

2. 地下水流動機構の調査・検討

2.1 扇状地全体の地下水モニタリングと地下水流動機構

(1) 現地観測・調査

調査の基本方針と流れ

庄川扇状地の地下水調査は以下の基本方針のもと、図 2-1 に示す流れで進めた。

- (a) 全体水循環系の把握：庄川並びに小矢部川流域の地下水と河川水及び灌漑水等地表水とは相互に不可分の関係にあると考えられるため、地表水、地下水を一体とした全体水循環系を念頭において、その循環機構の把握を目指す。
- (b) 面的、三次元的な検討：庄川扇状地を中核とする砺波平野全体を視野に入れ、地下地質構造の解明を含む面的・三次元的な検討を行う。
- (c) モデル計算を基本とした検討：庄川扇状地の水循環を十分な精度で表現できる地下水流動モデルを構築し、それを用いた検討を通して、地下水流動機構の解明と、地下水の保全・適正利用に係る基本事項について整理する。
- (d) 調査手法：調査は既往調査資料に基づいた資料解析を基本とし、さらに必要不可欠な現地調査を実施する。

調査項目

庄川扇状地地下水の実態把握に当たっては、「関連するデータを地域別、帯水層別、期別、用途別といった観点から充実」させ、水収支や地下水シミュレーションの妥当性の検証を行うことを基本姿勢とした。これを念頭に、表 2-1 に示す項目について現地調査・観測を実施するとともに、構築した地下水シミュレーションモデルにより庄川扇状地地下水の保全に係る具体的な方策について検討・評価を行った。

