

# 第1回 庄川扇状地水環境保全連絡協議会

## (庄川扇状地の水環境と課題)

### (庄川扇状地水環境検討委員会とりまとめ結果より抜粋他)

1. 庄川扇状地の水環境について.....	1
1.1 背景・目的.....	1
1.2 調査・検討方針.....	1
1.3 調査・検討項目.....	1
1.4 調査検討結果.....	1
1.5 地下水調査結果まとめ.....	2
1.6 第6回庄川扇状地水環境検討委員会最終提案.....	2
2. 庄川扇状地水環境における特徴及び課題.....	3
2.1 庄川扇状地水環境における特徴及び課題.....	3
3. 庄川扇状地水環境における地下水の将来予測結果及び保全対策案.....	5
3.1 将来予測結果における地下水位の変化.....	5
3.2 保全対策案の検討結果.....	6

平成17年2月8日

国土交通省 富山河川国道事務所

# 1. 庄川扇状地の水環境について

## 1.1 背景・目的

庄川流域並びに庄川扇状地は古くより河川水や地下水の利用が盛んに行われている。近年、社会活動の高度化、広域化に伴い水利用は増大しており、今後より安定的な供給・利用の体制を計画的に構築していくことが求められている。しかし、河川水や地下水は自然物であることから、不確定・不安定な面を常に持ち合わせており、とくに地下水については循環機構そのものが複雑であり、地域の水環境をより安定的に、かつ発展させていくためには、これらの基礎的な見知を得ることが不可欠である。

こうした事情から、富山河川国道事務所では、庄川扇状地の水環境の再生を図り、適切な水環境を構築することを目的に学識経験者5名で構成する『庄川扇状地水環境検討委員会』を平成13年度～平成15年度にかけて開催した。

委員会は、通年を通じた庄川扇状地全体の地下水観測、河川流量観測等を行い、地下水流動機構の解明と保全、適正利用に係る基本事項の提案を検討することとした。

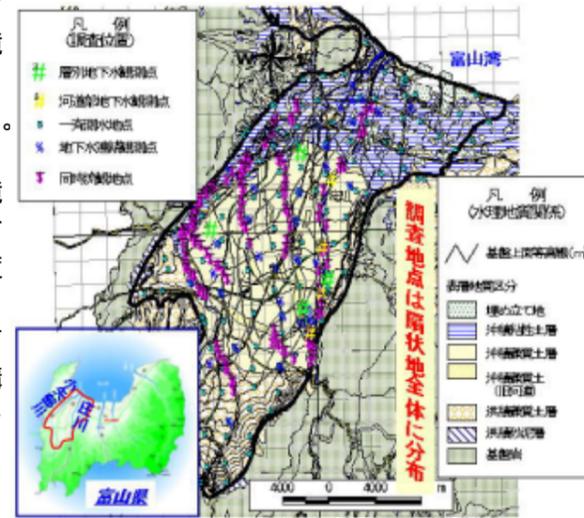


図 1.1-1 庄川扇状地地下水域

## 1.2 調査・検討方針

調査・検討については、委員会での審議のもと、以下の方針で実施した。

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を把握する。

庄川扇状地を中核とする砺波平野～射水低地の平野域全体を視野に入れ、地下地質構造の解明を含む面的・三次元的な検討を行う。

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、検討を通して、地下水流動機構の検証と、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。

調査は既往調査資料に基づいた資料解析を基本とするが、さらに必要不可欠な現地調査を状況に応じて実施する。

## 1.3 調査・検討項目

調査・検討について以下のとおり実施した。

地下水位等の水文・気象データ、地形・地質等の水理地質資料、土地利用等の各種統計資料等の既往調査資料や文献を収集整理・分析し、現在の水環境を評価したうえで、必要な調査を実施した。実態調査として、事業用・家庭用井戸を対象に利用状況及び障害についてのアンケートを実施した。現地調査として、同時流量観測、一斉測水、地下水横断調査、自噴高調査、水質分析、塩水進入状況調査のほか、同一地点での地下水ポテンシャルの違いを測定するための帯水層別(深度別)の地下水観測井を設けた。また、庄川河川水と地下水の、相互の伏没・湧出状況を把握するために河道内にも地下水観測井を設け観測した。このほか、高密度電気探査を行い、河川近傍の地質状況を把握した。

