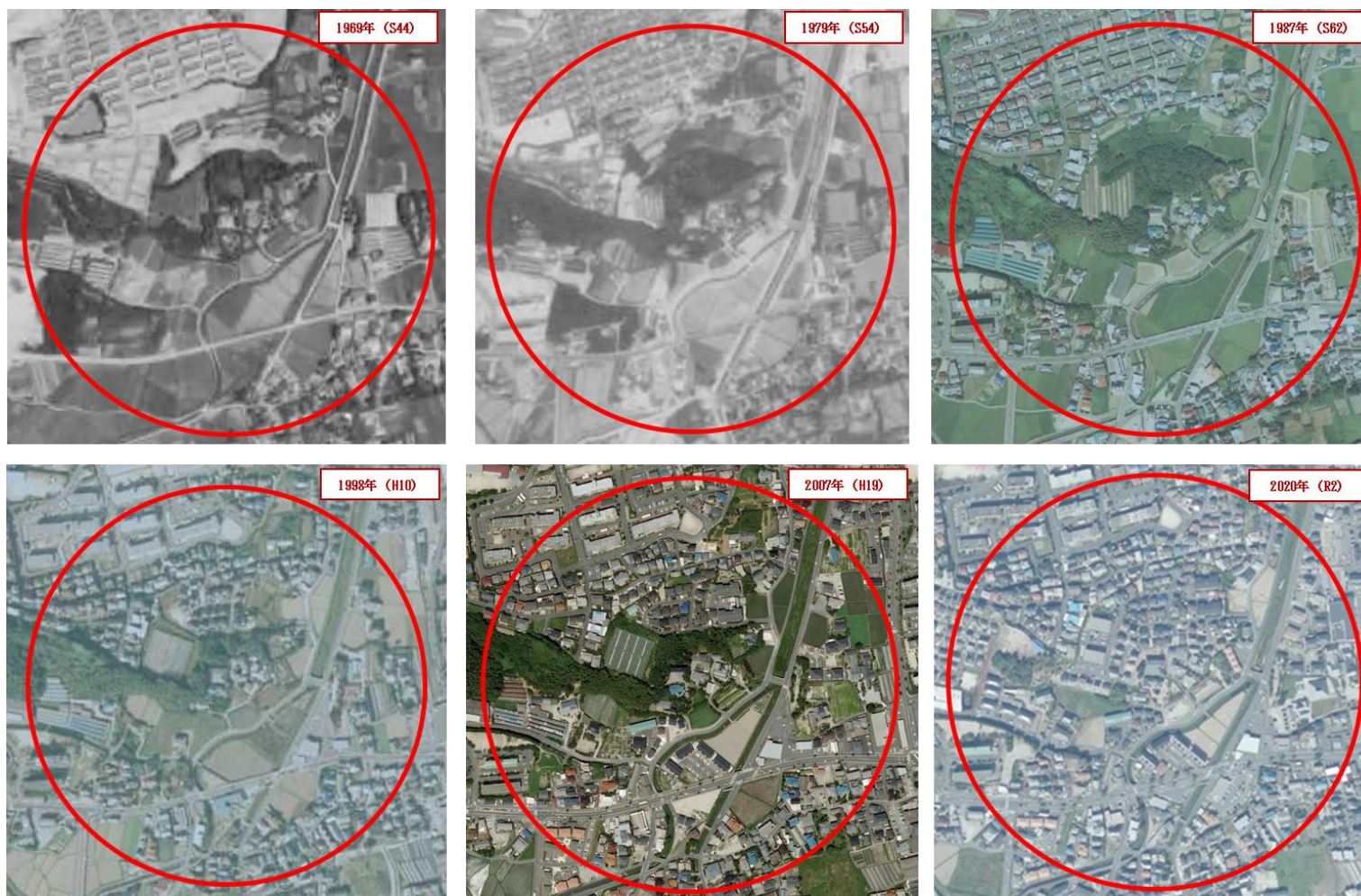
※4 汚染井戸及び周辺井戸⑭については、飲用不適であることを指導済み



※1 採水日：令和6年7月16日

※2 採水日：令和6年10月9日

図1 調査井戸の位置及び地下水の水質測定結果（総水銀）



※赤円は汚染井戸から概ね半径 250 m を示す。

図2 航空写真（西区野方）

表2 西区野方における地下水の水質測定結果（イオン濃度及び当量濃度）

| 採水日 | 地点名 | イオン濃度 (mg/L) | | | | | | | |
|-----------|-------|-----------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------------|--|
| | | Na ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ | NO ₃ ⁻ | 総アルカリ度 (HCO ₃ ⁻) |
| R6. 10. 9 | 汚染井戸 | 31 | 2. 6 | 15 | 2. 9 | 34 | 17 | 18 | 51 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸① | 26 | 1. 4 | 15 | 2. 8 | 22 | 7. 1 | 6. 1 | 75 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑥ | 22 | 1. 7 | 13 | 2. 4 | 15 | 17 | 3. 6 | 59 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑨ | 35 | 2. 8 | 26 | 5. 8 | 18 | 19 | 5. 1 | 130 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑩ | 25 | 1. 2 | 16 | 4. 6 | 13 | 12 | 4. 9 | 91 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑪ | 21 | 2. 0 | 16 | 3. 8 | 14 | 22 | 20 | 51 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑬ | 25 | 1. 8 | 15 | 3. 1 | 19 | 11 | 4. 4 | 70 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑭ | 29 | 3. 2 | 14 | 2. 6 | 28 | 24 | 19 | 36 |