調査地点

各現地調査の位置を P16 図 2-2 に示す。

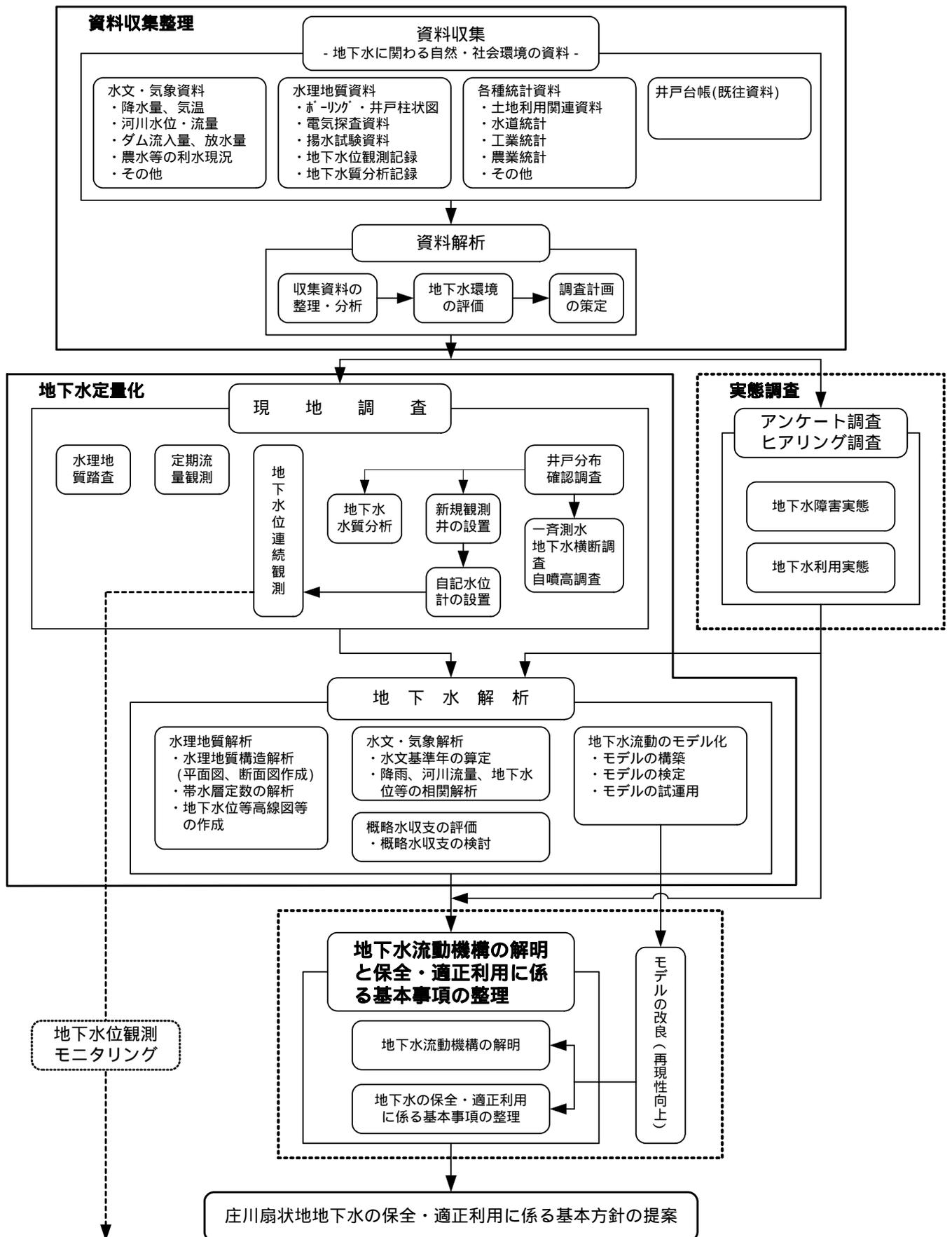


図 2-1 調査の流れ

表 2-1 地下水調査の項目・内容と実施数量

調査・解析・検討項目		調査内容	実施数量	成果の概要	対応ページ
区分	細目				
資料調査・現地調査	(1) 資料収集・解析	水文・気象、水理地質、各種統計値、減反関連資料、井戸台帳等の収集・整理・分析、庄川扇状地域の地下水環境現況を評価	気象、河川、地下水動態、水理地質構造、帯水層物性、地下水利用、減反等に関する過去20年程度の資料を体系的に整理	扇頂部では長期的な地下水位低下傾向 扇中部では地下水位維持 扇端～射水低地では地下水位上昇傾向	P1～10 P17
	(2) 地下水利用及び地下水障害実態調査	事業用井戸、家庭用井戸を対象にアンケート調査を実施し、回収結果より地下水利用状況並びに井戸障害の実態について分析	大口利用者対象のアンケート調査（H13.12～H14.1） 家庭用井戸アンケート調査（15市町村、約9000通）	扇状地のほぼ全域で工業用・消費用・生活用水として井戸利用が盛んである 地下水低下等による取水障害が約1割程度ある	P11
	(3) 水理地質踏査	庄川扇状地を対象に現地踏査を行い、地被、表層土壌と帯水層の特質、湧水の分布及び河川の流況等を確認	水理地質図に取りまとめ	庄川扇状地は不圧～被圧帯水層により構成される一つの巨大な地下水盆地と見ることができる	P1～3
	(4) 井戸分布確認調査	井戸台帳から適当な井戸を抽出し、井戸の所在、利用状況を現地調査。井戸数は2km四方に1箇所程度を目安に120井を目標とした	訪問調査を行いその際にヒアリング調査および調査協力依頼	計135箇所の既設井戸を確認	P11 P16
	(5) 一斉測水調査	分布確認調査で把握した井戸を対象に地下水位及び簡易水質（水温、電気伝導度、pH）を測定	第1回：H13.10.19～10.22・第2回：H14.1.18～1.21 第3回：H14.2.16～2.17・第4回：H14.4.4～4.6 第5回：H14.5.28～5.31・第6回：H14.7.23～7.26 第7回：H14.9.24～9.27・第8回：H14.11.22～11.26 第9回：H15.1.29～2.1・第10回：H15.4.23～4.26 第11回：H15.7.17～7.19	地下水は南東から北西の小矢部川方向に流動し扇状地には年間を通して地下水谷がある 扇頂～扇中部：水田涵養の影響を受けた季節変動。 射水低地：消費揚水（冬期）の影響を受けた季節変動	P19～21
	(6) 地下水連続観測	井戸分布確認調査で把握した既設井戸から12地点を選定し、自記水位計による連続観測を実施	H13.12月中旬～H14.1月初旬に自記水位計を12箇所に設置し、以降H16.2.29まで観測	代掻き期：顕著な水位上昇 灌漑期：高水位維持 非灌漑期～冬期：単調な水位低下	P18 P20～21
