

令和4年度 第4回安曇野市水環境審議会  
次 第

日時：令和5年3月13日（月）午後2時00分～

場所：安曇野市役所 本庁舎4階 大会議室

1 開 会

2 あいさつ

3 報告事項

(1) あづみの水結ロゴマークの決定について

資料1

(2) あづみ野排水路における地下水涵養効果実験について

資料2

4 協議事項

(1) 令和5年度 事業計画（案）について

資料3

5 その他

(1) アルプス地域地下水保全対策協議会による（仮称）「松本盆地流域水循環計画」の策  
定について

6 閉 会

あづみの水結ロゴマークの決定について

■一般投票結果（下記①+②の合計）

	獲得票数
A	58 決定（159票中58票獲得）
B	21
C	22
D	29
E	29

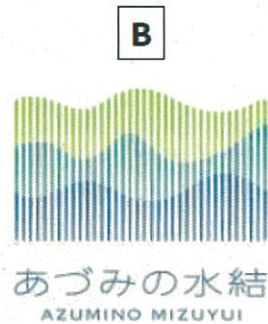
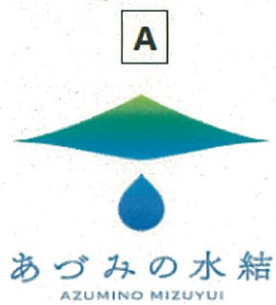
①長野電子申請サービス

	獲得票数
A	15
B	5
C	6
D	6
E	6

②投票用紙による投票

	獲得票数
A	43
B	16
C	16
D	23
E	23

※ロゴマーク候補



※一般投票期間：令和5年1月18日（水）から同年2月8日（水）まで

[受託研究]

2023/3/13

資料 2

# 令和4年度 あづみの排水路における 地下水涵養効果の科学的検証業務

## 報告



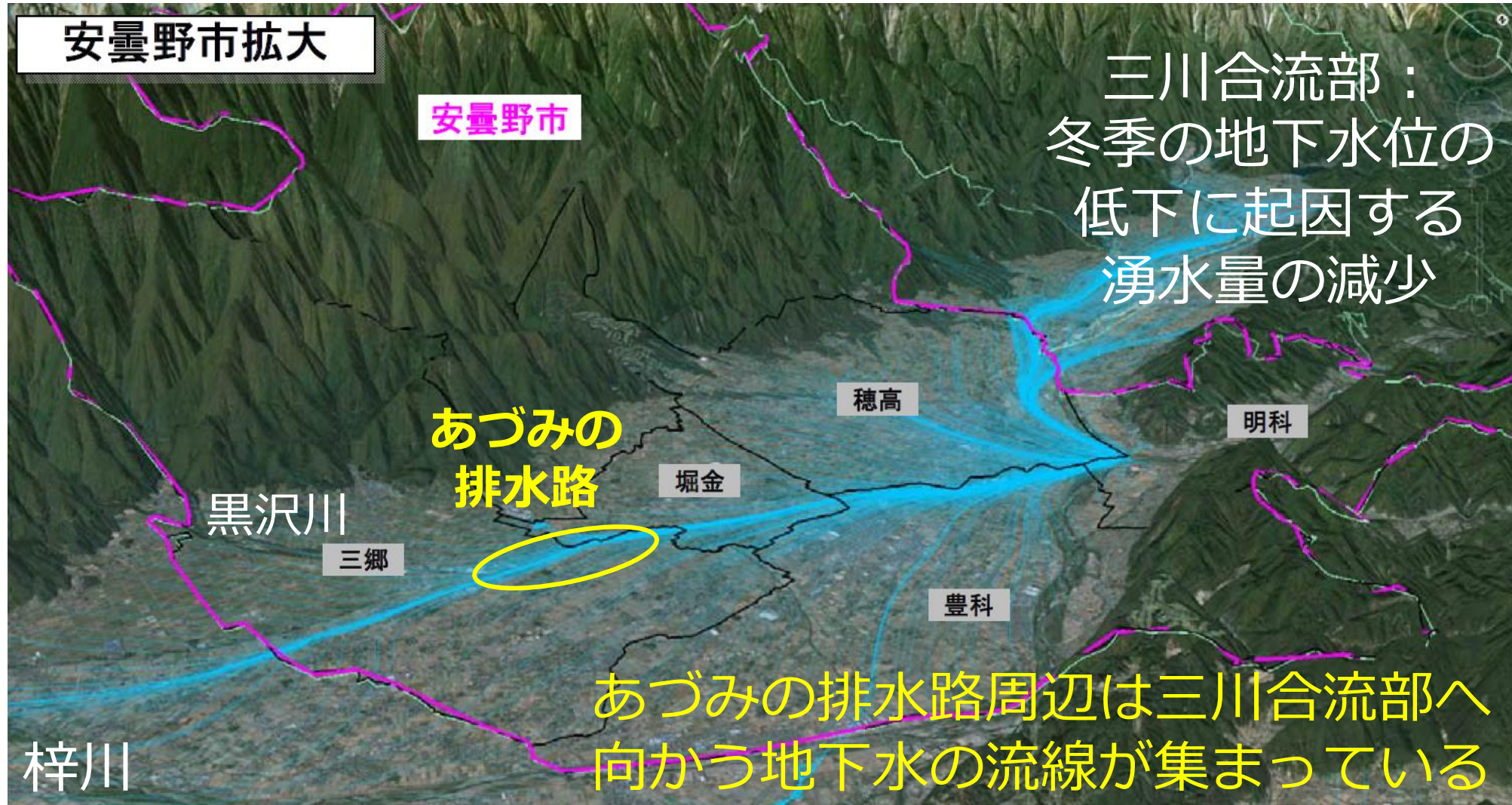
信州大学理学部理学科  
物質循環学コース

助教 榊原 厚一



<背景>

# 安曇野市とその周辺の地下水流動系

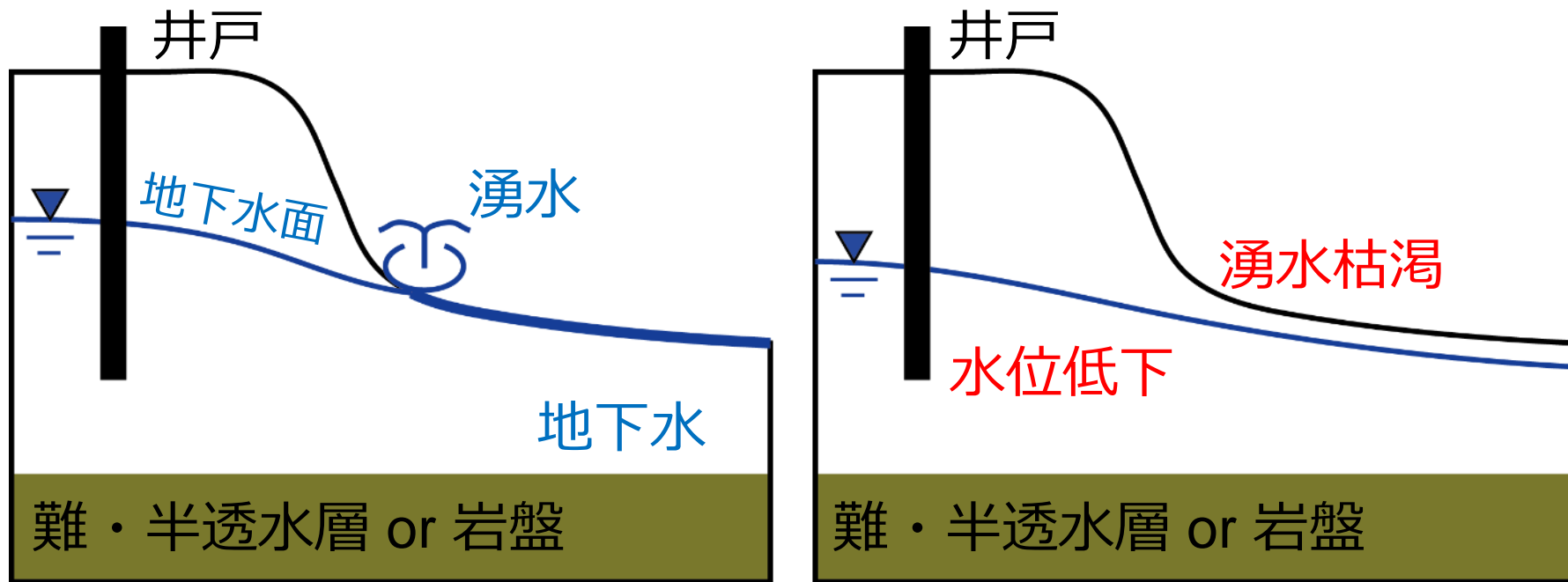


出典：安曇野市 (2017) 安曇野市水環境基本計画 (マスタープラン)

