

2. 解析の実施

再現解析結果(非定常解析)

※本資料は検討段階の途中経過報告であり、
最終的な結論を示すものではありません。

解析ケース(非定常解析: RUN2-1)

水循環解析(非定常解析)

ケース	目的	設定変更したパラメータ
見直し後のモデルによる検討(RUN1)	見直し後のモデルの再現性確認	—
帯水層の透水係数についての検討(RUN2-1、2-2)	帯水層の透水係数を変えて地下水位と湧水量の再現性を確認	火山灰質砂層(大山系)および安山岩質火砕岩の透水係数
高位標高部における安山岩質火砕岩の検討(RUN3-1、3-2)	地下水位と湧水量の同時再現を狙った高位標高部の安山岩質火砕岩の検討	帯水層の透水係数および高位標高部での厚さ
精進川南部への安山岩質火砕岩の分布の検討(RUN4)	計画地への地下水の流動経路の改善	安山岩質火砕岩の平面分布および透水係数
	河川流量と地下水位の変動の再現性の改善	地表付近の地質の透水係数

帯水層の透水係数についての検討
(RUN2-1)

精進川南部への安山岩質火砕岩の分布の検討
(RUN4)

帯水層の透水係数についての検討(RUN2-1)

地層名		透水係数(m/s)		
		RUN1 (初期設定値)	RUN2-1	RUN2-2
火山灰質砂層(大山系)	第2帯水層	3.73×10^{-6}	3.73×10^{-4}	3.73×10^{-6}
安山岩質火砕岩	第3帯水層	2.10×10^{-4}	2.10×10^{-3}	2.10×10^{-5}

→透水性を
上げたケース

→透水性を
下げたケース

- ▶ 定常解析と並行して非定常解析を実施し、河川流量及び地下水位の変動の再現性を確認した
- ▶ 最初に初期設定値から安山岩質火砕岩の透水係数を上げたRUN2-1の結果を示す
- ▶ 解析期間は2020/8/1～現在とする

解析条件

項目		モデル化方法	
		定常解析	非定常解析
気象	降水量	メッシュ平年値(1981~2010年の1kmメッシュ推定の平年値)における降水量を与える	収集した気象庁・鳥取県の降雨地点の降水量を日変動データとして、ティーセン分割により空間分布として与える
	蒸発散量	単層熱収支式により考慮	単層熱収支式により考慮
	積雪・融雪	考慮しない	単層熱収支式により考慮
	気圧	標準大気圧	
土地利用 土地被覆	等価粗度	高解像度土地利用土地被覆図(JAXA)を使用、土地利用区分毎に等価粗度係数を設定	
地形	陸域	国土地理院数値地図 5・10m(標高)、都市計画図を合成し、水域について修正	
	海域	日本海洋データセンター500mメッシュ水深データ	
地下地質	水理物性	透水係数、有効間隙率を地質区分ごとに一律で設定	
	2相流物性	相対浸透率と毛細管圧力を設定	
水利用		地下水揚水、河川取水、農地かんがいを考慮	
境界条件		上面:大気圧固定境界 外周及び底面:閉境界 海域:水位固定境界(平均海水位:T.P.0.22m)	

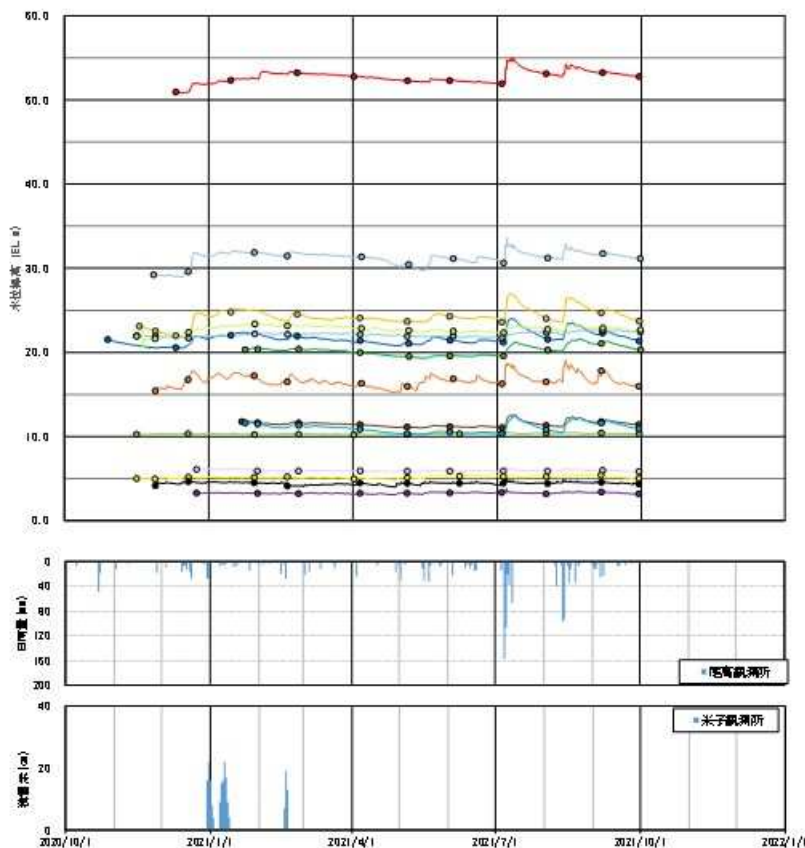
非定常解析河川流量 (RUN2-1)



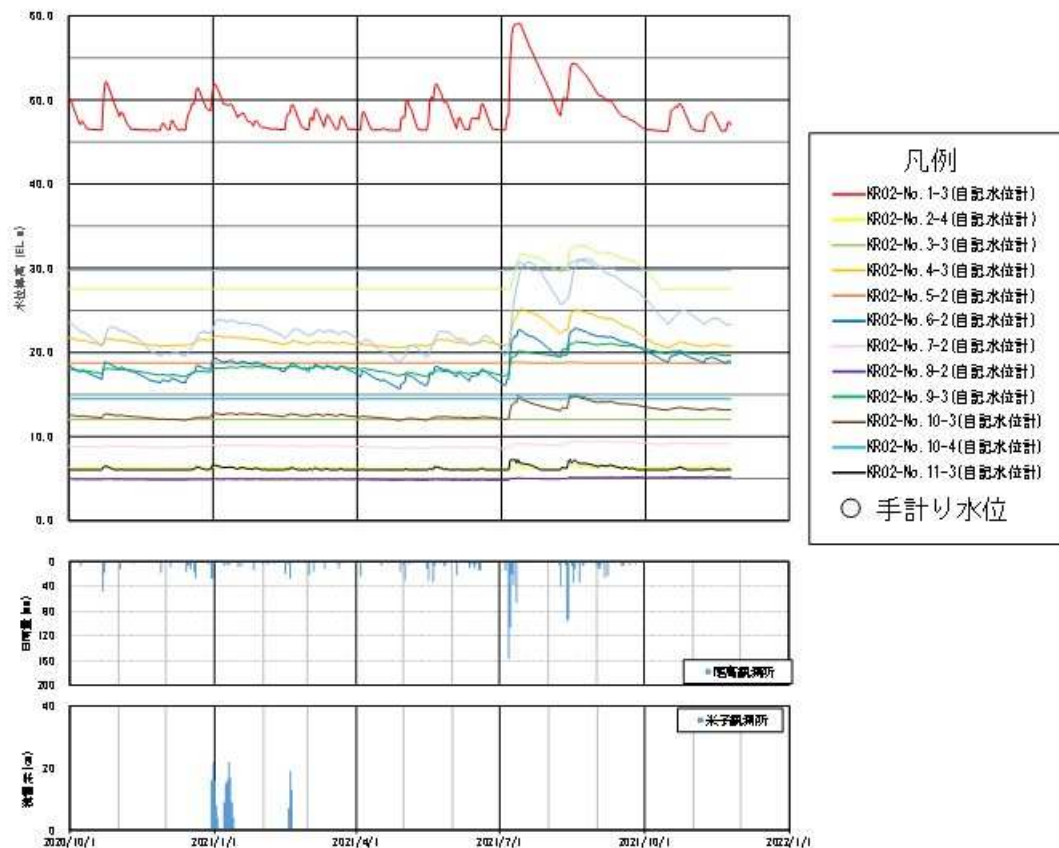
- ▶ 基底流量は0.1-1m³/minの間で概ね整合
- ▶ 観測に比べ降雨時の流量増加やその後の減少といった変動が小さい

非定常解析地下水位 (RUN2-1:第1帯水層)

