

## 5.2 地下水保全・適正利用に向けて

### (1) 庄川扇状地の将来想定

ここに提示した将来想定は、上位計画や他の事業計画との整合や表流水の取水権などの周辺事情を考慮せずに、感度分析的な議論を行うために、架空の想定をしたものである。

#### イ) 将来想定 of 年次

当該流域を擁する富山県の「富山県民新世紀計画」は平成 13 年から平成 22 年（2010 年）の 10 年間を計画年としているが、今回の検討では下記の理由から将来の目標年次をその更に 10 年後の 2020 年とした。

- 現行計画の次期計画（2011 年から 2020 年）に整合させる。
- 地下水流動は緩慢なため、各種の人為的な効果が発現するには恐らく 10 年以上の時間を要する。
- 砺波市などでは増加傾向にあるが、富山県の人口は既に減少傾向である。砺波市などの人口についても、少子高齢化の影響が次第に現れると思われるので、30 年を超えるような長期計画は難しい状況である。

#### ロ) 将来のシミュレーションの方法

将来のシミュレーションにあたっては、近年の降雨記録から平水年相当の年を選定し、その年の降雨パターンを 20 年間繰り返し与えることとした。これにより 20 年後の計算結果は与えた周辺条件を反映し、ある定常的な状況にいたっている。なお、平水年は表 5.2-1、図 5.2-1 から平成 5 年を選定した。

#### ハ) 将来像の想定

今回の検討では複数の将来想定を設定して、現在と比較して地下水の保全・適正利用を検討した。将来における各種の対策案の評価は、現行の地下水利用量および土地利用が現行のまま不変であった場合を基準とし、その変化量を評価指標とした。

なお、下記の地域特性を考慮して将来を想定した。

- 地域の主要な土地利用である水田の面積変化を考慮した。
- 地域の主要な水源でもある地下水の利用量を変化させた。
- 地域の特徴的な地下水利用先である消雪利用についても検討要素とした。

このような観点から設定した将来想定を表 5.2-2 に示した。

表 5.2-1 至近 25 年間の渇水順位

渇水順位	再現確率		発生年次	年間渇水率 (mm/年)	水文基準年
	f(%)	x			
1	0.02	2	1994年度	平成5年度	1659
2	0.06	6	1986年度	昭和61年度	1736
3	0.10	10	1977年度	昭和52年度	1831
4	0.14	14	1978年度	昭和53年度	1837
5	0.18	18	1966年度	平成5年度	1839
6	0.22	22	1987年度	昭和62年度	1853
7	0.26	26	1989年度	平成4年度	1856
8	0.30	30	2000年度	平成12年度	1899
9	0.34	34	1984年度	昭和59年度	2092
10	0.38	38	1990年度	平成2年度	2092
11	0.42	42	2001年度	平成13年度	2100
12	0.46	46	1995年度	平成7年度	2100
13	0.50	50	1993年度	平成5年度	2202
14	0.54	54	1988年度	昭和63年度	2311
15	0.58	58	1989年度	平成元年度	2319
16	0.62	62	1981年度	昭和56年度	2315
17	0.66	66	1991年度	平成3年度	2317
18	0.70	70	1997年度	平成8年度	2322
19	0.74	74	1982年度	昭和57年度	2374
20	0.78	78	1979年度	昭和54年度	2439
21	0.82	82	1999年度	平成14年度	2472
22	0.86	86	1983年度	昭和58年度	2456
23	0.90	90	1980年度	昭和55年度	2510
24	0.94	94	1985年度	昭和60年度	2926
25	0.98	98	1988年度	平成18年度	2932
26年間平均	-	-	-	-	2230

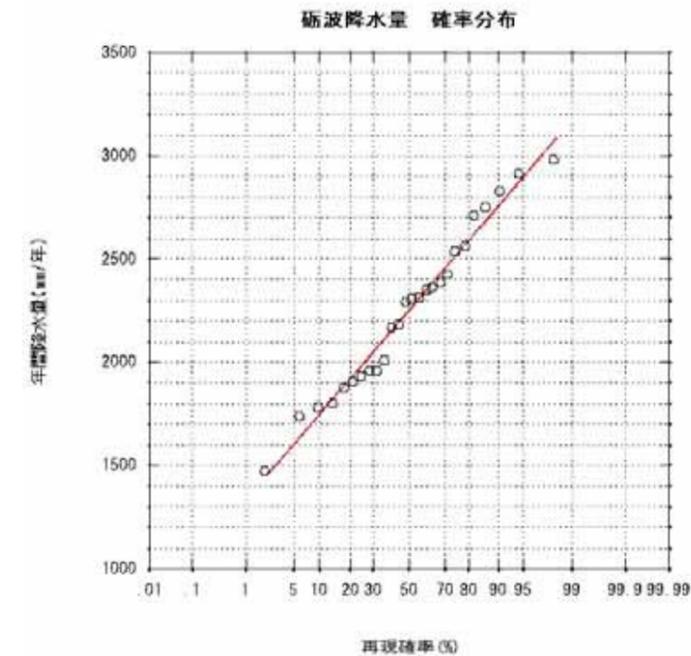
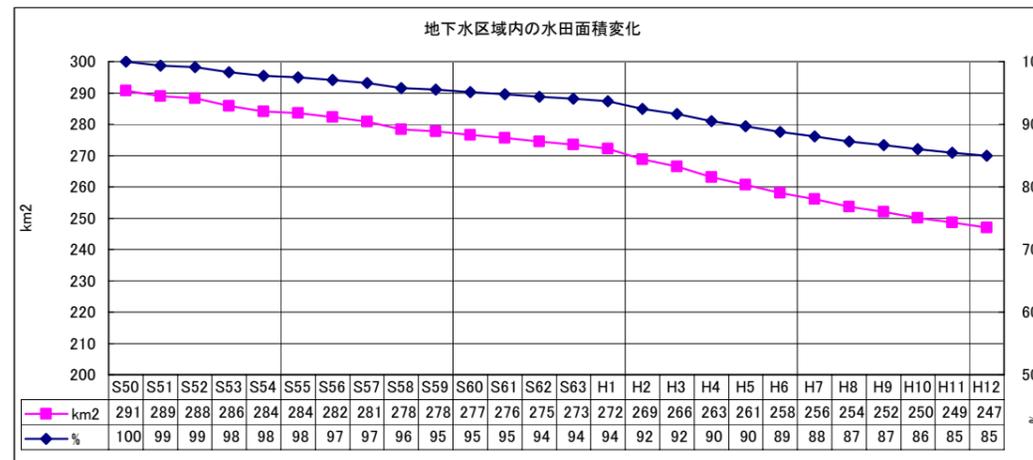


