

## 4. 地下水流動機構解明の中間報告

### 4.1 調査検討結果のまとめ

第2回委員会以降の調査・検討結果を以下に示す。

#### (1) 土地利用の変遷（減反面積の変化と地下水涵養量変化）

庄川扇状地域の地下水区の土地利用は農地が約70%を占める。また扇状地に係する15市町村の水田面積は昭和50年から平成12年まで水田は291km<sup>2</sup>から247km<sup>2</sup>へ44km<sup>2</sup>減少し、その減少率は15%である。陸砂利の採取は平成3年から平成12年までの10年間の累計では2.8km<sup>2</sup>の地区で1,100万m<sup>3</sup>の採取が行われている。

#### (2) 水理地質（水理地質構造と地下水流動系の概要）

庄川扇状地域の水理地質基盤は、扇状地扇央域で深く最大地表面下約400mまで達し、扇状地の扇頂き、扇端、両翼で浅くなる傾向にある。加圧層は沿岸部射水低地域にのみ分布しており、庄川扇状地全体としては不圧～被圧帯水層により構成される一つの巨大な地下水盆とみることができる。扇状地扇端部～沿岸部射水低地の自噴帯での自噴高調査結果によると深い井戸ほど自噴高が増す傾向が見られ、地下深部から浅部に向かう地下水の広域流動の特徴を示している。

#### (3) 河川流況（伏没涵養量、地下水流出量）

伏没・湧出量の算定は流量観測の精度に大きく左右されるため、今後さらに流量観測の精度の向上と測定結果の蓄積を行う必要がある。但し、マクロ的な地下水流動機構は以下のように考えられる。

庄川本川では、雄神橋～太田橋間の左岸から3m<sup>3</sup>/s前後の河川水が小矢部川方向に伏没涵養し、太田橋～中田橋間の左右岸から6～8m<sup>3</sup>/sの河川水が小矢部川方向あるいは庄川右岸域へ向けて伏没涵養している。また、中田橋～大門橋間の右岸からは1～2m<sup>3</sup>/sの地下水が庄川に湧出している。庄川本川での伏没・湧出量の差分は約7m<sup>3</sup>/sであり、およそ数m<sup>3</sup>/s規模の河川水が小矢部川方向庄川扇状地地下水の起源となっていると予想できる。

平成14年2月8日の同時流量観測結果によれば、庄川扇状地域から小矢部川本

川へは40m<sup>3</sup>/s程度の地下水・地表水の流出がある。小矢部川本川自身にも10数m<sup>3</sup>/s規模の地下水湧出が推定でき、小矢部川が湧出河川であることが確認できる。なお、庄川本川からの伏没量と小矢部川本支川への湧出量の差分は30m<sup>3</sup>/s余りで見積もられる。この量は主に水田等からの地下水涵養を起源とするものであり、第2回委員会で報告したように水田等からの地下水涵養規模が大きいことを改めて示している

#### (4) 地下水利用実態（大口利用アンケート結果）

大口井戸の分布は、高岡市街、砺波市街、新湊市に集中的に分布している。年間揚水量は約6,000万トンで工業用が最も多いが、消雪用の揚水も1,700万トンに達する。

殆どの井戸でスクリーン下面深度は100m以内であり、取水対象層はAg層及びDg1層と考えられる。

#### (5) 地下水ポテンシャル分布（庄川扇状地の地下水流動形態）

庄川扇状地全体としては南東から北西の小矢部川に向かう地下水の流れが認められ、庄川本川からの伏没涵養の存在と、小矢部川が扇状地地下水の流出域になっていることが分かる。

庄川扇状地の扇央部には連続した地下水谷が形成されており、水理地質特性が扇状地堆積物中で一様でないことを示している。

3回の一斉測水調査結果から、融雪時に水田等扇状地地面から相当量の地下水涵養が生じていること、特に射水低地域で消雪用地下水採取に起因した地下水低下域が生じること、等が読みとれる。（図3-1 地下水位等高線図参照）

地下水横断調査結果によると、上流域の庄川河川水水面と地下水水面高には大きな乖離があり、水理地質構造的に庄川河川水と地下水とは縁切りされていることが分かる。これに対し射水低地の庄川下流域では、地下水と河川水が一体となっていることが分かる。

#### (6) 地下水の長期変動特性

全体的な傾向としては、扇状地扇端域で地下水位上昇傾向、庄川左岸中流～上流域での地下水位低下傾向の継続が認められる。こうした現象は、下流扇状地扇端域での地下水規制に伴う利用量減少に、中流～上流域での減反に伴う地下水涵養