| 採水日 | 地点名 | 当量濃度 (meq/L) | | | | | | | |
|-----------|-------|-----------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------------|--|
| | | Na ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ | NO ₃ ⁻ | 総アルカリ度 (HCO ₃ ⁻) |
| R6. 10. 9 | 汚染井戸 | 1.3768 | 0.0677 | 0.7898 | 0.2438 | 0.9598 | 0.3611 | 0.2996 | 0.849 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸① | 1.1702 | 0.0370 | 0.7581 | 0.2370 | 0.6386 | 0.1487 | 0.0994 | 1.242 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑥ | 0.9861 | 0.0452 | 0.6823 | 0.2013 | 0.4384 | 0.3674 | 0.0590 | 0.984 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑨ | 1.5474 | 0.0727 | 1.3160 | 0.4808 | 0.5080 | 0.4009 | 0.0827 | 2.246 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑩ | 1.1097 | 0.0312 | 0.8420 | 0.3861 | 0.3811 | 0.2693 | 0.0803 | 1.508 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑪ | 0.9471 | 0.0536 | 0.8169 | 0.3145 | 0.4155 | 0.4615 | 0.3322 | 0.841 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑬ | 1.1076 | 0.0474 | 0.7653 | 0.2569 | 0.5566 | 0.2327 | 0.0715 | 1.153 |
| R6. 10. 9 | 周辺井戸⑭ | 1.2697 | 0.0820 | 0.7234 | 0.2178 | 0.7958 | 0.5093 | 0.3166 | 0.595 |

