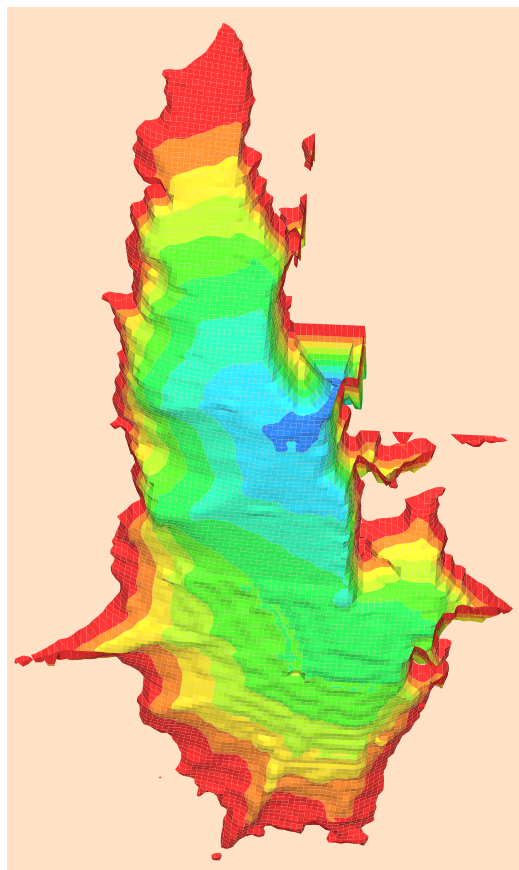
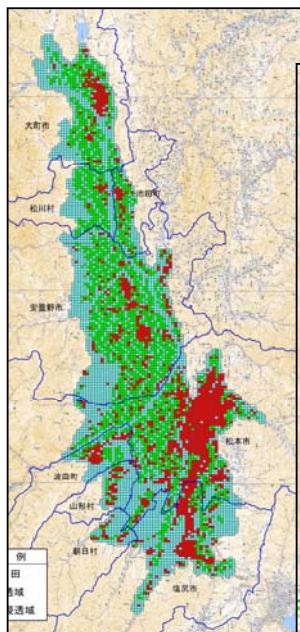


# 犀川上流域の水環境シミュレーション

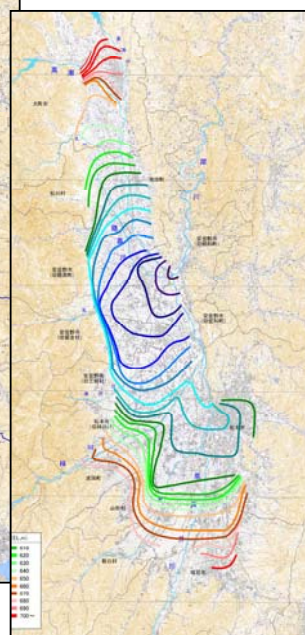
試算



地形

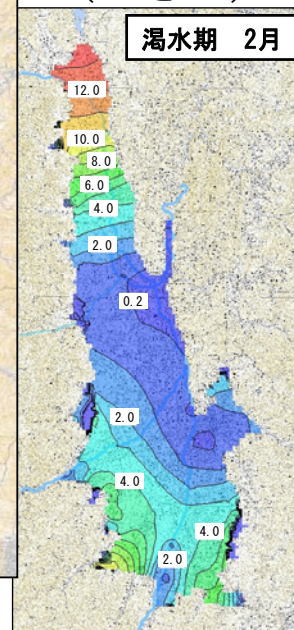


土地利用 (H18)



地下水位コンター  
(H19. 2)

土地利用変化  
(H18とS51)



地下水位変化量  
(試算)

平成23年3月4日

国土交通省 千曲川河川事務所

## A-1. 延べ4年間の研究でわかったこと

- 松本盆地全体の一斉測水や新規7箇所の層別観測井戸設置
  - ・ 松本盆地124箇所でH19,H21,H22の2月に実施
  - ・ 50m、10mをペアで左岸4箇所、右岸3箇所
- 松本盆地全体及び三川合流部付近の地下水湧出メカニズム解明
  - ・ 地下水と伏流水のメカニズムの解明
- シミュレーションモデルによる予測が可能になった。
  - ・ 松本盆地モデルと三川合流部詳細モデルの組み合わせ

## A-2. 現地調査概要

## 延べ4年に渡る調査内容

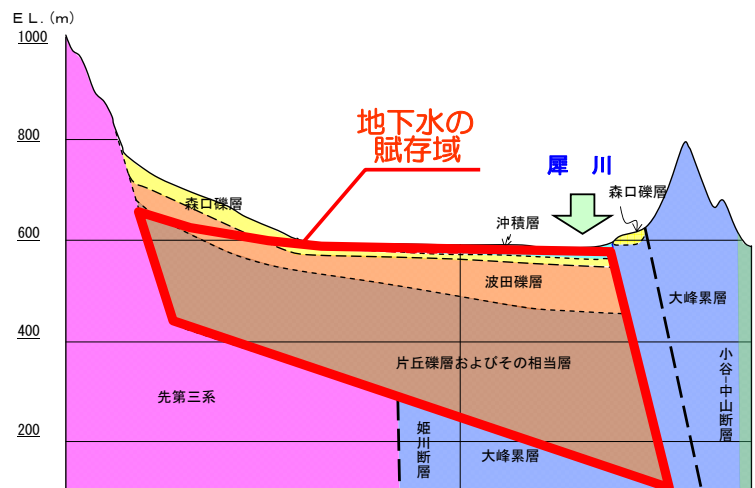
| 地 区                   | 調査項目         | 調査地点数   | 調査回数                      | 摘 要                                                                                                                       |         |     |
|-----------------------|--------------|---------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|
| 松<br>本<br>盆<br>地      | A. 地下水位一斉観測  | 124地点   | 4回<br>(H19. 2 ~ H22. 3まで) | 平成19年2月、平成19年8月、平成21年2月、平成22年2月盆地全域で124箇所(右記深度別観測井戸数)の井戸を対象に一斉観測を行い地下水コンターを作成。原則として標高の高い場所ほど深い井戸となるが、浅井戸と深井戸が混在している場所もある。 | 0~20m   | 31  |
|                       |              |         |                           |                                                                                                                           | 20~50m  | 17  |
|                       |              |         |                           |                                                                                                                           | 50~100m | 35  |
|                       |              |         |                           |                                                                                                                           | 100m以上  | 25  |
|                       |              |         |                           |                                                                                                                           | 不 明     | 16  |
|                       | B. 地下水連続観測   | 35地点    | 日1回、月1回など                 | 松本盆地で長期の観測を行っている井戸35ヶ所を対象に長期間の地下水位変動傾向を分析。長期観測井戸は近年観測をとりやめる方向にある。                                                         |         |     |
|                       | C. 地下水質調査    | 26地点    | 1回                        | 平成21年2月に松本盆地26箇所の井戸を対象に、酸素・水素の安定同位体及びヘキサダイアグラムを調査。                                                                        |         |     |
| 三<br>川<br>合<br>流<br>部 | ①層別井戸観測      | 7箇所×2地点 | 水位、水温を1時間で記録              | 深さ50m及び深さ10mの井戸を併設し、井戸の深さと水頭の関係を観測。三川合流部は深い地下水の水頭が大きい。                                                                    | 左 岸     | 4×2 |
|                       |              |         |                           |                                                                                                                           | 右 岸     | 3×2 |
|                       | ②地下水位・水温自記観測 | 10地点    | 水位は1時間<br>水温は10分          | ①とは別の単独浅井戸(10m)10箇所で地下水、水温を記録。                                                                                            | 左 岸     | 1   |
|                       |              |         |                           |                                                                                                                           | 右 岸     | 9   |
|                       | ③水温分布調査      | 22地点    | 月1回                       | ①、②のうち22箇所の井戸で毎月1回、水深方向1mピッチで水温分布を観測                                                                                      | 左 岸     | 9   |
|                       |              |         |                           |                                                                                                                           | 右 岸     | 13  |
|                       | ④地下水質調査      | 10~30地点 | 3回                        | ③の井戸や河川水、湧水を対象に平成21年2月(30箇所)、平成22年9月(10箇所)平成22年2月(27箇所)に酸素・水素の安定同位体及びヘキサダイアグラムを調査                                         |         |     |
|                       | ⑤犀川同時流観      | 本川5断面   | 2回                        | 犀川の光橋～三川合流部の間で同時流観を実施し、光橋付近で犀川から1.5~3.5m <sup>3</sup> /sの伏没を確認。一方三川合流部付近で5m <sup>3</sup> /s程度の湧出を確認                       |         |     |
|                       | ⑥ボーリング調査     | 7地点     | -                         | 三川合流部の左岸4地点、右岸3地点の50m井戸でボーリングコアを採取し、地質を確認                                                                                 |         |     |
|                       | ⑦透水試験        | 9地点     |                           | 左岸5箇所、右岸4箇所の井戸で透水実験を実施                                                                                                    |         |     |

3

## A-3. 盆地の地下水賦存量の推定 (参考)

### 〈推算条件〉

- ① 先第三系及び大峰累層を不透水性地盤とみなし、これを覆う片丘礫層およびその相当層、波田礫層、森口礫層、沖積層に地下水が賦存する。
- ② 不透水性地盤の分布は大深度ボーリング、物理探査結果等に基づき推定する。
- ③ 地下水面はH19. 2及びH19. 7の地下水面を用いる。
- ④ 砂礫層の有効空隙率は一般値である20%を用いる(一律)。砂礫層の体積に有効空隙率をかける。



### 〈まとめ〉

※地下水賦存域の体積は3次的に整理

●地下水賦存量は180数億～193億m<sup>3</sup>

●年変動量は3億～数億m<sup>3</sup>程度

※H21. 2観測では更に低い地下水位が確認された

(参考) 犀川陸郷地点年総流出量36億m<sup>3</sup>の約5倍の賦存量 (H15～H19年平均)

### 〈推算結果〉

|        | 渇水期<br>(H19. 2) | 豊水期<br>(H19. 7) | 増 分 |
|--------|-----------------|-----------------|-----|
| 帯水層体積  | 950             | 965             | 15  |
| 地下水賦存量 | 190             | 193             | 3   |

4



#### A-4. 土地利用の変化

国土数値情報によれば、

S51とH18では

水田は-19km<sup>2</sup>、8.5%減少

畑・果樹園は-16km<sup>2</sup>、14.3%減少

宅地は+27km<sup>2</sup>、31.4%増加 (km<sup>2</sup>)

|       | S51  | H18  | 増 減    |                    |
|-------|------|------|--------|--------------------|
| 水 田   | 224  | 205  | -8.5%  | -19km <sup>2</sup> |
| 畑・果樹園 | 112  | 96   | -14.3% | -16km <sup>2</sup> |
| 宅 地   | 86   | 113  | +31.4% | +27km <sup>2</sup> |
| 森林等   | 1884 | 1860 | -1.3%  | -24km <sup>2</sup> |
| その他   | 60   | 90   | +50%   | +30km <sup>2</sup> |
| 合 計   | 2366 | 2364 | —      | —                  |