観測



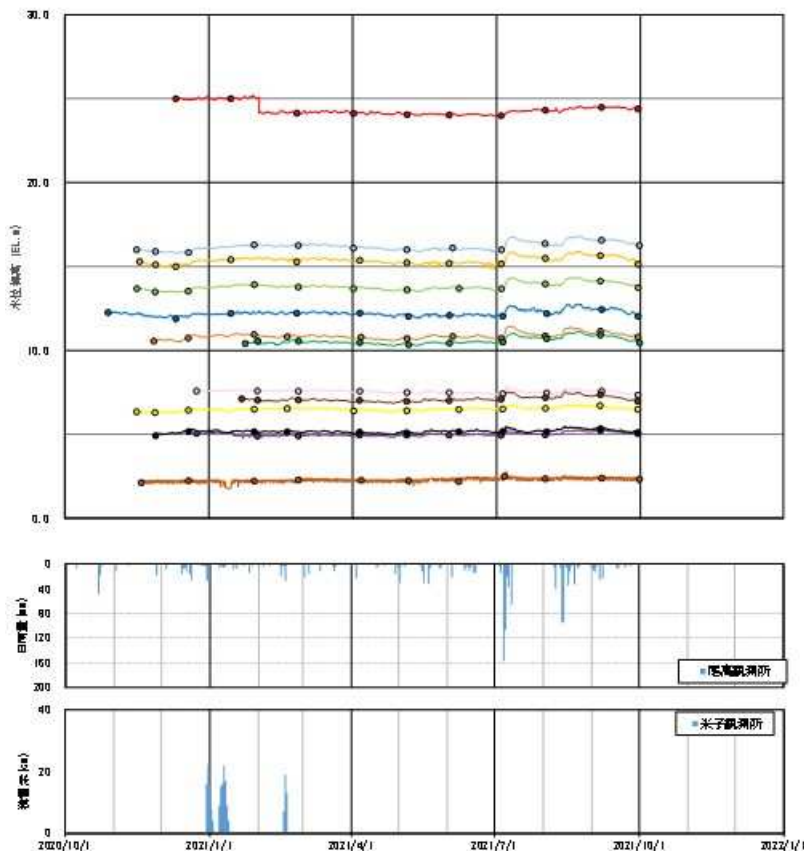
計算



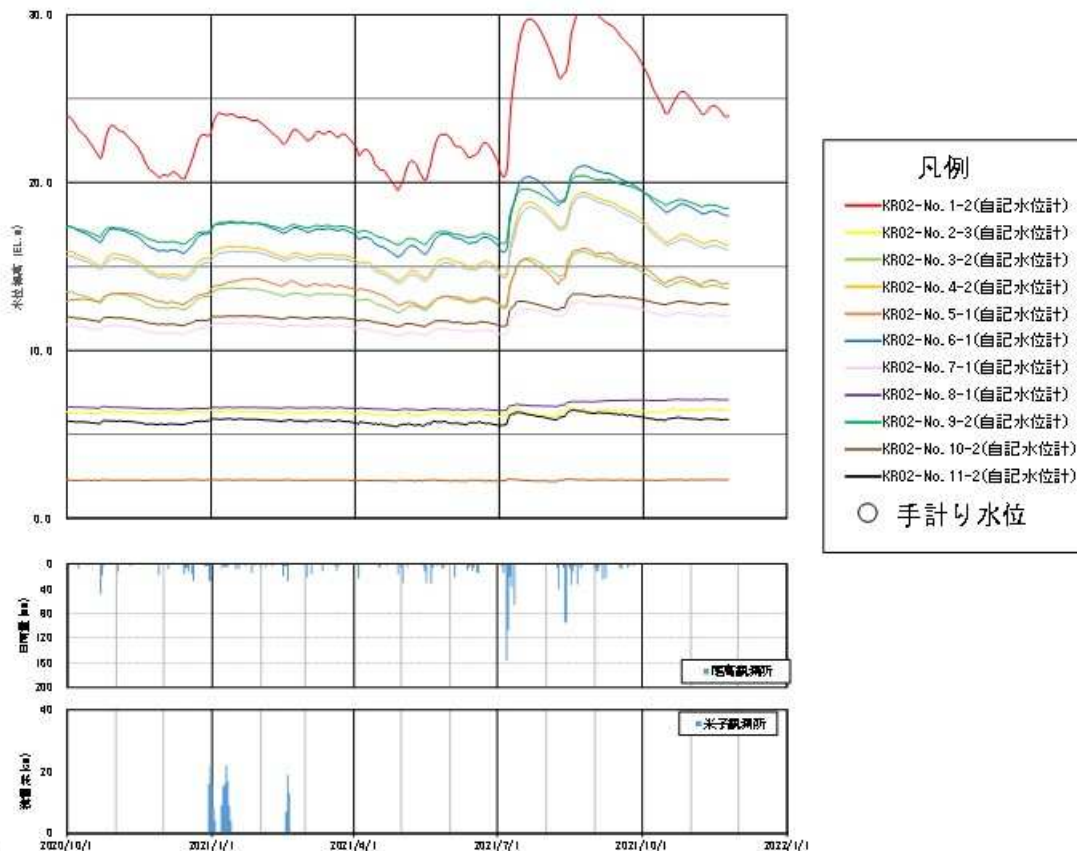
▶ 計算が観測に比べ降雨時の変動が大きい

非定常解析地下水位 (RUN2-1: 第2帯水層)

観測



計算

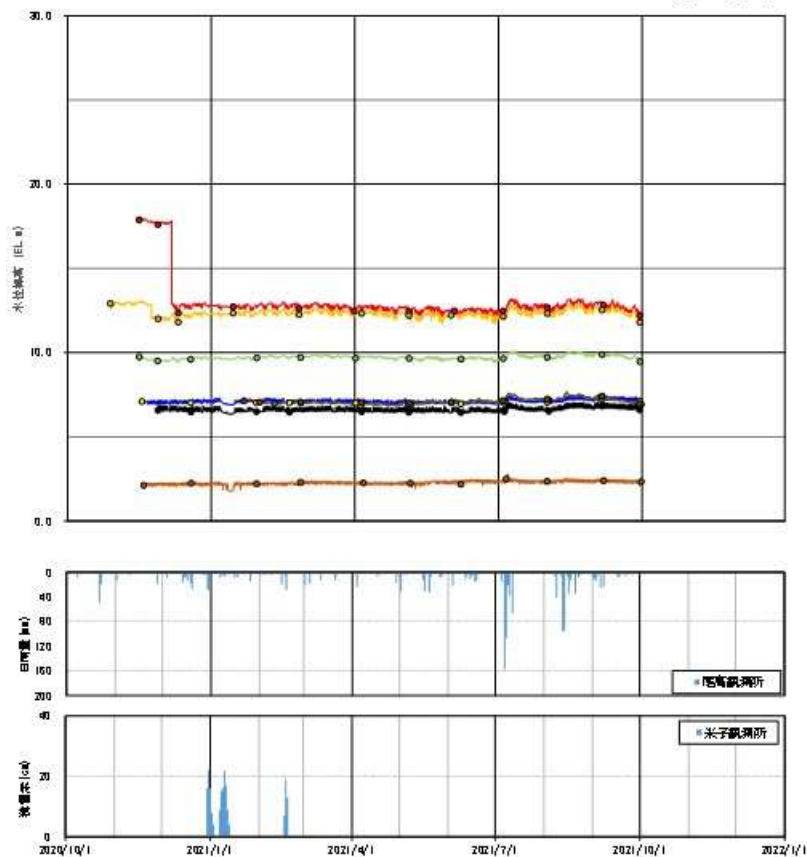


- ▶ 計算が観測に比べ降雨時の変動がかなり大きい
- ▶ 2021年7-8月の降雨後に地下水位が上昇

非定常解析地下水位 (RUN2-1: 第3帯水層)

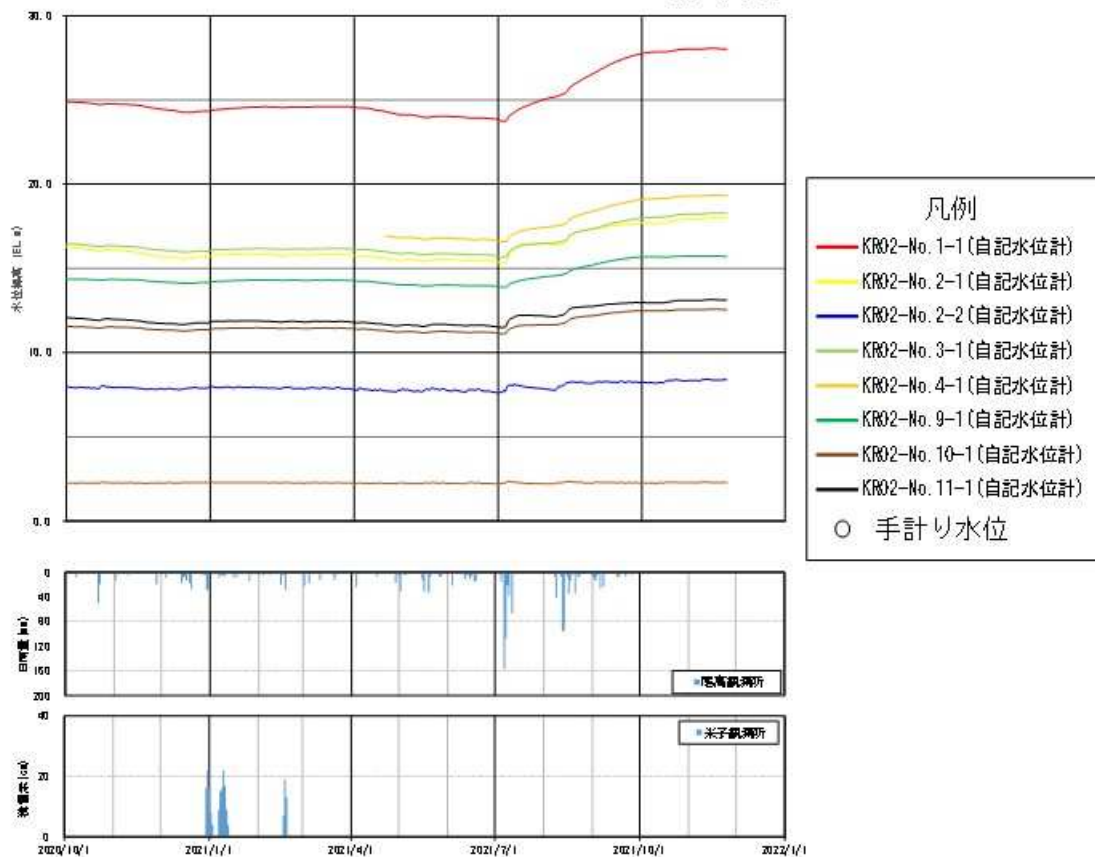
観測

第3帯水層



計算

第3帯水層



▶ 2021年7-8月の降雨後に地下水位の上昇が長期間みられる

推定される実際と計算の違い(RUN2-1)

