

南アルプス市・国立大学法人山梨大学包括的連携

地下水状況調査共同研究
～地下水の起源に関する報告～

南アルプス市
山梨大学・国際流域環境研究センター

目的

南アルプス市内の水道水源のうち地下水を使用している水源を対象に地下水の涵養源を把握する.

方法

水の水素安定同位体比值ならびに塩化物イオンを用いて、複数の地下水涵養源の把握ならびにそれらの混合割合の算出を行った.

調査

1. 南アルプス市(御勅使川扇状地)において地下水涵養源となり得る以下の水を採取した.

❖釜無川の河川水

(採水地点:信玄橋、期間:2012年5月~12月の毎月)

❖御勅使川の河川水

(採水地点:甘利山橋、期間:2012年5月~12月の毎月)

❖楡形山の地下水

(楡形山山腹に位置する上宮地水源, 平岡水源, 中野第五水源の地下水、期間:2010年6月、2011年11月、2012年11月)

❖扇状地の浸透水

(土壌間隙水、扇状地状の降水、期間:2011年11月、2012年11月)

2. 水道水源

南アルプス市内に設置されている地下水を水源とする水道水源の井戸水を18地点採取した.

(採水期間:2010年6月、2011年11月、2012年11月)

分析

塩化物イオン濃度 (Cl⁻)



イオンクロマトグラフ法 (Dionex社, ICS-1100)

山梨大学 国際流域環境研究センター

水の水素・酸素安定同位体比值 (δD_{H_2O} ・ $\delta^{18}O_{H_2O}$)

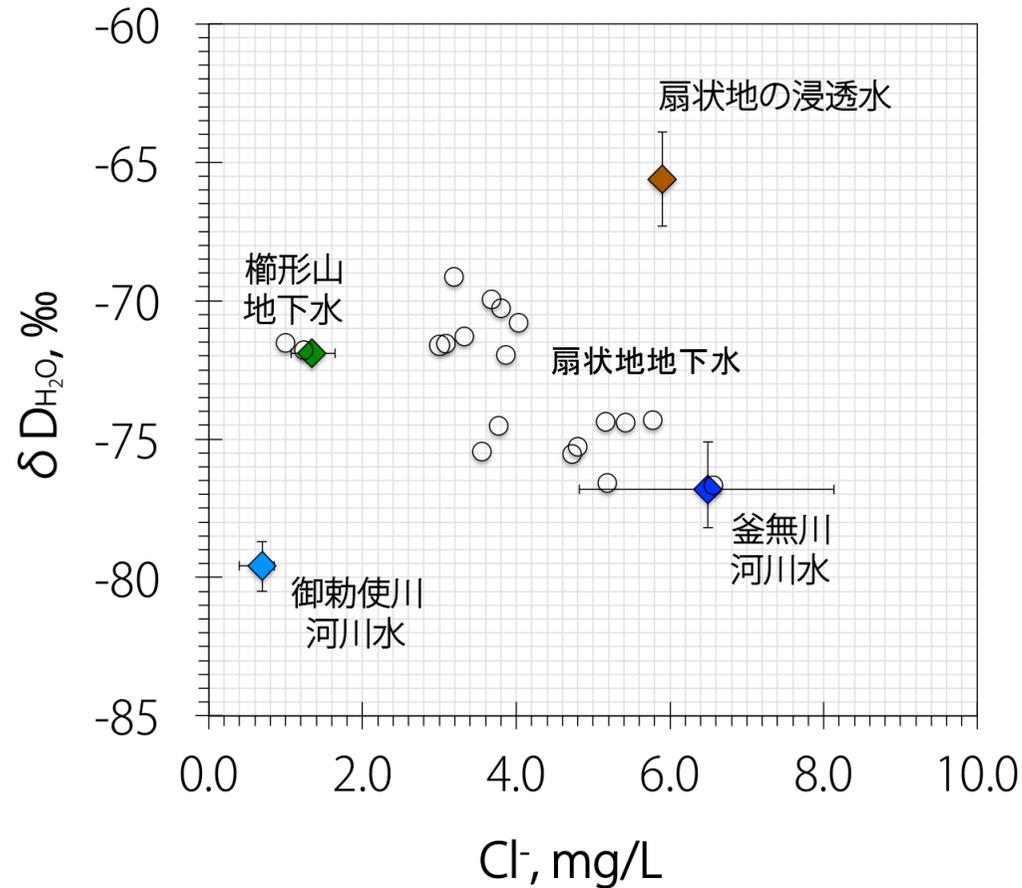


CRD分光法 (Picarro社, L1102-i)