量の減少に対応すると考えられる。

扇状地扇端域の地下水位上昇傾向は、旭が丘、能町、寺塚原等で認められ、それぞれ至近 15 年（1985 年～2000 年）の年間平均量だと 1.2m～3.1m の水位上昇と見積もられる。なお、季節的には夏季灌漑高水時と灌漑終了後年末時の低水位時で 0.6～0.8m の水位差が生じており、これは長期的にもさほど変化していない。庄川左岸中流～上流域の地下水位低下傾向は、松ノ木、千保、五郎丸等で認められ、それぞれ至近 15 年（1985 年～2000 年）の年間平均量だと 1.4～1.8m の水位低下と見積もられる。なお、水位低下傾向の井戸群に関しても、季節的には夏季の灌漑期高水時と灌漑終了後の年末時の低水位時で 0.6～1.4m の水位差が認められ、これは水位上昇傾向井戸同様長期的にもさほど変化しない。新規観測井のデータに関しては今後の観測値の蓄積を待つ必要があるが、冬期間の短期の観測データを見る限り、一見、日平均気温と同調する顕著な地下水位低下を示す井戸がある。これは、気温を指標にして消雪井戸の稼働を制御していることに対応するとみられ、調査域の地下水位変化に消雪用地下水利用が大きく影響していることを示している。

#### (7) 地下水水質（水質から見た地下水流動経路）

扇状地内には、庄川の流路に沿った地下水の流れと、庄川左岸・合口付近から砺波市街を経て小矢部川に向かう流れの 2 つの大きな地下水流動経路が存在することが分かる。

扇状地を取りまく周辺地域や沿岸部射水低地では、水質の異なる地下水の分布が見られる。これらは流域の地質や涵養機構の違い、あるいは沿岸部での海水の影響を示すものと考えられる。

既往の同位体分析結果からは、庄川扇状地地下水が庄川系地下水、小矢部川系地下水、宝達丘陵系地下水、地表水起源の地下水のように大きく区分できることが示されている。このように、今回の水質分析結果と既往の同位体分析結果とはよく整合する。

#### 4.2 今後の地下水調査計画

庄川、小矢部川の伏没量、還元（湧水）量の把握精度向上

同時流量観測結果によれば、庄川、小矢部川では区間毎に河川水の増加、減少が認められるが、伏没、還元（湧水）水量は河川流量に比して少ない量であり、河川流量の観測精度の向上を図る。

地下水位の経年変化、季節変動の継続的把握

庄川扇状地の地下水は、長期的には下流域では上昇、中～上流域では低下傾向に

あり、また降水量、積雪量、気温、河川流量、揚水量等の影響を受けて季節的にも変動している。このような変動傾向は地下水の涵養機構、帯水層状況、揚水実態等と密接な関係にあると考えられ、その要因を分析する上で一斉測水、既設観測井のモニタリング、新規観測井の地下水連続観測、水質調査等を継続的に実施する。

井戸利用実態アンケートの集計

現在、大口井戸及び家庭用井戸の利用者に対してアンケートを送付し回収を行っている。これらのアンケートを集計し井戸の利用実態を把握する。

深度別地下水ポテンシャルの測定を通じた地下水涵養・流動機構の把握

これまでの調査検討結果から、庄川扇状地の地下水は扇頂部の庄川左岸域を涵養域、扇端部・小矢部川右岸域を流出域とする水循環系を形成していることが考えられる。この水循環の実態を正確に把握するためには三次元的な地下水ポテンシャルの把握が必要と考えられる。このため涵養域と流出域で深度別ポテンシャルの違いを確認し地下水流動系の全体像を把握するための観測井の設置を開始。