- ▶ 観測に比べ河川流量は変動が小さい一方で地下水位の変動は大きいことから、計算は**表土～地表付近の地質の透水係数が大きく地下浸透が過大な可能性**
- ▶ また、2021年7-8月の降雨後に地下水位の上昇が長期間みられることから、計算において**実際よりも地下水流入が過大で降水の影響に時間差がある可能性**

解析ケース(非定常解析: RUN4)

水循環解析(非定常解析)

ケース	目的	設定変更したパラメータ
見直し後のモデルによる検討(RUN1)	見直し後のモデルの再現性確認	—
帯水層の透水係数についての検討(RUN2-1、2-2)	帯水層の透水係数を変えて地下水位と湧水量の再現性を確認	火山灰質砂層(大山系)および安山岩質火砕岩の透水係数
高位標高部における安山岩質火砕岩の検討(RUN3-1、3-2)	地下水位と湧水量の同時再現を狙った高位標高部の安山岩質火砕岩の検討	帯水層の透水係数および高位標高部での厚さ
精進川南部への安山岩質火砕岩の分布の検討(RUN4)	計画地への地下水の流動経路の改善	安山岩質火砕岩の平面分布および透水係数
	河川流量と地下水位の変動の再現性の改善	地表付近の地質の透水係数

帯水層の透水係数についての検討
(RUN2-1)

精進川南部への安山岩質火砕岩の分布の検討
(RUN4)

精進川南部への安山岩質火砕岩の分布の検討(RUN4)

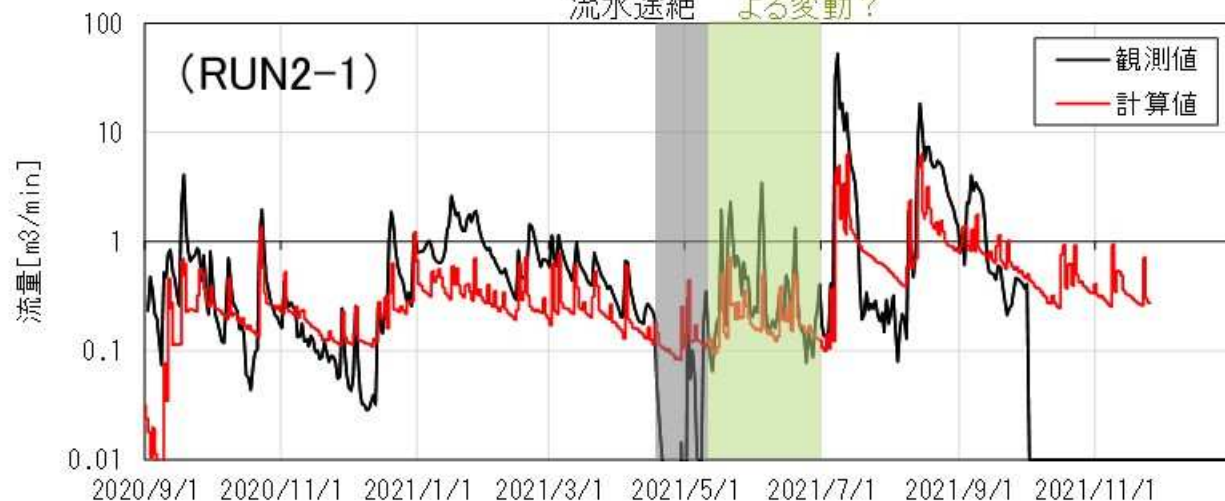
地層名	透水係数(m/s)	
	初期設定値	RUN4
段丘堆積物	1.00×10^{-4}	1.00×10^{-5}
中期扇状地面堆積物	1.13×10^{-5}	5.47×10^{-7}
中期～古期大山噴出物	風化部	3.27×10^{-5}
	新鮮部	3.27×10^{-7}
溝口凝灰角礫岩	風化部	4.65×10^{-5}
	新鮮部	4.65×10^{-7}
火山灰質砂層(大山系)	3.73×10^{-6}	1.00×10^{-4}
安山岩質火砕岩	2.10×10^{-4}	5.00×10^{-4} エリア①: 2.10×10^{-5}

非定常解析における改善を目的とした変更

- ▶ エリア②(精進川より南)の範囲に安山岩質火砕岩が分布しない条件としたRUN4でも非定常解析を実施
- ▶ 河川流量と地下水位の変動の再現性の改善を目的に上記の地表付近の地質の透水係数を併せて変更した

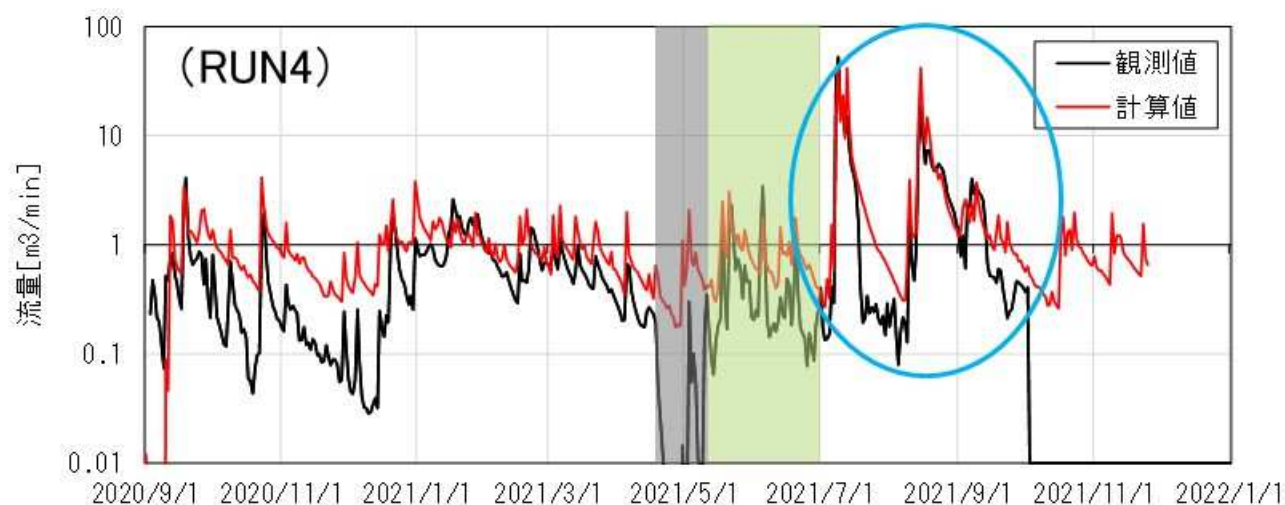
非定常解析河川流量(RUN4)