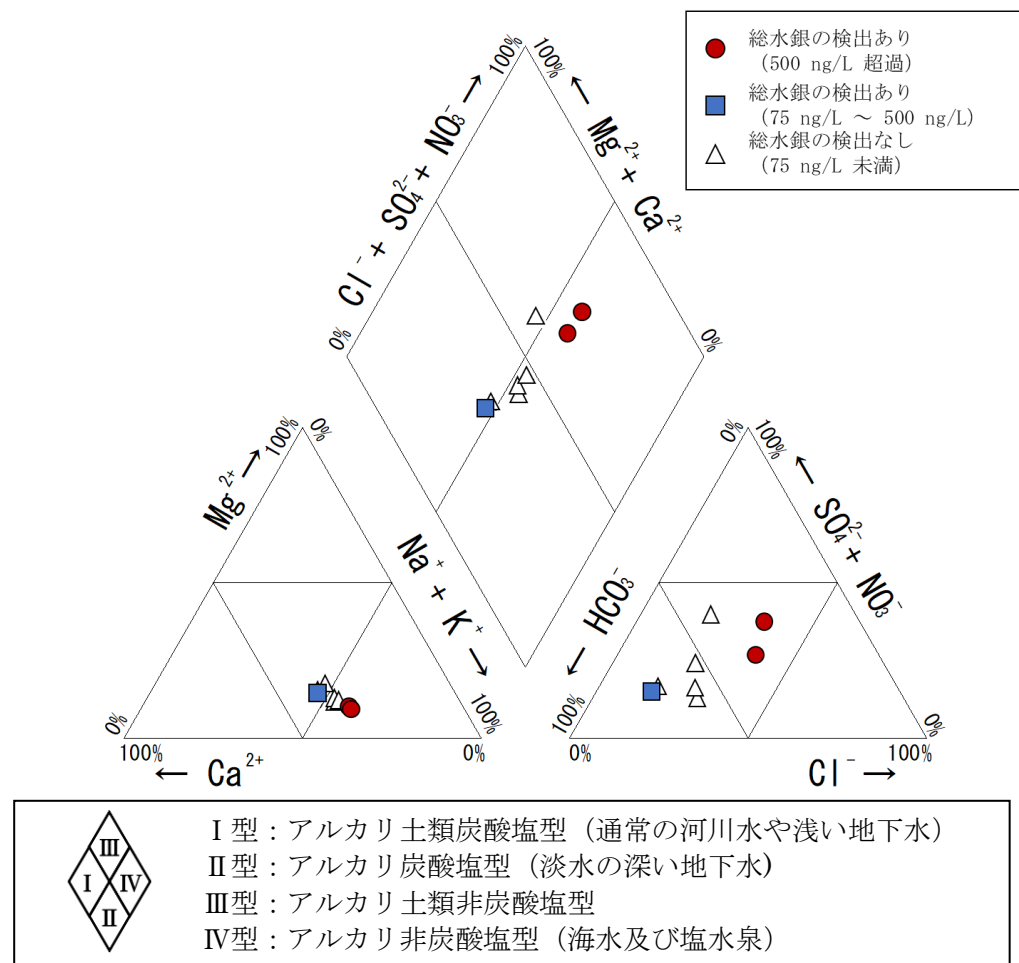


図3 トリリニアダイアグラム（西区野方）