図 5.2-1 年間降水量の確率紙プロット

表 5.2-2 将来想定

将来想定 の名称	目的	想定条件	現行からの 変化項目
ケース 1	比較の際の基準として用いる。	現行の土地利用（水田面積など）と地下水利用量を全て不変とする。	現状のまま
ケース 2	水田による地下水涵養効果の評価。	最近 5 ヶ年の水田面積は毎年平均 0.7%のペースで減少している（図 5.2-2）。現在（2000 年）から目標年次（2020 年）にかけて、この減少率で推移すると仮定すると、水田面積は 2000 年の 285.8km <sup>2</sup> から 2020 年には 249.2km <sup>2</sup> になると推定され、水田面積の減少量は 36.6km <sup>2</sup> に及ぶ。	水田面積の減少：36.6km <sup>2</sup>
ケース 3	新規地下水開発の影響把握。	扇頂部の井戸全てについて、地下水揚水量を現行の 2 倍とする。地下水深度が GL-20m よりも深い地域を扇頂部とした。	年間平均 1.5 万 m <sup>3</sup> /日の揚水増加。
ケース 4	同上。	扇中央部を含む地下水深度が GL-5m から GL-20m の間の地域を対象として、その地域の井戸全てについて、地下水揚水量を現行の 2 倍とする。	年間平均 6.7 万 m <sup>3</sup> /日の揚水増加
ケース 5	同上	扇端部における全ての井戸について、地下水揚水量を現行の 2 倍とする。地下水深度が GL-5m よりも浅い地域を対象とした。但し、地下水規制区域は除く。	年間平均 4.5 万 m <sup>3</sup> /日の揚水増加
ケース 6	同上。	庄川右岸地域の全ての井戸について、地下水揚水量を現行の 2 倍とする。但し、地下水規制区域は除く。	年間平均 1.0 万 m <sup>3</sup> /日の揚水増加
ケース 11	少雪の影響。	年間平均気温が 2℃上昇したとして、積雪量の減少を想定する。	降雪量が半減（約 150mm の減少、降雪量は半減する）。



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、城瑞町、庄川町、井波村、井口村、福野町、福光町、福岡町の15市町村を集計

図 5.2-2 当該地域の水田面積の変化

## (2) 対策案の検討

### イ) 対策案

地下水保全対策として下記の対策案を想定した。

- 雨水浸透施設の普及
- 人工涵養施設の設置
- 節水意識の高揚
- 消雪用水の転換

表 5.2-3 対策案の一覧

将来想定 の名称	目的	想定条件	対策
ケース 7	地域住民の協力を前提とした雨水浸透対策の効果評価。	<p>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ように設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 透水係数が <math>10^{-5}\text{cm/s}</math> より大きい</li> <li>• 斜面勾配が 0.1 より小さい</li> <li>• 地下水位が地表面から 2.0m 以下</li> </ul> <p>浸透施設適地内建物の面積は <math>33.36\text{km}^2</math> で、屋根面積は建ぺい率を考慮して設定する。仮に建ぺい率を 0.2 とすると屋根面積は <math>6.67\text{km}^2</math> となる。</p>	対策面積（屋根面積）： $6.67\text{km}^2$
ケース 8	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、地下水位が GL-5m よりも低い地域に限定する（扇頂部）。	扇頂部に 25 箇所
ケース 9	節水啓発の効果評価。	節水実験の事例によれば、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 $\text{m}^3/\text{日}$ の揚水抑制。
ケース 10	消雪用途揚水の影響評価。	消雪対策を地下水利用から他の対策へ転換することとし、全ての消雪用揚水量を停止する。	年間平均 $3.7$ 万 $\text{m}^3/\text{日}$ の揚水抑制。

(3) 将来想定における地下水位の変化

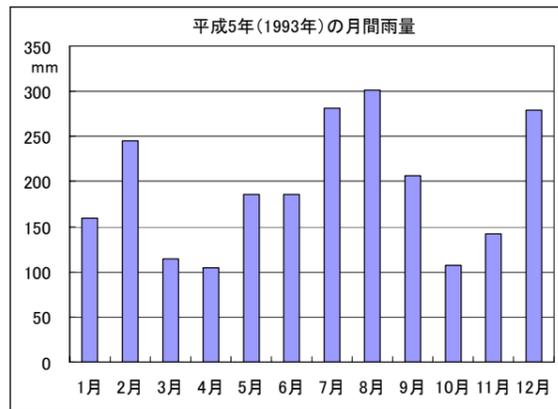
イ) 現状維持 (ケース 1)

現状のままなら将来は...

(A) 将来想定の設定趣旨

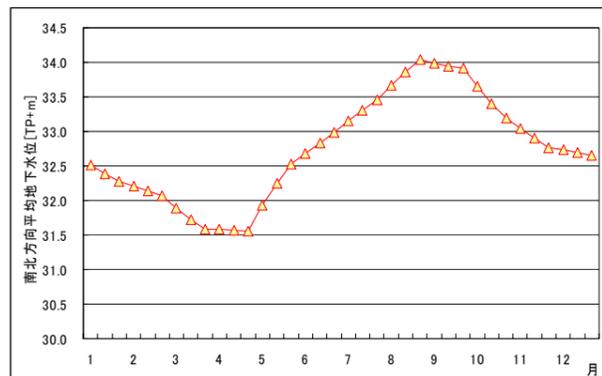
現行の土地利用・水利用形態を現状で据え置いた場合の 20 年後の状態を予測する。それまでの降水量のパターンは平水年相当である平成 5 年の降水を毎年繰り返し与えた。これにより将来予測は近年の平均的な気象水文条件下における予測結果となる。