農林業センサスによれば、

S50とH17の水田面積の変化は、

大町市は40%減少

安曇野市は49%減少

松川村34%減少

減反等の実情を  
反映していると  
考えられる

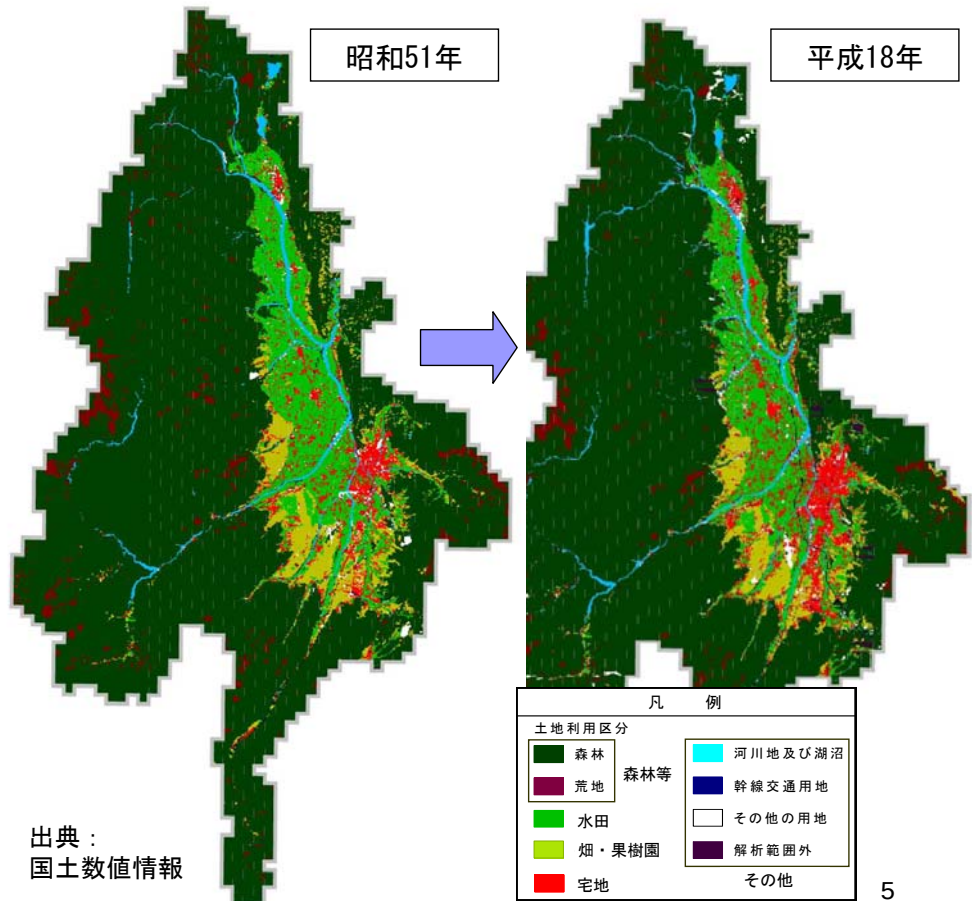
|      | S50 | H17 | 増 減  |                   |
|------|-----|-----|------|-------------------|
| 大町市  | 21  | 13  | -40% | -8km <sup>2</sup> |
| 安曇野市 | 53  | 27  | -49% | 26km <sup>2</sup> |
| 松川村  | 10  | 7   | -34% | -4km <sup>2</sup> |

※S50は水稻の収穫面積、H17は稲作付面積。

(km<sup>2</sup>)

出典：  
国土数値情報

地下水涵養源としての水田面積は減少傾向



5

#### A-5. 現在の松本盆地の地下水利用量の推定

##### 松本盆地の地下水利用 実態調査

- ① 「信濃川水系長野県地域主要水系  
利水現況図」

(松本市、塩尻市、大町市、明科町、波田町、豊科町、穂高町、池田町、山形村、梓川村、三郷村、松川村、堀金村、朝日村)  
国土庁土地局、S61.3

→ 1.64億m<sup>3</sup>/年

昭和60年、松本盆地全体

- ② 「長野県南安曇地区地下水利用適正  
化調査報告書」

豊科町、穂高町、三郷村、堀金村、明科町  
通商産業省、S60.3

→ 0.65億m<sup>3</sup>/年

昭和58年、南安曇地区

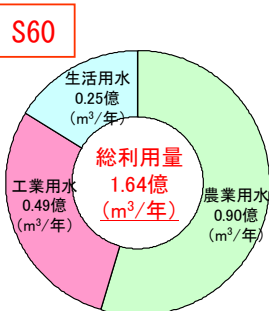
- ③ 「平成18年度地下水実態調査報告  
書」

安曇野市(旧豊科町、旧穂高町、旧三郷村、旧堀金村、旧明科町)  
安曇野市水資源対策協議会、H19.5

→ 0.55億m<sup>3</sup>/年

平成18年、安曇野市

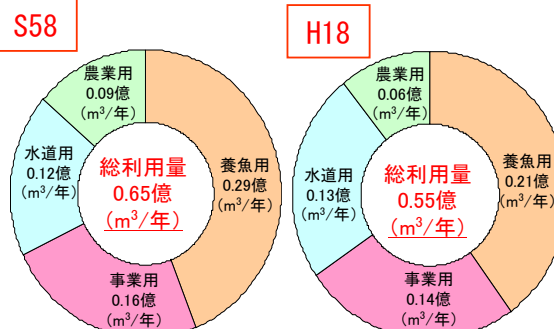
##### 松本盆地全体



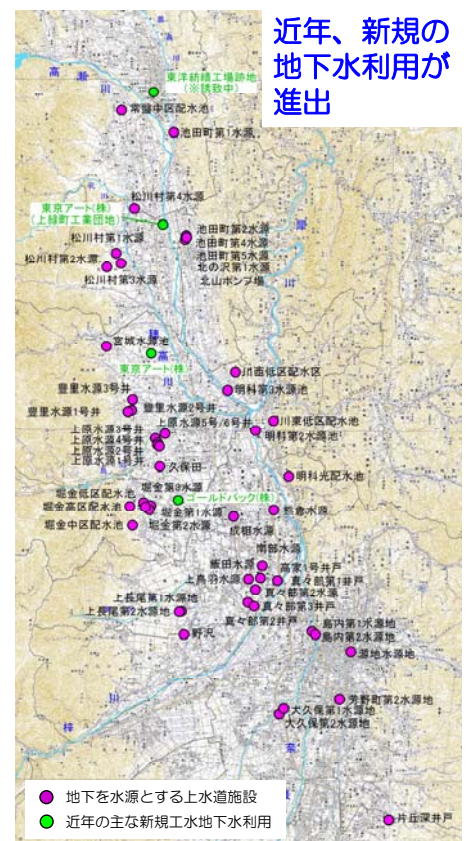
昭和60年：1.64億m<sup>3</sup>/s

S60の統計以降、  
新規の地下水利用  
もあり、現在、松  
本盆地全体では年  
間2億m<sup>3</sup>程度の地  
下水が取水されて  
いると推定される。

##### 安曇野市



昭和58年：0.65億m<sup>3</sup>/s、平成18年：0.55億m<sup>3</sup>/s



上水及び主な新規地下水利用位置図

6

## A-6. (参考) 水田涵養の減少が盆地の地下水に及ぼす影響

松本盆地の地下水賦存量は年間3億 $\text{m}^3$ 程度変化するが、過去25年間にそれに匹敵する水田涵養量が失われた可能性がある。これが地下水位低下傾向と関係している可能性がある (B-1など参照)

昭和51年の水田涵養量

水田面積 $224\text{km}^2 \times$  涵養量 $44\text{mm}$   
 $\times$  灌漑日数141日  
 **$=13.9$ 億  $\text{m}^3/\text{年}$**

\* 涵養量 = 減水深(46mm) - 蒸発散量(2mm)

\* 減水深の値: 松本盆地各地域の水利使用における減水深の現地調査結果より

平成18年の水田涵養量

水田面積 $224\text{km}^2 \times$  残存率60%  
 $\times$  涵養量 $44\text{mm} \times$  灌漑日数141日  
 **$=8.3$ 億  $\text{m}^3/\text{年}$**

\* 残存率: 1 - 水田減少率

\* 水田減少率は農林業センサスより40%を見込んでいる  
 (各市町村により異なっており40%を採用した。)

(参考)

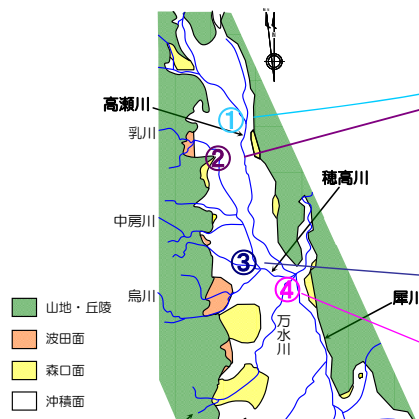
- 松本盆地降水量(1185mm/年)は5.7億 $\text{m}^3/\text{年}$
- 松本盆地地下水利用量は2億 $\text{m}^3/\text{年}$
- 松本盆地地下水賦存量の年変化量は3億 $\text{m}^3/\text{年} \sim$ 数億 $\text{m}^3/\text{年}$

**水田の涵養量の減少**  
 **$\Delta 5.6$ 億  $\text{m}^3/\text{年}$**

7

## B-1. 松本盆地北部の地下水変動経年変化

- 松本盆地北部の地下水変動は上流部の大町地区(①・②)で年間変動が大きく、三川合流部(④)では年間変動が小さい。
- 昭和60年以降の地下水位の変動傾向を見ると、涵養地区(①～③)では上流部ほど地下水位が低下する傾向がある。



### 【長期地下水位トレンドの算出方法】

- H19までの地下水位データに最小二乗法を適用して回帰直線を求め、その直線の傾きから近20年間の地下水位の変化量を算定した。
- また、同期間における年最低値を抽出し、同様の算定方法を用いて近20年間の最低地下水位の変化量を算定した。