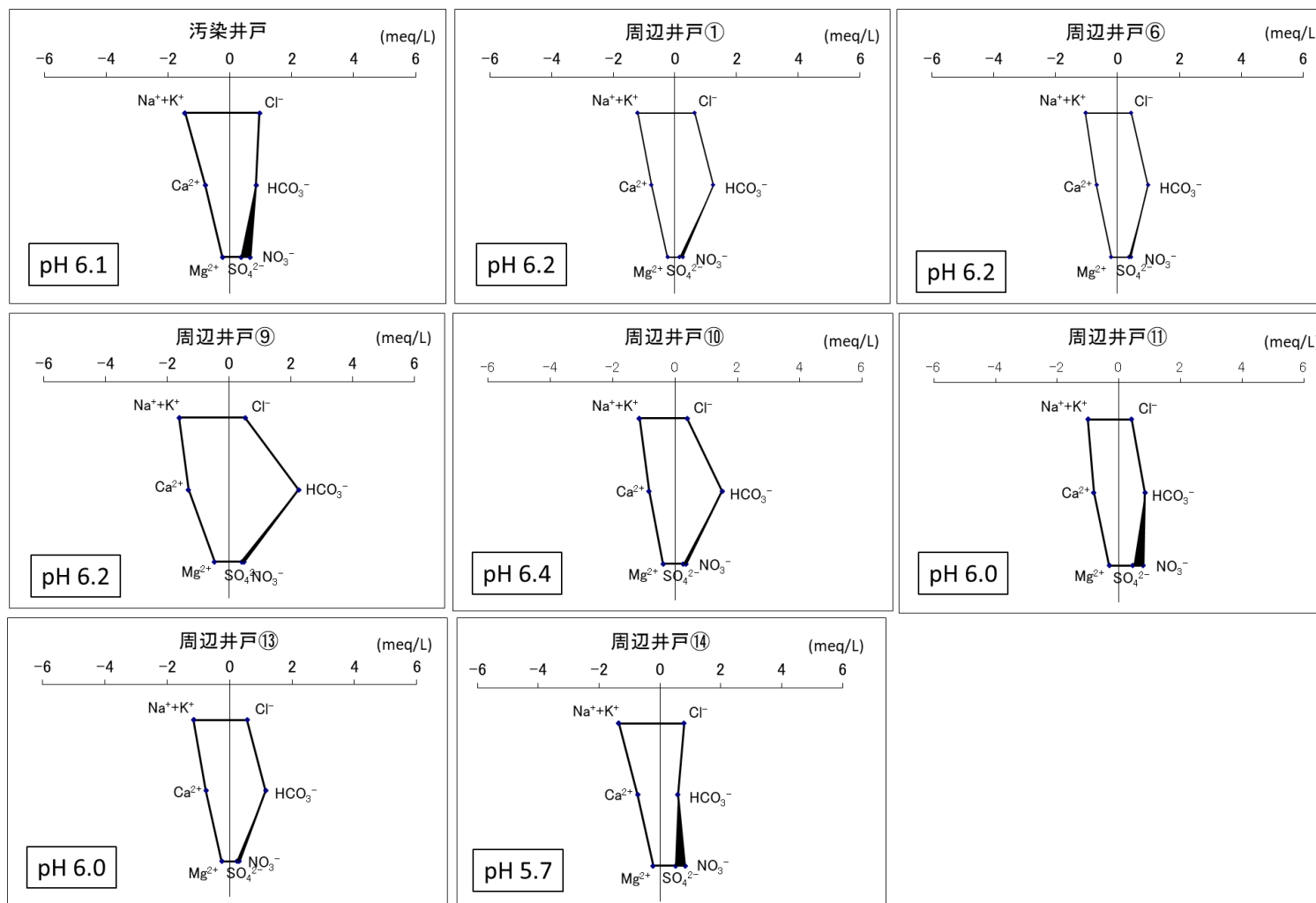


図4 ヘキサダイアグラム (西区野方)