これらの調査に基づき、庄川扇状地の地下水流動機構を解析し、シミュレーションモデルを構築して、地下水循環機構について検討した。

構築したモデルを使用して、庄川扇状地の将来想定を検討し、庄川扇状地の水環境保全・適正利用にかかる基本事項を整理した。

## 1.4 調査検討結果

### 1.4.1 土地利用及び水理地質について

砺波平野・射水低地の土地利用は大半が水田で、約70%を占めている。また、土地利用の変化や減反で昭和50年から平成12年までの26年間で水田面積が約15%減少している。

水理地質基盤は、扇状地扇央で最も深く約400mに達し、扇頂・扇端に向かうに従い徐々に浅くなっている。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大きな地下水盆地とみることができる。扇端部には自噴帯が形成されている。



図 1.4-1 庄川扇状地水理基盤概要図

### 1.4.2 地下水流動状況について

調査・検討の結果から以下の点が明らかとなった。

#### イ) 一斉測水調査

庄川扇状地の地下水は全体として南東から北西へ小矢部川に向かって流れている。

庄川本川からの伏没涵養と小矢部川への扇状地地下水の湧出がある。

融雪時、灌漑期には地下水位が上昇することから、水田等地表面から地下水涵養が生じており、水田起源の地下水涵養量が極めて大きい。

冬期間の消雪用地下水汲み上げによる地下水位低下の地域があり、特に射水低地域で地下水低下域が著しい。

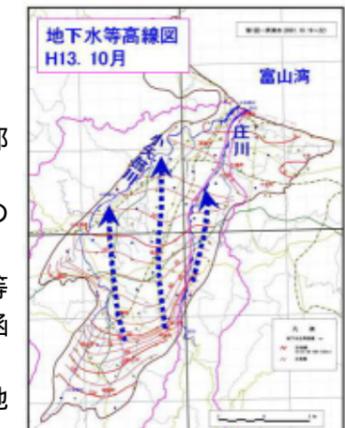


図 1.4-2 地下水流動概要図

ロ) 扇端域の自噴高調査並びに涵養域と流出域に新たに設置した層別地下水観測

自噴井戸の自噴高は、0.2～1m 程度で深い井戸ほど高い傾向が見られるが、季節変動は小さく年間を通してほぼ一定である。  
扇頂の涵養域では深い観測井ほど水頭が低く、下向きの地下水流動が生じている  
扇端の流出域では深い観測井ほど水頭が高く、上向きの地下水流動が生じている。



図 1.4-3 自噴範囲分布図

ハ) 庄川河道部地下水観測

扇頂域では河川水面と地下水には大きな乖離がある。これに対し扇端～射水低地の庄川下流域では地下水面と河川水面が一体となっている。

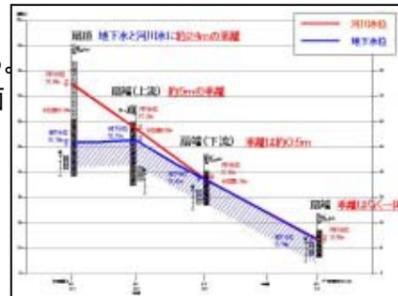


図 1.4-4 庄川河川水・地下水模式縦断面図

1.4.3 同時流量観測結果による伏没・湧水について

平成 13～15 年度にかけて実施した同時流量観測結果

庄川では、雄神橋から中田橋間は伏没傾向であり、その量は雄神橋～太田橋間で約 2～9m<sup>3</sup>/s、太田橋から中田橋間で約 4～9m<sup>3</sup>/s である。中田橋から大門大橋間は湧出傾向であり、その量は 1～2m<sup>3</sup>/s である。

小矢部川は、庄川に見られるような明確な伏没または湧出傾向を示す区間が見られず、各区間の伏没・湧出関係は一定していない。庄川扇状地の地下水は大局的に見て、小矢部川に向かって流れていることが確認されており、年間水収支の結果からも、小矢部川流量の相当部分が湧出地下水起源と考えられる。