田植え期の農業用水取水に
流水途絶による変動？



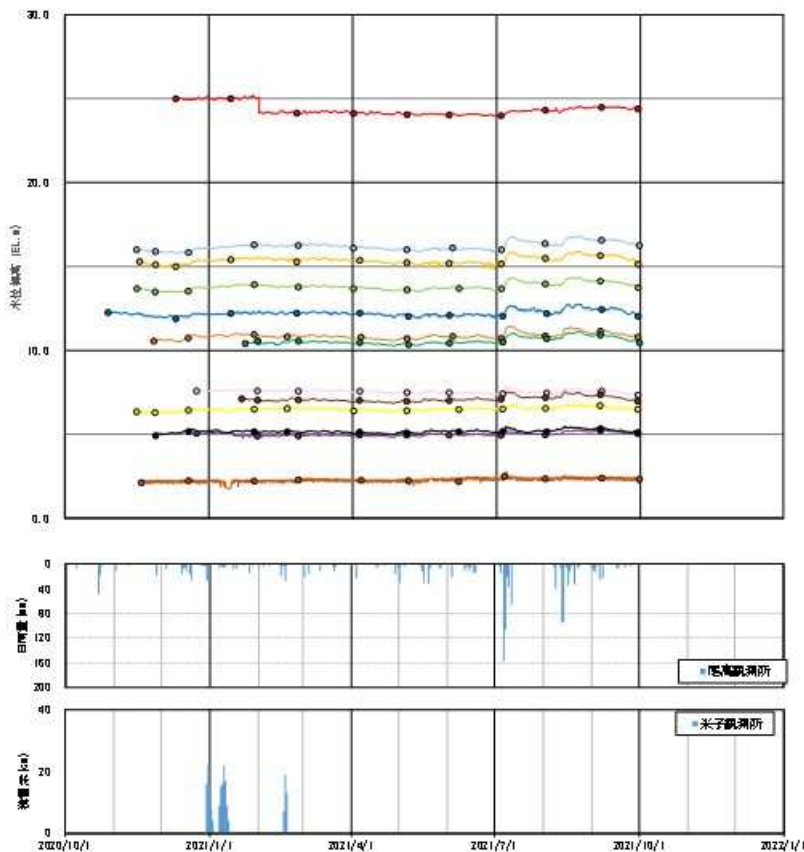
▶ 降雨時の流量増加や直後の減少など比較的短期の変動が改善

▶ ただし、数か月程度の長期の変動は改善されていない

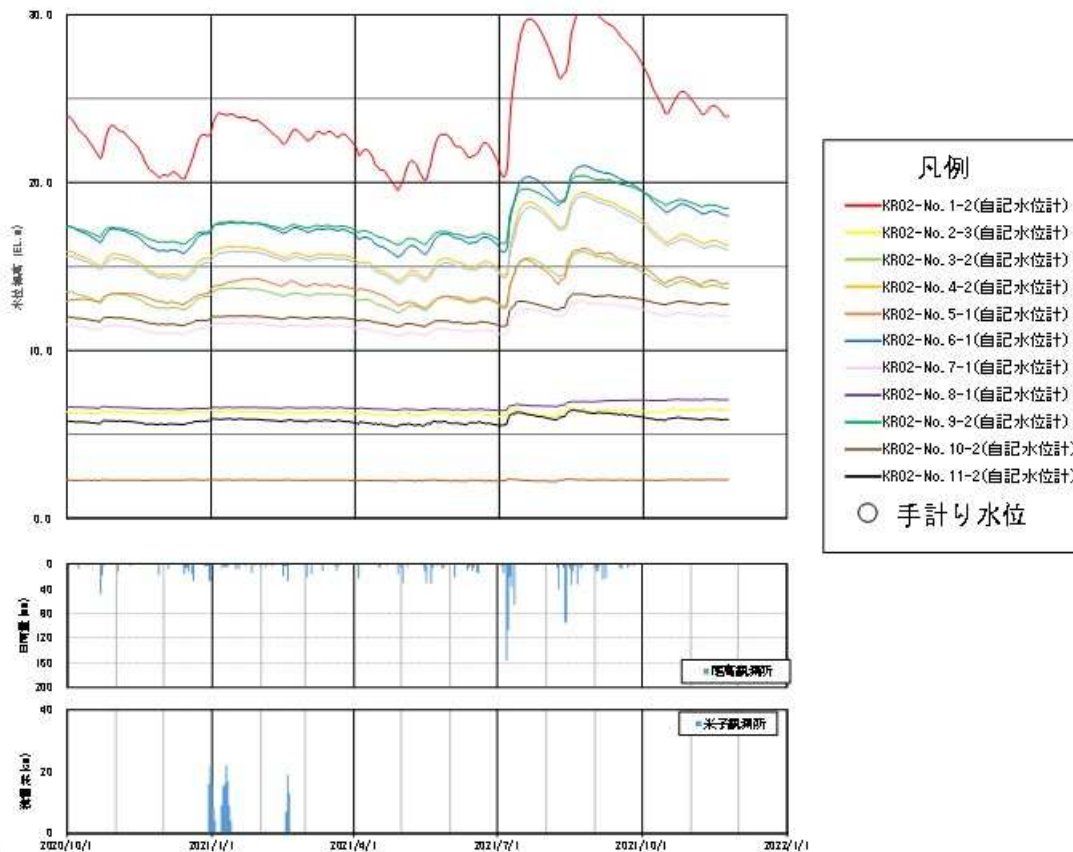


非定常解析地下水位 (RUN2-1: 第2帯水層)

観測



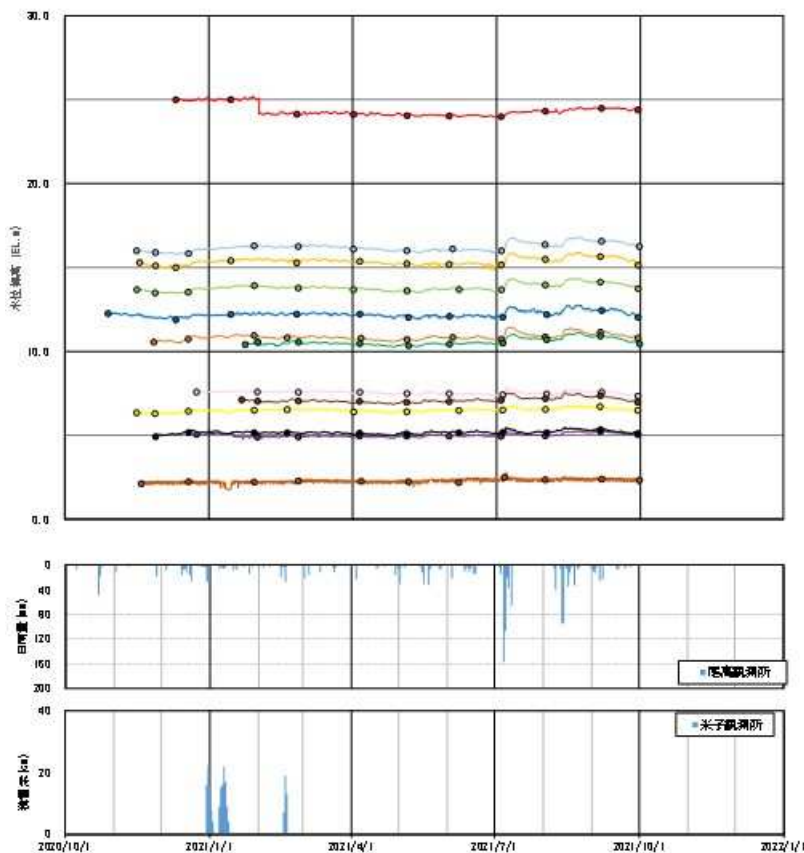
計算



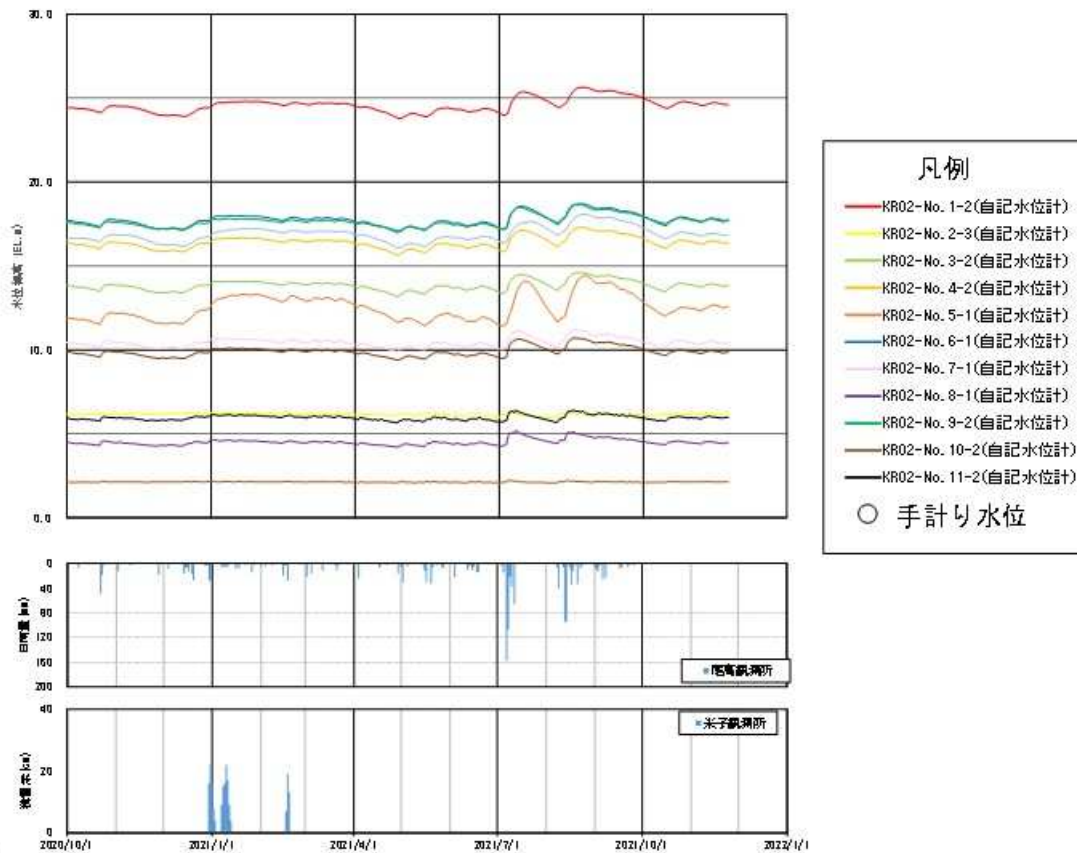
- ▶ 計算が観測に比べ降雨時の変動がかなり大きい
- ▶ 2021年7-8月の降雨後に地下水位が上昇

非定常解析地下水位 (RUN4: 第2帯水層)