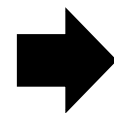
# <基礎情報>

## 湧水と地下水の関係

湧水：  
地下水の  
流出成分



湧水量と上流域の地下水位は  
密接に関わっている

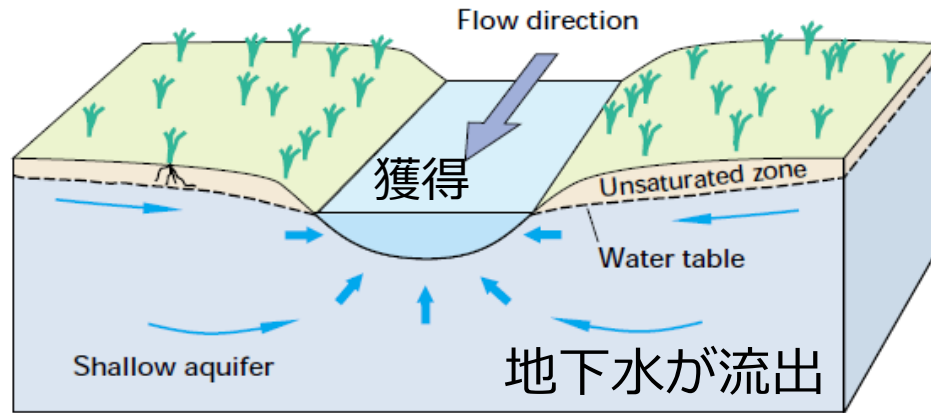


流域として施策を考える  
必要がある

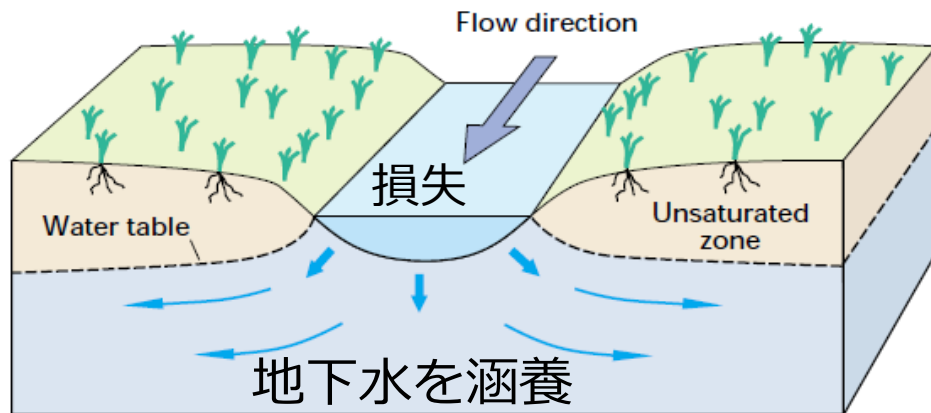
地下水の流動系が既知 → 集中的な対策が有効な場合がある

# 地下水と河川の関係

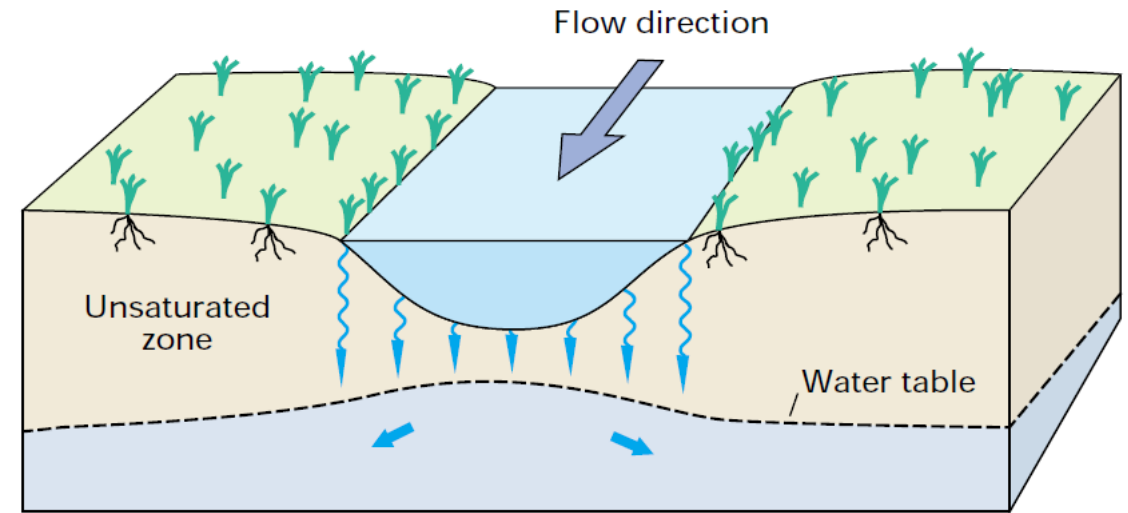
## Gaining stream



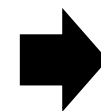
## Losing stream



## Disconnected stream



地表水と地下水は水理的に連続していない



落水実験はこのタイプ

乾燥地のワジ (季節河川)もこのタイプ



# 全体スケジュール

- 調査① 2022/11/8, 11/10
- 落水開始 2022/11/10 13:00
- 調査② 2022/12/1
- 調査③ 2022/12/19
- 調査④ 2023/1/13
- 調査⑤ 2023/2/9
- 調査⑥ 2023/2/28
- 落水停止 2023/3/1 7:00



落水前



落水中



# 調査状況

静電容量式水位計  
による落水流路の  
水位観測



↓ 落水源流の様子



電磁流速計  
を用いた  
流速観測

↓

流量を計算し  
水位-流量曲線  
を作成









# 測定・分析

水温, pH, EC計



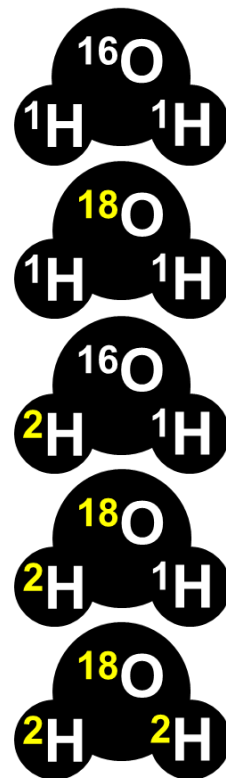
溶存元素分析機

\*HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>のみ硫酸滴定法

(イオンクロマトグラフ)

Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>,  
F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

水同位体比分析機 (δ<sup>18</sup>O, δ<sup>2</sup>H)



圧力式水位ロガー

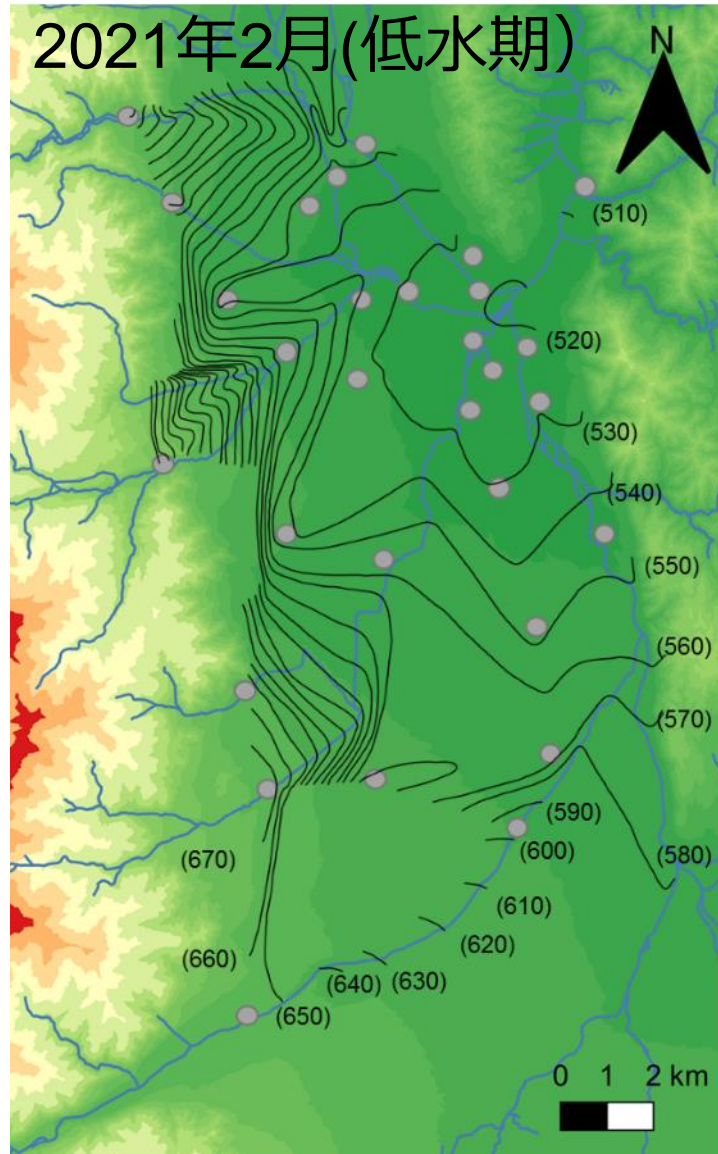
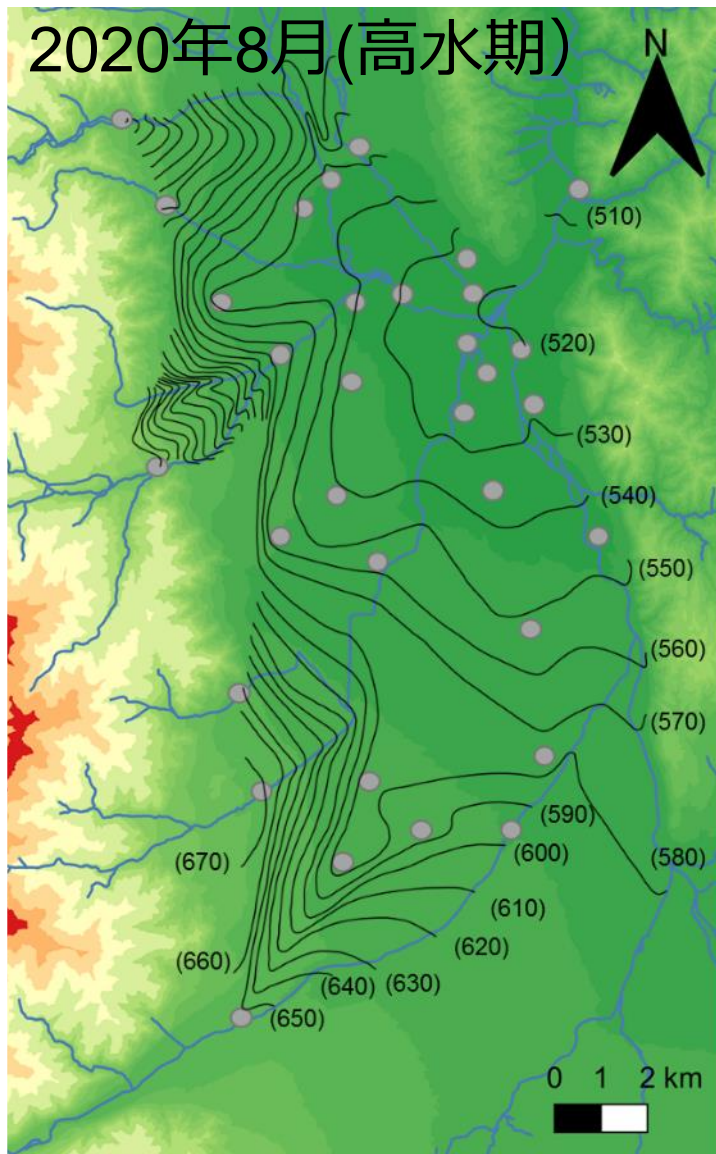
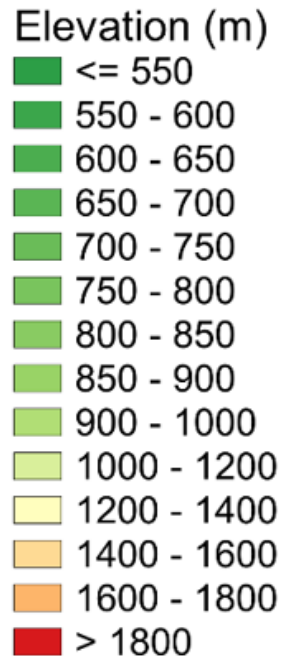