■過去の地下水汚染（水銀）事例 （全て自然的要因と推定）□

| 年度 (委員会) | 区 | 地区 | 探知 | 超過物質 | 最高濃度 (mg/L) |
|-------------|----|-------------------|-----------------|------|----------------|
| H9 | 南 | 長丘・老司・鶴田・屋形原 | H3年概況調査・H5年概況調査 | 水銀 | 0.018 |
| H9 | 博多 | 金隈・井相田・立花寺・板付・東雲町 | H8年概況調査 | 水銀 | 0.026 |
| H12 | 博多 | 那珂 | H12年概況調査 | 水銀 | 0.0030 |
| H13 | 早良 | 小田部 | H13年住民より相談 | 水銀 | 0.020 |
| H17 | 城南 | 樋井川・片江・南片江 | H16年住民より相談 | 水銀 | 0.0026 |
| H20 | 東 | 青葉 | H19年概況調査 | 水銀 | 0.0046 |



図5 福岡市における過去の地下水汚染（水銀）事例

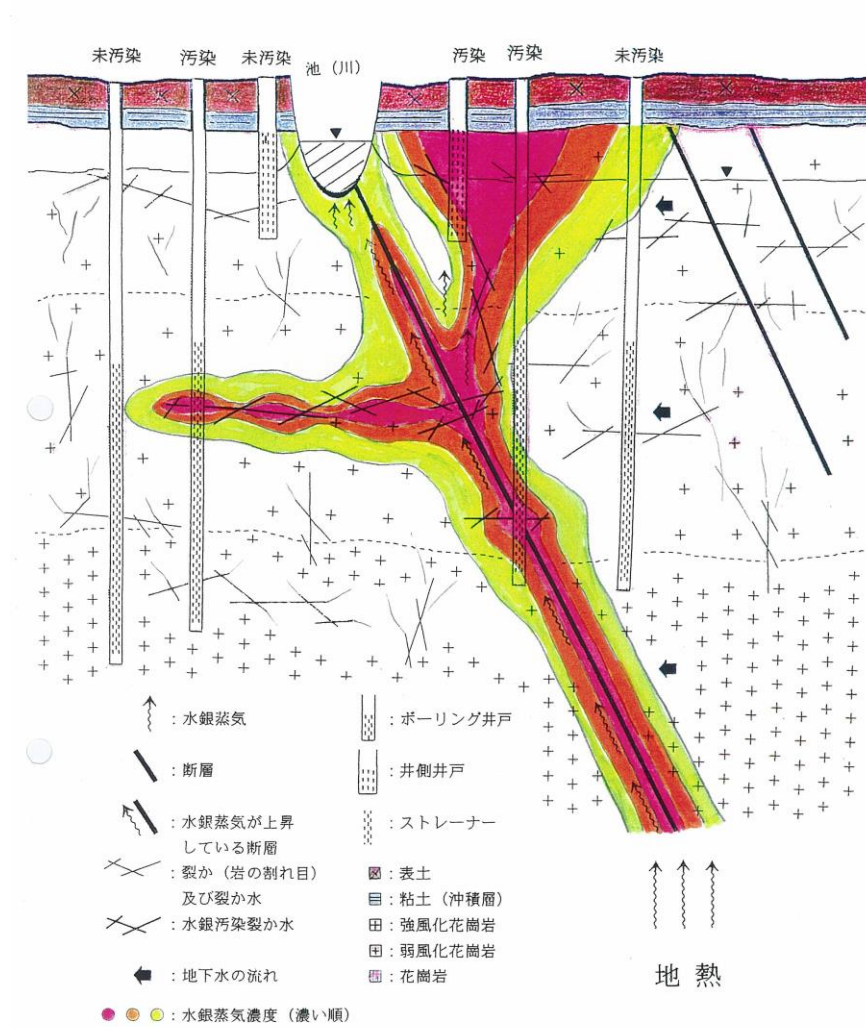
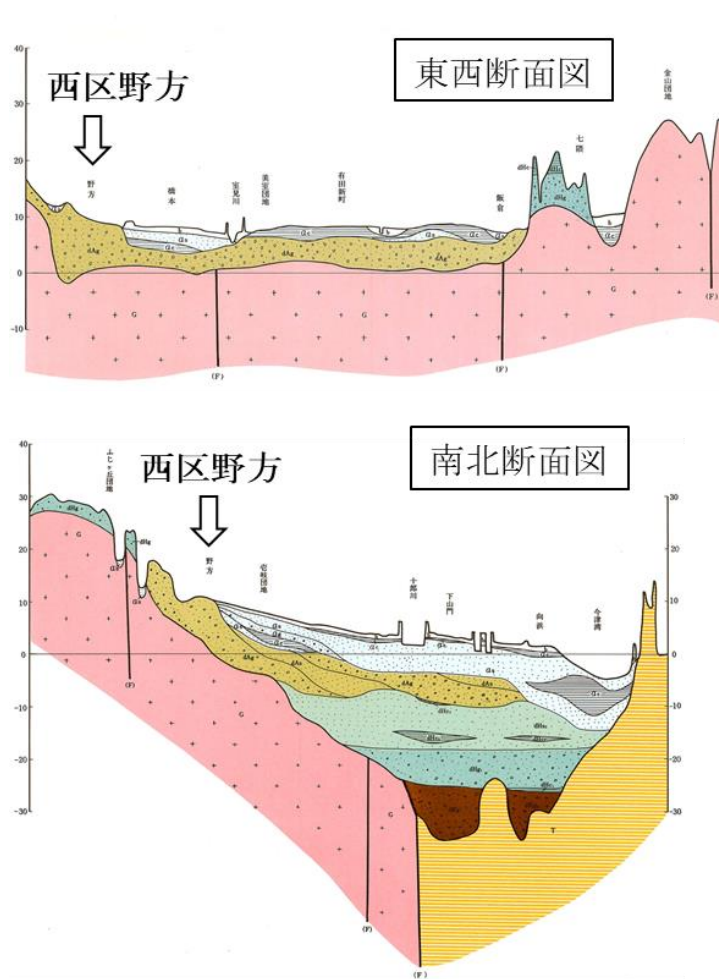