観測



計算

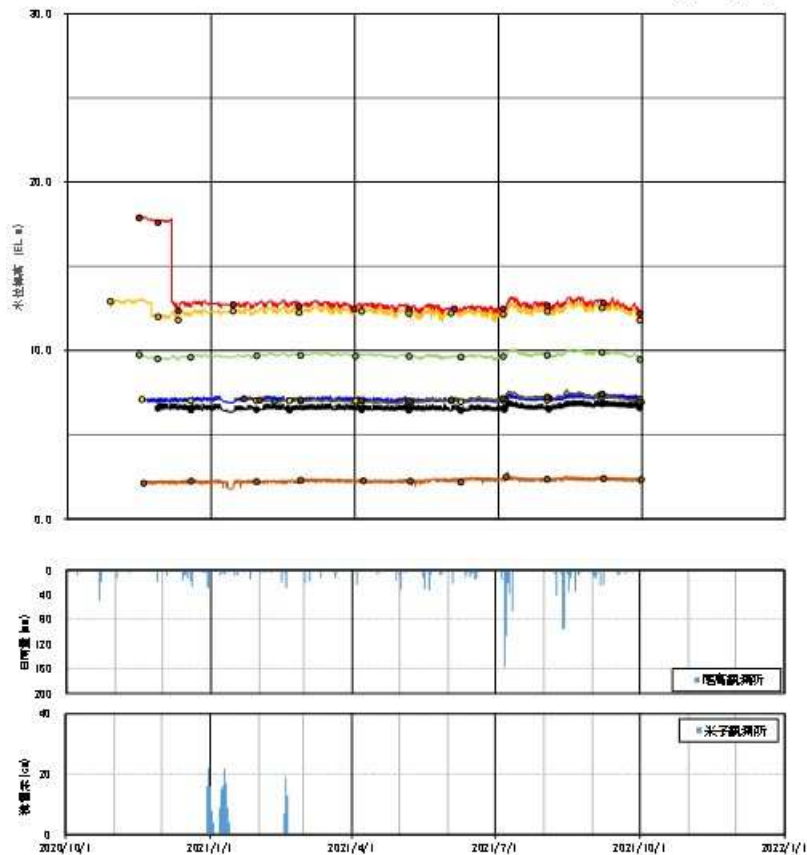


▶ 観測よりも変動が大きい井戸もあるが改善

非定常解析地下水位 (RUN2-1: 第3帯水層)

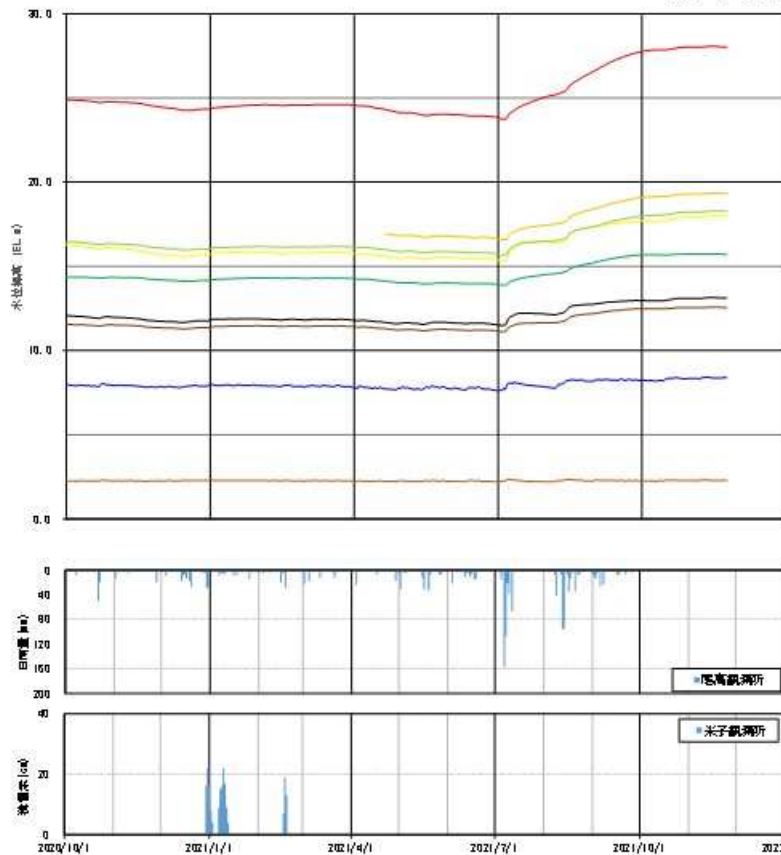
観測

第3帯水層



計算

第3帯水層



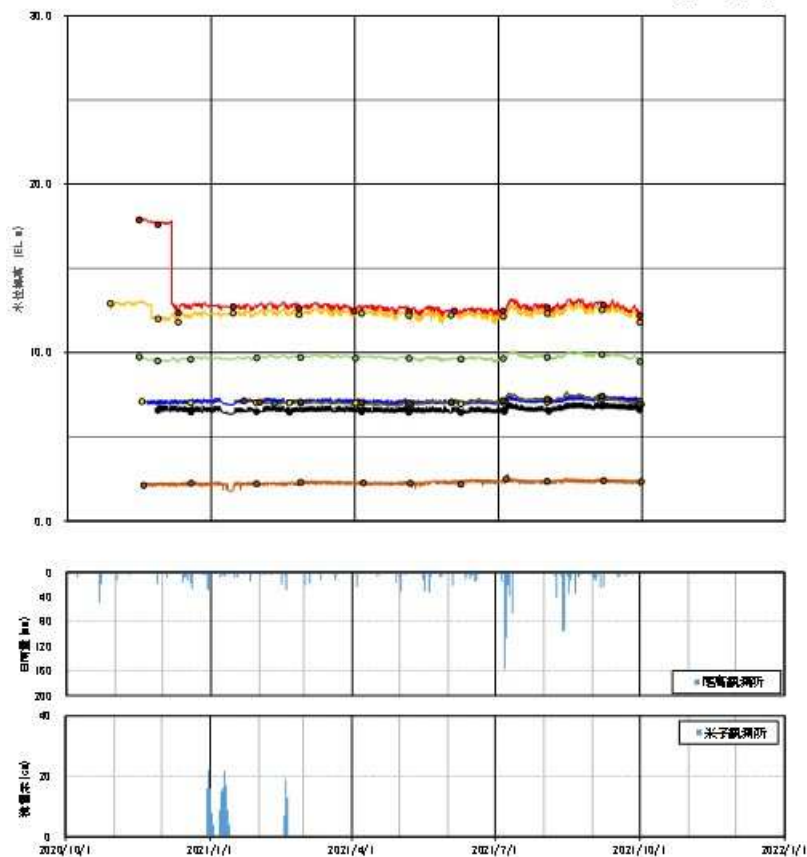
- 凡例
- KR02-No. 1-1 (自記水位計)
 - KR02-No. 2-1 (自記水位計)
 - KR02-No. 2-2 (自記水位計)
 - KR02-No. 3-1 (自記水位計)
 - KR02-No. 4-1 (自記水位計)
 - KR02-No. 9-1 (自記水位計)
 - KR02-No. 10-1 (自記水位計)
 - KR02-No. 11-1 (自記水位計)
 - 手計り水位

▶ 2021年7-8月の降雨後に地下水位の上昇が長期間みられる

非定常解析地下水位 (RUN4: 第3帯水層)

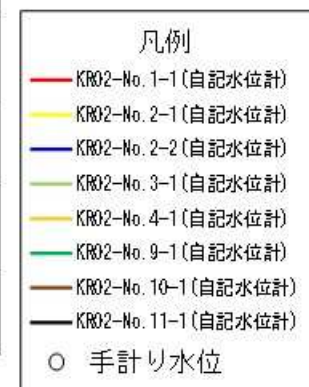
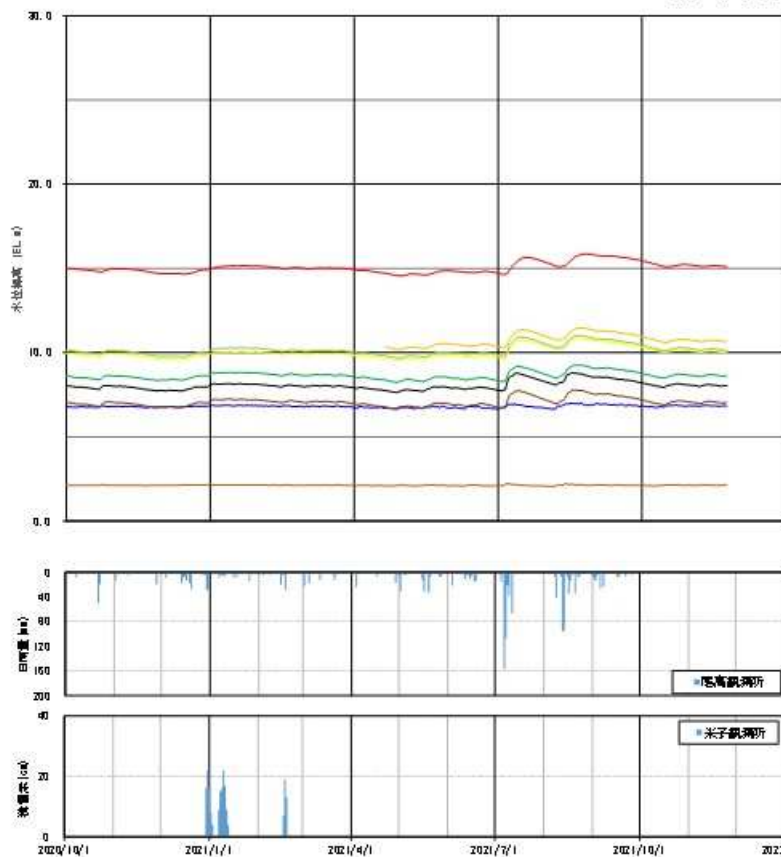
観測