# 地下水面図の比較 (8月, 2月)

データ：2020年度一斉測水  
安曇野市-信州大学包括的連携協定に基づく

— : 等地下水位線  
(n): 地下水面標高(m)  
● : 地下水位測定地点



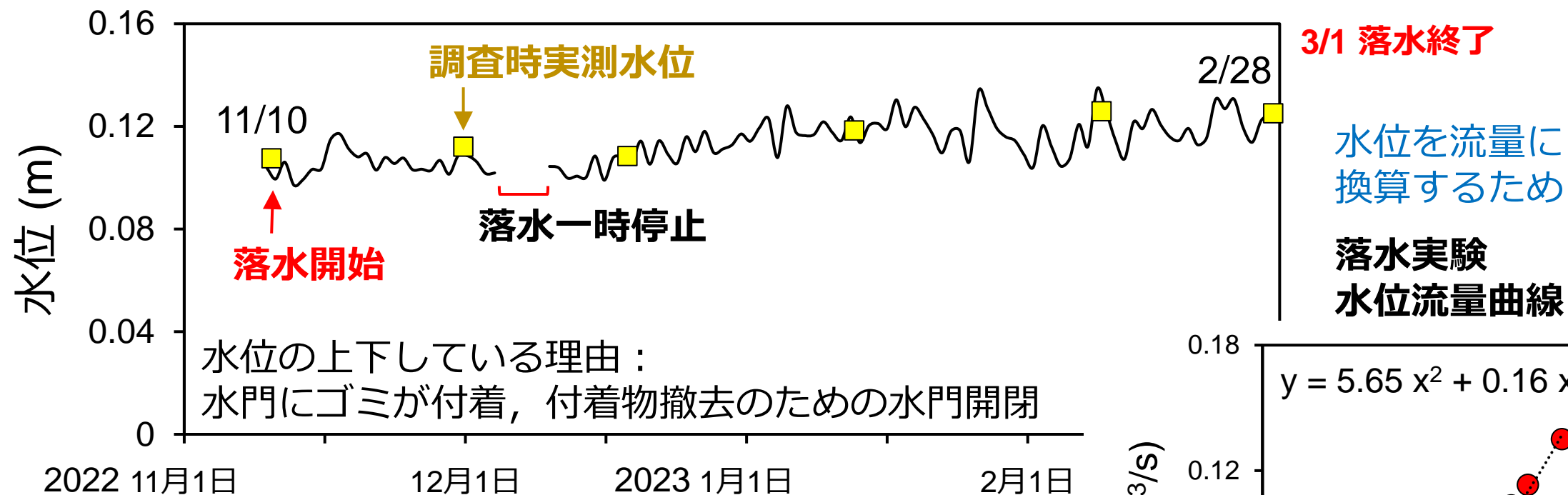
地表水が周辺  
地下水を涵養  
冬季：  
地下水面の  
山谷が明確

安曇野市・株式会社サクセン・  
信州大学



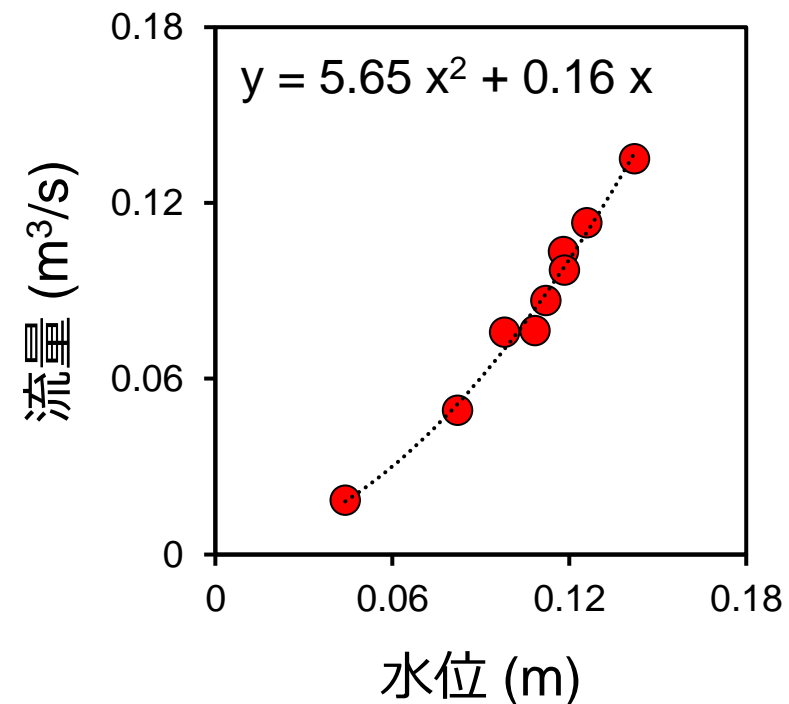


# 落水量計算 落水用流路水位と水位流量曲線



## 水門の開閉状況と水量

水門と底の間に落葉やゴミが挟まりやすい





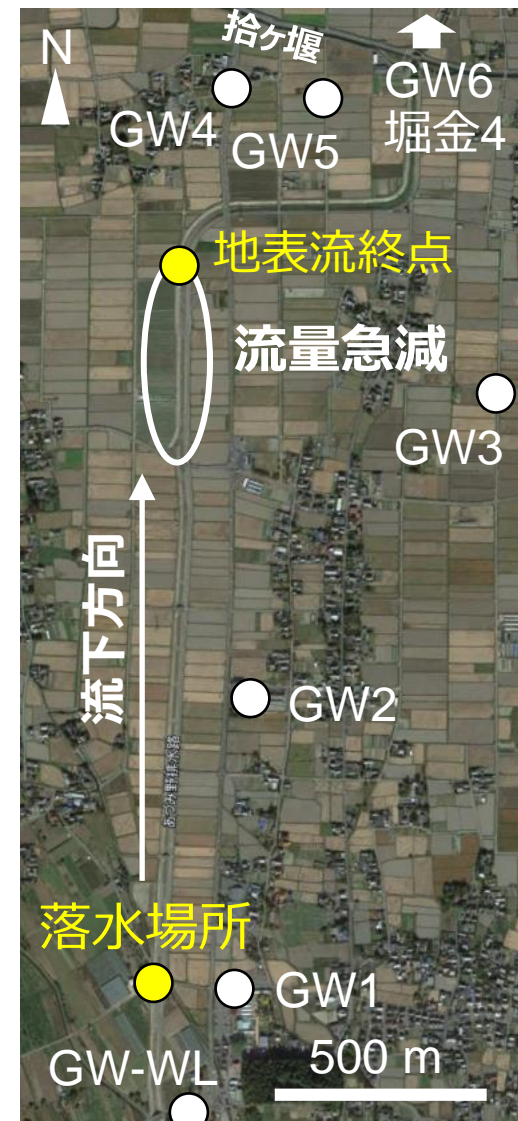
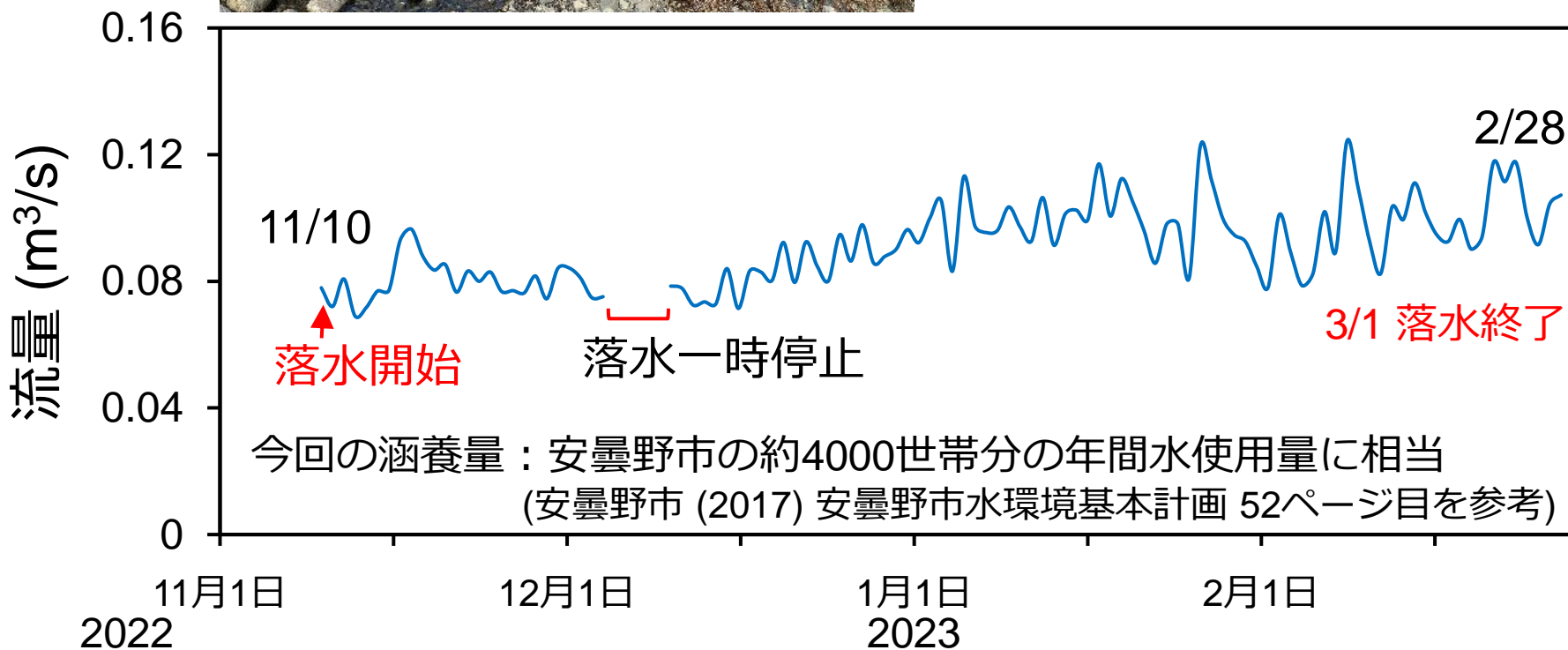
# 落水量計算 2022/11/10~2023/2/28 (106日間)