地下水シミュレーションの実施

想定される地下水流動機構を再現する地下水シミュレーションモデルを構築し、流動機構を定量化する。

次回（第 4 回）委員会までに実施する調査計画を表 4-1 に示す。

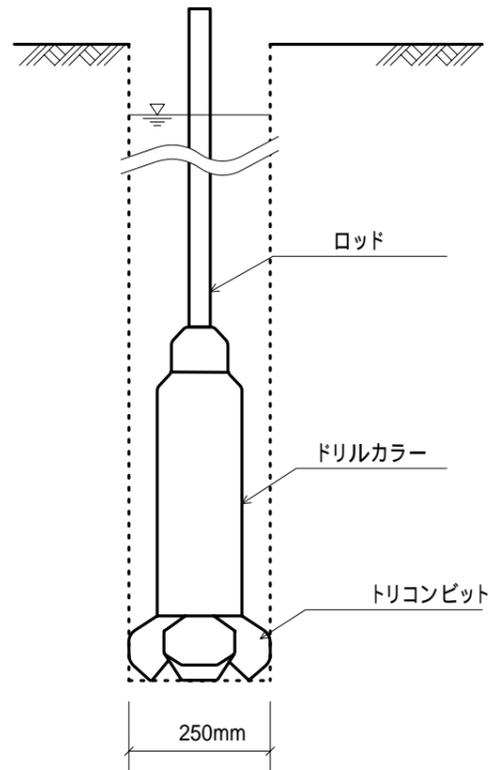
表 4-1 庄川扇状地域の今後の地下水調査計画

地下水調査項目		実施方法 (調査内容・数量・実施時期・留意事項)	関連する委員会指摘事項
区分	細目		
継続	地下水利用及び地下水障害実態調査	大口利用者を対象にしたヒアリング調査を通して一層の情報収集に努める。また一般家庭用井戸を対象にしたアンケート調査を継続実施し利水実態の全容を把握する。なお、事業用井戸(346事業所、994井)と家庭用井戸(300井程度)を対象としたアンケート調査を実施済。	家庭用井戸の揚水実態を把握する必要がある(佐藤委員、佐竹委員)。
継続	一斉測水調査	これまでの3回の調査に引き続き、継続的に一斉測水を行う。実施時期としては融雪期(4月)、灌漑期(5月~6月)、夏期(7月~8月)に実施する。(H13.10,H14.1,H14.2実施済) また、各期の地下水位を比較し、変化平面図を作成する。	過去の古い時からの地下水面分布の変遷を確認した方が良い(佐藤委員)。
継続	地下水観測	既設井戸の12地点に自記水位計を設置し、平成13年12月(一部は平成14年1月)から連続観測を実施中である。本観測は今後も継続的に実施し、既存長期観測井のモニタリングと合わせて庄川扇状地地下水の動態を把握する。	
継続	水質分析	地下水流動機構の検討に資するため、一斉測水調査時期に準ずる形で今回と同様の水質調査を継続する。また計画される層別観測井からも採水し、三次元的な水質データ取得する。	
継続	同時流量観測 (庄川、小矢部川)	庄川、小矢部川の伏没、還元(湧出)の実態を把握するため、本支川を対象にした同時流量観測を今後も随時実施する。 なお小矢部川流域に関して今後は、千保川(特に住吉橋地点)及び左岸側・流入支川の区間流量の追加観測行うとともに、流量観測精度の向上に細心の注意を払うこととする。また、庄川から取水した灌漑用水が直接小矢部川本支川に流入している場合はその量の把握も行うこととする。	地下水流出側の小矢部川の流量を観測する必要がある(榎根委員長、藤縄委員、吉岡委員)。
継続	塩水浸入状況の確認	塩水浸入の態様により、海への地下水流去の状況が決まると考えられることから、多層・多深度にスクリーンを設置した既設井戸(3本予定)を対象に、電気伝導度検層を実施。現在資料整理中	モデルによる流動状況再現に当たっては、塩水浸入の状況の把握が必要である(藤縄委員)。
新規	三次元地下水ポテンシャル分布の把握	庄川扇状地の地下水は、扇頂(庄川)からの地下水涵養と北北東~北西下流部(小矢部川近傍)への地下水流出という流動系で説明されると考えられる。こうした流動系の確認のため、涵養域2ヶ所、流出域2ヶ所に層別地下水観測井の設置を行う。この施設は、帯水層の状況に応じて3~4本の観測井(最大深度約150m、掘削径250mm、仕上がり径100mm)を設置し、同一地点で深度別の水位と水質を測定する。 データは地下水年表に公表する	地下水流動系の確認・検証では、断面ポテンシャルの把握が必要である(佐藤委員)。
新規	地下水質中の同位体組成把握	河川水伏没や水田灌漑水の地下浸透などを含んだ地下水流動系の実態把握に利用するため地下水質中の同位体についても検討することとする。当面は既往の調査・研究実績を収集し、これに基づいて検討を行うが、データ量が不足する場合は、採水・分析の実施について検討する。	同位体に関しても、まず既往文献を調査し不足があれば分析を行った方が良い。(榎根委員長、吉岡委員)