山梨大学 国際流域環境研究センター

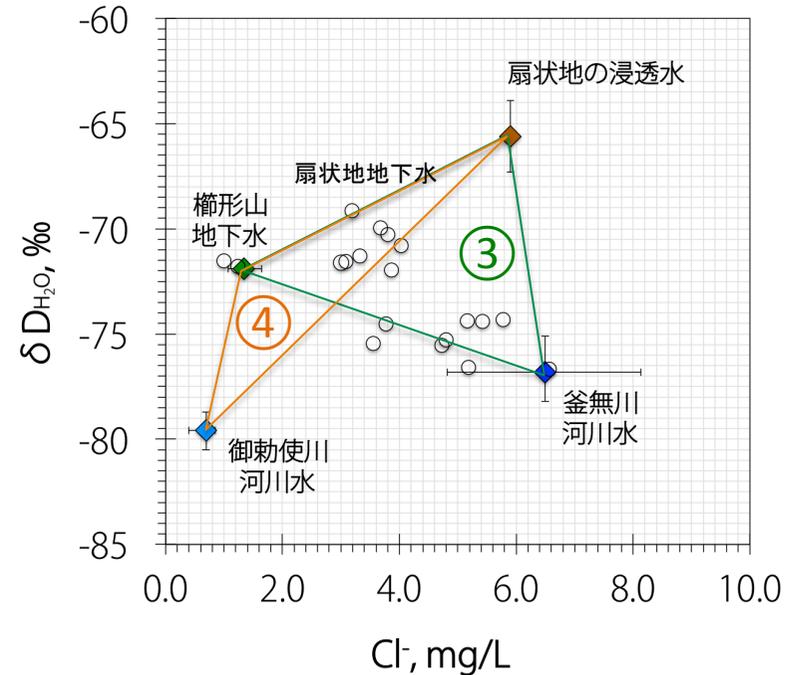
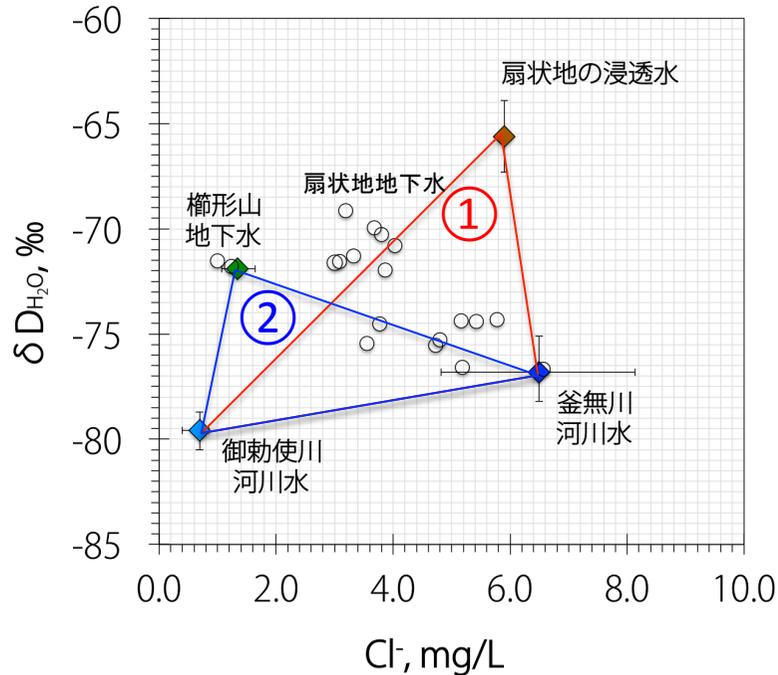
結果

塩化物イオン濃度 (Cl⁻) と水の水素安定同位体比值 (δD_{H_2O}) の分布



- 釜無川河川水、御勅使川河川水、橿形山の地下水、扇状地の浸透水がそれぞれ異なる塩化物イオン濃度と水素安定同位体比を示し、これらが扇状地地下水の起源を把握する上で有用な水質情報であることが示された。

三成分混合解析



- 複数の地下水涵養源について、水素安定同位体比と塩化物イオン濃度を用いた三成分混合解析を上図の①～④について行い、それらの混合割合を算出した。

※本解析で求められる混合割合の精度は±10%である。

【例：①の混合解析の式】

$$R_{kr} + R_{mr} + R_p = 1 \quad (1)$$

$$C_g = C_{kr}R_{kr} + C_{mr}R_{mr} + C_pR_p \quad (2)$$

$$\delta_g = \delta_{kr}R_{kr} + \delta_{mr}R_{mr} + \delta_pR_p \quad (3)$$

R: 混合割合、C: 塩化物イオン濃度、 δ : 水の水素安定同位体比
 Kr: 釜無川河川水、mr: 御勅使川河川水、p: 扇状地の浸透水

上記の3式を連立させてそれぞれのRを算出する。

有野水源

	釜無川河川水の割合	御勅使川河川水の割合	扇状地の浸透水の割合	楯形山の地下水の割合
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 の涵養を想定した場合	算術不可			
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	0%	0%	0%	100%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	0%	0%	0%	100%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	0%	0%	0%	100%

今諏訪水源

	釜無川河川水の割合	御勅使川河川水の割合	扇状地の浸透水の割合	櫛形山の地下水の割合
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 の涵養を想定した場合	100%	0%	0%	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 櫛形山の地下水 の涵養を想定した場合	100%	0%		0%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 櫛形山の地下水 の涵養を想定した場合	100%		0%	0%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 櫛形山の地下水 の涵養を想定した場合		算術不可		