\*落水停止日の5日を除く

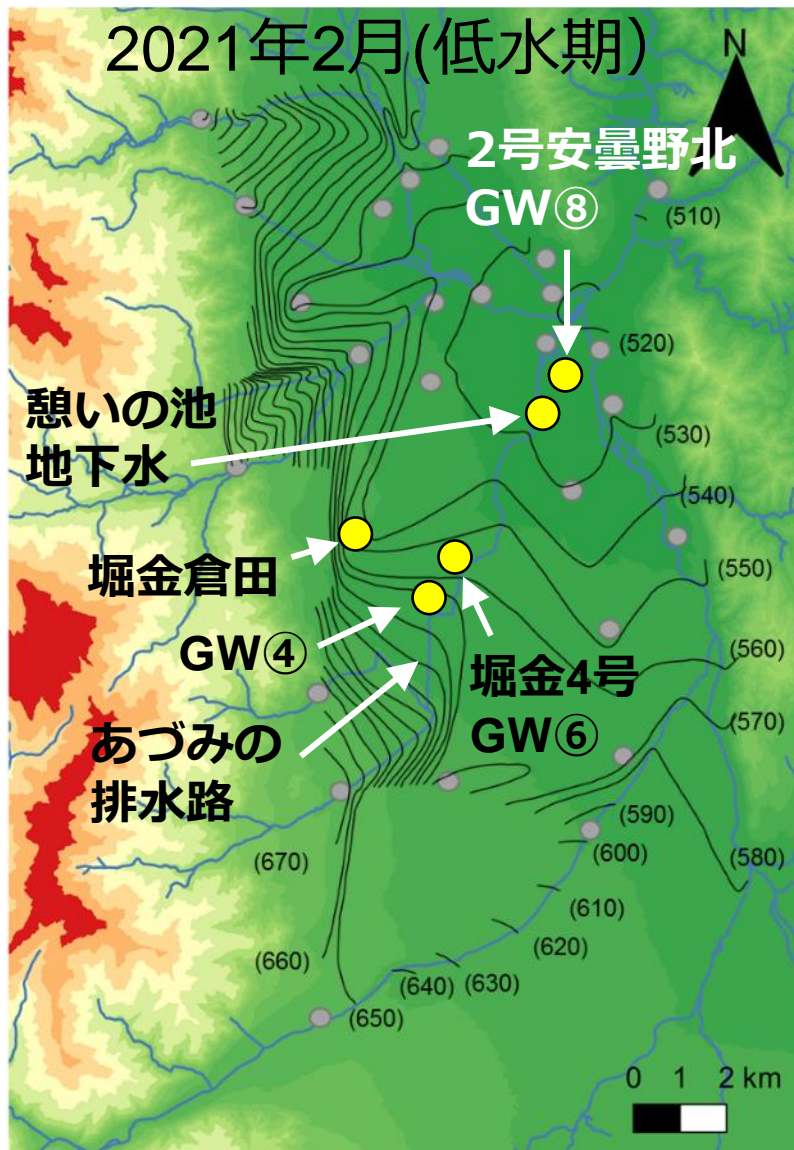


- ◆ 平均流量 : 0.091 m<sup>3</sup>/s
- ◆ 総落水量 : 83.5万トン
- ◆ 日平均落水量 : 7900トン

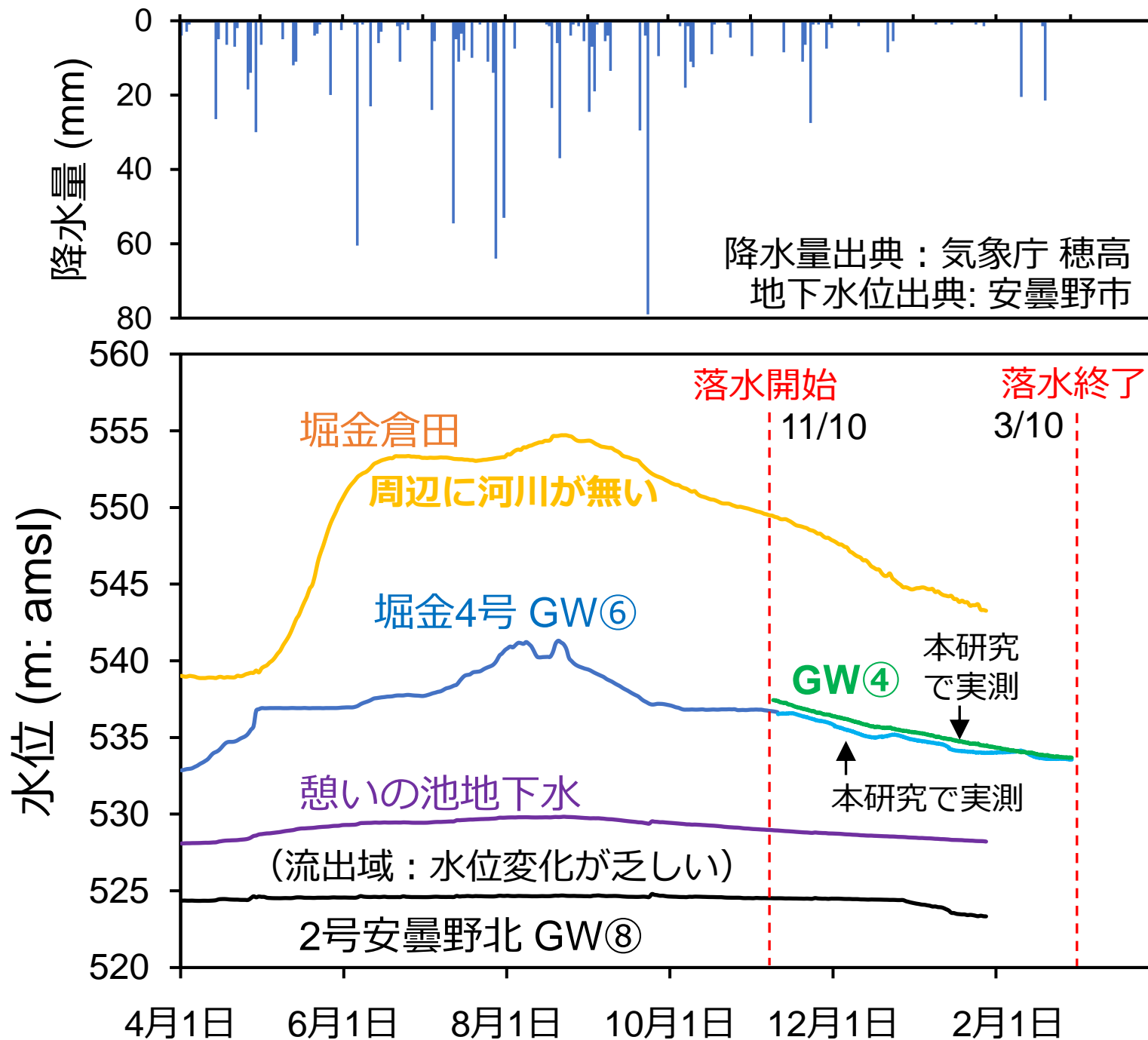
← 全落水量が地下水を涵養



# 2022年度水位変化

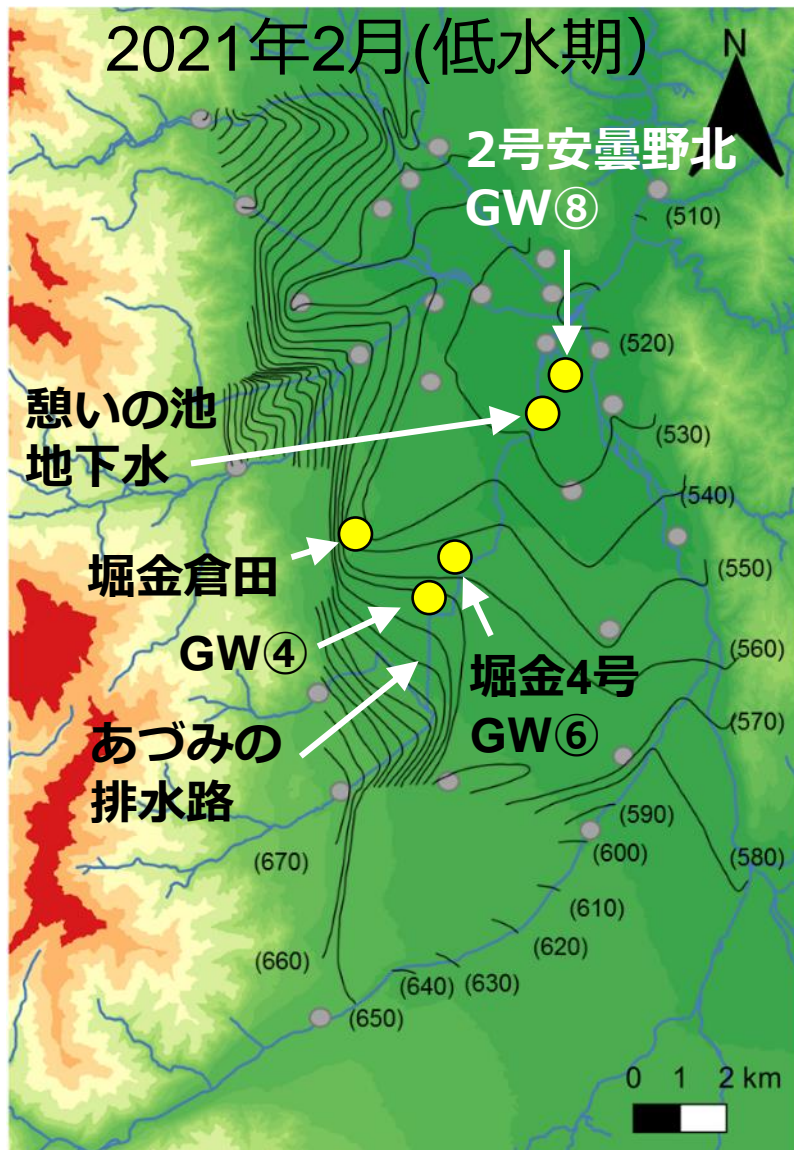


データ：2020年度一斉測水

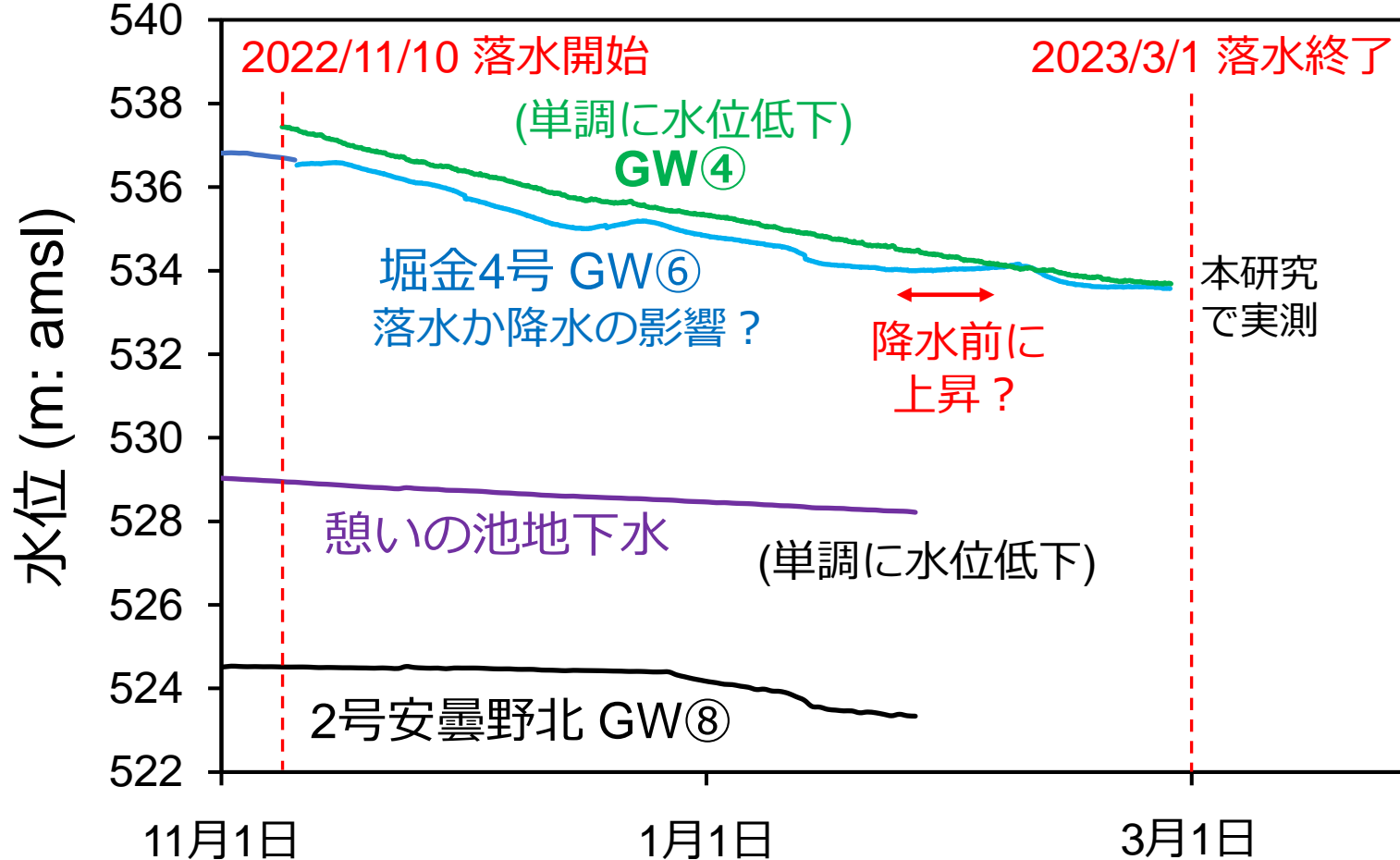
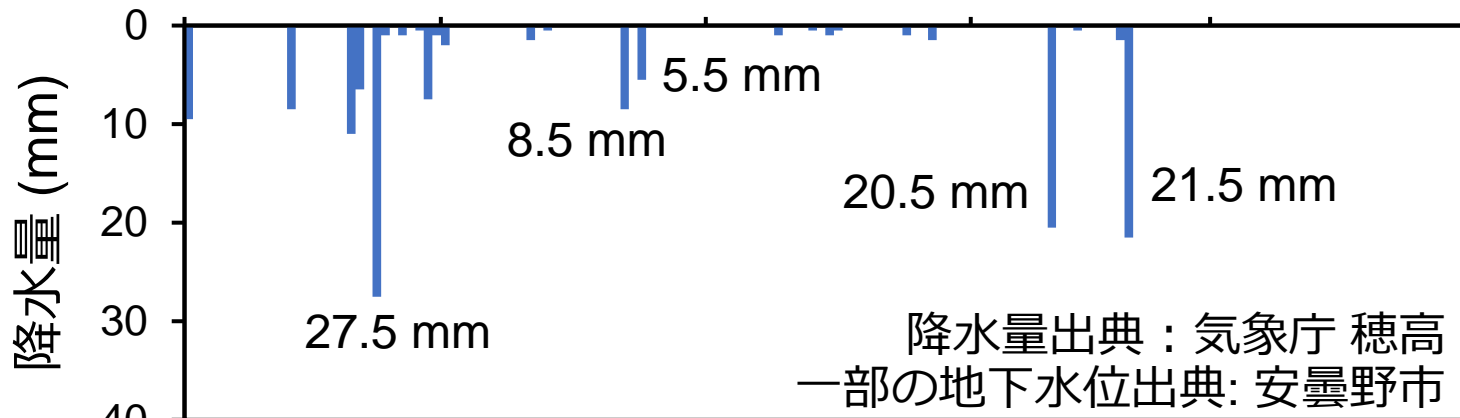