第3帯水層



計算

第3帯水層



- ▶ 高位標高部および精進川南側の安山岩質火砕岩の分布・透水係数の見直しにより、ほとんど降水により変動しない状況に改善

非定常解析から得られた知見

- ▶ RUN2-1で表土～地表付近の地質の透水係数が初期設定値は大きく地下浸透が過大な可能性が示され、透水係数を小さくしたRUN4では**河川流量および地下水位の変動に改善**。
- ▶ また、RUN2-1では実際よりも地下水流入が過大で地下水位への降水の影響に時間差がある可能性があったが、RUN4では**安山岩質火砕岩の分布・透水係数の見直しにより降水により変動しない状況に改善**。

2. 解析の実施

再現解析結果(物質移行解析)

※本資料は検討段階の途中経過報告であり、
最終的な結論を示すものではありません。

解析ケース(物質移行解析: RUN4)

ケース	目的	設定変更したパラメータ
見直し後のモデルによる検討(RUN1)	見直し後のモデルの再現性確認	—
帯水層の透水係数についての検討(RUN2-1、2-2)	帯水層の透水係数を変えて地下水位と湧水量の再現性を確認	火山灰質砂層(大山系)および安山岩質火砕岩の透水係数
高位標高部における安山岩質火砕岩の検討(RUN3-1、3-2)	地下水位と湧水量の同時再現を狙った高位標高部の安山岩質火砕岩の検討	帯水層の透水係数および高位標高部での厚さ
精進川南部への安山岩質火砕岩の分布の検討(RUN4)	計画地への地下水の流動経路の改善	安山岩質火砕岩の平面分布および透水係数
	河川流量と地下水位の変動の再現性の改善	地表付近の地質の透水係数

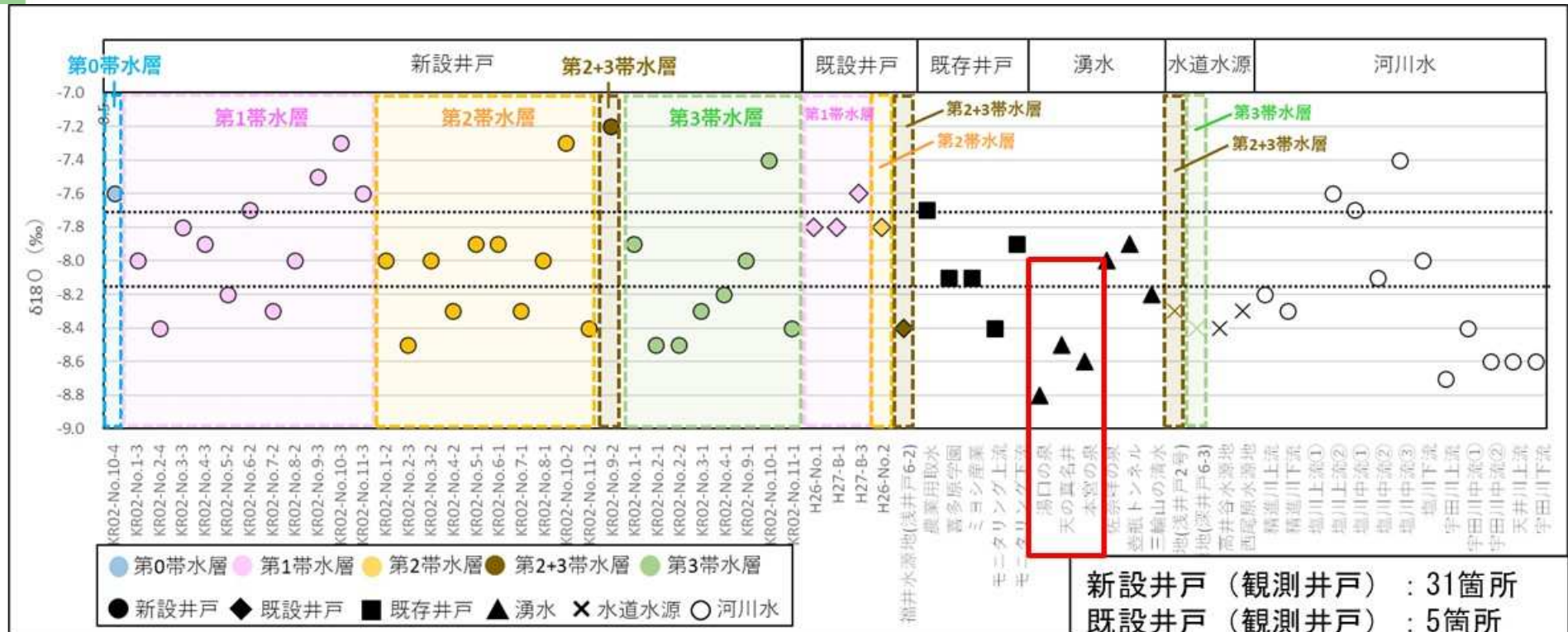
物質移行解析

精進川南部への安山岩質火砕岩の分布の検討(RUN4)

物質移行解析について

- ▶ 水循環解析と並行し、物質移行解析からも場の再現性を確認中
- ▶ 最新ケースであるRUN4について、 $\delta^{18}\text{O}$ およびCFC-12の再現性の現状を確認した

物質移行解析① ($\delta^{18}O$: 検証データ)

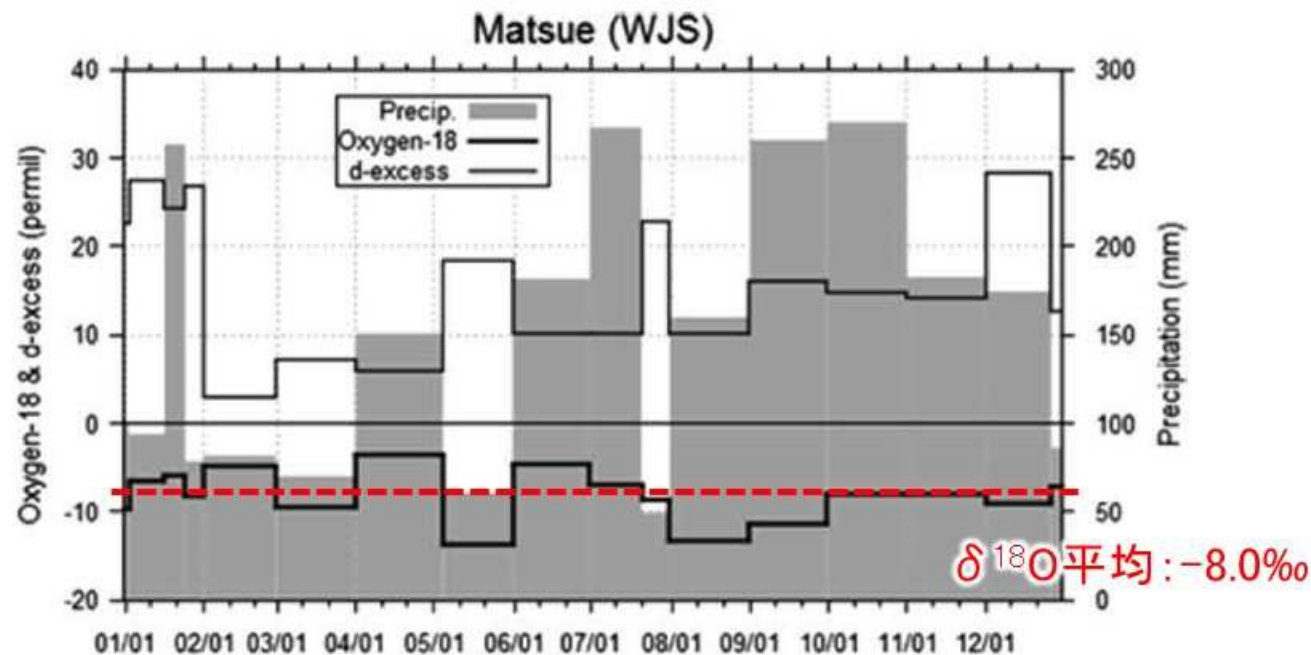


新設井戸 (観測井戸)	: 31箇所
既存井戸 (観測井戸)	: 5箇所
既存井戸 (揚水井戸)	: 5箇所
湧水	: 6箇所
水道水源	: 4箇所
河川水	: 13箇所
合計	64箇所

- 2020年11月中旬～下旬、2021年2月初旬に採水した水質分析データのうち、現在は上流の湧水について確認

物質移行解析① ($\delta^{18}\text{O}$:境界条件)