この将来想定は、以降の様々な将来想定と比較検討における基準として設定した。

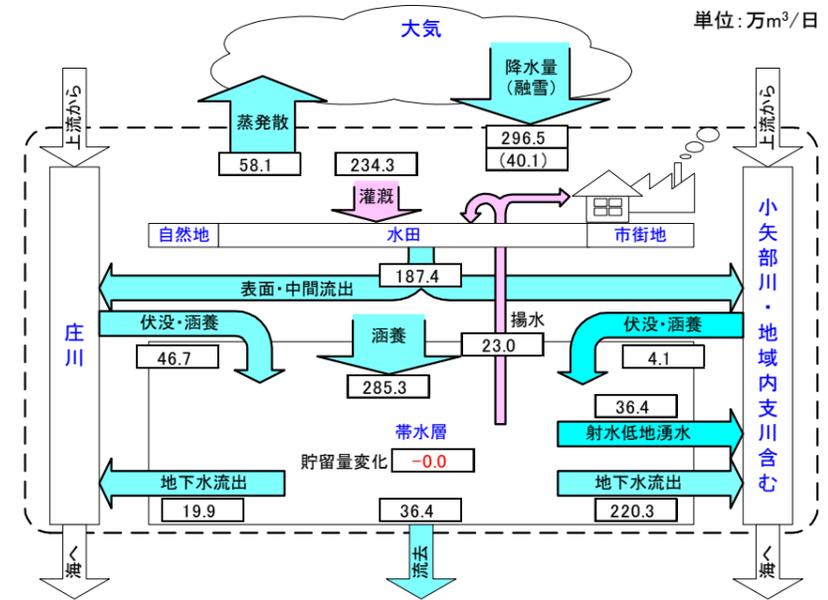


(B) シミュレーション結果

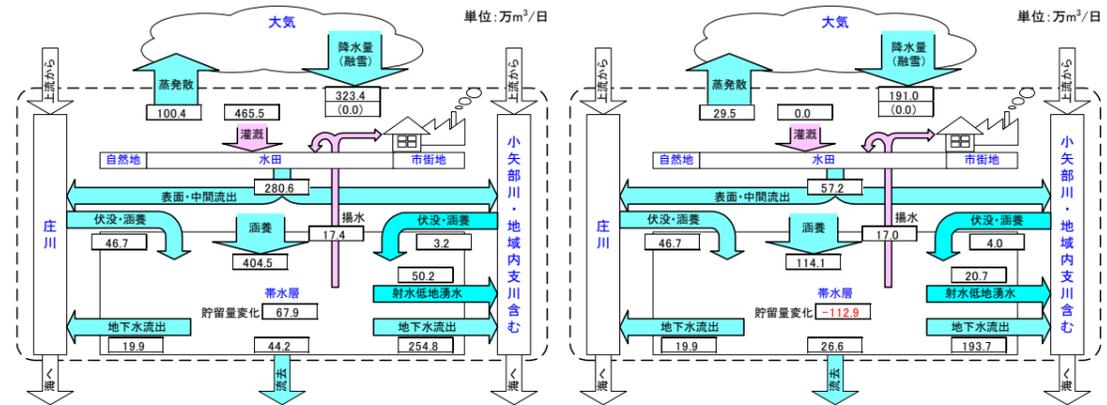
地下水位の年間変動パターンは 4 月が最も水位が低く 8 月が最も高い、ピークと谷がそれぞれひとつの変動パターンとなった。また、右に示した水収支をみると、灌漑期間に地下水貯留が増大し、非灌漑期にそれを消費するようなパターンがみられる。また、降雪期間は地下水貯留が若干減少する期間となっている。



扇状地地下水位の変換変動パターン

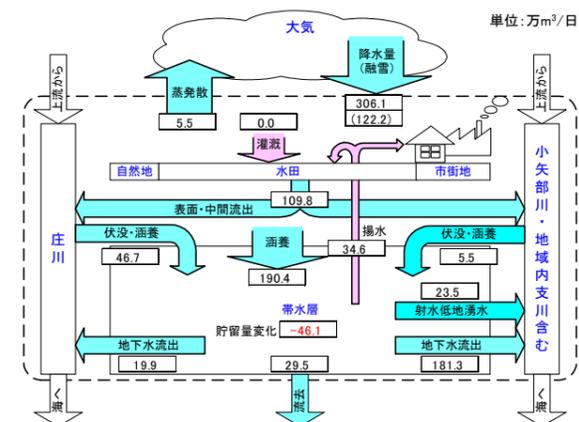


年間平均の水収支



灌漑期間の水収支 (4-9月)

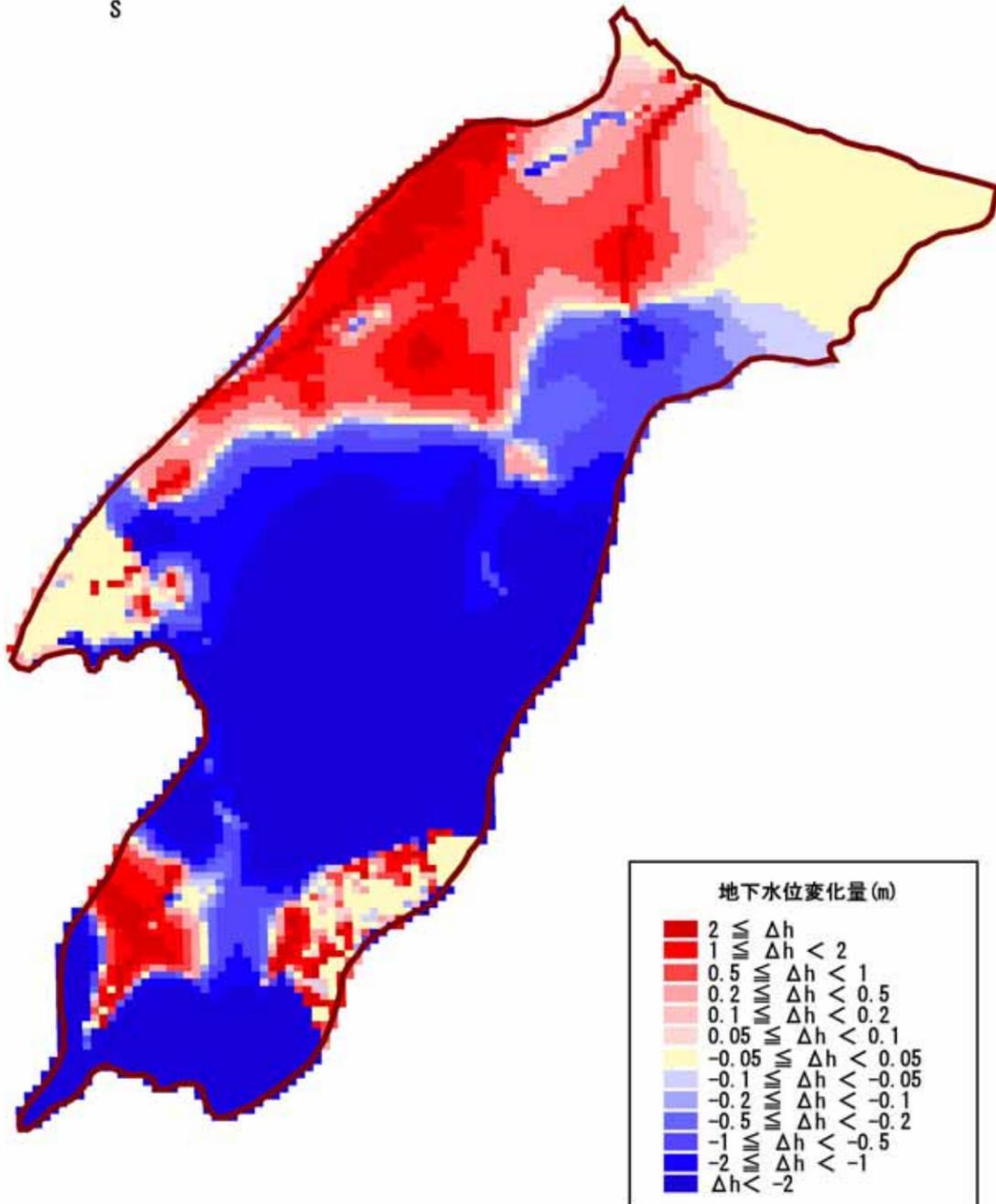
非灌漑期間の水収支 (10-11月)