	(7) 地下水横断調査	東西方向（庄川～小矢部川）の3断面で井戸、湧水、河川水等を対象に測水調査を実施。地下水ポテンシャルの分布、地下水と河川水の交流関係について検討	第1回：H14.2.23～2.26 第2回：H14.7.23～7.26	上流域は河川水と地下水に乖離がある 中流域で小矢部川に向かう地下水流動を確認 下流域は河川へ地下水が流出している	P22～23
	(8) 水質分析	地下水、地表水を採水し主要溶存成分15項目及び同位体について水質分析	第1回：H13.12に52試料（井戸42、湧水・河川水10）採水。主要溶存成分15項目の分析 第2回：H15.2に99試料（井戸58、河川水20、層別観測井、河道部観測井）採水。一般15項目と酸素同位体、35のトリチウム濃度分析 第3回：H15.12に50試料（井戸25、河川水9、層別観測井、河道部観測井）採水。一般15項目と酸素同位体	庄川沿いでは河川水と地下水は同様の水質を有しており双方の交流が窺える 扇頂部から小矢部川（北西）に向かう地下水流動経路を確認	P25
	(9) 層別観測井設置・観測	庄川扇状地地下水流動系を確認するため、帯水層の状況に応じて3～4本の観測井（最大深度約200m）を設置し、同一地点で深度別のポテンシャルの違いを測定し、地下水流動系の全体像を把握	涵養域（扇頂部）2ヶ所、流出域（扇端部）2ヶ所にH14.5月中旬より観測井を設置 H14.8月中旬以降、自記水位計による水位観測を開始 観測継続中	涵養域：深い井戸ほど水位（頭）は低い 流出域：深い井戸ほど水位（頭）は高い 扇状地の地下水流動系の全体像を把握	P26～29
	(10) 自噴高測定調査	扇端部の被圧地下水分布域での自噴水頭を把握するため、30箇所の既設自噴井戸で自噴高を測定	第1回：H14.2.23～2.25・第2回：H14.7.25～7.26 第3回：H15.4.25～4.30	深い井戸ほど自噴高が大きくなる傾向がある 自噴高の季節変化に明瞭な特徴はない	P30
	(11) 塩水侵入状況の確認（電気伝導度検層）	スクリンが多層・多深度の既設井戸（3箇所）を対象に、電気伝導度検層を行い、沿岸域での塩水侵入の態様を把握 沿岸部の1箇所に深度90m（オールストレーナー）の観測井を新設し、電気伝導度検層を実施して塩淡水境界深度を確認	既設井戸3ヶ所でH14.6.28・H14.7.5に実施 新設観測井の電気伝導度検層 第1回：H15.5.20・第2回：H15.7.10・第3回：H15.8.21 第4回：H16.2.3（井戸改良前） 第5回：H16.2.5（改良後洗浄前及び洗浄後）	GL-80m付近に塩淡水境界が存在し、GL-60～80mがその漸移帯となっていると結論	P31