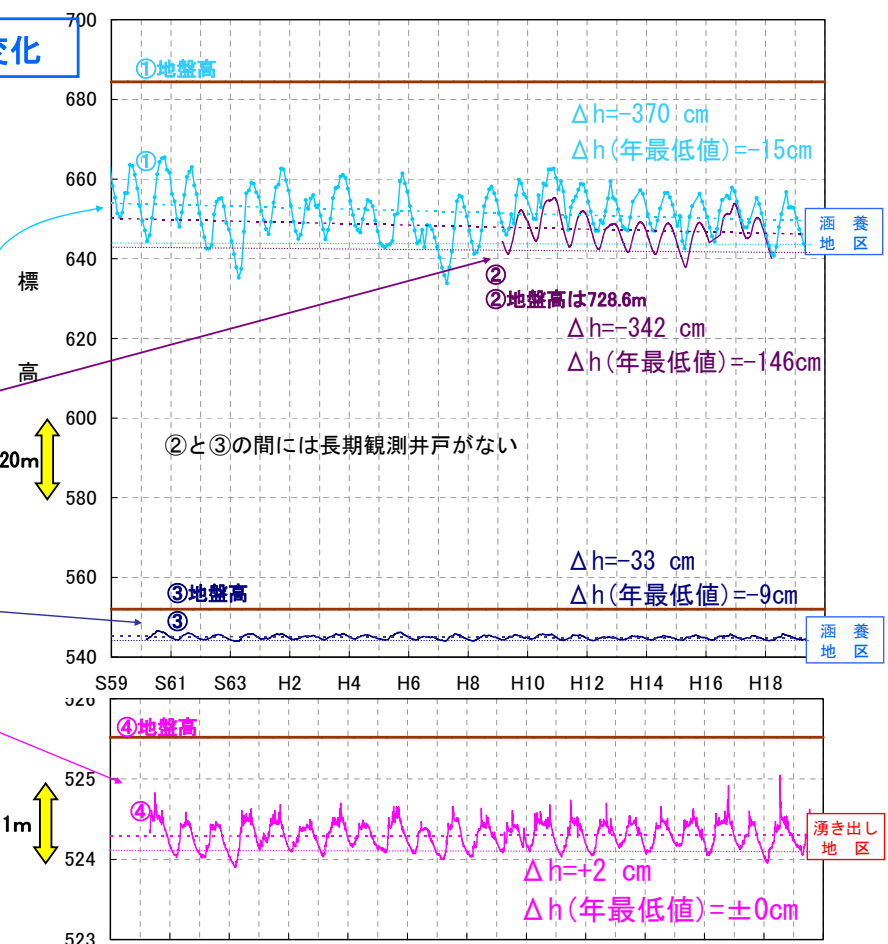


図 地下水位の経年変化

8



## B-2. 松本盆地南部の地下水変動経年変化

- 松本盆地南部の地下水変動は上流部で年間変動(⑦・⑧)が大きく、松本湧水地区(⑥)、三川合流部(④)では年間変動が小さい。
- 昭和60年以降の地下水位の変動傾向を見ると、涵養地区(⑤・⑦・⑧)では上流部ほど地下水位が低下する傾向がある。
- 年最低水位には大きな低下は見られない。

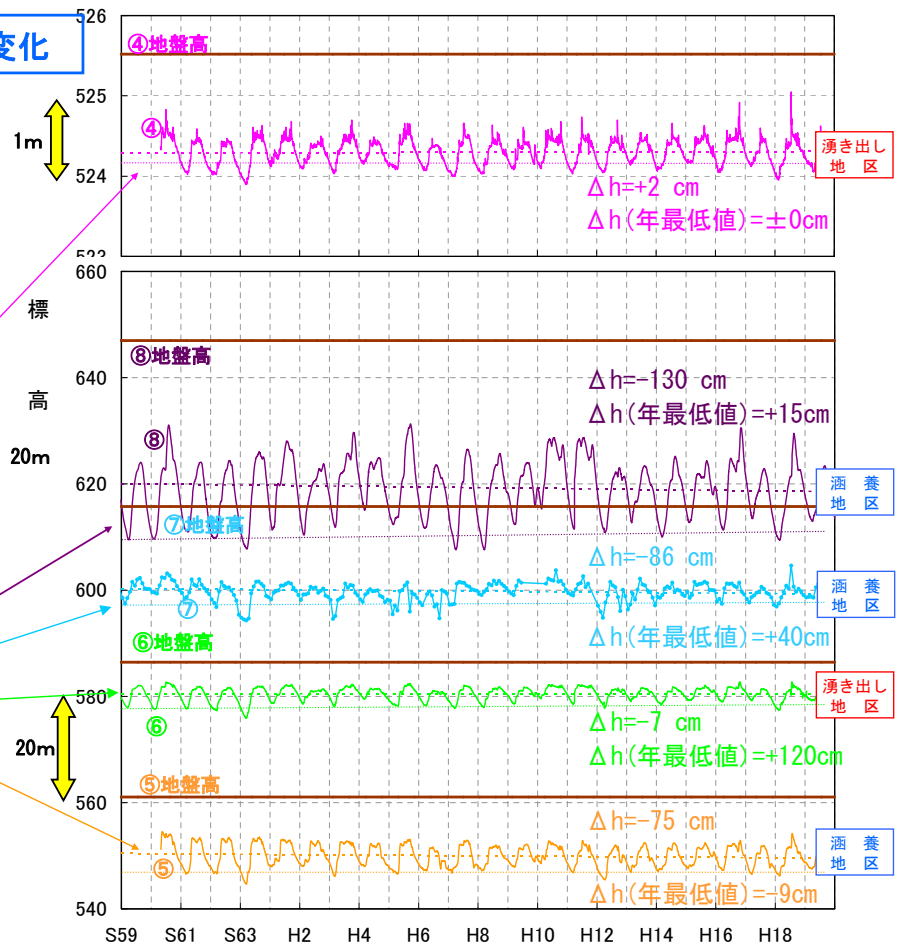
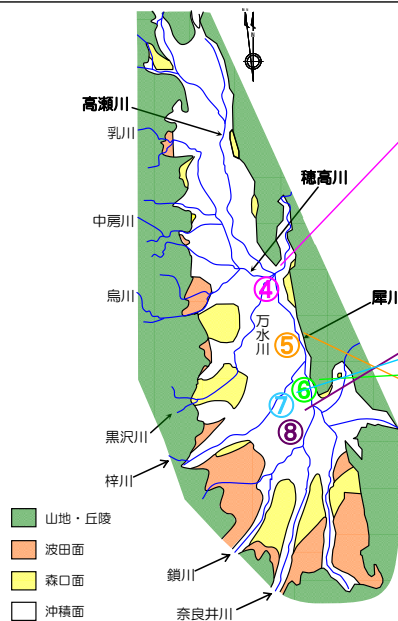
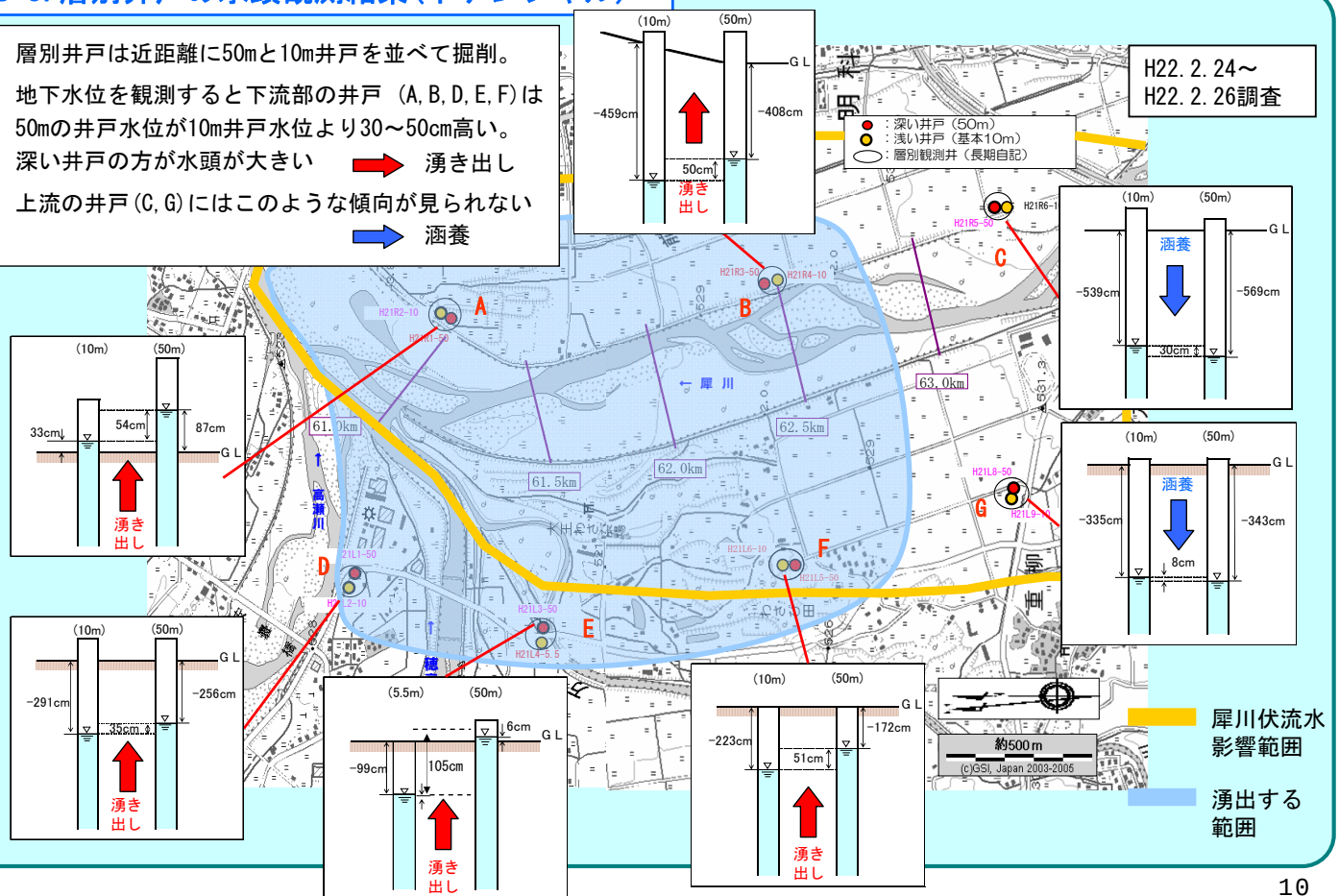


図 地下水位の経年変化

9

## B-3. 層別井戸の水頭観測結果(ポテンシャル)

- 層別井戸は近距離に50mと10m井戸を並べて掘削。
- 地下水位を観測すると下流部の井戸 (A, B, D, E, F) は50mの井戸水位が10m井戸水位より30~50cm高い。深い井戸の方が水頭が大きい → 湧き出し
- 上流の井戸 (C, G) にはこのような傾向が見られない → 涵養