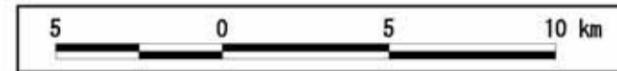
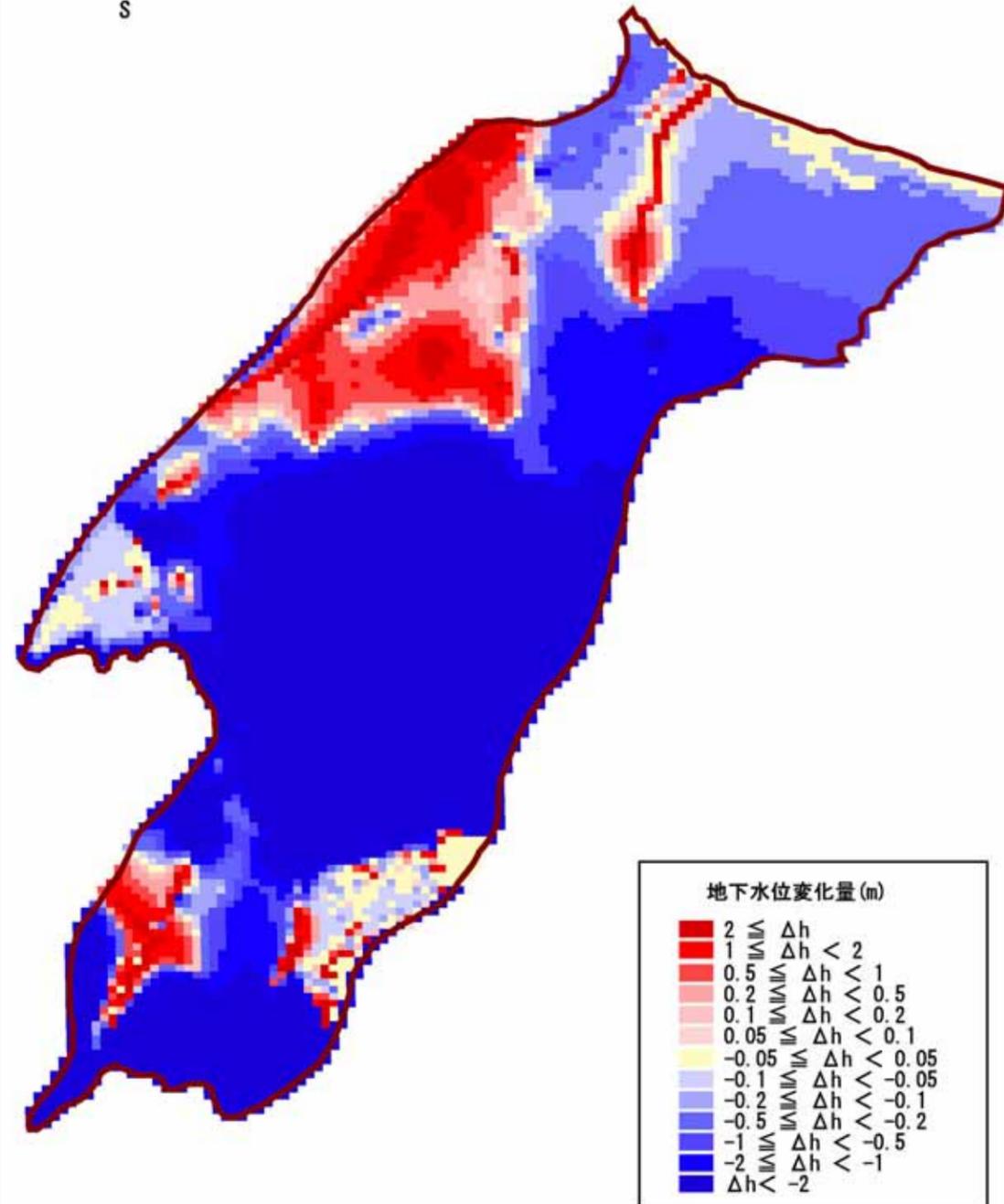
降雪期間の水収支 (12-3月)



2001年4月と2020年4月（ケース1）との比較。  
扇端部においては地下水位の上昇が見られるが、扇状地全域にわたり地下水位は低下する。



2001年8月と2020年8月（ケース1）との比較。  
左図の渇水期に比べて、豊水期（8月）の水位低下範囲はより全域に広がる。

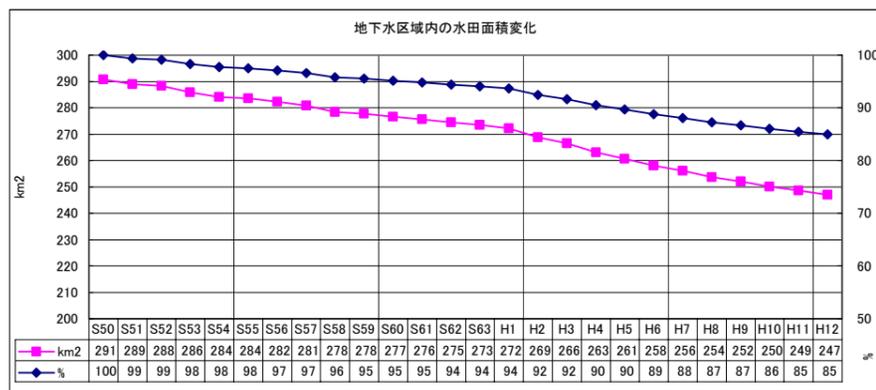


ロ) 水田面積の減少 (ケース 2)

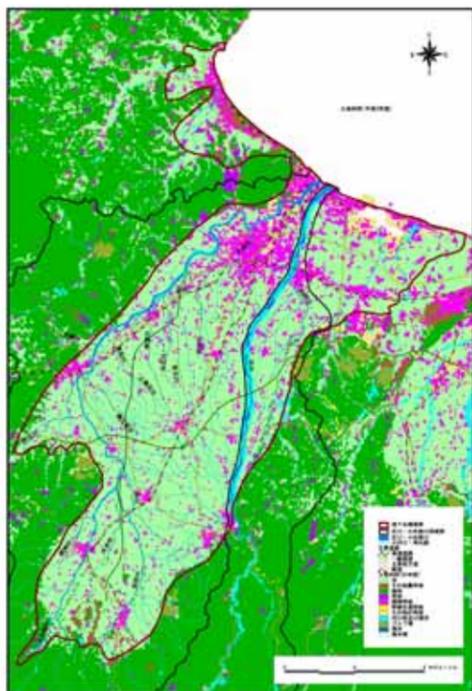
水田減少は地下水位を下げるか...