図6 地下水の水銀汚染機構モデル

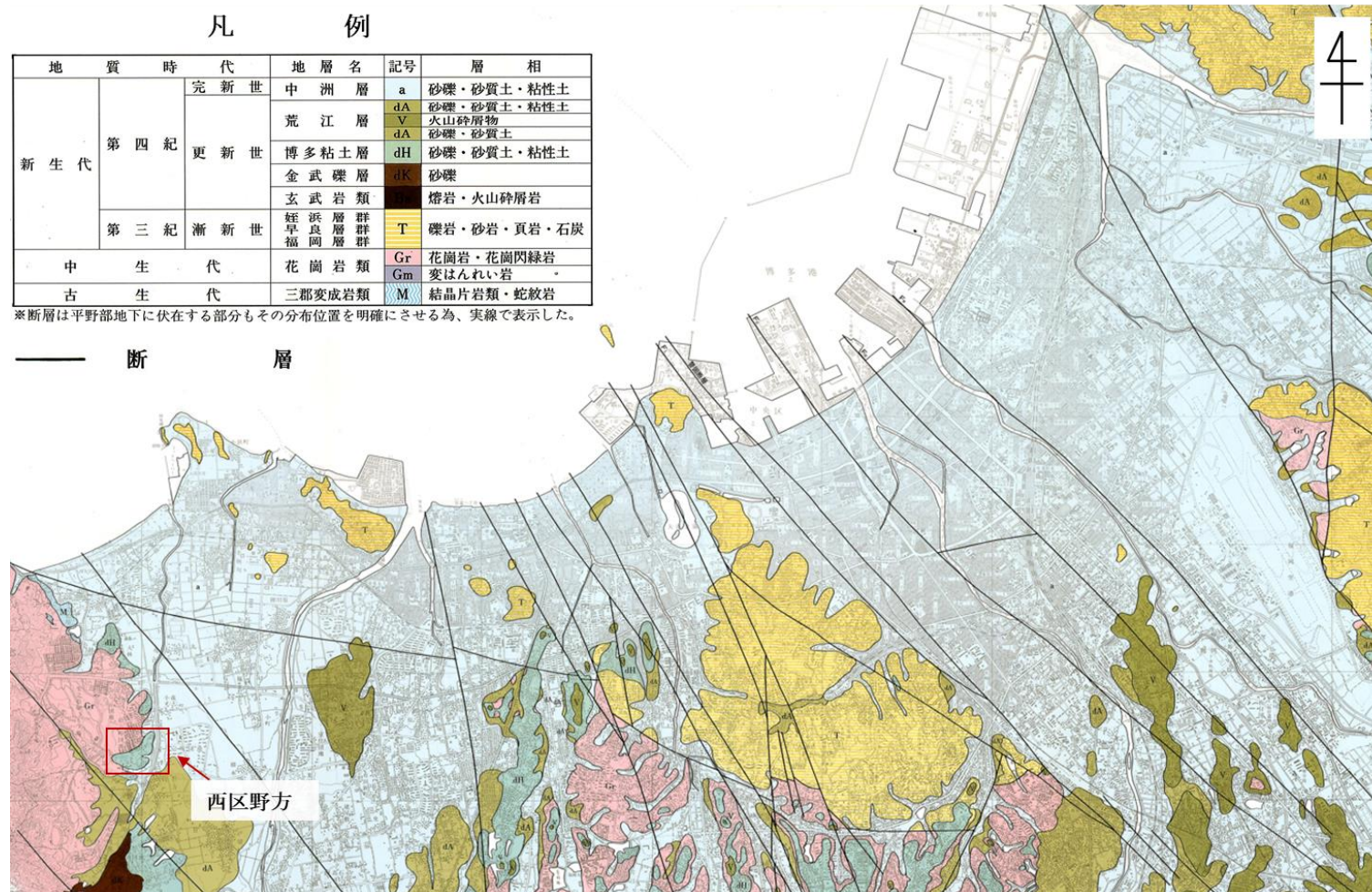


| 地 質 凡 例 | | | | | | | | | |
|---------|---------|-------------|---------|-----|-----------|--------------------|--|--------------------|---------|
| 地 質 時 代 | | | 地 層 名 | | 記号 | 層 相 | | | |
| 新生代 | 第四紀 | 完新世(沖積世) | 埋 土 | | b | 砂、粘土、砂礫 人工による盛土 | | | |
| | | | 中 洲 層 | | | 粘 性 土 | | | |
| | | | | | | 砂 質 土 | | | |
| | | | | | 砂 礫 | | | | |
| | | 荒 江 層 | | | 火 山 砕 屑 物 | | | | |
| | | | | | 粘 性 土 | | | | |
| | | | | | 砂 質 土 | | | | |
| | | | | | 砂 礫 | | | | |
| | | 新 世 (洪 積 世) | 博 多 層 | 上 部 | | 粘 性 土 | | | |
| | | | | | | 砂 質 土 | | | |
| | | | | 下 部 | | 砂 礫 | | | |
| | | | | | | 粘 性 土 | | | |
| | | | 金 武 礫 層 | | 砂 質 土 | | | | |
| | | | | | 砂 礫 | | | | |
| | | | | 第三紀 | 姪浜層群 | | | 礫 岩、頁 岩 砂 岩、石 炭 | |
| | 早良層群 | | | | | | | | |
| | 福岡層群 | | | | | | | | |
| | 花 崗 岩 類 | | | | 花 崗 岩 | | | | |
| | | | | | | 三郡變成岩類 | | | 結 晶 片 岩 |
| | | | | | | | | | |
| | 中 生 代 | | | | | | | | |
| 古 生 代 | | | | | | | | | |