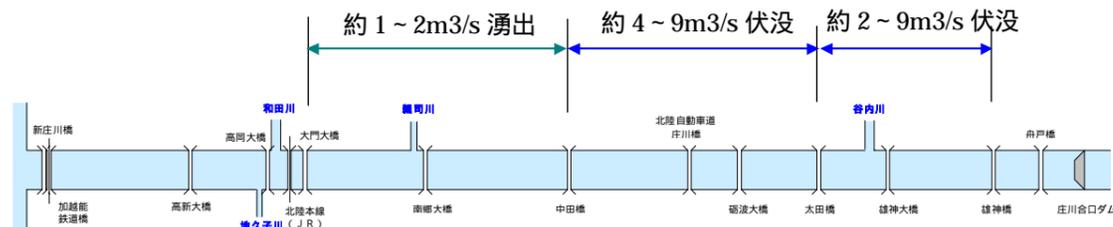


図 1.4-5 平成 13 年度～15 年度 同時流量観測結果による伏没・湧出量 (庄川)

1.4.4 扇状地の水循環シミュレーションモデル

扇状地の地下水の流動を検討するための三次元地下水流動シミュレーションモデルを作成した。このモデルは、地下水等の継続的かつ詳細な調査結果により検証し、実用的な精度で庄川扇状地の地下水流動機構を再現するものとした。

本シミュレーションによる扇状地全体の水収支計算結果(通年平均)は、地下水への収入として、庄川からの伏没涵養量(5.4m<sup>3</sup>/s)、降水からの涵養量(3.7m<sup>3</sup>/s)、水田灌漑水起源の涵養量(27.1m<sup>3</sup>/s)であり、総地下水涵養量(36.2m<sup>3</sup>/s)となった。地下水の支出としては、地下水利用量(2.6m<sup>3</sup>/s)、小矢部川への流出(29.4m<sup>3</sup>/s)、庄川への流出(2.3m<sup>3</sup>/s)、海への流出(1.7m<sup>3</sup>/s)であり、総地下水流出量(36.0m<sup>3</sup>/s)となった。

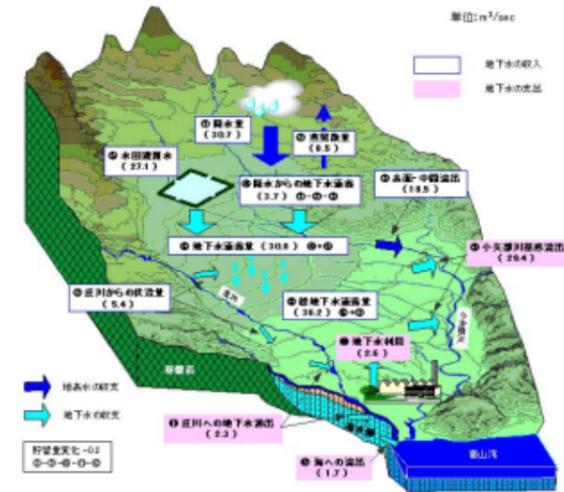


図 1.4-6 シミュレーション結果による全体水収支図

1.5 地下水調査結果のまとめ

庄川扇状地は砂礫層が厚く良好な帯水層を形成し、また全国的にみて降水量も多いことから豊富な地下水に恵まれている。扇状地域の地下水は、地表面からの雨水や融雪水の浸透の他、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。一方、降水量(特に冬季の降・積雪量)の減少傾向や水田面積の減少等により、扇状地扇頂部～扇中央部では長期的な地下水位低下傾向が継続している。

1.6 第 6 回庄川扇状地水環境検討委員会最終提案

委員会成果をふまえ、扇状地の豊富な地下水資源を積極的かつ安全で永続的に利用する為の具体的方策について引き続き検討

庄川扇状地の地下水の保全・適正利用にあたっては、ハード・ソフト両面からのきめ細やかな対策が必須であり、関係機関等による協議・調整の場を設けて対策の実現を目指す必要がある。