10

## B-4. 三川合流部地下水湧出メカニズム（鉛直方向）

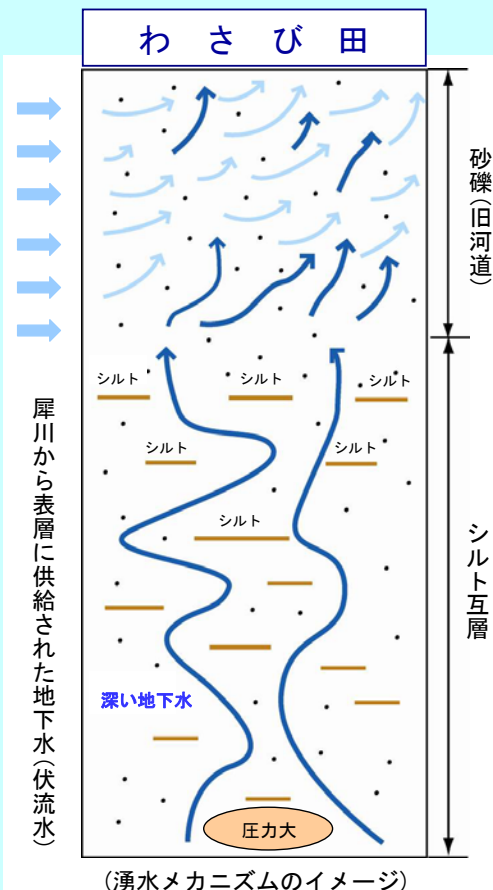
- ・深い地下水(50m)が浅い地下水(10m)より水位が高くなるA, B, D, E, F等の井戸は、シルト混じり層が複雑に存在している。
- ・場所によって異なる複雑なシルトの互層が砂礫の中に含まれている。一方、表層付近は単調な砂礫で構成されている。
- ・犀川左右岸の旧河道にこのような地層が形成されている。
- ・このような井戸は下の方が圧力（水頭）が高い。

・そのため、深い地下水がヘッド差で上方へ湧昇しようとする。

・犀川から旧河道の砂礫層に供給されている伏流水が、下方からの圧力で上方へ押し上げられる。

・深い層の地下水も湧昇するがシルトの互層のため鉛直方向の透水係数は横方向に比べて小さく、ジワジワと緩やかに流動する（圧力は伝わるが互層のため流れにくい）。

・大量に供給されている犀川伏流水が主体となって地表に湧出し、深い地下水も混合して地表に湧出。  
・そのため湧水の水質等が犀川に近い。



11

## B-5. 研究のまとめ

### I. 犀川の伏没現象が浅層地下水を涵養

- ①犀川右岸は犀川の旧河道であり、地下水位は河川水に鋭敏に応答する。
- ②犀川左岸では、河川水に対する地下水位の応答は、右岸に比べると鋭敏ではない。
- ③同時観測によると、光橋付近で最大3.5m<sup>3</sup>/s程度の伏没が確認され、水衝部の位置関係より右岸に伏没していると考えられる。これが地下水位を河川水位に鋭敏に反応させていると考えられる。
- ④右岸上流部の浅い地下水の水温は河川水温と近く、犀川の水が右岸の地下水として伏流していることを示す。
- ⑤三川合流部付近で4~5m<sup>3</sup>/sが湧出している。

### II. 地下水水質と犀川水質の関係

- ①右岸浅井戸地下水や明科わさび田湧水の安定同位体 ( $\delta^{18}\text{O}$ ) やヘキサダイアグラムは犀川の値とほぼ等しい。
- ②左岸地下水は、犀川に加え、穂高川、湧水公園の湧水（北アルプス起源）との関係が認められる。

### III. 地下水の圧力

- ①層別観測井戸では、下流部で50m井戸の圧力が10m井戸の圧力より高い。シルトの互層により深層の圧力が維持されている。
- ②深層の地下水はポテンシャルが大きいので湧昇しようとし、表層砂礫層に帯水する犀川伏流水を上方へ押し上げようとする。

### IV. 三川合流部の湧水メカニズム

- ①明科わさび田付近の湧水は、犀川光橋付近で伏没した犀川由来の地下水が、下層からの圧力で押し上げられて、下からの地下水と混合して湧出している。このため、水質は犀川と類似性が高い。
- ②大王わさび田付近の湧水は犀川以外に穂高川、北アルプス起源の湧水を受けつつ、やはり下層からの圧力で押し上げられて、下からの地下水と混合して湧出している。

### V. 三川合流部の湧水環境の保全のために配慮しなければならない事項

- |                                       |                              |
|---------------------------------------|------------------------------|
| ①下層の圧力保持・・・松本盆地や三川合流部の地下水涵養条件の維持      | ⇒ 圧力変化による涵養条件変化のリスク。         |
| ②浅層地下水位の持続・・・犀川伏流水（右岸）や穂高川等伏流水（左岸）の持続 | ⇒ 浅層帯水層を維持する上でのリスク。          |
| ③犀川現況河床の維持・・・河川水位とわさび田水位の関係の維持        | ⇒ 河床低下・上昇や河積阻害など、河床変動によるリスク。 |

12

## ●シミュレーションモデルの「概要」と「再現性」

## ●仮定する「シミュレーション条件」

- ・揚水量の変化（工業用水、飲料水、水道）
- ・土地利用の変化

## ●仮定による「予測計算結果」（試算）

## ●仮定による「地下水位低下の総括」（試算）

## ●仮定による「三川合流部の湧出量減少」（試算）

13

### C-1. シミュレーションモデルの概要（松本盆地）

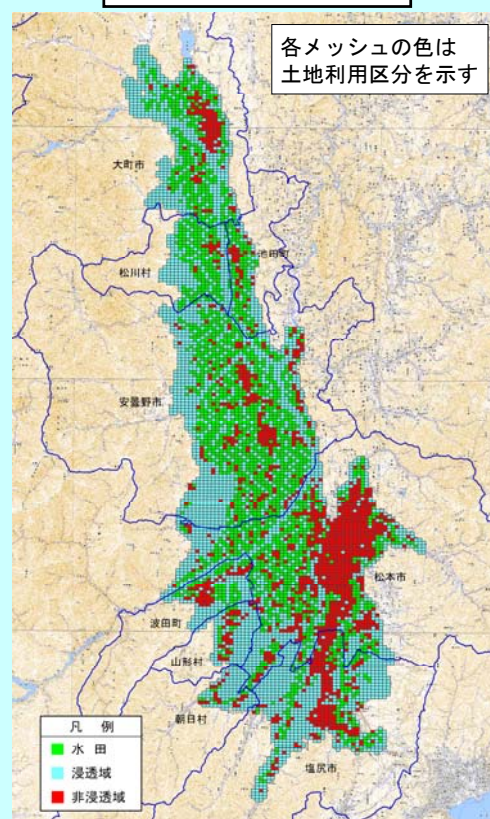
#### （検討の主旨）

松本盆地の「土地利用の変化」、「地下水揚水条件の変化」等が、盆地及び三川合流部の地下水に及ぼす影響について把握し、対策の方向性を調べるために地下水シミュレーションモデルにより試算を行った。

#### （モデルの概要）

|         |            |                                                         |
|---------|------------|---------------------------------------------------------|
| 使用モデル   |            | 非定常3次元飽和地下水流動モデル（Mod flow）                              |
| モデル基本構造 | 対象範囲       | 松本盆地 南北約58km×東西約26km                                    |
|         | 水平方向メッシュ分割 | 約250m×約250m                                             |
|         | 鉛直方向層分割    | 5層に分割（1層の厚さ50m～110m）                                    |
|         | 地質構造       | 既往調査資料を基に、透水性に応じて7種の地質に区分し、地質構造モデルを構築                   |
| 主な境界条件  | 河川         | 主要な河川の水位は、横断測量結果を基に設定し、河川水位、周辺地下水位の差に応じ湧出・伏没を考慮         |
|         | 地下水揚水      | 上水は実績揚水量データを設定、その他の農・工水は安曇野市実態調査（H18）、通産省既往調査（S60）を基に設定 |
|         | 地下水涵養の設定   | 土地利用を水田・浸透域・非浸透域に区分し、それらの特性に応じて設定                       |
|         | 土地利用       | 国土数値情報（H18）を基本として、農業センサス（H17）による休耕田実態を反映                |
|         | その他        | 山地・盆地境界は不透水境界とした                                        |

#### 松本盆地モデル

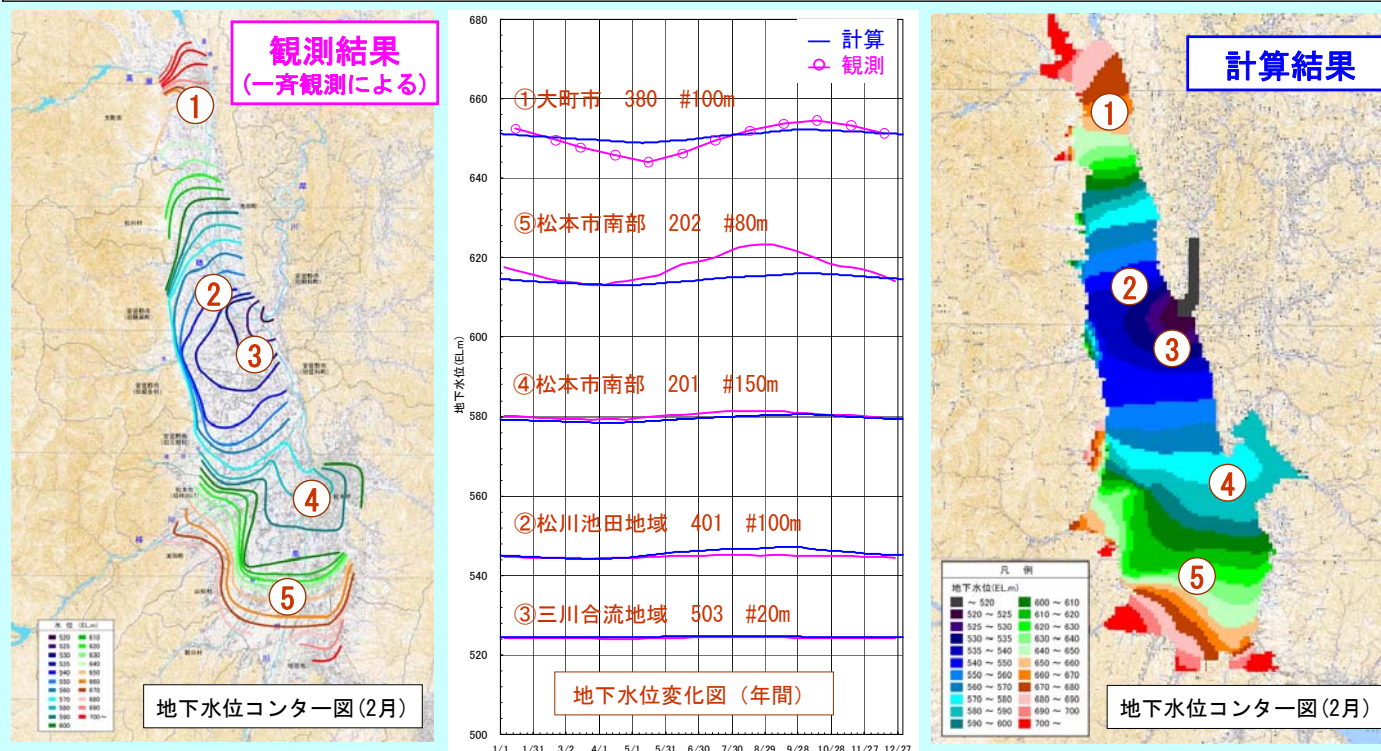


14



## C-2. シミュレーションモデルの再現性

- 低水年（地下水環境が悪化し易く、重要度が高い年）であるH19年を対象に現況及び計算地下水位を比較
- 扇頂・扇端部の地下水位差が約200mにわたる松本盆地の全体的な観測井戸の地下水位変動および地下水一斉調査（2月）による地下水位コンターの形状を良好に再現している。