# 落水期間水位変化



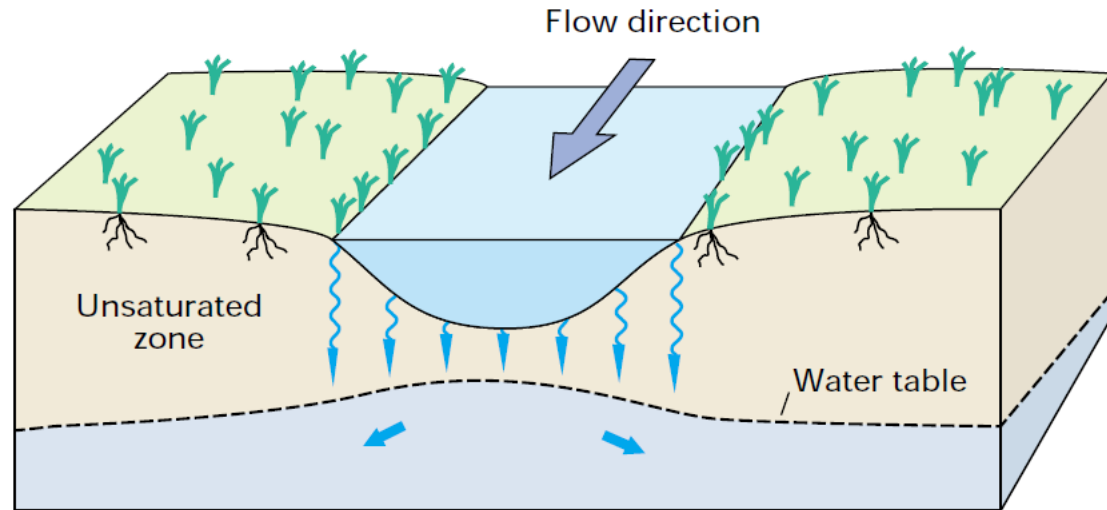
データ：2020年度一斉測水





# 地下水位に落水の影響が表れない理由の考察

## Disconnected stream



図の出典：Winter et al. (1998)

地表水と地下水は水理的に連続していない

➡ 鉛直下方向のみの涵養となる

**水位だけではなく、  
質を見ていく必要がある**

- 面的な地下水涵養 (例えば降水・田への湛水)では面的に地下水位を押し上げる。
- 線的 (今回の実験)・点的な人工涵養では、涵養させている場所周辺に線的・点的な地下水位上昇が生じる。
- 局所的な動水勾配が生じ、涵養に使用した水が周辺地下水へ移行する。
- 膨大な地下水量に対しての線的・点的な人工涵養水の供給であるため、地域全体の地下水位上昇は生まれない。
- 一方、局所的なポテンシャル上昇が生じるため、人工涵養水は確実に地下水流動方向の地下水へ混合 (流動) される。



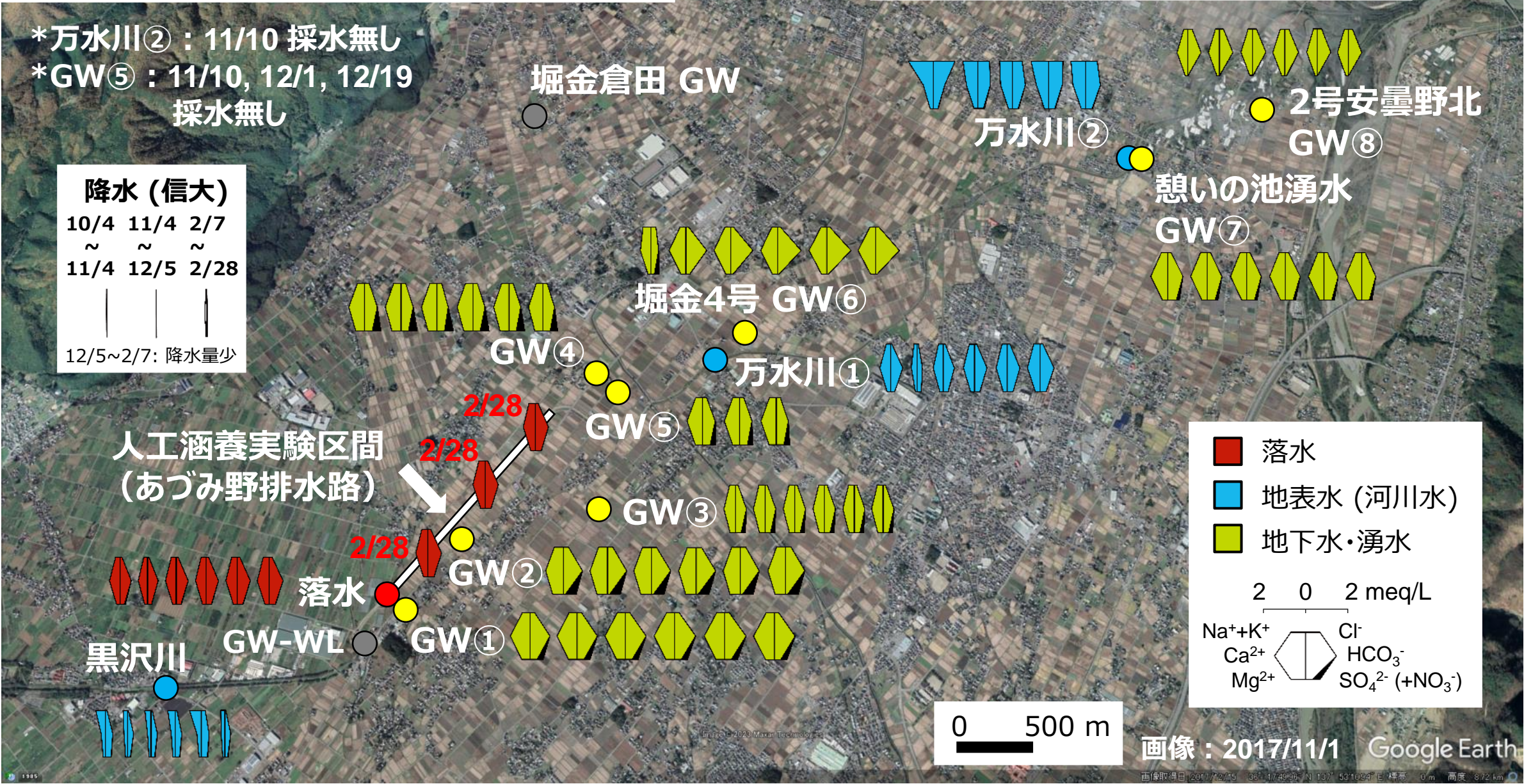
# 水質の時空間分布図

左から順に下記の日々のデータ：  
11/10, 12/1, 12/19, 1/13, 2/9, 2/28



\*万水川②：11/10 採水無し  
\*GW⑤：11/10, 12/1, 12/19 採水無し

降水 (信大)  
10/4 11/4 2/7  
~ ~ ~  
11/4 12/5 2/28  
| | |  
12/5~2/7: 降水量少

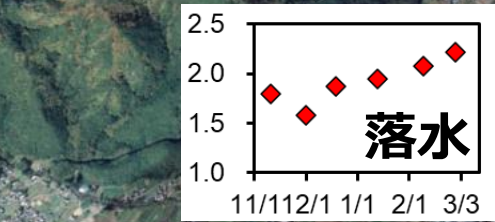




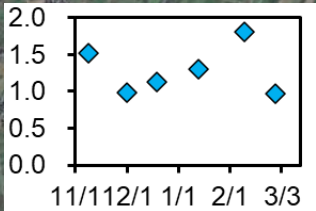
# 総イオン量の時空間変化

縦軸：総溶存イオン量 (meq/L)  
横軸：日付

総イオン量は  
地下水よりも低い

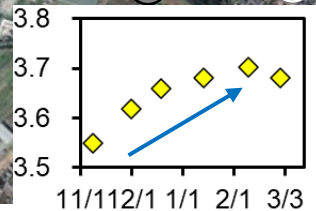


人工涵養実験区間  
(あづみ野排水路)