庄川扇状地の水環境を構成する諸要素について継続的なモニタリングを行い動態変化のあり方を注意深く見守る事が肝要

## 2. 庄川扇状地水環境における特徴および課題

### 2.1 庄川扇状地水環境における特徴及び課題

庄川扇状地における水環境の特徴・課題は以下のとおりである。

表 2.1-1 庄川扇状地水環境の特徴・課題

庄川扇状地水環境の特徴・課題		調査検討項目
河川環境	<p><b>少ない河川流量</b> 合口ダム下流部は典型的な扇状地河川の形態を呈し、上流部では流水の多くが伏没する。</p> <p>図-4.1.1 平均的な地下水位時の推定伏没・湧出区間</p> <p>河川流況：大門大橋地点 (1,120 km<sup>2</sup>) の至近 10 ヶ年 (H.2~13年) 平均濁水流量は約 6.5m<sup>3</sup>/s。</p> <p>大門大橋地点の濁水流量経年変化図</p>	<p>・伏没機構解明に向けた追加調査 (河川水位の観測、同時流量観測データの蓄積、河川敷観測井の観測等)</p>
	<p><b>発電放流に影響を受ける庄川</b> 合口ダム (26.1K) から和田川合流点 (6.1K) までの残流域は約 22 km<sup>2</sup> と少なく、平常時の河川流量は合口ダムの放流量と雄神発電所、中野発電所の放流に影響を受けている。</p> <p><b>水質</b> ・小矢部川は、扇状地地下水の流出域で河川流量は多い。 ・公共用水域の「水質汚濁に係わる環境基準」の水域類型が昭和 46 年に県下で最初に指定された。 ・小矢部川上流から国条橋までは良好な水質であるが、下流部は都市排水の影響を受けている。(下流部は C~D 類型で、近年は環境基準値を満足している。)</p> <p>小矢部川の水質 (平成14年:BOD) C 類型：5 mg/l 以下、D 類型：8 mg/l 以下</p>	

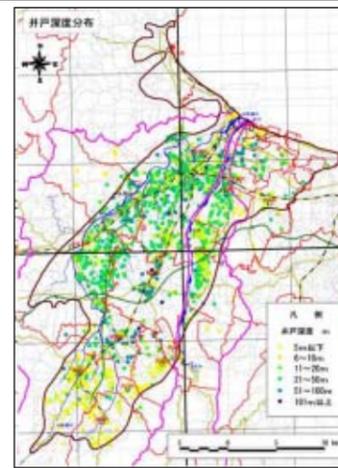
**地下水障害の実態把握**

・古くから地下水利用が盛んな地域であり、地下水が貴重な水源となっている。約 2,300 本の井戸が扇状地全域に分布し、その殆どが現在も利用されている。アンケート調査結果によると過去に約 1 割で井戸に障害を経験している。その多くが地下水位低下に伴う取水障害である。

・射水低地では冬季の消雪用水利用によると考えられる水位低下の影響での取水障害が報告されている。

・昭和 49 年に新湊市の一部で地盤沈下が確認されたが、その後当地域では大幅な変化は無く、地盤沈下は事実上収束したものと判断されていた。昭和 63 年に富山・高岡・射水地域で水準測量が実施され、その結果、過去 10 年間の地盤沈下量は 5mm/年以下で、地盤沈下の目安とされる 10mm/年以上の地域は見られなかった。

・なお、砺波平野は「富山県地下水の採取に関する条例」の指定地域となっており、一定規模を超える揚水設備(吐出口断面積が 21cm<sup>2</sup>以上)に対して届出を義務付けている。



扇状地内の井戸分布図



井戸障害発生図

・障害状況の詳細な把握

**地下水涵養量の減少**

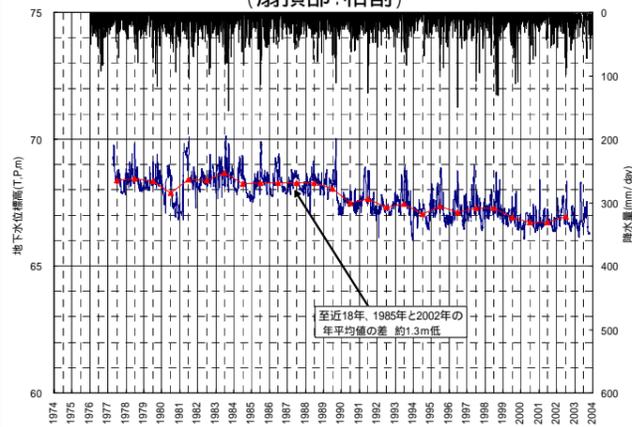
・少雨、少雪化傾向、水田の減少等により、扇頂部では長期的な地下水位低下傾向にある。