(A) 将来想定の設定趣旨

流域の主要な土地利用である水田は、水循環系の中からは主要な地下水涵養源としてとらえることができる。ところが、最近 5 カ年の水田面積は毎年平均 0.7% のペースで減少しており (下図参照)、現在 (2000 年) から目標年次 (2020 年) にかけて、この減少率で推移すると、水田面積は 2000 年の 285.8km<sup>2</sup> から 2020 年には 249.2km<sup>2</sup> になると推定され、水田面積の減少量は 36.6km<sup>2</sup> (13%) に及ぶ。このような事態となった場合の 2020 年における水循環をシミュレートした。



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、城瑞町、庄川町、井波村、井口村、福野町、福光町、福岡町の15市町村を集計



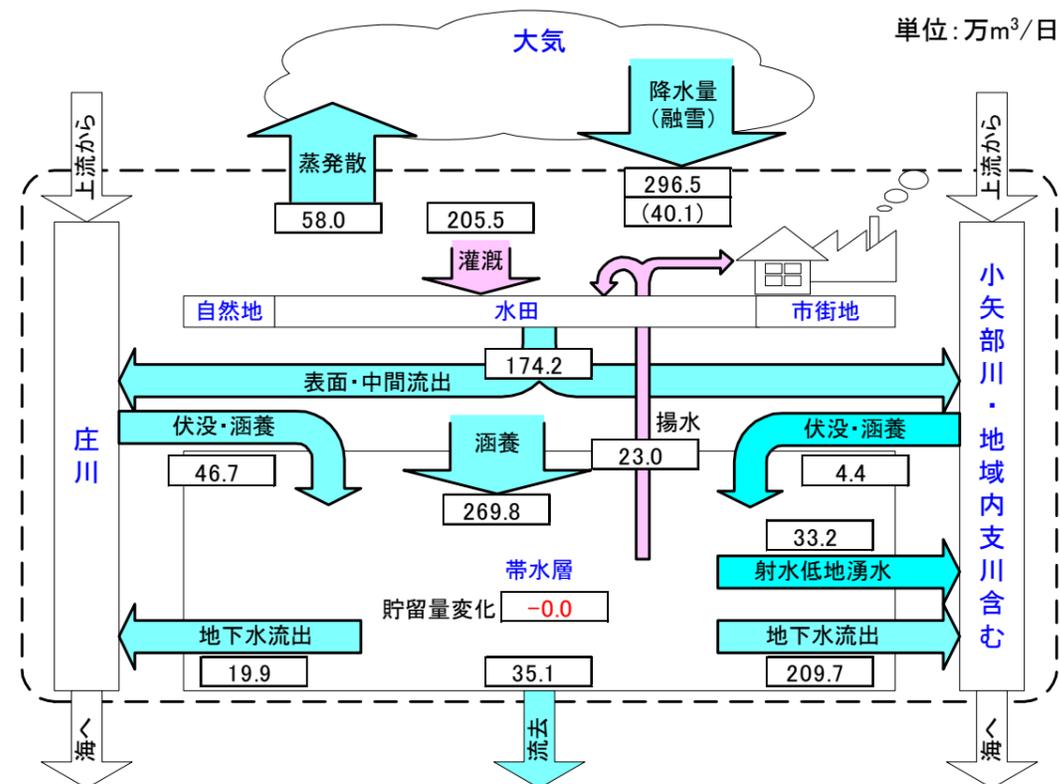
左の図中の薄い緑色の部分が水田であり、庄川扇状地における主要な土地利用となっている。将来想定においては具体的な水田減少範囲を特定せず、地域の全般にわたって一律に水田面積を13%減少させた。

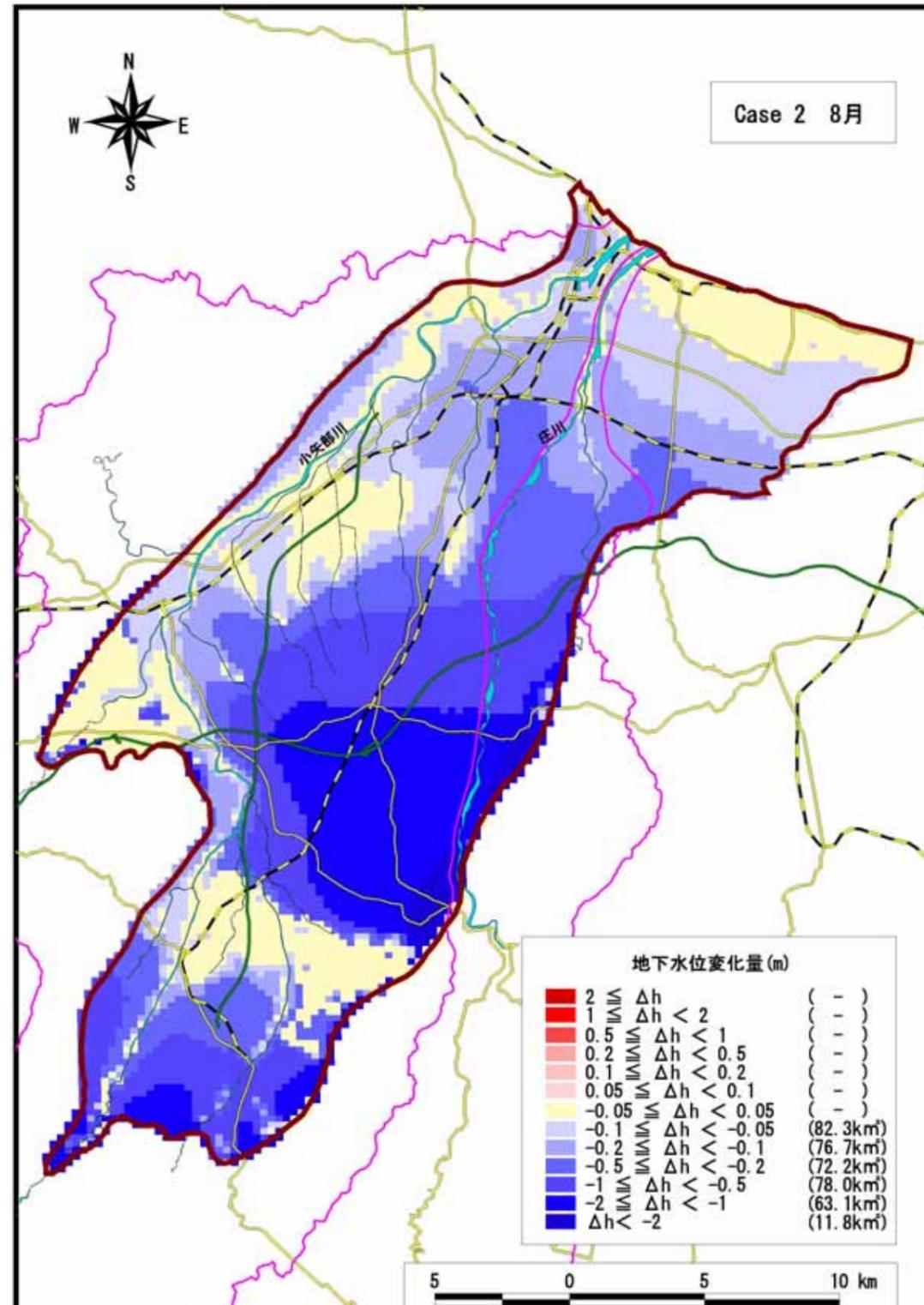
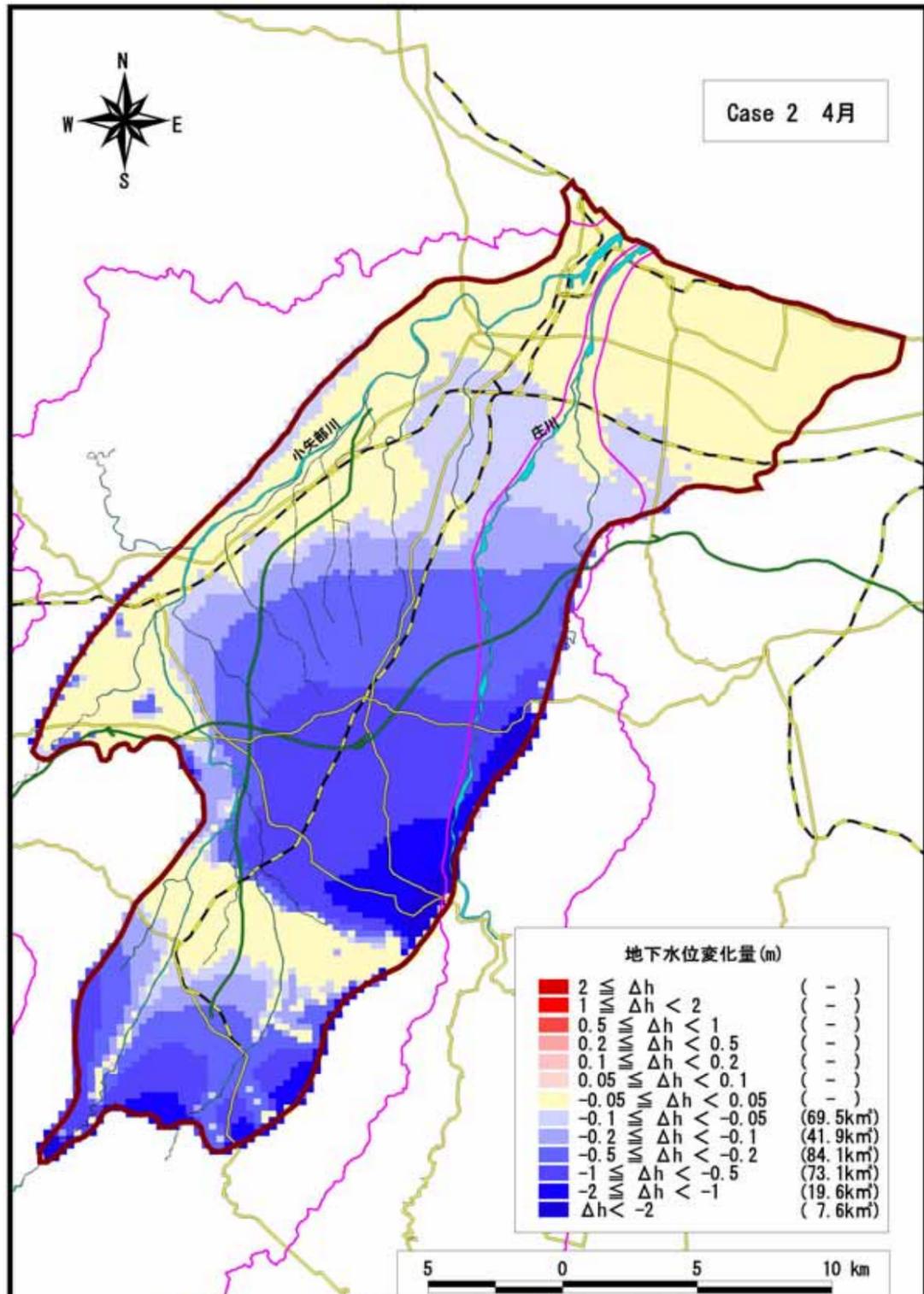
(B) シミュレーション結果