資料調査・ 現地調査	(12) 同時流量観測	庄川、小矢部川及び扇状地内の中小河川や用水路を対象に約130地点で同時流量観測を実施し、水収支解析並びに地下水シミュレーション解析の検証データを得る	第1回:H13. 8.30(庄川29地点) 第2回:H13.11. 1・第3回:H14. 2. 8 第4回:H14. 4. 2・第5回:H14. 5. 3 第6回:H14. 8. 1・第7回:H14. 9.25 第8回:H14.11.22~11.26・第9回目:H15.1.29~2.1 第10回:H15.10.30(庄川29地点、小矢部川104地点)	庄川 雄神橋~太田橋:伏没傾向、約2~3m ³ /s 太田橋~中田橋:伏没傾向、約4~9m ³ /s 中田橋~大門大橋:湧出傾向、約1~2m ³ /s 小矢部川 河川流量に対し伏没・湧出量は河川流量の1割程度	P32~35
	(13) 庄川河道部地下水観測	庄川河道直下の地下水と河川水の関係や連続性を確認するため、観測孔を設置し、水位・水頭の連続観測を実施。	H14.8に観測孔設置(4地点・6ヶ所(最大深度45m))、 H14.9から自記水位計による水位観測を開始 観測継続中。	庄川上流では地下水と河川水の乖離が約25mある。 南郷大橋付近で地下水と河川水はほぼ一致する。	P36~37
	(14) 高密度電気探査	庄川河道部付近の水理地質構造(特に砂礫層に介在する粘性土層の分布状況)を把握するため実施	雄神橋付近で3測線(計1570m)の高密電気探査をH15.6に実施 太田橋付近で3測線(計1398m)の既往電気探査資料より水理地質構造を再解析	庄川河道付近では玉石砂礫層の扇状地堆積物は厚く分布し、連続する粘性土層の介在は認められない	P38
地下水解析	水文・気象解析	砺波平野の水文・気象に関して、水文基準年の算定、流域平均雨量・蒸発散量の検討、降雨、河川流量、地下水位等の相関性の解析等を実施。	-	地下水涵養機構及び涵養量を評価。	P6~7
	降雪量の影響検討	過去20年程度の降雪量データを収集・整理し、降雪量と地下水水位変動の関係について考察。	-	扇状地域:降雪量の多寡に応じた地下水変動。 射水低地:降雪量と地下水水位は無相関。	P24
	水理地質解析	水理地質に関して、水理地質構造解析、帯水層定数の評価、地下水並びに簡易水質指標の等高線・等値線図作成、河川水、地下水水質の統計解析、ダイヤグラム等。	-	基盤岩並びに沖積層、洪積層の上面等高線、等層厚線図を作成。地下水位等高線図、水位相関分析を通して地下水流動機構を解明。	P42
	水収支解析	上記の解析結果を総合検討し、タンクモデルによる地下水涵養量解析を実施し、砺波平野の地下水の水収支を評価。	-	山地、山地+扇状地、扇状地の3タイプのタンクモデル解析を通して地域毎の地下水涵養量を評価。	P46~47
	地下水シミュレーション解析	砺波平野の地下水を再現する地下水モデルを構築し、地下水循環機構を定量化。モデルの再現精度評価は、地下水の平面分布形態や経時変化の再現性を指標。	-	地下水ポテンシャルの平面分布、地下水位変動、層別地下水ポテンシャルの自噴高等を再現する地下水モデルを構築し、扇状地の水循環諸量を定量化。総地下水涵養量の約8割は水田灌漑水起源。その内地下水利用量は約7%である。	P40~47
		庄川河道部の河川水と地下水を再現する断面2次元飽和・不飽和浸透流解析モデルを構築し、河川水と地下水の関係を定量化。	-	不飽和浸透解析から庄川の伏没量は7.20m ³ /sと算定。同時流量観測結果と概ね整合。河川水位上昇に伴う伏没量の変化は小さいと推定。平常時の流量は概ね一定と推定。	P38~39
総合評価	地下水流動機構の解明	庄川扇状地を中核とする砺波平野全体を視野に入れ、地下水シミュレーション解析により地下水流動機構を定量化。地下地質構造の解明を含む地下水流動機構を解明。	-	扇状地の地下水は雨水、融雪水の浸透の他、庄川の伏没や水田灌漑水の地下浸透を受けて涵養された後、小矢部川に向かって流動している。	P48
	地下水の保全・適正利用に係わる基本事項の整理	地下水流動モデルを用いた検討を通して、地下水の保全・適正利用に係る基本事項について整理。	-	扇状地地下水の最大の問題は水田面積の減少である。人工涵養等の想定される保全策の効果を検証し、今後の課題と基本方針をとりまとめた。	P49~63