・シミュレーション結果によると、水田が最近 5 年間の減少ペースで今後も推移すると 2020 年には、地下水位が扇状地全体で年平均約 0.5m 低下し、最も水位低下が顕著な扇頂部では最大約 3.2m 低下することが予想される。

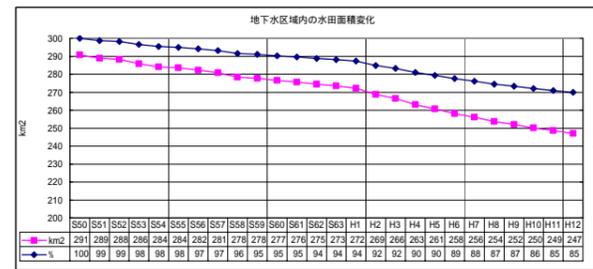
・水田の減少傾向が続けば、将来的に広範囲で地下水位低下に伴う取水障害が発生することが懸念される。

地下水位の長期変動

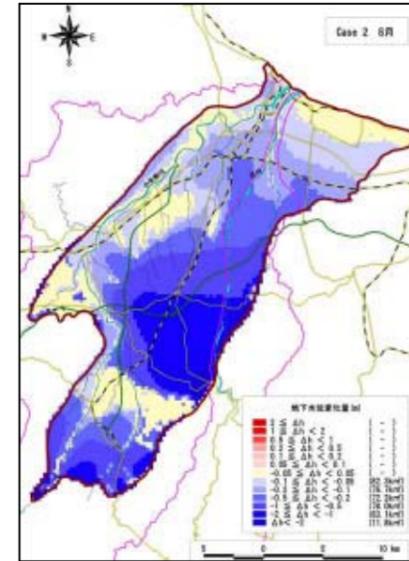
(扇頂部:相割)



扇状地内の水田面積変化



出典: 耕地面積市町村別累年表(富山県)、高岡市、新湊市、砺波市、小矢部市、小杉町、大門町、下村、大島町、城端町、庄川町、井波村、井口村、福野町、福光町、福岡町の15市町村を合計



水田減少に伴う地下水低下  
(2020年シミュレーション結果)

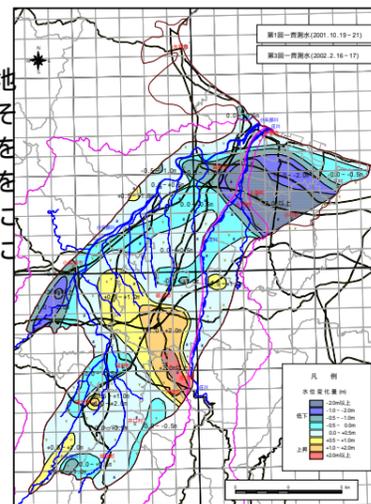
・将来像を想定したシミュレーションによる地下水変動予測。

・地下水モニタリングの継続。

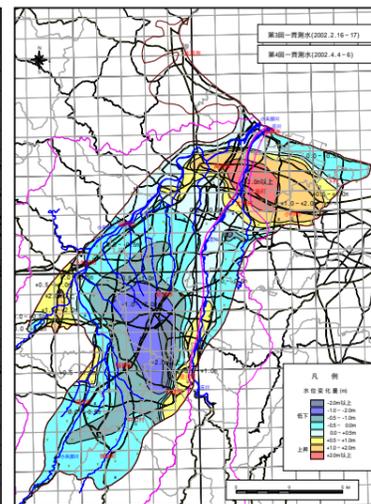
扇状地の地下水環境

**地下水利用特性**

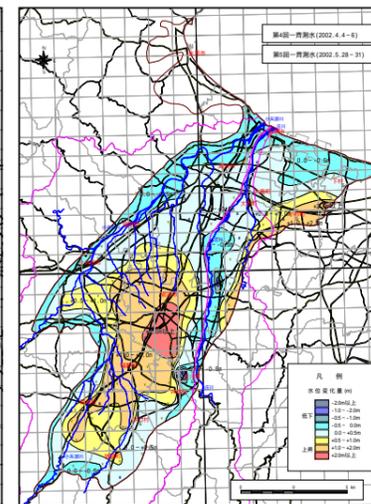
・扇頂部、扇中部の地下水位は、融雪や水田灌漑水の地下浸透により、4月中旬から5月中旬にかけて上昇し、その後灌漑期間が終わる8月頃まで一定の高水位レベルを維持した後、低下し、11月頃に最低水位となる季節変動を示す。一方、扇端部及び射水低地では扇頂・扇中部に比べて季節変動は少ないものの、冬期間に消雪用揚水に伴う水位低下が認められる。