注) 区分に示す継続は、今後も継続して実施することを示す。新規は今後調査・検討する事項を示す。

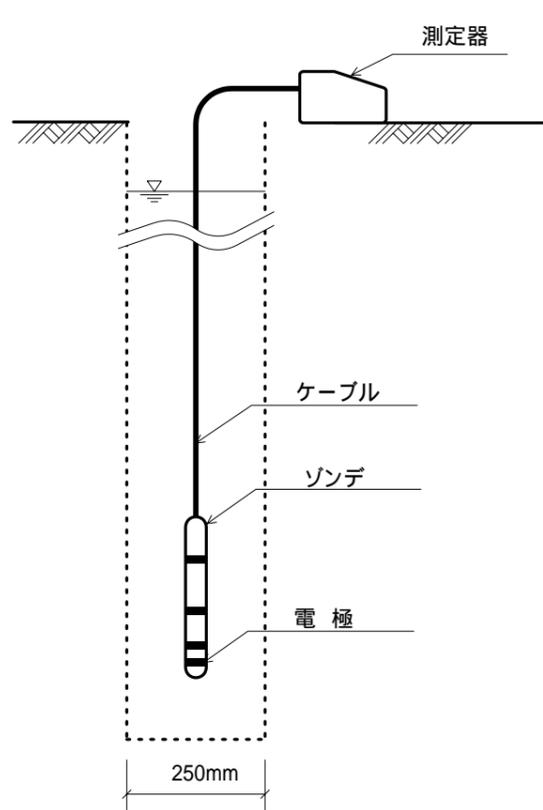
1. 拡孔( 250mm)

ロータリーボーリング地点を 250mmで掘削する。孔壁は泥水により保護する。



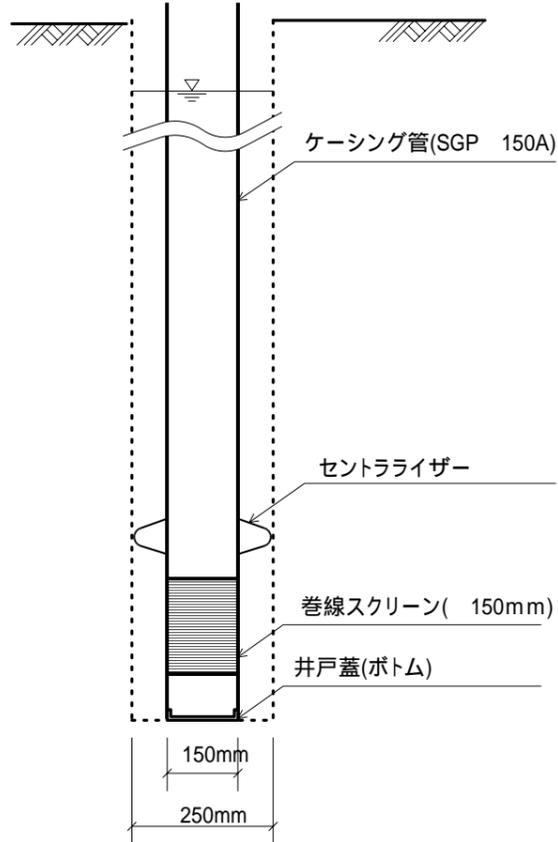
2.電気検層

所定の深度まで削孔後、電気検層を実施し、この結果をも所定の位置にスクリーンを設置し、上部は無孔管で保護すると、スクリーンや止水材の設置位置を最終決定する。



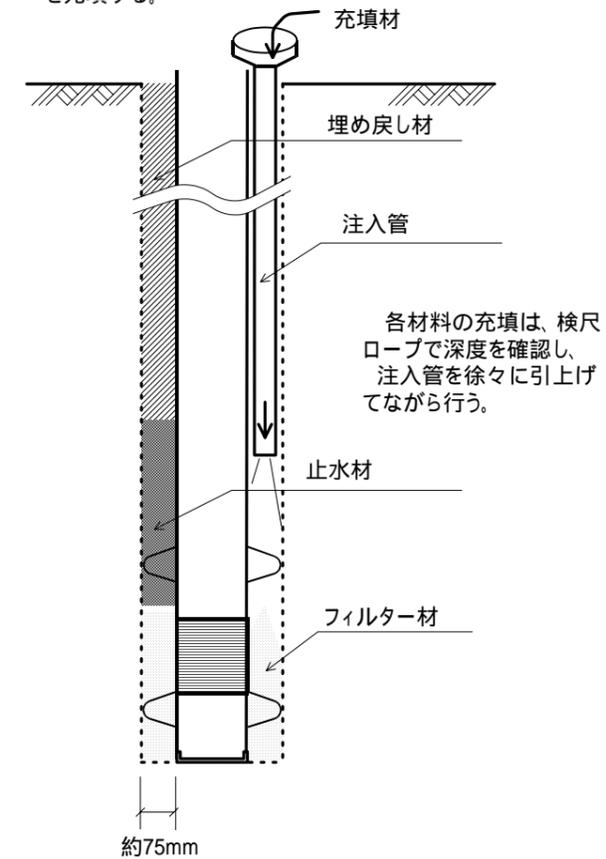
3.地下水位観測井設置工(ケーシング工)