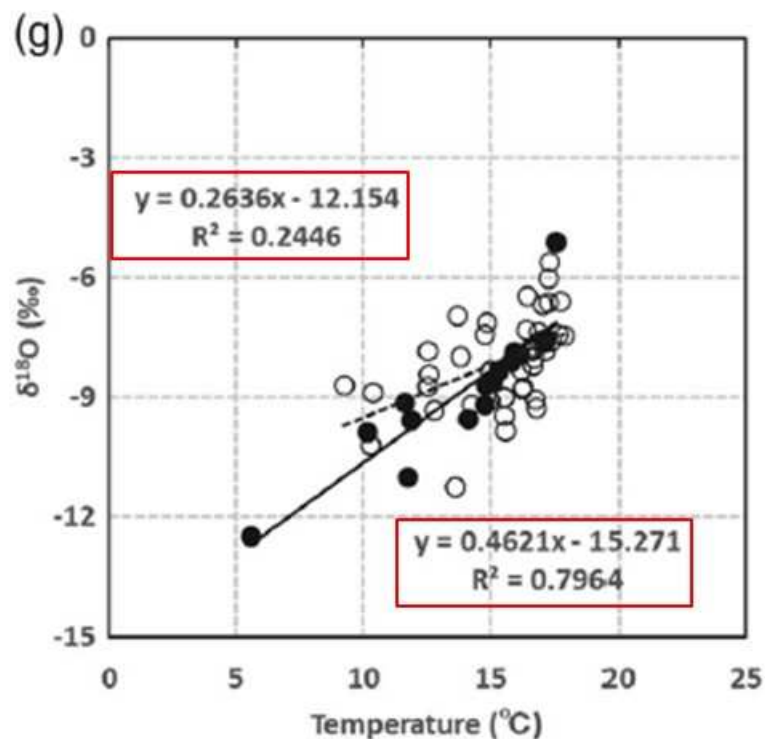
- ▶ 年平均の降水量と ^{18}O を用いた定常解析を実施
- ▶ 降水量はメッシュ平年値2010(気象庁)の年平均値を使用
- ▶ 降水の $\delta^{18}\text{O}$ は一柳ら(2016)による松江(島根県)地点の観測結果より -8.0‰ と設定



出典:一柳, 田上, 2016. 日本全域における降水の安定同位体比—2013年集中観測の結果より—, 日本水文科学会誌, 第46巻, 第2号, pp.123-138.

物質移行解析① ($\delta^{18}\text{O}$:境界条件)

- ▶ また、降水中の $\delta^{18}\text{O}$ は Ichiyonagi (2016) を基に気温効果として $0.36\text{‰}/^\circ\text{C}$ を与えた



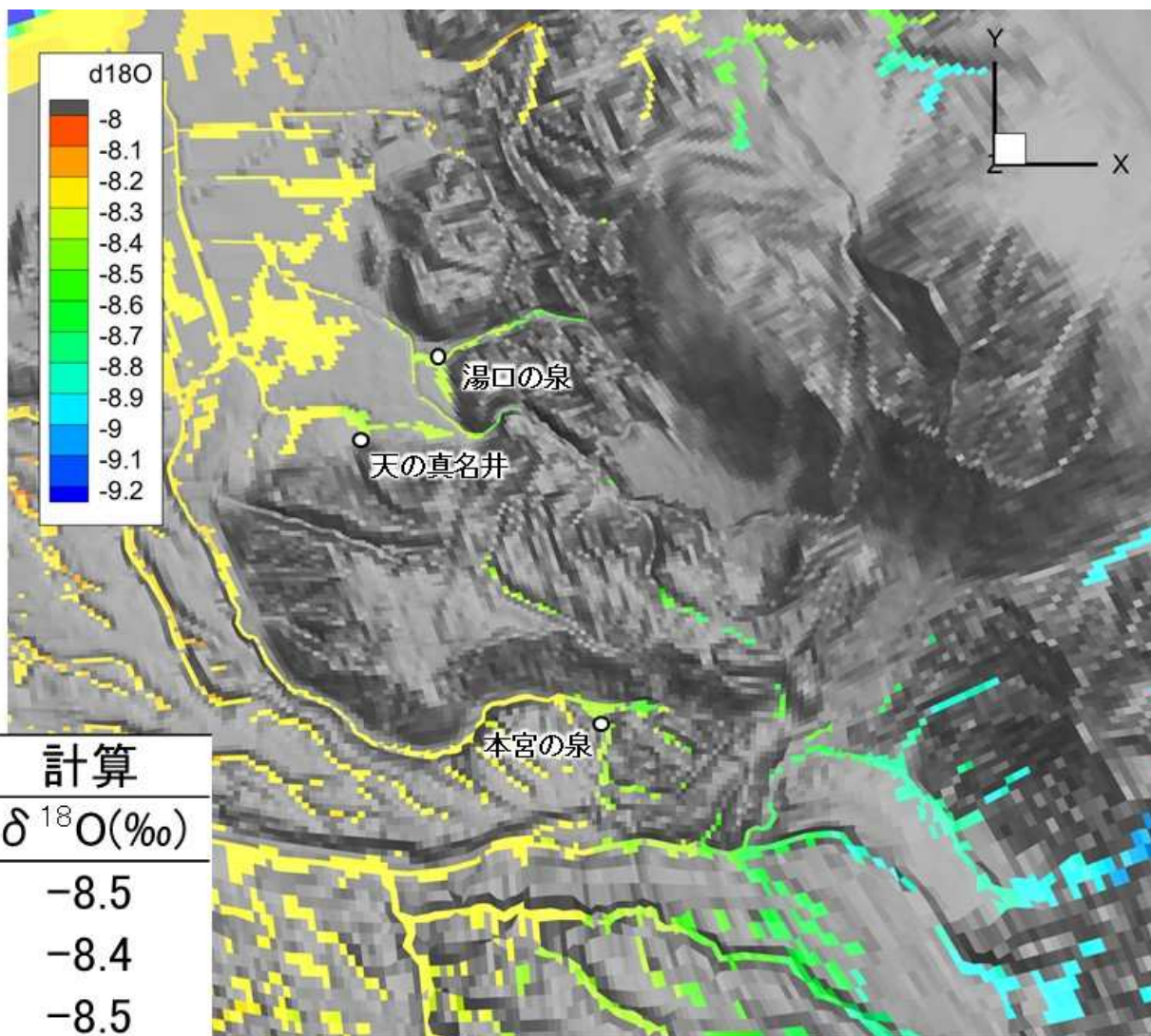
年平均 $\delta^{18}\text{O}$ と気温の関係

○は●はそれぞれ太平洋側、日本海側の地点

出典: Ichiyonagi et al., 2016. Spatial analysis of annual mean stable isotopes in precipitation across Japan based on an intensive observation period throughout 2013. "Isotopes in environmental and health studies 52.4-5 (2016): 353-362."

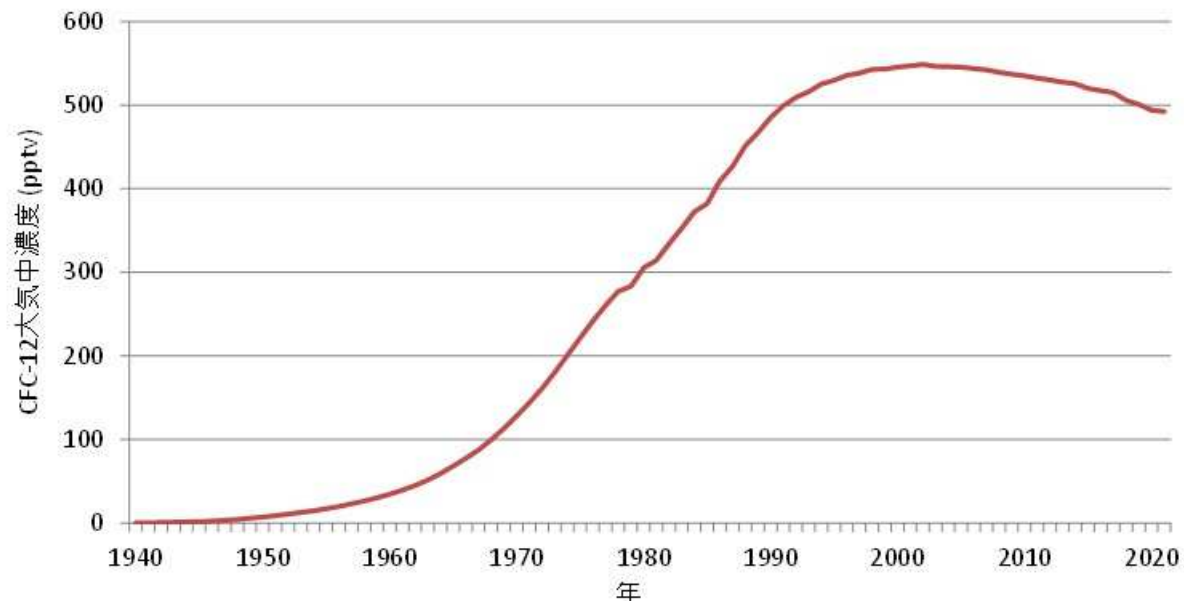
物質移行解析① (RUN4: $\delta^{18}\text{O}$)

- ▶ 湧出域の $\delta^{18}\text{O}$ を表示
- ▶ 湯口の泉、天の真名井、本宮の泉における $\delta^{18}\text{O}$ は概ね整合