博多粘土層の記号に数字がないものは未区分

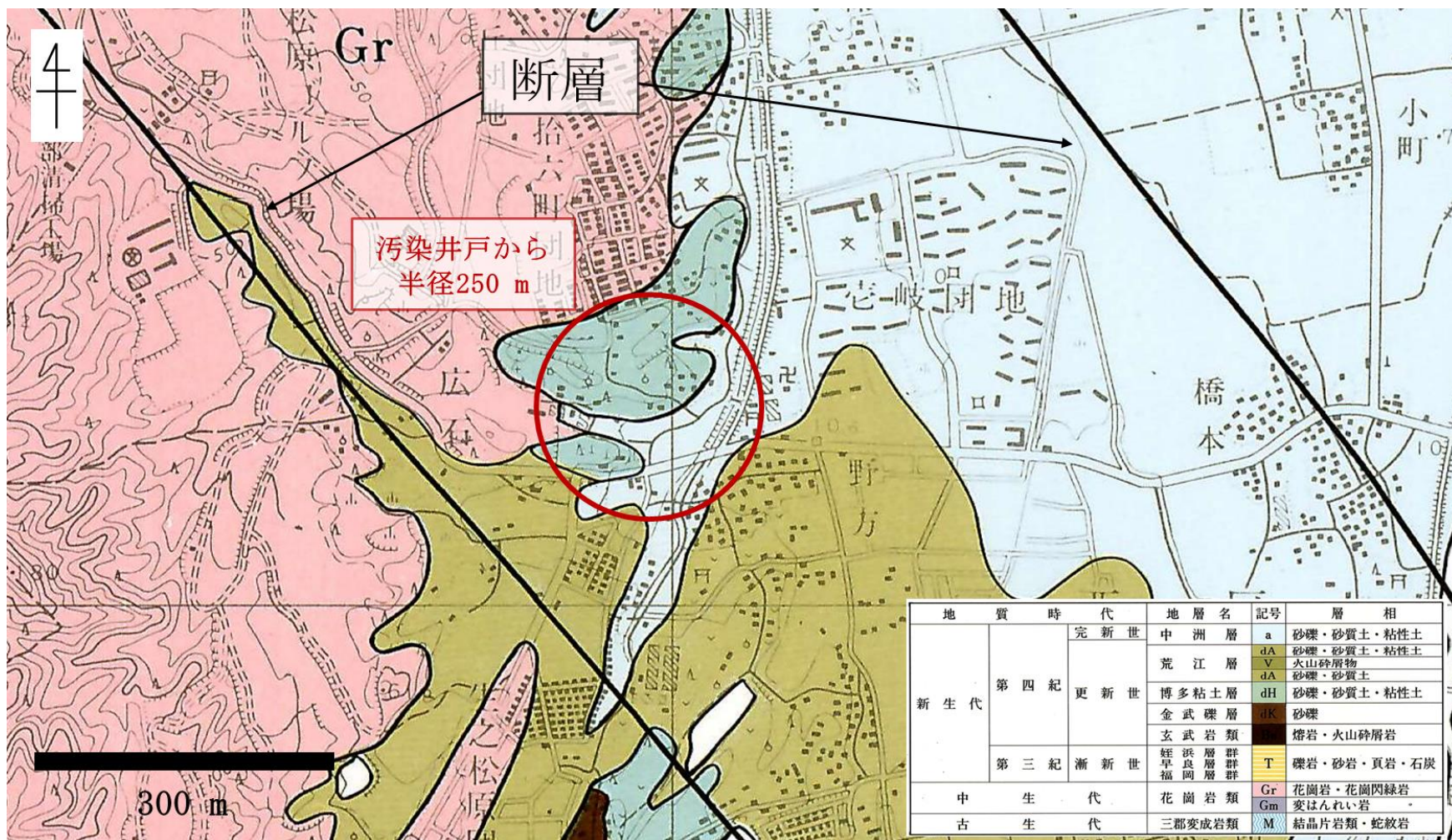
出典：福岡地盤図（九州地質調査業協会）

図 7 地質断面図



出典：福岡地盤図（九州地質調査業協会）

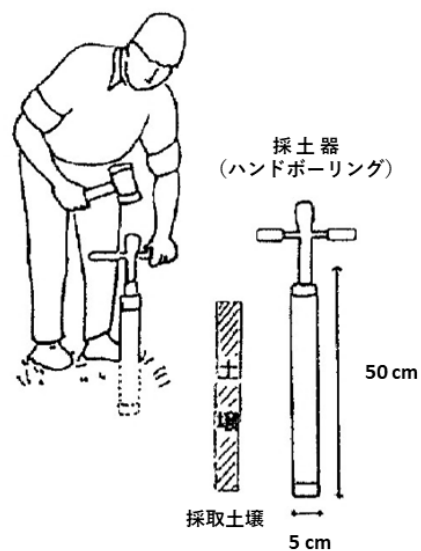
図 8 地質平面図



出典：福岡地盤図（九州地質調査業協会）

図9 地質平面図（西区野方）

金線をつり下げる孔の造成
及び土壌試料の採取



金線をつり下げた状態

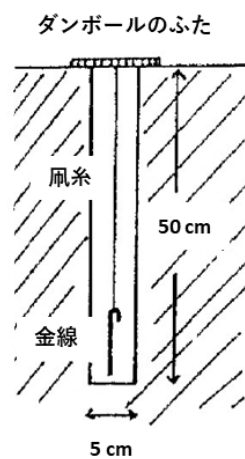
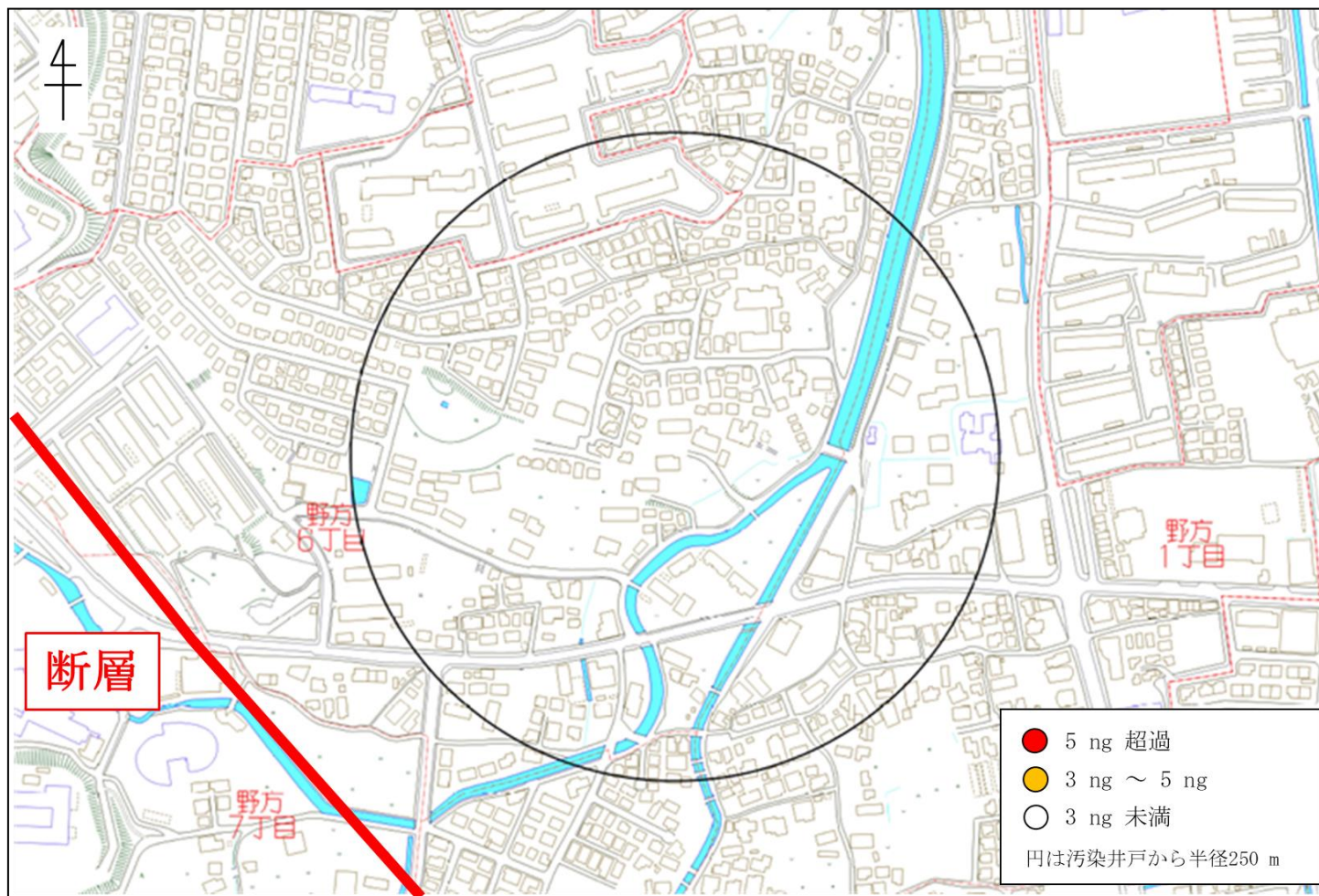


表 3 水銀蒸気調査結果（西区野方）

| 測定地点 | 水銀の 捕集期間 | 水銀量 (ng) |
|------|---------------------------|----------|
| A | R6. 11. 12～ R6. 11. 19 | 1. 9 |
| B | | 4. 7 |
| C | | 2. 3 |
| D | | 1. 4 |
| E | | 1. 6 |
| F | | >20 |
| F | R6. 12. 3～ R6. 12. 10 | 14 |
| G | | 1. 6 |
| H | | 3. 7 |
| I | | 7. 8 |
| J | | 15 |

図 10 土壌空気中の水銀量調査方法



※1 水銀の捕集期間 令和6年11月12日～令和6年11月19日

※2 水銀の捕集期間 令和6年12月3日～令和6年12月10日

図11 調査地点及び水銀蒸気調査結果（西区野方）