江原水源

	釜無川河川水の割合	御勅使川河川水の割合	扇状地の浸透水の割合	楯形山の地下水の割合
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 の涵養を想定した場合	算術不可			
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	算術不可			
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	15%		20%	65%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合		24%	40%	36%

鏡中条水源

	釜無川河川水の割合	御勅使川河川水の割合	扇状地の浸透水の割合	櫛形山の地下水の割合
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 の涵養を想定した場合	51%	20%	29%	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 櫛形山の地下水 の涵養を想定した場合	算術不可			
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 櫛形山の地下水 の涵養を想定した場合	63%		13%	24%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 櫛形山の地下水 の涵養を想定した場合	算術不可			

川上第一水源

	釜無川河川水の割合	御勅使川河川水の割合	扇状地の浸透水の割合	楯形山の地下水の割合
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 の涵養を想定した場合	算術不可			
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	算術不可			
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	13%		40%	47%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合		21%	57%	22%

川上第二水源

	釜無川河川水の割合	御勅使川河川水の割合	扇状地の浸透水の割合	楯形山の地下水の割合
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 の涵養を想定した場合	算術不可			
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	算術不可			
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	9%		41%	50%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合		15%	54%	31%

巨摩中水源

	釜無川河川水の割合	御勅使川河川水の割合	扇状地の浸透水の割合	楯形山の地下水の割合
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 の涵養を想定した場合	22%	44%	34%	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	48%	2%		50%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	49%		0%	51%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合			算術不可	

在家塚水源

	釜無川河川水の割合	御勅使川河川水の割合	扇状地の浸透水の割合	櫛形山の地下水の割合
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 の涵養を想定した場合	56%	16%	28%	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 櫛形山の地下水 の涵養を想定した場合	算術不可			
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 櫛形山の地下水 の涵養を想定した場合	66%		15%	19%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 櫛形山の地下水 の涵養を想定した場合	算術不可			

三宮寺水源

	釜無川河川水の割合	御勅使川河川水の割合	扇状地の浸透水の割合	楯形山の地下水の割合
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 の涵養を想定した場合	25%	48%	27%	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	45%	15%		40%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合			算術不可	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合			算術不可	

白根水源

	釜無川河川水の割合	御勅使川河川水の割合	扇状地の浸透水の割合	楯形山の地下水の割合
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 の涵養を想定した場合	算術不可			
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	0%	0%		100%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	0%		0%	100%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	算術不可			

西南湖第一水源

	釜無川河川水の割合	御勅使川河川水の割合	扇状地の浸透水の割合	楯形山の地下水の割合
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 の涵養を想定した場合	63%	10%	27%	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	算術不可			
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	69%		19%	12%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合		算術不可		

西南湖第二水源

	釜無川河川水の割合	御勅使川河川水の割合	扇状地の浸透水の割合	楯形山の地下水の割合
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 の涵養を想定した場合	51%	28%	21%	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	66%	3%		31%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	68%		0%	32%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合			算術不可	

十日市場水源

	釜無川河川水の割合	御勅使川河川水の割合	扇状地の浸透水の割合	櫛形山の地下水の割合
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 の涵養を想定した場合	8%	34%	58%	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 櫛形山の地下水 の涵養を想定した場合	算術不可			
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 櫛形山の地下水 の涵養を想定した場合	29%		30%	41%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 櫛形山の地下水 の涵養を想定した場合		算術不可		

八田水源

	釜無川河川水の割合	御勅使川河川水の割合	扇状地の浸透水の割合	楯形山の地下水の割合
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 の涵養を想定した場合	68%	22%	10%	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	76%	10%		14%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	84%		0%	16%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合			算術不可	

藤田水源

	釜無川河川水の割合	御勅使川河川水の割合	扇状地の浸透水の割合	櫛形山の地下水の割合
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 の涵養を想定した場合	50%	27%	23%	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 櫛形山の地下水 の涵養を想定した場合	68%	0%		32%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 櫛形山の地下水 の涵養を想定した場合	67%		0%	33%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 櫛形山の地下水 の涵養を想定した場合		算術不可		

山寺第一水源

	釜無川河川水の割合	御勅使川河川水の割合	扇状地の浸透水の割合	楯形山の地下水の割合
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 の涵養を想定した場合	算術不可			
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	算術不可			
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	16%		21%	63%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合		26%	42%	32%

山寺第二水源

	釜無川河川水の割合	御勅使川河川水の割合	扇状地の浸透水の割合	楯形山の地下水の割合
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 の涵養を想定した場合	算術不可			
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	算術不可			
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	17%		25%	58%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合		27%	48%	25%

山寺第三水源

	釜無川河川水の割合	御勅使川河川水の割合	扇状地の浸透水の割合	楯形山の地下水の割合
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 の涵養を想定した場合	算術不可			
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 御勅使川河川水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	算術不可			
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 釜無川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合	0%		42%	58%
<ul style="list-style-type: none"> ❖ 御勅使川河川水 ❖ 扇状地の浸透水 ❖ 楯形山の地下水 の涵養を想定した場合		0%	35%	65%