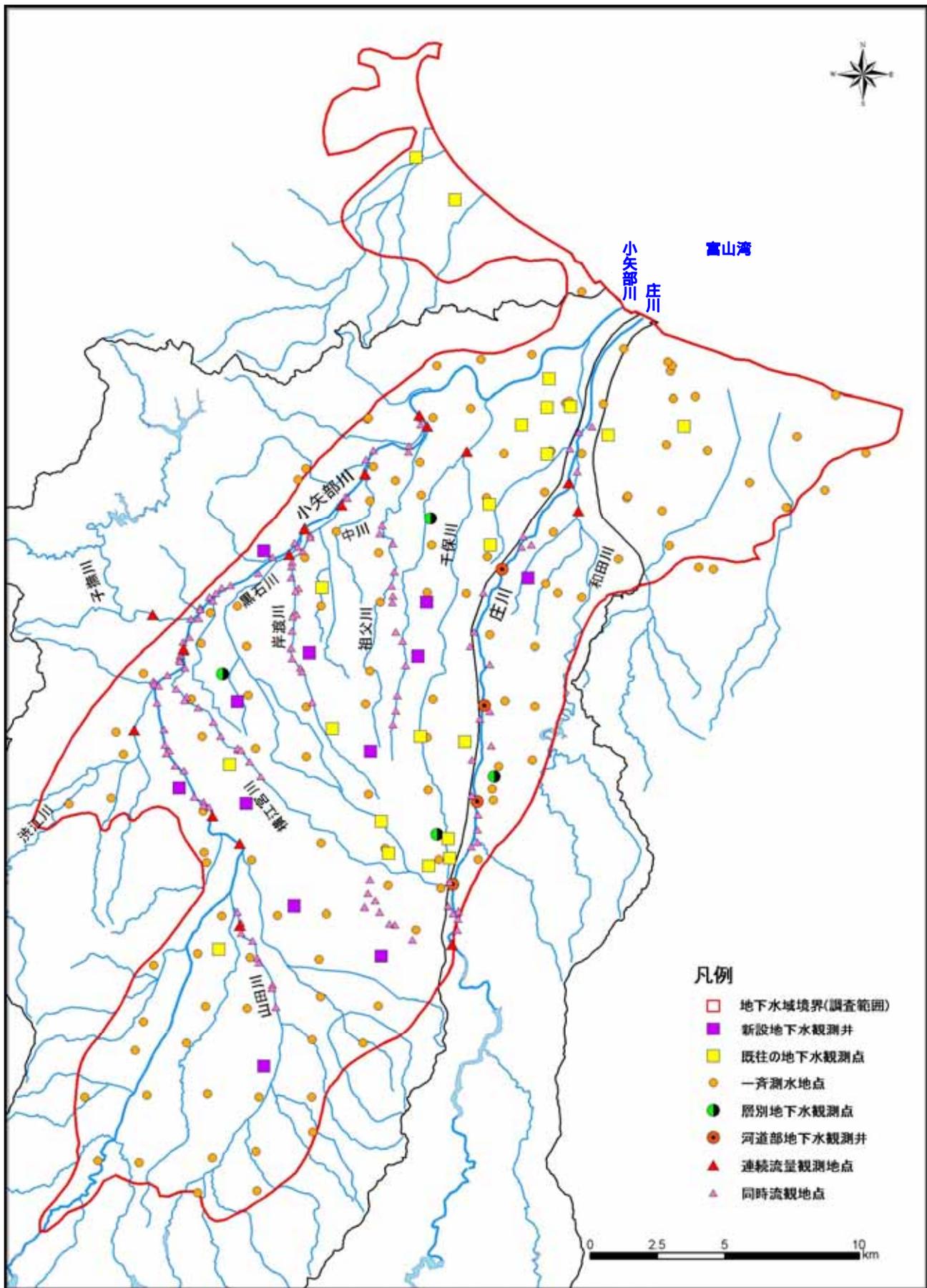


图 2-2 調査位置図