黒沢川

GW-WL



落水

GW①

GW②

GW③

GW④

GW⑤

GW⑥

GW⑦

GW⑧

GW⑨

GW⑩

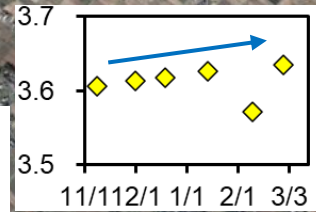
GW⑪

GW⑫

GW⑬

GW⑭

GW⑮



GW2

GW3

GW4

GW5

GW6

GW7

GW8

GW9

GW10

GW11

GW12

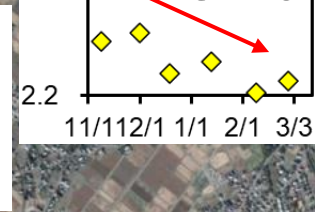
GW13

GW14

GW15

GW16

GW17



GW5

GW6

GW7

GW8

GW9

GW10

GW11

GW12

GW13

GW14

GW15

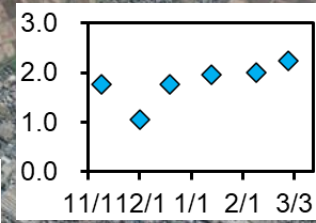
GW16

GW17

GW18

GW19

GW20



GW6

GW7

GW8

GW9

GW10

GW11

GW12

GW13

GW14

GW15

GW16

GW17

GW18

GW19

GW20

GW21

GW22

GW23

GW24

GW25

GW26

GW27

GW28

GW29

GW30

GW31

GW32

GW33

GW34

GW35

GW36

GW37

GW38

GW39

GW40

GW41

GW42

GW43

GW44

GW45

GW46

GW47

GW48

GW49

GW50

GW51

GW52

GW53

GW54

GW55

GW56

GW57

GW58

GW59

GW60

GW61

GW62

GW63

GW64

GW65

GW66

GW67

GW68

GW69

GW70

GW71

GW72

GW73

GW74

GW75

GW76

GW77

GW78

GW79

GW80

GW81

GW82

GW83

GW84

GW85

GW86

GW87

GW88

GW89

GW90

GW91

GW92

GW93

GW94

GW95

GW96

GW97

GW98

GW99

GW100

GW101

GW102

GW103

GW104

GW105

GW106

GW107

GW108

GW109

GW110

GW111

GW112

GW113

GW114

GW115

GW116

GW117

GW118

GW119

GW120

GW121

GW122

GW123

GW124

GW125

GW126

GW127

GW128

GW129

GW130

GW131

GW132

GW133

GW134

GW135

GW136

GW137

GW138

GW139

GW140

GW141

GW142

GW143

GW144

GW145

GW146

GW147

GW148

GW149

GW150

GW151

GW152

GW153

GW154

GW155

GW156

GW157

GW158

GW159

GW160

GW161

GW162

GW163

GW164

GW165

GW166

GW167

GW168

GW169

GW170

GW171

GW172

GW173

GW174

GW175

GW176

GW177

GW178

GW179

GW180

GW181

GW182

GW183

GW184

GW185

GW186

GW187

GW188

GW189

GW190

GW191

GW192

GW193

GW194

GW195

GW196

GW197

GW198

GW199

GW200

GW201

GW202

GW203

GW204

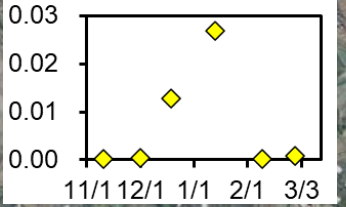
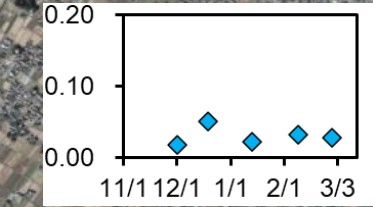
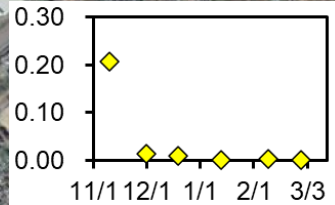
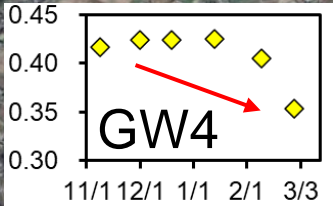
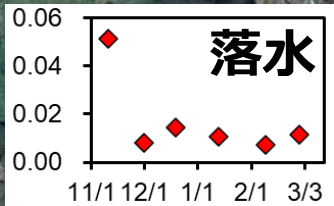
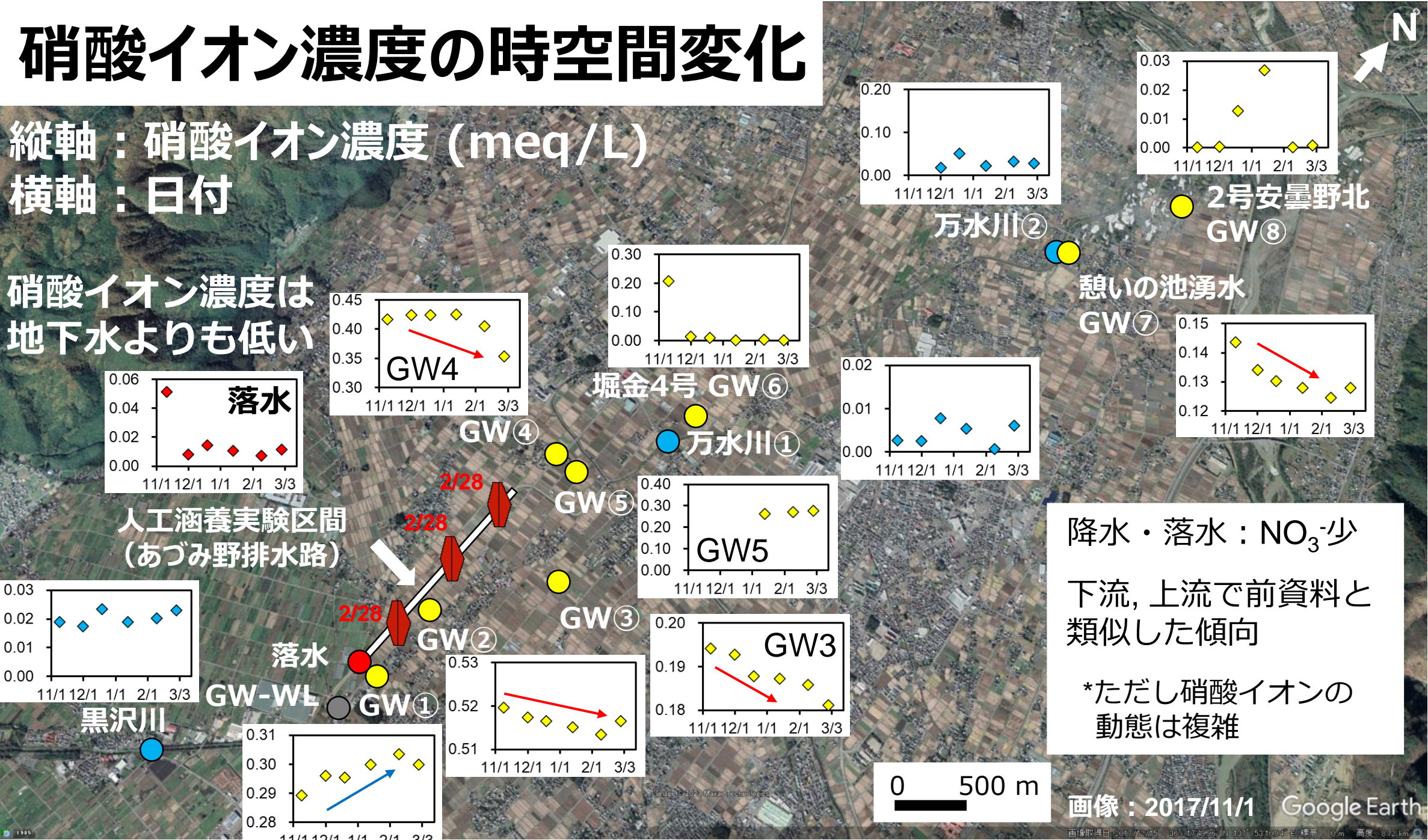
GW205



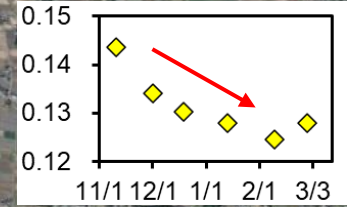
# 硝酸イオン濃度の時空間変化

縦軸：硝酸イオン濃度 (meq/L)  
横軸：日付

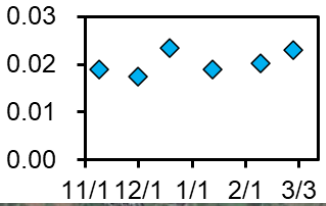
硝酸イオン濃度は  
地下水よりも低い



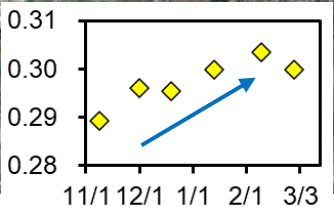
憩いの池湧水  
GW7



人工涵養実験区間  
(あづみ野排水路)



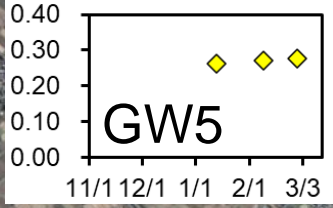
落水  
GW-WL



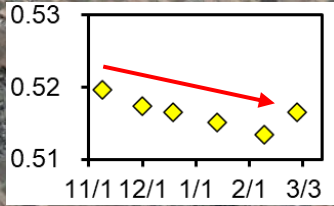
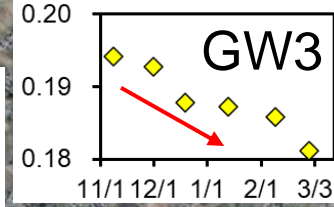
GW4

GW5

万水川①



GW3



降水・落水：NO<sub>3</sub><sup>-</sup>少

下流, 上流で前資料と  
類似した傾向

\*ただし硝酸イオンの  
動態は複雑

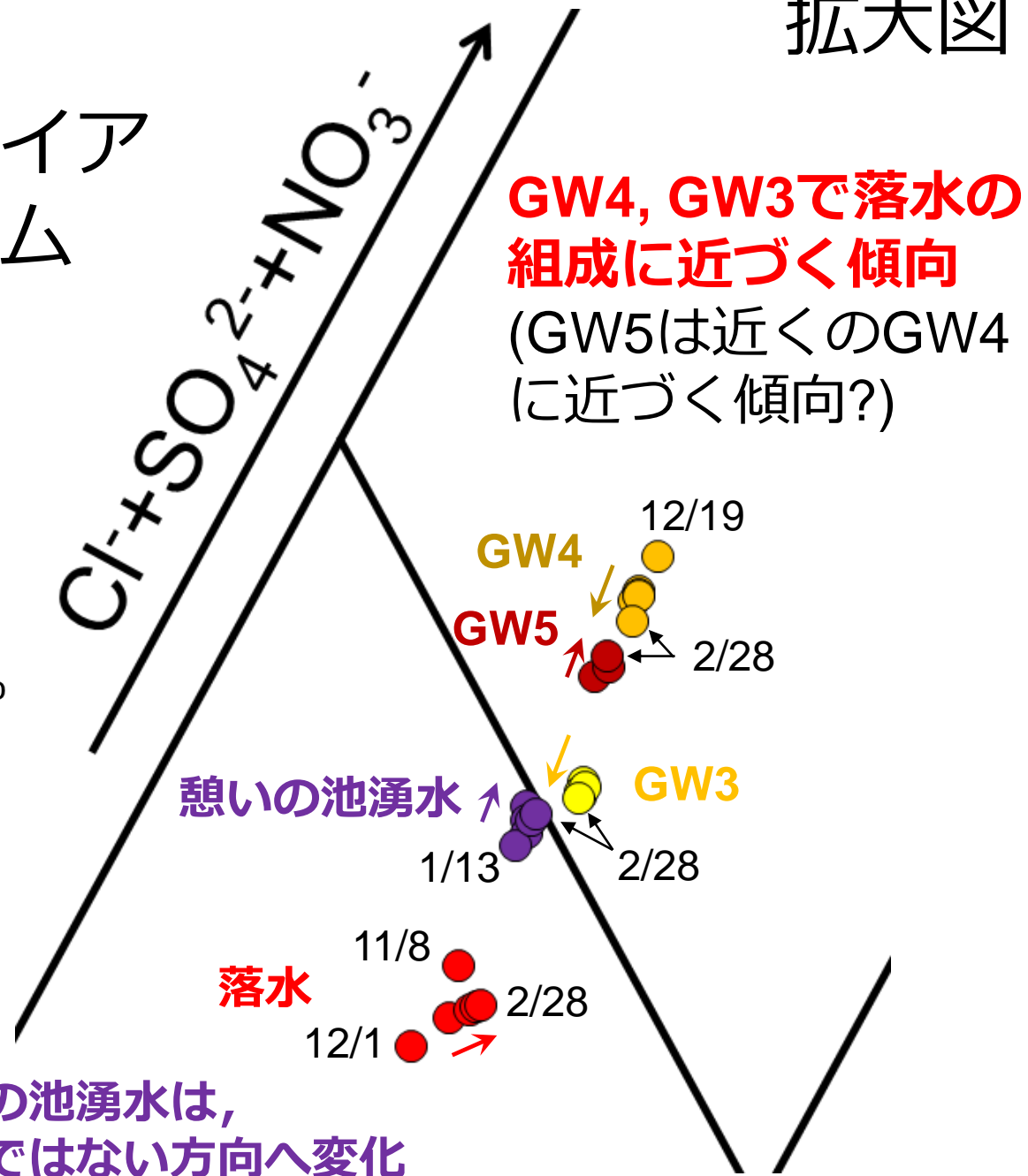
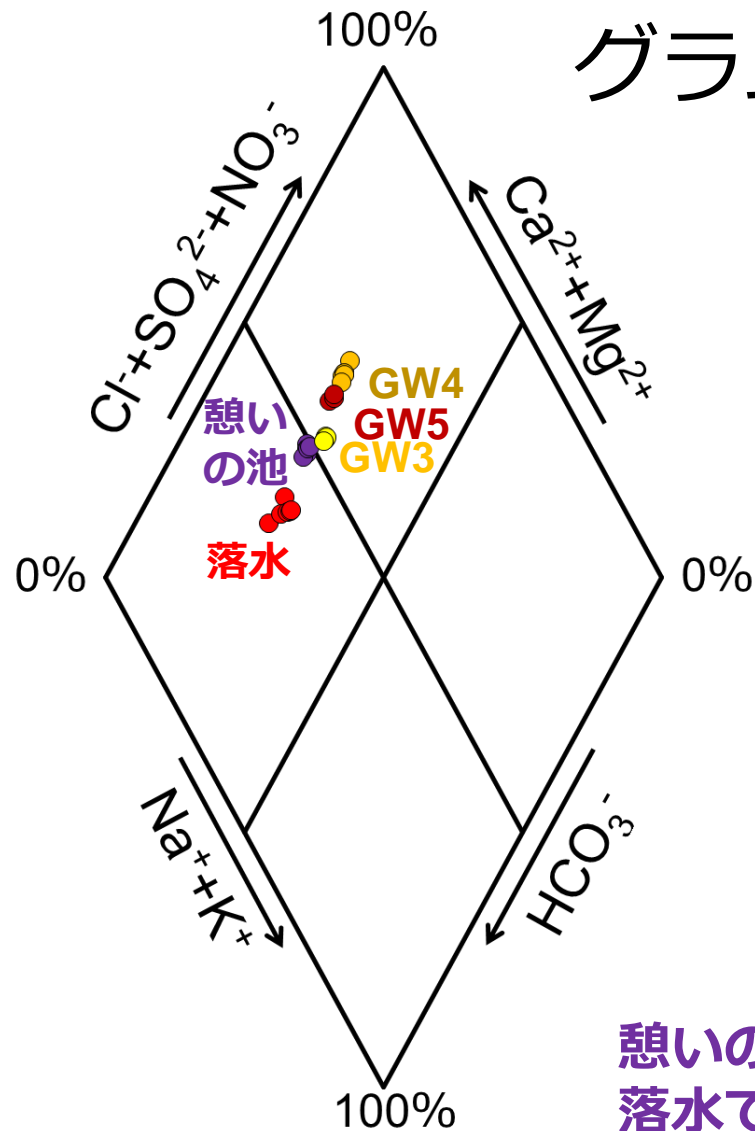
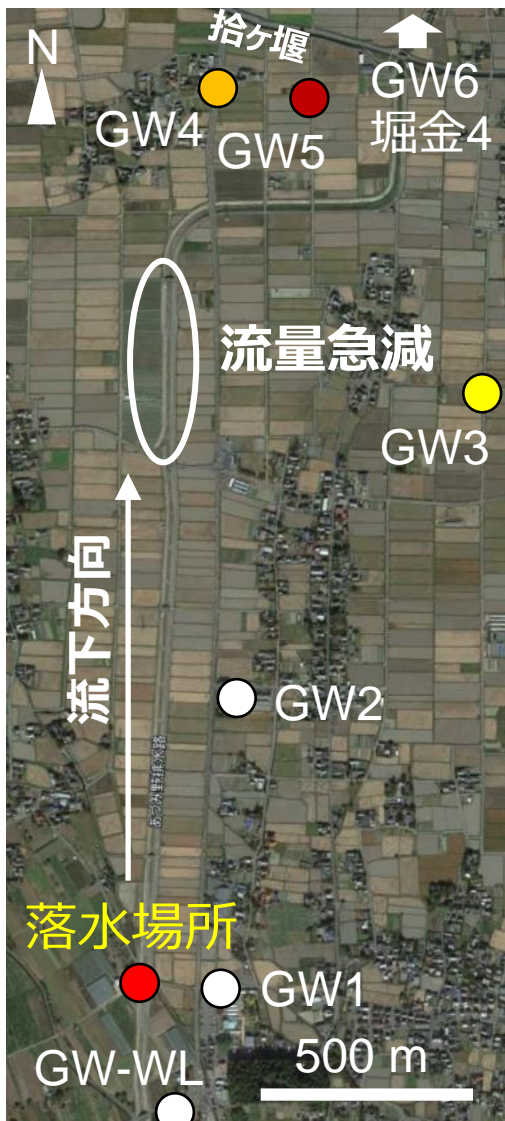