15

## C-3. シミュレーションモデルの概要（三川合流部）

### （目的）

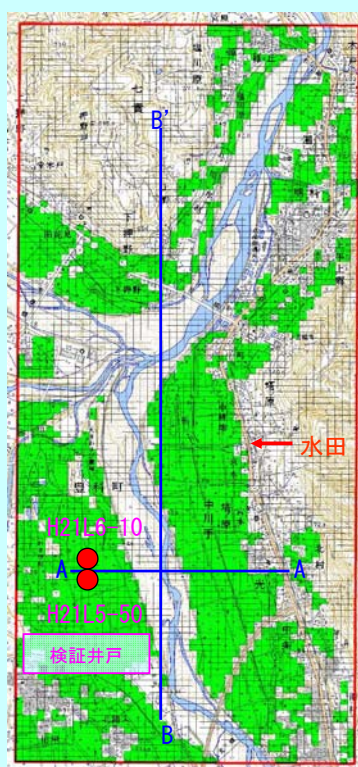
三川合流部の3次元地下水モデルを構築し、犀川旧河道の中～下層のシルト互層の存在が、下層の地下水の圧力を高める現象をシュミレーションにより検証した。

### （モデルの構成）

|          |                                           |
|----------|-------------------------------------------|
| 水平メッシュ分割 | 50m×50m                                   |
| 鉛直層分割    | 10層(1層の厚さは15m～50m)                        |
| 使用モデル    | 水平方向、鉛直方向にダルシー則を適用して非定常流動を計算 (Modflowモデル) |
| 地質構成     | ボーリングデータを用いて地層構造を再現し、透水係数により透水条件を設定       |
| 計算期間     | 1年 (H19.1～H19.12)                         |
| その他      | 土地利用、揚水、河川浸透、湧出・伏没、降雨浸透、水田浸透を考慮           |

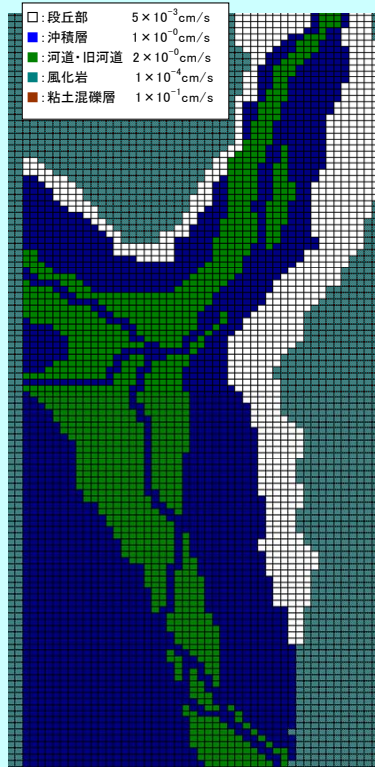
### 三川合流部詳細モデル

#### 平面メッシュと土地利用



#### 透水係数設定例（表層）

|           |                         |
|-----------|-------------------------|
| □: 段丘部    | $5 \times 10^{-3}$ cm/s |
| ■: 沖積層    | $1 \times 10^{-3}$ cm/s |
| ■: 河道・旧河道 | $2 \times 10^{-3}$ cm/s |
| ■: 風化岩    | $1 \times 10^{-4}$ cm/s |
| ■: 粘土混成層  | $1 \times 10^{-5}$ cm/s |

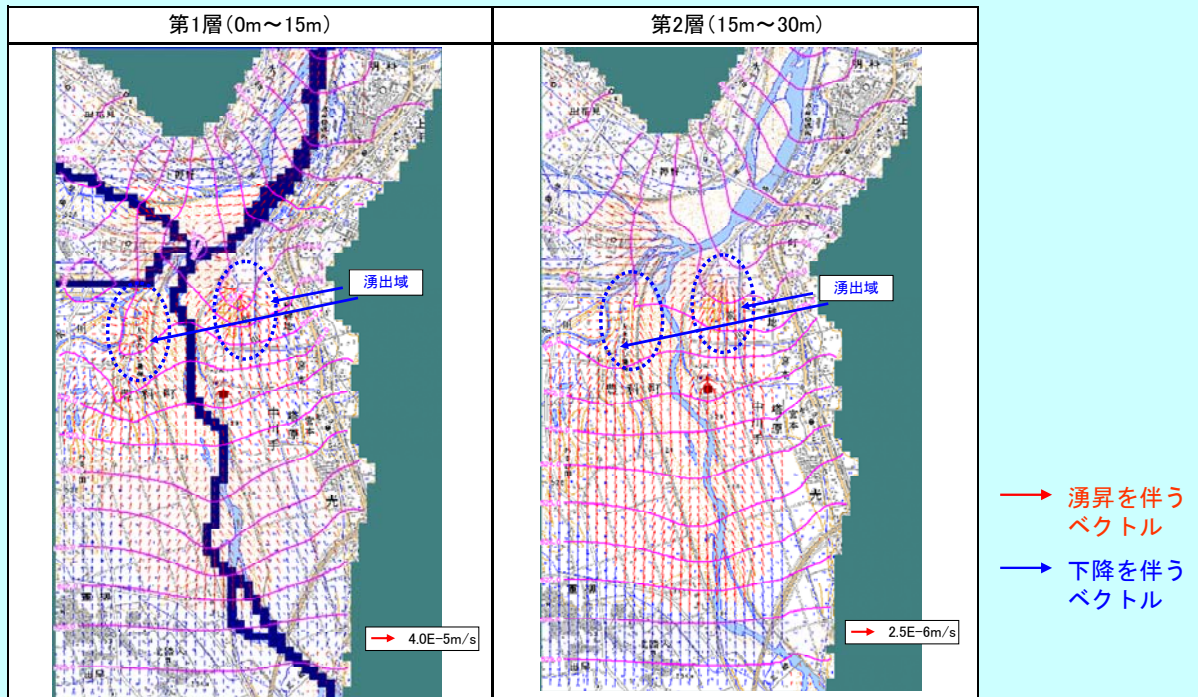


16



#### C-4. 三川合流部の地下水流動再現性

地下水流動をシミュレーション計算すると表層や第二層でわさび田の湧出状態が再現される。



17

#### D. 仮定するシミュレーション条件

### 仮定するシミュレーション条件

#### ①工業用水の揚水量増加

- ・ 現況の **2倍、5倍、10倍** の3ケース

#### ②飲料水関係の揚水量増加

- ・ 飲料水関係工場が現況の **2倍、5倍、10倍** の3ケース
- ・ 新規水道用水(河川水から地下水に転換 5,000 $\text{m}^3$ /日固定)

#### ③土地利用

- ・ 現在から**30年前**(昭和51年相当)に変化

18

## D. 仮定による予測計算の試算ケース

### ①揚水量が増加することの影響試算

工業用水の揚水量増加、飲料水関係工場の揚水量増加を想定し、地下水への影響を試算した

### ②土地利用変化の試算

昭和51年と平成18年の土地利用を設定し、土地利用が地下水に及ぼす影響を試算

※年間を通じて計算を行ったが、地下水位が最も低下する冬季（2月）を対象に計算結果を示した

### 試算ケース

| CASE No. | シナリオ                                                               | 設 定                   | 透水係数  | 涵 養   | 土地利用           | 揚水量                     |
|----------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------|-------|----------------|-------------------------|
| 1-1      | 工業用水の揚水量増加                                                         | 工業用水の揚水量が現況の2倍に増加     | 現況と同じ | 現況と同じ | 現況と同じ          | 工水を<br>現況の2倍            |
| 1-2      |                                                                    | 工業用水の揚水量が現況の5倍に増加     | 現況と同じ | 現況と同じ | 現況と同じ          | 工水を<br>現況の5倍            |
| 1-3      |                                                                    | 工業用水の揚水量が現況の10倍に増加    | 現況と同じ | 現況と同じ | 現況と同じ          | 工水を<br>現況の10倍           |
| 2-1      | 飲料水関係工場の<br>揚水量増加<br>＋<br>水道水源の地下水への<br>転換（5,000m <sup>3</sup> /日） | 飲料水関係工場の揚水量が現況の2倍に増加  | 現況と同じ | 現況と同じ | 現況と同じ          | ペットボト<br>ル工場を<br>現況の2倍  |
| 2-2      |                                                                    | 飲料水関係工場の揚水量が現況の5倍に増加  | 現況と同じ | 現況と同じ | 現況と同じ          | ペットボト<br>ル工場を<br>現況の5倍  |
| 2-3      |                                                                    | 飲料水関係工場の揚水量が現況の10倍に増加 | 現況と同じ | 現況と同じ | 現況と同じ          | ペットボト<br>ル工場を<br>現況の10倍 |
| 3        | 土地利用の変化                                                            | 土地利用を30年前に戻した場合       | 現況と同じ | 現況と同じ | 約30年前の<br>土地利用 | 現況と同じ                   |

19

## D-1 (1). 工業用水の予測計算条件一覧

### ○工業用水井戸の位置

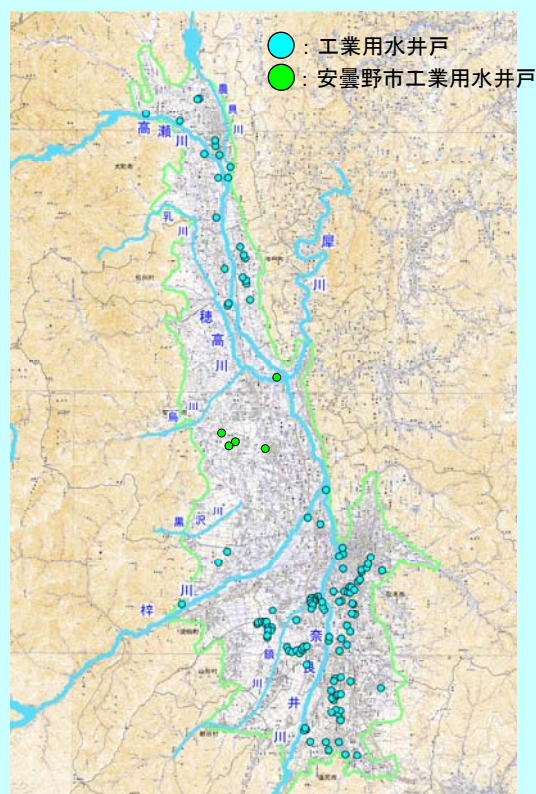
- ・安曇野市は実態調査による位置及び揚水量で設定、
- ・その他の市町村は地図上で確認できる工場を対象に設定
- ・地下水利用の有無にかかわらず