10月から2月の地下水位変化



2月から4月の地下水位変化



4月から5月の地下水位変化

・情報の共有化

・広報資料(パンフレット、リーフレット)作成・配布

・地域毎に特徴的な変動を示すことから、地下水の保全、適正利用に係る検討においては、地域性を踏まえた検討が必要

**共通認識の形成**

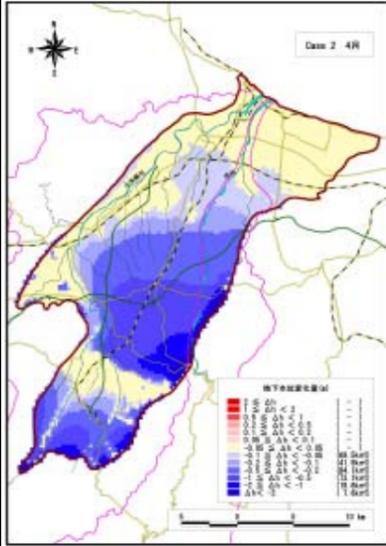
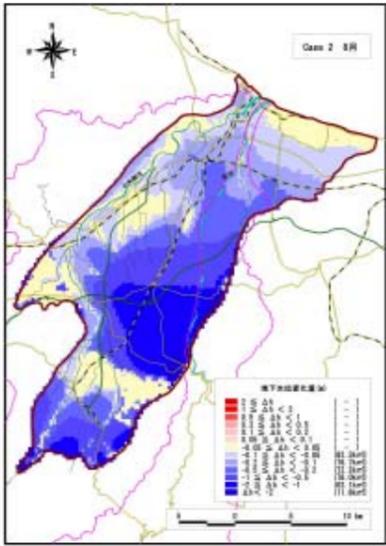
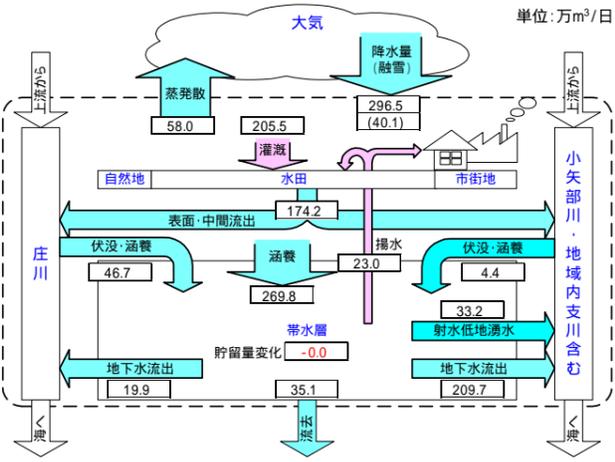
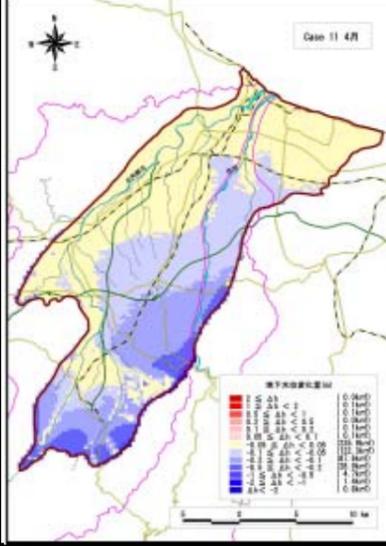
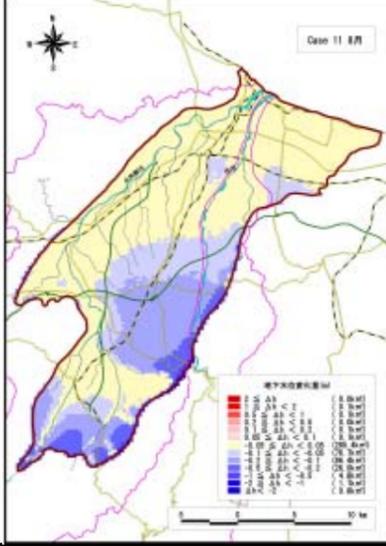
・今後、庄川扇状地の豊富な地下水資源を積極的かつ安定して永続的に利用していくためには、庄川扇状地地下水の流動機構、ポテンシャル、問題・課題等を関係自治体、地域住民の方々に幅広く理解を得る必要がある。