画像：2017/11/1 Google Earth



# 水質組成の変化

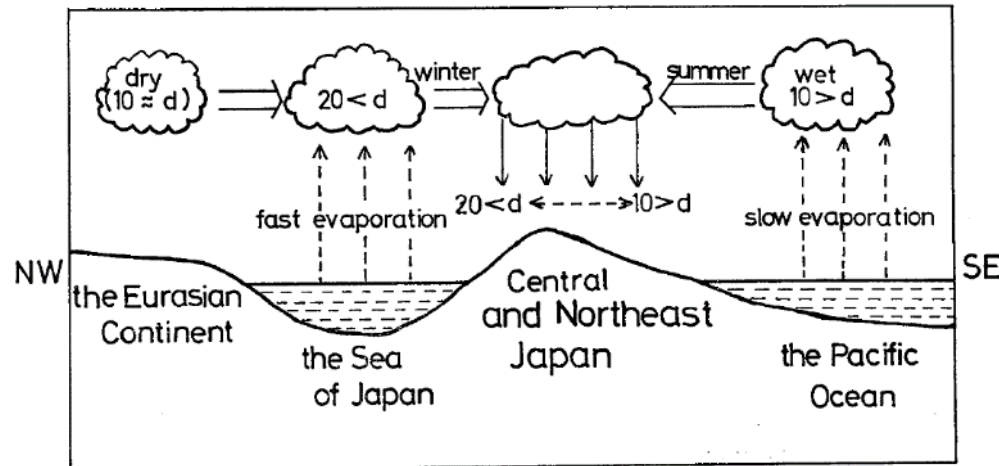
拡大図





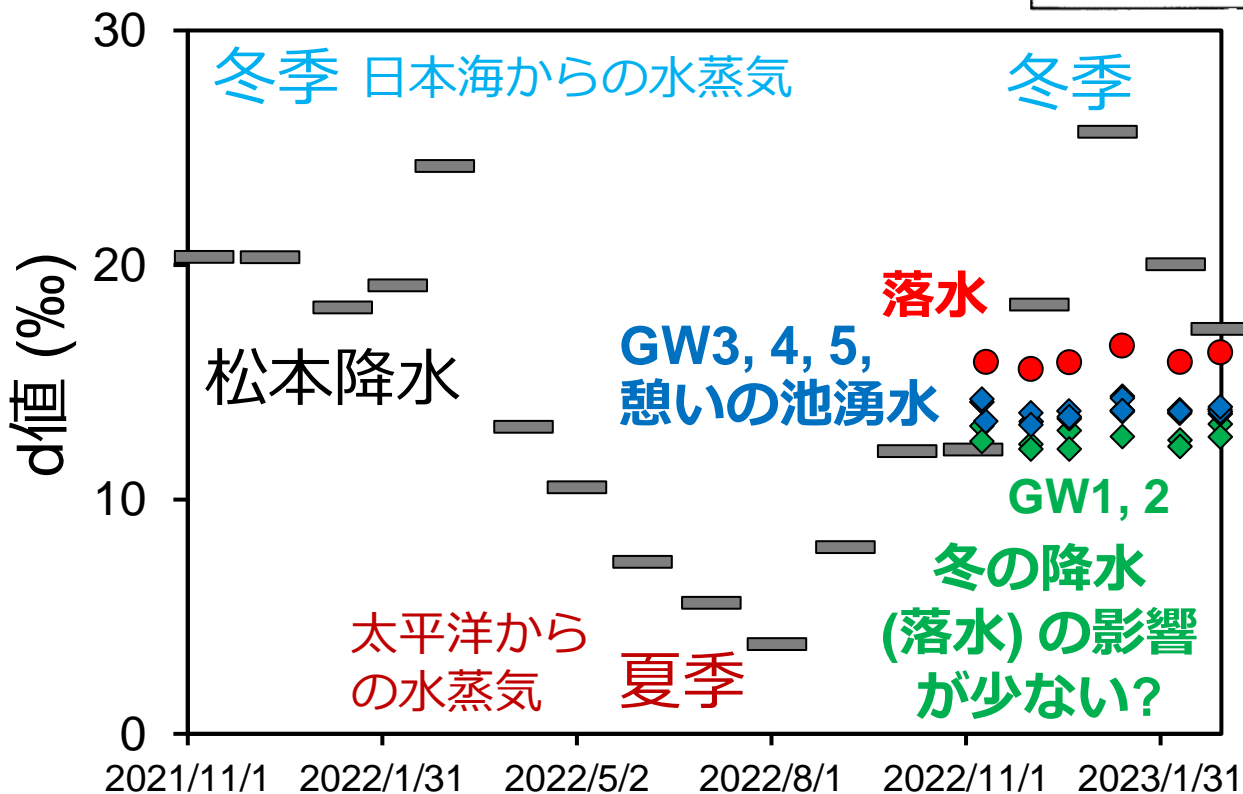
# 水の酸素・水素安定同位体比

## 中部・北東日本の降水のd値

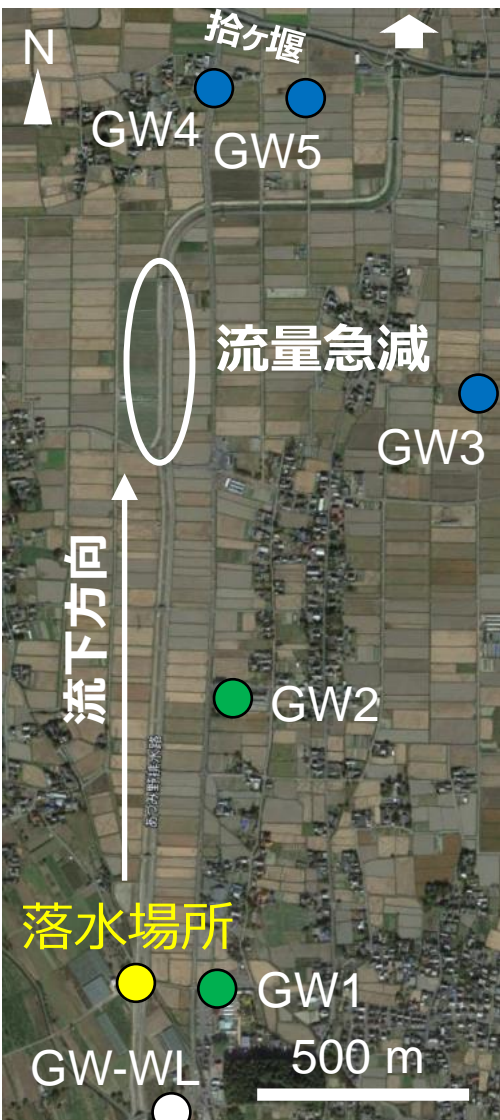
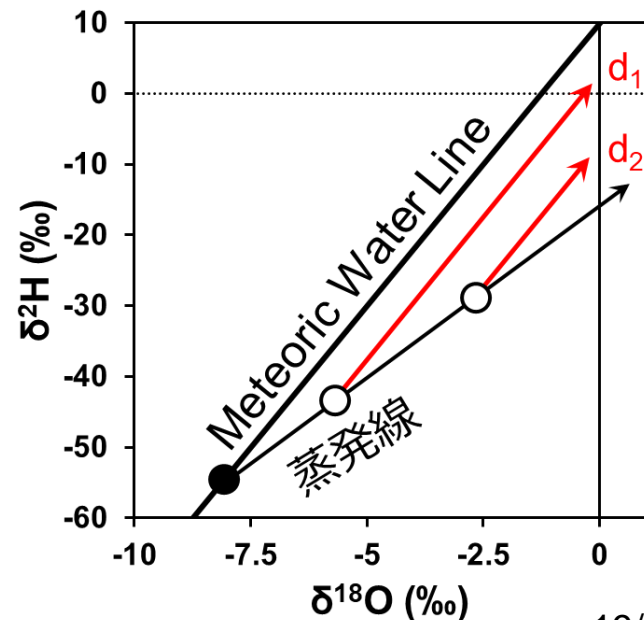