### 地下水揚水量の設定

[千m<sup>3</sup>/年]

| 市町村  | 上水道<br>用 水 | 農 業<br>用 水 | 工業用水   |         |         |         |
|------|------------|------------|--------|---------|---------|---------|
|      |            |            | 現 況    | 2 倍     | 5 倍     | 10 倍    |
| 大町市  | 14         | 0          | 7,783  | 15,566  | 38,915  | 77,830  |
| 松川村  | 860        | 4,515      | 336    | 672     | 1,680   | 3,360   |
| 池田町  | 1,263      | 126        | 184    | 368     | 920     | 1,840   |
| 安曇野市 | 13,664     | 26,363     | 13,830 | 27,660  | 69,150  | 138,300 |
| 松本市  | 5,353      | 53,851     | 26,039 | 52,078  | 130,195 | 260,390 |
| 塩尻市  | 8          | 21,442     | 1,852  | 3,704   | 9,260   | 18,520  |
| 波田町  | 0          | 9          | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 山形村  | 0          | 7          | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 朝日村  | 0          | 0          | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 合 計  | 21,162     | 106,313    | 50,024 | 100,048 | 250,120 | 500,240 |

（安曇野市はH18、他の市町村はS60調査値）



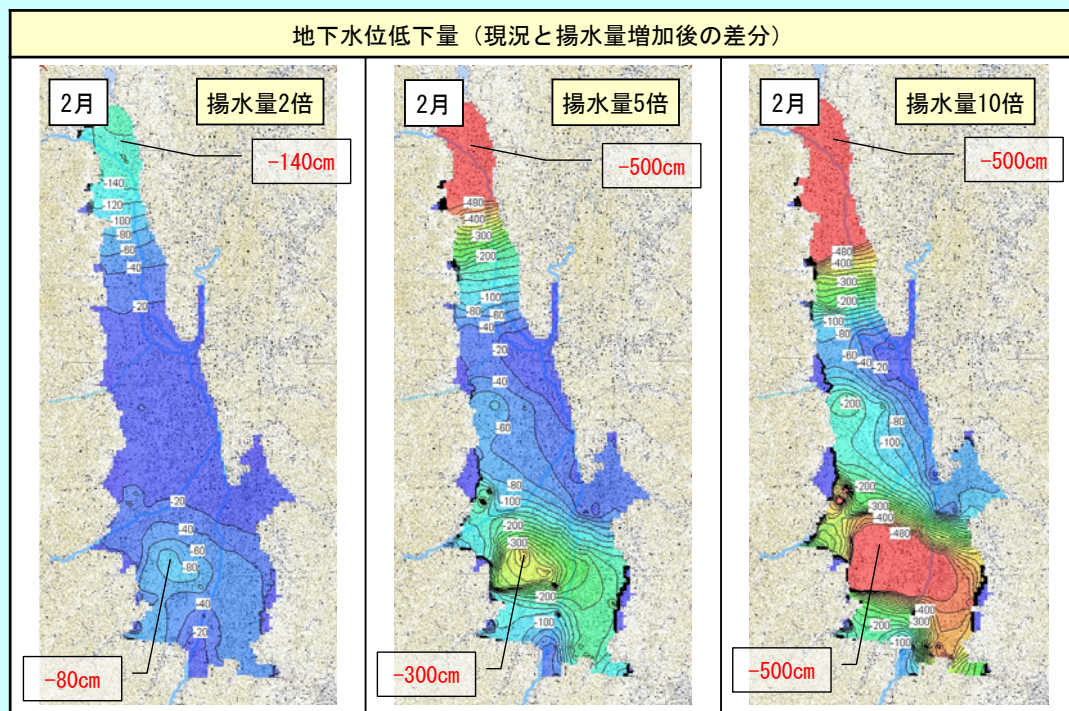
対象とした工業用水井戸の設定位置図

20



## D-1 (2) . 工業用水の予測計算結果

- 扇頂部の大町地区、松本地区で地下水位の低下が大きく、三川合流点周辺では比較的水位低下が小さい
- 揚水量2倍のときは最大低下量140cm
- 揚水量5倍・10倍になると最大低下量は500cm以上

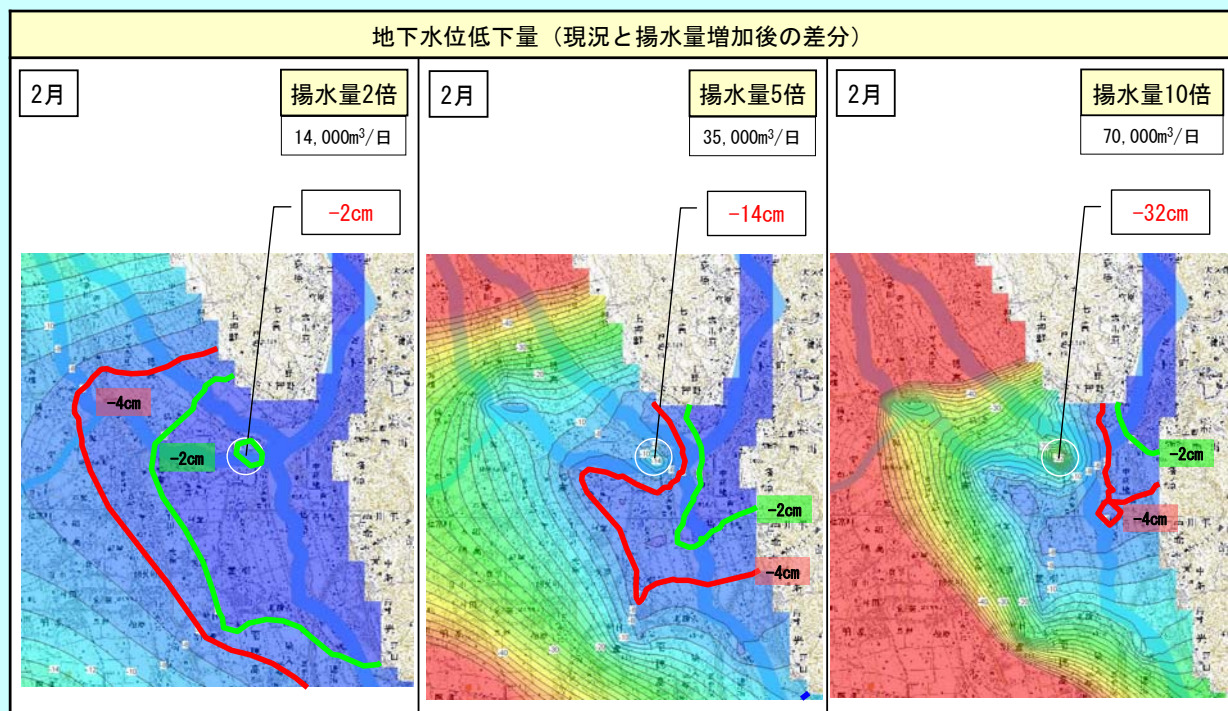


試算

21

## D-1 (3) . 工業用水の予測計算結果（三川合流部）

- わさび田のある三川合流点周辺では地下水位低下量は2～数cm程度
- 高瀬川・穂高川の流末に位置する工業用水井戸の直近では揚水量2倍で2cm程度の低下
- 揚水量5倍になると14cm程度、10倍になると32cm程度の低下



試算

22



## D-2(1). 飲料水関係工場の予測計算条件

- 近年、松本盆地に進出の3工場を設定
- 既存上、農・工の揚水は現状の条件で設定
- 黒沢川を水源としている水道水源の地下水源への転換予定を考慮  
(水道水源は揚水量の増加は見込まない)

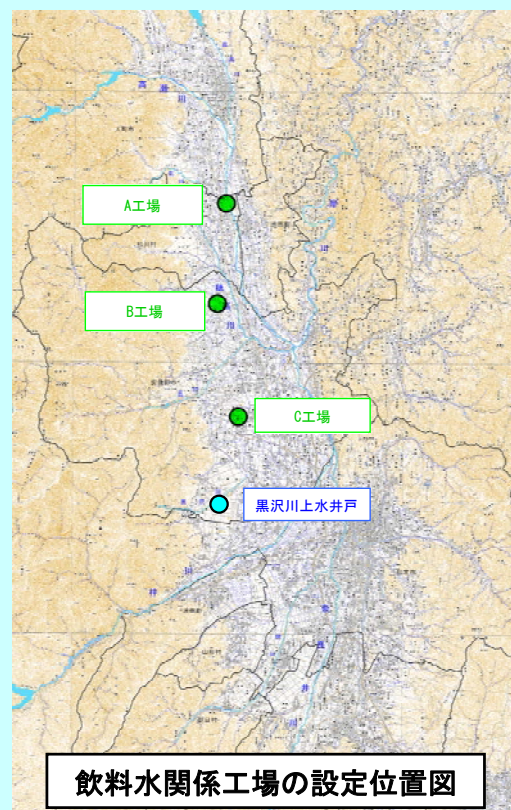
### 松本盆地における主な新規飲料水工場

| 工場  | 摘要                                                      |
|-----|---------------------------------------------------------|
| A工場 | ・ H22年4月稼働（現在は1ラインのみ稼働）<br>・ 2リットルボトルで年間1,000万本の生産ライン5本 |
| B工場 | ・ H19年稼働<br>・ 2リットルボトルで年間1,000万本生産                      |
| C工場 | ・ 揚水量は安曇野市調査 (H18) による                                  |

### 地下水揚水量の設定

[m³/日]

| 工場  | 現況    | 2倍     | 5倍     | 10倍    | 備考                                                                                                 |
|-----|-------|--------|--------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A工場 | 274   | 548    | 1,370  | 2,740  | 既存井戸は、以下の揚水量を設定<br>・ 上水道用水 ; 58,800<br>・ 農業用水 ; 291,300<br>・ 工業用水 ; 137,100<br>(・ 黒沢川上水井戸 ; 5,000) |
| B工場 | 55    | 110    | 275    | 550    |                                                                                                    |
| C工場 | 7,700 | 15,400 | 38,500 | 77,000 |                                                                                                    |