計算の結果はケース 1 からの差分の形でまとめた。次頁の図は左が渇水期 (4 月)、右が豊水期 (8 月) における地下水位をケース 1 と比較したものである。ケース 1 の水位から計算結果を引いた値を示している。

影響はほぼ全域にわたって生じており、その影響範囲は豊水期の場合により広範囲に現れている。また、最も水位の変化は激しいのは扇頂部において生じることが分かった。これらの影響は扇状地平均で 47cm の水位低下を生じさせる。

左図は 2020 年において水田が 13% 減少した場合の年間水収支図である。小矢部川への湧水・地下水流出がケース 1 に比べて、年間平均 13.8 万 m<sup>3</sup>/日減少 (約 5% の減少) する結果となっている。





ハ) 新規開発の影響 (ケース 3~6)

揚水量を倍増すると...

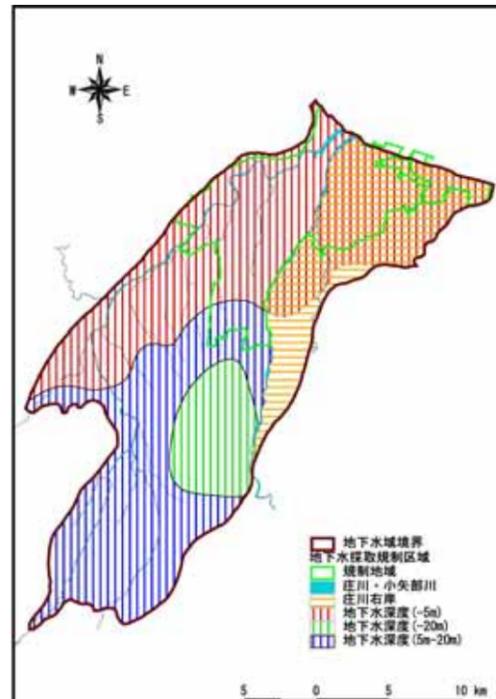
(A) 将来想定の設定趣旨

ケース1で計算した現状維持の将来想定では、年間平均の水収支上 285.3 万 m<sup>3</sup>/日の涵養量があるが、それに対する揚水量は 23.0 万 m<sup>3</sup>/日と比較的少ない。地盤沈下の危険性や、揚水地点が地域的に集中することによる地下水障害の懸念を考慮しなければ、水収支上では地下水開発余力が残されている可能性が高い。

そこで、庄川扇状地を水理地質的な観点から特徴的な 4 つの地域に区分して、それぞれの地域で現行の井戸全てについて 2 倍の揚水を行ったらどのような影響が生じるのかをシミュレートした。

新規開発を設定した地域の区分は下表のようである。

地域区分	地域の特徴
扇頂部 (ケース3)	図中の緑色の部分で地下水深度が非常に深い地域を抽出した。
扇中部 (ケース4)	図中の青色の部分で地下水深度が扇頂部と扇端部の中間的な地域を抽出した。
扇端部 (ケース5)	図中の赤い部分で地下水深度が 5m よりも浅い地域を抽出した。
庄川右岸 (ケース6)	庄川右岸の地域とした。