所定の位置にスクリーンを設置し、上部は無孔管で保護する。



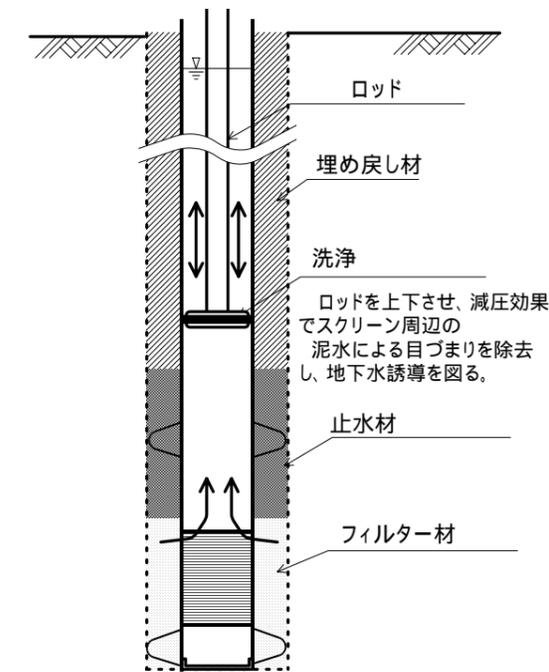
4.充填工(フィルター材、止水材設置)

注入管などを使用し、所定の位置にフィルター材、止水材を充填する。



5.揚水井設置工(孔内洗浄:地下水誘導)

充填終了後、目詰まりをなくすために、水中ポンプによる揚水や、スワビングなどの孔内洗浄を実施する。



7.水位計設置(完了)