早稲田・中井 (1983)

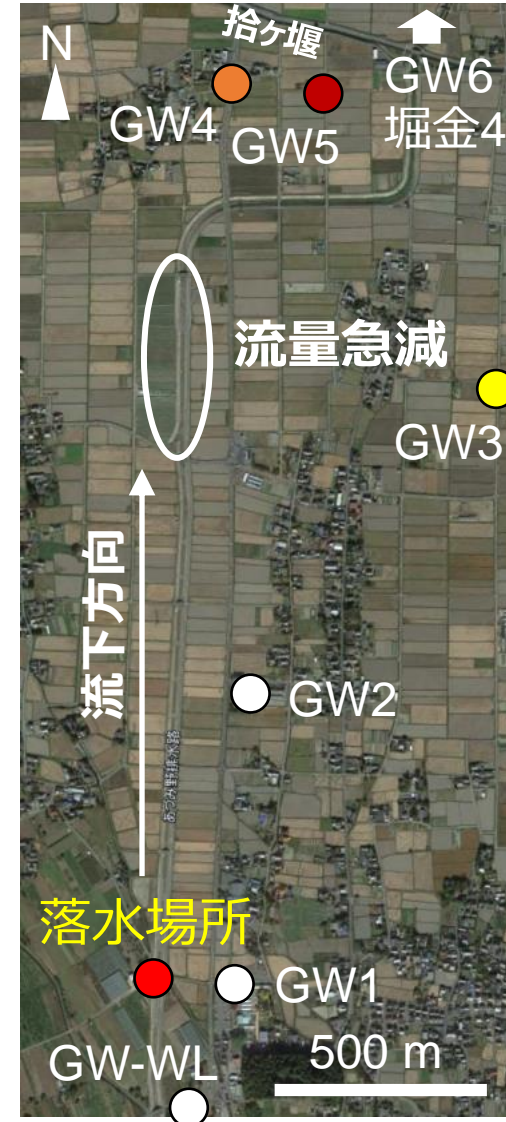
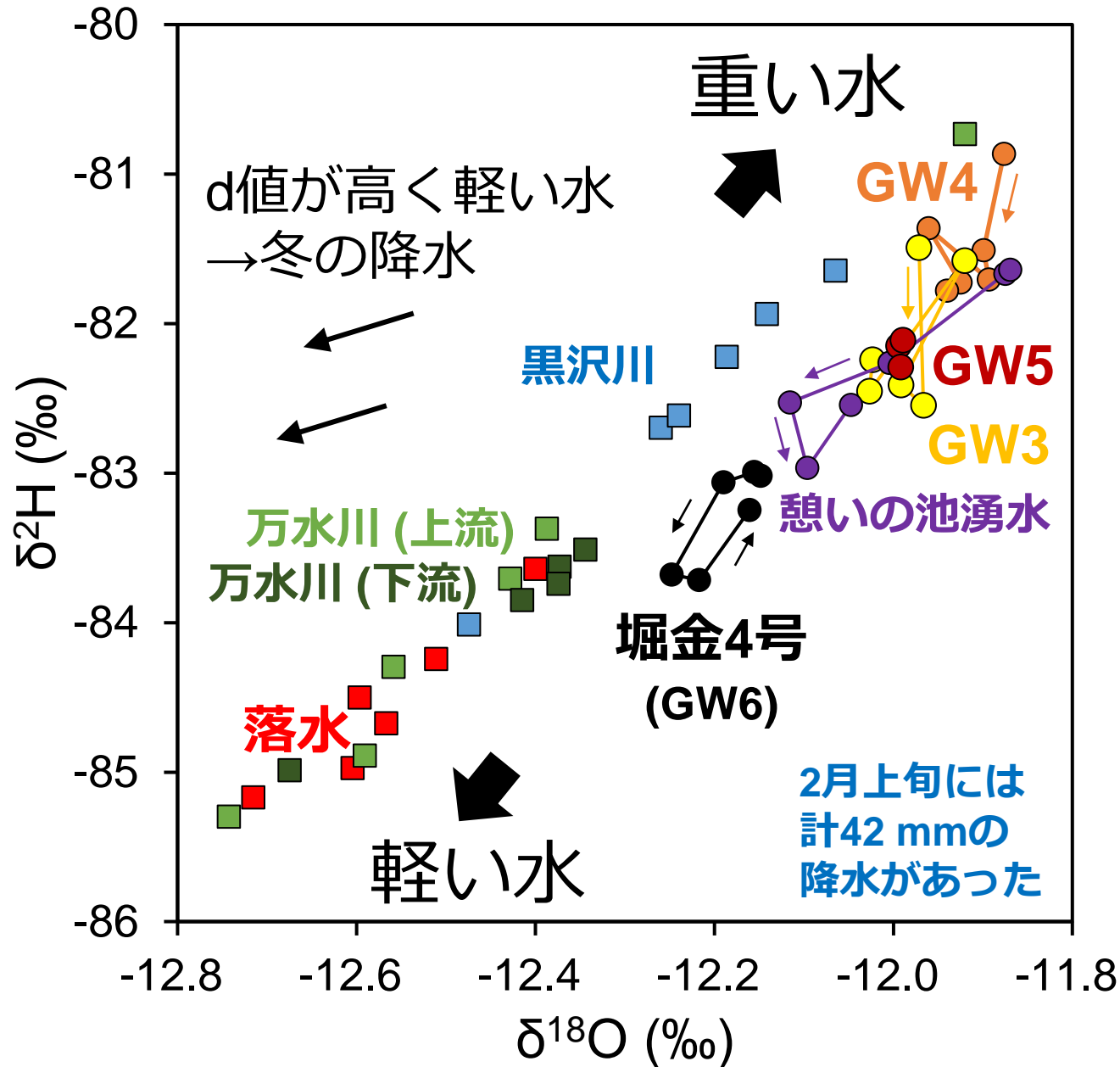
降水・落水・排水路  
周辺の地下水に着目



## d値の説明



# デルタダイアグラム



落水の方向に  
変化している  
ように見える

水質等と同時  
に考慮すると、  
落水涵養の効  
果といえる可  
能性がある

\*距離の離れている  
憩いの池湧水は次の  
スライドで考察する。



# 地下水流れの基本法則 に基づく簡易計算

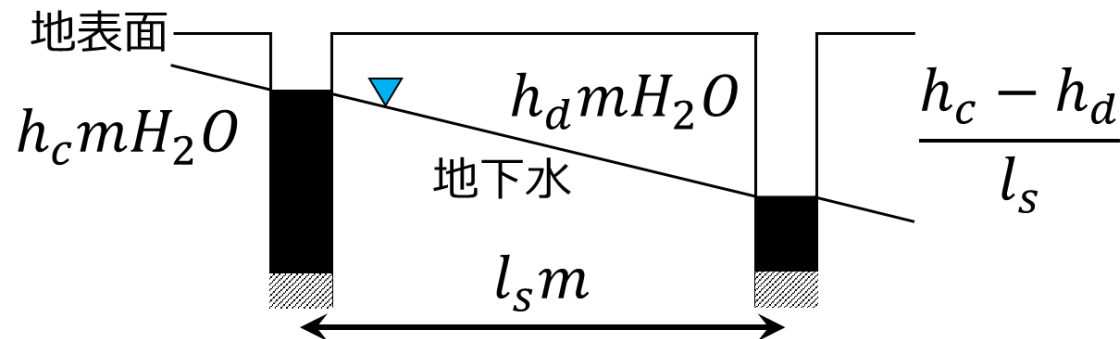
## 落水が憩いの池湧水に到達したか？

### ダルシーの法則

$$q = -k \frac{dh}{dl}$$

$$\bar{v} = \frac{q}{n_e}$$

$q$ : 比流速 (LT<sup>-1</sup>)  
(単位時間・単位面積当たりの流量)  
 $k$ : 飽和透水係数 (LT<sup>-1</sup>)  
 $h$ : 水理水頭 (ポテンシャル) (L)  
 $l$ : 距離 (L)  
 $n_e$ : 帯水層の有効間隙率  
 $\bar{v}$ : 平均間隙流速 (LT<sup>-1</sup>)



- ◆ 直線距離 : 5200 m
- ◆ ポテンシャル差 : -7.22 m  
(憩いの池地下水-GW4)
- ◆ 飽和透水係数 : 10<sup>-2</sup> m/s
- ◆ 有効間隙率 : 15%
- ◆ →地下水流速 : 8.0 m/day
- ◆ →到達までの時間 : 650日

### 未固結媒体

媒体	k (m/s)
粗い礫	10 <sup>-1</sup> - 10 <sup>-2</sup>
砂礫	10 <sup>-1</sup> - 10 <sup>-5</sup>
細砂、沈泥	10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-9</sup>
粘土、頁岩	10 <sup>-9</sup> - 10 <sup>-13</sup>

透水係数を1オーダー  
 高くすると到達  
 (透水係数の情報を精  
 査する必要あり)

**GW3, 4, 5, 6は  
十分到達可能**

出典: Marsily (1986)

# まとめ

- ✓ 落水させた水の全量が地下水へ涵養した。  
(約83.5万トン→安曇野市の約4000世帯分の年間水使用に相当)
- ✓ 線的な人工涵養かつ地表水と地下水が水理的に連続していない条件であるため、人工涵養の効果が地下水位に現れなかった。
- ✓ あづみの排水路から下流方向 (概ね1km以内) の地下水の水質・同位体比組成が涵養実験中に落水の方向へ変化していた。
- ✓ 降水の影響もゼロとはいえないが、排水路の上流と下流で変化傾向が異なっていたため、降水の影響は大きくない。
- ✓ 人工涵養の効果が周辺地下水に表れているといえると考えられる。
- ✓ ただし、本実験において、三川合流部付近の地下水への効果は確認できなかったとはいえない。



# 令和5年度 事業計画(案)について

資料3

区分	業務内容	令和5年度													
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
	水環境審議会		●令和5年度第1回水環境審議会 ※令和4年度事業実績報告		●令和5年度第2回水環境審議会				●令和5年度第3回水環境審議会				●令和5年度第4回水環境審議会		●令和5年度第5回水環境審議会
保全	あづみの水結活動				●河川又は池の清掃作業			●河川又は池の清掃作業							
		●あづみの水結登録者の活動に係る取材とその情報発信													
涵養	水田機能維持・地力増進推進事業			●水張現地確認						●麦播種現地確認					
涵養	市内河川又は小河川を利用した環境用水施設の検討	●地下水涵養に資する環境用水施設について検討を進めていく。													
涵養	ビオトープの拡張支援	●国営アルプスあづみの公園 堀金・穂高地区で既存のビオトープに加え、新たなビオトープを作る動きも出ているため、環境用水施設に係る取組の一環として協力をしていく。													
涵養	水利権見直しに係る情報収集	●令和6年度の水利権の見直しに向けて、情報収集を行っていく。													
涵養	新たな涵養施策の検討	●安曇野市域の現状を確認したうえで事務局が素案を作成し、有識者等の意見も参考にして新たな人為的涵養施策を検討する。													
保全	水環境シンポジウム			●6月又は7月に松本盆地広域圏において開催											

適正利用 ※地下水採取審査委員会の開催(必要に応じて)

適正利用 ※地下水採取量報告書の提出依頼(4月)

保全 ※市民向けイベント(安曇野水めぐり等)の開催も予定(開催時期は未定)

保全 ※出前講座・出前授業(随時)