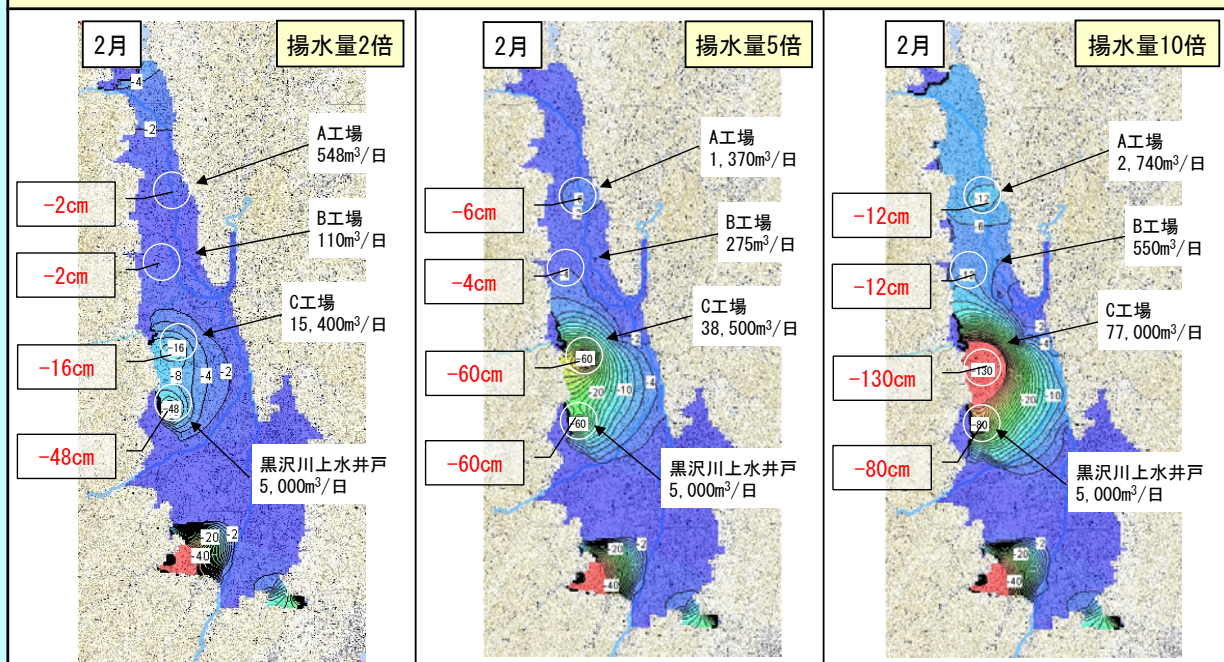
飲料水関係工場の設定位置図

23

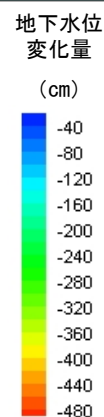
## D-2(2). 飲料水関係工場の予測計算結果

- 飲料水関係工場の中では掘金地区にある工場の揚水量が最も大きい
- 直近の地下水位低下量は揚水量2倍で16cm
- 揚水量5倍になると60cm、揚水量10倍になると130cmの低下

### 地下水位低下量（現況と揚水量増加後の差分）



試算



24



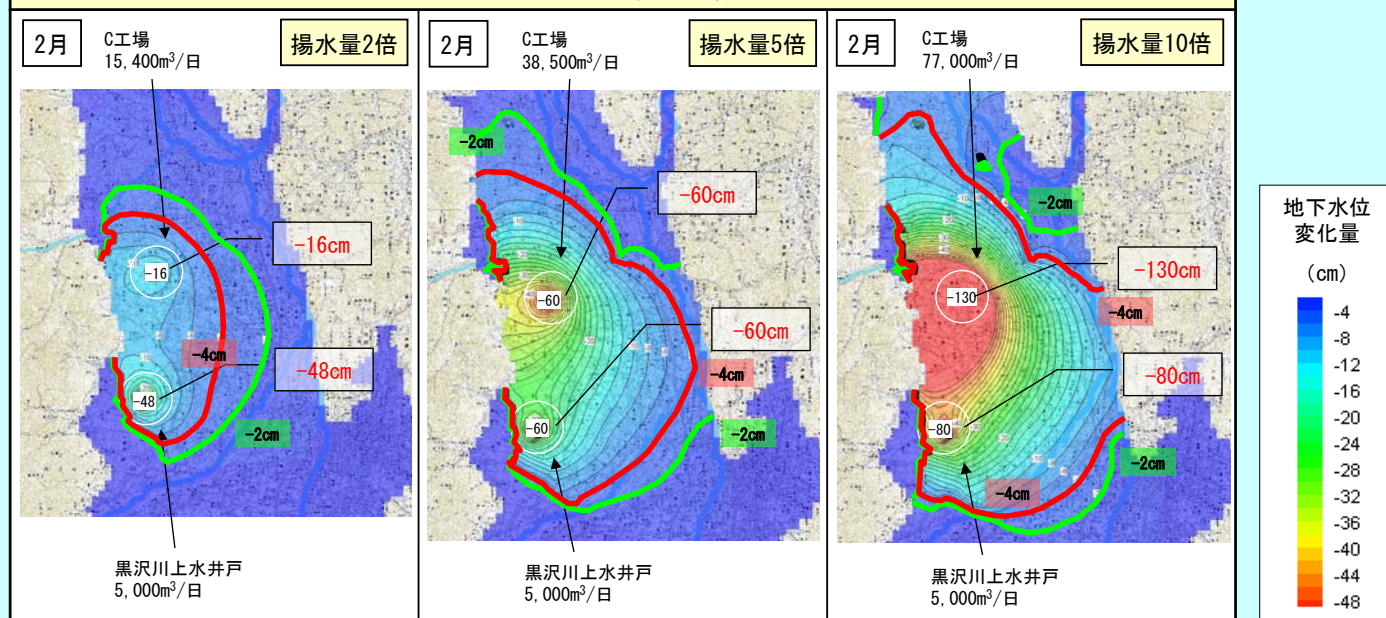
## D-2(3). 飲料水関係工場の予測計算結果（三川合流部）

〇わさび田のある三川合流部周辺での地下水位低下量は2cm程度だが、揚水量により地下水低下影響面積が拡大する。

|               | 揚水量 2倍            | 揚水量 5倍             | 揚水量 10倍            |
|---------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 低下量が 2cm以上の面積 | 84km <sup>2</sup> | 116km <sup>2</sup> | 213km <sup>2</sup> |
| 低下量が 4cm以上の面積 | 44km <sup>2</sup> | 82km <sup>2</sup>  | 195km <sup>2</sup> |

**試算**

地下水位低下量（現況と揚水量増加後の差分）



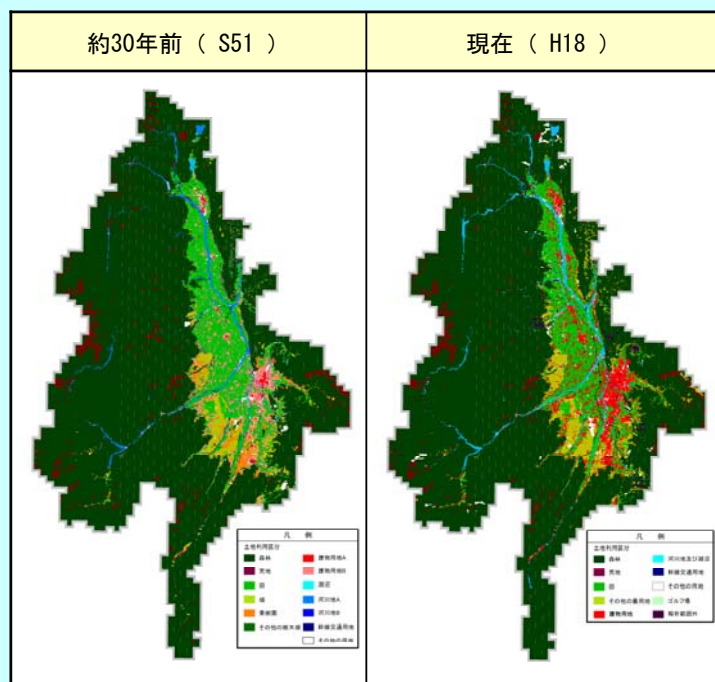
25

## D-3(1). 土地利用変化の予測計算条件（国土数値情報）

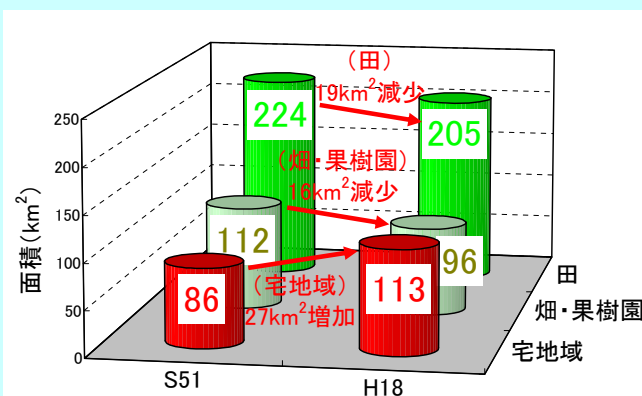
〇土地利用の変化による地下水への影響を予測

〇国土数値情報による至近約30年間（S51～H18）の土地利用の変化を把握

### 約30年前（S51）と現在（H18）の土地利用状況の比較



〇35km<sup>2</sup>の水田・浸透域が減少し、非浸透域に変化



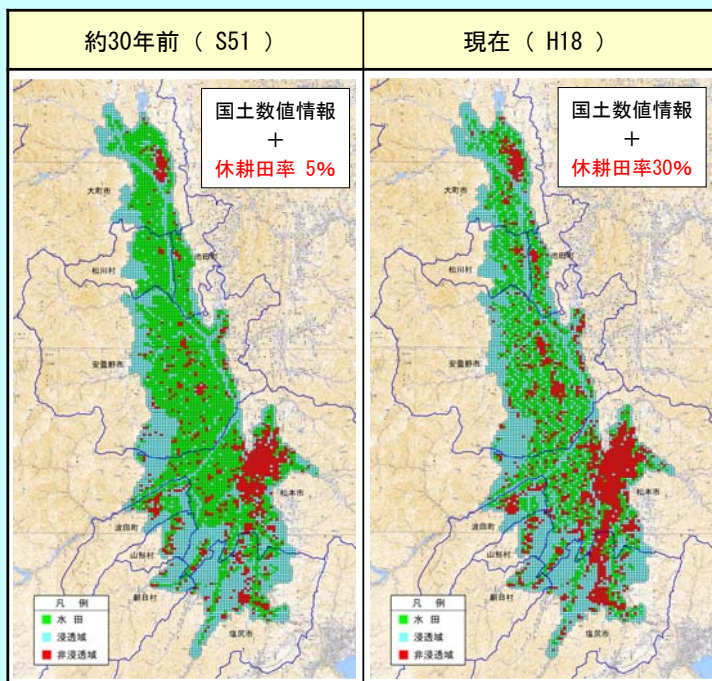
松本盆地における土地利用の変化

26

## D-3(2). 土地利用変化の予測計算条件(農林業センサスによる休耕田率)

○休耕田の実態は農林業センサスによる休耕田率を考慮

### 休耕田率を考慮した土地利用の設定



- 農林業センサスにおいて、“田”のうち稲作以外に利用されているものを休耕田と設定
- S50は5%、H17は30%の休耕田率となり、それを国土数値情報に加味して、シミュレーションに用いる土地利用を作成