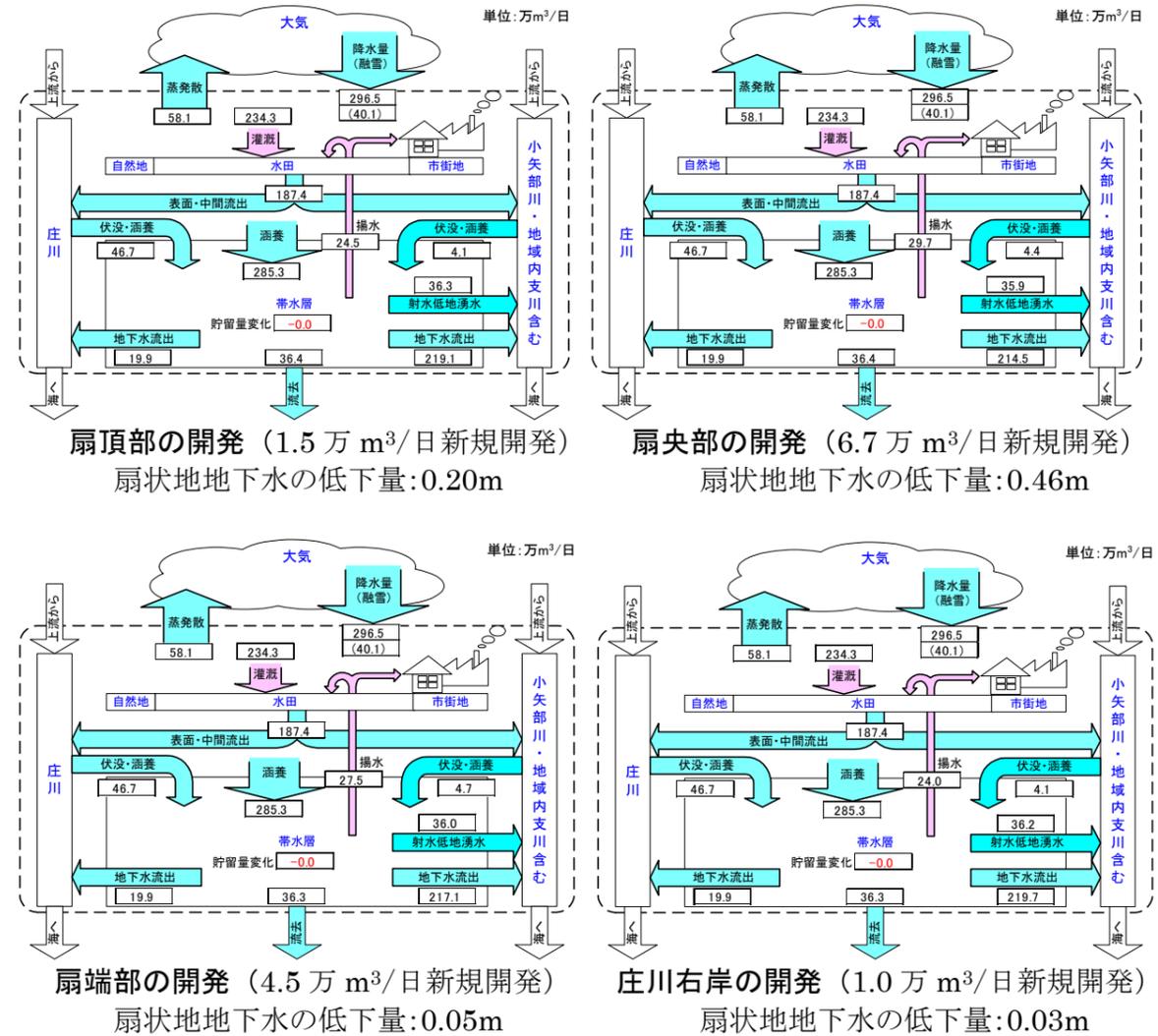
(B) シミュレーション結果

計算の結果はケース 1 からの差分の形でまとめた。以降に示した図は左が渇水期 (4 月)、右が豊水期 (8 月) における地下水位をケース1と比較したものである。ケース1の水位から計算結果を引いた値を示している。

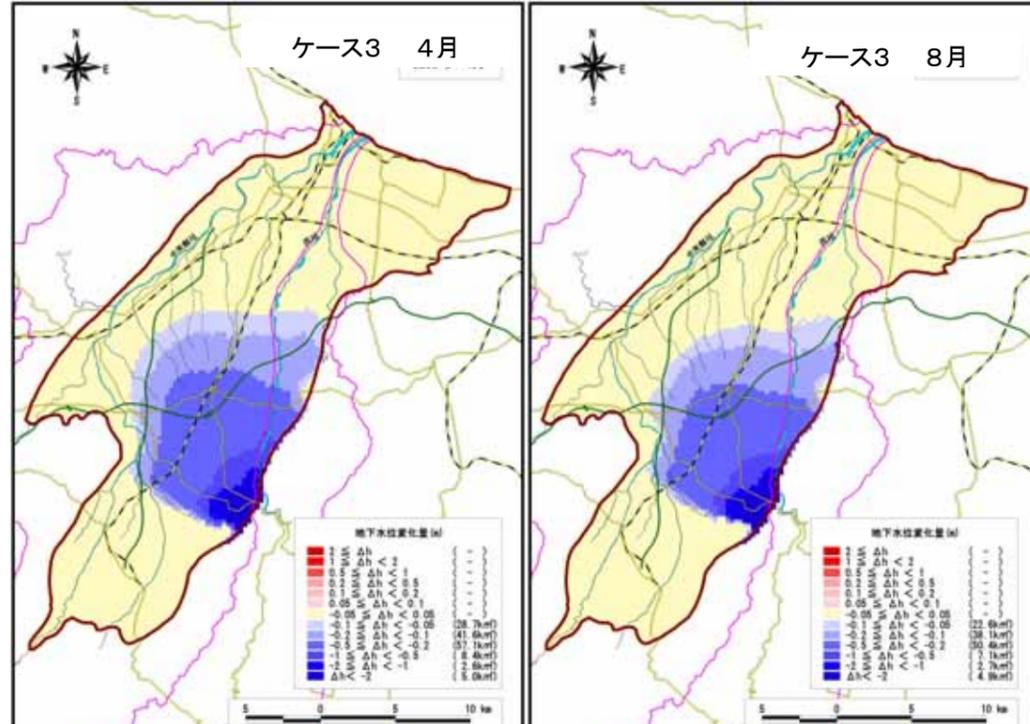
庄川右岸地域を除く全てのケースにおいて、揚水量を増大させることの影響は扇頂部において顕著に現れる。他方、庄川右岸地域における開発の影響は庄川を境に他への影響は及ばない(次ページの図を参照)。

年間平均の水収支をみると、新規開発により増加した揚水により小矢部川への地下水流出量が最も大きな影響を受け、次いで射水低地における湧水が影響を受けて減少する。海への流出量も影響を受けるが僅かである。