### 3. 庄川扇状地水環境における地下水位の将来予測結果及び保全対策案

#### 3.1 将来予測における地下水位の変化

庄川扇状地水環境における問題・課題について、保全対策を実施せずに推移した際の2020年における地下水位の変化を予測した。

表 3.1-1 将来想定における地下水位の変化

将来想定	現行からの変化項目	扇状地の地下水位変化 [m]		シミュレーション結果		シミュレーション結果		評価
		年間平均	変化の最大 (発生月)	地下水位の変化図：4月	地下水位の変化図：8月	水収支		
水田面積の減少	水田面積の減少 36.6km <sup>2</sup> (15%減少)	-0.471	-3.16 (8月)					季節を問わず、地域の全体に渡り激しい地下水の低下が生じる。扇頂部で水位低下が最も顕著である。
少雪の影響	降雪量が半減 (約150mmの減少)	-0.054	-0.48 (9月)					降雪減少の影響は全般的に地下水低下に繋がる。但し、気温が高い日には雪ではなく降水となるため、低地部において地下水位の上昇が見られる。

### 3.2 保全対策案の検討結果

庄川扇状地水環境における保全対策案及びそのシミュレーションを行った。その結果は、以下のとおりである。

表 3.2-1 保全対策案の一覧

将来想定 の検討ケース	目的	シミュレーションの条件	対策
各戸浸透	地域住民の協力を前提とした雨水浸透対策の効果評価。	屋根排水を対象として浸透施設により地下水涵養量を増加する。浸透施設の適地は以下の基準から設定する。 透水性係数が $10^{-5}\text{cm/s}$ より大きい 斜面勾配が 0.1 より小さい 地下水位が地表面から 2.0m 以下 浸透施設適地内建物の面積は $33.36\text{km}^2$ とし、屋根面積は建ぺい率を考慮して設定する。	対策面積(屋根面積): $6.67\text{km}^2$
人工涵養	公共施設における人工涵養施策の効果評価。	庄川または用水路の近くにある公共用地に浸透池・浸透井戸を設置する。設置場所の選定は、浸透しやすくより浸透効果の期待できる地下水位が GL-5m よりも低い地域とする(扇頂部)。	扇頂部に 25 箇所
節水啓発	節水啓発の効果評価。	節水実験の事例 <sup>*1</sup> によれば、節水を意識しただけで 2 割程度の節水効果が現れている。これより節水行動による使用量減少率を 20%と想定して、地下水揚水量を減少させる。	年間平均 1.3 万 $\text{m}^3$ /日の揚水抑制
消雪用途揚水制限	消雪用途揚水の抑止効果評価。	消雪対策を地下水利用から他の対策へ転換することを想定し、全ての消雪用揚水量を停止する。	年間平均 3.7 万 $\text{m}^3$ /日の揚水抑制

\*1 出典：国土交通省 河川局ホームページ 365 日の節水マニュアル

表 3.2-2 保全対策案のシミュレーション結果

対策案	対策規模	扇状地の地下水位変化 [m]		シミュレーション結果		
		年間平均	変化の最大 (発生月)	地下水位の変化図：4月	地下水位の変化図：8月	水収支
各戸浸透対策	対策面積 (屋根面積) : 6.67km <sup>2</sup>	0.0153	0.65 (8月)			
人工涵養対策	扇頂部に25箇所の人工涵池 (浸透量0.33m <sup>3</sup> /s)	0.3037	13.73 (7月)			
節水啓発	生活用水の20%の減少 (1.3万m <sup>3</sup> /日)	0.0394	1.97 (2月)			
消雪用途揚水削減	年間平均3.7万m <sup>3</sup> /日の揚水制限	0.1562	5.07 (2月)			