### 農林業センサスによる休耕田率

| 年   | 稲作に利用<br>(①) | 稲作以外に利用 (②) |     | 休耕田率<br>(②)/(①+②)) |
|-----|--------------|-------------|-----|--------------------|
|     |              | 畑・果樹園等      | 未使用 |                    |
| S50 | 16,699       | 584         | 349 | 5%                 |
| H17 | 8,699        | 3,112       | 627 | 30%                |

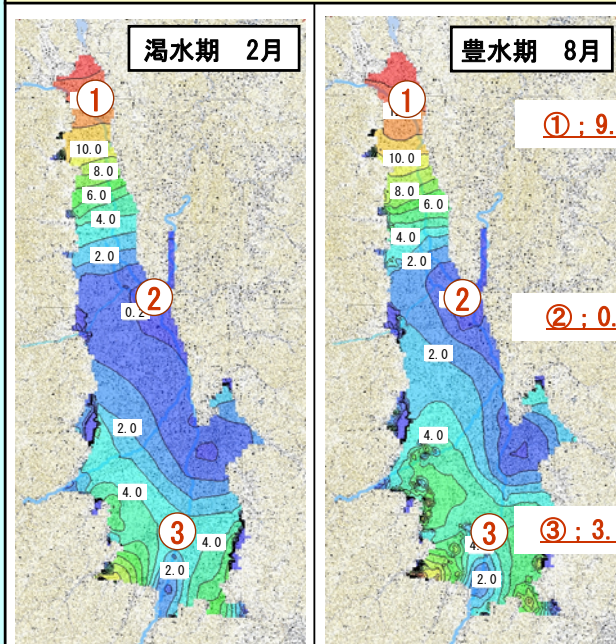
27

## D-3(3). 土地利用の変化による地下水の試算

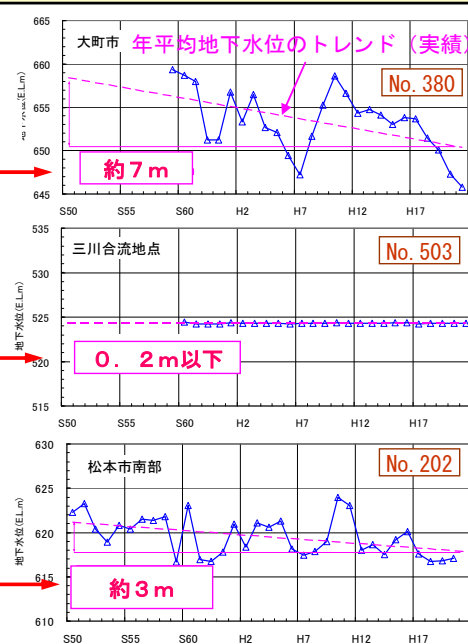
○土地利用を約30年前に戻すと大町地区や松本地区で数~10m以上の地下水位上昇が見込まれる

○シミュレーションによる水位変化量(大町地区; 9.8~11.6m、三川合流点周辺; 0.2m以下、松本地区; 3.2m~4.8m)は長期観測結果と概ね一致していると思われる

### シミュレーションによる地下水位変化量 (S51とH18(現況)の差分)

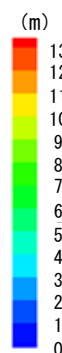


### 長期観測結果による地下水位変化



### 試算

地下水位  
変化量



28



## D-4. 条件変化による地下水位低下の総括

○大町市のNo. 380における地下水位低下量は数m規模

○三川合流点に近いNo. 503では、地下水位低下量は5cm以下

○No. 503より三川合流点から少し離れるNo. 501、502における地下水位低下量は数10cmオーダー

### 地下水位低下量

### 試算

### 長期地下水位観測地点位置図

| CASE No. | 設 定                   | 大町市         | 安曇野市        |             |             |
|----------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|          |                       | No. 380     | No. 501     | No. 502     | No. 503     |
|          |                       | 標 高<br>684m | 標 高<br>561m | 標 高<br>543m | 標 高<br>525m |
| 1-1      | 工業用水の揚水量が現況の2倍に増加     | -140cm      | -7.0cm      | -4.3cm      | -0.4cm      |
| 1-2      | 工業用水の揚水量が現況の5倍に増加     | -570cm      | -30.5cm     | -19.5cm     | -1.9cm      |
| 1-3      | 工業用水の揚水量が現況の10倍に増加    | -1320cm     | -72.4cm     | -48.5cm     | -4.5cm      |
| 2-1      | 飲料水関係工場の揚水量が現況の2倍に増加  | 0cm         | -2.6cm      | -0.9cm      | -0.1cm      |
| 2-2      | 飲料水関係工場の揚水量が現況の5倍に増加  | 0cm         | -7.5cm      | -3.4cm      | -0.5cm      |
| 2-3      | 飲料水関係工場の揚水量が現況の10倍に増加 | -10cm       | -16.0cm     | -7.5cm      | -1.1cm      |
| 3        | 土地利用を30年前に戻した場合       | +1160cm     | +166.3cm    | +89.1cm     | +5.6cm      |



※各予測ケースの値は現況再現結果を基準とする変化量

29

## D-5. 三川合流部の湧出量減少量

○地下水への影響を湧水量に着目して計算結果を整理、湧水量の集計対象は三川合流点周辺の穂高湧水地帯と呼ばれる範囲

○工業用水揚水量が10倍に増加した場合、現況湧水量の1割に相当する約2.3m<sup>3</sup>/sの減少

○約30年前の土地利用に戻すと約1.1m<sup>3</sup>/sの湧水量が増加

### 穂高湧水地帯の湧水量の変化

### 試算

### 穂高湧水地帯

| CASE No. | 設 定                           | 2月中旬                    |         |
|----------|-------------------------------|-------------------------|---------|
|          |                               | 湧水量                     | 減少率     |
| 0        | 現況再現結果 1840千m <sup>3</sup> /日 | 21.30 m <sup>3</sup> /s | —       |
| 1-1      | 工業用水の揚水量が現況の2倍に増加             | -0.24 m <sup>3</sup> /s | -1.1 %  |
| 1-2      | 工業用水の揚水量が現況の5倍に増加             | -0.98 m <sup>3</sup> /s | -4.6 %  |
| 1-3      | 工業用水の揚水量が現況の10倍に増加            | -2.33 m <sup>3</sup> /s | -10.9 % |
| 2-1      | 飲料水関係工場の揚水量が現況の2倍に増加          | -0.06 m <sup>3</sup> /s | -0.3 %  |
| 2-2      | 飲料水関係工場の揚水量が現況の5倍に増加          | -0.22 m <sup>3</sup> /s | -1.0 %  |
| 2-3      | 飲料水関係工場の揚水量が現況の10倍に増加         | -0.49 m <sup>3</sup> /s | -2.3 %  |
| 3        | 土地利用を30年前に戻した場合               | +1.09 m <sup>3</sup> /s | +5.1 %  |



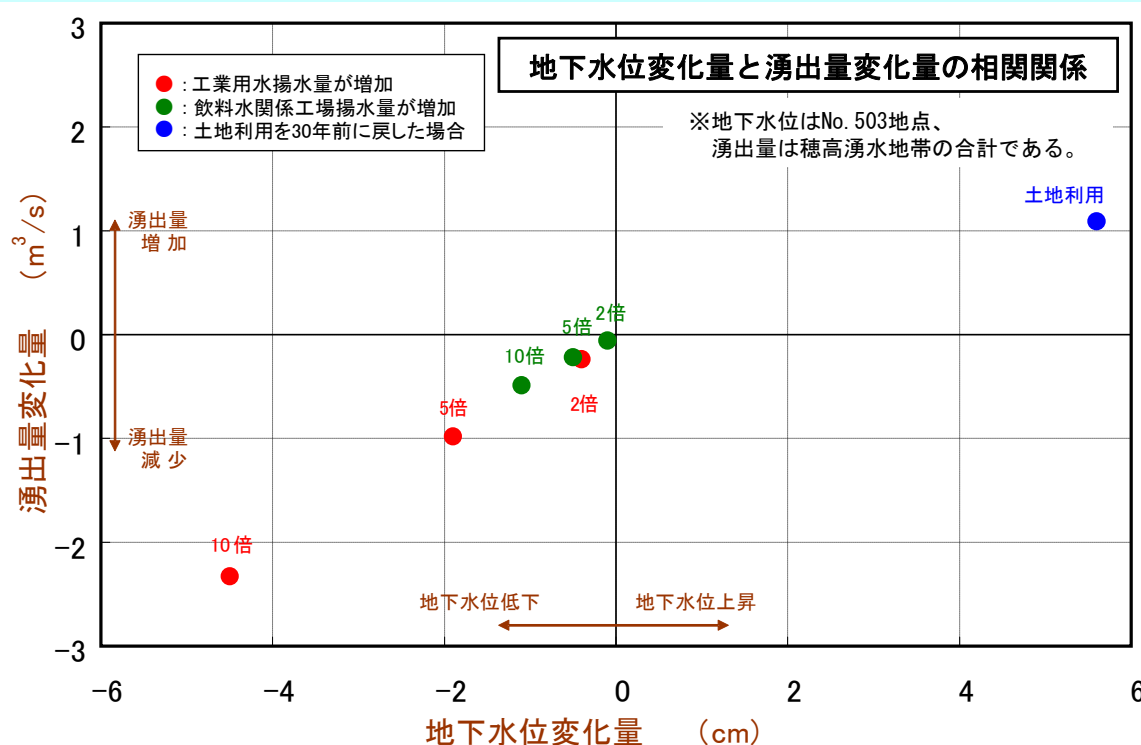
※各予測ケースの値は現況再現結果を基準とする変化量

30

## D-6. 三川合流部の地下水位と湧出量の関係

○試算結果による三川合流点周辺の地下水位変化量と湧出量変化量には相関関係が見られる

○地下水位1cmの低下は、概ね0.5m<sup>3</sup>/sの湧水量減少に相当する



31

## E. これからの対策

**みんなで出来ることは何かを議論することが重要です。**

### ①様々なステークホルダーとのルール作り

- ↓
- ・井戸口径での届け出
- ・一定量以上の許可制

### ②直ぐに出来るものは何か？

- ・水利権不要
- 工場の流している水の涵養
- ↓
- ・冬水田んぼの継続
- ・透水性舗装
- 順次切り替え
- ・道路排水の透水井設置
- 河川に流さず代表地点で涵養、越流方式であふれ防止
- ・アイディア募集（国営アルプスあづみの公園や県事業との連携の可能性等）



安曇野市ふゆ水田んぼ検証ほ場

### ③中長期で行うものは何か？

- ・環境を目的とした水田の水張り
- ・豊水水利権の可能性勉強 他

32