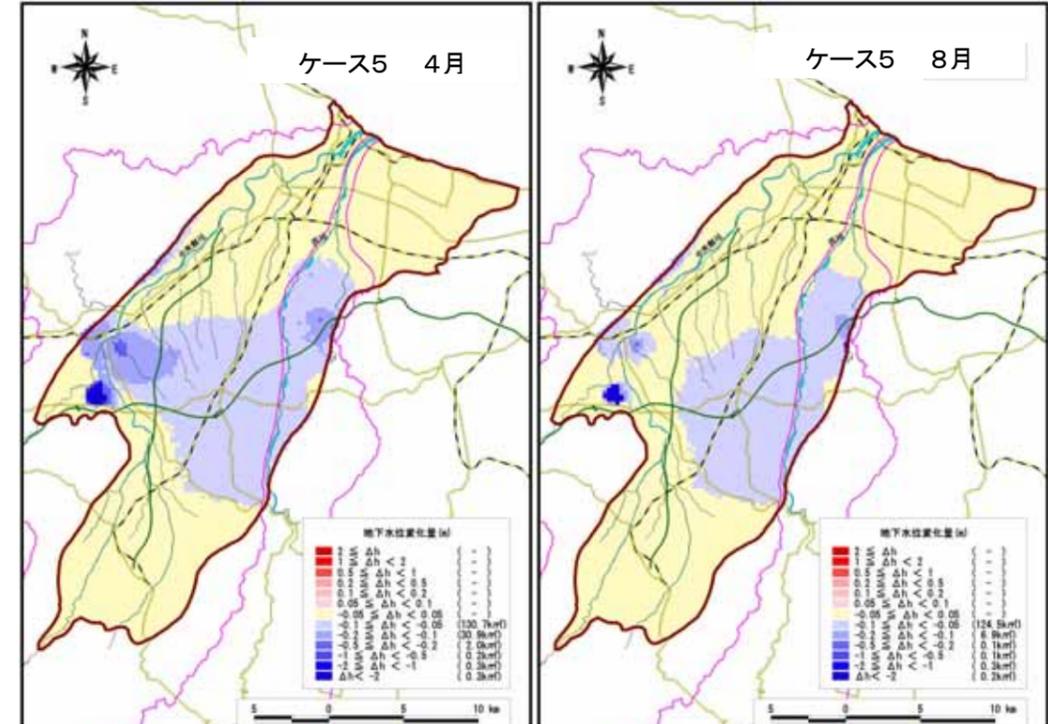
扇端部における開発は、新規開発量が大いにも関わらず、扇状地全体への影響は限定的である。但し、開発の影響は、新規開発量相当が同地域の地下水流出および湧水の減少となって現れることを認識する必要がある。



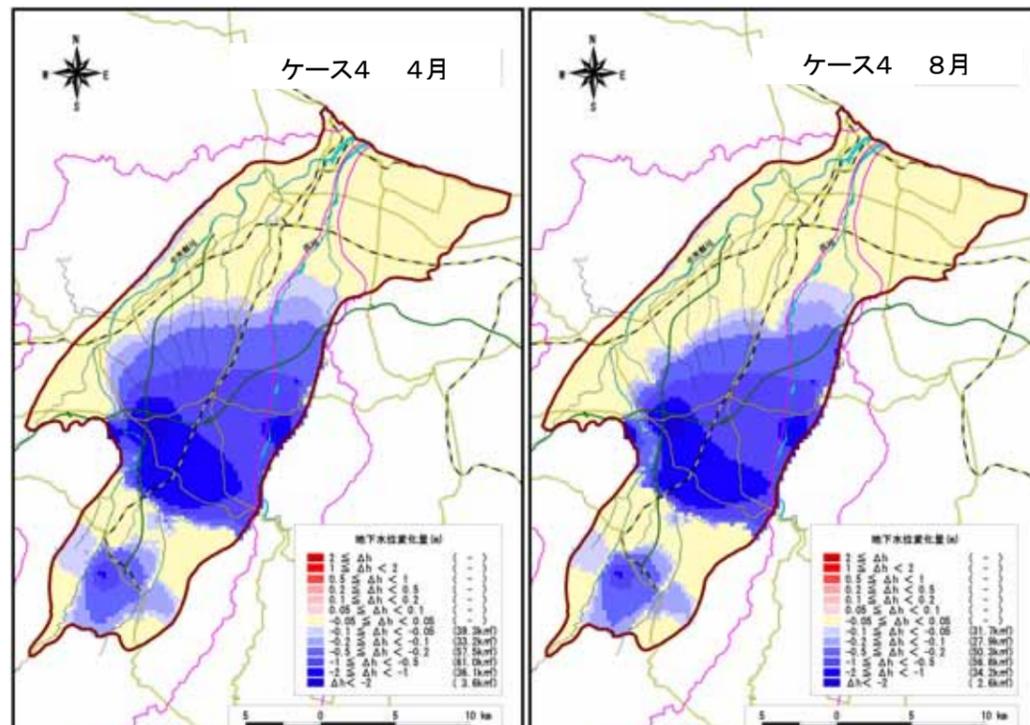
◎ケース3扇頂部で揚水を2倍（ケース1との比較）



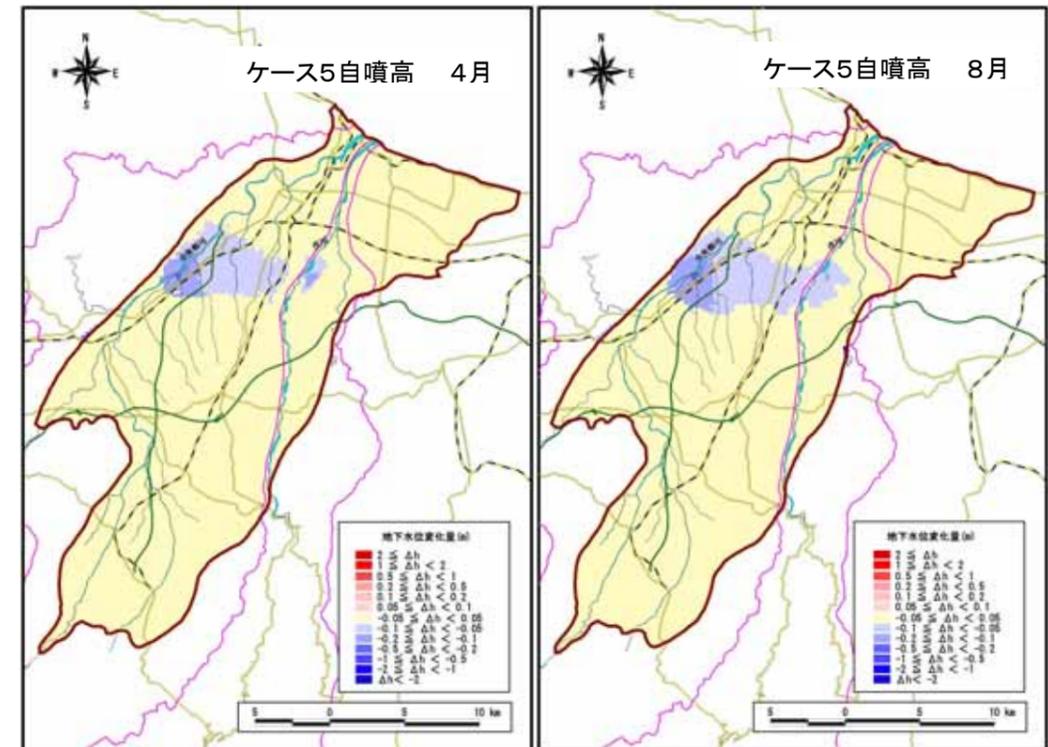
◎ケース5扇端部で揚水を2倍（ケース1との比較）



◎ケース4扇中部で揚水を2倍（ケース1との比較）



ケース5の自噴高の変化（ケース1との比較）



◎ケース6 庄川右岸地域で揚水を2倍（ケース1との比較）