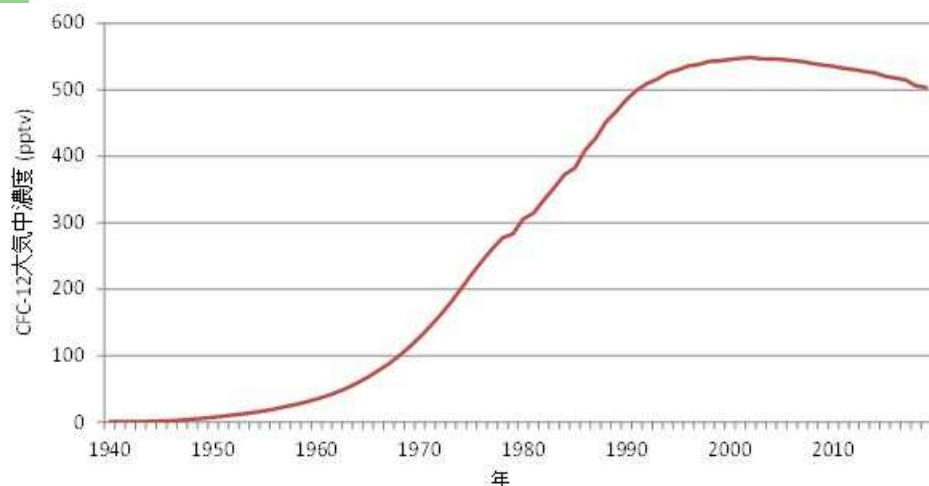
	観測	計算
	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
湯口の泉	-8.8	-8.5
天の真名井	-8.5	-8.4
本宮の泉	-8.6	-8.5

物質移行解析②(CFC-12 : 境界条件)



- ▶ CFC-12濃度のみ年単位で変動する非定常解析を実施
- ▶ 降水量はメッシュ平年値2010(気象庁)の年平均値を使用
- ▶ CFC-12濃度は大気(北半球平均値)を使用
- ▶ 解析期間は1950-2020年とし、2020年末の値を比較

物質移行解析②(CFC-12 : 境界条件)



- ▶ 大気中濃度から降水中のCFC-12濃度への換算は以下の通り
- ▶ 温度、標高は各格子の値を使用

$$C_w = C_a M e^K (P_a - P_v)$$

式中の記号の説明は以下のとおりである

C_w ; 降水中の濃度 (pg/kg)

C_a ; 大気中濃度 (pptv)

M ; 分子量 (g/mol)

K ; 平衡定数 (-)

P_a ; 気圧 (atm)

P_v ; 水蒸気圧 (atm)

平衡定数 K 、気圧 P_a 、水蒸気圧 P_v は以下の式より求めた。

$$K = 124.4395 + \frac{1842.99}{T+273.15} + 51.6383 \times \log\left(\frac{T+273.15}{100}\right)$$

$$P_a = e^{-\frac{h+1}{8300}}$$

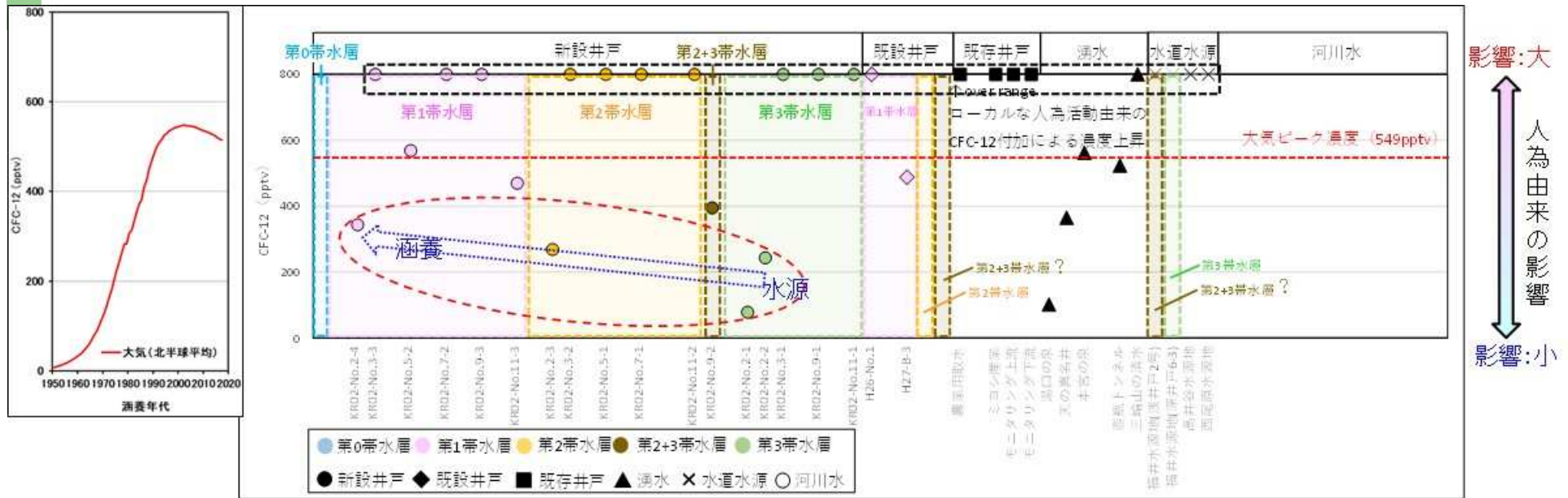
$$P_v = e^{24.4543 - \frac{6745.09}{T-273.15} - 4.8489 \times \log\left(\frac{T+273.15}{100}\right)}$$

式中の説明は以下のとおりである。

T ; 涵養温度 (°C)

h ; 涵養標高 (m)

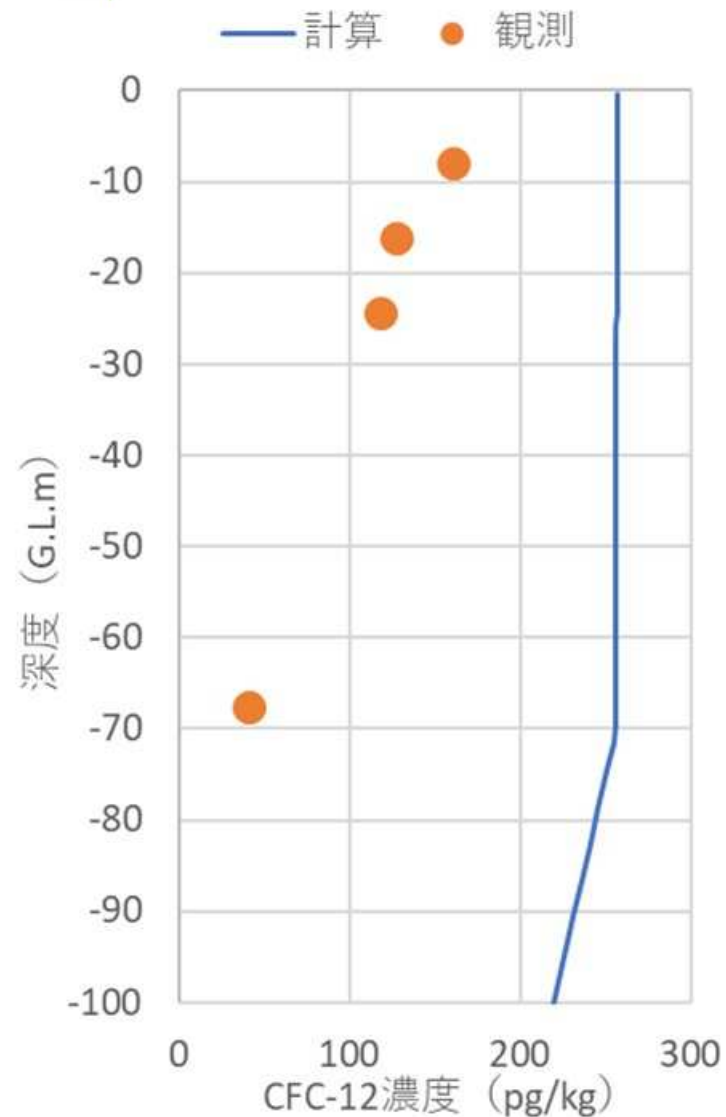
物質移行解析②(CFC-12 : 検証データ)



- 人為活動由来のCFC-12付加については発生源・量ともに不明のためモデル化せず、そのため人為由来の影響については検証対象としない
- 2020年11月中旬～下旬、2021年2月初旬に採水した64地点の水質分析データのうち、人為由来の影響の少ないと考えられるNo.2の濃度について観測と計算を比較

解析結果 (RUN4:CFC-12)

- ▶ KR02-No.2におけるCFC-12濃度の深度プロファイルと比較
- ▶ 人為由来の影響を考慮していないにもかかわらず、計算で特に深部の濃度が高い



物質移行解析(まとめ)

- ▶ 湧水における $\delta^{18}\text{O}$ は概ね整合、引き続き他の観測地点についても確認する
- ▶ CFC-12については特に深部の濃度が高く、降水が実際よりも早く地下水に到達している可能性が示された

3. 今後のスケジュール

※本資料は検討段階の途中経過報告であり、
最終的な結論を示すものではありません。

第8回調査会に向けて

- ▶ 今回計算から得られた知見を基に地質モデルを更新し、計算と観測を比較し再現性を確認
- ▶ 物質移行解析($\delta^{18}\text{O}$ 、CFCs、水温)によるモデルの妥当性の確認
- ▶ 妥当性を確認されたモデルによる計画地周辺の地表水・地下水影響検討の実施

今後の地下水等調査会のスケジュール