自記水位計を設置し、地下水位を観測する。

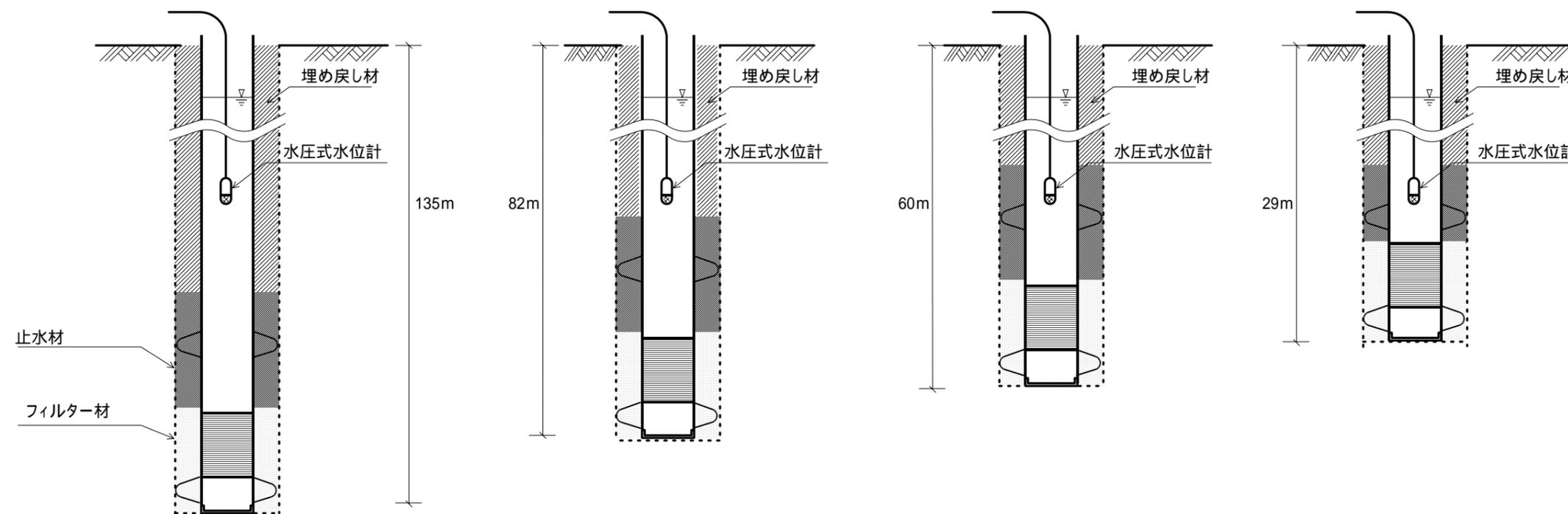


図4-1 層別観測井概念図

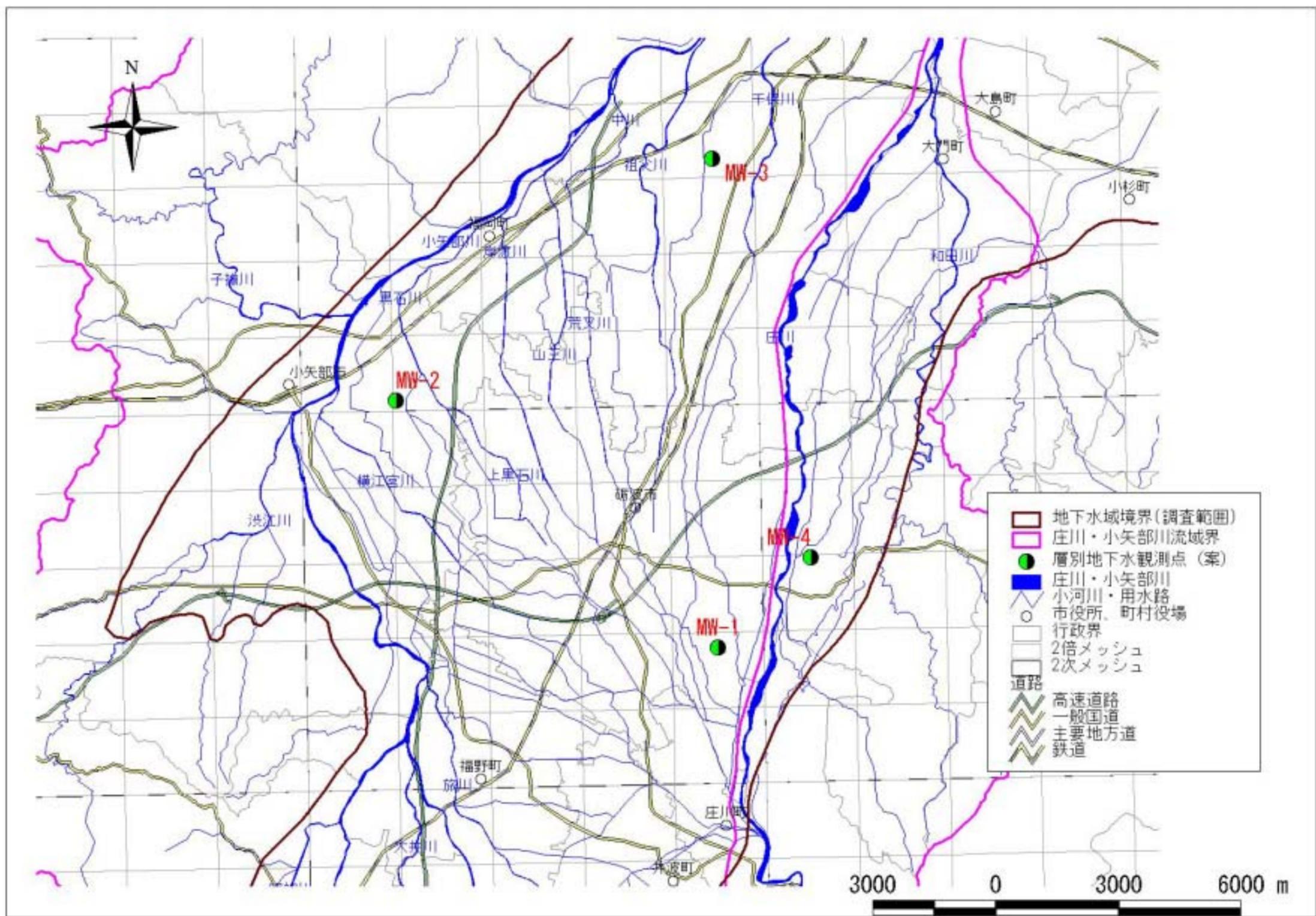


图 4-2 層別観測井位置図